



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE
CARTAGENA.

ESCUELA DE ARQUITECTURA E
INGENIERÍA DE LA EDIFICACIÓN.

AÑO 2013.

Estudio y Comparativa de la Eficiencia Energética de Edificios Construidos en épocas diferentes en la ciudad de Cartagena.



Autor/a: Beatriz González Moreno.

Tutor/a: Gemma Vázquez Arenas.



Universidad Politécnica de Cartagena.
Escuela de Arquitectura e Ingeniería de Edificación

PROYECTO FINAL DE GRADO.

“Estudio y Comparativa de la Eficiencia Energética de Edificios Construidos en épocas diferentes en la ciudad de Cartagena”.



AGRADECIMIENTOS.

Me gustaría dar mi agradecimiento a varias personas sin las cuales la realización de este Proyecto Final de Grado no habría sido posible.

En primer lugar a mi tutora, Gemma Vázquez Arenas, por sus incansables explicaciones y por encontrar siempre tiempo para atenderme. Gracias también por haber sido para mí un ejemplo de entrega, dedicación y buen humor en todo momento.

A mi compañera Marta le agradezco la ayuda prestada en los momentos de bloqueo. A mi familia, a Rafa y a Esther, su apoyo incondicional.

Por último, a Gabriel, gracias por todo.



ÍNDICE

OBJETIVOS.....	4
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.	5
1.1.Las energías más demandadas en España.	¡Error! Marcador no definido.
1.2.Las energías más utilizadas en el sector de la edificación.	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO 2. COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE LOS EDIFICIOS.	¡Error! Marcador no definido.
2.1. Parámetros que influyen en el comportamiento energético del edificio.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1. Situación general. Datos climatológicos.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1.2. Datos constructivos.	¡Error! Marcador no definido.
2.1.3. Uso y usuarios.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1.4. Características de la edificación y su influencia en el comportamiento energético.	¡Error! Marcador no definido.
2.1.5. Características de las instalaciones utilizadas en la edificación.	¡Error! Marcador no definido.
2.2 El parque de edificios existente en España.	¡Error! Marcador no definido.
• La transformación de las ciudades.	¡Error! Marcador no definido.
• El parque existente de edificios y viviendas.	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO 3. LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1. Contenido del certificado.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2. Certificación de edificios de nueva construcción.....	¡Error! Marcador no definido.
3.3. Certificación de edificios existentes.....	¡Error! Marcador no definido.
3.4. Las escalas de calificación energética.	¡Error! Marcador no definido.
3.5. La etiqueta de eficiencia energética.	¡Error! Marcador no definido.
3.6. Procedimiento para la certificación.	¡Error! Marcador no definido.
3.6.1. La opción general. CALENER VYP.....	¡Error! Marcador no definido.
3.6.2. La opción simplificada.	¡Error! Marcador no definido.



CAPÍTULO 4. LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. **¡Error! Marcador no definido.**

4.1. Introducción.

4.1.1. Patologías higrotérmicas: condensaciones superficiales e intersticiales. **¡Error! Marcador no**

4.2. Actuaciones sobre la envolvente térmica. **¡Error! Marcador no definido.**

A) Rehabilitación térmica de fachadas. **¡Error! Marcador no definido.**

B) Rehabilitación de cubiertas. **¡Error! Marcador no definido.**

C) Descripción de los sistemas constructivos. **¡Error! Marcador no definido.**

D) Rehabilitación de fachadas en la Región de Murcia. Condiciones generales. **¡Error! Marcador no definido.**

E) Actuaciones en los huecos de la envolvente térmica. **¡Error! Marcador no definido.**

4.3. Mejoras en las instalaciones. **¡Error! Marcador no definido.**

4.3.1. Cambio de calderas de gas natural o gasóleo por calderas de condensación o baja temperatura. **¡Error! Marcador no definido.**

4.3.2. Utilización de equipos de frío eficientes. **¡Error! Marcador no definido.**

4.3.3. Cambio de calderas centralizadas por otras más eficientes. **¡Error! Marcador no definido.**

4.3.4. Cambio de bombas de calor eléctricas a gas natural. **¡Error! Marcador no definido.**

4.3.5. Reducción del caudal de duchas y grifos. **¡Error! Marcador no definido.**

4.3.5. Free-cooling y ventilación nocturna. **¡Error! Marcador no definido.**

4.3.6. Recuperación del calor de ventilación. **¡Error! Marcador no definido.**

4.3.7. Uso de energía solar térmica. **¡Error! Marcador no definido.**

4.3.8. Uso de energía geotérmica. **¡Error! Marcador no definido.**

4.3.9. Cogeneración y trigeneración. **¡Error! Marcador no definido.**

4.3.10. Sustitución de equipos eléctricos. **¡Error! Marcador no definido.**

CAPÍTULO 5. OBTENCIÓN DE LAS CERTIFICACIONES ENERGÉTICAS. **¡Error! Marcador no definido.**

5.1. Características de los edificios seleccionados. **¡Error! Marcador no definido.**

5.2. Introducción de datos en CE3x. **¡Error! Marcador no definido.**

5.3. Descripción de las etiquetas obtenidas en cada situación real. 184

5.3.1. Comparativa de los indicadores parciales de demanda. 185



5.3.2 Comparación de la calificación global y los indicadores parciales de las emisiones.....	187
5.4. Estudio de la calificación energética con instalaciones de referencia.....	189
5.5. Medidas de mejora de la envolvente térmica.....	193
CAPÍTULO 6. “ENSAYO CON TERMOGRAFÍA”.....	¡Error! Marcador no definido.
6.1.La termografía infrarroja. Ventajas y aplicaciones en edificación. ¡Error! Marcador no definido.	
6.2.Intercambio de energía por radiación.	¡Error! Marcador no definido.
6.3.Aplicación termográfica a la inspección de fachadas: protocolo de inspección. ¡Error! Marcador no definido.	
6.4.Análisis de la imagen térmica.....	¡Error! Marcador no definido.
6.5.Estudio termográfico de los edificios seleccionados.....	212
CONCLUSIONES.....	218
BIBLIOGRAFÍA	¡Error! Marcador no definido. 9
ANEXO 1	
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE GRÁFICOS	



ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1. Las energías más demandadas en España.....	18
1.2. Las energías más utilizadas en el sector de la edificación.....	22
CAPÍTULO 2. COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE LOS EDIFICIOS.....	27
2.1. Parámetros que influyen en el comportamiento energético del edificio.....	28
2.1.1. Situación general. Datos climatológicos.....	28
2.1.2. Datos constructivos.....	33
2.1.3. Uso y usuarios.....	33
2.1.4. Características de la edificación y su influencia en el comportamiento energético.....	35
2.1.5. Características de las instalaciones utilizadas en la edificación.....	39
2.2 El parque de edificios existente en España.....	39
• La transformación de las ciudades.....	39
• El parque existente de edificios y viviendas.....	40
CAPÍTULO 3. LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA.....	46
3.1. Contenido del certificado.....	47
3.2. Certificación de edificios de nueva construcción.....	47
3.3. Certificación de edificios existentes.....	48
3.4. Las escalas de calificación energética.....	48
3.5. La etiqueta de eficiencia energética.....	55
3.6. Procedimiento para la certificación.....	56



3.6.1. La opción general. CALENER VYP.....	57
3.6.2. La opción simplificada.	58
CAPÍTULO 4. LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA.	75
4.1. Introducción.	¡Error! Marcador no definido.
4.1.1. Patologías higrotérmicas: condensaciones superficiales e intersticiales.	76
4.2. Actuaciones sobre la envolvente térmica.....	79
A) Rehabilitación térmica de fachadas.	79
B) Rehabilitación de cubiertas.	82
C) Descripción de los sistemas constructivos.	86
D) Rehabilitación de fachadas en la Región de Murcia. Condiciones generales.....	108
E) Actuaciones en los huecos de la envolvente térmica.	129
4.3. Mejoras en las instalaciones.	136
4.3.1. Cambio de calderas de gas natural o gasóleo por calderas de condensación o baja temperatura.....	138
4.3.2. Utilización de equipos de frío eficientes.	139
4.3.3. Cambio de calderas centralizadas por otras más eficientes.	141
4.3.4. Cambio de bombas de calor eléctricas a gas natural.	142
4.3.5. Reducción del caudal de duchas y grifos.	143
4.3.5. Free-cooling y ventilación nocturna.	144
4.3.6. Recuperación del calor de ventilación.....	145
4.3.7. Uso de energía solar térmica.....	146
4.3.8. Uso de energía geotérmica.....	148
4.3.9. Cogeneración y trigeneración.....	149



4.3.10. Sustitución de equipos eléctricos.....	151
CAPÍTULO 5. OBTENCIÓN DE LAS CERTIFICACIONES ENERGÉTICAS.	153
5.1. Características de los edificios seleccionados.....	154
5.2. Introducción de datos en CE3x.	160
CAPÍTULO 6. “ENSAYO CON TERMOGRAFÍA”.....	200
6.1. La termografía infrarroja. Ventajas y aplicaciones en edificación.....	200
6.2. Intercambio de energía por radiación.	203
6.3. Aplicación termográfica a la inspección de fachadas: protocolo de inspección.	207
6.4. Análisis de la imagen térmica.	210
BIBLIOGRAFÍA	219
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES:	224
ÍNDICE DE TABLAS:	228



OBJETIVOS.

En este proyecto fin de grado existen diversos aspectos que se han querido estudiar y que han continuación se van definir:

1. Estudio de la normativa sobre eficiencia energética actual y pasada.
2. Características principales sobre las posibilidades de la Rehabilitación Energética y posibles soluciones pasivas para la mejora de envolventes con la utilización de diferentes aislantes.
3. Obtención de la certificación energética mediante programas informáticos de tres edificaciones en una misma calle de Cartagena construidas en tres épocas diferentes.
4. Estudio termográfico de la envolvente de dichas edificaciones.



CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.

Nos enfrentamos hoy en día a un grave problema de agotamiento de recursos esenciales. Un agotamiento que ha jugado un papel determinante en el hundimiento de pasadas civilizaciones y que ahora amenaza con conducir al colapso de la sociedad mundial en su conjunto. Es posible, sin embargo, adoptar medidas que conduzcan a un uso sostenible de los recursos.

El agotamiento de muchos recursos vitales para nuestra especie –a consecuencia de su dilapidación o de su destrucción, fruto del comportamientos consciente o inconsciente de depredadores orientados por la búsqueda de beneficios particulares a corto plazo– constituye uno de los más preocupantes problemas de la actual situación de emergencia planetaria (Brown, 1998; Folch, 1998).

Lo que hemos considerado recurso energético ha ido cambiando a lo largo del tiempo. El petróleo, por ejemplo, era ya conocido hace miles de años, siempre tuvo las mismas características y propiedades, pero su aparición como recurso energético es muy reciente, cuando la sociedad ha sido capaz de explotarlo técnicamente. Del mismo modo se podría decir de otros muchos minerales, de los recursos de los fondos marinos, de los saltos de agua o de la energía solar, que obviamente siempre han estado ahí.



Por otra parte, la idea de recurso lleva asociado el concepto de limitación, la de algo que es valioso para satisfacer necesidades pero que no está al alcance de todos. Por eso, el agotamiento de los recursos es uno de los problemas que más preocupa socialmente, como se evidenció en la primera **Cumbre de la Tierra** organizada por Naciones Unidas en Río en 1992. Se explicó entonces que el consumo de algunos recursos clave superaba en un 25% las posibilidades de recuperación de la Tierra.

Una de las principales causas de este agotamiento ha sido el crecimiento de la población. Debido a la disminución de la mortalidad, los avances sanitarios, económicos y tecnológicos que posibilitaron la desaparición de epidemias y la difusión de nuevas técnicas industriales, se produjo durante el pasado siglo una gran expansión demográfica. A lo largo del siglo 20, la población mundial se ha más que cuadruplicado y sigue aumentando en unos 80 millones cada año, por lo que puede duplicarse de nuevo en pocas décadas. Es preciso por ello valorar el papel de esta explosión demográfica, junto al hiperconsumo de una quinta parte de la humanidad, en la actual situación de auténtica emergencia planetaria.

Esta situación de emergencia comenzó durante la segunda mitad del siglo XX, cuando empezaron a hacerse visibles los efectos de la crisis ecológica, como la deforestación, la contaminación de aguas o la desertificación. Surgen, también por la crisis energética, la presión de los medios de comunicación y la eclosión de movimientos sociales, con una clara preocupación por el medio ambiente y una conciencia ecológica en muchos sectores sociales.

Entre 1960 y 1971, el petróleo había permanecido estable en el precio y en la práctica había podido perder el 20% de su valor. Al mismo tiempo, su consumo había crecido de forma considerable hasta configurarse como la fuente de energía fundamental. Así se demuestra por el crecimiento del porcentaje del petróleo en el consumo total de energía. En 1950, representaba el 37.8% frente al 55.7% del carbón; en 1972, en cambio, el petróleo y el gas representaban el 64.4% del total. En suma, puede decirse que la parte correspondiente al petróleo en el consumo de energía pasó de ser un tercio a dos tercios,



en un momento en que el consumo anual de energía se triplicaba cada año. De este modo, las reservas petrolíferas descubiertas cada año eran inferiores al consumo anual. Con la crisis del petróleo de 1973, el precio del crudo se llegó a cuadruplicar en sólo 3 meses, llegando incluso al embargo de éste en países como EEUU u Holanda por parte de los pertenecientes a la OPEP durante algunos meses.

Las medidas que se tomaron a medio plazo fueron un plan de restricción del consumo y la búsqueda de nuevos yacimientos petrolíferos, como los de Alaska, el Mar del Norte o México. Con las aportaciones de estos últimos al mercado, el precio del barril volvió a caer y el consumo volvió a crecer, si bien los resultados, sólo parciales, de los planes de restricción fueron observables durante algún tiempo.

Los efectos de la crisis concienciaron, tanto a empresas como a particulares, sobre la importancia del ahorro energético y la búsqueda de energías alternativas.

Asimismo, los avances científicos que durante este periodo pusieron de manifiesto los efectos nocivos de la degradación del medio ambiente aumentaron la toma de conciencia sobre las importantes consecuencias de la toma de decisiones relativas al medio ambiente. Por otro lado, la tecnología había hecho posibles numerosas alternativas a la contaminación, lo que provocó la aparición del sentimiento de responsabilidad.

Sobre estas bases surgió la conciencia de responsabilidad y una preocupación aún hoy en día creciente, siendo las primeras manifestaciones normativas de las mismas las siguientes:

- En la UE, mediante la **Resolución de 16 de septiembre de 1986 del Consejo** de ministros de Energía y Medio Ambiente se establecieron nuevos objetivos de política energética comunitaria para 1995.
- Éste acordó, a su vez en su sesión del 29 de octubre de 1990, que la Comunidad y los Estados miembros, en el supuesto de que otros países importantes asumiesen compromisos similares y reconociendo los objetivos



fijados por algunos Estados miembros para la estabilización o reducción de las emisiones en distintas fechas, estaban dispuestos a tomar medidas para conseguir globalmente en la Comunidad la estabilización de las emisiones totales de CO₂ para el año 2000 en el nivel registrado en 1990.

- Mediante la **Decisión 91/565/CEE**, el Consejo aprobó el **programa SAVE**, cuyo objetivo es promover un uso más racional de la energía en la Comunidad.

Europa hoy en día constituye un caso especial dentro del grupo de países desarrollados debido a que sus tasas de crecimiento en la actualidad son inferiores al 1% anual e incluso hay países con valores negativos como Alemania, Italia, etc. Esta situación se debe a una natalidad muy baja y a unos niveles de mortalidad general en ascenso, producto de una estructura demográfica envejecida. A pesar de eso, el número de habitantes asciende a 739 millones, habiendo sido de tan sólo 100 millones en 1750.

Por este motivo, el sector de la edificación también ha sufrido un crecimiento en los últimos años que ha supuesto un incremento considerable en la demanda energética. Este incremento se ha visto agravado por el aumento generalizado del uso de nuevas tecnologías además de la instalación de numerosos equipos de climatización en todos los hogares (aires acondicionados especialmente). Esto ha hecho que la edificación haya sido protagonista entre los principales objetivos de las políticas de contención del crecimiento del consumo energético.

Con estos antecedentes surge por primera vez en una Normativa Europea el concepto de certificación energética. Fue en la **Directiva 93/76/CEE** del Consejo, de 13 de septiembre de 1993, relativa a la limitación de las emisiones de dióxido de carbono mediante la mejora de la eficacia energética.

Esta Directiva tenía por objetivo la limitación, por parte de los Estados miembros, de las emisiones de dióxido de carbono, mediante la mejora de la eficacia energética, en



particular mediante el establecimiento y la aplicación de programas en los siguientes ámbitos:

- la certificación energética de los edificios;
- la facturación de los gastos de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria en función del consumo real;
- la financiación por terceros de las inversiones en eficacia energética en el sector público;
- el aislamiento térmico de los edificios nuevos;
- la inspección periódica de las calderas;
- las auditorías energéticas en las empresas de elevado consumo de energía.

A continuación se van a exponer las diferentes directivas que han ido teniendo relación con la disminución de las emisiones de gases contaminantes y con la mejora de la eficiencia energética en edificación.

- o SAVE II: **Decisión 96/737/CE** del Consejo de 16 de diciembre de 1996 relativa al programa plurianual de fomento de la eficacia energética de la Comunidad - SAVE II. Este programa tendría vigencia hasta 2002 y se basaba en el apoyo a la preparación y aplicación de medidas y acciones basadas en un criterio de rentabilidad a fin de fomentar la eficacia energética en la Comunidad Económica Europea.
- o En 1997 se firmó el **Protocolo de kyoto**. Este protocolo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático es un acuerdo internacional cuyo objetivo es la reducción de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global: dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), además de tres gases industriales fluorados: Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF₆), en un porcentaje aproximado de al menos un 5%, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012, en comparación con las emisiones del



año 1990. No quiere decir que cada país tuviera que reducir sus emisiones en un 5%, sino que se quería conseguir esto a nivel global, siendo distintas las reducciones que cada país debe aplicar.

El protocolo fue inicialmente adoptado el 11 de diciembre de 1997 en Kioto, Japón pero no entró en vigor hasta el 16 de febrero de 2005. En noviembre de 2009, eran 187 estados los que ratificaron el protocolo.

- **DIRECTIVA 2002/91/CE** DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 16 de diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios. En la que se establecen nuevos requisitos en relación con:
 - la aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética de los **edificios nuevos**;
 - la aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética de grandes edificios existentes que sean objeto de reformas importantes;
 - la certificación energética de edificios, y
 - la inspección periódica de calderas y sistemas de aire acondicionado de edificios y, además, la evaluación del estado de la instalación de calefacción con calderas de más de 15años.

Y se establece el marco general de una **metodología de cálculo** de la eficiencia energética integrada de los edificios. Dicha metodología de cálculo, cuyo marco general está recogida en el anexo de esta normativa, se establecería a escala nacional o regional. La eficiencia energética de los edificios debería ser expresada de forma clara y podía incluir un indicador de emisiones de CO₂.

- **DIRECTIVA 2006/32/CE** DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 5 de abril de 2006 sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos y por la que se deroga la Directiva 93/76/CEE del Consejo.



Su finalidad es la mejora rentable de la eficiencia en el uso de la energía: Aportando los objetivos orientativos, así como los mecanismos, los incentivos y las normas generales institucionales, financieras y jurídicas necesarios para eliminar los obstáculos existentes en el mercado y los defectos que impiden el uso final eficiente de la energía.

Creando las condiciones para el desarrollo y el fomento de un mercado de servicios energéticos y para la aportación de otras medidas de mejora de la eficiencia energética destinadas a los consumidores finales.

- **DIRECTIVA 2012/31/CE** DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de mayo de 2012 relativa a la eficiencia energética de los edificios. Los aspectos en los que se establecen novedades respecto a la Normativa anterior son los siguientes:

Edificios existentes: se establecen requisitos mínimos de eficiencia energética no sólo en los edificios que sean objeto de reformas importantes, sino también en *aquellos elementos de construcción que formen parte de la envolvente del edificio y tengan repercusiones significativas sobre la eficiencia energética de tal envolvente cuando se modernicen o sustituyan; y en las instalaciones técnicas de los edificios cuando se instalen, sustituyan o mejoren.*

Se establecen los requisitos mínimos de los planes nacionales destinados a promover el aumento del número de **edificios de consumo de energía casi nulo.**

Los requisitos de los sistemas de control independientes de la certificación energética y los informes de inspección.

En nuestra vida diaria somos usuarios de más de un edificio: nuestra propia residencia y el lugar de trabajo, para empezar, pero también somos usuarios de otros edificios, como los que prestan servicios docentes, sanitarios, culturales, etc. En cada uno



de ellos se consume energía para satisfacer las necesidades de calefacción, refrigeración, disponibilidad de agua caliente sanitaria, ventilación, iluminación, cocción, lavado, conservación de los alimentos, ofimática, etc.

En España la suma de este consumo representa el 20% del consumo total de energía, un porcentaje que tiende, además, a incrementarse.

Con objeto de reducir el consumo en el sector de la edificación, y tomando siempre como referencia la normativa europea expuesta anteriormente, se han promulgado en nuestro país una serie de Reales Decretos relativos a la eficiencia energética de los edificios, y que seguidamente se van a exponer en orden cronológico.

- **RD 1650/1977.** Este Real Decreto fue el que estableció las Normas Básicas de la Edificación, entre ellas la **NBE-CT-79 relativa al aislamiento térmico de los edificios.**

Con la entrada en vigor de la Directiva 93/76 del Consejo de la UE, por la que se obligaba a los países miembros al desarrollo de actuaciones y de normativa entre las que se implicaba la certificación energética de los edificios y la mejora del aislamiento de estos, el Ministerio de Fomento, a través de la Dirección General de la Vivienda la Arquitectura y el Urbanismo y el Ministerio de Industria y Energía, a través del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), firmaron el 28 de noviembre de 1997 un Convenio de Colaboración para la actualización de la NBE-CT-79 y proceso de calificación energética.

- **REAL DECRETO 1751/1998**, de 31 de julio, por el que se aprobó el **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)** y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) y se creó la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios.

El Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria que fue aprobado por el Real Decreto 1618/1980, de 4 de julio, y ulteriormente



desarrollado, modificado y complementado por diversas disposiciones, contribuyó en gran medida a potenciar y fomentar un uso más racional de la energía en las instalaciones térmicas no industriales de los edificios, normalmente destinadas a proporcionar de forma segura y eficiente los servicios de calefacción, climatización y producción de agua caliente sanitaria necesarios para atender los requisitos de bienestar térmico y de higiene en los edificios.

La experiencia adquirida en su aplicación desde su promulgación, los avances tecnológicos habidos en este campo, la nueva distribución de competencias consecuencia del desarrollo del Estado de las Autonomías y, finalmente, la adhesión de España a la Comunidad Europea hicieron necesario elaborar un nuevo reglamento que, sobre la base del anterior, tuviera en cuenta las consideraciones anteriores y continuara avanzando en la política de uso racional de la energía, establecida en el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética dentro del Plan Energético Nacional 1991-2000, el cual, a su vez, tiene en consideración los objetivos energéticos y medioambientales de la Unión Europea.

Como consecuencia de la adopción de diversas disposiciones comunitarias fue preciso modificar la reglamentación existente para tener en cuenta las siguientes Directivas del Consejo: 89/106/CEE sobre productos de construcción, 92/42/CEE sobre requisitos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos y gaseosos y 93/76/CEE relativa a la limitación de las emisiones de dióxido de carbono mediante la mejora de la eficacia energética (SAVE).

- **REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.** Esta normativa surgió para dar respuesta a la demanda de los ciudadanos de edificios con una calidad cada vez mayor. Esta demanda de calidad responde, no sólo a una concepción distinta de lo que significa calidad de vida, sino también a criterios de sostenibilidad de los procesos edificatorios y urbanizadores, en su triple dimensión ambiental, social y económica. El Código Técnico de la Edificación da cumplimiento a los requisitos básicos de la edificación establecidos en la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, con el fin de garantizar la



seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad, la sostenibilidad de la edificación y la protección del medio ambiente. Este Real Decreto contiene las exigencias básicas de los edificios, desarrolladas en una serie de Documentos Básicos. Entre ellos, el más importante para el tema que estamos tratando es el **DB-HE Ahorro de Energía**.

- **-REAL DECRETO 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.** Este RD se promulgó debido a la necesidad de trasponer la Directiva 2002/91/CE, de 16 de diciembre, de eficiencia energética de los edificios y la aprobación del Código Técnico de la Edificación. Era necesario un nuevo texto que derogara y sustituyera al Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), aprobado por Real Decreto 1751/1998. El nuevo Reglamento que se aprobó por este real decreto es una medida de desarrollo del Plan de acción de la estrategia de ahorro y eficiencia energética en España (2005-2007) y contribuiría también a alcanzar los objetivos establecidos por el Plan de fomento de las energías renovables (2000-2010), fomentando una mayor utilización de la energía solar térmica sobre todo en la producción de agua caliente sanitaria.

Dicho Reglamento se desarrolló con un enfoque prestacional, es decir orientado a alcanzar unos objetivos, pero sin limitar el tipo de soluciones constructivas o materiales ni la introducción de nuevas tecnología, como sí sucedía en los anteriores reglamentos, de carácter prescriptivo.

Las medidas contempladas en este reglamento tienen un carácter ambiental: por un lado, se persigue una mejor calidad del aire en nuestras ciudades, y por otro, la lucha contra el cambio climático.



- **REAL DECRETO 47/2005**, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.

El objeto de este RD es determinar la metodología de cálculo de la calificación de eficiencia energética, con el que se inicia el proceso de certificación. La finalidad de la aprobación de este Procedimiento básico es la promoción de la eficiencia energética mediante la información objetiva que se ha de proporcionar obligatoriamente a los compradores y usuarios materializada en forma de un certificado de eficiencia energética que permita fácilmente valorar y comparar sus prestaciones.

Este Procedimiento es de aplicación en:

- Edificios de nueva construcción.
 - Modificaciones, reformas o rehabilitaciones de edificios existentes, con una superficie útil superior 1000m² donde se renueve más del 25% del total de sus cerramientos.
-
- **NUEVO REAL DECRETO 235/2013**, de 5 de abril, por el que se aprueba el **Procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.**

La redacción de este Real Decreto surge de la necesidad de trasponer las modificaciones que introduce la **Directiva 2010/31/UE** al ordenamiento jurídico español. Queda así derogado el **Real Decreto 47/2007**, ya que mediante el nuevo Real Decreto, se refunde lo que de éste aún es válido, incorporando a su vez las



novedades que incorpora la nueva directiva, ampliando su ámbito a todos los edificios, incluidos los existentes.

Como principales novedades en el ámbito de edificaciones destinadas a uso residencial, destacan las siguientes:

- Con el objeto de favorecer la promoción de edificios de alta eficiencia energética y las inversiones en ahorro de energía, se establece la **obligación de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética** con información objetiva con el fin de que éstos puedan comparar y evaluar su eficiencia energética.
- Mediante la *Disposición transitoria primera* se establece que como complemento de los procedimientos y programas ya aprobados para la certificación energética de edificios de nueva construcción, **con anterioridad al 1 de junio de 2013**, el IDEA pondrá a disposición del público los programas informáticos de calificación de eficiencia energética de edificios existentes, que serán de aplicación en todo el territorio nacional y que tendrán la consideración de documento reconocido.

Estos programas ya están actualmente a disposición del público y serán los utilizados para calificar los edificios existentes objeto de este estudio.

Cabe destacar que también, **a partir de esa fecha, será exigible** para los contratos de **compraventa o arrendamiento** la presentación o puesta a disposición de los compradores o arrendatarios del **certificado de eficiencia energética**.



- ✓ En el *Artículo 1: Objeto, finalidad y definiciones*, además de una serie de definiciones técnicas, aparecen por primera vez las siguientes figuras en el proceso de certificación:

p) *Técnico competente*: técnico que esté en posesión de cualquiera de las titulaciones académicas y profesionales habilitantes para la redacción de proyectos o dirección de obras y dirección de ejecución de obras de edificación o para la realización de proyectos de sus instalaciones térmicas, según lo establecido en la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, o para la suscripción de certificados de eficiencia energética, o haya acreditado la cualificación profesional necesaria para suscribir certificados de eficiencia energética según lo que se establezca mediante la orden prevista en la disposición adicional cuarta.

q) *Técnico ayudante del proceso de certificación energética de edificios*: técnico que esté en posesión de un título de formación profesional, entre cuyas competencias se encuentran la colaboración como ayudante del técnico competente en el proceso de certificación energética de edificios.

- ✓ En concordancia con lo expuesto anteriormente, se incluyen en el *Ámbito de aplicación*:

b) Edificios o partes de edificios existentes que se vendan o alquilen a un nuevo arrendatario, siempre que no dispongan de un certificado en vigor.

c) Edificios o partes de edificios en los que una autoridad pública ocupe una superficie útil total superior a 250 m² y que sean frecuentados habitualmente por el público.



Quedan excluidos de esta obligación, además de los lugares de culto, las construcciones provisionales y otros contemplados en la normativa anterior:

g) Los edificios o partes de edificios existentes de viviendas, cuyo **uso sea inferior a cuatro meses al año**, o bien durante un tiempo limitado al año y con un **consumo previsto de energía inferior al 25 por ciento de lo que resultaría de su utilización durante todo el año**, siempre que así conste mediante declaración responsable del propietario de la vivienda.

1.1. Las energías más demandadas en España.

Antes de comenzar este apartado se van a definir algunos conceptos básicos relativos al consumo y el ahorro de energía, tal como fueron entendidos en la redacción de la normativa vigente:

- **Consumo de energía primaria** es la cantidad total de recursos energéticos consumidos, ya sea directamente o para su transformación en otra forma de energía.
- **Consumo de energía final** es la demanda energética de los procesos que utilizan energía para obtener un servicio o bien específico de uso final.

Los indicadores se expresan habitualmente en kilotoneladas equivalentes de petróleo (ktep)

- **Eficiencia energética**, la relación entre la producción de un rendimiento, servicio, bien o energía, y el gasto de energía.
- **Ahorro de energía**, la cantidad de energía ahorrada, determinada mediante medición y/o estimación antes y después de la aplicación de una o más medidas de mejora de la eficiencia energética, al tiempo que



se tiene en cuenta la normalización de las condiciones externas que influyen en el consumo de energía.

Es importante conocer los consumos tanto de energía primaria como final por el papel clave que tienen en la actividad económica de un país: el consumo de energía primaria es la fuerza motriz que conduce hacia una mayor o menor sostenibilidad energética; y la demanda final de los consumidores es la que tira de la cadena de producción energética.

La producción y utilización de la energía, además, suponen grandes presiones sobre el medio ambiente, tanto por los impactos causados en explotación del recurso como por la contaminación generada por los residuos y emisiones resultantes. Por ello vamos a hacer un repaso sobre la evolución de la demanda energética en España, viendo cuáles han sido los combustibles más utilizados y qué sectores han sido los más demandantes.

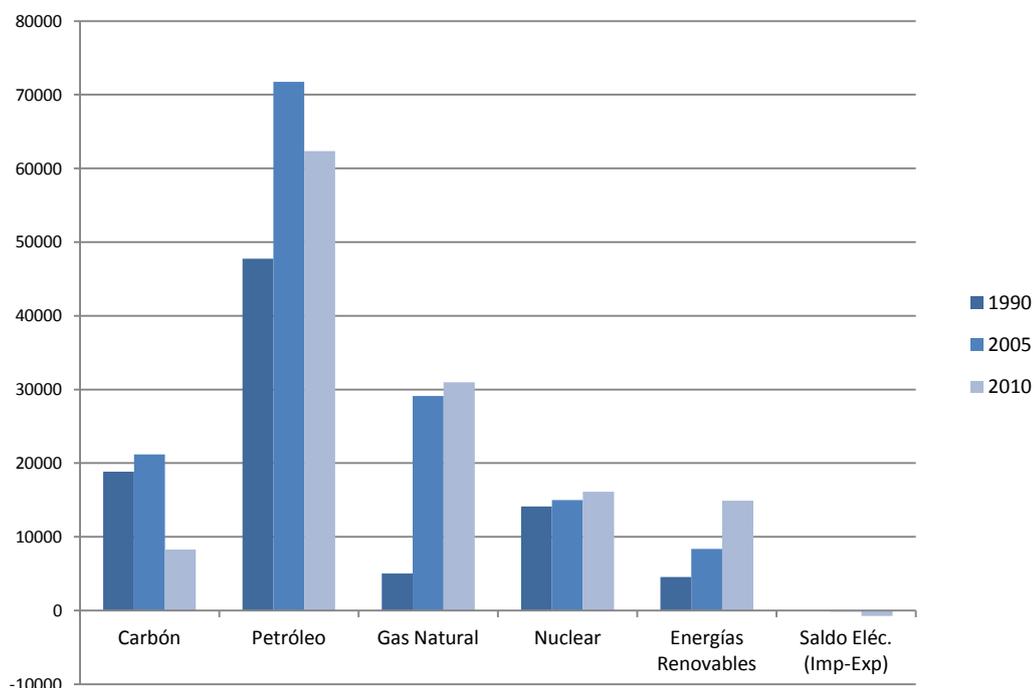


Gráfico 1 Evolución del consumo de energía primaria por fuentes. Elaboración propia. Datos del IDAE.

En el año 2010 el consumo de energía primaria cambió la tendencia de los últimos años y se incrementó un 1,1% sobre el año anterior, situándose en 131.927 ktep. Por



fuentes energéticas el petróleo, seguido del gas natural continuaron siendo las fuentes energéticas más significativas con una representación de 47,3% y 23,5%, respectivamente. Las energías renovables, con un 11,3% (2,8% hidráulica, 2,8% eólica, 3,5% biomasa, 1,1% biocarburantes, 0,8% solar y 0,3% otras renovables), fue la fuente energética que más se incrementó respecto al año anterior (22,6%), junto con la energía nuclear (17,1%). Por el contrario, la demanda del resto de fuentes energéticas disminuyó, especialmente el carbón (-21,3%).

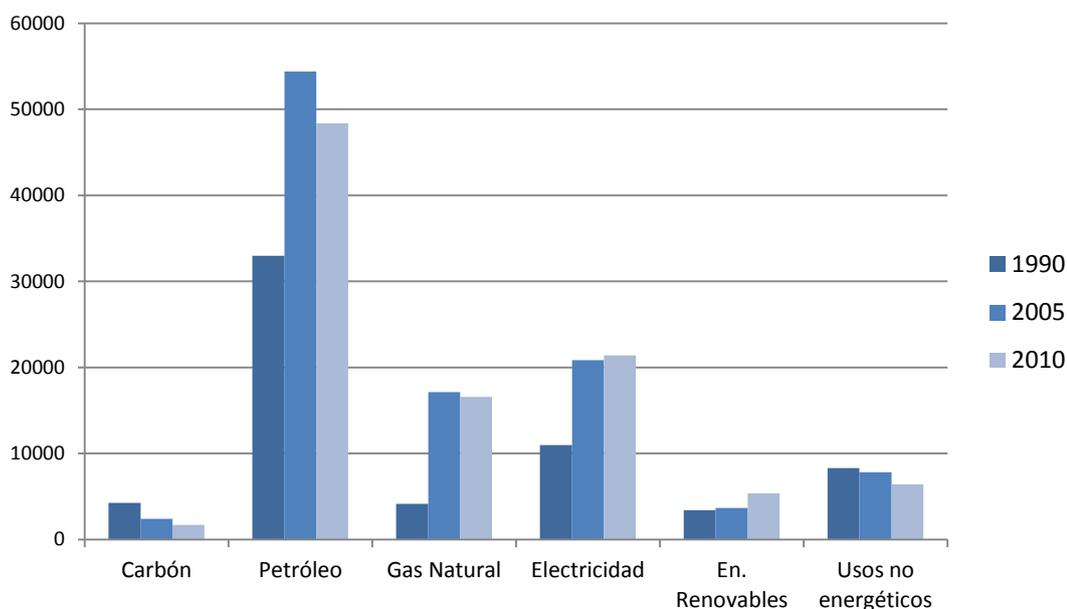


Gráfico 2. Evolución del consumo de energía final por fuentes. Elaboración propia. Datos del IDAE.

La evolución del consumo de energía final también rompió con su tendencia descendente, frente al ligero descenso de la economía (-0,1%). En el año 2010 el consumo de energía final alcanzó el valor de 99.837 ktep, lo que supuso un incremento de 2,3% respecto al año anterior. Las energías más demandadas fueron una vez más, los productos petrolíferos (54,4%) y la electricidad (21,4%). Las energías renovables representaron el 5,4% (3,7% biomasa, 1,4% biocarburantes, 0,3% otras renovables), habiéndose incrementado un 11,3% respecto al año anterior. Es importante señalar que dentro del



consumo total de electricidad para usos finales el 34,1% fue de origen renovable, especialmente de origen eólico (15,2%) e hidráulico (14,7%). Respecto al año 2008, el consumo final de petróleo fue el único que disminuyó (-1,9%), como consecuencia del aumento del precio de dicho combustible. Por el contrario el consumo final de carbón, gas natural, energías renovables y electricidad se vieron incrementados en un 18,6%, 13,5%, 11,3% y 2,1%, respectivamente.

Vemos así que ambos consumos cambiaron en el año 2010 la tendencia descendiente que habían tenido por primera vez en 15 años en los años 2008 y 2009 y que fue debido por un lado a la crisis económica de ciertos sectores con un consumo energético muy intenso y a la mejora de la eficiencia energética por otro. Los consumos de energías primaria y final volvieron a incrementarse en 2010 como consecuencia de un potencial repunte de las actividades económicas.

Es relevante saber cuál es la tendencia de años posteriores para ver si nos alejamos de los objetivos ya cumplidos en la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012 sobre los ahorros de energía, y sobre todo si vuelven a producirse incrementos en la intensidad energética de la economía que afecta no sólo al medio ambiente sino también, y cada vez más, a la competitividad y a la dependencia energética.

Como conclusión digamos que es necesario romper la asociación entre el incremento de consumo de energía y el crecimiento económico (esto es, a mayor producción, mayor consumo de energía, en particular de Fuentes no Renovables), concienciando a la sociedad sobre los desafíos ambientales (cambio climático y contaminación atmosférica) y socioeconómicos, como la ineficiencia energética, pérdida de competitividad, dependencia exterior y los desequilibrios de la balanza de pagos. En las dos últimas décadas se ha



duplicado el consumo total de energía en España, con la particularidad del descenso experimentado en 2008 y 2009, por lo que se han de reforzar medidas para la racionalización y gestión de la demanda.

1.2. Las energías más utilizadas en el sector de la edificación.

El sector de la edificación, como se aprecia en la figura 3, ha tenido un gran peso sobre el consumo total de energía final en la última década.

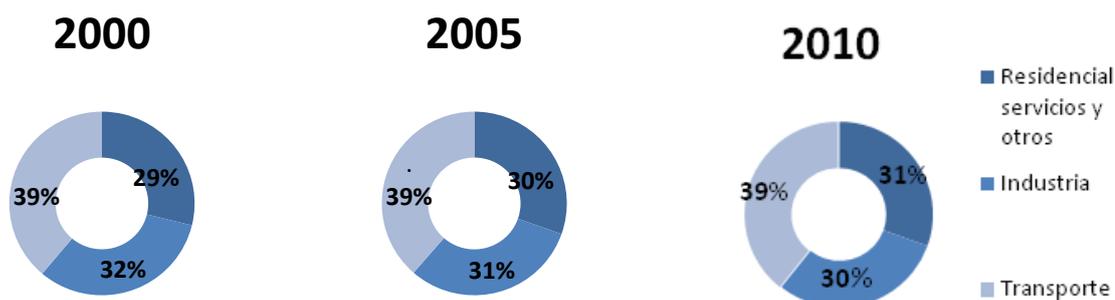


Gráfico 3 Evolución del consumo de energía final por sectores. Elaboración propia. Datos del IDAE.

Según los datos de la Secretaría de Estado de Energía, en el sector residencial se prevé que se registrará una moderación en el crecimiento del consumo de energía final en la próxima década, como consecuencia del pequeño aumento previsto del número de hogares.

Sin embargo, se espera que continúe creciendo el consumo por hogar, especialmente eléctrico, debido a que el equipamiento en electrodomésticos y climatización aún tienen potencial de crecimiento.

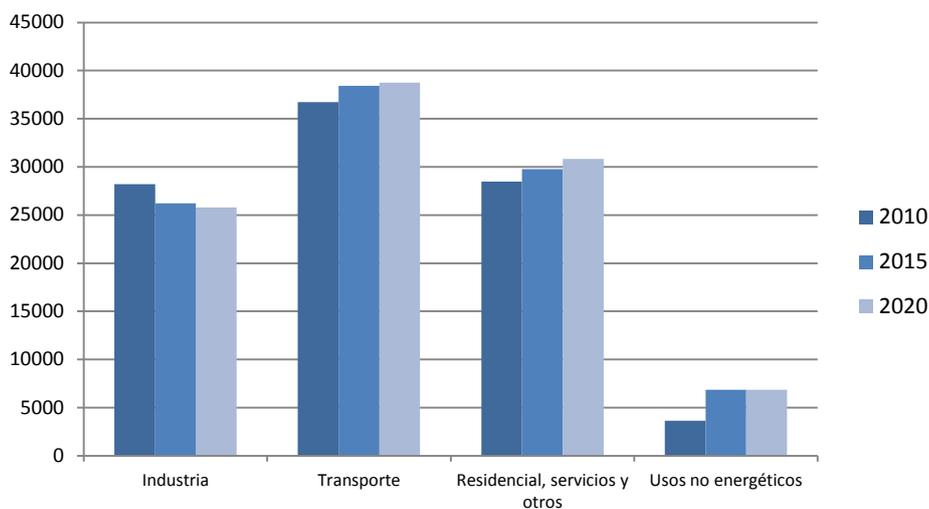


Gráfico 4. Evolución prevista del consumo de energía final por sectores. Elaboración propia. Datos del IDAE.

Dado que el sector residencial tiene tanto peso sobre el consumo final y que, además, como muestra la figura siguiente, los principales combustibles utilizados son:

	2005	2006	2007	2008	2009
Consumo total					
sector doméstico	2.314,4	2.248,5	2.219,9	2.318,4	2.370,6
Carbón	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Coque de petróleo	1,9	1,7	1,5	1,9	1,6
Gasóleo	174,6	137,8	159,9	170,7	142,6
Queroseno	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3
Gases licuados del petróleo	183,9	158,9	153,0	151,7	143,2
Gas natural	1.016,4	998,6	929,1	990,3	1.037,7
Energía eléctrica	887,5	907,8	926,4	948,3	984,9
Biomasa (1)	44,5	37,0	42,2	45,2	46,6
Solar térmica	4,8	6,1	7,3	9,9	13,6

Tabla 1. Evolución de 2005 a 2009 del consumo de energía doméstico por fuentes. Datos en miles de Ktep. Fuente: Departamento de Empresa y Ocupación. Instituto Catalán de Energía.



Según un estudio realizado por ETRES Consultores para WWF-España, el **parque de edificios existentes** actualmente se caracteriza por:

- 3.500 millones de m² construidos.
- 25.129.207 viviendas.
- En todas las Comunidades Autónomas, más del 80% de los edificios están destinados a viviendas.
- 20% del consumo energético representa una 5ª parte de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Es importante ver que aunque la Directiva 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios en su Artículo 4: Requisitos mínimos de eficiencia energética, apartado 2, especifica que:

“Los Estados miembros podrán decidir no establecer o no aplicar los requisitos a que se hace referencia en el apartado 1 a las siguientes categorías de edificios: ...

d) edificios de viviendas utilizados, o destinados a ser utilizados, bien durante menos de cuatro meses al año, o bien durante un tiempo limitado al año y con un consumo previsto de energía inferior al 25 % de lo que resultaría de su utilización durante todo el año; “

En el caso de España, el REAL DECRETO 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación energética de edificios de nueva construcción, en su Artículo 2: Ámbito de aplicación, no exige a este tipo de viviendas de cumplir con los requisitos de eficiencia energética.

Teniendo en cuenta estos datos, se estima que mediante la aplicación de medidas de eficiencia energética en edificaciones existentes se pueden conseguir ahorros de más del 20% de la energía consumida y, al mismo tiempo, reducir las emisiones de CO₂ hasta un 30%. Por lo tanto, en el Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020,



destacan una serie de medidas previstas para mejorar la eficiencia energética en la edificación, que están recogidas en el apartado 3 del Capítulo 9. Dichas medidas son:

1. Rehabilitación energética de la envolvente térmica de los edificios existentes.
2. Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas de los edificios existentes.
3. Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación interior de los edificios existentes.
4. Construcción de nuevos edificios y rehabilitación integral de existentes con alta calificación energética.
5. Construcción o rehabilitación de edificios de consumo de energía casi nulo.
6. Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de frío comercial.
7. Mejora de la eficiencia energética del parque de electrodomésticos.

Todas estas demandas tiene sentido si nos fijamos en la figura 5 donde se puede ver la distribución de la demanda energética en los edificios residenciales en España.

Distribución de la demanda de energía (%kWh) en los edificios residenciales en España

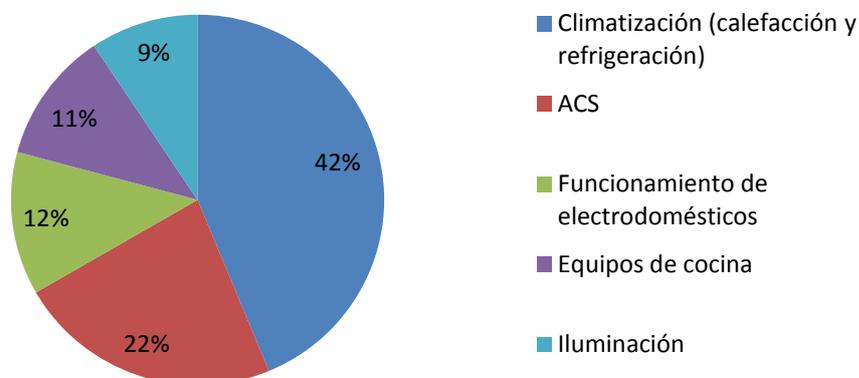


Gráfico 5. Distribución de la demanda de energía en los edificios residenciales en España. Fuente: IDAE, 2007.



En la tabla 2 se pueden observar los ahorros previstos en el sector por cada medida adoptada:

	Ahorros en energía final (ktep)		Ahorros en energía primaria (ktep)		Emisiones evitadas de Co ₂ (ktCO ₂)	
	2016	2020	2016	2020	2016	2020
Edificación y Equipamiento	2.674	2.867	5.096	5.567	11.116	12.120
Rehabilitación energética de la envolvente térmica de los edificios existentes.	775	775	1.319	1.329	2.921	2.943
Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas de los edificios existentes.	908	908	1.546	1.558	3.424	3.449
Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas de los edificios existentes.	674	842	1.588	1.986	3.400	4.251
Construcción de nuevos edificios y rehabilitación de existentes con alta calificación energética	224	247	425	473	901	1.002
Construcción o rehabilitación de edificios de consumo de energía casi nulo	0.4	0.8	0.8	1.5	1.6	3.2
Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de frío comercial	0.8	1.6	1.9	3.8	4.0	8.1
Mejora de la eficiencia energética del parque de electrodomésticos	92	92	216	216	463	463

Tabla 2. Resumen de ahorro por medidas en el sector edificación y equipamiento. Fuente: IDAE.

Teniendo en cuenta estos datos de ahorro, este Proyecto Final de Grado se centrará en el estudio de la Rehabilitación Energética de la envolvente de los edificios existentes.



CAPÍTULO 2. COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE LOS EDIFICIOS.

Como ya hemos visto, dado que existe un gran parque de edificios existentes en nuestro país, es un ámbito con un gran potencial de ahorro energético y por ello hay muchas medidas destinadas a la rehabilitación de edificios existentes.

La rehabilitación energética de edificios está orientada a mejorar las condiciones de confort, reducir las pérdidas energéticas y reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera; además, se consigue un significativo ahorro económico que propicia la aplicación de algunas de las medidas contempladas, ya que son rápidamente amortizables. Para llevar a cabo una rehabilitación se siguen los siguientes pasos:

- Inicialmente se estudia el comportamiento energético real del edificio a través de las facturas de los suministradores y mediante un programa informático donde se simula el comportamiento real del edificio.
- Se analizan cuáles son los puntos débiles y se determinan posibles soluciones.



- Se calculan la viabilidad energética y económica de cada una de esas posibles soluciones.
- Conocidos estos datos, se opta por la solución más viable y se procede a la rehabilitación del edificio.

2.1. Parámetros que influyen en el comportamiento energético del edificio.

Existe una serie de parámetros que determinan las necesidades y por tanto las demandas energéticas para cada edificio, y que nos permiten elaborar así propuestas concretas para cada caso, reduciendo el consumo y mejorando las condiciones internas de confort. Estos parámetros se diferencian en dos tipos:

- Datos que no se pueden cambiar, sobre los que no se puede actuar, pero sí se deben tener en cuenta a la hora de realizar una propuesta de rehabilitación. Localización, orientación, tipo de uso, etc.
- Características concretas de la edificación en las que se pueden aplicar medidas de rehabilitación que mejoren su comportamiento energético (soluciones constructivas, tipos de carpinterías, etc).

2.1.1. Situación general. Datos climatológicos.

La zona geográfica en la que se encuentre la edificación será determinante a la hora de valorar las posibles medidas de rehabilitación energética, ya que serán los distintos factores y elementos climáticos de cada lugar los que nos determinen las condiciones de confort requeridas.



FACTORES CLIMÁTICOS.

Los factores del clima son aquellos que, actuando conjuntamente, definen las condiciones generales de una zona terrestre relativamente amplia:

- **Latitud:** Según la latitud a la que nos encontremos la incidencia de los rayos solares será distinta; determinando así la duración de los distintos periodos estacionales, ya que la inclinación de los rayos solares provocará distintas temperaturas según la época del año.
- **Factor de continentalidad:** la amplitud térmica entre el día y la noche variará considerablemente si nos encontramos en una localidad situada cerca del mar (tendremos climas más suaves) o en el interior (climas más extremos), ya que las masas de agua regulan la temperatura.
- **Factor Orográfico:** La existencia de barreras montañosas cercanas a la edificación influirá en la circulación de los vientos de la zona, modificando así la sensación térmica.
- **Altitud:** La temperatura del aire puede variar según la altitud respecto al nivel del mar entre medio y un grado cada cien metros, según se encuentre en un ambiente húmedo o seco.
- **Masas de agua:** si el edificio se encuentra próximo a masas de agua variará la sensación térmica, ya que además de crear un ambiente mucho más húmedo, las partículas de agua en suspensión refrescan el ambiente. En zonas próximas al mar las temperaturas serán más suaves y habrá una menor variación de las mismas entre el día y la noche.

ELEMENTOS CLIMÁTICOS.

Pueden definirse como toda propiedad o condición de la atmósfera cuyo conjunto caracteriza el clima de un lugar a lo largo de un período de tiempo suficientemente



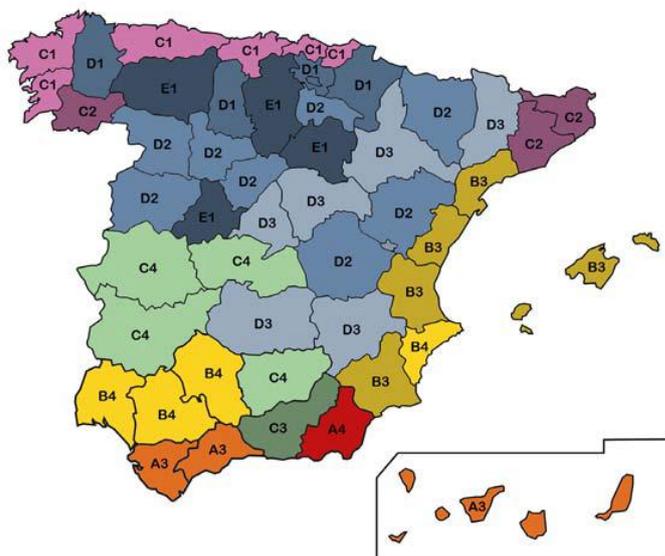
representativo. Igualmente definen el tiempo en un momento determinado (temperatura, humedad, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento, precipitaciones, nubosidad y radiación solar). Variarán en función de la ubicación concreta de cada edificio y se tendrán en cuenta para valorar las necesidades de calefacción y de refrigeración de cada edificio.

El Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico HE- Ahorro de Energía-CTE, Apéndice D: Zonas Climáticas, diferencia 12 zonas climáticas, según los valores de las severidades climáticas de invierno (SCI) y las severidades climáticas de verano (SCV), como se puede ver en la tabla 3. Estas severidades climáticas se calculan combinando los grados-día (GD), que permiten evaluar la demanda energética que va a producirse en cada localidad, teniendo en cuenta las condiciones ambientales interiores y exteriores que van a actuar sobre el edificio con los datos de radiación solar (analizando las horas de incidencia solar, la cantidad de días nublados...)

Severidad climática de invierno				
A $SCI \leq 0.3$	B $0.3 < SCI \leq 0.6$	C $0.6 < SCI \leq 0.95$	D $0.95 < SCI \leq 1.3$	E $SCI > 1.3$
Severidad climática de verano				
1 $SCV \leq 0.6$	2 $0.6 < SCV \leq 0.9$	3 $0.9 < SCV \leq 1.25$	4 $SCV > 1.25$	

Tabla 3: Intervalos de SCI y SCV que delimitan las zonas climáticas. Elaboración propia, datos del CTE.

Combinando las 5 divisiones de invierno con las 4 de verano se obtendrían 20 zonas distintas, de las cuales se han retenido únicamente 12 en las cuales se ubican las localidades españolas. Las 12 zonas se identifican mediante una letra, correspondiente a la división de invierno, y un número, correspondiente a la división de verano, como se muestra en la ilustración 6:



SC verano	A4	B4	C4		E1
	A3	B3	C3	D3	
			C2	D2	
SC invierno			C1	D1	

Ilustración 1. Distribución de las zonas climáticas en España. Datos del CTE.

Existen diferentes combinaciones de severidades climáticas que no corresponden a ninguna región del territorio por lo que se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- ❖ Para las zonas A1 y A2 se considerarán a todos los efectos, las mismas exigencias correspondientes a la zona climática A3.
- ❖ Para las zonas B1 y B2 se considerarán a todos los efectos, las mismas exigencias correspondientes a la zona climática B3.
- ❖ Para las zonas E2, E3 y E4 se considerarán a todos los efectos las mismas exigencias correspondientes a la zona climática E1.

UBICACIÓN.

Se debe considerar también la ubicación exacta del edificio, ya que las características del entorno pueden modificar la sensación térmica.



En las propuestas de rehabilitación influirán principalmente los parámetros de este tipo, como son:

- **La orientación de las fachadas y la directriz de la calle.** Serán determinantes para calcular las condiciones de confort, ya que de ellas depende la radiación solar recibida. En el CTE se encuentran agrupadas todas las posibilidades en 6 orientaciones posibles según los sectores angulares que muestra la figura siguiente:

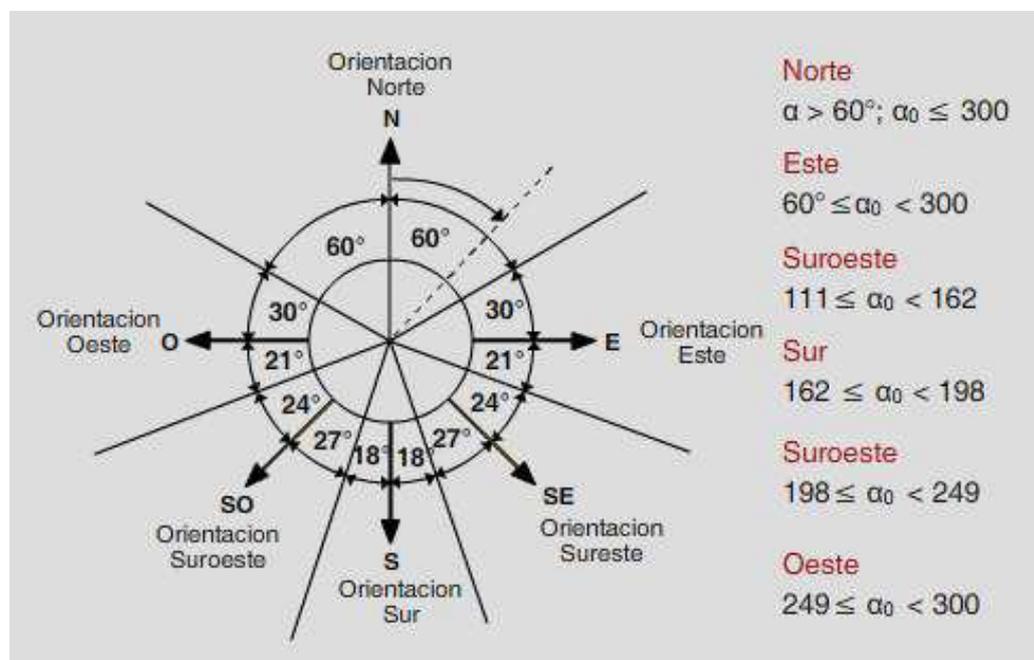


Ilustración 2. Orientaciones de las fachadas según DB-HE Ahorro energético. Fuente: www.eadic.com, 2012.

- **La naturaleza del terreno** donde se encuentre el edificio influirá en el calentamiento de su entorno. Además la existencia de vegetación condiciona las zonas de sombra, refrescando así el ambiente y estabilizando las diferencias de temperatura entre el día y la noche.



2.1.2. Datos constructivos.

En este apartado van a ser relevantes:

- El **año de construcción**. Nos permite tener una idea aproximada sobre los materiales y técnicas constructivas utilizadas, ya que en función del año de construcción variarán las soluciones tomadas para las cubiertas y cerramientos, tipos de vidrio, carpinterías, la existencia o no de protecciones solares.
- La **normativa vigente** en el tiempo de su construcción nos dará una idea de las soluciones constructivas adoptadas. Las edificaciones anteriores a la Norma Básica de la Edificación sobre Condiciones Térmicas en los edificios (NBE-CT-79) no estaban obligadas a tomar medidas de ahorro energético. A partir de 1979, se empieza a tener en cuenta los aspectos térmicos que afectan a las construcciones y a sus condiciones de habitabilidad. El Documento Básico HE de Ahorro de Energía aprobado en el Código Técnico de la Edificación es mucho más restrictivo en la aplicación de medidas de ahorro energético.

2.1.3. Uso y usuarios.

La manera de acometer una rehabilitación variará según el uso al que esté destinado el edificio, ya que las necesidades son distintas en función del tipo de usuarios, las actividades para las que haya sido diseñado, periodos de ocupación, etc. A continuación se desglosaran algunas de ellas.

- Uso al que está destinado:
 - Edificios de uso residencial (unifamiliar, plurifamiliar)
 - Edificios de uso terciario (público, privado)
 - Edificios de uso industrial.



- Periodos de ocupación.
 - Uso permanente (domicilios, naves industriales de horario continuo...)
 - Uso temporal .
 - Uso estacional (segundas residencias, hoteles, etc) .
 - Uso día / noche .
 - Uso por franjas horarias (edificios de uso terciario en función de horarios laborales, escolares . o comerciales)

- Cargas térmicas internas. Son las originas en el interior de las estancias y emiten calor al ambiente modificando las condiciones de confort, como la iluminación artificial, los electrodomésticos, maquinaria en funcionamiento o equipos electrónicos, la ocupación de seres humanos o animales. (Sólo se tendrán en cuenta en condiciones de verano, ya que tendrán que ser contrarrestadas con refrigeración). Se habrá de tener en cuenta la ocupación, densidades, número de usuarios e índices de simultaneidad de uso, pues según esto, variará la carga interna del edificio.

- Grado confort. Se intentará proponer una rehabilitación que ahorre energía sin alterar el grado de bienestar de los usuarios. Las condiciones de confort dependerán de las necesidades de los usuarios, por lo que habrá que tener en cuenta parámetros como su edad o estado de salud.

- Nivel de concienciación. El nivel de implicación y sensibilización por parte del usuario será decisivo para que las distintas actuaciones de rehabilitación energética sean efectivas, puesto que un correcto uso de los equipos e instalaciones harán que mejore notablemente su rendimiento, reduciendo así los consumos. También será



imprescindible que el usuario esté informado y conozca las distintas medidas de rehabilitación energética que se han tomado, puesto que las estrategias pasivas requieren, en muchos casos, la adecuada manipulación por parte de los usuarios para aprovechar los beneficios que mejorarán el nivel de confort interno.

Además, el uso al que estuviere destinado el edificio influiría de manera determinante, en el momento de su diseño y construcción, en otra serie de características que influyen en gran medida en su comportamiento energético; ya que los requerimientos de tamaño y forma o la existencia de patios interiores están determinados en parte por el uso que del edificio se fuera hacer. Es decir, no se construiría igual un colegio que un hospital, o una vivienda en la costa para su uso exclusivo en verano. A continuación se describen estos otros datos y características.

2.1.4. Características de la edificación y su influencia en el comportamiento energético.

Las características de la edificación, como su tamaño o geometría, influyen de manera determinante en su resultante comportamiento energético, ya que condicionan la radiación solar recibida, la cantidad de energía necesaria para conseguir las condiciones adecuadas de confort térmico, etc. Son las siguientes:

- La **dimensión del solar y la posición exacta del edificio** en él determinará retranqueos, soleamiento y zonas de sombra.
- El **factor de forma** es la relación entre la suma de las superficies de los elementos de separación del edificio y el volumen encerrado por las mismas. $ff=S/V$ (m^{-1}). De esta forma se calcula la superficie de envolvente total que gana o pierde calor al ambiente interior.



- La **superficie construida** determinará los m² a climatizar. La dimensión de los espacios y la posición de unos respecto a otros será determinante a la hora de elegir las medidas adecuadas para la rehabilitación.
- **Altura/ número de plantas.** A mayor altura la radiación solar recibida será mucho mayor y la ventilación será también mejor, ya que encontraremos menos obstrucciones a las corrientes de aire.
- Porcentaje de **huecos.** Es la fracción de área de la fachada que está ocupada por huecos, expresada en porcentaje. Se considerarán las superficies acristaladas en relación con la parte opaca de la envolvente. Influirá notablemente en la transmitancia térmica global de la estancia y por lo tanto, a la hora de modificar las condiciones de climatización.
- La existencia o no de **patios interiores**, puesto que en éstos se crea un microclima que refresca el ambiente y por tanto las estancias adyacentes.
- La **tipología** de edificio, que es función del número de fachadas expuestas.
- **Los obstáculos** que impiden la incidencia solar directa, tanto sobre los huecos como sobre la fachada. Se considerarán los obstáculos **remotos** que puedan arrojar sombra sobre los cerramientos, así como los obstáculos de los huecos propios del edificio, tales como retranqueos, voladizos, toldos, salientes laterales y cualquier otro elemento de control solar exterior al hueco.

Algunos de los parámetros a tener en cuenta a la hora de calcular los índices de eficiencia energética de un edificio dependen de las características de su **envolvente térmica**. En el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE. Sección 1 sobre ahorro de energía, se define la envolvente térmica como *el conjunto de cerramientos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior y las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitable que a su vez están en*



contacto con el ambiente exterior. Las partes de la envolvente térmica, que influyen en su transmitancia térmica, el cálculo de condensaciones y su resistencia térmica global, son las siguientes:

- a) **cubiertas**, comprenden aquellos cerramientos superiores en contacto con el aire cuya inclinación sea inferior a 60° respecto a la horizontal;
- b) **suelos**, comprenden aquellos cerramientos inferiores horizontales o ligeramente inclinados que estén en contacto con el aire, con el terreno, o con un *espacio no habitable*;
- c) **fachadas**, comprenden los cerramientos exteriores en contacto con el aire cuya inclinación sea superior a 60° respecto a la horizontal.
- d) **medianerías**, comprenden aquellos *cerramientos* que lindan con otros edificios ya construidos o que se construyan a la vez y que conformen una división común. Si el edificio se construye con posterioridad el cerramiento se considerará, a efectos térmicos, una fachada;
- e) **cerramientos en contacto con el terreno**, comprenden aquellos cerramientos distintos a los anteriores que están en contacto con el terreno;
- f) **particiones interiores**, comprenden aquellos elementos constructivos horizontales o verticales que separan el interior del edificio en diferentes recintos.

Además de lo anterior, los **cerramientos de los espacios habitables** se clasifican según su diferente comportamiento térmico y cálculo de sus parámetros característicos en las siguientes categorías:

- a) Cerramientos en **contacto con el aire**:
 - parte opaca, constituida por muros de fachada, cubiertas, suelos en contacto con el aire y los puentes térmicos integrados;



- parte semitransparente, constituida por huecos (ventanas y puertas) de fachada y lucernarios de cubiertas.
- b) Cerramientos **en contacto con el terreno**, clasificados según los tipos siguientes:
- suelos en contacto con el terreno;
 - muros en contacto con el terreno;
 - cubiertas enterradas.
- c) *Particiones interiores en contacto con espacios no habitables*, clasificados según los tipos siguientes:
- *particiones interiores* en contacto con cualquier *espacio no habitable* (excepto cámaras sanitarias);
 - suelos en contacto con cámaras sanitarias.

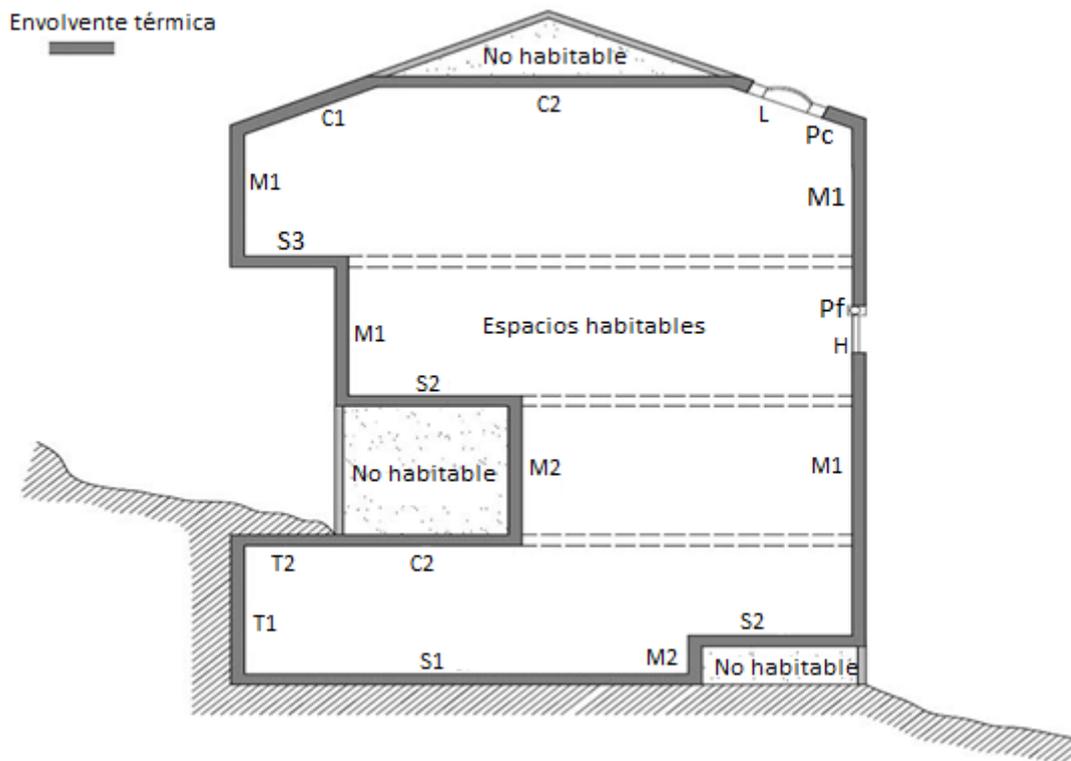


Ilustración 3. Esquema de la envolvente térmica de un edificio. Fuente: Documento Básico HE. Ahorro de Energía.



2.1.5. Características de las instalaciones utilizadas en la edificación.

Las principales instalaciones que forman parte de la edificación y que son relevantes en el consumo energético del edificio son:

- Instalaciones de climatización.
- Generación de agua caliente sanitaria (ACS).
- Electricidad.

Se estudiarán la fecha de instalación, eficiencia, rendimientos, revisiones, tipo de conductos y el aislamiento de los equipos. La rehabilitación puede enfocarse a una sustitución total o parcial de la instalación, pero la correcta elección y el uso eficiente supondrán un ahorro energético considerable.

Se trata de reducir el consumo sin renunciar al confort, también se estudiará en cada caso la posibilidad de incrementar el uso de energías renovables por parte de los usuarios.

2.2 El parque de edificios existente en España.

- La transformación de las ciudades.

Las ciudades antiguas y las modernas mantienen ciertas diferencias que son debidas a las reducidas capacidades tecnológicas que había antes para la extracción y conversión de materiales, el transporte y la energía. Este tipo de ciudades causaba un impacto ambiental reducido. En la ciudad actual, sin embargo, destaca el gran consumo de energía y una dependencia de la importación de la misma al medio urbano.

En la ciudad tradicional era ésta la que se adaptaba al entorno, teniendo que elegir su emplazamiento idóneo y adaptarse al clima de la zona.

Algunas de las principales respuestas tradicionales para la adaptación bioclimática, derivadas de la escasez de materiales energéticos y que implica la necesidad de



aprovechamientos de las energías naturales libres, de las cuales destaca la radiación solar, se exponen a continuación:

- Abertura de huecos diferenciados: de mayor tamaño en la fachada sur que en las otras.
- Orientación sur-este de las tramas urbanas.
- Poca altura de la edificación para minimizar la obstrucción solar. .
- Huecos nulos o pequeños en la fachada norte, evitando las pérdidas del calor generado en el interior.
- Presencia de galerías, balcones acristalados... en la fachada sur (efecto invernadero). .
- Cerramiento de gran espesor, puesto que su inercia térmica permite crear un almacén energético que regula las temperaturas extremas.

En territorios del sur peninsular, como es la Región de Murcia, la ciudad tradicional es un claro ejemplo de defensa bioclimática ante la radiación solar extrema. Como hemos visto, el diseño urbano y constructivo debía adaptarse a las peculiaridades climáticas de su localización.

Por el contrario, la ciudad moderna responde a las transformaciones de la revolución industrial, la construcción se enfoca en satisfacer las demandas de un crecimiento de las ciudades y de la población desatendiendo la adaptación al clima y al territorio. Este problema es resuelto mediante un aumento del consumo energético y numerosos avances tecnológicos.

- El parque existente de edificios y viviendas.

El parque de edificios y viviendas se caracteriza en función de una serie de características muy diversas:

- volumen general (número de edificios y viviendas),



- tipología,
- antigüedad,
- número de plantas,
- superficie,
- régimen de tenencia y estado,
- tipología y tamaño de hogares.

Para ofrecer una imagen suficientemente amplia han tenido que contemplarse unidades distintas, como son los edificios, las viviendas o los hogares, cuyas características básicas se explican a continuación, a modo de glosario (Fuente: Glosario General del Censo 2001).

- **Edificio:** toda construcción permanente, separada e independiente, concebida para ser utilizada como vivienda o para servir a fines agrarios, industriales, para la prestación de servicios o, en general, para el desarrollo de una actividad. No se censan los edificios dedicados en exclusiva a actividad agraria.
- **Vivienda:** Es todo recinto estructuralmente separado e independiente que, por la forma en que fue construido, reconstruido, transformado o adaptado, está concebido para ser habitado por personas, y no está totalmente destinado a otros usos, y aquellos otros que no cumpliendo las condiciones anteriores están efectiva y realmente habitados.
- **Hogar:** Se considera hogar al conjunto de personas que residen habitualmente en la misma vivienda. Las diferencias entre hogar y familia son: el hogar puede ser unipersonal, mientras que la familia tiene que constar, por lo menos, de dos miembros. Los miembros de un hogar multipersonal no tienen necesariamente que estar emparentados, mientras que los miembros de una familia sí.
- **Local:** se considera local a todo recinto estructuralmente separado e independiente que no está exclusivamente dedicado a vivienda familiar y en el que se llevan o se pueden llevar a cabo actividades económicas dependientes de



una empresa o institución. El recinto debe estar situado en un edificio, ocupándolo total o parcialmente.

A continuación se mostrarán diferentes gráficas para mostrar la descripción del parque inmobiliario de España. En la figura 9 se muestra la evolución de la construcción desde principios del siglo 20. Se puede observar que las épocas de mayor crecimiento del sector se centran en las décadas de los 70 y la de los 90 hasta comenzar este siglo.

Evolución de la construcción de edificios

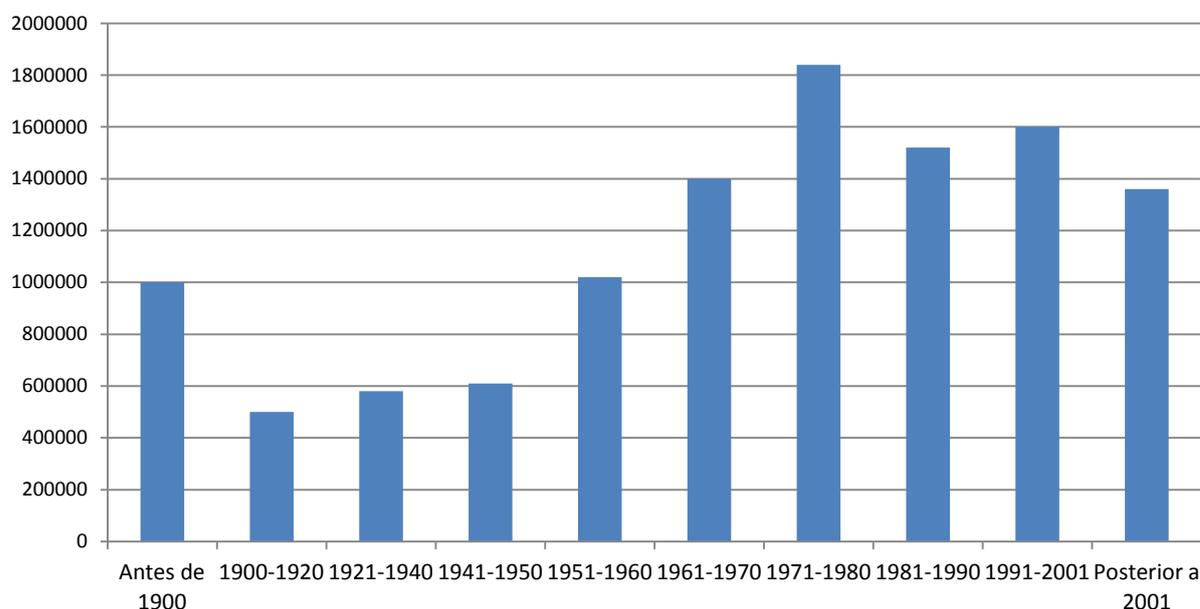


Ilustración 4. Evolución de la construcción de edificios. Fuente: Ministerio de Vivienda.

También se puede ver en la figura 10 como el mayor número de tipos de viviendas que existen, lógico por otro lado, son las viviendas principales. Pero que el número de viviendas vacías es igual al número de viviendas de uso secundario (estacionales), esto es debido que existen muchas viviendas en mal estado, o que los propietarios por temor no quieren alquilar dichas viviendas entre otras razones. Las viviendas de “otro tipo” se refiere generalmente al alojamiento colectivo, siendo en nuestro país este tipo de alojamiento muy pequeño, igual a un 1 %.

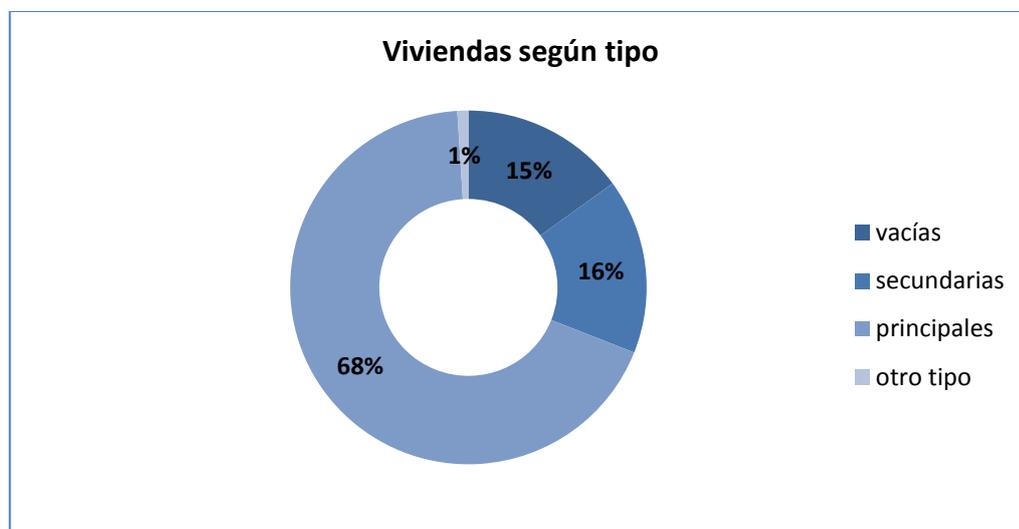


Ilustración 5. Porcentaje de viviendas según tipo. Fuente: Censo 2001 (INE).

La evolución de la construcción de viviendas familiares sigue prácticamente la misma progresión que mostraba la figura 9, aumentando este tipo de viviendas en los años 70 y a finales de los años 90 y principio del siglo XXI.

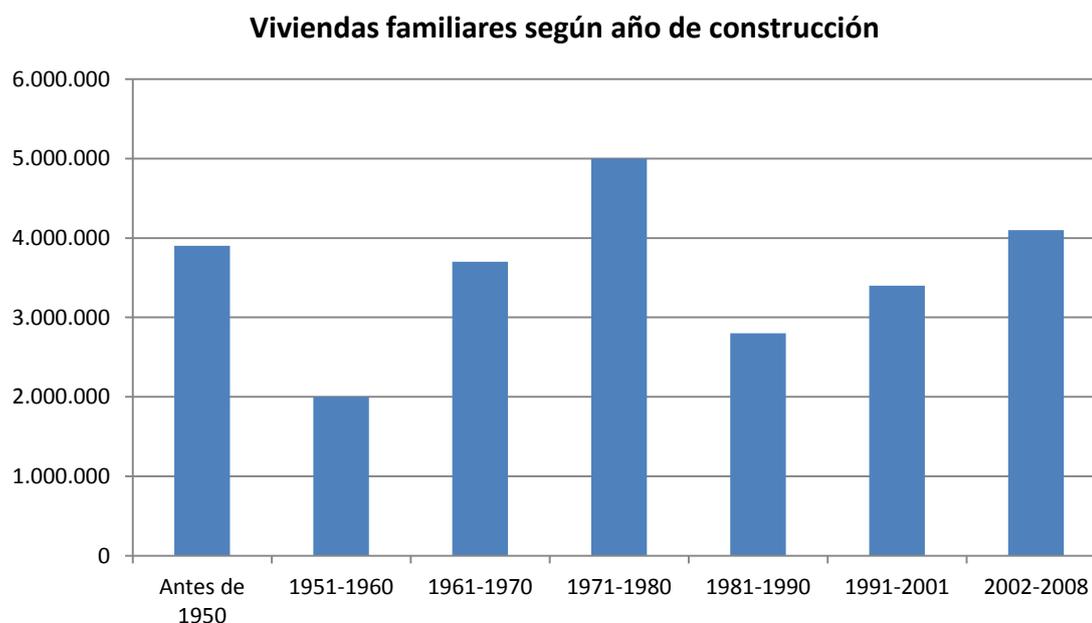


Ilustración 6. Número de viviendas familiares según año de construcción. Fuente: Censo 2001 (INE)



Teniendo en cuenta el estado de las viviendas en España en la figura 12 podemos ver como la mayor parte se encuentra en buen estado. Principalmente porque se suele invertir en mejorar de forma individual o por medio de las comunidades en mantener con fondos privados el estado de las viviendas ya que para los propietarios suponen un bien preciado.

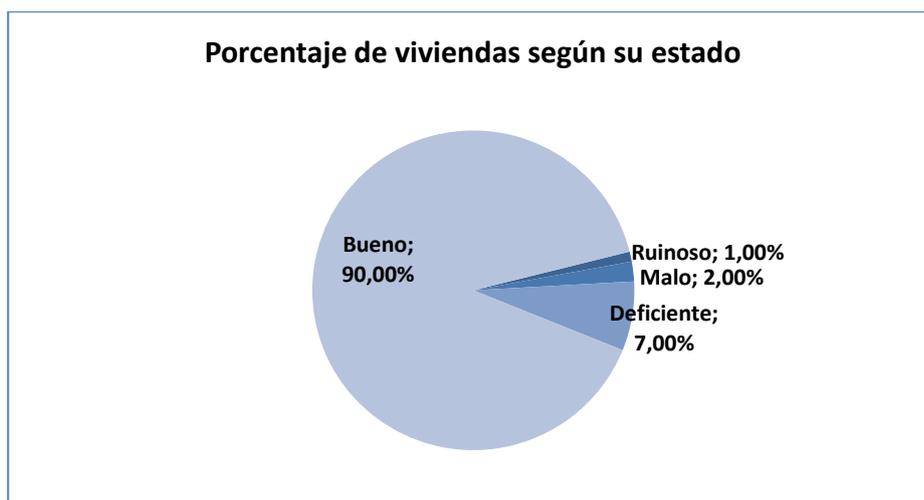


Ilustración 7. Porcentaje de viviendas según su estado. Fuente: Censo 2001 (INE)

Por último se van a clasificar las viviendas según el número de plantas que tiene el edificio.

Número de viviendas según número de plantas del edificio.

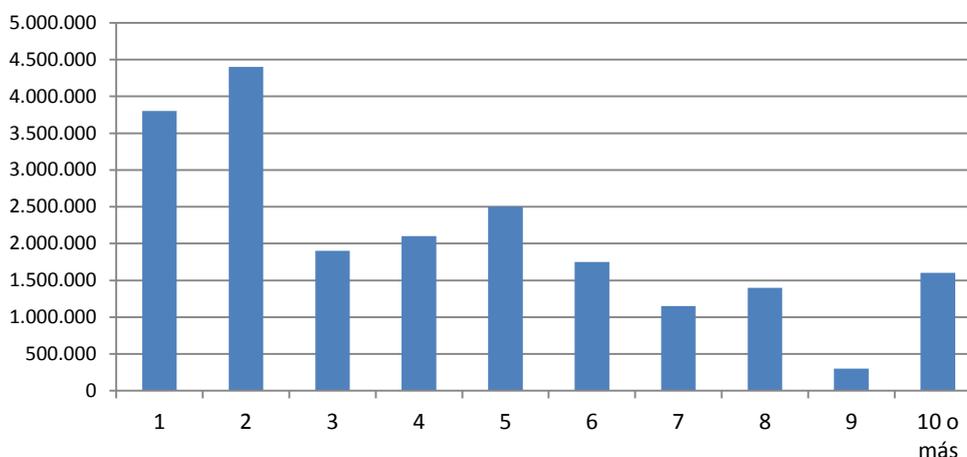


Ilustración 8. Número de viviendas según número de plantas del edificio. Fuente: Censo 2001 (INE)



La figura 13 muestra como el parque de viviendas unifamiliares o adosadas es elevada en España, siendo el parque de edificios de viviendas aproximada mente de unos suponer aproximadamente unos 13 millones y de ellos edificios de más de 10 plantas no superior al 1,6 millones. Lo que supone es que en los núcleos urbanos, los edificios de viviendas no superan la media de las 7 plantas y el resto del parque de viviendas en el resto de España son unifamiliares.

Una vez estudiado esto y antes de comenzar el repaso sobre los aspectos energéticos del parque de edificios existente en España que nos permitirá tener una idea global sobre su estado, veremos el proceso por el que se llega a la obtención de los índices de calificación y su correspondiente clase en la escala.



CAPÍTULO 3. LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA.

La certificación de la eficiencia energética de un edificio es el proceso por el que se verifica la conformidad de la **calificación energética** obtenida, es decir la expresión de la eficiencia energética del edificio.

La calificación energética surgió, como se ha visto en la introducción de este proyecto, de la necesidad de reducir las emisiones de CO₂ a nivel mundial. Con el objetivo de promover la eficiencia energética en edificación, se ideó este indicador objetivo que obligatoriamente se ha de dar a conocer a los compradores y usuarios y cuyo objeto es servir de guía para valorar y comparar sus prestaciones.

El proceso para llevar a cabo de certificación hasta ahora ha estado normalizado en el RD 47/2007, cuyo objetivo era por un lado, establecer las condiciones técnicas y administrativas para realizarla así como la metodología de cálculo de su calificación; y aprobar la etiqueta de eficiencia energética como distintivo común en todo el territorio nacional, por otro. Sin embargo, ya se ha publicado el nuevo Real Decreto por el que se aprobará el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética. En los



artículos 6, 7 y 8 del Real Decreto se proporcionan las pautas para llevar a cabo la certificación de edificios, tanto de nueva construcción como existentes.

3.1. Contenido del certificado.

El certificado de eficiencia energética debe contener, en cualquier caso, al menos la siguiente información:

- I. Identificación del edificio o unidad de éste, incluyendo referencia catastral.
- II. Indicación del procedimiento reconocido utilizado.
- III. Descripción de las características energéticas del edificio y demás datos utilizados para obtener la calificación, como se verá más adelante.
- IV. Calificación energética obtenida, expresada mediante la etiqueta energética.
- V. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética, a menos que no exista ningún potencial razonable de mejora. Dichas propuestas han de ser técnicamente viables y se podrán incluir plazos de recuperación de la inversión.
- VI. Descripción de las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo durante el proceso de certificación.

En el caso de edificios existentes, se debe indicar la normativa sobre ahorro y eficiencia energética que les era de aplicación en el momento de su construcción.

3.2. Certificación de edificios de nueva construcción.

La certificación de un edificio o unidad de edificio de nueva construcción o que se modifique, reforme o rehabilite constará de dos fases: la certificación energética del proyecto y la certificación energética del edificio terminado.



En primer lugar, se verifica la conformidad de las características energéticas del edificio y la calificación obtenida por el proyecto. El **certificado de eficiencia energética del proyecto**, que será suscrito por el proyectista del edificio o del proyecto parcial de instalaciones térmicas y será incorporado al proyecto de ejecución, expresa la conformidad entre la calificación de eficiencia energética obtenida y el proyecto de ejecución.

Una vez que el edificio está terminado, se procede a verificar su conformidad con la calificación obtenida por el proyecto, proceso que conduce a la obtención del **certificado de eficiencia energética del edificio terminado**. Este certificado será suscrito por la Dirección Facultativa y en él se expresará que el edificio ejecutado responde a la calificación obtenida por el proyecto. En caso de no darse tal correspondencia, la calificación obtenida por el proyecto habrá de ser modificada.

3.3. Certificación de edificios existentes.

En el caso de edificios existentes, sólo habrá de realizarse la segunda fase, vista anteriormente, del proceso de certificación. Esto es, corroborar la calificación energética obtenida por el edificio construido. El certificado resultante será suscrito por técnicos certificadores elegidos libremente por la propiedad del edificio.

Existen otra serie de diferencias que afectan al proceso, en este caso a la hora de **calcular la calificación energética** de edificios de nueva construcción o edificios existentes.

3.4. Las escalas de calificación energética.

El proceso para determinar la calificación energética de un edificio se basa en la comparación entre los indicadores de eficiencia energética obtenidos por el edificio objeto y unos indicadores energéticos de referencia, previamente determinados, que delimitan la pertenencia a las distintas clases de eficiencia energética (de la A a la G)



El instrumento objetivo para comparar y evaluar el comportamiento energético de un edificio frente al comportamiento de edificios similares se denomina escala de calificación energética. En España existen dos escalas de calificación, una para edificios de nueva construcción y otra para edificios existentes (Ilustración 14).

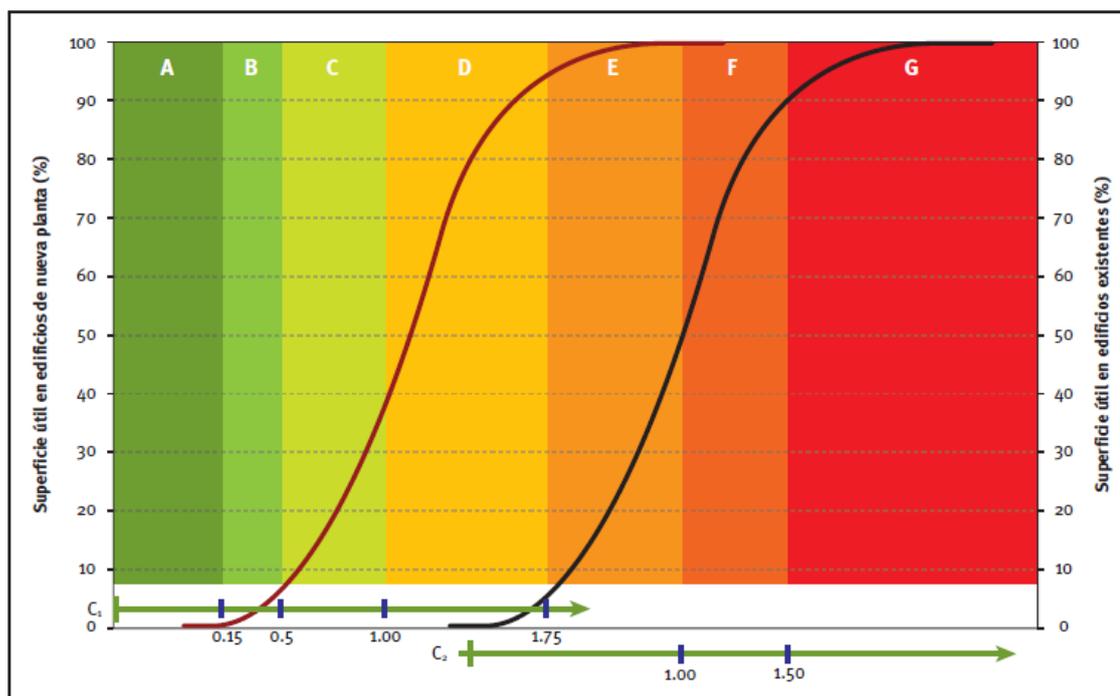


Ilustración 9. Escalas de calificación energética para edificios nuevos y edificios existentes. Fuente: IDAE.

Como se puede ver en la ilustración anterior, los límites entre clases son los siguientes:

CLASE A	Si	C1	< 0.15
CLASE B	Si	0.15 ≤ C1	< 0.5
CLASE C	Si	0.5 ≤ C1	< 1.0
CLASE D	Si	1.0 ≤ C1	< 1.75
CLASE E	Si	C2	< 1.0
CLASE F	Si	1.0 ≤ C2	< 1.5
CLASE G	Si	1.5 ≤ C2	

Ilustración 10. Límites entre clases de eficiencia energética. Elaboración propia.



El coeficiente C1 representa el índice de eficiencia energética de un edificio de nueva construcción y C2 el índice de un edificio existente. Como vemos, no se contempla para un edificio de nueva construcción la obtención de una clase menos eficiente que la D. Para explicar esto, se debe ver cómo se definen ambos índices.

$$C_1 = \frac{\left(\frac{I_o}{I_r} R\right) - 1}{2(R - 1)} + 0,6 \quad (1)$$
$$C_2 = \frac{\left(\frac{I_{objeto}}{I_{stock}} R'\right) - 1}{2(R' - 1)} + 0,5 \quad (2)$$

I_o e I_{objeto} representan, en cualquier caso, las emisiones de CO₂ del edificio objeto.

I_r e I_{stock} son el valor medio de las emisiones de CO₂ de los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, de los edificios nuevos que cumplen estrictamente con las especificaciones sobre Ahorro de Energía del CTE y del parque de edificios existente en España hasta 2006, respectivamente.

R y R' son ratios entre el valor del índice del edificio objeto y el valor medio de las emisiones de CO₂ correspondientes al percentil 10% de los edificios nuevos que cumplen estrictamente con las especificaciones sobre Ahorro de Energía del CTE y del parque de edificios existente en España hasta 2006, respectivamente.

Debido a que los edificios nuevos deben cumplir estrictamente con el CTE, y está limitada la demanda energética, no es posible que alcancen una calificación inferior a D.



ELABORACIÓN DE LA ESCALA Y ESTADO DEL PARQUE DE VIVIENDAS EN ESPAÑA.

La elaboración de las escalas vistas anteriormente fue llevada a cabo en España por el Instituto para La Diversificación y Ahorro de Energía tomando en consideración las escalas que se sopesaban en otros países y en particular la propuesta que figura en el documento del CEN prEN 15217 “Energy Performance of Buildings- Methods for expressing energy performance and for energy certification of buildings” (versión diciembre 2005), y siguiendo las siguientes **directrices**:

- 1 La escala debe diferenciar claramente los edificios eficientes de los no eficientes.
- 2 Debe tener sensibilidad a las mejoras. Un edificio que haya mejorado su comportamiento energético en relación a las exigencias mínimas de la normativa, en este caso el CTE, debe poder ganar una letra.
- 3 Debe ser posible, en cualquier zona climática, la construcción de edificios que alcancen la clase A.
- 4 Debe ser suficiente estable en el tiempo.
- 5 Debe ser consistente con los objetivos últimos de la certificación; es decir que permita tomar decisiones que conduzcan a cumplir con los compromisos a largo plazo en materia energética y medioambiental.
- 6 Debe ser única para cualquier procedimiento de cálculo utilizado.

Primero se estableció, siguiendo este proceso, la **escala para edificios de nueva construcción** que más tarde se extrapoló a los edificios existentes:

1. Determinación de los escenarios de comparación. Para cada uno de los indicadores energéticos se obtuvo un escenario de comparación estimando la situación probable que tendrían los edificios construidos en el año 2006 y



calculando los indicadores energéticos que dichos edificios debían tener suponiendo que cumplirían estrictamente el CTE-HE. Se obtuvieron así dos valores medios de dicho indicador ($I_{\text{reglamentación}}$), uno para viviendas unifamiliares y otro para viviendas en bloque.

2. Obtención de los límites de la escala. Para obtener los límites entre clases, el primer paso es situar en la escala el $I_{\text{reglamentación}}$. En España se tomó como frontera entre las clases C y D el percentil 40% de los edificios nuevos de viviendas, de esta forma el indicador de referencia quedó situado en la clase D, frente a la propuesta del CEN de situarlo en la clase C. El motivo de este desplazamiento se expone más abajo.

Después hubo que determinar el ancho de las clases B,C y D, puesto que no se contemplaba la pertenencia de un edificio de nueva construcción a las clases E o F.

- En las clases C y D estará el 90% de los edificios que cumplan estrictamente el CTE-HE (35% en clase C y 55% en clase D). Del 10% restante, el 5% que representa a los edificios más eficientes estará en la clase B, mientras que el 5% de los edificios menos eficientes estará en la clase E.
- El ancho de la clase B se ha determinado sabiendo que a la clase A deben acceder aquellos edificios que estarían inicialmente en la clase B si hubieran cumplido estrictamente el CTE pero que han experimentado una mejora de su eficiencia energética similar a la que les supone a los edificios de clase C pasar a clase B. El indicador límite entre las clases A y B se ha obtenido suponiendo que el siguiente ratio es constante.

$$\frac{IEE_{B/C}}{IEE_{C/D}} = \frac{IEE_{A/B}}{IEE_{B/C}} \quad (3)$$



Para la elaboración de la escala para edificios existentes, se siguió un proceso similar.

1. Situar en la escala el valor medio del indicador correspondiente a los edificios similares del parque de edificios existente en el año 2006 (I_{stock}). Dado que el CEN propone situarlo entre las clases D y E, parece lógico que en España se sitúe entre las clases E y F, para ser coherentes con el mismo desplazamiento hacia la derecha sufrido por el $I_{reglamentación}$.
2. Definir el ancho de las clases E y F. Para ello no había más que decidir el porcentaje de edificios que debían pertenecer a cada clase. La división que se eligió fue la siguiente:
 - El 40% de los edificios del parque quedaría en la clase F.
 - El 10% estaría en la clase G.
 - El 50% restante estaría en principio en las otras 5 clases, aunque mayoritariamente se concentrarán en la clase E y en menor medida en la clase D.

Como resultado de este procedimiento, las curvas en las que representan los límites entre las distintas clases quedaron como se ha visto en la Ilustración 14.

En la ilustración 16 se puede ver cómo hasta el 75% de las viviendas construidas en España en 2010 obtienen una calificación energética D o inferior, lo cual resultaría inadmisibles en otros países de Europa como Alemania o Francia. Por este motivo, España es un país atrasado en cuanto a calidad en la edificación y eficiencia energética de los



edificios, pudiendo ser éste un punto que diera un pequeño respiro al sector de la construcción en nuestro país.

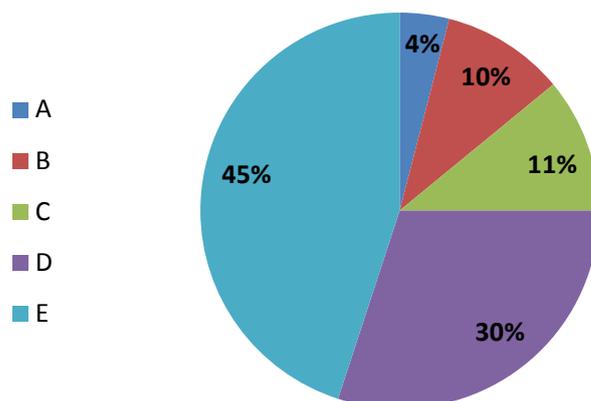


Gráfico 6. Distribución de edificios por clases (2010) Elaboración propia. Fuente: IDAE.

Otra prueba de la deficiente calidad térmica de los edificios en nuestro país es el **desplazamiento sufrido por el índice de reglamentación** respecto al común europeo. Este índice de reglamentación es el valor medio esperado del indicador energético asociado a los edificios nuevos que cumplen estrictamente con la reglamentación vigente en enero de 2006.

Frente a la propuesta del CEN de situarlo entre las clases B y C, en España se sitúa entre las clases C y D, (ilustración 14) de esta forma los edificios que cumplan estrictamente con lo establecido en el CTE-HE estarán distribuidos de izquierda a derecha de la frontera marcada por dicho indicador. El motivo de este desplazamiento es que si el indicador delimitara las clases B y C, un gran porcentaje de nuestros edificios obtendría la calificación B teniendo en cuenta los parámetros establecidos en el proyecto. El problema es que dicha calificación no sería *real*, puesto que lo realmente construido no se corresponde rigurosamente en cuanto a calidades con lo establecido en el proyecto. Ya



que aunque la reglamentación actual de España ha sido mejorada todavía no cumple con lo el CEN considera una eficiencia energética adecuada.

Lo mismo ocurre con la escala energética de edificios existentes. El CEN considera que el 40 % de los edificios existentes deben encontrarse en la escala energética D y E, pero el stock de edificios de España no cumpliría nunca esto por lo que tuvo que desviarse a la derecha convirtiéndose en la escala E y F, solo un 15% se encontraría por encima de este nivel y el resto estaría por debajo de esta calificación.

3.5. La etiqueta de eficiencia energética.

La etiqueta de eficiencia energética, que se ajustará al contenido normalizado de la figura 3.3. con objeto de un mejor reconocimiento por parte de los consumidores, contendrá al menos, la siguiente información:

- a) Zona climática, localidad y uso.
- b) Cuando se utilice la opción general, referencia al valor numérico de los indicadores energéticos principal y secundarios.
- c) Cuando se utilice la opción simplificada, solamente la calificación energética obtenida, referenciando el proceso reconocido empleado.
- d) Reflejar si se refiere a la calificación energética de proyecto o del edificio terminado.
- e) Incluir la fecha de validez.

La figura siguiente muestra la propuesta de certificación energética con toda la información detallada anteriormente, aunque las etiquetas que se generan con los programas informáticos son un poco diferentes pero con la misma información.



CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D3	Uso	Vivienda Individual
----------------	----	-----	---------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	CALEFACCIÓN	ACS
	E	G
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² año] 22.82	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² año] 20.47
58.10 E	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² año] 14.80	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² año] -
Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² año] 58.10		

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
60.49 D	7.78 C
Demanda global de calefacción [kWh/m ² año] 60.49	Demanda global de refrigeración [kWh/m ² año] 7.78

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	CALEFACCIÓN	ACS
	D	G
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² año] 85.87	Energía primaria ACS [kWh/m ² año] 77.04
222.45 E	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² año] 59.54	Energía primaria iluminación [kWh/m ² año] -
Consumo global de energía primaria [kWh/m ² año] 222.45		

Ilustración 11. Modelo de Etiqueta de calificación energética propuesta por el IDAE. Fuente: IDAE.

3.6. Procedimiento para la certificación.

Tal y como se establece en el Real Decreto 235/2013 por el que se aprueba el Procedimiento Básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios en el que se refunde el Real Decreto 47/2007 y en el que se incorporan las especificaciones técnicas para la metodología de cálculo de la calificación energética, existen dos métodos para llevar a cabo la calificación:

1. La opción general: de carácter prestacional que se formaliza a través de un programa informático, que puede ser:
 - a) El programa informático oficial de referencia, CALENER VYP.
 - b) Un programa informático alternativo, siempre que cumpla las especificaciones técnicas de la metodología de cálculo que se establecen



en el Anexo I del mencionado proyecto de Real Decreto. Existen ya ciertos programas reconocidos, como son:

- **CE3 y CE3X** para la calificación de edificios existentes, uno de ellos elaborado por la UTE MIYABI-CENER y el otro por la empresa APPLUS NORCONTROL S.L.U.
 - **CERMA v.2.2**, de junio de 2011, que es de aplicación en nuevos edificios residenciales y que fue desarrollado por el Instituto Valenciano de la Edificación (IVE) y la Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR), con la colaboración técnica del grupo FRED SOL del departamento de Termodinámica Aplicada de la Universidad Politécnica de Valencia, y promovida por la Consejería de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda de la Generalitat Valenciana.
2. La opción simplificada: de carácter prescriptivo, que desarrolla dicha metodología de manera indirecta.

3.6.1. La opción general. CALENER VYP.

Tal y como se establece en el REAL DECRETO 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción, *el programa informático de Referencia será de aplicación en todo el territorio nacional, y su correcta aplicación es suficiente para acreditar el cumplimiento de los requisitos establecidos en este Procedimiento básico*. La versión oficial de este programa se denomina CALENER VYP y está disponible al público para su libre utilización.

Este programa, a cuyo uso se dedicará un capítulo más adelante, se basa en una metodología denominada “auto-referente”, es decir el edificio a calificar se compara con otro denominado de referencia, que cumple determinadas condiciones normativas, y se



evalúa si alcanza la misma o superior eficiencia energética. El edificio que servirá como elemento de comparación deberá cumplir una serie de condiciones relativas a su similitud con el edificio objeto, y que hacen referencia a:

- La forma y el tamaño.
- La zonificación interior y el uso de cada zona.
- Los obstáculos remotos.
- Unas calidades constructivas y elementos de sombra que garanticen el cumplimiento de los requisitos mínimos de eficiencia energética de la envolvente establecidos en el CTE.
- El nivel de iluminación y un sistema que cumpla con los requisitos mínimos de eficiencia energética que figuran en el DB-HE del CTE.
- Unas instalaciones térmicas de referencia que cumplan con los requisitos mínimos de eficiencia energética que figuran en el Reglamento de Instalaciones Térmicas (RITE) y en el CTE.
- En los casos que así lo exija el DB-HE del CTE, una contribución solar fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

Por tanto, los datos que habrá que introducir en el programa para llegar a la calificación final de eficiencia energética, serán como mínimo los relativos a estos parámetros.

3.6.2. La opción simplificada.

El marco normativo al que nos referiremos en todo momento al hablar de este método es, a menos que se especifique lo contrario, el Real Decreto 47/2007, y utilizaremos como referentes las Guías para Calificación Energética que, desarrollando dicha normativa, han sido publicadas por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (**IDAE**) y que están disponibles para el ejercicio profesional de los técnicos del sector en su fondo editorial.



En esta opción se pueden incluir los dos procedimientos que se describen a continuación.

A) OPCIÓN SIMPLIFICADA. VIVIENDAS.

Este método fue desarrollado por AICIA- Grupo de Termotecnia de la Escuela Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad de Sevilla y publicado por el IDAE en mayo de 2009.

- Aplicación.

Este método es una alternativa para aquellos que decidan no utilizar la opción general y su utilización es válida en aquellos edificios que cumplan estrictamente con los requisitos establecidos en la Sección HE-1 del Documento Básico HE del CTE, sobre ahorro de energía. En cualquier caso, también han de cumplir los requisitos establecidos en cuanto a rendimiento de las instalaciones y contribución solar mínima para agua caliente, establecidos respectivamente en las Secciones HE-2 y HE-4 del citado Documento Básico.

Este procedimiento, en el que sólo se podrán obtener las clases de eficiencia energética D o E, consiste en comparar una serie de soluciones técnicas del edificio objeto con las soluciones contempladas, que son coherente con el cumplimiento de la Directiva 2002/91/ CE.

- Limitaciones.

Las limitaciones derivadas del cumplimiento o no de los requisitos establecido para poder aplicar el método simplificado del CTE-HE1, que son:

- El porcentaje de huecos en cada fachada < 60% de la superficie de la misma.
- El porcentaje de lucernarios < 5% de la superficie de la cubierta.



Como excepción, se admiten porcentajes de huecos superiores al 60% en aquellas fachadas cuya superficie no suponga más de un 10% del total de las fachadas.

Quedan excluidos también aquellos edificios cuyos cerramientos estén formados por soluciones constructivas no convencionales.

- Procedimiento.

El desarrollo de este procedimiento es sencillo, el primer paso es elegir el conjunto de tablas asociado a la zona climática en la que se encuentre el edificio objeto y a su tipología (unifamiliar o en bloque). Estas tablas, que están recogidas en el documento “Opción Simplificada Viviendas” del fondo editorial del IDAE, recogen ciertas opciones cuyo cumplimiento supondría la calificación D en la escala de eficiencia energética. En el caso de que el edificio objeto no cumpliera con ninguna de las opciones propuestas, se asignaría directamente la clase E.

Cada una de estas opciones contempladas es una solución técnica, entendiéndose como tal un conjunto determinado de parámetros característicos que definen el comportamiento energético de un edificio y sus instalaciones, que cumple estrictamente con los requisitos mínimos indicados anteriormente.

Estos parámetros contemplados son los siguientes:

- La compacidad: (volumen encerrado por la envolvente térmica/ área total de la misma = m)
- Rendimiento del equipo generador de calefacción expresado por su Clase energética:
- Para calderas, con el sistema de estrellas según el Real Decreto 275/1995*
- Para bombas de calor, con el sistema de letras según el Real Decreto 142/2003*



- Tipo de combustible de la instalación de calefacción, distinguiéndose entre
- Rendimiento del equipo de refrigeración, expresado por su Clase Energética según el Real Decreto 142/2003*
- Rendimiento del equipo de agua caliente sanitaria, expresado por su Clase Energética según el Real Decreto 275/2995*

- Tablas para la comparación.

En total, 12 son las tablas en las que se recogen las soluciones técnicas contempladas para la obtención de la clase D, esto se debe a que algunas de las zonas climáticas están agrupadas. En este cuadro resumen se pueden ver cuáles son esas tablas y qué zonas climáticas agrupan:

Tablas del IDAE para el método simplificado viviendas.			
Para viviendas unifamiliares		Para bloques de vivienda.	
Tabla 1	Para zonas A3, A4, B4, C3 y C4	Tabla 7	Para zonas A3, B3, B4, C3 y C4
Tabla 2	Para zonas B3 y D3	Tabla 8	Para zona A3
Tabla 3	Para zonas D1 y E1	Tabla 9	Para zona C2
Tabla 4	Para zona D2	Tabla 10	Para zonas D2 y D3
Tabla 5	Para zona C1	Tabla 11	Para zonas D1 y E1
Tabla 6	Para zona C2	Tabla 12	Para la zona C1

Tabla 4. Conjunto de tablas a utilizar en el Método Simplificado Viviendas. Elaboración propia, datos de IDAE.

Por tanto, para obtener la calificación de una vivienda situada en Murcia, puesto que se encuentra en la zona climática B3, las tablas que necesitaríamos, y que se encuentran en el Anexo II de este documento, serían la Tabla 2 o la Tabla 7.



Ejemplo

Supongamos una vivienda unifamiliar adosada, situada en Murcia, con unas dimensiones en planta de 7.00x10.00 m² y dos plantas de altura. Con un porcentaje de huecos inferior al 20%.

La vivienda cumple con las condiciones para la aplicación de la opción simplificada del DB-HE-1 “Limitación de la demanda energética”, con las disposiciones del DB-HE-2 “Rendimiento de las instalaciones térmicas en los edificios”, así como con el porcentaje mínimo de contribución solar para la producción de agua caliente sanitaria establecido en el DB-HE-4. Por tanto, podemos usar la opción simplificada para la obtención de la calificación energética, además sabemos que sólo por cumplir con dichos requisitos, partimos de una calificación tipo **E**. Veamos si se cumplen los requisitos de alguna de las opciones que permiten obtener la clase **D**.

Para empezar recogemos los parámetros que habrán de compararse con los recogidos en la tabla 2, en este caso.

Volumen de la edificación: $V = (7.00 \times 10.00 \times 3.00) \times 2 \text{ plantas} = 420.00 \text{ m}^3$

Medimos las superficies que forman la envolvente térmica:

- Solera en contacto con el terreno = 70 m²
- Cubierta en contacto con el aire exterior = 70 m²
- Fachadas (con huecos incluidos) = 84 m²

La compacidad de la vivienda es: $C = V/S$; $C = 420 / (70 + 70 + 84) = 1.85 < 2$

La compacidad nos limita a las **Opciones 4, 5 y 6**

Las instalaciones son las siguientes:

- Calefacción: Bomba de calor (aparatos compactos de eficiencia D)
- Refrigeración: Generador aire-aire (aparatos compactos de eficiencia D)



- Instalación agua caliente sanitaria: Caldera sin acumulación (Gas Natural) – R: **

Se van a estudiar las tres posibles opciones:

Concepto		Opciones de obtención de Clase D							
		Opción 1	Opción 2		Opción 3		Opción 4	Opción 5	Opción 6
Envolvente térmica	Compacidad, c, en metros	$c \geq 2$	$c \geq 2$		$c \geq 2$		$c < 2$	$c < 2$	$c < 2$
	Rendimiento de la Bomba de calor-Aparatos Divididos	F	Todos		Todos		D	F	F
Instalación de calefacción	Rendimiento de la Bomba de calor-Aparatos Compactos	F	Todos		Todos		C	F ✓	F ✓
	Rendimiento de la Bomba de calor-Aparatos Conducto Único	D	F		F		B	D	D
	Rendimiento de la Caldera individual	GN ****	GN Todas	LIQ/GLP **	GN Todas	LIQ/GLP **	-	GN ****	GN ****
	Rendimiento de la Caldera individual mixta con acumulación	GN ****	GN Todas	LIQ/GLP **	GN Todas	LIQ/GLP **	-	GN ****	GN ****
	Rendimiento de la Caldera individual mixta sin acumulación	-	GN **		GN **		-	-	-
	Rendimiento de la Caldera eléctrica efecto Joule	-	-	-	-	-	-	-	-
	Instalación de refrigeración	Rendimiento del generador Aire/Aire-Aparatos Divididos	Todos	Todos		D		Todos	A
Rendimiento del generador Aire/Aire-Aparatos Compactos		Todos	Todos		C		Todos	A	Todos ✓
Rendimiento del generador Aire/Aire-Aparatos Conducto Único		Todos	Todos		A		Todos	-	Todos
Instalación de ACS	Rendimiento de la Caldera sin acumulación	Todas	-		Todas		Todas	Todas	-
	Rendimiento de la Caldera con acumulación	Todas	GN ***		Todas		Todas	Todas	GN ***
	Rendimiento de la Caldera eléctrica efecto Joule	Todas	-		Todas		Todas	Todas	-

Ilustración 12. “Tabla 2. Opciones de clase D para viviendas unifamiliares en las zonas B3 y D3”. Del IDAE: “Opción Simplificada. Viviendas”.



Comenzamos estudiando la **Opción 4**. Observamos que dado que disponemos de un sistema de refrigeración de tipo aire/aire con aparatos compactos, podemos despreocuparnos de su eficiencia energética, puesto que “Todos” están admitidos para la obtención de la clase D. Lo mismo sucede con el rendimiento de la caldera. Sin embargo, el rendimiento mínimo contemplado para un sistema de calefacción similar al de nuestra vivienda ejemplo es C, y puesto que en la vivienda a comparar dicho rendimiento es de tipo D, no cumpliríamos esta opción para la obtención de la Clase D.

Veamos ahora si cumple con los parámetros contemplados en la **Opción 5**: En este caso sí cumplimos con la eficiencia mínima exigida a los aparatos de calefacción, ya que la eficiencia D es superior a la F contemplada en la tabla. Sin embargo, se exige a los aparatos del sistema de refrigeración una eficiencia A, superior a la de los aparatos de que disponemos (tipo D).

En cuanto a la **Opción 6**, admite el mismo rendimiento que la 5 para los aparatos de calefacción, además admite todos los sistemas de refrigeración aire-aire, cualquiera que sea su rendimiento. Sin embargo, no admite en ningún caso calderas sin acumulación.

Por tanto, sin necesidad de hacer más comparaciones, dado que no cumplimos por completo ninguna de las 3 opciones, **el resultado de la calificación es TIPO E**.

Lo que nos da este método es una solución rápida para conocer el estado inicial de una vivienda, el problema es que se puede estar calificando una vivienda como un tipo D pudiendo ser en realidad mucho mejor.

B) MÉTODO Ce2 SIMPLIFICADO VIVIENDAS.

Este método fue publicado en la página web del IDAE en noviembre de 2009 como Documento Reconocido para la Certificación de Eficiencia Energética, siendo el primer documento reconocido publicado que no provenía directamente de la Administración. Fue financiado por la Consejería de Obras Públicas y Transporte de la Junta de Andalucía y



ANDIMAT y el Equipo de Investigación lo formaron el Grupo Termotecnia (AICIA) de la Universidad de Sevilla, la Universidad de Cádiz, el Equipo de Arquitectura de Margarita de Luxán y el Instituto Eduardo Torroja. En su elaboración colaboraron EPSA, AOGLP, SEDIGAS y AFEC.

Es un método sencillo que permite la obtención de las **clases D, C y B**. Es directamente aplicable a partir de los parámetros y variables exigibles para el cumplimiento de los **requisitos establecidos en el CTE-HE y CTE-HS**, sin embargo al contrario que la opción simplificada, permite incluir **ciertas mejoras** sustanciales en cuanto a las calidades constructivas de la envolvente térmica y a las prestaciones de los equipos y sistemas de producción de frío calor, de ahí que no sólo permita alcanzar las clases D y E, sino cualquiera de ellas, aunque está especialmente diseñado, como ya hemos señalado anteriormente, a las clases D, C y B.

El procedimiento es aplicable a cualquier edificio destinado a viviendas, tantos unifamiliares como en bloque, de cualquiera de las 12 zonas climáticas que hemos visto en el apartado 2.1.1 de este proyecto. Sin embargo, posee ciertas limitaciones, como son:

- Para los territorios de Islas Baleares, Islas Canarias y la ciudades de Ceuta y Melilla se desarrollará un procedimiento complementario personalizado
- Las limitaciones derivadas del cumplimiento o no de los requisitos establecidos para poder aplicar el método simplificado del CTE-HE1, ya definidos anteriormente.

Quedan excluidos también aquellos edificios cuyos cerramientos estén formados por soluciones constructivas no convencionales.

- Desarrollo del procedimiento.

Éste procedimiento es muy sencillo de aplicar, consiste en:

1. Recopilar una serie de datos de partida;



2. Calcular por separado los Índices de Eficiencia Energética de Calefacción, Refrigeración y Agua Caliente Sanitaria;
3. Y por último, calcular el Índice de Eficiencia Energética Global y la clase que se le asigna.

Para que sea sencillo de utilizar, **cada apartado** en los que se divide está compuesto por tres partes:

METODOLOGÍA: donde se explica cómo utilizar las fichas y las tablas del apartado en cuestión y se define la terminología empleada.

FICHAS: para cada índice parcial calculado, se debe rellenar una o varias fichas.

TABLAS: se incluyen una serie de tablas para el cálculo.

Conociendo la nomenclatura de dichas **tablas y fichas**, es fácil encontrar la que se necesita en cada caso. El sistema empleado es el siguiente:

A_{xy} -Zp donde:

El primer lugar (A) corresponde a las letras F o T (según se trate de una tabla o una ficha)

El subíndice (xy) indica el índice de eficiencia energético parcial que estamos calculando (demanda de calefacción, demanda de refrigeración, demanda de agua caliente sanitaria o IEE de los sistemas)

El lugar que ocupa la letra Z corresponde a la severidad climática, se considerará la de verano cuando se calcule la demanda de refrigeración y la de invierno cuando se calcule la de calefacción.

Por último (p), en minúscula encontraremos una “u” o una “b” dependiendo del tipo de edificio (unifamiliar o en bloque)



- Desarrollo del procedimiento paso a paso.

Para la explicación de este procedimiento, en este apartado se calculará el índice de eficiencia energética de la vivienda utilizada en el apartado anterior.

El primer paso es rellenar la ficha con los datos de partida, donde se aprecia que este método tiene en cuenta más parámetros que el anterior, la mayoría de ellos relacionados con la calidad de la envolvente térmica del edificio (como son el tipo de cerramiento utilizado en las fachadas, el tipo de cubierta, los vidrios y marcos de las ventanas y los suelos; reflejados a través de sus respectivas transmitancias térmicas) y por consiguiente permite obtener una calificación mejor. En este caso, los parámetros constructivos que hemos elegido son los siguientes:

- Fachadas:

Fachada de pared de obra de fábrica de ladrillo cerámico perforado, de 24cm de espesor, con revestimiento exterior continuo de resistencia media a la filtración (R1) y aislamiento térmico, fijado mecánicamente al soporte. Revestimiento interior de guarnecido de yeso. $U= 0.69$)

- Cubierta:

Cubierta plana convencional, transitable peatonal, sin cámara de aire, con soporte resistente horizontal a base de un forjado unidireccional con elementos de entrevigado de EPS moldeados enrasados de 25cm de espesor, solado cerámico fijo, capa de impermeabilización, aislamiento térmico, barrera de vapor y formación de pendientes de hormigón con áridos densos. Revestimiento interior con guarnecido de yeso.



- Suelo:
Forjado unidireccional, de canto= 300mm , con piezas de entrevigado de EPS moldeadas descolgadas.
- Ventanas:
Dimensiones: 110x120 = 1.32m².

2 ventanas por planta y por fachada, superficie total de las ventanas: 10.56 m²

Vidrios: vidrio aislante 4-9, transmitancia vertical=3.0
Marcos: de PVC, con 2 cámaras, Transmitancia Vertical=2.2 (SIN ROTURA DE PUENTE TÉRMICO)

Cálculo de la transmitancia total de la ventana:

$$U_H = (1-FM) \cdot U_{H,v} + FM \cdot U_{H,m} = (0.9521 \times 3.0) + (0.0478 \times 2.2) = \boxed{2.9678}$$

*FM= fracción del hueco ocupada por el marco

(1-FM)= fracción del hueco ocupada por el vidrio.

$$\text{Área del hueco} = 110 \times 120 = 1.32 \text{m}^2$$

$$\text{Área del marco} = (110 \times 6 \times 2) + (120 \times 6 \times 2) = 0.276 \text{m}^2$$

$$\text{Área del vidrio} = 1.044 \text{m}^2 \rightarrow \boxed{FM = 4,78(\%) = 0.0478 \mid (1-FM) = 0.9521}$$

En lugar de rellenar manualmente las tablas, en este apartado se va a utilizar la herramienta desarrollada en Excel por J. Sole de URSA y cedida a ANDIMAT para su difusión.



D		DATOS DE PARTIDA	
PROYECTO			
UBICACIÓN			
D1.-DATOS RELATIVOS AL DB-HE1 DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN			
D1.1.-Características del edificio			
S_u Superficie Útil m ²	V Volumen m ³	n° Plantas sobre rasante	Tipo Edificio
140	420	2	Unifamiliar
			ZONA
			B3
			LATITUD
			37
			Situación
			Peninsular

D1.2.- Áreas y parámetros característicos de fachadas							
Orientación fachada	A_M Área muros	U_{Mm} Transmitancia media muros(*)	$A_M \times U_{Mm}$	A_H Área huecos	U_{Hm} Transmitancia media huecos	$A_H \times U_{Hm}$	F_{Hm} Media ponderada Factor solar modificado
	m ²	W/m ² -K	W/K	m ²	W/m ² -K	W/K	
Norte	42	0,71	29,82	5,28	2,9678	15,67	--
Este							
Oeste							
Sur	42	0,71	29,82	5,28	2,9678	15,67	
Sureste							
Suroeste							

(*) Debe incluir impacto Puentes Térmicos integrados

A_{TM} Área total muros	$\Sigma A_M \times U_{Mm}$	A_{TH} Área total huecos	$\Sigma A_H \times U_{Hm}$
m ²	W/K	m ²	W/K
84,00	59,64	10,56	31,34

$U_{Mm} = \Sigma A_M \times U_{Mm} / A_{TM}$ Transmitancia media muros	$U_{Hm} = \Sigma A_H \times U_{Hm} / A_{TH}$ Transmitancia media huecos
W/m ² -K	W/m ² -K
0,71	2,97

D1.3.- Áreas y parámetros característicos de suelos y cubiertas (incluidos lucernarios) y cerramientos en contacto con el terreno

Suelos		Cubiertas		Cerramiento en contacto con el terreno	
A_{Ts} Área total	U_{sm} Transmitancia media (*)	A_{Tc} Área total	U_{cm} Transmitancia media (*)	A_{ct} Área total	U_{tm} Transmitancia media
m ²	W/m ² -K	m ²	W/m ² -K	m ²	W/m ² -K
70	0,66	70	0,3891		

(*) Debe incluir impacto PT integrados

(*) Debe incluir impacto Puentes Térmicos integrados y lucernarios

D2.-DATOS RELATIVOS AL DB-HE4 DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

D2.1 Fracción de la demanda de ACS cubierta por energías renovables para el cumplimiento del DB HE4

Es el valor alcanzado en el proyecto no tiene porque coincidir exactamente con el valor limite exigido

50

 En %

D3.-DATOS RELATIVOS AL DB-HS3 DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

D3.1 Caudal de ventilación del total del edificio para el cumplimiento del DB HS3.

12

 En litros/segundo

Renov/h= 0,10

Calificación obten



D4.-DATOS RELATIVOS A LAS INSTALACIONES

D4.1 Instalación de Calefacción

Grado de centralización:	Vivienda		
Equipo principal	Caldera Estándar	Combustible	Gas Natural
Rendimiento o COP nominal	1,05	m2 calefactado de la superficie útil	140
Equipo secundario		Combustible	
Rendimiento o COP nominal		m2 calefactado de la superficie útil	

D4.2 Instalación de Refrigeración

Grado de centralización:			
Equipo principal	Equipos Individuales (splits)		
EER nominal	1,05	m2 refrigerado de la superficie útil	140
Equipo secundario			
EER nominal		m2 refrigerado de la superficie útil	

D4.3 Instalación de Agua Caliente Sanitaria

Grado de centralización:	Vivienda		
Equipo de producción	Caldera ACS eléctrica	Combustible	Gas Natural
Rendimiento o COP nominal	1,05		

D5.-DATOS RELATIVOS A LA CAPTACIÓN SOLAR DE LOS HUECOS

D5.1 Tabla de justificación del cumplimiento de condiciones de captación solar. Sur

		Condición 1	Condición 2	Factor Corrección	
		β_0	β_1	K	
LATITUD	> 41°	< 22°	> 65°	0,73	
	$38^\circ \leq L \leq 41^\circ$	< 23°	> 60°	0,78	
	< 38°	< 25°	> 60°	0,84	
Huecos a Sur	A_H				Área de huecos que cumplen las tres condiciones (en m ²)
Descripción	Área huecos (m ²)	Sección	Planta	Sección	
	5,28	Si	Si	FC = 1+ H/h -K·L/h	4,36
A_{HCS} , Área de huecos captadores Sur					4,36

Ilustración 13. Ficha de datos de partida del método Ce2.



F_{DC}	FICHA PARA EL CALCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA DEMANDA DE CALEFACCIÓN IEE_{DC}	ZONA	B
		TIPO	Unifamiliar

$$IEE_{DC} = IEE_{opaco} \times f_{pt} + IEE_{vent} + \Delta IEE_{huecos}$$

PROYECTO	
UBICACIÓN	

1.- INDICADOR DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO OPACO, IEE_{opaco}

A_T $A_{TM}+A_{TH}+A_{TS}+A_{TC}+A_{CT}$	U_{opaco} $(U_{Mm} \cdot (A_{TM}+A_{TH})+U_{Sm} \cdot A_{TS}+U_{Cm} \cdot A_{TC}+U_{Tm} \cdot A_{CT})/A_T$	V/A_T	IEE_{opaco}
m ²	W/m ² ·K	m	
234,56	0,60	1,79	0,42

2.- FACTOR DE CORRECCIÓN DE PUENTES TÉRMICOS (no integrados), f_{pt}

f _{pt}	1,19
-----------------	------

3.- INDICADOR DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEBIDO A LA VENTILACIÓN, IEE_{vent}

Caudal de Ventilación	IEE_{vent}
Renovaciones/hora= (litros/segundo)x3,6/Volumen = 0,10	0,38

4.- MODIFICACIÓN DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEBIDO A LA SUPERFICIE ACRISTALADA, ΔIEE_{huecos}

A_{TH}/S_U	A_{THC} Área total huecos captadores $A_{HCS}+A_{HCSE}+A_{HCSE}$	A_{THC}/A_{TH}	$U_{Hm} \cdot U_{Mm}$	ΔIEE_{huecos}
	m ²	%	W/m ² K	
0,08	4,36	0,41	2,26	0,04

5.- INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE DEMANDA DE CALEFACCIÓN

$IEE_{DC} = IEE_{opaco} \cdot f_{pt} + IEE_{vent} + \Delta IEE_{huecos}$	0,92
--------------------------------------------------------------------------	------

5.- INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE DEMANDA DE CALEFACCIÓN

Indicador de Eficiencia Energética de Demanda Calefacción	Valor	Calificación Parcial
IEE_{DC}	0,92	C

A	IEE <	0,29
B	<= IEE <	0,55
C	<= IEE <	0,93
D	<= IEE <	1,49
E	<= IEE <	

Ilustración 14. Ficha para el cálculo del IEE de la demanda de calefacción del método Ce2.



F_{DR}	FICHA PARA EL CALCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA DEMANDA DE REFRIGERACIÓN IEE_{DR}	ZONA	3
		TIPO	Unifamiliar

$$IEE_{DR} = 0,47 + \Sigma IEE_{SE/E/O/SO} + IEE_s$$

PROYECTO	
UBICACIÓN	

1.- HUECOS ORIENTADOS A SurEste / Este / Oeste / SurOeste

Orientación de la fachada	A _H /S _U	F _{Hm}	IEE _{SE/E/O/SO}
Este			
Oeste			
Sur Este			
Sur Oeste			
			ΣIEE_{SE/E/O/SO}

2.- HUECOS ORIENTADOS A Sur

Orientación de la fachada	A _H /S _U	F _{Hm}	IEE _s
Sur	0,04		0,04
			ΣIEE_s

3.- INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE DEMANDA DE REFRIGERACIÓN

IEE_{DR} = 0,47 + ΣIEE_{SE/E/O/SO} + IEE_s	0,51
-----------------------------------------------------------------------------	-------------

4.- CALIFICACIÓN PARCIAL

Indicador de Eficiencia Energética de Demanda Refrigeración	Valor	Calificación Parcial
IEE_{DR}	0,51	B

A	0,46	IEE <	0,46
B	0,46	<= IEE <	0,66
C	0,66	<= IEE <	0,94
D	0,94	<= IEE <	1,37
E	1,37	<= IEE <	--

Ilustración 15. Ficha para el cálculo del IEE de la demanda de refrigeración del método Ce2.



F_{sis}	FICHA PARA EL CALCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE SISTEMAS						
IEE_{SC} IEE_{SR} IEE_{SACS}							
PROYECTO							0
UBICACIÓN							0
1.- IEE SISTEMA DE CALEFACCIÓN							
Sistema de calefacción	Rendimiento o COP Nominal	Factor de Ponderación	Rendimiento o COP medio Estacional	IEE	Superficie m ²	IEE X Superficie	
Tipo / Combustible							
Caldera Estándar Gas Natural	1,05	0,97	1,02	0,64	140,00	89,60	
		0,00		#N/A		0,00	
Sin sistema				1,20	0,00	0,00	
IEE_{sc} ($\sum IEE \times Superficie$)/S _U						0,64	
2.- IEE SISTEMA DE REFRIGERACIÓN							
Sistema de refrigeración	EER Nominal	Factor de Ponderación	EER medio Estacional	IEE	Superficie m ²	IEE X Superficie	
Tipo							
Equipos Individuales (splits)	1,05	0,66	0,69	2,00	140,00	280,00	
		#N/A		#N/A		0,00	
Sin sistema				1,07	0,00	0,00	
IEE_{SR} ($\sum IEE \times Superficie$)/S _U						2,00	
3.- IEE SISTEMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS)							
Sistema de ACS	Rendimiento o COP Nominal	Factor de Ponderación	Rendimiento o COP Estacional	IEE _{SACS}			
Tipo/Combustible							
Caldera ACS eléctrica Gas Natural	1,05	1	1,05	0,51			

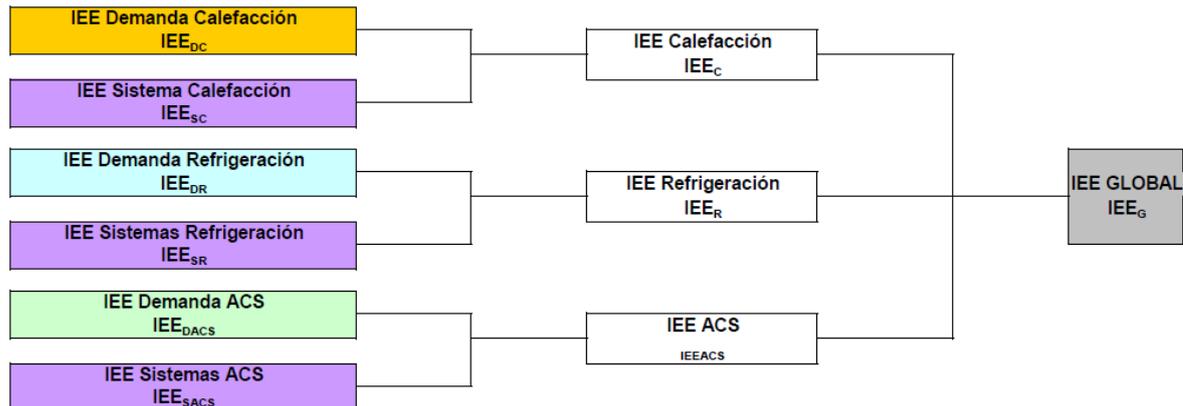
Ilustración 16. Ficha para el cálculo del IEE de los sistemas del método Ce2.



F_G	FICHA PARA EL CALCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA GLOBAL IEE_G	Zona Invierno	B
		Zona Verano	3
		Tipología	Unifamiliar

PROYECTO	
UBICACIÓN	

SITUACION EN EL ESQUEMA GENERAL



CALCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA GLOBAL IEE_G

	IEE Demanda	IEE Sistemas	IEE	Coefficientes de Reparto	
Calefacción	IEE_{DC} = 0,92	IEE_{SC} = 0,64	IEE_C = 0,59	0,57	0,34
Refrigeración	IEE_{DR} = 0,51	IEE_{SR} = 2,00	IEE_R = 1,02	0,26	0,27
ACS	IEE_{DACS} = 1	IEE_{SACS} = 0,51	IEE_{ACS} = 0,51	0,17	0,09
IEE Global Σ					0,69

CALIFICACION ENERGÉTICA

Indicador de Eficiencia Energética Global	Valor	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA
IEE_G	0,69	C

A	IEE <	0,29
B	0,29	0,55
C	0,55	0,93
D	0,93	1,49
E	1,49	--

Ilustración 17. Ficha para el cálculo del IEE global del método Ce2.

Finalmente se ve cómo, utilizando otro método para la calificación en el que se tienen en cuenta más parámetros que en el anterior, la misma vivienda alcanza una calificación C, dos letras por encima de la calificación E obtenida mediante la opción simplificada.



CAPÍTULO 4. LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA.

Anteriormente en este documento se ha expuesto el gran potencial de ahorro de energía existente en el sector edificación. Por este motivo se han aprobado algunas normativas orientadas a la reducción de dicho consumo, fundamentalmente orientadas a la obra nueva, pero cuyos requisitos son también de aplicación en los casos de rehabilitación.

Con el objetivo de estudiar el comportamiento de los edificios existentes y el potencial de ahorro de las medidas de mejora energética de las actuaciones de rehabilitación, el Institut Cerdà ha llevado a cabo el Proyecto Rehenergía, cuyos principales resultados sobre el ahorro energético son los siguientes:

- La aplicación de medidas de rehabilitación energética en viviendas puede suponer ahorros entre el 5 y el 20% en el consumo de energía.
- Disminuciones entre el 10 y el 30% en las emisiones de CO₂, por edificio.
- Ahorros anuales en la facturas de energía entre 500 y 2000 euros por vivienda.



En el capítulo 1 de este documento se han expuesto los principales parámetros que influyen en las necesidades energéticas de un edificio, siendo el principal el uso y los usuarios. Además influyen otros factores como:

- La zona climática y la orientación
- La forma y el volumen de la edificación
- La sección constructiva de fachadas y cubiertas
- El tipo de instalaciones y equipos
- Fuentes de energía disponibles

Estos son, por tanto, los factores a tener en cuenta para obra nueva. Sin embargo, las actuaciones de rehabilitación en **edificios existentes** estarán limitadas a la aplicación de mejoras relativas a la calidad de la **envolvente térmica** del edificio y sus **instalaciones**:

- Mejora de las partes opacas y huecos en fachadas y cubierta.
- Implantación de equipos con mejores rendimientos y menor consumo.
- Cambio de combustible: diversificación de fuentes y orientación a combustibles menos contaminantes.
- Implantación de energías renovables en el sector doméstico, principalmente la energía solar térmica para ACS.

4.1. Patologías higrotérmicas: condensaciones superficiales e intersticiales.

Además del ahorro energético que supone una rehabilitación energética, existen otros aspectos en los que se producen grandes mejoras. Las condensaciones, que producen una presencia indeseada de agua en los cerramientos al condensarse el vapor de agua, son una patología bastante habitual que surge a causa de un aislamiento insuficiente, una mala resolución de los puentes térmicos, o por condiciones de confort interior deficientes, como son la mala ventilación, o los sistemas de climatización utilizados



de manera incorrecta (horarios irregulares, desequilibrios térmicos entre estancias...). Atendiendo a la causa que las origina, los problemas que conllevan, y las posibles soluciones, las condensaciones se pueden clasificar en superficiales e intersticiales.

Las condensaciones se producen debido a la conjunción de dos parámetros del aire ambiente que son la temperatura ambiente interior y la humedad relativa. La condensación se produce cuando el vapor de agua contenido en el aire entra en contacto con una superficie que se encuentra por debajo de la temperatura del punto de rocío; sobre esa superficie se va a ir depositando parte del agua que contiene ese aire.

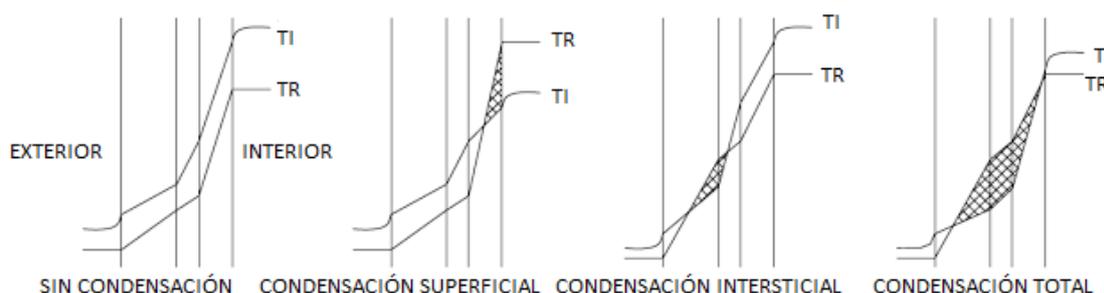


Ilustración 18. Condensaciones superficiales e intersticiales. Fuente: todoedificación.blogspot, 2011.

Las **condensaciones superficiales** son aquellas manifestaciones de humedad que se producen en las caras interiores de los cerramientos debido a un aislamiento deficiente, que provoca un enfriamiento local de la zona haciendo que el aire en contacto con la cara interior del muro se enfríe de una manera brusca por debajo de la temperatura de rocío. Ello provoca la aparición de gotas de agua que pueden acabar produciendo con el tiempo manchas de moho en función del grado de absorción del material donde se manifiesten (sobre alicatados y vidrios micro-gotas de agua, y sobre enfoscados o enlucidos humedecimiento y posterior aparición de manchas mohosas).



Para mejorar y **evitar las condensaciones superficiales** interiores, sobre todo en la rehabilitación de los edificios, se deben realizar actuaciones que minimicen o anulen las condiciones que favorecen la bajada de temperatura local en algunas zonas de las paredes interiores. El objetivo es conseguir que la temperatura de la cara interior del cerramiento no alcance la temperatura de rocío.

Una opción es el mantenimiento de una temperatura ambiental interior elevada, pero se trata de una condición costosa de mantener, ya que se deberá mantener la temperatura por medio de equipo de calefacción.

La otra opción, más económica en el tiempo, es aislar el paramento, y evitar que las bajas temperaturas exteriores se transmitan hacia el interior del mismo, manteniendo una temperatura más elevada en el interior del cerramiento (por encima de la temperatura de rocío).

Para ello la mejor opción es la instalación de un sistema de aislamiento térmico por el exterior, ya que es la única manera de incluir dentro del mismo los puentes térmicos.

La instalación de un sistema de aislamiento térmico exterior reduce además la aparición de las **condensaciones intersticiales**, condensaciones que se producen por las mismas condiciones que las superficiales, pero que se ubican en el interior del cerramiento, y por tanto son difíciles de detectar, y además son tanto o más perjudiciales que las superficiales.

El resultado de estas condensaciones intersticiales es la humectación de la capa de aislamiento, reduciendo paulatinamente su capacidad aislante.

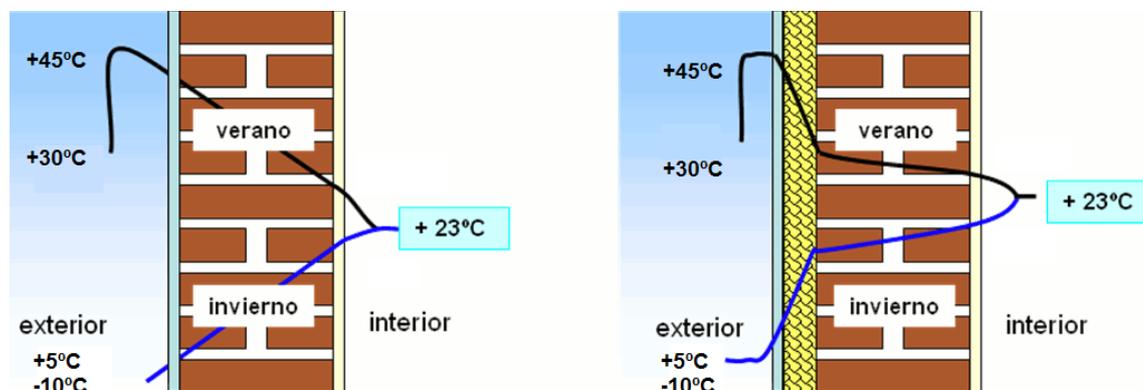


Ilustración 19. Curva de temperaturas con y sin aislante exterior. Fuente: construpedia, 2012.

4.2. Actuaciones sobre la envolvente térmica.

Las actuaciones de rehabilitación de fachadas suelen llevarse a cabo por motivos estéticos, sin embargo, una vez decidida la acción, existen una serie de medidas de aislamiento que conllevan importantes beneficios para los usuarios a un coste reducido. En este apartado se describen algunas de las medidas más habituales llevadas a cabo con criterios de eficiencia energética.

A) REHABILITACIÓN TÉRMICA DE FACHADAS.

Se divide en tres tipos, en función de la posición del aislamiento térmico respecto al soporte.

● Aislamiento por el exterior.

La acometida de una intervención para aislar térmicamente el edificio exteriormente presenta las siguientes **particularidades**:

- La intervención supone la mínima interferencia para los usuarios.
- No supone una reducción de la superficie útil de las viviendas.



- Se corrigen fácilmente los puentes térmicos, evitando la aparición de paredes frías y condensaciones.
- El muro soporte se encontrará también aislado, por tanto se aprovechará toda su inercia térmica (capacidad para mantener su temperatura). Por este motivo, es especialmente conveniente cuando se trate de una edificación de ocupación permanente, ya que se reducirán los consumos de combustible para la climatización.
- Normalmente, este tipo de actuación afectará a la totalidad del inmueble, por consiguiente será necesario el acuerdo expreso de la Comunidad de Vecinos.

Algunas de los **materiales y soluciones más utilizados** son los siguientes:

- -Aislamiento térmico de poliestireno expandido (EPS).
- -Fachada ventilada con lana mineral.
- -Con planchas de poliestireno extruido.
- -Con espuma de poliuretano proyectado.

● **Aislamiento por el interior.**

La rehabilitación térmica de fachadas por el interior **se recomienda**, especialmente, **en los siguientes casos**:

- Cuando no se considere modificar el aspecto interior del edificio, con lo que no se realizará ningún gasto en elementos auxiliares, como andamios.
- Durante la realización de otros trabajos en el interior (suelos, ventanas...)
- Siempre que el ahorro energético y el beneficio económico compensen la pérdida de espacio útil.
- Cuando no se trate de una vivienda de ocupación permanente, ya que con un aislamiento interior se consigue climatizar la vivienda con mayor efectividad y rapidez.



En este tipo de intervenciones hay que prestar especial atención a la resolución de puentes térmicos, ya que el muro de fachada se encontrará relativamente frío y, por tanto, cualquier lugar donde se interrumpa el aislamiento estará frío, por debajo de la temperatura de rocío del ambiente interior, con muchas probabilidades de formación de condensaciones y moho.

Algunas de las **ventajas** que presenta son las siguientes:

- Se pueden efectuar intervenciones en una sola vivienda o local.
- Permite corregir defectos en los muros de fábrica en cuanto a planimetría, desplome...
- No siempre supone una reducción del espacio útil, ya que se puede aprovechar para demoler el tabique interior del muro que cobija la cámara de aire (8-10 cm), sustituyéndolo por un aislamiento con incorporación directa del acabado interior (5-7cm)
- Se trata de una obra menor, por lo que no se requerirá en principio, el acuerdo de la Comunidad de Vecinos.
- Es aplicable a cualquier tipo de fachada.

Las **soluciones más habituales** son:

- -Con poliestireno expandido (EPS).
 - -Trasdosados autoportantes de placas de yeso laminado sobre perfiles. metálicos y aislamiento de lana mineral.
 - -Con planchas aislantes de poliestireno extruido (XPS).
 - -Con espuma de poliuretano proyectado (PUR).
- **Inyección en cámaras con espuma de poliuretano.**

Esta medida se adoptará principalmente cuando quede descartada cualquier intervención por el exterior y no se quiera reducir la superficie útil. Requiere una



especial atención, tanto por la valoración de su idoneidad como por su ejecución. Como principal ventaja, aporta rigidez a la fachada.

Se realiza en muros de doble hoja con cámara de aire accesible (bien desde el interior o desde el exterior). Las técnicas de inyección de los diversos productos aislantes están muy desarrolladas y exigen diferentes controles durante su ejecución:

- Revisión de las paredes (exterior e interior) por si existen grietas, defectos en las juntas o humedades que puedan reducir su resistencia durante la inyección del aislante. Exigen la detección de sus causas y su correcta reparación.
- Comprobar la continuidad de la cámara y la existencia de un espesor mínimo de relleno.
- Comprobar la existencia de cableados interiores a las cámaras.

Recomendaciones de la puesta en obra:

Las inyecciones se realizarán a través de pequeños taladros espaciados, como máximo 50 cm entre sí, sin que se sitúen sobre la misma vertical. La inyección debe comenzar por los taladros situados en la parte inferior, llenando la cámara de abajo hacia arriba lentamente ya que el material específico para estos casos, de baja densidad, en expansión libre y con un periodo de espumación lento debe saturar el volumen de la cámara sin crear tensiones excesivas en las fábricas colaterales ya que éstas se pueden llegar a fisurar.

B) REHABILITACIÓN DE CUBIERTAS.

La cubierta de una edificación es el elemento más expuesto a los agentes externos, tanto climatológicos como del propio uso, y por tanto el más sensible, por lo que son habituales las actuaciones para reparación de goteras, humedades y desperfectos, aunque raras se aplican criterios térmicos o de ahorro de energía, cuyos beneficios son notorios.



En este apartado se describen algunas de las soluciones empleadas más habitualmente en la rehabilitación térmica de fachadas, en dos grandes grupos según la posición del aislante.

- Aislamiento térmico por el exterior.

Las **ventajas** de intervenir por encima de la azotea son las siguientes:

- No supone ninguna interferencia para los usuarios.
- No se reduce la altura libre del último piso.
- -Al igual que sucede con los muros de fachadas, al aislar la cubierta por el exterior, ésta se mantendrá básicamente caliente. Es decir, aunque se interrumpa el aislante, la temperatura de la cubierta en general quedará por encima de la temperatura de rocío interior, evitándose las condensaciones. Ídem respecto a la inercia térmica, por tanto es conveniente en edificaciones de ocupación permanente.

Las **principales intervenciones** se enumeran a continuación:

- Rehabilitación de cubierta plana con poliestireno expandido.
- Rehabilitación de cubierta plana con espuma de poliuretano.
- Rehabilitación de azoteas invertidas no transitables con poliestireno extruido.
- En cubiertas inclinadas generalmente se utiliza la espuma de poliuretano proyectada.

- Aislamiento térmico por el interior.

Emplear un sistema de aislamiento por el interior es recomendable en los siguientes casos:

- Cuando no es necesario efectuar trabajos de impermeabilización o modificación de la cubierta.



- En el caso de edificios que formen parte del patrimonio histórico-artístico.
- Para viviendas que no son de ocupación permanente, por los mismos motivos expuestos anteriormente.
- Por otro lado, permite mejoras estéticas en el interior de edificio, conformando una superficie plana y lisa y se evita el levantamiento de la cubrición exterior y la impermeabilización.

Este tipo de rehabilitación se suele llevar a cabo mediante los siguientes sistemas:

- con revestimientos autoportantes de placas de yeso laminado y aislamiento de lana mineral.
 - con planchas aislantes de poliestireno extruido para revestir con yeso.
- Impermeabilización de cubiertas.

En la construcción, uno de los puntos más importantes a tener en cuenta siempre es la impermeabilización ya que de ella depende la vida útil de otros elementos constructivos. Normalmente, la impermeabilización no supone más del 2% del coste total de un edificio, y sin embargo, el mayor gasto destinado a la reparación de edificios suele deberse generalmente a una mala impermeabilización.

Entre las cualidades que debe reunir una buena impermeabilización, además de obviamente proporcionar estanqueidad, destacan las siguientes:

- ✓ Resistencia a atmósferas agresivas, en algunos casos.
- ✓ Resistencia al envejecimiento.
- ✓ Resistencia a la fisuración del soporte.
- ✓ Resistencia a los rayos ultravioleta.
- ✓ Resistencia a las algas y a la putrefacción.
- ✓ Resistencia a las raíces.
- ✓ Aislamiento térmico.



✓ Producción de energía fotovoltaica.

Por ello, es importante definir bien los distintos elementos o capas que componen la impermeabilización, teniendo en cuenta la compatibilidad entre ellas, además de especificar correctamente su ubicación y las directrices para su correcta aplicación.

Los sistemas de impermeabilización de cubiertas se pueden dividir en cuatro grupos:

- Cubiertas con protección pesada:

Es un sistema para cubiertas planas, tanto de nueva construcción como para rehabilitación de cubiertas existentes, que se puede utilizar siempre y cuando los elementos de la estructura sobre los que descarga la protección sean capaces de soportar las cargas que supone.

Una variante de este tipo de sistema de impermeabilización es la **cubierta invertida**.

- Cubiertas con fijación mecánica:

Este sistema se emplea en cubiertas ligeras, planas o inclinadas, en edificios industriales, pabellones deportivos, etc, y en edificios de grandes luces en general. El sistema debe ser estructurado y calculado previamente para obtener la máxima seguridad y confianza en su diseño.

- Cubiertas con sistema adherido:

Es un sistema ligero que transmite poca carga al soporte, requiriendo únicamente, que todos los componentes estén correctamente adheridos a la estructura del soporte.

- Cubiertas ajardinadas:

Sistema destinado únicamente a cubiertas planas, son altamente estéticas y especialmente indicadas para la creación de espacios verdes en zonas residenciales. También se conocen como cubiertas verdes, vegetales o ecológicas.



Ilustración 20. Sección tipo de cubierta ajardinada. Fuente: [arquitecturamexico.wordpress](http://arquitecturamexico.wordpress.com), 2010.

C) DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS.

C.1 AISLAMIENTO TÉRMICO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS).

El poliestireno expandido (EPS) es un material plástico espumado, derivado del poliestireno. Por su versatilidad y facilidad de conformado, además de sus excelentes cualidades y propiedades, el poliestireno expandido presenta un amplio abanico de aplicaciones.

En el sector de la construcción es conocido como Corcho Blanco o Techopan y se utiliza como material de aligeramiento y aislamiento térmico. Puede tener gran variedad de espesores, con densidades que oscilan los 10 y 25 kg/m³ y una conductividad térmica entre 0,06 y 0,03 W/m²C.

El poliestireno expandido comparte muchas características con el poliestireno extruido, pues su composición química es idéntica: aproximadamente un 95% de poliestireno y un 5% de gas. La diferencia radica únicamente en el proceso de conformación; pero es una diferencia crucial, ya que el extrusionado produce una estructura de burbuja cerrada, lo que convierte al **poliestireno extrusionado en el único**



aislante térmico capaz de mojarse sin perder sus propiedades. Las diferencias entre el extruido y expandido son:

- El EPS es menos denso
- El EPS no va machihembrado
- El EPS, al tener el poro abierto, absorbe la humedad
- Presenta una menor resistencia mecánica.

Por lo tanto el extruido es más utilizado en aislamiento de cubiertas y suelos mientras que el expandido se utiliza más habitualmente para tabiques o para fachadas.

❖ **Sistema de aislamiento térmico con poliestireno expandido por el exterior.**

Tal y como se puede ver en la ilustración 27, este tipo de sistema constructivo está constituido por los siguientes elementos:

- Aislamiento (EPS)
- Mortero adhesivo y/o fijaciones mecánicas (espigas)
- Perfiles metálicos o plásticos para el replanteo del sistema y los encuentros con los huecos de la fachada (ventanas, puertas) y los remates superior e inferior.
- Revestimiento base o imprimación
- Mallas de refuerzo
- Revestimiento de acabado

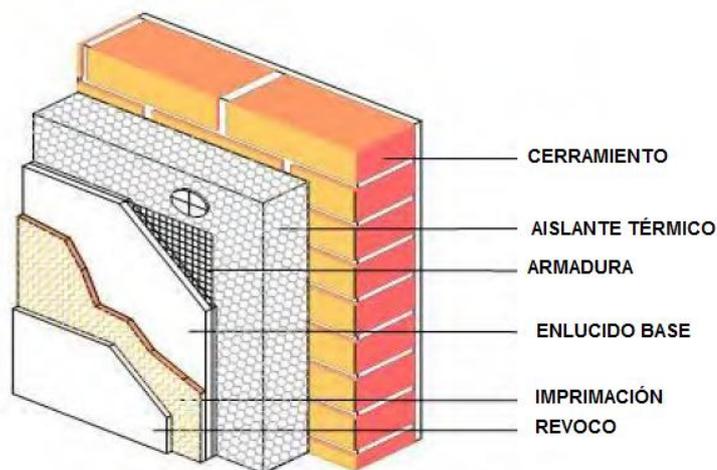


Ilustración 21. Esquema básico de aislamiento por el exterior con EPS. Fuente: IDAE, 2010.

Ventajas de los sistemas de aislamiento con EPS por el exterior bajo revoco:

- Protege el cerramiento de fábrica del edificio.
- Mejora la eficiencia energética del edificio.
- Asegura un índice robusto de eficiencia energética.
- Reduce el efecto de los puentes térmicos, minimiza el riesgo de condensaciones intersticiales y las pérdidas de calor.
- Reduce la sollicitación térmica de la estructura.
- Transfiere el punto potencial de condensación fuera de la estructura del edificio.
- Optimiza el uso de la inercia térmica, limitando las fluctuaciones de la temperatura interior del edificio.
- Puede contribuir a aislamiento acústico de la fachada en caso de renovación integral (incluye ventanas).



- Sistemas disponibles en diversos acabados.
- Relativamente fácil y rápido de instalar.
- Sistema fácil de controlar durante la ejecución ya que el espesor de aislamiento queda visible.
- Sistemas e instalaciones fácilmente certificables y asegurables.

Ventajas particulares en caso de rehabilitación:

- Proporciona más mejoras al edificio que otros sistemas
- Renueva el aspecto de la fachada
- Corrige grietas y fisuras soporte evitando posibles filtraciones
- Tiene bajos costes de mantenimiento
- Aumenta la vida útil del edificio
- Aumenta el valor de la propiedad
- Se puede instalar en recintos ocupados
- Se pueden instalar grandes espesores que optimicen la intervención
- Acompañado de condiciones de ventilación, contribuye a la eliminación de problemas de salubridad interior como humedades y condensaciones.

Detalles críticos del sistema.

Cuando se usa este sistema en rehabilitación, hay ciertos detalles críticos, a los que hay que prestar especial importancia:

- Las **fijaciones** al soporte: se debe tener en cuenta el tipo de sustrato así como su resistencia mecánica y la degradación sufrida con el tiempo.



- Se debe **evitar la corrosión de los sistemas de fijación** y los posibles movimientos del sistema completo. Si es necesario se reparará previamente el soporte en las zonas con huecos o de baja adherencia.
- Los **puentes térmicos**: especialmente en los contornos de ventanas, puertas y balcones.
- **Juntas de dilatación**: además de las juntas propias del sistema de revestimiento (especificadas por cada fabricante), se deben respetar las juntas de dilatación estructural del edificio existente.
- Estudio en profundidad de los **encuentros con las instalaciones existentes**.

❖ **Aislamiento de poliestireno expandido por el interior.**

En este sistema se fijan los paneles aislantes (con adhesivos o fijaciones mecánicas) sobre la cara interior de la fachada y, a continuación, se coloca el revestimiento, que puede ser un enlucido de yeso o placa de yeso laminado. La ventaja de utilizar un complejo de aislamiento y placa de yeso laminado es su baja conductividad térmica (0.030-0.032 W/m.k), que aportan gran aislamiento con poco espesor y por tanto, se reduce menos el espacio útil.

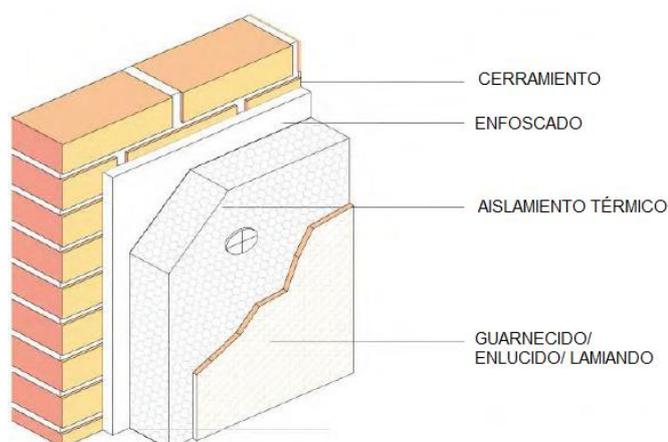


Ilustración 22. Esquema básico de aislamiento con EPS por el interior. Fuente: IDAE, 2010



C.2- AISLAMIENTO CON PLANCHAS AISLANTES DE POLIESTIRENO EXTRUIDO (XPS)

El Poliestireno Extruido (XPS), es un aislante duradero, resistente al agua, de elevadas prestaciones mecánicas y no se pudre. Este material, que era conocido como Styrodur por ser de las primeras marcas que se introdujo, posee una conductividad térmica típica entre 0,033 W/mK y 0,036 W/mK, presenta una baja absorción de agua, unas prestaciones mecánicas muy altas (entre 200 kPa y 700 kPa) y una densidad en torno a los 33kg/m³.

El aislamiento térmico reduce la oscilación térmica del día y la noche, lo que conlleva la reducción de fatiga a la que los materiales están sometidos debido a las dilataciones y contracciones, especialmente la impermeabilización. Además la colocación sin adhesión y en seco de las capas de aislamiento facilita el acceso a la misma para los trabajos de reparación y mantenimiento. Al llevar a cabo una rehabilitación con planchas de poliestireno extruido, tanto por el exterior como por el interior, hay que tener en cuenta que las planchas no pueden quedar expuestas, deberá siempre aplicarse un acabado final, ya sea con planchas de yeso laminado, enlucidos...

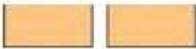
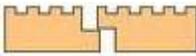
Existen varias opciones en el Poliestireno extruido atendiendo a:

- **Espesores:** desde 30 mm. a 100 mm, a mayor espesor mayor capacidad de aislamiento térmico.
- **Superficie:** Lisa, Acanalada (ideal para la instalación de tejas), sin piel (excelente adherencia de revoco para aislamiento exterior).



- **Al Acabado lateral:**



- Recto 
- Machihembrado en L (recomendado en cubiertas) 
- Machihembrado en el centro (recomendado en cerramientos laterales).
El machihembrado de los paneles permite garantizar la continuidad del aislamiento. 

❖ Para cubiertas planas invertidas

Poliestireno extruido machihembrado en L se sirve en planchas de 1,25 metros de largo por 0,60 m de ancho y en espesor de 30/40/50/60/70/80/100 mm.

Uso recomendado para cubiertas planas tanto en edificaciones residenciales como industriales.

En cubiertas transitables la disposición sería: soporte base, formación de pendientes, soporte base de mortero, capa de imprimación (en puntos singulares y perímetro), una capa separadora (velo de vidrio), una o varias láminas impermeabilizantes (asfálticas, PVC, TPO...), capa separadora (geotextil), aislante térmico (Poliestireno extruido), capa antipunzonante (Geotextil), capa final de acabado (cerámica, piedra natural, hormigón...).



Ilustración 23. Esquema de instalación de aislamiento con XPS para cubierta invertida. Fuente: IDAE, 2010



Este modelo tiene una resistencia mecánica de 3kg/cm². En lo que se refiere a la resistencia térmica, para que cumpliera el código técnico en Murcia, deberíamos trabajar espesores superiores a 70mm.

❖ Para cubiertas inclinadas

Poliestireno extruido acanalado, machihembrado en L se sirve en planchas de 1,25 metros de largo por 0,60 metros de ancho y en espesor de 40/ 50/ 60/ 80 mm.

Ideal para aislamiento en cubiertas inclinadas bajo tejas. Una de las ventajas de este sistema es que, al poner el aislamiento por el exterior, permite dejar libre el espacio de la buhardilla, y que este se encuentre en unas condiciones térmicas de confort.

La baja absorción de agua del XPS y la resistencia al hielo-deshielo (característica crítica para evitar pérdidas de resistencia mecánica) lo hacen ideal en aquellas cubiertas donde el aislante se encuentra inmediatamente debajo de la teja.



Ilustración 24. Esquema de instalación de aislamiento con XPS para cubierta inclinada. Fuente: IDAE, 2010

La gran resistencia mecánica de este producto permite que las cargas de la cubierta (peso de tejas, nieve, presión/succión del viento, erosión,...) puedan apoyar directamente sobre el aislante, sin que este se deteriore.



❖ Para tabiquería, en aislamiento intermedio

En paredes de doble hoja de fábrica: Poliestireno Extruido (XPS NW E): Acanalado, machihembrado en E se sirve en planchas de 1,25 y 2,60 metros de largo por 0,60 metros de ancho y en espesores de 30/ 40/ 50/ 60 mm.

Estos productos ofrecen la posibilidad de longitudes hasta 2600mm instalándose de forma vertical, cubriendo con un solo panel toda la altura entre forjados. Para la fijación pueden utilizarse indistintamente sistema mecánicos (clavos de fijación especiales para aislamiento) o sistemas adheridos (bituminosos, cementos, colas,...).

Si el aislante se coloca directamente sobre la cara interior de la hoja exterior del cerramiento, debe rellenar la totalidad del espacio entre los muros, si no fuese así, este espacio debería rellenarse con material imputrescible.

El machihembrado lateral de los paneles permite obtener la continuidad del aislante.



Ilustración 25. Esquema de instalación de aislamiento intermedio con XPS en la tabiquería Fuente: IDAE, 2010

Las ventajas y recomendaciones de aplicación son las mismas que en cualquier rehabilitación llevada a cabo por el interior del edificio. Cabe resaltar que si se tratase de una intervención sencilla y de poca cuantía, podría ser llevada a cabo por el propio usuario, si bien no es recomendable ya que la resolución de puentes térmicos en estos casos es muy delicada.



El proceso de instalación de este tipo de aislamiento es el siguiente:

- Primero se pegarán, de abajo hacia arriba y con las juntas verticales a tresbolillo, las planchas de XPS al soporte. El adhesivo, que generalmente será cemento-cola, se aplicará en las planchas directamente o en el soporte, si su planeidad lo permite.
- Las planchas de XPS se presionan contra el soporte a base de pequeños golpes con ayuda de la llana o el fratás, controlando la planimetría de la superficie.
- En las uniones con carpinterías y otros encuentros es conveniente dejar las planchas de XPS separadas alrededor de 1 cm, interponiendo una banda de espuma flexible de plástico.
- En general, a las 24 horas del recibido de las planchas sobre el muro puede procederse al revestimiento de las mismas con yeso. Se procede entonces a la preparación habitual del guarnecido de yeso negro (Y-12), extendiendo una primera capa de unos milímetros de espesor para recibido de la malla de revoco, llevándose a cabo inmediatamente el recubrimiento de la misma hasta alcanzar un espesor mínimo de 15 mm. De este modo se podrá dar luego el enlucido de yeso blanco (Y-25).

❖ Para aislamiento exterior

Es el más utilizado en la rehabilitación: se utiliza poliestireno extruido acanalado, machihembrado en E, que está disponible en planchas de 1,25 metros de largo por 0,60 metros de ancho y en espesores de 30 y 40 mm.



Estos paneles se pueden fijar a la cara interna de la pared y luego aplicar sobre la superficie una capa ligera de mortero con malla de refuerzo, para acabar enluciendo con yeso.

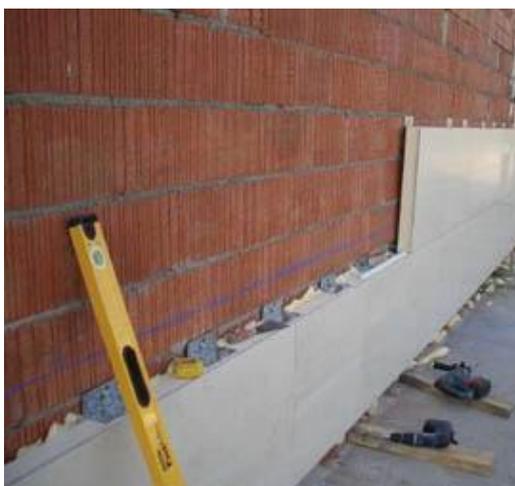


Ilustración 26. Esquema de instalación de aislamiento por el exterior de fachada con XPS

También permite el aislamiento de los puentes térmicos causados por los encuentros del cerramiento con elementos estructurales, como los frentes de forjado y los pilares embebidos en la fachada. Se recortan las placas en bandas de anchura igual al elemento que constituye el puente térmico (frente de forjado o pilar), y una vez que se ejecuta el revestimiento de la fachada se refuerza mediante una malla.

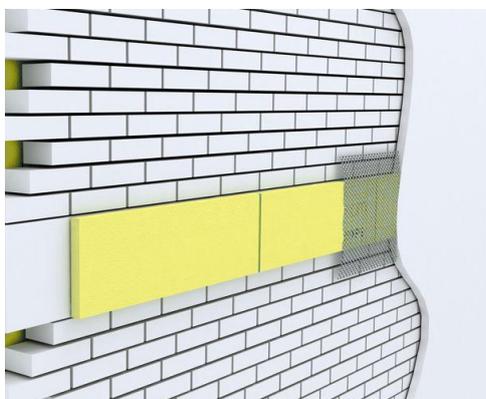


Ilustración 27: Detalle de instalación XPS en el exterior de fachada
Fuente:<http://www.finnfoam.es/aplicaciones/muros-interiores-y-exteriores/>, 2012.



❖ Para el aislamiento térmico de suelos.

Poliestireno extruido liso, recto en planchas de 1,25 metros de largo por 0,60 m de ancho y en espesor de 30/ 40/ 50 mm.

Permite aislar viviendas de locales (garajes, almacenes, etc.) y evitan el robo de energía entre viviendas. Especialmente empleado en aislamiento térmico bajo pavimento en suelos radiantes. El mecanizado recto de los paneles permiten una instalación sencilla sobre el forjado y sobre el aislamiento iría el pavimento.

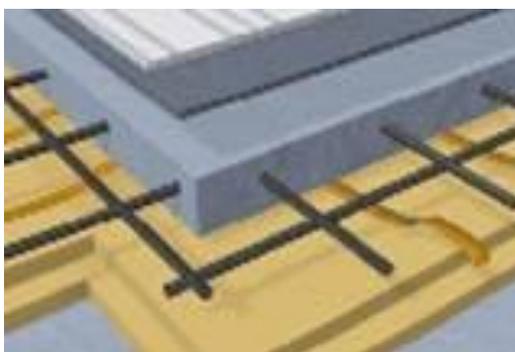


Ilustración 28. Esquema de instalación de aislamiento con XPS en forjado. Fuente IDAE 2010

C.3 SOLUCIONES EMPLEADAS HABITUALMENTE CON LANA MINERAL.

La lana mineral es un material flexible, de fibras inorgánicas, constituido por un entrelazado de filamentos de materiales pétreos que forman un fieltro que contiene y mantiene el aire en estado inmóvil. Esta estructura permite conseguir productos muy ligeros con alto nivel de protección y aislamiento térmico, acústico y contra el fuego.

Es un producto natural compuesto básicamente con arena silíceo para la lana de vidrio, y con roca basáltica para la lana de roca. Tiene un amplio uso y es un producto reconocido como buen aislante térmico y acústico. Puede encontrarse en cubiertas, forjados, fachadas, suelos, falsos techos, tabiques divisorios, conductos de aire acondicionado, protección de estructuras, puertas, mamparas y cerramientos exteriores.



- **Lana de roca.**

Los paneles de lana de roca están compuestos en un 98 % de roca de origen volcánico (basalto) y un 2% de ligante orgánico, no retienen el agua, poseen una estructura no capilar, además de ofrecer una fuerte permeabilidad al vapor de agua y además, gracias a su disposición multidireccional, aporta a los elementos constructivos una notable capacidad de aumentar el nivel de aislamiento acústico.

La lana de roca también se puede proyectar en un mortero compuesto de lana de roca y cemento blanco, concebido como aislamiento térmico proyectado, sin puentes térmicos, incombustible y de una gran rapidez de aplicación. Concebido con una alta resistencia mecánica, además de sus cualidades como protección al fuego, aporta una excelente absorción acústica. Este producto no es tóxico, no contiene yeso, ni escayola, tampoco contiene cal ni emite gases tóxicos. Material imputrescible.

Se aplica por proyección mediante máquina neumática directamente sobre el soporte a proteger, con temperatura ambiente entre 3º y 50º, sin ningún tipo de operación previa y en espesores de hasta 70mm, sin ningún tipo de refuerzo, para espesores superiores se debe colocar una malla metálica.



Ilustración 29. Proyectado de lana mineral en el interior de la edificación.



- **Lana de vidrio.**

Es un producto de origen natural, mineral, inorgánico, compuesto por un entrelazado de filamentos de vidrio aglutinados mediante una resina ignífuga. Los paneles de lana de vidrio están compuestos principalmente por arena de sílice y carbonato de calcio y de magnesio que le confiere resistencia a la humedad. Se obtiene por un proceso similar a la lana de roca.



Ilustración 30. Rollo de lana de roca. Fuente: URSA.

- ❖ **Rehabilitación por el exterior mediante fachada ventilada con lana mineral.**

Se aplica el aislamiento de lana mineral (lana de vidrio o lana de roca) por la parte externa del soporte, y una protección formada normalmente por una lámina ligera externa, separando ambos materiales por una cámara en la que circula el aire por convección. La hoja de protección se fija al soporte mediante sub-estructuras diseñadas al efecto. En principio, este sistema se puede utilizar sobre cualquier tipo de muro soporte.

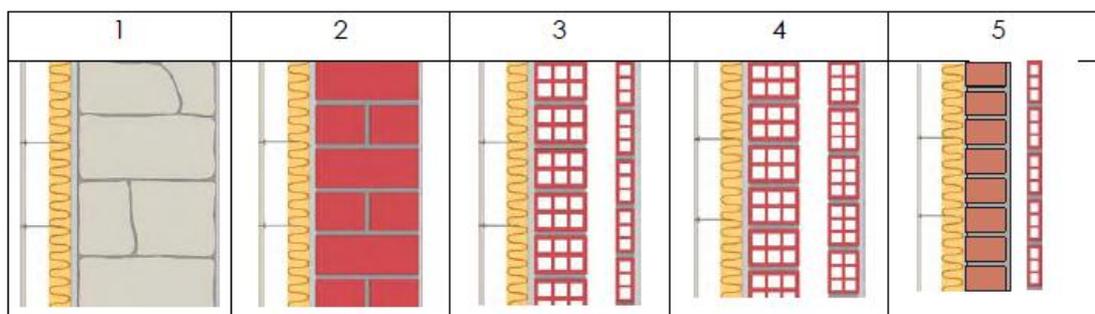


Ilustración 31. Detalles de colocación de lana mineral en diferentes tipos de cerramientos. Fuente: IDAE



Las ventajas de este sistema son las siguientes:

- Reduce el consumo energético del edificio en verano al reducir el factor solar del cerramiento.
- Se mejora el aislamiento acústico del sistema de cerramiento.
- Es un sistema de construcción "seco". El proceso de instalación es rápido y sin tiempos de espera para secado de morteros o yesos.
- Posibilita el cambio de aspecto de la fachada del edificio “rejuveneciendo” su aspecto y contribuyendo a la mejora del entorno.
- La solución es “desmontable” y por lo tanto susceptible de rehabilitarse en diversas ocasiones.
- Los materiales empleados son desmontables y reciclables / reutilizables.
- Es aplicable a cualquier tipo de fachada.
- No precisa de preparaciones previas de la superficie externa del muro (decapados, saneados, etc).
- Permite alojar opcionalmente instalaciones entre la cámara y el aislante.
- La cámara de aire ventilada exterior protege al aislante y muro soporte de las inclemencias exteriores (agua, sol, viento,...).

Como limitación a este sistema, cabe destacar que la fachada incrementa su espesor hacia el exterior entre 10 y 20 cm para los acabados ligeros normalmente utilizados, pudiendo llegar a los 30 cm en el caso de revestimientos pétreos naturales.



❖ **Aislamiento por el interior: trasdosados autoportantes de placas de yeso laminado sobre perfiles metálicos y aislamiento de lana mineral.**

Este sistema está formado por placas de yeso laminado fijadas sobre perfiles metálicos independientes del muro portante, con relleno del espacio intermedio mediante paneles semirrígidos de lana de vidrio o de roca, suministrados en paneles independientes o de panel enrollado. Ya que el trasdosado es autoportante y no utiliza el muro como soporte, se puede emplear este sistema en cualquier tipo de muro, sin requerimientos especiales.

La principal ventaja, además de las mencionadas anteriormente es que no se requiere desalojar el edificio para su instalación. Además, permite la práctica eliminación de los puentes térmicos superficiales integrados en la fachada.

Por el contrario, no resuelve los puentes térmicos lineales de contorno (frentes de forjado, intersección de muros de fábrica...) como se puede ver en la ilustración adjunta.

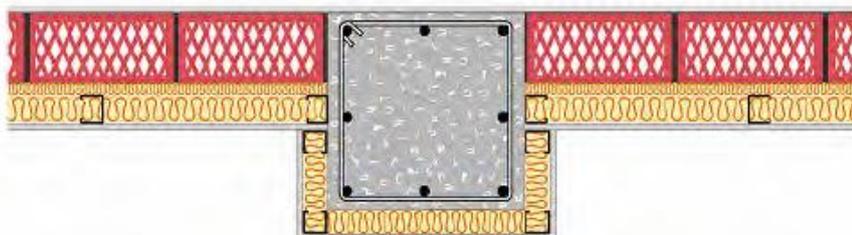


Ilustración 32 Detalle constructivo de la intersección de pilares en fachada. Fuente: IDAE.

Proceso de instalación, en este caso será:

- Reparación del soporte si presenta defectos importantes de estanqueidad, grietas, mohos, etc.
- Se colocan los canales metálicos en las partes baja y alta del muro intercalando entre ellos una junta estanca, así como en el suelo y el techo.



- Los montantes se alojan por simple presión, sin atornillado o remachado. Es conveniente que no exista contacto entre los perfiles metálicos y el muro soporte, si fuera necesario podría colocarse una capa de aislante entre ellos.
- Se coloca el aislante entre los montantes, rellenando toda la cavidad y retenido por las alas de los mismos.
- Se colocan las instalaciones si fuera necesario. La elasticidad del aislante permite su paso sin necesidad de efectuar rozas y debilitar el aislamiento.
- Se colocan las placas de yeso mediante atornillado a los montantes.



Ilustración 33. Aislamiento con lana mineral por el interior. Fuente: Grupo UNAMACOR.

C.4- CON ESPUMA DE POLIURETANO PROYECTADO (PUR).

El poliuretano es un producto cuya composición básica es el petróleo y el azúcar, permite la formación de una espuma rígida ligera con más del 90 % de las celdas cerradas y con buen coeficiente de conductividad térmica (muy aislante).

Como características de este producto está la rigidez estructural, la gran adherencia sobre cualquier superficie, amortigua vibraciones, no absorbe humedad ambiental y la relación precio-capacidad aislante es muy buena.



Ha sido el producto más empleado como aislamiento en los últimos años, si bien está sufriendo un descenso en su utilización debido principalmente al alto grado de combustión del mismo que hace que se esté sustituyendo por otros productos como las lanas minerales que, teniendo una capacidad de aislamiento similar, son ignífugas.

❖ **Rehabilitación de fachadas medianeras y fachadas por el exterior con espuma de poliuretano.**

Las fachadas medianeras forman parte de la envolvente del edificio y por tanto, como cualquier otra, deben ser aisladas. La espuma de poliuretano se usa especialmente en fachadas que quedan al descubierto tras la demolición de un edificio colindante, ya que se consigue una buena rehabilitación de dicha fachada, aportando sellado, impermeabilidad, consistencia y aislamiento térmico.

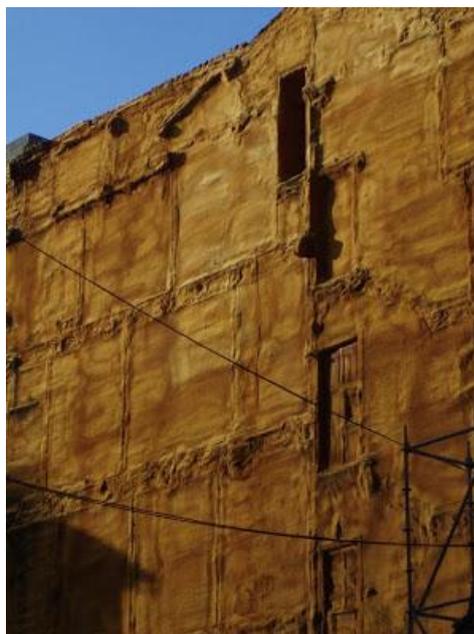


Ilustración 34. Fachada medianera revestida con espuma de poliuretano.

Algunas de las características de las espumas de Poliuretano son:

- Gran capacidad de aislamiento.
- Impermeabilidad.



- Buenas propiedades térmicas: gran resistencia a temperaturas extremas.
- Paneles ajustables a cualquier necesidad: pueden ser cortados, perforados, pintados, pulidos y pegados con precisión.
- Peso reducido.
- Ausencia de goteo en caso de incendio.

Con el fin de que la espuma no se degrade, se deberá proteger mediante pintura o un elastómero de poliuretano, que además mejorará las prestaciones del conjunto. También es recomendable proteger contra las agresiones externas los 3,5 primeros metros desde la base, con un enfoscado o tabique de ladrillo.

Los requisitos mínimos de los materiales a emplear en este sistema son:

- Para el aislante:
 - ✓ Espesor mínimo de 30mm.
 - ✓ Densidad mínima de 35kg/m³.
- Para la protección:
 - ✓ Espesor de 1,5-3 mm.
 - ✓ Densidad de 1000kg/m³ con coloración.
- Descripción del sistema:

La espuma de poliuretano se suele usar, como se ha dicho anteriormente, para aislar medianeras y habitualmente para aislar fachadas ventiladas.

Se procede inicialmente a la limpieza y acondicionamiento de la fachada que debe soportar el sistema ventilado. Lo habitual es proyectar la espuma de poliuretano una vez se ha fijado el entramado metálico y, a continuación, colocar el revestimiento de la fachada, no siendo necesario en este caso proteger la espuma contra los rayos ultravioleta.



Ilustración 35. Disposición de elementos en fachada ventilada con espuma de poliuretano. Fuente: archiexpo.es.

❖ Rehabilitación de fachadas con espuma de poliuretano por el interior.

En el caso de llevar a cabo la intervención por el interior, las prestaciones de la espuma de poliuretano deben ser las mismas, aunque no será necesario proteger el aislante con pintura ni elastómero de poliuretano.

Este sistema no es recomendable en el caso de muros de una sola hoja, ya que al tener que realizar un trasdosado, se pierde gran cantidad del espacio útil. En cualquier caso, se puede realizar un trasdosado armado de placa de yeso laminado tras la proyección de la espuma de poliuretano, o un trasdosado directo con planchas de poliuretano y placa de yeso laminado.

En el caso de muros con cámara de aire, se puede realizar la demolición de la hoja interior de ladrillo y aprovechar el espacio disponible, y tratar de forma global los puentes térmicos (pilares, contornos de ventana, etc.)



Ilustración 36. Disposición de elementos para aislamiento por el interior con espuma de poliuretano. Fuente: five.es.

❖ **Rehabilitación de cubiertas planas e inclinadas con espuma de poliuretano proyectada por el exterior.**

* Descripción para cubiertas planas:

Antes de comenzar la proyección, es necesario retirar todo material que esté deteriorado y pueda producir un deterioro de la espuma:

- Telas asfálticas mal adheridas, que podrían producir el desprendimiento de la espuma.
- Baldosas o baldosines con roturas que podrían introducir tensiones en la espuma. En este caso, conviene retirarlos y realizar una capa de nivelación que, una vez seca, recibirá la espuma de poliuretano.
- En el caso de cubiertas de grava que presenten material tanto orgánico como inorgánico, es recomendable un cribado y lavado de la misma antes de depositarla de nuevo sobre la espuma de poliuretano.

Una vez reparada la cubierta en las zonas donde se requiera, se procede a proyectar espuma de poliuretano siguiendo las especificaciones oportunas y seguidamente se aplica



una capa de elastómero que protege al aislamiento de radiación UV e incrementa la impermeabilización de la cubierta.

Los elementos que componen esta solución constructiva son:

- Aislamiento: Espuma de poliuretano: capa de espesor mínimo de 30 mm. Densidad mínima aplicada de 45 kg/m³ en cubiertas para garantizar impermeabilidad.
- Protección: Elastómero de poliuretano: capa poliuretánica de espesor variable (1,5-3 mm), densidad 1000 kg/m³ con coloración. Aporta protección UV a la espuma del poliuretano e incrementa la impermeabilidad de la cubierta.

* Descripción para cubiertas inclinadas: proyección de espuma de poliuretano sobre teja.

El soporte inicial es la cubierta de teja original. Sobre la misma se realiza la proyección de espuma de poliuretano siguiendo las recomendaciones específicas para el tipo de soporte y posteriormente se proyecta el elastómero de poliuretano que protege al aislamiento de radiaciones UV e incrementa la impermeabilización de la cubierta. Esta forma de rehabilitar térmicamente una cubierta de teja es sin duda la más sencilla, económica y eficaz, porque no requiere en la práctica de tratamientos previos del soporte, ni de medios auxiliares especiales.

Los elementos del sistema serán los mismos que en las cubiertas planas.

En el caso de proyectar la *espuma bajo teja* en ningún caso se puede considerar esta solución constructiva como de impermeabilización de cubierta. La calidad de la teja debe quedar garantizada en el aspecto relativo a las tensiones que se producirán cuando se manifiesten ciclos de calentamiento-enfriamiento en las mismas, ya que la disipación térmica queda dificultada por el aislamiento del trasdós. La proyección debe llevarse a



efecto ejecutándola con un sentido de avance en la dirección de elevación de la cubierta, con el fin de que no penetre la fase líquida entre las tejas, ya que si ello ocurriera, la expansión de la espuma, produciría un desplazamiento entre las mismas. Una vez proyectadas así las primeras capas y comprobando que las tejas están unidas con la espuma, se cambiará el sentido de la proyección, para conseguir un sellado idóneo de las uniones. En este caso no será necesario proteger el aislante con pintura o elastómero, ya que la teja cumplirá esta función.

D) REHABILITACIÓN DE FACHADAS EN LA REGIÓN DE MURCIA. CONDICIONES GENERALES.

Una vez hecho un repaso de las posibles soluciones constructivas de la envolvente de un edificio, en este apartado se van a especificar las características que deberían cumplir los muros de fachada para cumplir las condiciones que marca la normativa actual, CTE DB-HE-1:Limitación de la demanda energética.

Se realizarán unas tablas resumen con las diferentes soluciones constructivas que se podrían utilizar en edificación pudiendo ver cuáles de ellas cumplen con la normativa anteriormente indicada y cuáles no, comparando el estado inicial de la fachada y su transmitancia energética con la obtenida una vez aplicada la solución. Para calcular dichos valores de transmitancia se ha utilizado el programa LIDER, programa oficial de cálculo reconocido por los organismos estatales.

Antes de presentar dichas tablas debemos de tener en cuenta cuales son las condiciones mínimas que deben cumplir la fachadas en la Región de Murcia, teniendo en cuenta las diferentes zonas climáticas que existen en ella.

Provincia	Capital	Altura de referencia (m)	Desnivel entre localidad y capital (m)				
			200-400	400-600	600-800	800-1000	>1000
Murcia	B3	3.00	C2	C1	D1	D1	E1

Tabla 5 Zonas climáticas de los municipios de la Región de Murcia (DB-HE1)



PARAMENTOS OPACOS		Umedio (W/m ² .K)	ZONA CLIMÁTICA REGIÓN DE MURCIA			
			B3	C1-C2	D1	E1
FACHADAS	Al exterior	$\frac{\sum(A \cdot U)}{\sum A}$	0.82	0.73	0.66	0.57
	A espacio no habitable					
	Pte. Térmico contorno hueco					
	Pte. Térmico pilar					
	Pte. Térmico capialzado					

Tabla 6 Valores límite de la transmitancia térmica en las zonas climáticas de la Región. (DB-HE1)

❖ **Tablas resumen con las transmitancias térmicas obtenidas para diferentes tipos de muros soportes en función del tipo, espesor y posición del aislante.**

Como se ha dicho anteriormente vamos a partir de los tipos de muro de fachada más utilizados en épocas pasadas en la construcción (figura 37), y a cada uno de ellos se propondrán soluciones constructivas que darán lugar a una nueva transmitancia térmica, obteniendo de esta manera una rehabilitación energética pasiva en la edificación.

En las tablas se presentará el muro soporte inicial , y el tipo de aislante propuesto con diferentes espesores, para ver hasta qué punto es necesario aumentar dicho espesor. Además se debe indicar la colocación de dicho aislante: interior o exterior. Se añadirá la imagen obtenida en LIDER para realizar el cálculo de la transmitancia para las soluciones propuestas así como los valores de transmitancia inicial y final. Todas aquellas transmitancias que cumplan con el Documento Básico HE-1, serán marcadas en verde.



Se proponen cuatro intervenciones de rehabilitación energética pasiva con: poliestireno expandido (EPS); poliestireno extruido (XPS); lana mineral y espuma de poliuretano proyectado.

- Muro soporte tipo 1: Cerramiento de mampostería.

TIPOLOGÍA DE MURO Nº1.			
	Disposición de elementos de exterior a interior	Espesor en cm	Transmitancia térmica sin rehabilitar (w/m^2k)
	Revoco de cal Piedra calcárea Enlucido de yeso	3.00 50.00 1.50	1.65
TIPO DE AISLANTE: Poliestireno expandido (EPS) de 0.037 W/mk.			
Posición del aislante: Exterior.	Espesor en cm.	Transmitancia térmica (w/m^2k)	Modificación de la transmitancia térmica (%)
	8	0.37	77.5%
	10	0.31	81.21%
	15	0.22	86.66%

Tabla 7. Transmitancia térmica de cerramiento de mampostería con EPS.

Con esta solución la rehabilitación en la fachada implica que con utilizar un espesor de 8 cm de aislante podemos cumplir en cualquier lugar de la Región, no compensando los costes de que dicho espesor sea mayor, ya que la transmitancia con los 8 cm ya es buena.



TIPOLOGÍA DE MURO Nº1			
	Disposición de elementos de exterior a interior	Espesor en cm	Transmitancia térmica sin rehabilitar (w/m ² k)
	Revoco de cal Piedra calcárea Enlucido de yeso	3.00 50.00 1.50	1.65
TIPO DE AISLANTE: Poliestireno extruido con dióxido de carbono CO ₂ de 0.038 W/mk.			
Posición del aislante: Interior.	Espesor en cm.	Transmitancia térmica (w/m ² k)	Modificación de la transmitancia térmica (%)
	3	0.72	56.36%
	5	0.52	68.48%
	8	0.37	77.57%
	10	0.31	81.21%

Tabla 8. Transmitancia térmica de cerramiento de mampostería con XPS.

A partir de los 5 cm de Poliestireno extruido se podría cumplir con la Normativa en cualquier lugar de la región.

Además, este tipo de aislante modifica la transmitancia térmica mejor que el poliestireno expandido, ya que tiene una inercia térmica mayor.



TIPOLOGÍA DE MURO Nº1			
	Disposición de elementos de exterior a interior	Espesor en cm	Transmitancia térmica sin rehabilitar (w/m ² k)
	Revoco de cal Piedra calcárea Enlucido de yeso	3.00 50.00 1.50	1.65
TIPO DE AISLANTE: lana mineral de 0.04W/mk.			
Posición del aislante: Interior.	Espesor en cm.	Transmitancia térmica (w/m ² k)	Modificación de la transmitancia térmica (%)
	3	0.77	53.33%
	5	0.56	60.60%
	8	0.40	75.75%
	10	0.33	80.00%

Tabla 9. Transmitancia térmica de cerramiento de mampostería con Lana Mineral.

Utilizando un aislante de lana mineral con un espesor de 3 cm, podría alcanzarse la transmitancia máxima permitida para muchos lugares de la Región de Murcia. Sin embargo, para municipios con una altitud mayor de 600m sería necesario un espesor superior a 5 cm.



TIPOLOGÍA DE MURO Nº1			
	Disposición de elementos de exterior a interior	Espesor en cm	Transmitancia térmica sin rehabilitar (w/m^2k)
	Revoco de cal Piedra calcárea Enlucido de yeso	3.00 50.00 1.50	1.65
TIPO DE AISLANTE: Espuma de poliuretano proyectado con CO ₂ celda cerrada de 0.035W/mK.			
Posición del aislante: Interior.	Espesor en cm.	Transmitancia térmica (w/m^2k)	Modificación de la transmitancia térmica (%)
	4	0.57	65.54%

Tabla 10. Transmitancia térmica de cerramiento de mampostería con Poliuretano proyectado.

Al utilizar espuma de poliuretano proyectado es difícil controlar el espesor exacto, sin embargo éste suele estar en torno a los 4 cm, lo que resulta suficiente para que la transmitancia resultante en este tipo de muros quede por debajo de la máxima permitida.



- Muro soporte tipo 2: Cerramiento de ladrillo macizo.

TIPOLOGÍA DE MURO Nº2			
	Disposición de elementos de exterior a interior	Espesor en cm	Transmitancia térmica sin rehabilitar (w/m²k)
	Revoco de cal Ladrillo macizo Enlucido de yeso	2.00 24.00 1.00	2.45
TIPO DE AISLANTE: Poliestireno expandido (EPS) de 0.037 W/mk.			
Posición del aislante: Exterior.	Espesor en cm.	Transmitancia térmica (w/m²k)	Modificación de la transmitancia térmica (%)
	8	0.40	83.67%
	10	0.33	86.53%
	15	0.23	90.91%

Tabla 11. Transmitancia térmica de cerramiento de Ladrillo macizo con EPS.

Esta tipología constructiva posee una transmitancia térmica bastante alta, sin embargo se ve muy reducida al emplear como aislante el Poliestireno Expandido. Tanto es así, que con un aislamiento de 8 cm de espesor se conseguiría una reducción del 83.6% , que sería suficiente para cumplir con la normativa. Por este motivo, no resulta rentable utilizarlo en espesores mayores.

Además, al ser ésta una intervención por el exterior, no conllevaría problemas para los usuarios y por otro lado, se podría aprovechar la ocasión para realizar una mejora de las características estéticas de la fachada.



TIPOLOGÍA DE MURO Nº2			
	Disposición de elementos de exterior a interior	Espesor en cm	Transmitancia térmica sin rehabilitar (w/m ² k)
	Revoco de cal Ladrillo macizo Enlucido de yeso	2.00 24.00 1.00	2.45
TIPO DE AISLANTE: Poliestireno extruido con dióxido de carbono CO ₂ de 0.038 W/mk.			
Posición del aislante: Interior.	Espesor en cm.	Transmitancia térmica (w/m ² k)	Modificación de la transmitancia térmica (%)
	3	2.06	18.93%
	5	1.85	24.49%
	8	1.62	33.87%
	10	1.49	39.18%

Tabla 12. Transmitancia térmica de cerramiento de Ladrillo macizo con XPS.

Como se puede ver en esta tabla, para este tipo de muro no resulta conveniente la incorporación de Poliestireno Extruido, ya que sea cual sea el espesor del mismo, no se conseguiría alcanzar una transmitancia térmica deseable.



TIPOLOGÍA DE MURO Nº2			
	Disposición de elementos de exterior a interior	Espesor en cm	Transmitancia térmica sin rehabilitar (w/m²k)
	Revoco de cal Ladrillo macizo Enlucido de yeso	2.00 24.00 1.00	2.45
TIPO DE AISLANTE: lana mineral de 0.04W/mk.			
Posición del aislante: Interior.	Espesor en cm.	Transmitancia térmica (w/m²k)	Modificación de la transmitancia térmica (%)
	3	0.82	66.53%
	5	0.59	75.92%
	8	0.41	83.26%
	10	0.34	86.21%

Tabla 13. Transmitancia térmica de cerramiento de Ladrillo macizo con Lana mineral.

Aquí se observa que sólo se llegaría a una transmitancia térmica suficiente con un espesor mínimo de 8cm. Sin embargo, al ser ésta una intervención por el interior, la reducción de la superficie útil sería considerable, por lo que quizá fuera mejor emplear algún otro tipo de aislante.

Por otro lado, para municipios con una severidad climática B o C, sí se podría tener en consideración, ya que el espesor necesario sería de 5 cm.



TIPOLOGÍA DE MURO Nº2			
	Disposición de elementos de exterior a interior	Espesor en cm	Transmitancia térmica sin rehabilitar (w/m²k)
	Revoco de cal Ladrillo macizo Enlucido de yeso	2.00 24.00 1.00	2.45
TIPO DE AISLANTE: Espuma de poliuretano proyectado con CO ₂ celda cerrada de 0.035W/mK.			
Posición del aislante: Interior.	Espesor en cm.	Transmitancia térmica (w/m²k)	Modificación de la transmitancia térmica (%)
	4	0.64	73.87%

Tabla 14. Transmitancia térmica de cerramiento de Ladrillo macizo con Poliuretano proyectado.

Esta solución no cumple en toda la Región de Murcia, pero sí sería aceptable en todos aquellos situados por debajo de los 1000 m de altitud, puesto que la transmitancia máxima permitida es de 0.66 (w/m²k).

Es una opción a considerar cuando se vaya a intervenir únicamente en una vivienda, ya que la pérdida de espacio útil es pequeña y estaría compensada con el ahorro energético conseguido.



- Muro soporte tipo 3: Capuchina con ladrillo hueco doble + cámara de aire + ladrillo hueco sencillo.

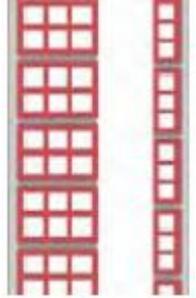
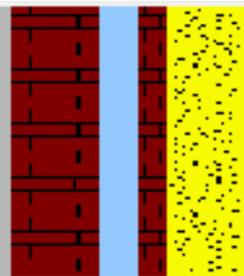
TIPOLOGÍA DE MURO Nº3			
	Disposición de elementos de exterior a interior	Espesor cm	Transmitancia térmica sin rehabilitar (w/m ² k)
	Revoco exterior de cemento	2.00	1.50
	Ladrillo perforado	11.50	
	Cámara de aire	5.00	
	Tabique ladrillo hueco	4.00	
Enlucido de yeso	1.50		
TIPO DE AISLANTE: Poliestireno expandido (EPS) de 0.037 W/mk.			
Posición del aislante: Interior.	Espesor en cm.	Transmitancia térmica (w/m ² k)	Modificación de la transmitancia térmica (%)
	8	0.36	76.00%
	10	0.30	80.00%
	15	0.21	86.00%

Tabla 15. Transmitancia térmica de cerramiento tipo capuchina LHD+C+LHS con EPS.

Como se ha visto anteriormente, también en este caso se consiguen con el Poliestireno Expandido unas reducciones considerables en la transmitancia térmica del soporte, siendo suficiente un espesor de 8 cm.



TIPOLOGÍA DE MURO Nº3			
	Disposición de elementos de exterior a interior	Espesor cm	Transmitancia térmica sin rehabilitar (w/m²k)
	Revoco exterior de cemento	2.00	1.50
	Ladrillo perforado	11.50	
	Cámara de aire	5.00	
	Tabique ladrillo hueco	4.00	
Enlucido de yeso	1.50		
TIPO DE AISLANTE: Poliestireno extruido con dióxido de carbono CO ₂ de 0.038 W/mk.			
Posición del aislante: Exterior.	Espesor en cm.	Transmitancia térmica (w/m²k)	Modificación de la transmitancia térmica (%)
	3	0.69	54.00%
	5	0.50	66.66%
	8	0.36	76.00%
	10	0.30	80.00%

Tabla 16. Transmitancia térmica de cerramiento tipo capuchina LHD+C+LHS con XPS.

La transmitancia de este muro soporte es de 1,50 (w/m²k) y en este caso sí sería de utilidad emplear como aislamiento el poliestireno extruido, ya que a partir de un espesor de 5cm, se conseguiría una reducción de la misma del 66,7%.

Por tanto, sería una actuación recomendable, teniendo en cuenta siempre que el aislamiento no puede quedar al descubierto, para ello se emplea un revestimiento con mortero monocapa.



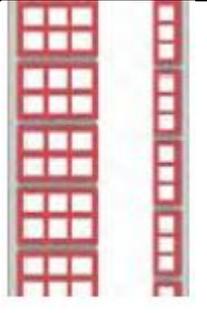
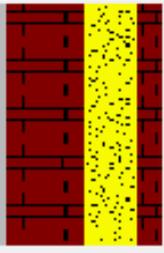
TIPOLOGÍA DE MURO Nº3			
	Disposición de elementos de exterior a interior	Espesor cm	Transmitancia térmica sin rehabilitar (w/m ² k)
	Revoco exterior de cemento	2.00	1.50
	Ladrillo perforado	11.50	
	Cámara de aire	5.00	
	Tabique ladrillo hueco	4.00	
Enlucido de yeso	1.50		
TIPO DE AISLANTE: Trasdosado con lana mineral de 0.04W/mk.			
Posición del aislante: Intermedia.	Espesor en cm.	Transmitancia térmica (w/m ² k)	Modificación de la transmitancia térmica (%)
	3	0.81	46.00%
	5	0.58	61.33%
	8	0.41	72.66%
	10	0.34	77.33%

Tabla 17. Transmitancia térmica de cerramiento tipo capuchina LHD+C+LHS con Lana mineral.

Puesto que este tipo de muro cuenta con una cámara de aire, ésta sería una buena solución en caso de que no se considere realizar una intervención por el exterior y tampoco sea conveniente la pérdida de superficie útil, ya que se podría colocar el aislante rellenando la cámara de aire existente.

Utilizando un espesor de 8 cm sería suficiente para alcanzar las prestaciones mínimas exigidas al soporte, resultando el aumento final de su espesor de sólo 3 cm.



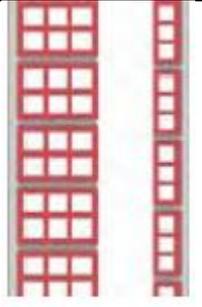
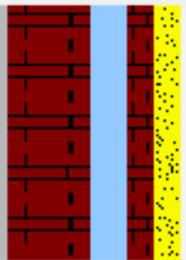
TIPOLOGÍA DE MURO Nº3			
	Disposición de elementos de exterior a interior	Espesor cm	Transmitancia térmica sin rehabilitar (w/m ² k)
	Revoco exterior de cemento	2.00	1.50
	Ladrillo perforado	11.50	
	Cámara de aire	5.00	
	Tabique ladrillo hueco	4.00	
Enlucido de yeso	1.50		
TIPO DE AISLANTE: Espuma de poliuretano proyectado con CO ₂ celda cerrada de 0.035W/mK.			
Posición del aislante: Interior.	Espesor en cm.	Transmitancia térmica (w/m ² k)	Modificación de la transmitancia térmica (%)
	4	0.55	63.33%

Tabla 18. Transmitancia térmica de cerramiento tipo capuchina LHD+C+LHS con Poliuretano proyectado.

Como se ha visto anteriormente, de nuevo utilizando espuma de poliuretano proyectada con un espesor pequeño (4cm.) se conseguiría una



- Muro soporte tipo 4: Ladrillo hueco doble + cámara de aire de 10 cm + ladrillo hueco doble.

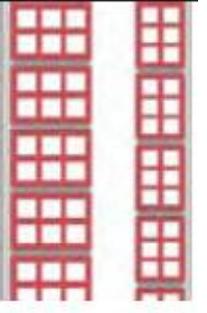
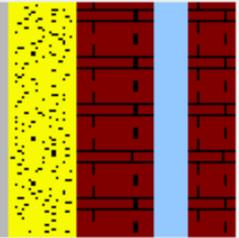
TIPOLOGÍA DE MURO Nº4			
	Disposición de elementos de exterior a interior	Espesor cm	Transmitancia térmica sin rehabilitar (w/m ² k)
	Revoco exterior de cemento	2.00	1.09
	Ladrillo perforado	11.50	
	Cámara de aire	10.00	
	Ladrillo hueco	7.00	
Enlucido de yeso	1.00		
TIPO DE AISLANTE: Poliestireno expandido (EPS) de 0.037 W/mk.			
Posición del aislante: Exterior.	Espesor en cm.	Transmitancia térmica (w/m ² k)	Modificación de la transmitancia térmica (%)
	8	0.33	69.72%
	10	0.28	74.31%
	15	0.21	80.73%

Tabla 19. Transmitancia térmica de cerramiento tipo capuchina LHD+C+LHD con EPS.

Este sistema de aislamiento con poliestireno expandido de 8 cm supondría una reducción de casi el 70% de la transmitancia térmica, por tanto sería suficiente para que la transmitancia resultara inferior a 0.57, que es el máximo permitido en las zonas más desfavorables de la Región de Murcia.

Es especialmente recomendable en casos en que se vaya a reparar la fachada, ya que los costes fijos asociados a la intervención son elevados y el sobre coste de incluir el sistema de aislamiento queda muy reducido.



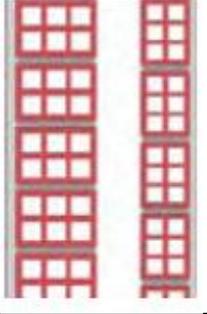
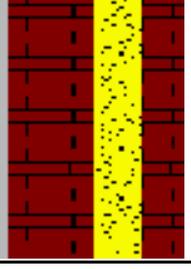
TIPOLOGÍA DE MURO Nº4			
	Disposición de elementos de exterior a interior	Espesor cm	Transmitancia térmica sin rehabilitar (w/m ² k)
	Revoco exterior de cemento	2.00	1.09
	Ladrillo perforado	11.50	
	Cámara de aire	10.00	
	Ladrillo hueco	7.00	
Enlucido de yeso	1.00		
TIPO DE AISLANTE: Poliestireno extruido con dióxido de carbono CO ₂ de 0.038 W/mk.			
Posición del aislante: Interior.	Espesor en cm.	Transmitancia térmica (w/m ² k)	Modificación de la transmitancia térmica (%)
	3	0.59	45.87%
	5	0.45	58.71%
	8	0.33	69.34%
	10	0.28	74.33%

Tabla 20. Transmitancia térmica de cerramiento tipo capuchina LHD+C+LHD con XPS.

En el caso de intervenir sobre un muro con cámara de aire, en los que se considere la demolición de la hoja interior de ladrillo, se podría aprovechar el espacio disponible para colocar el aislante y tratar de forma global los puentes térmicos (pilares, contornos de ventana, etc). Empleando esta solución, un espesor de 5cm sería suficiente.



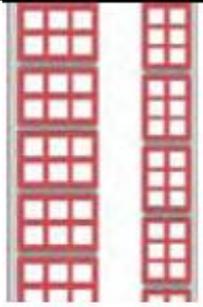
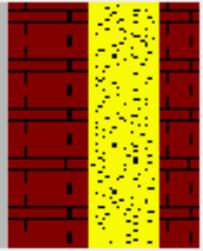
TIPOLOGÍA DE MURO Nº4			
	Disposición de elementos de exterior a interior	Espesor cm	Transmitancia térmica sin rehabilitar (w/m ² k)
	Revoco exterior de cemento	2.00	1.09
	Ladrillo perforado	11.50	
	Cámara de aire	10.00	
	Ladrillo hueco	7.00	
Enlucido de yeso	1.00		
TIPO DE AISLANTE: Trasdosado con lana mineral de 0.04W/mk.			
Posición del aislante: Intermedia.	Espesor en cm.	Transmitancia térmica (w/m ² k)	Modificación de la transmitancia térmica (%)
	3	0.69	36.69%
	5	0.51	53.21%
	8	0.37	66.05%
	10	0.32	70.64%

Tabla 21. Transmitancia térmica de cerramiento tipo capuchina LHD+C+LHD con lana mineral.

Como se ha visto anteriormente, el empleo de lana mineral en cámaras de aire existentes resulta de gran utilidad. Para esta tipología de fachada un espesor de 5 cm sería suficiente, con la ventaja de que no se reduciría el espacio útil.



TIPOLOGÍA DE MURO Nº4			
	Disposición de elementos de exterior a interior	Espesor cm	Transmitancia térmica sin rehabilitar (w/m ² k)
	Revoco exterior de cemento	2.00	1.09
	Ladrillo perforado	11.50	
	Cámara de aire	10.00	
	Ladrillo hueco	7.00	
Enlucido de yeso	1.00		
TIPO DE AISLANTE: Espuma de poliuretano proyectado con CO ₂ celda cerrada de 0.035W/mK.			
Posición del aislante: Interior.	Espesor en cm.	Transmitancia térmica (w/m ² k)	Modificación de la transmitancia térmica (%)
	4	0.49	55.04%

Tabla 22. Transmitancia térmica de cerramiento tipo capuchina LHD+C+LHD con poliuretano proyectado.

Ésta es una buena opción, al igual que en el resto de casos, por el pequeño espesor necesario para alcanzar una buena transmitancia térmica. Sería recomendable en el caso de que se fueran a realizar obras en el interior de la vivienda.



- Muro soporte tipo 5: Cerramiento tipo capuchina con ladrillo cara vista + cámara de aire + ladrillo hueco sencillo.

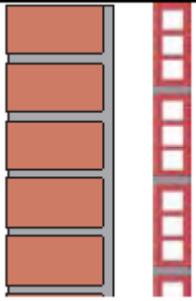
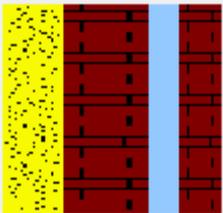
TIPOLOGÍA DE MURO Nº5			
	Disposición de elementos de exterior a interior	Espesor en cm	Transmitancia térmica sin rehabilitar (w/m²k)
	Ladrillo visto Cámara de aire Ladrillo hueco Enlucido de yeso	14.00 10.00 7.00 1.00	0.98
TIPO DE AISLANTE: Poliestireno expandido (EPS) de 0.037 W/mk.			
Posición del aislante: Exterior.	Espesor en cm.	Transmitancia térmica (w/m²k)	Modificación de la transmitancia térmica (%)
	8	0.32	67.34%
	10	0.27	72.04%
	15	0.20	79.59%

Tabla 23. Transmitancia térmica de cerramiento tipo capuchina LCV+C+LHS con EPS.

Para mejorar las prestaciones térmicas de este tipo de fachada con un aislamiento de poliestireno expandido, un espesor de 8 cm sería suficiente. Al disponer de su hoja exterior de ladrillo cara vista, no sería la más recomendable.

Sin embargo, resultaría de utilidad para reforzar la fachada en caso de que hubiera peligro de desprendimientos o para paliar el deterioro causado por los efectos del clima y el envejecimiento de los materiales.



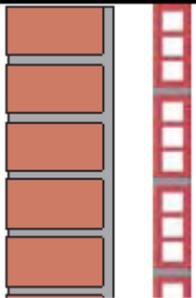
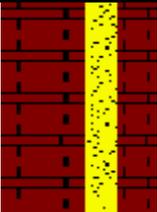
TIPOLOGÍA DE MURO Nº5			
	Disposición de elementos de exterior a interior	Espesor en cm	Transmitancia térmica sin rehabilitar (w/m ² k)
	Ladrillo visto Cámara de aire Ladrillo hueco Enlucido de yeso	14.00 10.00 7.00 1.00	0.98
TIPO DE AISLANTE: Poliéstireno extruido con dióxido de carbono CO ₂ de 0.038 W/mk.			
Posición del aislante: Intermedia.	Espesor en cm.	Transmitancia térmica (w/m ² k)	Modificación de la transmitancia térmica (%)
	3	0.55	43.87%
	5	0.43	56.11%
	8	0.32	67.34%
	10	0.27	72.44%

Tabla 24. Transmitancia térmica de cerramiento tipo capuchina LCV+C+LHS con XPS.

Al igual que en la tipología de muro anterior, en este caso se ha considerado una colocación del aislante intermedia, que resultaría muy efectiva para el tratamiento de los puentes térmicos.

Sin embargo, ya que la transmitancia de este muro no es muy elevada, se habrían de tener en cuenta otras soluciones por el exterior que resultan de igual modo efectivas y que permitirían a su vez que el edificio permaneciera ocupado durante la realización de los trabajos.



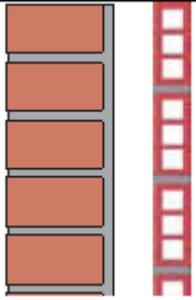
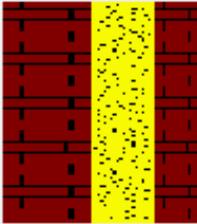
TIPOLOGÍA DE MURO Nº5			
	Disposición de elementos de exterior a interior	Espesor en cm	Transmitancia térmica sin rehabilitar (w/m^2k)
	Ladrillo visto	14.00	0.98
	Cámara de aire	10.00	
	Ladrillo hueco	7.00	
	Enlucido de yeso	1.00	
TIPO DE AISLANTE: Trasdosado con lana mineral de 0.04W/mk.			
Posición del aislante: Intermedia.	Espesor en cm.	Transmitancia térmica (w/m^2k)	Modificación de la transmitancia térmica (%)
	3	0.64	34.69%
	5	0.49	50.00%
	8	0.36	63.26%
	10	0.31	68.36%

Tabla 25. Transmitancia térmica de cerramiento tipo capuchina LCV+C+LHS con lana mineral.

Puesto que esta tipología de cerramiento dispone de una cámara de aire de 10 cm, resultaría conveniente emplear ese espacio para colocar el aislante. Sustituyendo la cámara de aire por un aislamiento con lana mineral de 5 cm de espesor, se conseguiría una reducción de la transmitancia térmica del 50%, lo que sería suficiente para cumplir con las directrices establecidas por la normativa.



TIPOLOGÍA DE MURO Nº5			
	Disposición de elementos de exterior a interior	Espesor en cm	Transmitancia térmica sin rehabilitar (w/m ² k)
	Ladrillo visto Cámara de aire Ladrillo perforado Enlucido de yeso	14.00 10.00 7.00 1.00	0.98
TIPO DE AISLANTE: Espuma de poliuretano proyectado con CO ₂ celda cerrada de 0.035W/mK.			
Posición del aislante: Interior.	Espesor en cm.	Transmitancia térmica (w/m ² k)	Modificación de la transmitancia térmica (%)
	4	0.46	53.00%

Tabla 26. Transmitancia térmica de cerramiento tipo capuchina LCV+C+LHS poliuretano proyectado.

Empleando esta solución con un espesor de 4 cm sería suficiente, al igual que ocurría en los casos anteriores, para mejorar la transmitancia térmica hasta el nivel de eficiencia exigido.

E) ACTUACIONES EN LOS HUECOS DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA.

El hueco es la parte más débil de un muro tanto estructural como térmicamente, ya que a través de él se producen los mayores intercambios de calor con el exterior. Además, en el caso de huecos acristalados hay que considerar también la incidencia solar, ya que con un vidrio adecuado se puede reducir el consumo de aire acondicionado en verano.



La mayoría de los edificios construidos antes del año 2000 no disponen de un aislamiento térmico adecuado. La sustitución de las ventanas es una intervención sencilla y rápida que puede suponer grandes ahorros en climatización, así como una revalorización de la vivienda.

E.1 PROPIEDADES TÉRMICAS DEL HUECO.

La mayor o menor capacidad aislante de un hueco depende fundamentalmente de tres factores:

- Su **estado de conservación**, ya que un marco en malas condiciones puede ver comprometida su impermeabilidad al paso del aire y suponer intercambios de temperatura con el exterior que impliquen un mayor consumo de energía para mantener la misma temperatura interior de confort.
- Las **propiedades térmicas de los materiales** que lo componen influirán de manera directa en el cálculo de la transmitancia térmica del hueco en su conjunto, siendo ésta la transferencia térmica a través de una pared. por conducción, convección y radiación en función de la diferencia de temperatura a ambos lados de la misma. De forma simplificada, el CTE propone la siguiente fórmula para su cálculo:

$$U_H = (1 - FM) * U_{H,v} + U_{H,m} \quad (4)$$

Siendo:

U_H es la transmitancia térmica total del hueco

$U_{H,v}$ es la transmitancia térmica de la parte semitransparente (W/m^2K)

$U_{H,m}$ es la transmitancia térmica del marco (W/m^2K)

FM es la fracción del hueco ocupada por el marco.



E.2 PROPIEDADES TÉRMICAS DEL MARCO. TIPOS DE MARCOS.

Las principales características que influyen en el aislamiento térmico proporcionado por un marco son la transmitancia térmica y la absorptividad. La **absortividad** depende del color del marco y del material del que esté construido e influye en la mayor o menor cantidad de calor que será remitido al interior de la vivienda. La **transmitancia térmica**, anteriormente definida, depende de la geometría y del material con el que esté fabricado el marco y su contribución a la transmitancia del hueco en conjunto depende de la fracción que del mismo ocupe.

Siguiendo el criterio de sus prestaciones térmicas, los marcos más comunes podrían clasificarse de la siguiente manera:

- **Metálicos:** normalmente están fabricados en aluminio o acero con diferentes acabados: lacados en diferentes colores, anodizados... Su participación en la superficie del hueco suele estar en torno al 25%. Su alta transmitancia térmica lo hace inutilizable en algunas zonas climáticas. Los sistemas de apertura y cierre, así como la hermeticidad condicionan la mayor o menor entrada de aire.
- **Metálicos con rotura de puente térmico:** la rotura del puente térmico se consigue mediante la incorporación de separadores de baja conductividad térmica que conectan los componentes interiores y exteriores de la carpintería. Su participación en la superficie total del cerramiento está en torno al 25-30%.
- **Madera:** proporcionan unos niveles importantes de aislamiento térmico debido a su naturaleza alveolar, aunque su uso tiempo atrás se veía limitado por las necesidades de mantenimiento. Su participación sobre el total del hueco puede estimarse en el 30% o superior.



- **PVC:** pueden ser de 2 o 3 cámaras y ofrecen muy buenas prestaciones térmicas, alcanzándose valores de $U= 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$. Suelen ser carpinterías de sección amplia y por tanto su participación en el hueco varía entre el 35% y el 40%.

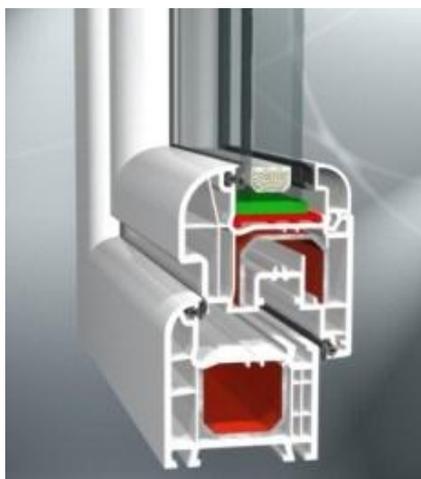


Ilustración 37. Detalle de marco con rotura del puente térmico.

Perfil	Transmitancia térmica ($\text{W/m}^2\text{K}$)
Metálico	5,7
Metálico RPT ($4\text{mm} \leq d < 12\text{mm}$)	4,0
Metálico RPT $d > 12\text{mm}$	3,2
Madera dura ($\rho= 700\text{kg/ m}^3$ y 60mm de espesor)	2,2
Madera blanda ($\rho= 500 \text{ kg/ m}^3$ y 60mm de espesor)	2,0
Perfiles huecos de PVC (2 cámaras)	2,2

Tabla 27. Transmitancia térmica de los perfiles según UNE-EN-ISO 10077-1. Elaboración propia. Fuente IDAE.

E.3 PROPIEDADES TÉRMICAS DEL VIDRIO. TIPOS DE VIDRIOS.

Las principales características del vidrio a tener en cuenta desde el punto de vista térmico son:



-**Transmitancia térmica:** se debe buscar que el coeficiente de transmitancia sea lo más bajo posible, consiguiendo así un aislamiento mayor.

-**Factor solar:** es la fracción de la energía de la radiación solar incidente que penetra en el interior a través del acristalamiento. Se constituye por la fracción de energía transmitida más la energía absorbida por el vidrio que es irradiada al interior. Al mejorar el control solar se consigue un mayor nivel de confort sin renunciar a la luz solar, además de una reducción del calentamiento interior y del efecto invernadero y una reducción del consumo de energía en climatización.

Los vidrios pueden clasificarse en función de su configuración y de la presencia de capas metálicas que mejoren sus prestaciones de aislamiento térmico y control solar.

- **Vidrio sencillo** (monolítico) tradicional: está formado por una hoja o dos o más hojas unidas entre sí en toda su superficie. Las prestaciones térmicas de un vidrio monolítico pueden considerarse estables para los vidrios incoloros habituales, ya que tanto la transmitancia térmica como el factor solar se ven mínimamente reducidos al aumentar el espesor. Como valore de referencia de la transmitancia térmica se puede tomar $U= 5,7$ y $0,83$ como valor del factor solar (g).
- **Doble acristalamiento o Unidad de Vidrio Aislante (UVA):** es el conjunto formado por dos o más láminas de vidrio monolíticos separados entre sí por uno o más espaciadores, herméticamente cerrados a lo largo de todo el perímetro. Este tipo de vidrio limita el intercambio de calor por convección y conducción, proporcionando un fuerte aumento de su capacidad aislante. Esto se refleja en su baja transmitancia térmica ($U= 3,3$ para la composición más básica 4-6-4). El aumento progresivo del espesor de la cámara proporciona una



reducción paulatina de la transmitancia térmica hasta el límite de 17mm, cuando deja de ser efectiva.

Los dobles acristalamientos presentan menores factores solares que los vidrios monolíticos. Para un doble acristalamiento SGG CLIMALIT 4-6-4 el valor g está en torno a 0,75. El factor solar (g) se puede modificar de forma importante mediante la sustitución del vidrio exterior por un vidrio de control solar o de baja emisividad.

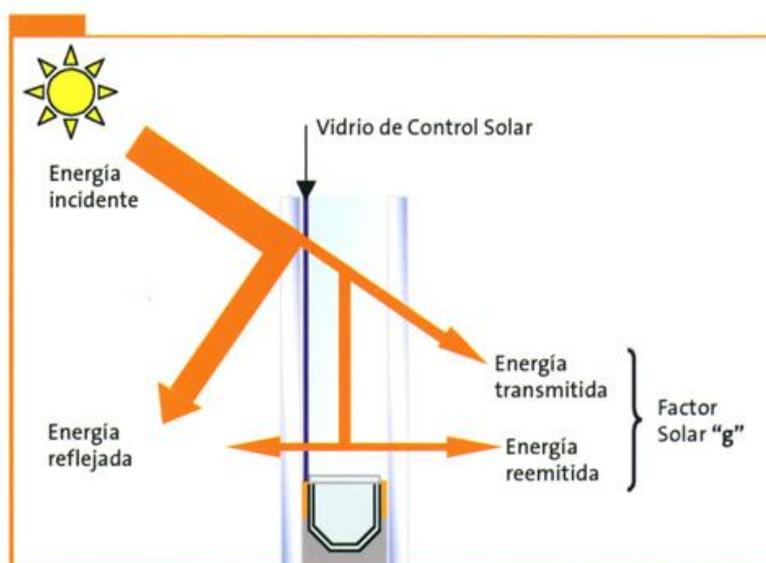


Ilustración 38. Doble acristalamiento con vidrio exterior de control solar. Fuente: web de Saint-Gobain Cristalería, S.L.

- **Vidrio de baja emisividad:** se trata de un vidrio sencillo sobre el que se deposita una capa de óxidos metálicos muy fina (del orden de nanómetros), proporcionando una capacidad de aislamiento térmico reforzado. Generalmente, deben ir ensamblados en doble acristalamiento, ofreciendo así sus máximas prestaciones.

La incorporación de este tipo de vidrios permita, desde un primer momento, alcanzar niveles de aislamiento imposibles de alcanzar mediante el aumento de cámara.



COMPOSICIÓN DEL VIDRIO	TRANSMITANCIA TÉRMICA	% REDUCCIÓN
VIDRIO MONOLÍTICO		
4 mm	5,7	0
DOBLE ACRISTALAMIENTO		
4-6-4	3,28	42,4%
4-6-6	3,26	42,8%
6-6-6	3,24	43,1%
4-9-4	3,01	47,1%
4-9-6	2,99	47,5%
6-9-6	2,98	47,7%
4-12-4	2,85	50%
4-12-6	2,83	50,3%
6-12-6	2,82	50,5%
DOBLE ACRISTALAMIENTO DE AISLAMIENTO TÉRMICO REFORZADO (1 VIDRIO DE BAJA EMISIVIDAD)		
4-6-4	2,57	54,9%
4-6-6	2,56	55,0%
6-6-6	2,54	55,43%
4-9-4	2,10	63,15%
4-9-6	2,09	63,3%
6-9-6	2,08	63,5%
4-12-4	1,81	68,3%
4-12-6	1,80	68,4%
6-12-6	1,79	68,6%

Tabla 28 Valores orientativos del coeficiente de transmitancia térmica para los distintos tipos de vidrios.

E.4. FACTOR SOLAR MODIFICADO (F_H).

El factor solar modificado del hueco en conjunto depende de los siguientes factores:

- El factor solar del acristalamiento.
- La transmitancia térmica y la absortividad del marco.
- Los elementos de sombra externos, como retranqueos, lamas, toldos...



La fórmula que se propone en el CTE para calcularlo es la siguiente:

$$F_H = F_S * [(1-FM)*g + FM* 0,04* U_m * \alpha] \quad (5)$$

F_S , es el factor corrector o factor de sombra, cuyos valores están recogidos en el CTE, apéndice E del DB HE-1 en sus tablas E.11 a E.15.

Siendo:

- FM es la fracción del hueco ocupada por el marco.
- g es el factor solar del acristalamiento.
- U_m es la transmitancia térmica del marco.
- α es la absorptividad del marco, que depende del color y cuyos valores están recogidos en el CTE, Apéndice E del DB HE1 en su tabla E.10

Color	Claro	Medio	Oscuro
Blanco	0,20	0,30	---
Amarillo	0,30	0,50	0,70
Beige	0,35	0,55	0,75
Marrón	0,50	0,75	0,92
Rojo	0,65	0,80	0,90
Verde	0,40	0,70	0,88
Azul	0,50	0,80	0,95
Gris	0,40	0,65	---
Negro	---	0,96	---

Ilustración 39. Absortividad del marco para radiación solar α . Tabla E.10 apéndice E, DB HE-1

4.3. Mejoras en las instalaciones.

Todas las actuaciones vistas anteriormente están orientadas a la reducción de la demanda energética del edificio, por otro lado, también es necesario que dicha demanda sea satisfecha de manera eficiente. Para reducir el consumo de energía final y las emisiones asociadas de CO₂, se puede intervenir en varios aspectos de las instalaciones:

- Cambio de combustible: diversificación de fuentes y orientación a combustibles menos contaminantes.



- Mejora de la eficiencia energética implantada, mediante la implantación de equipos con mejores rendimientos y menor consumo.
- Implantación de energías renovables, que en el sector doméstico se centrará en la energía solar térmica para producción de ACS.

Las siguientes tablas muestran una relación de las fuentes de energía más utilizadas y su grado de eficiencia energética, expresado en términos de emisiones equivalente de CO₂.

Energía térmica	Emisiones
Gas natural	204 grCO ₂ /kWh _t
Gasóleo-C	287 grCO ₂ /kWh _t
GLP	244 grCO ₂ /kWh _t
Carbón uso doméstico	347 grCO ₂ /kWh _t
Biomasa	Neutro
Biocarburantes	Neutro
Solar térmica baja temperatura	0

Tabla 29. Emisiones de CO₂/kWh_t en función de la energía primaria utilizada.

Electricidad:	Emisiones
Electricidad convencional peninsular	649 grCO ₂ /kWh _t
Electricidad convencional extra-peninsular (Baleares, Canarias, Ceuta y Melilla)	981 grCO ₂ /kWh _t
Solar Fotovoltaica	0
Electricidad convencional en horas valle nocturnas (0h-8h), para sistemas de acumulación eléctrica peninsular.	517 grCO ₂ /kWh _t
Electricidad convencional en horas valle nocturnas (0h-8h), para sistemas de acumulación eléctrica extra-peninsular.	981 grCO ₂ /kWh _t

Tabla 30. Emisiones de CO₂/kWh_t en función de la producción de energía eléctrica.

A continuación se exponen algunas de las medidas aplicables sobre sistemas energéticos activos en viviendas.



4.3.1. Cambio de calderas de gas natural o gasóleo por calderas de condensación o baja temperatura.

La técnica de la condensación aprovecha gran parte del calor que en las calderas convencionales se pierde con los gases de combustión evacuados por la chimenea. Para conseguir aprovechar toda la energía puesta en juego en un proceso de combustión, será necesario condensar la mayor parte posible del vapor de agua producido en dicho proceso, recuperándose el calor latente de vaporización. Las calderas de condensación están construidas con materiales capaces de trabajar con temperaturas de humo mínimas, como es el acero inoxidable AISI 316, consiguiéndose una durabilidad de las mismas muy superior a la de las calderas convencionales, pese a la condensación.

En casos extremos, con temperaturas de retorno bajas y cargas parciales, se podría llegar a conseguir un rendimiento de hasta el 109% sobre el poder calorífico inferior (PCI), frente al 90% de las calderas convencionales actuales. Para conseguir bajas temperaturas de retorno se puede trabajar a baja temperatura (40-50°C), con equipos terminales de baja temperatura y tuberías de retorno no aisladas. En caso contrario se recomienda usar calderas de baja temperatura. Éstas funcionan igual que una caldera convencional, pero operan a temperaturas menores, entre 35 °C y 45 °C, y regulan la temperatura en función de la demanda energética real. Estas calderas son estancas, además tienen rendimientos más altos que las convencionales, pudiendo llegar a 95%.

No es recomendable su uso para cubrir sólo la demanda de ACS, ya que la inversión es muy alta en comparación con el ahorro alcanzable, por lo tanto se utilizan para cubrir conjuntamente demandas de calefacción y ACS. En la Región de Murcia, dado que muy pocos edificios cuentan con un sistema centralizado de calefacción, resultaría una medida difícil de implantar.

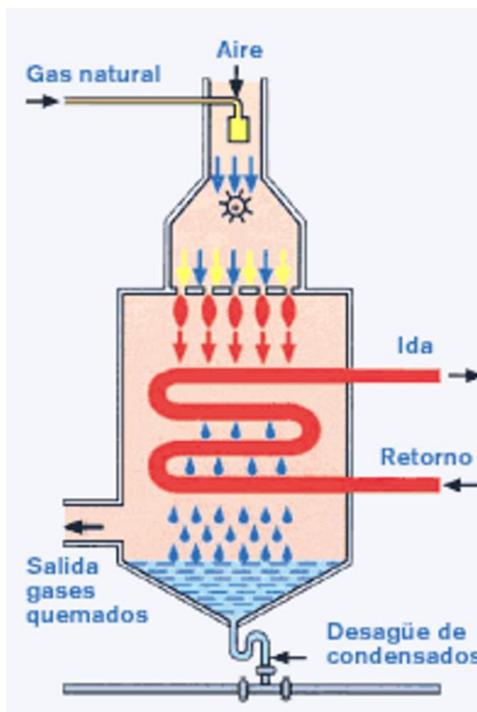


Ilustración 40. Caldera de condensación, principio de funcionamiento. Fuente: Junkers.es

4.3.2. Utilización de equipos de frío eficientes.

Para satisfacer la demanda de refrigeración del edificio se pueden utilizar diversos tipos de instalaciones, tanto de producción como de distribución. La mejor elección siempre dependerá de las características del edificio, de las posibilidades de sectorización y de la climatología del lugar. El objetivo es reducir el consumo a través de la elección de equipos más eficientes. La manera más completa de evaluar los aparatos de refrigeración es a través de su rendimiento medio estacional, ya que contempla el uso del equipo a diferentes cargas en función de las diferentes temperaturas exteriores.

Las enfriadoras se basan en el uso de un circuito frigorífico que mediante el trabajo eléctrico de un compresor aprovecha los cambios de estado del líquido refrigerante de su interior para reducir la temperatura del local (foco frío) y enviar ese calor al exterior (foco caliente). Las bombas de calor efectúan el mismo proceso pero son capaces de invertir el ciclo para calentar la vivienda en invierno.



Una buena medida aplicable a viviendas es la elección de aparatos de frío con tecnología Inverter. A diferencia de los sistemas convencionales, la tecnología Inverter adapta la velocidad del compresor a las necesidades de cada momento, permitiendo consumir únicamente la energía necesaria. De esta manera se reducen drásticamente las oscilaciones de temperatura, consiguiendo mantenerla en un margen comprendido entre $+1^{\circ}\text{C}$ y -1°C .

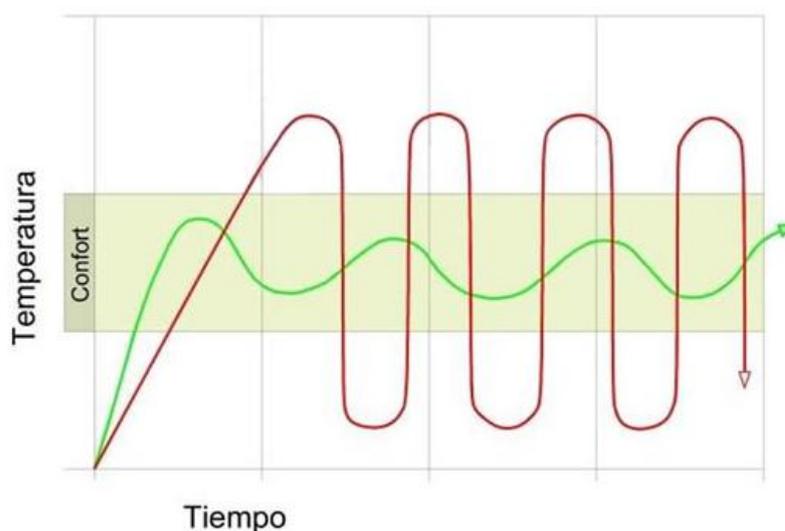


Ilustración 41. Gráfica comparativa de las oscilaciones de temperatura de máquinas de frío con y sin tecnología Inverter. Fuente: Reficentrorubiera.com

El área sombreada es el rango donde se sitúa la temperatura de confort ($23.5-24^{\circ}\text{C}$). En la gráfica se aprecian, en rojo, las oscilaciones de temperatura que provoca un aparato convencional sin tecnología Inverter, ya que estos equipos enfrían la estancia hasta una temperatura por debajo de la de confort y se vuelven a poner en marcha sólo cuando se ha vuelto a alcanzar una temperatura 1 ó 2 grados superior a la misma.

Estos continuos ciclos acortan la vida de las máquinas y provocan consumos mayores, mientras que con la tecnología Inverter se puede ahorrar desde un 25% hasta un 50%, dependiendo de su uso.



4.3.3. Cambio de calderas centralizadas por otras más eficientes.

En el caso de disponer de un bloque de viviendas con una caldera centralizada antigua, lo más recomendable sería cambiarla por una de gas natural, ya que con esta medida se incrementa el rendimiento energético global, tanto en calefacción como en producción de ACS, y se reducen las emisiones de contaminantes a la atmósfera. Esta medida, sin embargo, no es conveniente en viviendas que dispongan de instalaciones individuales, ya que su sustitución por una instalación centralizada resultaría muy costosa y presentaría grandes dificultades de ejecución.

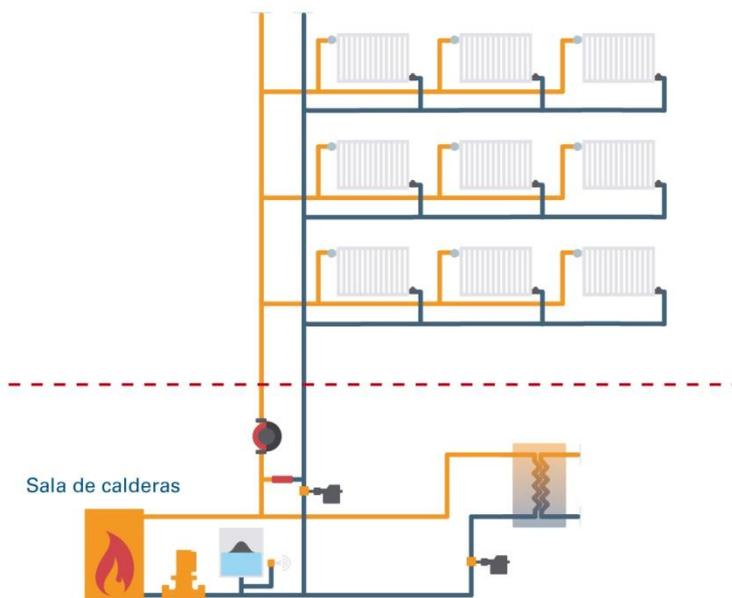


Ilustración 42. Esquema de distribución de sistema de calefacción centralizado en edificación.

Las instalaciones centralizadas disponen de una o varias calderas que suministran agua caliente y calefacción a todas las viviendas del edificio. En los años 60-70 era muy habitual el uso de calderas de gasóleo en instalaciones centralizadas. Este tipo de calderas



presenta un rendimiento estacional real en torno al 75% y emiten gran cantidad de gases contaminantes. Hoy en día, es posible sustituirlas por otras más eficientes, como son:

- **Calderas de condensación:** basan su eficiencia en que aprovechan el calor emitido por el humo producto de la combustión, de forma que aprovechan mucho mejor el combustible que el resto de las calderas. Pueden ser tanto de gas como de gasóleo.
- **Calderas de baja temperatura:** solamente están disponibles en gasóleo. En este caso, funcionan porque son especialmente sensibles a la demanda de calor y a la temperatura de la calle, autorregulándose constantemente y adaptándose a consumos muy bajos, cosa que no logran hacer las calderas convencionales.
- **Calderas de biomasa:** utilizan combustible vegetal normalmente procedente de residuos para producir el calor. Son consideradas calderas de energía renovable.

4.3.4. Cambio de bombas de calor eléctricas a gas natural.

Como se ha visto, la electricidad es la fuente energética más desfavorable en términos de eficiencia, por tanto esta medida se basa en cambiar las bombas de calor, cubriendo así la demanda de climatización con máquinas térmicas en lugar de eléctricas.

La utilización de un motor de combustión a gas para el accionamiento del compresor de la bomba de calor proporciona una fuente de calor extra que garantiza un elevado rendimiento y un confort óptimo. Los equipos de última generación posibilitan la producción conjunta de electricidad, frío/calor y agua caliente sanitaria (ACS).

El calor de refrigeración del motor puede ser utilizado para cubrir total o parcialmente las necesidades de ACS del edificio con una notable mejora de la eficiencia energética del sistema, que permite la sustitución de parte de los paneles solares del edificio, según se contempla en el Código Técnico de la Edificación.



Se obtienen elevados rendimientos en clima frío debido a la recuperación del calor del motor, que evita el uso de resistencias eléctricas e inversores de ciclo, habituales en los sistemas eléctricos.

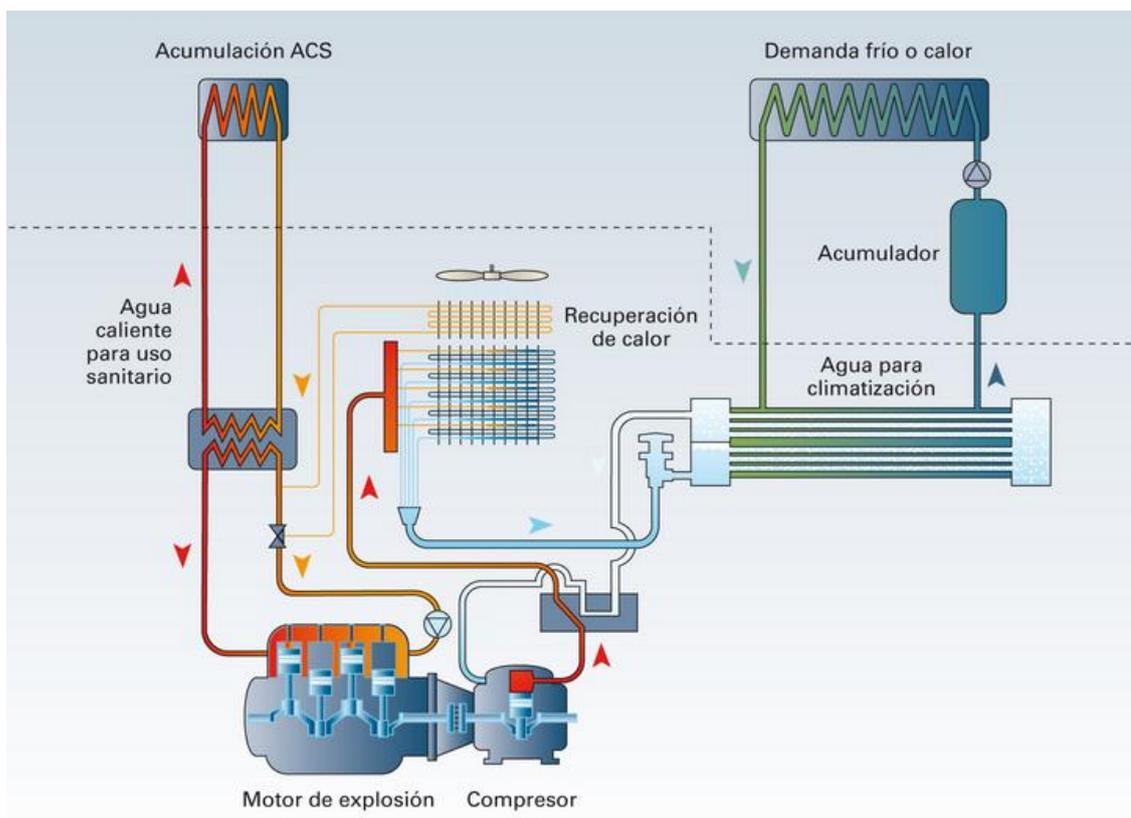


Ilustración 43. Esquema básico de una bomba de calor a gas con recuperación de calor para producción de ACS.
Fuente: GasNatural- Fenosa.

4.3.5. Reducción del caudal de duchas y grifos.

Esta medida está encaminada a la reducción global del consumo de agua, y a conseguir así una reducción del consumo energético derivado del calentamiento de la misma. Existen distintos elementos economizadores de agua que son fáciles de colocar, ya que sólo se debe desenroscar el extremo del grifo o de la ducha, y que reducen de manera significativa el consumo:



- Elementos mecánicos, como **aireadores o perlizadores** . Se trata de dispositivos que rompen el chorro de agua, mezclándolo con aire. Así consiguen un aumento del volumen del chorro y de la superficie de contacto con el agua. Permiten un ahorro del 40% de agua en los grifos tradicionales, su valor puede oscilar entre los 16 y los 20 euros, y la mayoría están diseñados para evitar la acumulación de cal.
- Grifos temporizados: Dejan salir el agua durante un tiempo determinado al accionar un pulsador. Su uso se aplica principalmente a lugares de uso público y en ese contexto, elimina los casos en los que existe el riesgo de que el grifo permanezca abierto sin aprovechamiento. Sin embargo, tienen una serie de inconvenientes: no permite la regulación del caudal, no aprovecha las prácticas de ahorro de personas conscientes, cuando la regulación del temporizado excede el tiempo normal de uso del grifo se derrocha agua ante la imposibilidad de cerrar el grifo manualmente.
- Sensores de movimiento: grifos con sensor infrarrojo de movimiento que detectan las manos del usuario para permitir que fluya el agua.

En viviendas lo más habitual y recomendable es el uso de aireadores, ya que son fáciles de adquirir en cualquier ferretería y fáciles de colocar.

4.3.5. Free-cooling y ventilación nocturna.

Ambas son medidas consistentes en el aprovechamiento del frío gratuito y la ventilación natural para reducir el consumo de refrigeración.

El **free-cooling** se usa generalmente en edificios del sector terciario y se puede aplicar en distintas situaciones:

- ✓ Cuando la temperatura del aire exterior es inferior a la del aire de impulsión



- ✓ Cuando la temperatura del aire exterior es superior a la del aire de impulsión, pero inferior a la del aire de retorno de los locales
- ✓ Cuando la temperatura del aire exterior es superior a la temperatura del aire de retorno de los ambientes.

Tipos de free-cooling:

- **Free-cooling termostático con o sin ventilador de retorno.** Mide la temperatura del aire exterior y la compara con la del ambiente a acondicionar. Lleva un termostato programable y una sonda incorporada.
- **Free-cooling entálpico con o sin ventilador de retorno** Mide y compara la entalpía del aire exterior con la del ambiente a acondicionar. Lleva una sonda en conducto, un termostato y cuadro eléctrico.

En viviendas, generalmente el free-cooling no se aplica, se recomienda la ventilación nocturna, que la puede realizar manualmente el propio usuario, dejando entrar el aire nocturno en verano para refrescar el ambiente y eliminar el aire viciado. Es especialmente en viviendas pasantes que permitan ventilación cruzada.

4.3.6. Recuperación del calor de ventilación.

Un recuperador de calor se compone básicamente de un ventilador de impulsión, un extractor de aire y un intercambiador perfectamente montados y acoplados dentro de una estructura aislada térmicamente. El circuito de extracción de aire del interior se cruza sin mezclarse en el intercambiador con el circuito de impulsión de aire del exterior.

Mediante la ventilación con recuperador de calor, se consigue recuperar un alto porcentaje de la energía utilizada para climatizar el aire del interior del local que de lo contrario se derrocharía.

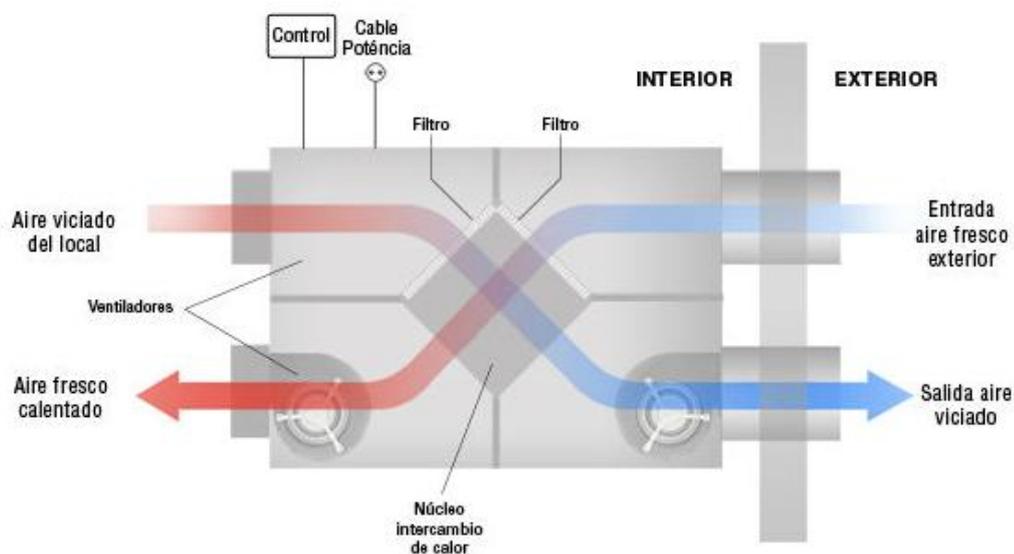


Ilustración 44. Recuperador de calor, esquema de funcionamiento. (recuperadores de calor.es)

Existen distintas tecnologías, en función de si se recupera el calor sensible o el calor latente:

- Los recuperadores **estáticos**: son intercambiadores de placas que aprovechan el calor sensible.
- Los recuperadores **entálpicos**: son más eficientes que los estáticos ya que están diseñados para recuperar también el calor latente o de cambio de fase, y permiten reducir la humedad.

4.3.7. Uso de energía solar térmica.

Lo más recomendable es el uso de energía solar térmica para cubrir las necesidades de ACS y, eventualmente, de calefacción, tal y como es exigido por la normativa actual.

La instalación solar térmica funciona de la siguiente manera: un colector o panel solar capta los rayos del sol, absorbiendo de esta manera su energía en forma de calor, a través del panel solar se hace pasar un fluido (normalmente agua) de manera que parte del



calor absorbido por el panel es transferido a dicho fluido, el fluido eleva su temperatura y es almacenado o directamente llevado al punto de consumo.

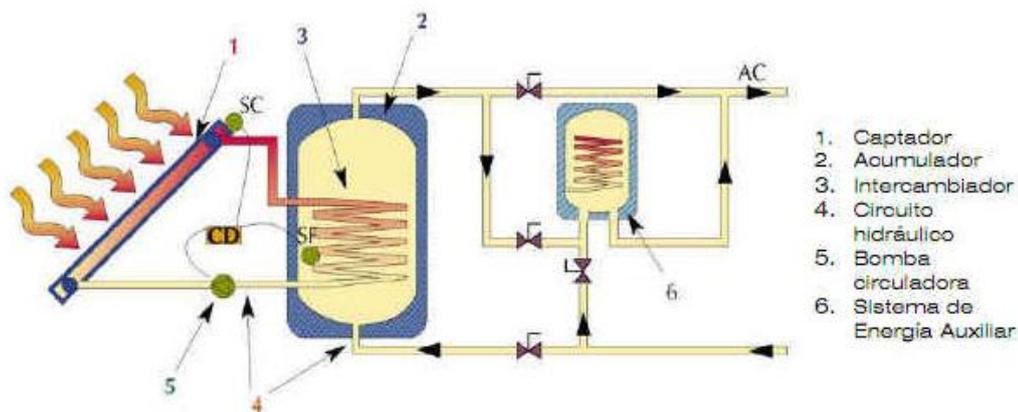


Ilustración 45. Elementos de un sistema de energía solar térmica.

Esta instalación no elimina el equipo de calefacción y agua caliente convencional, que hará un aporte energético complementario en los momentos en que la energía solar no sea suficiente. Además, en verano es recomendable disponer de un sistema de disipación o cubrimiento, ya que los paneles suelen sobrecalentarse.

En el caso de acometer la rehabilitación de bloques de viviendas, este tipo de instalaciones sólo se podrá implantar si se dispone de una instalación centralizada, ya que como se ha visto anteriormente, es complicado realizar la distribución en un edificio habitado. En el caso de viviendas unifamiliares la instalación es más sencilla y existen en el mercado kits compactos que ofrecen buenos resultados. En cualquier caso, un punto importante es disponer de un buen servicio de mantenimiento.

Con la entrada en vigor del nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE) en marzo de 2007, y según lo especificado en su Documento Básico HE - Ahorro de energía todas las nuevas construcciones están obligadas a instalar sistemas de aprovechamiento de energía solar térmica.



4.3.8. Uso de energía geotérmica.

La energía geotérmica es una energía que aprovecha el calor del subsuelo para climatizar y obtener agua caliente sanitaria de forma ecológica, limpia y renovable.

La climatización con bomba de calor geotérmica funciona como una bomba de calor tradicional, con la peculiaridad de que el intercambio de calor se realiza con el subsuelo. Este proceso mejora la eficiencia de la bomba ya que a una profundidad de 15 m o 20 m, el subsuelo se encuentra a una temperatura estable de 17°C.

La bomba intercambia calor o frío de la tierra, según queramos conseguir calefacción o refrigeración, a través de un conjunto de colectores enterrados en el subsuelo por las que circula una solución de agua con glicol.

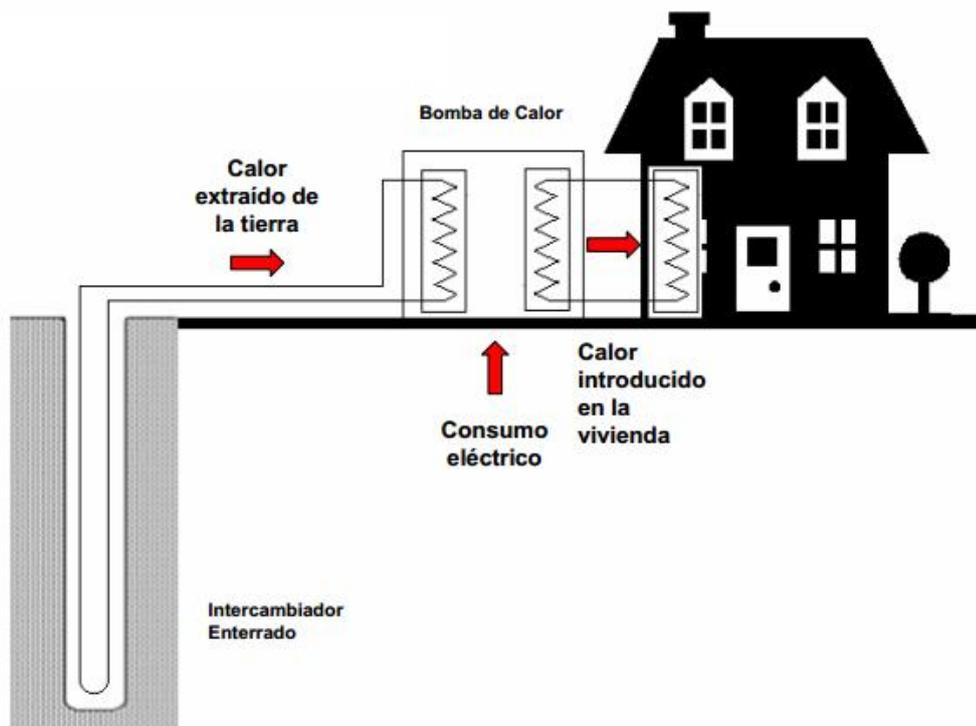


Ilustración 46. Esquema de aprovechamiento mediante intercambiador geotérmico



4.3.9. Cogeneración y trigeneración.

La cogeneración es una técnica de gran eficacia para producir electricidad y calor, que permite ahorrar energía mediante la producción combinada de calor y electricidad. En un único proceso se aprovecha la energía eléctrica más el calor, en vez de tener que utilizar la electricidad y además una caldera convencional, logrando con este aprovechamiento una mayor eficiencia energética que se ve reflejada en un importante ahorro económico. Además, la electricidad se produce en el punto de consumo, lo que reduce sustancialmente las pérdidas de red.

Este tipo de equipos pueden cubrir la demanda base del edificio, teniendo equipos convencionales para cubrir los picos de consumo. Gracias a los sistemas denominados “Micro-Cogeneración”(en instalaciones de menos de 500kW) en la actualidad se hace posible instalar y acoplarlos en industrias (grandes, medianas o pequeñas), hoteles, edificios, centros comerciales, urbanizaciones, hospitales, ciudades universitarias, centros deportivos, complejos residenciales, lavanderías industriales, gimnasios, etc.

En el sector residencial, la ventaja adicional es que puede sustituir a la instalación de energía solar térmica obligada por normativa, pero como en otros casos, el edificio debe disponer ya de una instalación centralizada. Para viviendas unifamiliares empiezan a existir modelos comerciales llamados “motor Stirling”, pero aún no se están utilizando.

Los sistemas de cogeneración se clasifican en función de la máquina eléctrica de la que disponen:

- Ciclo con turbina de gas.

Se produce la combustión del gas dentro de una cámara y los gases resultantes de esta reacción se introducen en la turbina. En la turbina se extrae el máximo de la energía térmica de estos gases de escape, transformándola en energía mecánica.



Es el ciclo más usual para instalaciones medianas en consumidores con demanda de vapor, y su regulación suele hacerse mediante un sistema de postcombustión que permite ajustar la producción de vapor a su demanda.

- Ciclo con turbina de vapor.

La energía mecánica se produce por expansión del vapor de alta presión procedente de una caldera. El sistema genera menos energía eléctrica (mecánica) por unidad de combustible que su equivalente con turbina de gas. Sin embargo, el rendimiento global de la instalación es superior.

- Ciclo combinado.

Consiste en la aplicación conjunta de una turbina de gas y una de vapor, con todas sus posibles combinaciones en lo referente a tipos de combustibles utilizados, quemadores de postcombustión, salidas de vapor de turbina a contrapresión o condensación, etc.

El rendimiento global en la producción de energía eléctrica es mayor que las soluciones anteriores.

- Ciclo con motor alternativo.

Con los motores alternativos se obtienen rendimientos eléctricos más elevados pero, por otra parte, con una mayor limitación en lo referente al aprovechamiento de la energía térmica. Esta energía térmica posee un nivel térmico inferior y se encuentra repartida entre diferentes subsistemas (gases de escape y circuitos de refrigeración de aceite, camisas y aire comburente del motor).

Los sistemas con motor alternativo presentan una mayor flexibilidad de funcionamiento, lo que permite responder de manera casi inmediata a las variaciones de potencia, sin que ello conlleve un gran incremento en el consumo específico del motor.



La trigeneración es una solución que se puede aplicar principalmente en hoteles u oficinas, nunca en viviendas convencionales, además ocupa menos espacio que la instalación solar térmica y permite reducir parcialmente los consumos de ACS, calefacción, climatización de piscinas y refrigeración.

Básicamente, es sensiblemente igual a una de cogeneración a la que se le añade un sistema de absorción para la producción de frío. Los sistemas típicos de cogeneración donde se integran máquinas de absorción para producción de frío son aquellos que emplean motores alternativos o turbinas de gas, tanto en ciclo simple como combinado.

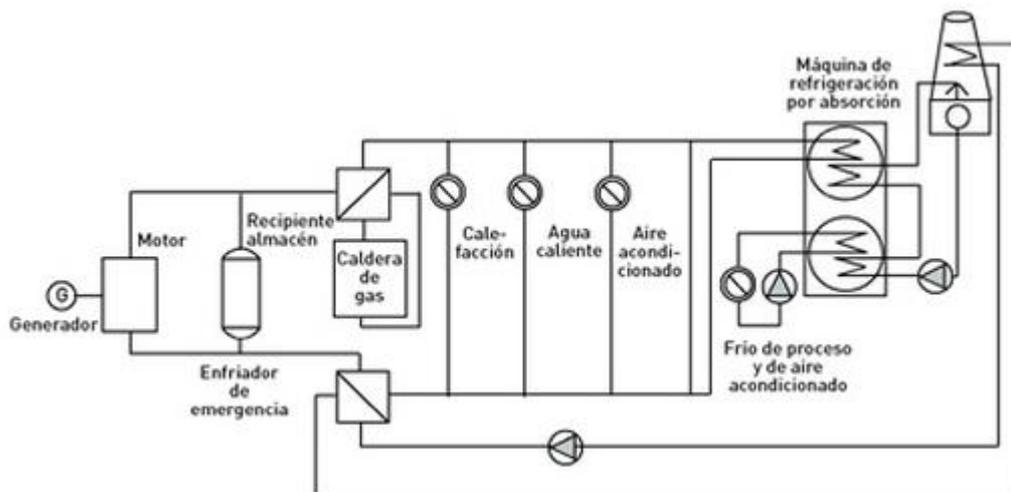


Ilustración 47. Componentes de un sistema de trigeneración. Fuente: Gas Natural-Fenosa.

4.3.10. Sustitución de equipos eléctricos.

Entre estas medidas destacan:

- Sustitución de bombillas por otras de bajo consumo, que consumen menos y además desprenden menos calor, por lo que se consigue también un ahorro en climatización.



- b) Cambio de ordenadores de mesa por ordenadores portátiles, que están diseñados para funcionar sólo con la batería y por tanto también consumen menos electricidad. Al igual que en el caso anterior, el menor desprendimiento de calor también supone un ahorro a la hora de vencer la demanda de climatización. Es una medida muy considerable en edificios de oficinas.

- c) Cambio de vitrocerámica por inducción. Mientras que las cocinas con vitrocerámica funcionan mediante una resistencia que calienta un cristal cerámico que a su vez transmite el calor al recipiente, las cocinas de inducción utilizan campos magnéticos para calentar el recipiente directamente, mientras en vidrio permanece frío. Es una tecnología mucho más eficiente y rápida, además se apagan automáticamente cuando dejan de detectar el recipiente.



CAPÍTULO 5. OBTENCIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS CERTIFICACIONES ENERGÉTICAS.

La calificación energética de un edificio existente, como se ha dicho anteriormente, se debe realizar mediante la utilización de un programa informático que tenga la consideración de documento reconocido.

Mediante concurso público abierto, el Consejo de Administración del IDAE aprobó la adjudicación de la contratación de servicios para la elaboración de dos procedimientos de calificación energética de edificios existentes, denominados CE3 y CE3X, uno de ellos a la UTE MIYABI-CENER y el otro a la empresa APPLUS NORCONTROL S.L.U.

En la actualidad, ambos procedimientos han superado los test de validación y son programas reconocidos por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo y de Fomento para la certificación energética para edificios existentes. En este caso, el programa que se va a utilizar para la obtención de la calificación energética de los edificios seleccionados será CE3x.



A partir de las etiquetas obtenidas se llevará a cabo una comparativa desde dos puntos de vista. En primer lugar se compararán sólo los índices parciales relativos a las demandas de calefacción y refrigeración. En una segunda parte de la comparativa se tendrán en cuenta las etiquetas en conjunto. Además, se recrearán para cada uno de los edificios las condiciones relativas a las instalaciones de los otros dos.

5.1. Características de los edificios seleccionados.

Para llevar a cabo la comparativa del comportamiento térmico de las distintas tipologías constructivas utilizadas en España en los últimos años, se han seleccionado tres edificios del municipio de Cartagena, con el criterio de que están situados en la misma calle y todos tienen una de sus fachadas principales en la misma orientación (Sur-Oeste).

Los inmuebles seleccionados son:

- El edificio del Gran Hotel, en Calle Jara, nº 31, construido en el año 1916.
- Un edificio de Viviendas de Protección Oficial del año 1964, situado Callejón de la Parra, nº 2.
- El edificio Santa María, en Callejón de Estereros, nº 3, construido en 2004.

La recopilación de información sobre estos tres inmuebles se llevó a cabo en el Archivo Municipal de Cartagena, así como en varias visitas a los mismos. Los datos que se han recopilado más fácilmente han sido los relativos a las envolventes térmicas y a los patrones de sombras que afectan a cada una de las fachadas. A continuación se describen los datos recopilados:

- Edificio del Gran Hotel (1916).

El Gran Hotel de Cartagena es una construcción modernista del arquitecto Víctor Beltrí terminada en 1916. Se trata del edificio modernista más importante de la Región de Murcia.



Fue comenzado en 1909 y se concluyó en 1916. La obra fue comenzada por Tomás Rico, y, a su muerte, fue asumida por Víctor Beltrí en 1912. Sus motivos decorativos toman inspiración del modernismo francés y vienés.



Ilustración 48. Edificio del Gran Hotel, Cartagena.

El proyecto de este inmueble consistía en:

- Un plano de la planta baja y otro de las plantas superiores.
- Un alzado de cada una de las fachadas principales.
- Una memoria descriptiva, escrita a mano, de una sola página y de la que se extrajo la siguiente información:



“...Consistirá en un zócalo de sillería jaspeada y sobre éste, la planta baja de las dos fachadas principales, se proyecta construir de caliza marmórea, y la accesoria del callejón de la Parra de ladrillo guarnecido de cemento, procurando imitar la fábrica de cantería que ha de emplearse en las fachadas principales.

Los muros del recinto de los pisos superiores se harán de ladrillo embranilado al descubierto con impostas, cadenas, fajones, jambas, dinteles y archivoltas de piedra artificial procurando la más exacta imitación a la cantería caliza con la que se proyecta construir la planta baja.

Los entramados horizontales serán en su mayoría de hierro sostenidos y apoyados interiormente en pies derechos de hierro, armados en forma de celosía.

La cubierta será en forma de mansard, y bajo ella se distribuirá el último piso o piso ático, el resto de la finca, y sobre la planta baja, serán 4 pisos distribuidos convenientemente para el uso al que se destinan.

Todas las obras complementarias de albañilería, carpintería, herrería y pintura serán las más adecuadas a la importancia de esta construcción.”

Debido por tanto a la escasez de información disponible, los datos utilizados para crear la **envolvente térmica** de este edificio han sido los que se recogen en la siguiente tabla:

Muros de fachada en contacto con el aire exterior	Muro de doble hoja de ladrillo macizo de 1 pie de espesor, separados por mortero, sin cámara de aire.
Muro de medianería.	Muro pesado (>200kg /m ²)
Cubierta en contacto con el aire.	Cubierta plana, propiedades térmicas por defecto.
Suelo en contacto con el terreno	Propiedades térmicas estimadas.
Huecos de ventanas y balcones.	Vidrio simple, marco de madera poco estanco, de color blanco. Dimensiones medidas sobre plano.

Tabla 31. Datos de la envolvente térmica del Gran Hotel. Elaboración propia.



En cuanto a las instalaciones, para recrear su situación real, sólo se ha dispuesto una caldera de gasóleo que cubre las demandas de calefacción y de ACS. Esta caldera inicialmente era alimentada con carbón, pero fue sustituida por una de gasóleo pocos años después de su construcción.

- Edificio de Viviendas de Protección Oficial (1964).

Este edificio, situado en Cajellón de la Parra nº2, fue construido entre 1960 y 1964, al amparo de la Ley de 15 de julio sobre viviendas de renta limitada.

Los promotores de la obra fueron Juan Carrascosa Bruno y Francisco Pérez Guillermo; y sus arquitectos Lorenzo Ros y Costa y Diego Ros de Oliver.

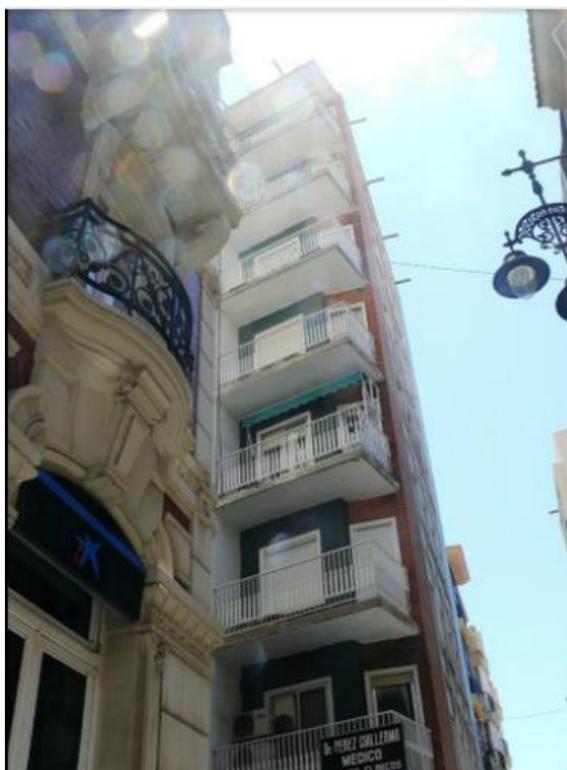


Ilustración 49. Edificio de Viviendas de Protección Oficial de 1964.

Sobre la envolvente térmica de este edificio, de la memoria descriptiva se ha obtenido la siguiente información: “los muros de fábrica de ladrillo de distintos espesores



ligados con mortero de cal y cemento reunirán las condiciones de aislamiento térmico establecidas por el INV para la zona de emplazamiento de la edificación proyectada”.

Teniendo en cuenta los espesores medidos en los planos del proyecto y la inspección visual realizada de las ventanas, la envolvente térmica ha sido definida de la siguiente manera:

Muros de fachada en contacto con el aire exterior	Muro de doble hoja de ladrillo macizo de 1/1 pie de espesor, separados por mortero, sin cámara de aire, y revestido por ambos lados con mortero de cal y cemento.
Muro de medianería.	Muro pesado (>200kg /m ²)
Cubierta en contacto con el aire.	Cubierta plana, propiedades térmicas por defecto.
Suelo en contacto con el terreno	Propiedades térmicas estimadas.
Huecos de ventanas y balcones.	Vidrio simple, marco metálico sin rotura de puente térmico, de color blanco. Dimensiones medidas sobre plano.

Tabla 32. Datos de la envolvente térmica del edificio de viviendas de protección oficial. Elaboración propia.

Como única instalación se dispondrá un calentador individual de butano por vivienda para vencer la demanda de ACS. Algunos usuarios han colocado equipos de aire acondicionado de forma individual pero no se conocen los datos y el uso que se realiza con ellos por lo que los hemos considerado despreciables, ya que edificio se proyecto sin dichas instalaciones.

- Edificio Santa María(2004).

Este inmueble, que se encuentra en Callejón de Estereros, nº3, consta de 4 plantas más planta baja. En ésta última se encuentra la Farmacia Sánchez Carrasco, cuyos dueños promovieron su construcción. El edificio fue diseñado por el arquitecto Juan Carlos Zamora Rodríguez y está habitado casi en su totalidad por la misma familia propietaria de la citada farmacia.

La normativa vigente durante su construcción eran las Normas Básicas de la Edificación. En la memoria descriptiva del proyecto están recogidos los cálculos que



demuestran el cumplimiento de la NBE-CA-88, sobre aislamiento acústico y la NBE-CT-79, sobre las condiciones térmicas.

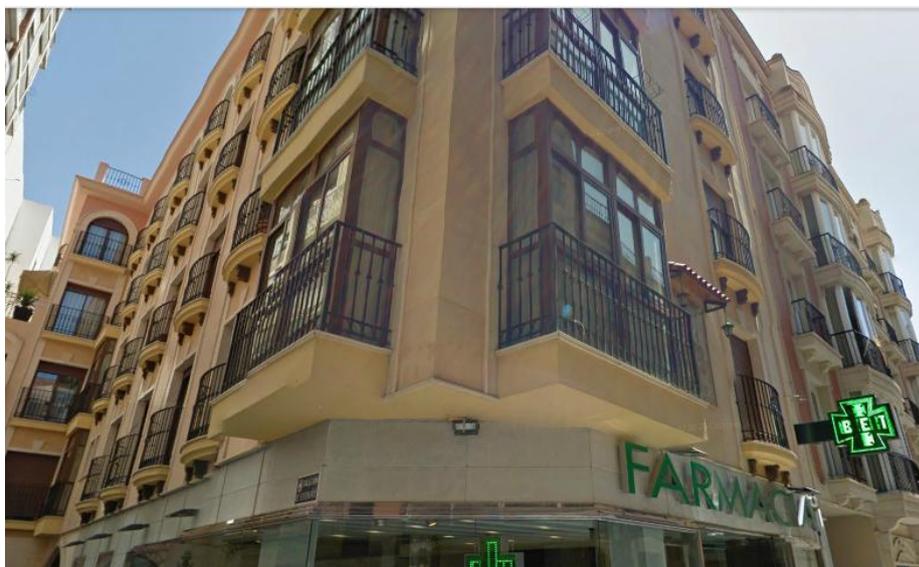


Ilustración 50. Edificio Santa María.

En este caso, durante la visita al Archivo Municipal, sí se pudo acceder a un proyecto completo, tal y como se entiende actualmente. La información obtenida es más precisa que en los casos anteriores, incluyendo los espesores de los materiales que componen la fachada, así como las características de las ventanas.

Muros de fachada en contacto con el aire exterior	Ladrillo hueco doble (12cm) + cámara de aire + ladrillo hueco sencillo (4cm). Masa 170 kg/m ² .	U= 0,50 (W/m ² K)
Muro de medianería.	Tabique de ½ de ladrillo cerámico perforado.	U= 1,15 (W/m ² K)
Cubierta en contacto con el aire.	Forjado de HA, con bovedilla de hormigón, solado de 60kg/m ² . Cubierta plana. Masa de 440 kg/m ²	U= 0,90 (W/m ² K)
Partición interior horizontal en contacto con espacio NH	Forjado de HA, con bovedilla de hormigón, solado de 80 kg/m ² y enlucido de techo. Masa de 440 (kg/m ²).	U= 0,82 (W/m ² K)
Huecos de ventanas y balcones.	Acrilamiento sencillo de espesor 5mm y carpintería de tipo A-3	U= 5,0 (W/m ² K)

Tabla 33. Características de la envolvente térmica del Edificio Santa María.



Las instalaciones que se van a introducir para la calificación de este edificio son:

- Una bomba de calor para cubrir las demandas de calefacción y refrigeración alimentada con electricidad.
- Un calentador estándar de gas natural para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria.

A continuación se hará una sencilla explicación sobre el funcionamiento del software Ce3x, utilizado en la calificación de estos edificios.

5.2. Introducción de datos en CE3x.

En este apartado, lo que se pretende es explicar cómo se ha utilizado el software CE3x hasta llegar a la calificación del edificio objeto y a la recomendación de las posibles medidas de mejora. Para ello, se utilizará como ejemplo el edificio del Gran Hotel.

En primer lugar, lo primero que requiere el programa es que se especifique el uso al que está destinado el edificio que se va a calificar. En este caso, el Gran Hotel está destinado a diversos usos; existen viviendas y también existen oficinas, pero seleccionamos “Residencial”, puesto que los otros dos edificios son solo de viviendas, y así poder llevar a cabo una comparativa que resulte lo más equitativa posible.



Ilustración 51. Elección del tipo de edificio en Ce3x.



A continuación, el orden de introducción de datos es el que indican las diferentes pestañas que aparecen en la barra de tareas, que se muestra a continuación.

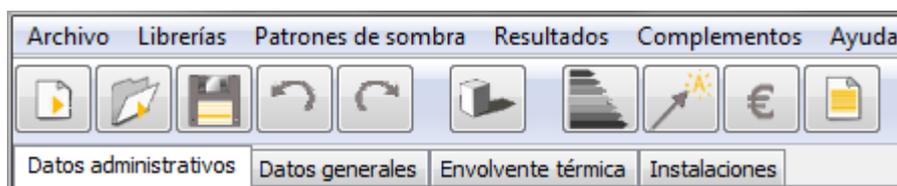


Ilustración 52. Barra de herramientas de Ce3x.

- Datos administrativos.

Localización e identificación del edificio

Nombre del edificio	GRAN HOTEL				
Dirección	C/ RAJA, Nº 31				
Provincia/Ciudad autónoma	Murcia	Localidad	Cartagena	Código Postal	30201
Referencia Catastral	7936301XG7673N				

Datos del cliente

Nombre o razón social	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA				
Dirección	C/ ALFONSO XIII				
Provincia/Ciudad autónoma	Murcia	Localidad	CARTAGENA	Código Postal	30202
Teléfono	-	E-mail	-		

Datos del técnico certificador

Nombre y Apellidos	BEATRIZ GONZÁLEZ MORENO	NIF	23062802H		
Razón social	-	CIF	-		
Dirección	C/Ramón y Cajal, nº 10, 3ºB				
Provincia/Ciudad autónoma	Murcia	Localidad	Cartagena	Código Postal	-
Teléfono	660139189	E-mail	GON.BEATRIZ@HOTMAIL.COM		
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitectura Técnica				

Ilustración 53. Datos administrativos de Ce3x.

En este primer paso los datos a introducir no influyen en el resultado de la calificación. La información requerida por el programa es relativa a la localización e identificación del edificio y a los datos del cliente y el técnico certificador.



- Datos generales.

En esta pestaña se han de introducir datos relativos a la edificación (tipología, año de construcción, normativa vigente, localización y algunos datos de la definición del mismo).

Datos generales

Normativa vigente	Anterior	?	Año construcción	1907
Tipo de edificio	Bloque de Viviendas			
Provincia/Ciudad autónoma	Murcia		Localidad	Cartagena

Entre todos los datos que hay que introducir en esta pestaña, éstos son los más importantes, puesto que de ellos dependen los valores que posteriormente tomará el programa por defecto, tanto para completar la información de la que no se disponga como para elegir la muestra con la que se comparará el edificio objeto. Dichos valores pueden consultarse en el manual de fundamentos técnicos.

En el menú desplegable “normativa vigente” las tres posibles opciones son: CTE, NBE-CT-79 o anterior a ésta última. En caso de que el técnico no conozca la normativa vigente a fecha del visado del proyecto, el programa da la opción que lleva al usuario a la ventana que se muestra a continuación:

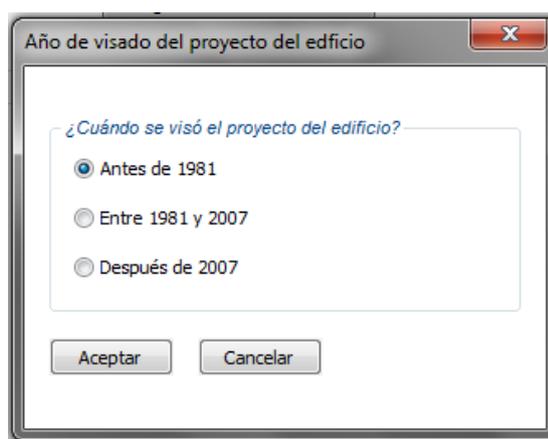


Ilustración 54. Ventana de ayuda para seleccionar la normativa vigente en el año de construcción en Ce3x

En el *tipo de edificio*, ya que anteriormente se eligió uso residencial, las opciones son Bloque de viviendas, Vivienda individual (una sola vivienda dentro de un edificio) o



Vivienda unifamiliar. En este caso, como se quiere conocer el comportamiento energético del edificio en conjunto, se ha seleccionado Bloque de Vivivendas.

Por último, la *provincia* (Murcia) y la *localidad* (Cartagena) son los datos que el programa utiliza para rellenar automáticamente la zona climática en la que se encuentra el edificio. Como se puede ver en la siguiente imagen, son valores no modificables:

Provincia/Ciudad autónoma: Murcia
Localidad: Cartagena
Zona climática: B3 (highlighted)

Ilustración 55. Datos de localización. Ce3x

A continuación, se han de introducir los datos relativos al volumen de la edificación, así como un plano de situación y una imagen del edificio, que aunque no sean necesarios para la calificación, de no ser introducidos, el programa no generará la etiqueta de eficiencia energética.

Definición edificio

Superficie útil habitable: 3800 m²

Altura libre de planta: 3.4 m

Número de plantas habitables: 6

Masa de las particiones: Media

Se ha ensayado la estanqueidad del edificio

Ilustración 56. Datos del volumen de un edificio. Ce3x

- Envolvente térmica.

Una vez proporcionados al programa los datos generales de la edificación, el paso siguiente es definir su envolvente térmica. Cada suelo, muro, cubierta o partición interior que se inserte en el programa aparecerá en el árbol de elementos que aparece a la izquierda. De éstos elementos colgarán los huecos y puentes térmicos que en cada uno de ellos se encuentren.



Datos administrativos Datos generales Envolvente térmica Instalaciones

Edificio Objeto

Envolvente térmica del edificio

Cubierta

Muro En contacto con el terreno

Suelo De fachada

Partición interior Medianería

Hueco/Lucernario

Puente térmico

Muro de fachada

Nombre Zona

Dimensiones

Superficie m²

Longitud m

Altura m

Características

Orientación

Patrón de sombras

Parámetros característicos del cerramiento

Propiedades térmicas Transmitancia térmica W/m²K

Ilustración 57. Vista general de los datos de una envolvente térmica en Ce3x.

1 Muros de fachada.

El primer elemento que vamos a añadir será la fachada de la Calle Jara. Para empezar, hay que elegir el tipo de elemento a introducir, en este caso, muro de fachada. En la siguiente ilustración se puede ver cómo el programa resalta en amarillo el tipo de muros que se consideran de fachada, utilizando el mismo dibujo tipo que aparece en el CTE.

Envolvente térmica del edificio

- Cubierta
- Muro En contacto con el terreno
- Suelo De fachada
- Partición interior Medianería
- Hueco/Lucernario
- Puente térmico

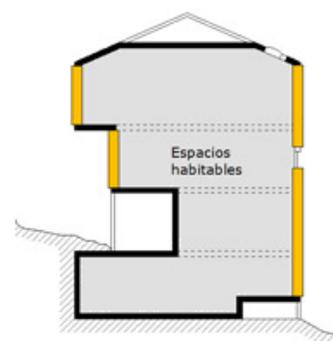


Ilustración 58. Selección de elementos de una envolvente térmica en Ce3x.



A continuación se introducen los siguientes datos:

- El nombre del muro en este caso se le ha llamado “Fachada Calle Jara”.
- Las dimensiones (es importante introducir las longitudes en lugar de la superficie de la fachada, puesto que el programa las utilizará a la hora de situar los puentes térmicos)
- La zona a la que pertenece esta fachada, en este caso edificio objeto, puesto que no ha sido dividido por zonas.
- La orientación, norte.
- El patrón de sombras, que será definido más tarde.
- Por último, las propiedades térmicas del muro, que se pueden elegir por defecto, estimarlas eligiendo la tipología de muro, o como última opción, que se ha elegido en este caso, calcularlas con la librería de cerramientos del programa.

Muro de fachada

Nombre	Fachada CALLE JARA	Zona	Edificio Objeto
Dimensiones		Características	
Superficie	643.5 m ²	Orientación	Norte
Longitud	28.6 m	Patrón de sombras	Norte - Calle Jara
Altura	22.5 m		
Parámetros característicos del cerramiento			
Propiedades térmicas	Conocidas	Transmitancia térmica	1.01 W/m ² K
<input type="radio"/> Transmitancia térmica	W/m ² K	Masa/m ²	kg/m ²
<input checked="" type="radio"/> Librería cerramientos			

Ilustración 59. Definición de un muro de fachada en Ce3x.





Una vez que se pincha sobre el icono , se abre en una ventana independiente la librería de cerramientos.

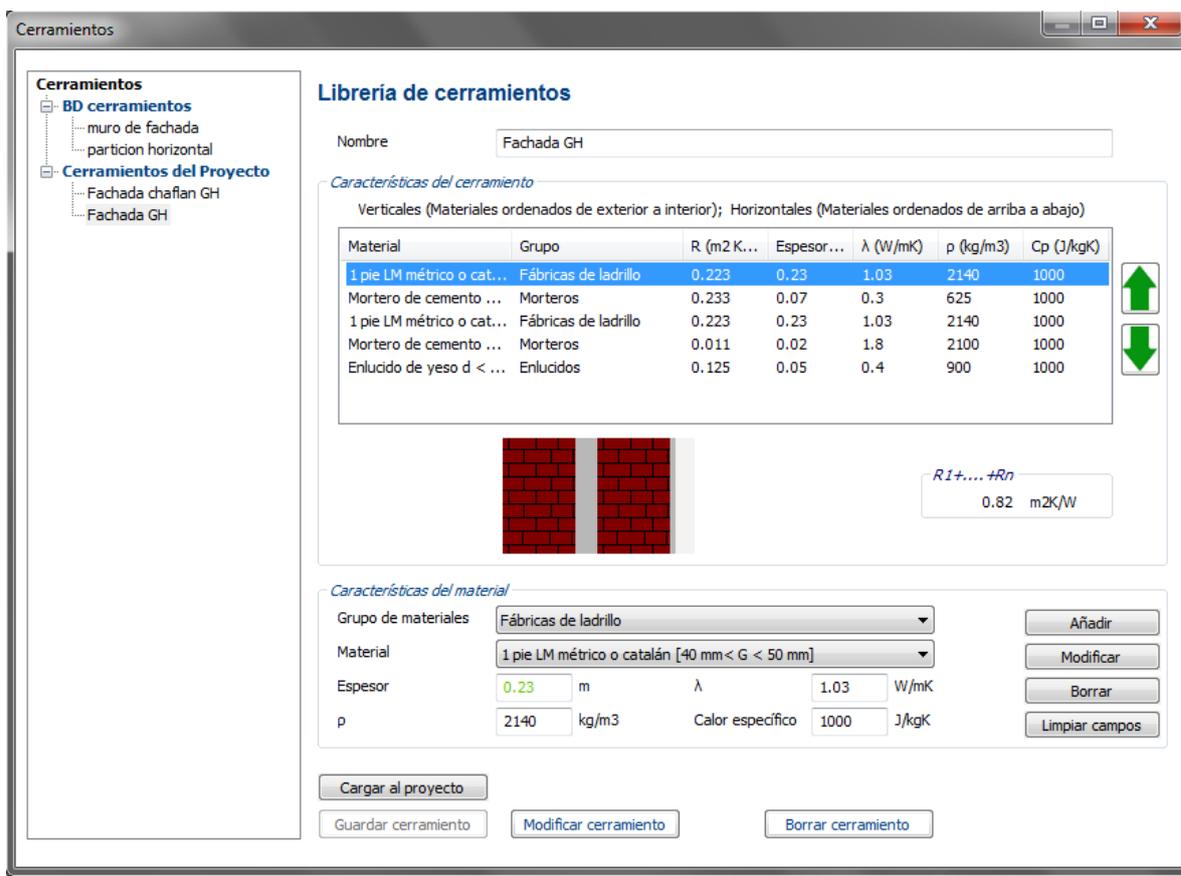


Ilustración 60. Librería de cerramiento de Ce3x.

El nombre que se le da a este muro de fachada es “Fachada Gran Hotel”, ya que se utilizará esta misma tipología de muro para todas las fachadas. Se han de añadir las capas una a una, desde el exterior hacia el interior, introduciendo sus respectivos espesores. Una vez hecho esto, el programa calcula las propiedades térmicas, y para finalizar hay que hacer click en “cargar al proyecto”.

Después de definir las fachadas principales del edificio se creará el muro de medianería a partir del procedimiento que veremos a continuación.



2 Muros de medianería.

Envolvente térmica del edificio

- Cubierta
- Muro
 - En contacto con el terreno
 - De fachada
 - Medianería
- Suelo
- Partición interior
- Hueco/Lucernario
- Puente térmico

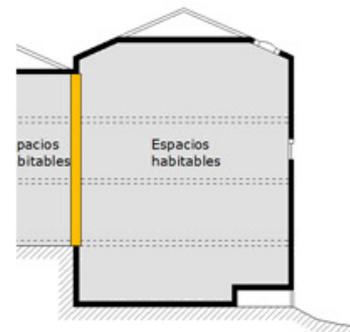


Ilustración 61. Selección de muro de medianería en Ce3x

En este caso, puesto que está en contacto con otros espacios habitables, no es necesaria la introducción de las propiedades térmicas. Solamente han de introducirse sus dimensiones; y elegir, en este caso, entre un tipo de muro pesado o ligero.

Medianería

Nombre	Medianería	Zona	Edificio Objeto
Dimensiones		Características	
Superficie	375,98 m ²	Tipo de muro	Pesado >= 200 kg/m ² kg/m ²
Longitud	16,71 m		
Altura	22,5 m		

Ilustración 62. Definición de un muro de medianería en Ce3x.

Por último, se han de introducir los datos de la cubierta y el suelo correspondientes.

3. Cubierta en contacto con el aire.

Envolvente térmica del edificio

- Cubierta
 - Enterrada
 - En contacto con el aire
- Muro
- Suelo
- Partición interior
- Hueco/Lucernario
- Puente térmico

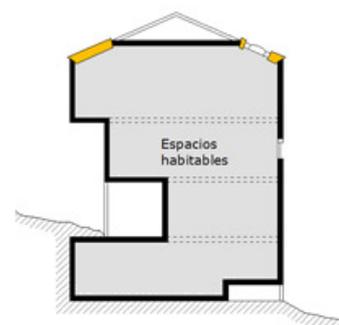


Ilustración 63. Selección de cubierta en contacto con el aire en Ce3x.



Puesto que no se dispone de datos reales sobre la transmitancia térmica o el sistema constructivo utilizado, la cubierta se va a definir “por defecto”.

Cubierta en contacto con el aire

Nombre	<input type="text" value="Cubierta con aire"/>	Zona	<input type="text" value="Edificio Objeto"/>
Dimensiones		Características	
Superficie	<input type="text"/> m ²	Patrón de sombras	<input type="text" value="Sin patrón"/>
Longitud	<input type="text"/> m		
Anchura	<input type="text"/> m		
Parámetros característicos del cerramiento			
Propiedades térmicas	<input type="text" value="Por defecto"/>	Transmitancia térmica	<input type="text" value="2.5"/> W/m ² K
Clase de cubierta	<input type="text" value="Cubierta plana"/>		

Ilustración 64. Definición de una cubierta en Ce3x.

4. Suelo en contacto con el terreno.

Envolvente térmica del edificio

- Cubierta
- Muro
- Suelo
 - En contacto con el terreno
 - En contacto con el aire exterior
- Partición interior
- Hueco/Lucernario
- Puente térmico

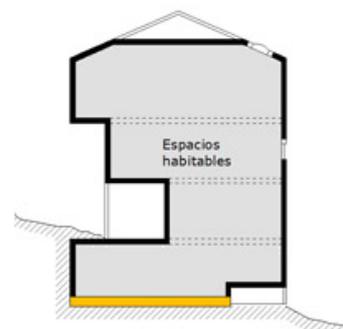


Ilustración 65. Selección de suelo en contacto con el terreno en Ce3x.

En primer lugar se ha de introducir la superficie del suelo, que es conocida puesto que se ha medido sobre plano. La profundidad es menor que 0,5m puesto que no hay sótano. Las opciones para incorporar las propiedades térmicas son “por defecto” o estimadas. El valor que utiliza el programa por defecto es 1,0 W/m²K, mientras que si se introduce el perímetro, estima una transmitancia de 0,48. Por tanto, se elige esta opción para considerara unas características más desfavorables. Es importante tener en cuenta que los valores por defecto considerados por el programa siempre serán los más desfavorables, los que cumplan estrictamente con la normativa vigente, por tanto el técnico ha de ser preciso a la hora de recopilar toda la información disponible.



Suelo en contacto con el terreno

Nombre Zona

Dimensiones

Superficie m²
Longitud m
Anchura m

Características

Profundidad Menor o igual que 0.5 m
 Mayor que 0.5 m m

Parámetros característicos del cerramiento

Propiedades térmicas Transmitancia térmica W/m²K

Perímetro m

Tiene aislamiento térmico

Ilustración 66. Definición de un suelo en contacto con el terreno en Ce3x.

Una vez introducidos los elementos opacos de la envolvente, se procede a introducir los huecos y lucernarios

5. Ventanas.

Seleccionamos la opción Hueco/lucernario.

Envolvente térmica del edificio

- Cubierta
- Muro
- Suelo
- Partición interior
- Hueco/Lucernario
- Puente térmico

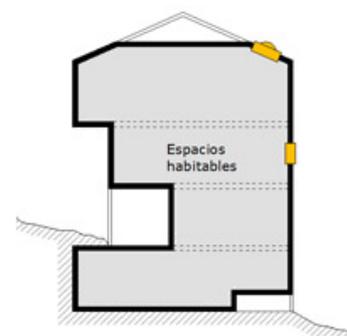


Ilustración 67. Selección de un hueco o lucernario en Ce3x.



Una vez se despliega la pestaña correspondiente a las propiedades del hueco, los pasos a seguir son los siguientes:

Hueco/Lucernario

Nombre	<input type="text" value="Hueco CJ"/>	Orientación	<input type="text" value="Norte"/>
Cerramiento asociado	<input type="text" value="Fachada CALLE JARA"/>		

En primer lugar damos un nombre al hueco, que debemos recordar en caso de que el mismo tipo de hueco se encuentre en otras fachadas.

Una vez seleccionado el cerramiento en el que se encuentra este hueco, el programa reconoce directamente cuál es su orientación.

<i>Dimensiones</i>			
Longitud	<input type="text" value="1.6"/>	m	
Altura	<input type="text" value="2.5"/>	m	
Multiplicador	<input type="text" value="40"/>		
Superficie	<input type="text" value="160.0"/>	m ²	
Porcentaje de marco	<input type="text" value="20"/>	%	

Se han de introducir las dimensiones del hueco y el número de veces que se encuentra en este cerramiento (“multiplicador”). La superficie total de estos huecos se completará de forma automática. El porcentaje de marco es importante para calcular la transmitancia térmica del conjunto de la ventana.

Ilustración 69. Dimensiones de un hueco en Ce3x.

<i>Características</i>			
Permeabilidad del hueco	<input type="text" value="Poco estanco"/>	<input type="text" value="100"/>	m ³ /hm ²
Absortividad del marco	<input type="text" value="α"/>	<input type="text" value="0.2"/>	
<input type="checkbox"/> Dispositivo de protección solar	<input type="text" value="Dispositivo de protección solar"/>		
Patrón de sombras	<input type="text" value="Norte - Calle Jara"/>		
<input type="checkbox"/> Doble ventana			

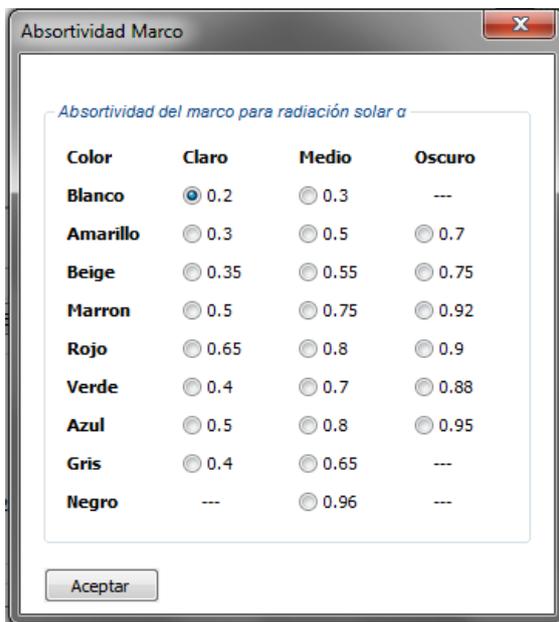
Ilustración 70. Características de un hueco en Ce3x.

La opción seleccionada de la permeabilidad del hueco es “poco estanco”: puesto que no se ha ensayado, no puede ser conocido; por otro lado, al ser los marcos son de madera, no sería real seleccionar “estanco”.

La absortividad (α) del marco es función de su color y se selecciona en la ventana que se muestra más abajo.

Dispositivos de protección solar no tiene, así como doble ventana tampoco.

El patrón de sombras será el mismo que aquel asociado al cerramiento en el que se encuentra.



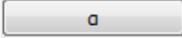
Al hacer click en el botón  se abre una ventana independiente para seleccionar el color del marco y la absortividad que éste tiene asociada, en este caso 0,2. Al hacer click en aceptar se carga automáticamente este valor al proyecto.

Ilustración 71. Absortividad según el color del marco en Ce3x.



Ilustración 72. Parámetros característicos y propiedades térmicas de un hueco en Ce3x.

Se introduce un tipo de ventana con vidrio simple y marco de madera. Las características térmicas se completan por defecto. En este caso, las opciones para elegir son muy básicas (simple, doble o doble bajo emisivo para los vidrios ; y madera, metal o PVC en el caso de los marcos). Esto es así debido al año de construcción. Si la normativa vigente seleccionada hubiera sido la NBE-CT-79 o CTE, el programa proporcionaría un catálogo más detallado con muchas otras opciones entre las que elegir.

Este proceso ha de realizarse con cada tipo de hueco distinto que haya en el edificio. Cada vez que se finalice la introducción de los datos de un hueco en particular, se ha de pinchar en “añadir” y éste aparecerá automáticamente en el árbol de elementos, colgando de su cerramiento asociado.



6. Puentes térmicos.

Para introducir los puentes térmicos lo más recomendable es elegir la opción del programa “por defecto”, en primer lugar porque así es más fácil no olvidar ninguna y en segundo porque es muy difícil conocer las características de los mismos.

Envoltura térmica del edificio

- Cubierta
 - Muro
 - Suelo
 - Partición interior
 - Hueco/Lucernario
 - Puente térmico
-

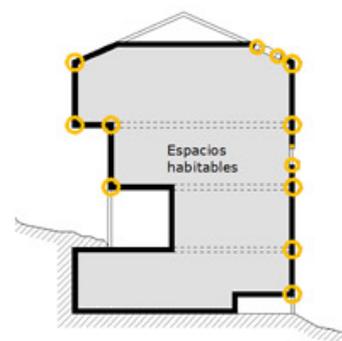


Ilustración 73. Selección de puentes térmicos por defecto en Ce3x.

De la lista que despliega el programa, en este caso se han seleccionado todos menos el encuentro de fachada con suelo en contacto con el aire. Al igual que en el resto de los casos, cuando se selecciona o deselecciona algún elemento de la lista, se refleja en el dibujo que aparece a la derecha.

Puente térmico por defecto

Definir puentes térmicos por defecto

- Pilar integrado en fachada
- Pilar en esquina
- Contorno de hueco
- Caja de persiana
- Encuentro de fachada con forjado
- Encuentro de fachada con cubierta
- Encuentro de fachada con suelo en contacto con el aire
- Encuentro de fachada con solera

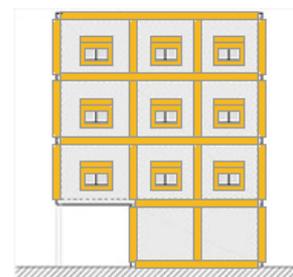
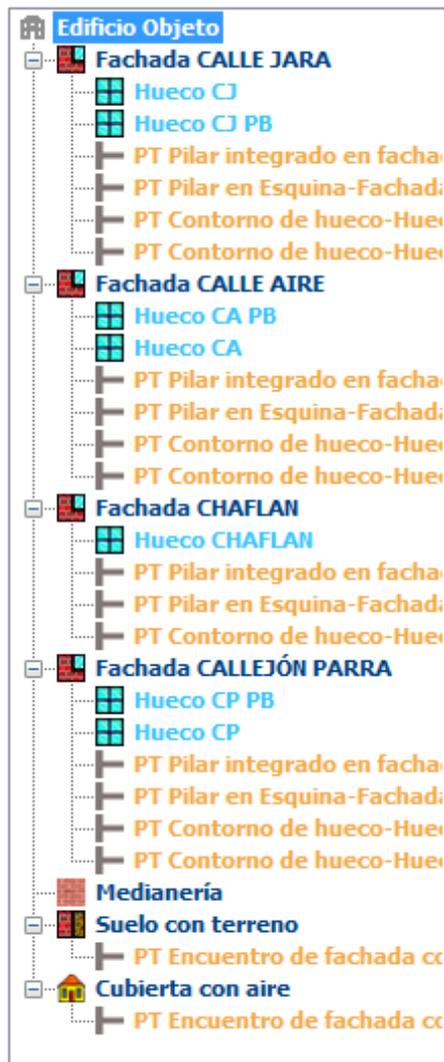


Ilustración 74. Selección de puentes térmicos en Ce3x.



Cuando se ha terminado la selección, hay que pulsar en el botón en “cargar”(figura Ilustración 74. Selección de puentes térmicos en Ce3x.) y los puentes térmicos serán añadidos al árbol de elementos. Este proceso ha de hacerse *una única vez*, puesto que el programa asocia a todas y cada una de las fachadas todos los puentes térmicos seleccionados.



En este punto se ha concluido la definición de la envolvente térmica, en el árbol de elementos se pueden ver todos los elementos introducidos, cada uno debajo del paramento en el que se encuentra.

Ilustración 75. Árbol de elementos de la envolvente térmica completo en Ce3x.

- Definición de las instalaciones.

En este edificio se va a introducir únicamente un equipo para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria, ya que parte de la calefacción centralizada ya no utiliza en el edificio.



Instalaciones del edificio

- Equipo de ACS Contribuciones energéticas
- Equipo de sólo calefacción
- Equipo de sólo refrigeración
- Equipo de calefacción y refrigeración
- Equipo mixto de calefacción y ACS
- Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS

Ilustración 76. Selección de equipo de ACS en cE3x.

A continuación se describen las características que definen cada una de las partes de esta instalación.

Equipo de ACS

Nombre	<input type="text" value="Equipo ACS"/>
Características	
Tipo de generador	<input type="text" value="Caldera Estándar"/>
Tipo de combustible	<input type="text" value="Gasóleo-C"/>

En primer lugar se le ha de dar un nombre y seleccionar el tipo de caldera y su combustible. En este caso caldera estándar, de gasóleo.

Ilustración 77. Características generales de un equipo de ACS en Ce3x.

Zona	<input type="text" value="Edificio Objeto"/>
Demanda cubierta	
	ACS
Superficie (m2)	<input type="text" value="3800.0"/>
Porcentaje (%)	<input type="text" value="100"/>

A continuación asociarlo a una zona. Al seleccionar edificio objeto el programa completa su superficie y entiende que este equipo ha de cubrir en 100% de la demanda.

Ilustración 78. Demanda cubierta por un equipo de ACS en Ce3x.

Rendimiento medio estacional				
Rendimiento estacional	<input type="text" value="Estimado según Instalación"/>	Rendimiento medio estacional	<input type="text" value="44.5"/>	%
Potencia nominal	<input type="text" value="24.0"/>	kW		
Carga media real β_{cmb}	<input type="text" value="0.14"/>	<input type="text" value="?"/>	Aislamiento de la caldera	<input type="text" value="Antigua con mal aislamiento"/>
Rendimiento de combustión	<input type="text" value="85"/>	%		
<input type="checkbox"/> Con Acumulación				

Ilustración 79. Cálculo del rendimiento medio estacional de una caldera de gasóleo en Ce3x.



El rendimiento estacional es muy difícil de calcular, por tanto se va a hacer una estimación. La carga media real depende del número de equipos que funcionen al mismo tiempo y del porcentaje de demanda que cubra cada uno de ellos. Se puede calcular haciendo click en el botón de la interrogación, que abre la ventana que se muestra más abajo. El rendimiento depende del gasóleo y suele ser del 85%. A continuación, seleccionados “caldera antigua con mal aislamiento”. Con estos datos el rendimiento medio estacional ya puede ser calculado por el programa.

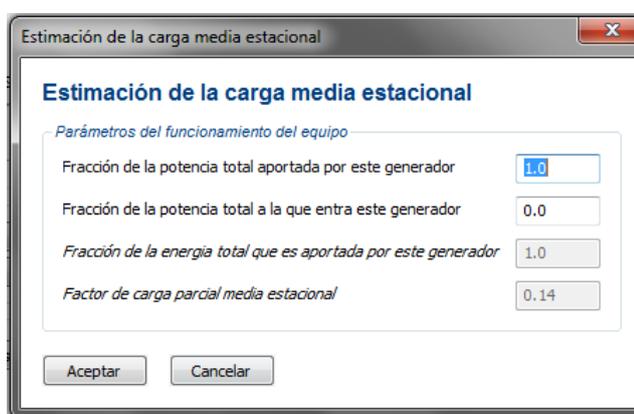


Ilustración 80. Estimación de la carga media estacional en Ce3x.

En el caso de este único equipo, la fracción de la potencia total aportada por él es el 100%, por tanto se ha de poner 1.0. y hacer click en aceptar.

- Definición de los patrones de sombras.

Para acceder a la ventana en la que se definen las sombras, se puede pinchar en la barra de tareas sobre el botón “Patrones de sombras”.

Una vez seleccionada la ventana que se muestra en la figura Ilustración 56. Datos del volumen de un edificio. Ce3x, se puede ver la descripción de las trayectorias solares, representando la curva inferior la trayectoria del Sol el 21 de diciembre y la superior el 21 de junio.

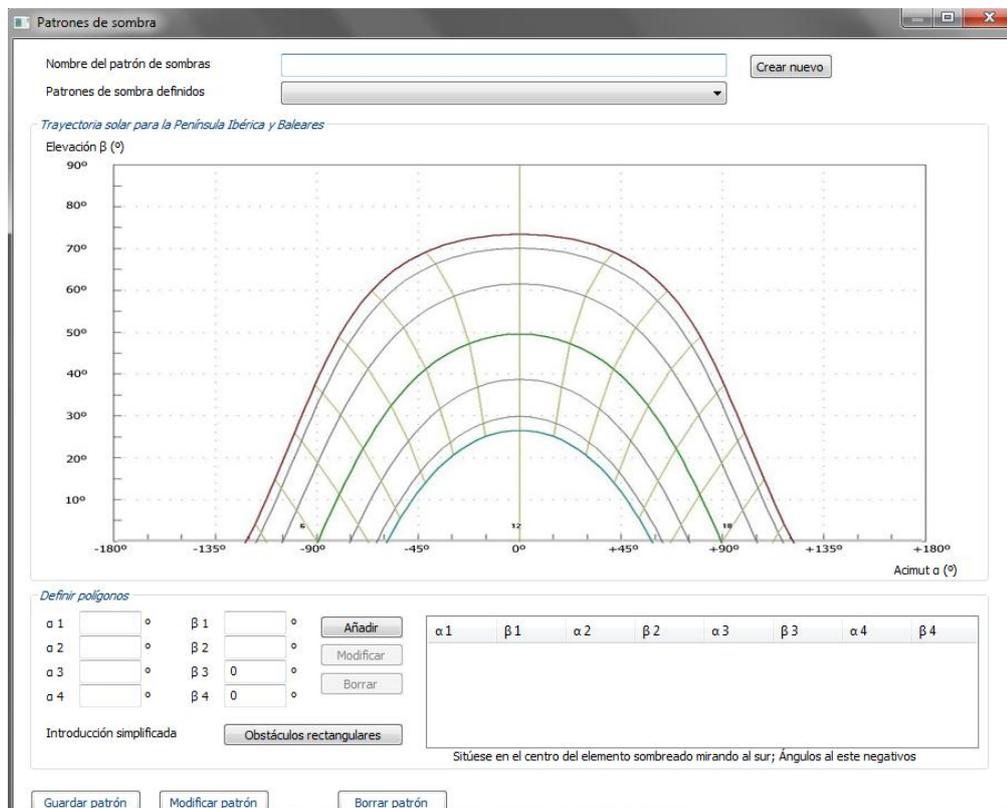


Ilustración 81. Ventana para definición de patrones de sombras en Ce3x.

Hay dos opciones en el programa para introducir los parámetros que definen el patrón de sombras. En este caso, se va a utilizar la primera opción, en la que se han de definir los 4 puntos que definen el plano que arroja sombra mediante ángulos.

Los datos básicos para el cálculo de los patrones de sombra se pueden obtener de manera sencilla descargando el archivo del catastro actualizado en formato dwg, desde el cual se puede determinar la orientación exacta del inmueble, número de alturas de los edificios del entorno que puedan producir sombra sobre el edificio, así como las distancias a aquéllos en horizontal, y el acimut correspondiente.

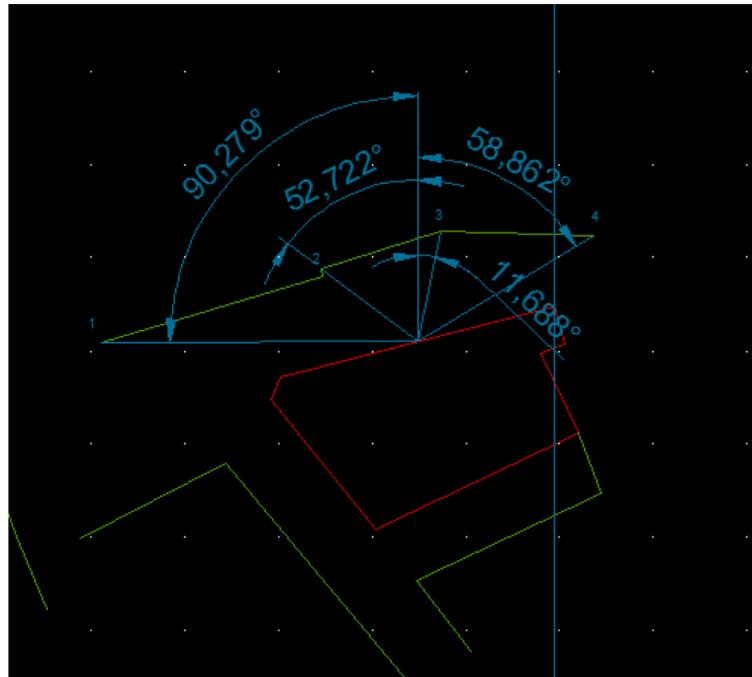


Ilustración 82. Cálculo de los parámetros para definición de patrones de sombras.

Mediante una tabla Excel (figura Ilustración 58. Selección de elementos de una envolvente térmica en Ce3x.) se van a introducir los datos conocidos y a calcular los restantes. Los datos que se pueden extraer del catastro son los siguientes:

- H, la diferencia de alturas entre el punto medio del edificio objeto y cada uno de los puntos que definen el plano de sombra.
- L, la distancia, medida en horizontal, desde el punto medio del edificio a cada uno de los puntos a definir.
- α , el acimut. En este caso, puesto que se miden desde el norte, los ángulos serán positivos al este y negativos al oeste.
- β , que es el ángulo de elevación de cada uno de los puntos, se calcula como $\arctg(H/L)$.



	L	H	H/L	beta	alfa
Puntos					
1	33,718	13,75	0,40779406	22,18534302	90,279
2	12,938	13,75	1,06276086	46,74272425	52,722
2	12,938	4,18	0,3230793	17,90457089	52,722
3	12,122	4,18	0,34482759	19,02560604	11,688
4	21,935	4,18	0,19056303	10,78909897	58,862

Ilustración 83. Cálculo de los patrones de sombras para Calle Jara en Excel.

Una vez obtenidos todos los parámetros, se introducen en el programa tal y como puede verse en la figura Ilustración 83. Cálculo de los patrones de sombras para Calle Jara en Excel., y de forma automática se dibujarán los planos de sombra del edificio.

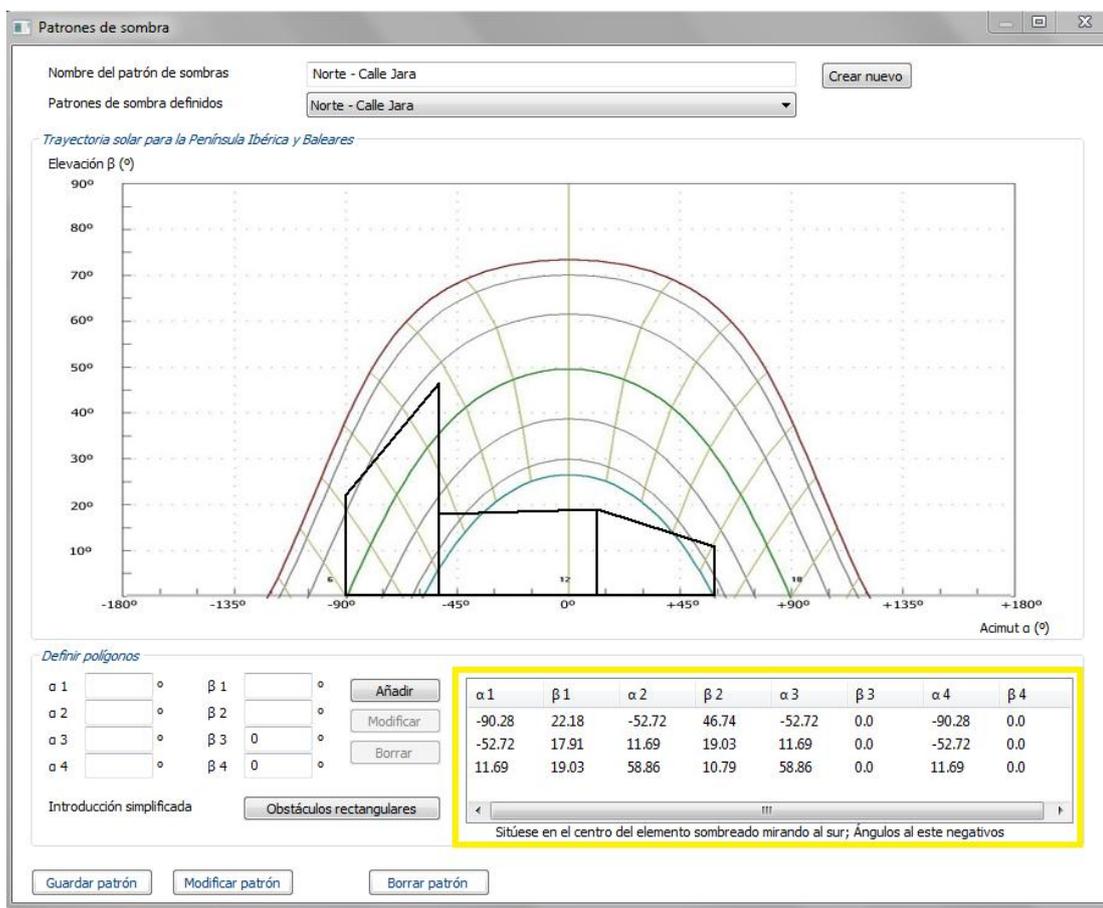


Ilustración 84. Planos de sombreado de la Calle Jara creados en Ce3x.



El siguiente paso es clicar en "guardar patrón" y asociar cada uno de los patrones de sombra creados a los elementos que se ven afectados. Esto se ha de hacer volviendo a la pestaña envolvente térmica. Es decir, a la fachada a la que se ha llamado "calle Jara", así como a todos los huecos que se encuentran en ella, se le ha de asociar el patrón de sombras llamado "Norte- Calle Jara".

- Obtención de la etiqueta de eficiencia energética.

Con el conjunto de datos proporcionados al programa hasta el momento, ya es posible obtener la calificación de este inmueble, para ello se ha de pinchar sobre el icono que representa una etiqueta energética y se podrá visualizar en pantalla, como muestra la siguiente ilustración, la calificación total y los índices parciales:

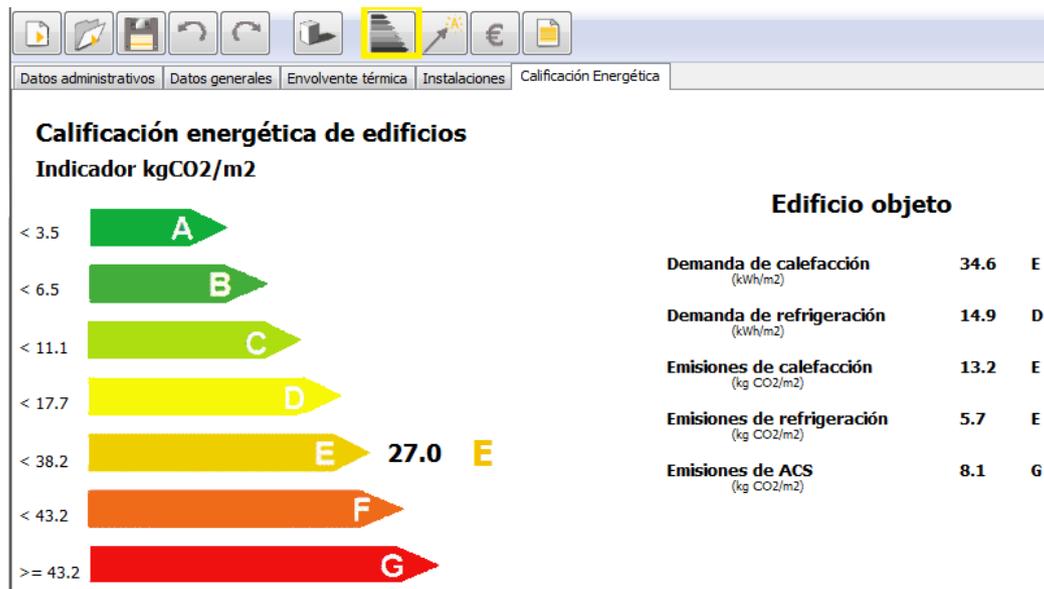


Ilustración 85. Calificación energética en Ce3x.

Con esto se podría dar por terminado el procedimiento y obtener directamente el certificado de eficiencia energética en formato pdf.

Sin embargo, a continuación se va a explicar cómo incluir algunas recomendaciones para la mejora energética del edificio y la calificación que resultaría de la aplicación de las mismas.



- Selección de las medidas de mejora.

Pinchando sobre el icono , que está a continuación del anterior, se abrirá la nueva pestaña que muestra la siguiente ilustración:

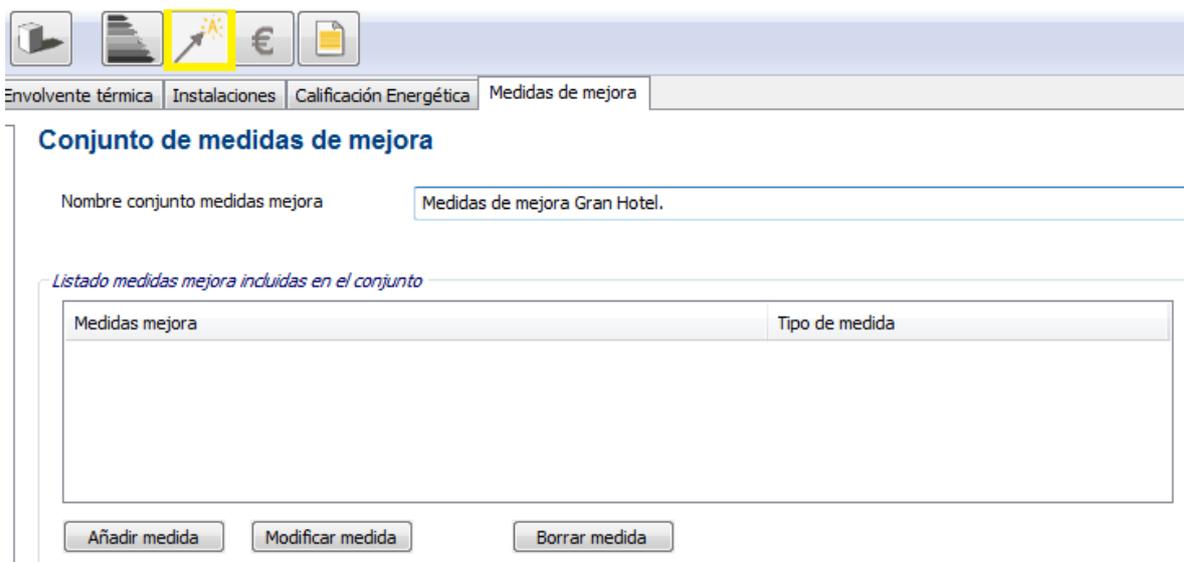


Ilustración 86. Pestaña para selección de medidas de mejora en Ce3x.

En primer lugar se ha de dar un nombre al conjunto de medidas de mejora, puesto que se pueden crear varios, y más tarde, crear uno o varios informes incluyendo el que se considere más adecuado. En este caso sólo se creará un conjunto.

Para seleccionar la primera medida, se ha de pinchar en “añadir medida”. En la ventana emergente, las opciones que proporciona el programa son: aislamiento térmico, huecos, puentes térmicos o instalaciones.

En este edificio, puesto que las demandas de calefacción y refrigeración no son muy elevadas, no se estima lo más conveniente crear una medida de mejora de la envolvente. Por tanto, se va a explicar cómo introducir medidas de mejora relativas a las instalaciones.

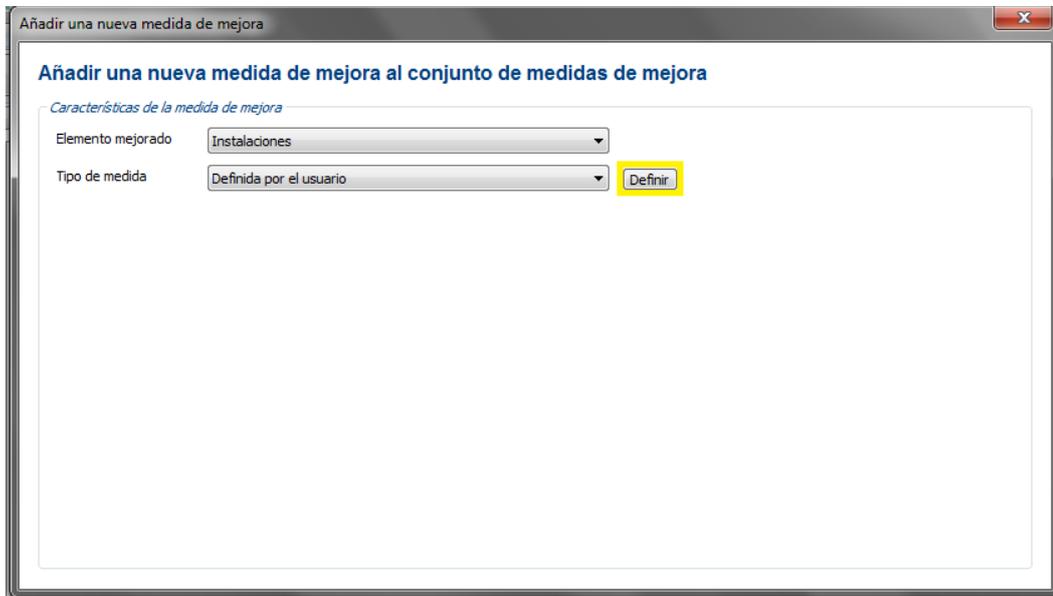


Ilustración 87. Ventana para añadir medidas de mejora en Ce3x.

En el primer menú desplegable se ha de seleccionar “instalaciones”, y a continuación “definidas por el usuario”.

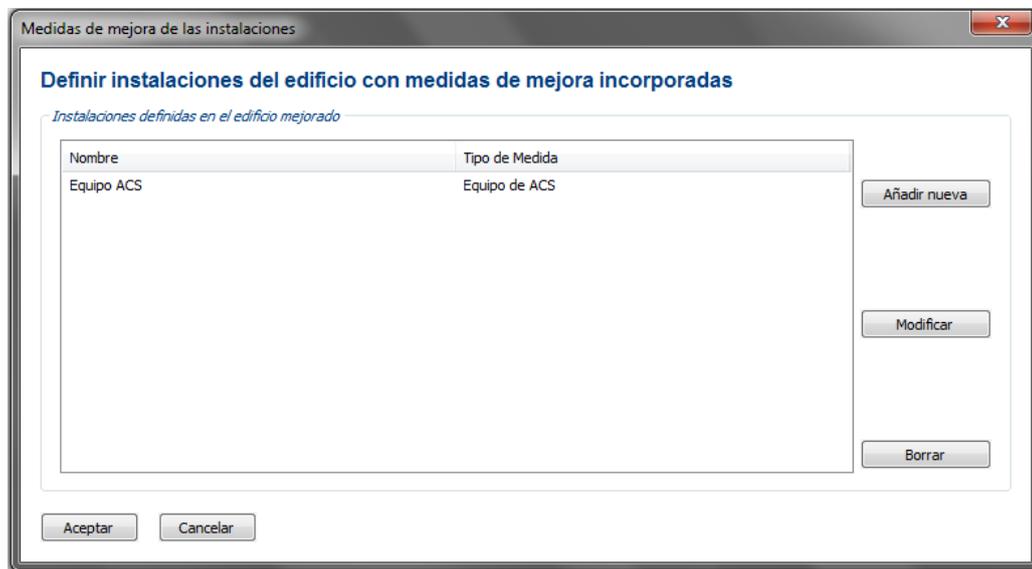


Ilustración 88. Ventana para introducir medidas de mejora de las instalaciones en Ce3x.

En esta ventana aparecerán las instalaciones ya definidas para el edificio, que se pueden modificar o borrar; o añadir nuevas instalaciones. Lo que se va a hacer es modificar el equipo de ACS por uno más eficiente y al mismo tiempo, introducir un equipo para cubrir la demanda de calefacción. Esto último es importante para que haya una reducción



significativa en la cantidad de emisiones. Aunque anteriormente no se definió, el programa sí que tomó por defecto una instalación de calefacción que representa las condiciones más desfavorables.

Para empezar, hay que seleccionar “equipo de ACS” y hacer click en modificar.

La nueva instalación, a la que se llamará “nuevo equipo de ACS”, será una caldera de condensación alimentada por gas natural, bien aislada y mantenida. Vemos que el rendimiento medio estacional es del 74,6% frente al 44% de la caldera de gasóleo-C previamente definida.

Ilustración 89. Cuadro para incluir mejoras en el equipo de ACS en Ce3x.

Al pinchar en aceptar, el equipo quedará incluido en la nueva definición de las instalaciones.

A continuación, se definirá del mismo modo la nueva instalación de calefacción consistente en una caldera estándar de gas natural.



Cuadro incluir mejoras en Calefacción

Medida de mejora en la instalación de calefacción

Nombre: Zona:

Características

Tipo de generador:
Tipo de combustible:

Demanda cubierta

Superficie (m2):
Porcentaje (%):

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional: Rendimiento medio estacional: %

Potencia nominal: kW
Carga media real β_{cmb}: ?
Rendimiento de combustión: %

Aislamiento de la caldera:

Ilustración 90. Cuadro para incluir mejoras en equipo de calefacción en Ce3x.

Al volver a la ventana general de las medidas de mejora, habrá aparecido en la parte inferior la calificación del edificio modificada como resultado de la nueva definición de las instalaciones.

Listado medidas mejora incluidas en el conjunto

Medidas mejora	Tipo de medida
Nueva definición de las instalaciones	Instalaciones

Añadir medida Modificar medida Borrar medida

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	34.6 E	34.6 E	0.0 %
Demanda de refrigeración	14.9 D	14.9 D	0.0 %
Emissiones de calefacción	9.8 D	10.6 E	7.8 %
Emissiones de refrigeración	5.7 E	9.0 G	36.6 %
Emissiones de ACS	2.7 E	1.6 C	-69.9 %
EMISIONES GLOBALES	18.2 E	21.2 E	14.2 %

18.2 E

Guardar conjunto Modificar conjunto Borrar conjunto Cerrar

Ilustración 91. Nueva calificación del edificio tras incluir las medidas de mejora en Ce3x.



Con las nuevas instalaciones, se reducirían las emisiones de calefacción y ACS, y por tanto los indicadores parciales, de una E a una C y de una G a una E, respectivamente. Como consecuencia, también se ganaría una letra en la calificación global, siendo finalmente ésta una D.

18.2 D Para generar el informe de certificación energética hay que pinchar sobre el botón



y en la ventana emergente seleccionar, de los conjuntos de mejora, 1, 2 ó 3 propuestas. En este caso se selecciona el único que ha sido definido.

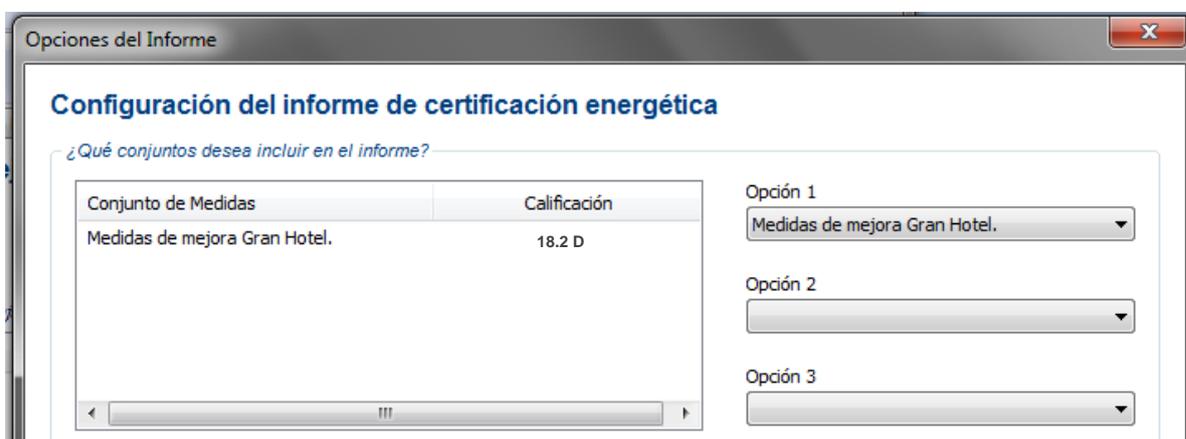


Ilustración 92. Ventana para configurar el informe de certificación energética en Ce3x.

Para finalizar, hay que pinchar, en la parte inferior de esta ventana, en el botón “generar informe”. Todos los informes de certificación de los inmuebles estudiados en este proyecto se adjuntan en el Anexo 1.

5.3. Descripción de las etiquetas obtenidas en cada situación real.

En este apartado se van a estudiar los índices de eficiencia energética obtenidos de la definición real de cada edificio, con los datos anteriormente especificados en el apartado 5.1.



5.3.1. Comparativa de los indicadores parciales de demanda.

Una vez obtenidas las etiquetas de eficiencia energética de cada uno de los edificios se va a proceder a realizar una comparativa de los resultados. En esta primera parte de dicha comparativa el objetivo es tener una idea de qué edificio posee una **envolvente térmica más eficiente**.

Para llegar a una conclusión real, hay ciertos datos que no hemos de tener en cuenta:

- Las emisiones resultantes de cubrir la demanda de calefacción.
- Las emisiones resultantes de cubrir la demanda de refrigeración.
- Las emisiones resultantes de cubrir la demanda de ACS.
- Obtención de la calificación global, en muchos casos este valor puede llevar a confusión al ser una es la combinación de los índices parciales anteriormente citados y es más adecuado estudiarlos independientemente.

El motivo es que las emisiones varían en gran medida dependiendo del tipo de fuente energética utilizada. Como se ha visto en el apartado 4.3. de este proyecto, la electricidad supone una cantidad de emisiones de CO₂ casi tres veces superior a la que supone la utilización de Gasóleo-C ó GLP. Por otro lado la utilización de gas natural en calefacción elevaría la calificación ya que las emisiones son aún menores.

Es necesario además tener en cuenta que las instalaciones de aire acondicionado, todas van a depender de la utilización de energía primaria la electricidad, por lo que a este respecto solo podemos pensar que se disminuirán las emisiones de forma proporcional a como sea el rendimiento estacional de estos aparatos.



En este caso se van a estudiar y comparar los índices parciales de las demandas de calefacción y refrigeración. Para ello se ha creado la tabla que se muestra a continuación, que recoge dichos índices para cada uno de los tres inmuebles.

1 EDIFICIO DEL GRAN HOTEL (1916)																			
<table border="1"> <tr> <td>Demanda de calefacción (kWh/m²)</td> <td>34.6</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>Demanda de refrigeración (kWh/m²)</td> <td>14.9</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>Emisiones de calefacción (kg CO₂/m²)</td> <td>13.2</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>Emisiones de refrigeración (kg CO₂/m²)</td> <td>5.7</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>Emisiones de ACS (kg CO₂/m²)</td> <td>8.1</td> <td>G</td> </tr> <tr> <td>< 38.2</td> <td></td> <td>27.0 E</td> </tr> </table>	Demanda de calefacción (kWh/m ²)	34.6	E	Demanda de refrigeración (kWh/m ²)	14.9	D	Emisiones de calefacción (kg CO ₂ /m ²)	13.2	E	Emisiones de refrigeración (kg CO ₂ /m ²)	5.7	E	Emisiones de ACS (kg CO ₂ /m ²)	8.1	G	< 38.2		27.0 E	<p>El edificio del Gran Hotel, a pesar de su antigüedad, es de los tres el más eficiente en los índices parciales de calefacción y refrigeración. La demanda de energía para alcanzar en su interior la temperatura de confort es la menor de las tres. Esto se debe principalmente al gran espesor de sus fachadas y a un mejor tratamiento de los puentes térmicos.</p>
Demanda de calefacción (kWh/m ²)	34.6	E																	
Demanda de refrigeración (kWh/m ²)	14.9	D																	
Emisiones de calefacción (kg CO ₂ /m ²)	13.2	E																	
Emisiones de refrigeración (kg CO ₂ /m ²)	5.7	E																	
Emisiones de ACS (kg CO ₂ /m ²)	8.1	G																	
< 38.2		27.0 E																	
2 EDIFICIO SANTA MARÍA (2004)																			
<table border="1"> <tr> <td>Demanda de calefacción (kWh/m²)</td> <td>34.2</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>Demanda de refrigeración (kWh/m²)</td> <td>19.3</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>Emisiones de calefacción (kg CO₂/m²)</td> <td>21.8</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>Emisiones de refrigeración (kg CO₂/m²)</td> <td>13.5</td> <td>G</td> </tr> <tr> <td>Emisiones de ACS (kg CO₂/m²)</td> <td>4.5</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>< 43.2</td> <td></td> <td>39.8 F</td> </tr> </table>	Demanda de calefacción (kWh/m ²)	34.2	E	Demanda de refrigeración (kWh/m ²)	19.3	E	Emisiones de calefacción (kg CO ₂ /m ²)	21.8	E	Emisiones de refrigeración (kg CO ₂ /m ²)	13.5	G	Emisiones de ACS (kg CO ₂ /m ²)	4.5	E	< 43.2		39.8 F	<p>De este edificio destacan la calidad de sus ventanas con rotura de puente térmico y la cámara de aire aislante en su fachada. Por estos motivos, a pesar de que los patrones de sombras de éste y del edificio contiguo son muy similares, sus demandas de calefacción y refrigeración son notablemente inferiores.</p>
Demanda de calefacción (kWh/m ²)	34.2	E																	
Demanda de refrigeración (kWh/m ²)	19.3	E																	
Emisiones de calefacción (kg CO ₂ /m ²)	21.8	E																	
Emisiones de refrigeración (kg CO ₂ /m ²)	13.5	G																	
Emisiones de ACS (kg CO ₂ /m ²)	4.5	E																	
< 43.2		39.8 F																	
3 EDIFICIO DE VIVIENDAS DE PROTECCIÓN OFICIAL (1964)																			
<table border="1"> <tr> <td>Demanda de calefacción (kWh/m²)</td> <td>67.5</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>Demanda de refrigeración (kWh/m²)</td> <td>20.8</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>Emisiones de calefacción (kg CO₂/m²)</td> <td>25.8</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>Emisiones de refrigeración (kg CO₂/m²)</td> <td>7.9</td> <td>G</td> </tr> <tr> <td>Emisiones de ACS (kg CO₂/m²)</td> <td>5.4</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>< 43.2</td> <td></td> <td>39.1 F</td> </tr> </table>	Demanda de calefacción (kWh/m ²)	67.5	F	Demanda de refrigeración (kWh/m ²)	20.8	E	Emisiones de calefacción (kg CO ₂ /m ²)	25.8	E	Emisiones de refrigeración (kg CO ₂ /m ²)	7.9	G	Emisiones de ACS (kg CO ₂ /m ²)	5.4	F	< 43.2		39.1 F	<p>El principal problema de este edificio, y la causa de que sea el menos eficiente en la comparativa, son los puentes térmicos. La ausencia de aislamiento térmico y la inferior calidad de sus ventanas suponen una gran cantidad de puentes térmicos. En clases como las E, F y G, cuyos intervalos son tan pequeños, un puente térmico puede hacer a un edificio ganar o perder una letra.</p>
Demanda de calefacción (kWh/m ²)	67.5	F																	
Demanda de refrigeración (kWh/m ²)	20.8	E																	
Emisiones de calefacción (kg CO ₂ /m ²)	25.8	E																	
Emisiones de refrigeración (kg CO ₂ /m ²)	7.9	G																	
Emisiones de ACS (kg CO ₂ /m ²)	5.4	F																	
< 43.2		39.1 F																	

Tabla 34. Comparativa de las demandas de calefacción y refrigeración. Elaboración propia.



5.3.2 Comparación de la calificación global y los indicadores parciales de las emisiones.

En este apartado se van a comentar los resultados globales obtenidos en la calificación. Para ello, puesto que ya se han estudiado los indicadores de demanda, es necesario tener en cuenta los indicadores relativos a las instalaciones.

El gráfico incluido a continuación muestra los indicadores obtenidos para cada uno de los tres edificios, expresados en KgCO_2/m^2 .

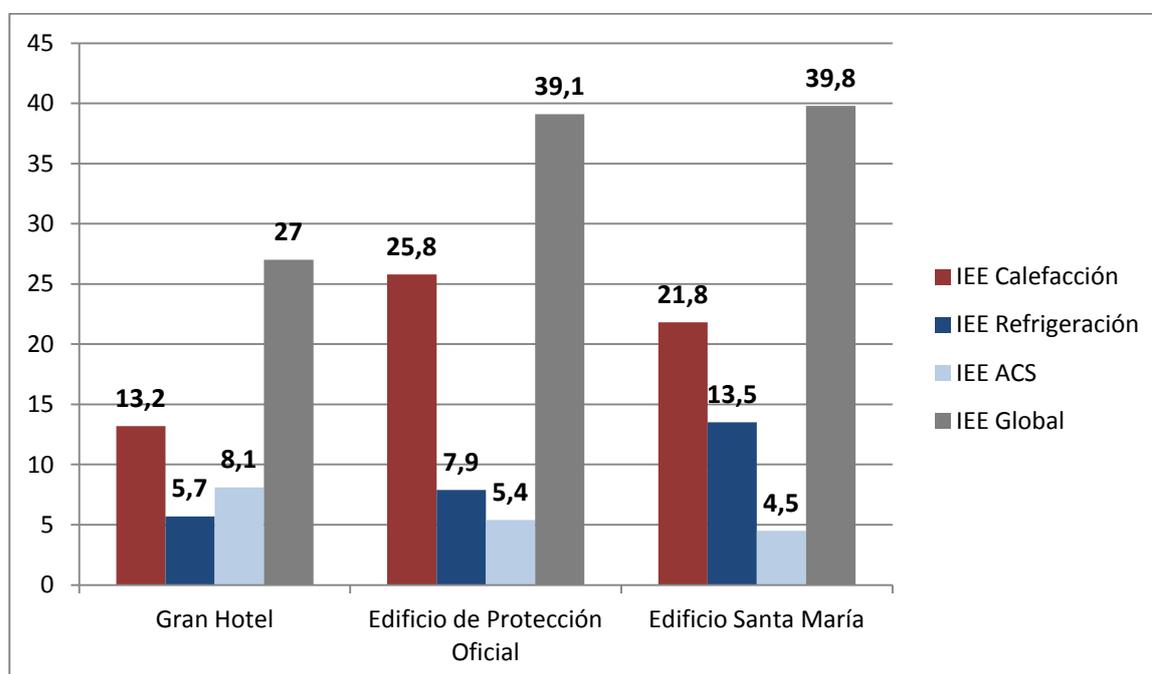


Gráfico 7. Indicadores de eficiencia energética parcial y global en condiciones reales.

- Para empezar, vemos que las emisiones de CO_2 resultantes de cubrir la demanda de **agua caliente sanitaria** son coherentes con el tipo de instalación seleccionada, a saber:
 - Caldera centralizada de gasóleo-C en el Gran Hotel.
 - Calentador individual de Butano en el Edificio de viviendas de Protección Oficial.
 - Calentador individual de Gas Natural en el Edificio de Santa María.



Cuanto más moderna es la instalación y más eficiente el combustible empleado, menor será la cantidad de emisiones.

- En el caso del **indicador de calefacción** parece no ser lógico el resultado obtenido si se tienen en cuenta las demandas que se han de vencer en cada caso. Esto se entiende mejor atendiendo a la siguiente tabla:

	Indicador de demanda de calefacción	Indicador de emisiones por calefacción.
Edificio del Gran Hotel	34.6	13.2
Edificio de Viviendas de P.O.	67.5	25.8
Edificio Santa María	34.2	21.8

Tabla 35. Indicadores de demandas y emisiones.

¿Por qué, si la demanda de calefacción es casi la misma en el Gran Hotel y el Edificio Santa María, son mayores las emisiones resultantes de este último? Esto es así porque en el edificio Santa María se cubre la demanda de calefacción con una bomba de calor de electricidad. Como se ha visto anteriormente, la electricidad tiene asociada una gran cantidad de emisiones de CO₂.

Por otro lado, ya que en el Gran Hotel no se ha definido una instalación para climatización, el programa ha tomado por defecto la instalación mínima exigible por la Normativa vigente en el año de su construcción, en este caso una caldera de Gasóleo-C con rendimiento de combustión del 70%.

En el edificio de viviendas de Protección sucede lo mismo, al no haber sido definida la instalación, se ha tomado por defecto la misma que en el caso anterior. Así, si comparamos estos dos últimos, vemos que sí es lógico que, al ser casi el doble la demanda, es casi el doble el indicador de las emisiones.



- Sucede algo similar al comparar los **indicadores de refrigeración**:

	Indicador de demanda de refrigeración.	Indicador de emisiones por refrigeración.
Edificio del Gran Hotel	14.9	5.7
Edificio de Viviendas de P.O.	20.8	7.9
Edificio Santa María	19.3	13.5

Tabla 36. Indicadores de demanda y emisiones de refrigeración.

Vemos que, siendo el Edificio Santa María aquel con una menor demanda de refrigeración, es también el que tiene asociado un indicador de emisiones de refrigeración mayor. Por el mismo motivo expuesto anteriormente, la instalación tomada por defecto para los dos edificios más antiguos es más eficiente que la bomba de calor eléctrica aportada al programa en el caso del Edificio Santa María.

- En el caso de los **indicadores para la producción de agua caliente sanitaria (ACS)**:
Este indicador en los tres casos es prácticamente igual pero tiene un gran peso en la obtención de la calificación final ya que este recurso energético siempre es imprescindible en edificación y supone un gasto continuo y no estacional de energía.

Por estos motivos no se puede realizar, con estos resultados, una comparación real de los **índices globales** desde el punto de vista constructivo. Para ello, se van a calificar de nuevo los tres edificios, partiendo de unas instalaciones con las mismas características para todos.

5.4. Estudio de la calificación energética con instalaciones de referencia.

En este apartado se va a realizar una comparativa de la calificación energética de los inmuebles suponiendo que todos tuvieran las mismas instalaciones.



Partiendo de tres conjuntos de instalaciones supuestas, se empleará cada uno de ellos para la calificación de cada uno de los tres edificios. De esta manera se podrán extraer resultados más “reales” en términos de índices globales de eficiencia energética.

La tabla que se muestra a continuación recoge los tres conjuntos de instalaciones supuestos, siendo cada uno más eficiente que el anterior y partiendo de un caso real que es el conjunto de instalaciones del Edificio Santa María.

	Equipo de ACS	Equipo de Calefacción	Equipo de Refrigeración
Caso 1	-Caldera estándar de Gas Natural con aislamiento, sin depósito de acumulación.	-Bomba de calor eléctrica con un rendimiento de 150%.	
Caso 2	-Caldera de condensación de Gas Natural con aislamiento, sin depósito de acumulación.	- Bomba de calor eléctrica de caudal variable con un rendimiento de 150%.	
Caso 3	-Caldera de baja temperatura, de Gas Natural, bien aislada y mantenida, con un depósito de 5000l para el Edificio del Gran Hotel y de 2000l para los otros dos + contribución solar para el 70% de la demanda de ACS.		Máquina frigorífica de caudal variable, eléctrica, con rendimiento 160%.

Tabla 37. Equipos utilizados en los casos supuestos para calificación energética.

Una vez modificadas las instalaciones en cada una de las calificaciones anteriores, los resultados obtenidos son los siguientes:

	Edificio del Gran Hotel	Edificio de Protección Oficial	Edificio Santa María
Caso 1	36.3 E	61.2 G	39.8 F
Caso 2	29.8 E	49.5 G	32.3 E
Caso 3	22.3 E	33.1 E	23.0 E
<i>Indicador de eficiencia energética global</i>			

Tabla 38. Calificaciones globales resultantes en los casos de instalaciones supuestas.



Partiendo de la base de que las demandas no han variado en ningún caso, lo que se puede comentar de estos resultados es lo siguiente:

En el **caso 1** se puede ver que la calificación del Edificio Santa María es la misma que en el apartado anterior, dado han sido sus instalaciones las que se han utilizado como punto de partida.

Sin embargo, las calificaciones del Gran Hotel y el Edificio de Protección Oficial son peores que anteriormente. Esto se debe a que sus indicadores parciales de calefacción y refrigeración son más altos, ya que en vez de haber utilizado el programa una instalación por defecto funcionando con Gasóleo, se ha introducido una instalación de climatización eléctrica. Por otro lado, las emisiones resultantes de cubrir la demanda de ACS son más bajas en los dos casos, puesto que la caldera de Gas Natural es más eficiente que aquellas de Gasóleo y GLP de que disponían estos edificios.

Los indicadores globales obtenidos en el **caso 2** son, para los 3 edificios, mejores que en el caso 1, por ser estas instalaciones más eficientes que las anteriores.

Sin embargo, por el mismo motivo que en el caso 1, la calificación final del Gran Hotel y del Edificio de viviendas de Protección Oficial, vuelve a ser peor que en el supuesto real.

Los resultados obtenidos de utilizar las instalaciones supuestas en el **caso 3** son los más eficientes en cualquier caso. Esta gran diferencia se debe a que por primera vez se ha supuesto que la demanda mayor, la de calefacción, se cubrirá con Gas Natural, que es una energía más limpia que la electricidad. Por otro lado, añadir una contribución solar para vencer la demanda de ACS ha hecho disminuir notablemente las emisiones derivadas de dicho proceso.

Por tanto, aunque la reducción en las emisiones de refrigeración haya variado muy poco, la calificación global es notablemente mejor.



A continuación se exponen los resultados obtenidos para cada edificación en cada uno de los supuestos.

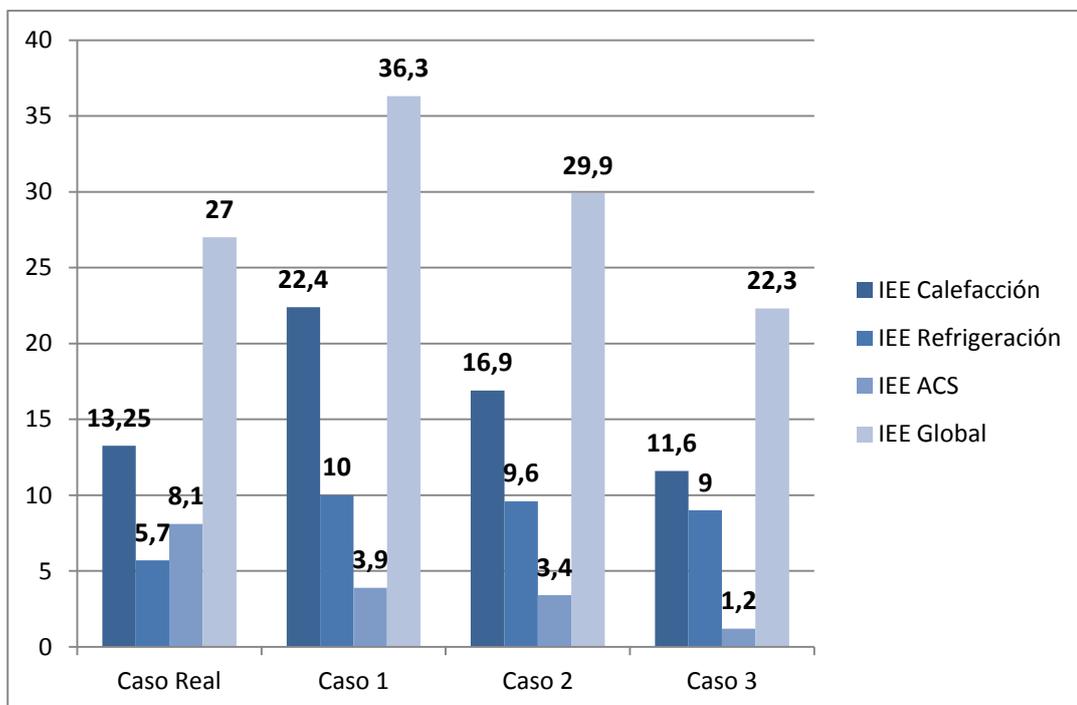


Gráfico 8. Comparativa de los indicadores parciales y global en los 3 casos de instalaciones supuestas (GH).

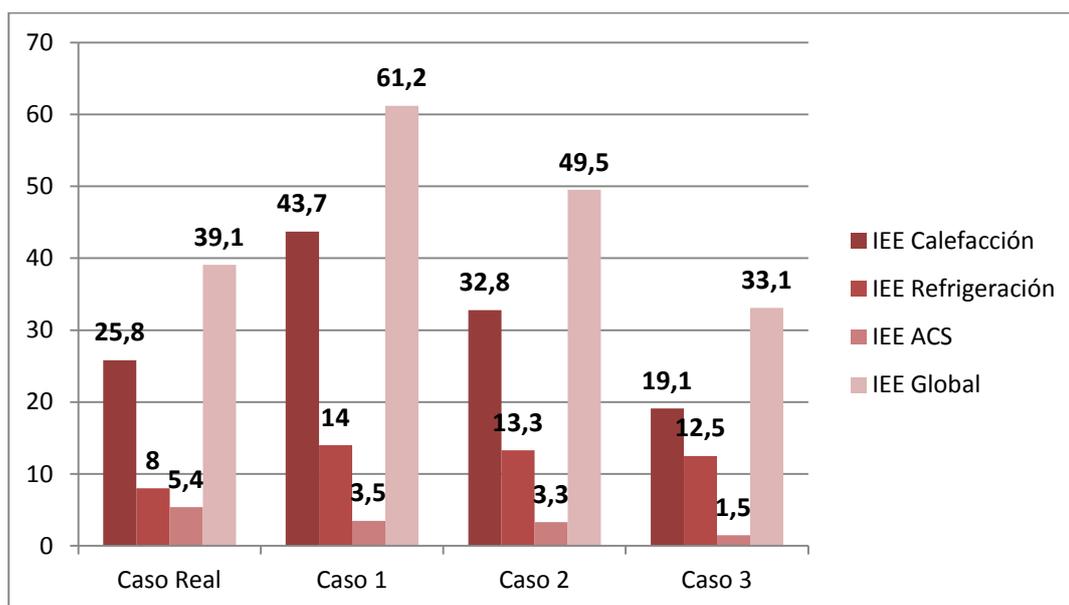


Gráfico 9. Comparativa de los indicadores parciales y global en los 3 casos de instalaciones supuestas (PO).

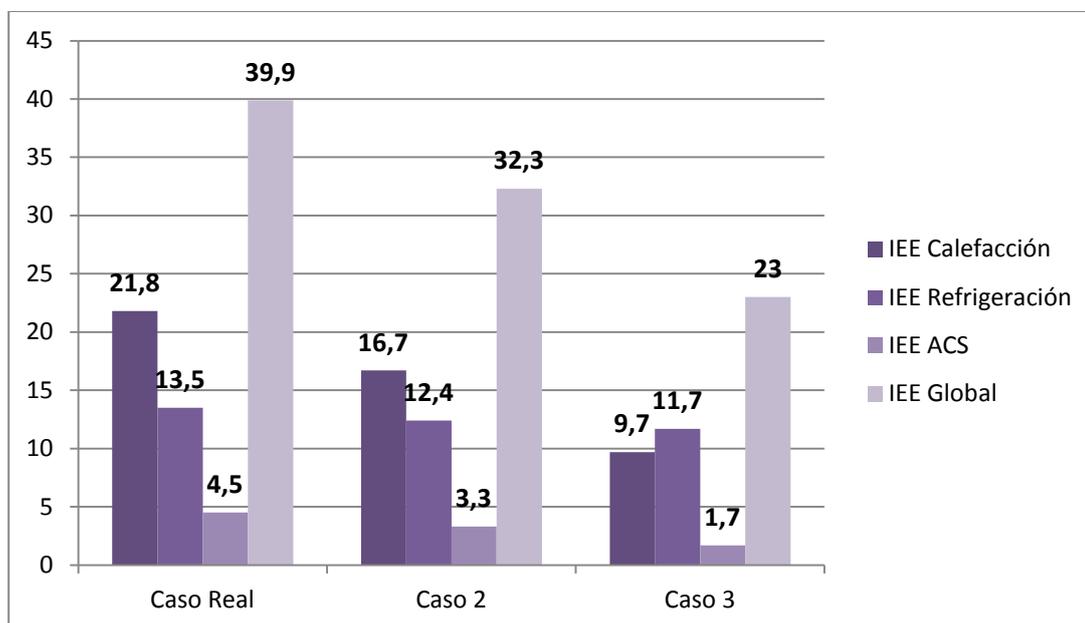


Gráfico 10. Comparativa de los indicadores parciales y global en los 3 casos de instalaciones supuestas (SM).

5.5. Medidas de mejora de la envolvente térmica.

En este apartado se van a proponer, para cada edificio, una serie de actuaciones sobre su envolvente térmica para estudiar el margen de mejora que tiene cada uno de ellos. Se utilizará como punto de partida la última calificación obtenida, siendo las instalaciones de referencia utilizadas las siguientes:

- Un equipo mixto para calefacción y ACS: caldera de baja temperatura, de Gas Natural, aislada y con depósito de acumulación.
- Contribución solar para cubrir el 70% de la demanda de ACS.
- Un equipo de refrigeración con caudal variable, funcionando con electricidad y con un rendimiento de 1,6.

A continuación se exponen las medidas de mejora aplicadas y los resultados obtenidos en la etiqueta de eficiencia energética.



- Mejoras constructivas para el edificio del Gran Hotel.

Como condiciones de partida, se ha de tener en cuenta que el Gran Hotel está catalogado como Bien de Interés Cultural, por lo tanto las medidas de actuación sobre la envolvente térmica estarán limitadas.

En este caso se han seleccionado dos medidas de mejora:

- Incluir un aislamiento térmico por el interior de poliuretano proyectado (0.035 W/mK) de 4 cm de espesor. Cualquier acción por el exterior queda completamente descartada.
- Incluir un aislamiento térmico en la cubierta.
- Sustituir los vidrios de las ventanas por otros más aislantes y mejorar la estanqueidad del hueco.

La calificación resultante de aplicar estas medidas sería la siguiente:

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

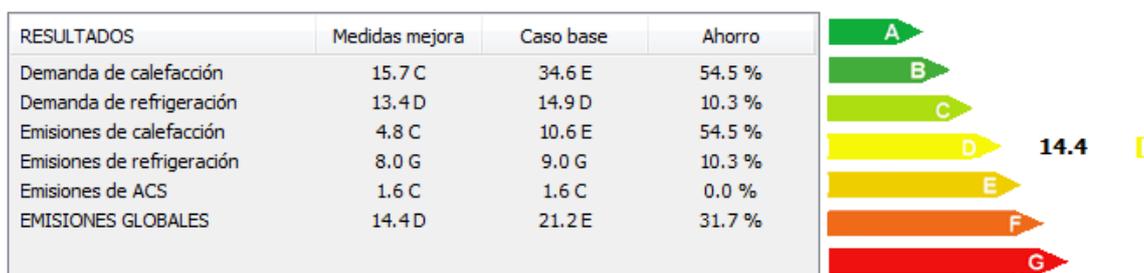


Ilustración 93. Calificación energética de Gran Hotel con medidas de mejora sobre la envolvente térmica.

En este caso el edificio no tiene una situación de partida muy desfavorable ya que su cerramiento tiene una gran inercia tal y como se ha podido comprobar en apartados anteriores. De hecho las posibles mejoras planteadas solo mejoran en un escalón su



certificación energética, esto es debido a dos causas; una que el edificio se encuentra protegido y no se pueden realizar muchas modificaciones en su envolvente y que la integración de nuevas instalaciones no es muy fácil en un edificio que ya está construido y más con estas características, por lo que no se pueden utilizar todas las combinaciones de posibles mejoras que se podrían aplicar.

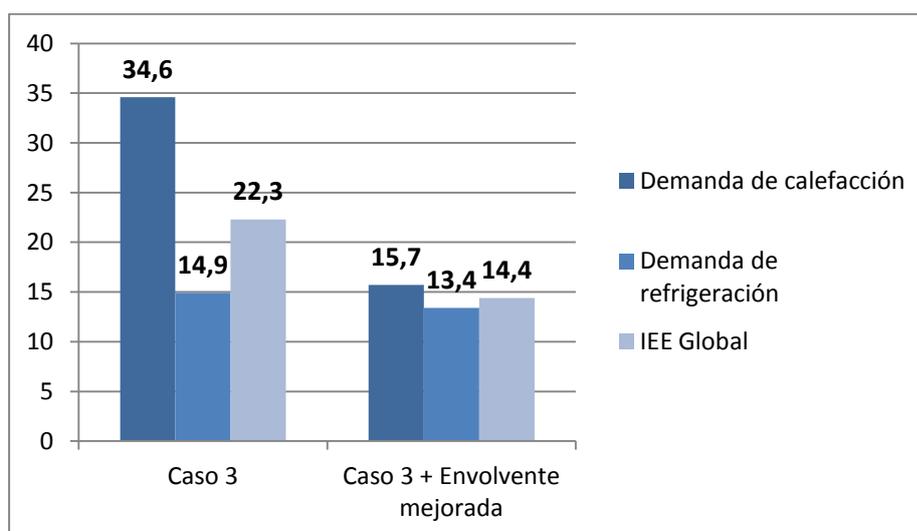


Gráfico 11. Comparativa de demandas e índice global con envolvente mejorada en Edificio del Gran Hotel.

Viendo este gráfico de arriba podemos ver como la demanda de calefacción es la que mejor comportamiento tiene con estas mejoras, manteniéndose estable la de refrigeración. Esto puede deberse a que debido a las sombras que se proyectan en el edificio las mejoras implicadas en la demanda de refrigeración, por ejemplo, el cambio de los vidrios no afecta de forma global a todo el edificio.

- Mejoras constructivas para el Edificio de viviendas de Protección Oficial.

Este edificio, al ser el que disponía de una envolvente térmica menos eficiente, es el que tiene más margen de mejora en este aspecto. Las medidas seleccionadas han sido las siguientes:



- Sustitución de ventanas: ventanas dobles 4-6-4 con marcos de PVC.
- Aislamiento térmico por el exterior con poliestireno expandido (0.029 W/mK) de 8cm de espesor.

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	12.2 C	67.5 F	81.9 %
Demanda de refrigeración	16.9 D	20.8 E	18.5 %
Emisiones de calefacción	3.4 B	19.1 E	81.9 %
Emisiones de refrigeración	10.2 G	12.5 G	18.5 %
Emisiones de ACS	1.5 C	1.5 C	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	15.2 D	33.1 E	54.2 %

The energy efficiency scale ranges from A (green) to G (red). The building's performance is indicated by a yellow bar labeled '15.2 D'.

Ilustración 94. Calificación energética del Edificio de viviendas P.O. con medidas de mejora sobre la envolvente térmica.

En el siguiente gráfico se puede ver cómo ha disminuido drásticamente la demanda de calefacción, más del 80%. La demanda de refrigeración también es menor, si bien la diferencia no es tan acusada. Como consecuencia el índice global también es menor, pasando de situarse en la clase E a la clase D.

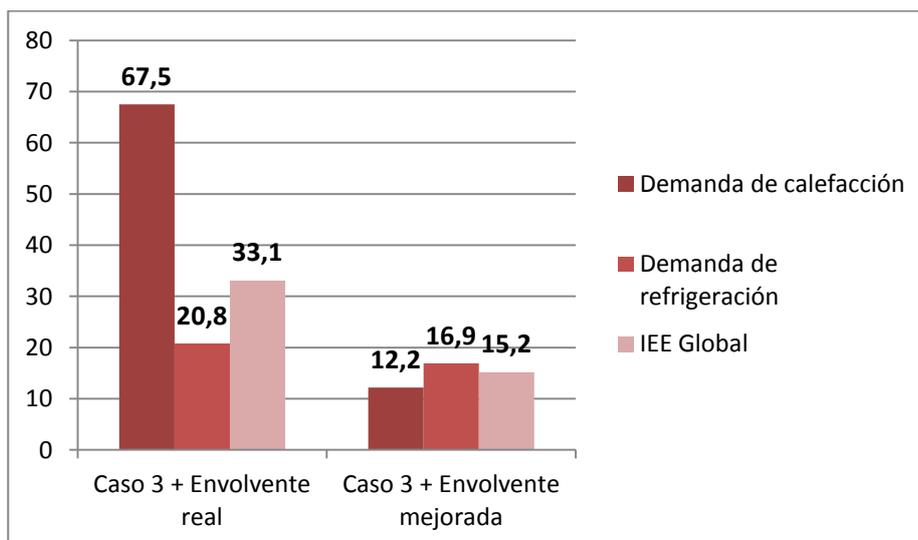


Gráfico 12. Comparativa de demandas e índice global con envoltente mejorada en Edificio de Prot. Oficial.



En este edificio el planteamiento de la mejora de la envolvente supone un mayor incremento de la mejora de la certificación energética que en el caso anterior. Disminuyendo casi en un 50%. Esto es debido a que el edificio de base parte de unas condiciones de inferioridad. Además la intervención planteada para la fachada, es una mejora por el exterior, cosa imposible en el caso anterior; y esta solución trata mucho mejor los puentes térmicos. Esto implica que el salto en la escala de certificación energética sea mayor que en el caso anterior.

- Mejoras constructivas para el Edificio Santa María.

Este edificio dispone ya de una envolvente térmica muy eficiente, por tanto. Aun así, veamos hasta qué punto se puede mejorar dicha envolvente:

- La primera medida sería incluir un aislamiento térmico sobre la cubierta de poliuretano proyectado (0.035 W/mK) de 4 cm de espesor.
- Además, se podrían sustituir los vidrios de las ventanas por otros más aislantes.

El resultado de la aplicación de estas medidas sería el siguiente:

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

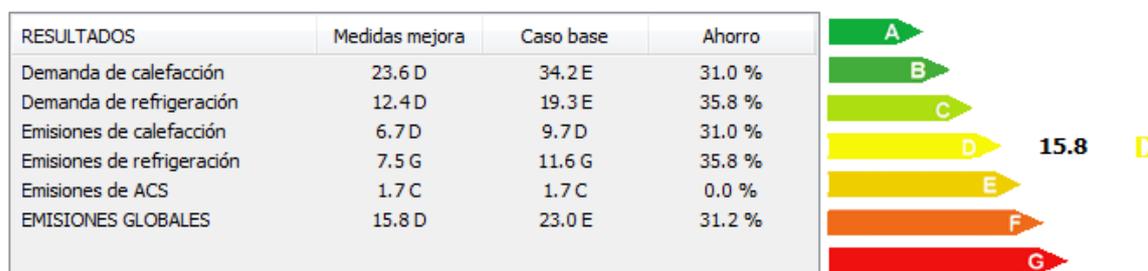


Ilustración 95. Calificación energética del Edificio Santa María con medidas de mejora sobre la envolvente térmica.



La calificación global tras aplicar estas medidas de mejora, sería de 15.8 situándose el edificio en la clase D. La reducción más significativa se encuentra en la demanda de refrigeración, por la mejora en la sustitución de los vidrios y como consecuencia en la cantidad de emisiones derivadas de la misma.

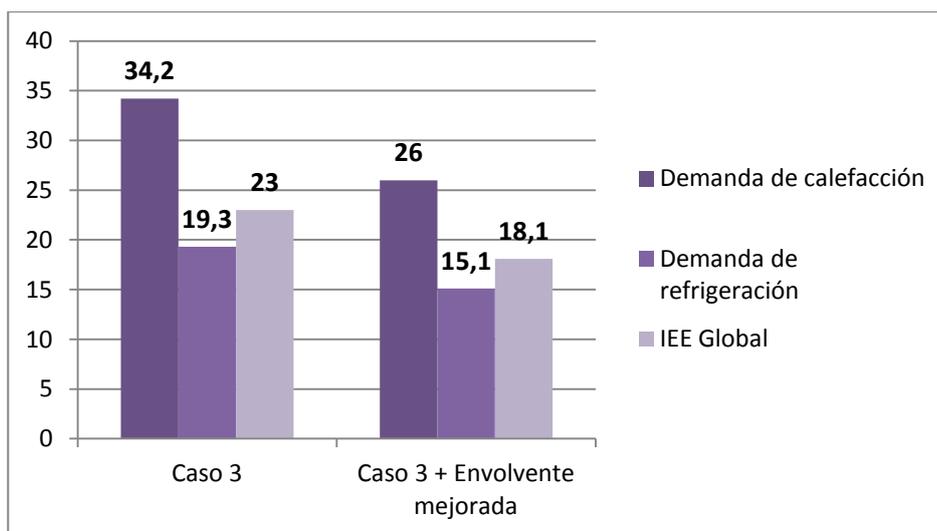


Gráfico 13. Comparativa de demandas e índice global con envoltente mejorada en Edificio Santa María.

A modo de resumen de este apartado, se muestra la siguiente tabla. En ella se recogen las calificaciones de los tres edificios, con su envoltente real y su envoltente mejorada, teniendo los tres las instalaciones ya mejoradas.

	Envoltente actual	Envoltente mejorada
Edificio del Gran Hotel	22.3 E	18.1 D
Edificio de P.O.	33.1 E	15.2 D
Edificio Santa María	23.0 E	15.8 D

Tabla 39. Comparación de la clasificación con envoltente real y mejorada.

El edificio que parte con una calificación energética mejor es el edificio del Gran Hotel, pero las mejoras no permiten elevar mucho sus calificación debido a su condición de edificio protegido aún así sube un escalón.



Lo que se puede entender de estos resultados es que tanto el Edificio del Gran Hotel como el Edificio Santa María disponen ya de una envolvente térmica eficiente, que podría ser mejorada pero que no influiría demasiado en su calificación final.

Por otra parte, el Edificio de viviendas de Protección Oficial se vería enormemente beneficiado con algunas mejoras en su envolvente, tanto en términos de calificación en energética como en lo que respecta al ahorro económico en energía que supondría.

Esto nos hace ver que en un edificio que tenga unas características constructivas deficientes, cualquier tipo de mejora pasiva, y más si es por el exterior, implica una mejora sustancial en la disminución de las emisiones de CO₂ y por tanto en su calificación energética.



CAPÍTULO 6. ESTUDIO DE LA ENVOLVENTE MEDIANTE TERMOGRAFÍA.

En este capítulo se van a utilizar fotografías termográficas como apoyo al estudio de la envolvente de los edificios.

6.1. La termografía infrarroja. Ventajas y aplicaciones en edificación.

La *termografía* es una técnica que permite medir temperaturas a distancia y sin necesidad de contacto físico con el objeto a estudiar, mediante la captación de la radiación infrarroja del espectro electromagnético. Utilizando cámaras termográficas se puede convertir la energía radiada en información sobre temperatura.

Todos los objetos tienen una información térmica, imperceptible a simple vista, pero que se pone de manifiesto con la utilización de dichas cámaras.

Una *cámara termográfica* es un dispositivo que detecta el patrón térmico del cuerpo al que se apunta, en el espectro de la longitud de onda infrarroja y sin entrar en contacto



con ese cuerpo. La imagen generada por una cámara termográfica se denomina termograma, imagen térmica o imagen radiométrica.

Una *imagen radiométrica* es una imagen térmica que contiene cálculos de las medidas de temperatura en todos los puntos de la imagen. La información térmica obtenida corresponde a un patrón, un estado puntual en cuanto a su temperatura. Se dice que es puntual ya que no se considera el objeto como algo aislado, más bien al contrario, estará bajo unas condiciones cambiantes, rodeado de otros objetos que le influyan, unas actuaciones, etc.

- Ventajas de la utilización de la termografía infrarroja.

La termografía infrarroja utiliza la *transmisión de calor por radiación*, que se explica en el apartado siguiente, como variable relacionada con la temperatura, por lo que no es necesario el contacto físico con el elemento a medir ni un tiempo de estabilización de temperaturas, permitiendo la realización de medidas en situaciones donde no sería posible el uso de termómetros convencionales, contando además con la ventaja añadida de una mayor rapidez y precisión. Las ventajas que presenta la utilización de esta técnica son:

1. La primera de las ventajas radica en la toma de imágenes **a tiempo real**, es decir, se puede medir mientras se visualiza el objeto en la pantalla de la cámara. Si el objeto cambia, la cámara muestra el cambio inmediatamente, sin inercias ni actualizaciones. Esto nos permite capturar rápidas variaciones del campo térmico sin modificar la forma en que dicho campo térmico varía.
2. La medida **sin contacto directo** es otra de las ventajas de la termografía infrarroja. Así, por una parte mantiene al usuario situado en posiciones remotas, alejado del objeto inspeccionado, permitiendo analizar zonas inaccesibles y, por otra parte, la termografía no resulta intrusiva ni afecta de ninguna forma al cuerpo a caracterizar. Así, tan sólo se observa la radiación saliente del objeto, que es siempre emitida.



3. Es **bidimensional**, por lo que resulta posible medir la temperatura de cuantos puntos se quiera dentro de la misma imagen para así compararlas. Una imagen es la mejor forma de hacerse una idea inicial de la situación, pudiendo apreciarse los puntos de especial interés o los que pueden presentar problemas.
4. Es **multidisciplinar**, las imágenes no sólo hablan de temperatura, hablan de patrones térmicos, comportamientos, anomalías, etc.

Estas características diferenciadoras hacen que la termografía haya extendido su campo de aplicación a áreas tan distintas como la medicina y la veterinaria, la electricidad, la edificación, los procesos industriales, los sistemas de seguridad y antiintrusión, la navegación o la automoción y un largo etcétera.

- Aplicaciones de la termografía infrarroja en edificación.

Las características anteriormente descritas, hacen de la termografía infrarroja una técnica de gran utilidad en el campo de la edificación, especialmente para la **evaluación energética** de los edificios, ya que facilita una serie de operaciones como son:

- Detección de defectos constructivos.
- Detección de pérdidas térmicas.
- Detección de infiltraciones de aire.
- Detección de humedades.
- Inspección de estado de calefacción y ACS.

Para el caso de fachadas, la evaluación se realiza en términos de detección de fugas e irregularidades, por tanto la inspección térmica se basa en la determinación diferencial de la temperatura en las superficies que, a priori, deberían presentar un comportamiento térmico similar. Estas inspecciones se rigen por las directrices de la **Norma Europea EN 13187**, que serán desarrolladas más adelante.



6.2. Intercambio de energía por radiación.

A la hora de realizar una termografía será fundamental conocer los procesos de intercambio de energía de radiación que se dan en el cuerpo analizado. Por ejemplo, la fachada de un edificio recibirá una radiación concreta, absorberá parte de esa radiación (la fachada se calienta), reflejará otra parte y el resto se transmitirá al interior del edificio.

- Radiación incidente.

La radiación incidente es toda la radiación que llega a un objeto desde cualquier fuente de su entorno.

La ilustración Ilustración 96. Radiación incidente. Fuente: IDAE, 2011. muestra cómo de una (en este caso) o varias fuentes, sale una determinada radiación, ésta llega a la superficie de un objeto y, una parte de esa energía la absorbe el cuerpo (W_a), otra parte es reflejada (W_p) por el objeto y por tanto no le afecta y la última parte de esa energía la transmite (W_t) y tampoco le afecta al objeto.

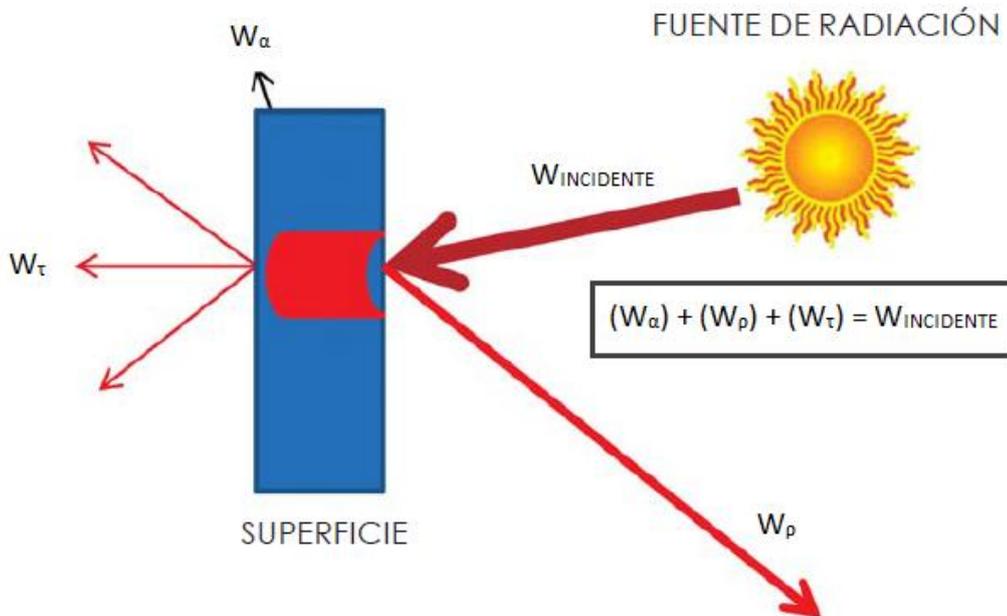


Ilustración 96. Radiación incidente. Fuente: IDAE, 2011.

La proporción en que la radiación incidente se reparta entre estas variables dependerá de las propiedades del cuerpo, definidas en la **tablaxx** que se muestra a continuación. Es decir:

$$\alpha + \rho + \tau = 1$$

TIPO DE RADIACIÓN	EFECTO	SÍMBOLO	PROPIEDAD DEL CUERPO
EMITIDA	Radiación emitida	ϵ	Emisividad
ABSORBIDA	Radiación retenida	α	Absortividad
REFLEJADA	Radiación reflejada	ρ	Reflectividad
TRANSMITIDA	Radiación que pasa a su través	τ	Transmitividad

Tabla 40. Tipos de radiación .Fuente: IDAE, 2011

- Radiación saliente.



La *radiación saliente* es aquella que abandona la superficie de un cuerpo, al margen de cuál sea su fuente original, es por tanto ésta la que capta la cámara termográfica. Esta radiación, como muestra la ilustración Ilustración 97. Radiación saliente. Fuente: Reinassance, 2013. está formada por tres tipos de radiación:



Ilustración 97. Radiación saliente. Fuente: Reinassance, 2013.

El parámetro más importante a la hora de realizar una termografía es la *emisividad* (ϵ), la capacidad que tiene un determinado cuerpo para emitir su propia energía en forma de radiación.

La cantidad de radiación que emite un cuerpo depende, además de su emisividad (característica propia del cuerpo), de la temperatura a la que se encuentre. A mayor temperatura, más radiación emitida. A mayor emisividad del cuerpo, más radiación emitida. Aunque la temperatura de dos cuerpos distintos sea la misma, aquel con más alta emisividad irradiará más y, por tanto, se verá de manera diferente en la cámara. Estos dos factores, temperatura y emisividad, determinan la potencia de radiación de un cuerpo.

Las otras dos fuentes de radiación saliente son la radiación reflejada (W_{ρ}), de otras fuentes, y la transmitida (W_{τ}) a través del objeto, que proviene también de otras fuentes. Estas otras dos variables no dependen de la temperatura del cuerpo objeto de la medición, sino de las emisividades de las otras fuentes. También dependerán de la reflectividad y la transmitividad del cuerpo. Este hecho posee una importancia crucial en las inspecciones de



fachadas ya que los edificios se encuentran, generalmente, rodeados de fuentes de radiación que pueden afectar de manera decisiva a la imagen termográfica captada.

Un cuerpo concreto tendrá la propiedad de emitir radiación, reflejarla o transmitirla, es decir:

$$\underline{\underline{\epsilon + \rho + \tau = 1}}$$

De las fórmulas (1) y (2) se puede concluir que en un cuerpo dado, la emisividad es igual a la absorptividad, $\alpha = \epsilon$, es decir que un cuerpo va a emitir toda la radiación que absorba. Esto es una propiedad de cada cuerpo.

En cuanto a los cuerpos, se han de distinguir dos tipos de cuerpos con propiedades diferentes:

- Los cuerpos negros: son cuerpos que absorben toda la radiación que reciben e igualmente la emiten. ($\alpha = \epsilon = 100\%$). Estos cuerpos no se encuentran de manera natural, se fabrican con distintos objetivos y se utilizan para la calibración de cámaras termográficas.

- Los cuerpos reales: son los cuerpos que se encuentran en el día a día. La mayoría de ellos son opacos al infrarrojo, es decir $\tau = 0$ y por tanto $\epsilon + \rho = 1$, lo que simplifica mucho la tarea de la termografía.

- Parámetros de entrada en la cámara.

Para medir la temperatura con precisión, es necesario compensar los efectos de diferentes fuentes de radiación. Esto se realiza automáticamente por la cámara termográfica. Los siguientes parámetros sin embargo deben ser proporcionados a la cámara:



- La emisividad del objeto.

$$0 < \epsilon < 1 = \frac{\text{Radiación emitida por un objeto a temperatura T}}{\text{Radiación emitida por un cuerpo negro a temperatura T}}$$

- La temperatura aparente reflejada, elimina el error por la radiación reflejada en el objeto.
- La distancia entre el objeto y la cámara.
- La humedad relativa.
- La temperatura de la atmósfera.

6.3. Aplicación termográfica a la inspección de fachadas: protocolo de inspección.

La termografía de edificios consiste en un método que indica y representa la distribución de temperatura sobre una parte de la superficie de una fachada del edificio. Los equipos autónomos de captación de radiación infrarroja generan una imagen en base en la temperatura radiante aparente del área objetivo de medida. La radiación térmica desde el área del objetivo es convertida, por la radiación infrarroja que percibe el equipo, para producir una imagen térmica representando la intensidad relativa de radiación térmica desde partes diferentes de la superficie. La intensidad de la imagen resulta función de la temperatura de superficie, las características de ésta, las condiciones ambientes y el propio sensor. Una vez capturadas estas imágenes térmicas o termogramas deberán ser interpretadas y analizadas.

- Objeto.



La inspección de las fachadas de edificios se plantea siempre con la misma secuencia de objetivos:

- Determinación de la distribución de temperatura aparente de las distintas superficies que conforman la fachada.
- Localización de aquellos puntos o zonas en las que se estime que la distribución anormal de temperatura puede suponer una anomalía.
- Evaluación detallada del tipo, extensión e importancia de los defectos observados.

Se trata pues, de una inspección eminentemente cualitativa que, por comparación, detecta situaciones que pueden ser consideradas como anómalas y que, una vez analizada la documentación existente y las características particulares de cada una de las áreas citadas, puede generar la información que permita detectar irregularidades en las condiciones de aislamiento de la fachada analizada.

- Trabajos preliminares.

Los principales trabajos previos, que permiten conocer las características principales de la fachada, consisten en una recopilación de la siguiente información:

- ✓ Planos de la fachada que permitan conocer el tipo, composición y características del aislamiento.
- ✓ Tipo de sistema de calefacción y refrigeración que presenta el edificio.
- ✓ Termogramas de referencia o de tipologías de fachadas similares.
- ✓ Condiciones exteriores e interiores que puedan tener influencia en la inspección.

Las recomendaciones que incluye la Norma Europea EN13187 presentan evidentes **dificultades** para su puesta en práctica:

- Solamente en las viviendas de reciente construcción existe la posibilidad de disponer de planos con secciones constructivas de fachadas que se



correspondan con lo realmente ejecutado (espesores de aislamiento, sistema de fijación, soluciones en puntos críticos, etc).

- En España el nivel de inspección termográfica existente es muy reducido y por tanto disponer de termogramas de referencia, en la práctica, es imposible.
 - En la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, y particularmente en Cartagena, resulta muy difícil que se den las condiciones necesarias establecidas en la citada norma para realizar correctamente el ensayo. Estas condiciones se exponen a continuación.
- Condiciones para efectuar el ensayo.

En el apartado 6 de la norma se indican una serie de condiciones previas a tener en cuenta a la hora de realizar la inspección. Las más relevantes son las siguientes:

1. La diferencia de temperatura entre el exterior y el interior ha de ser de al menos 10°C para la detección de irregularidades térmicas.
2. La presión y la temperatura (tanto interior como exterior) deberán permanecer constantes.
3. No se efectuará con radiación solar directa ya que produce reflejos y aumenta la temperatura superficial.
4. No se efectuará con lluvia, puesto que altera la calidad de la imagen y disminuye la temperatura superficial.
5. No se efectuará con viento elevado ni cuando éste varía notablemente.
6. No se efectuarán con una humedad relativa elevada para evitar condensaciones en la lente y las superficies.

De estas recomendaciones se concluye que la inspección termográfica debe completarse con un control y seguimiento de la temperatura exterior e interior con el fin de que se garanticen los flujos térmicos necesarios para la detección de anomalías presentes en el aislamiento.



6.4. Análisis de la imagen térmica.

En primer lugar, se va a explicar cómo, a partir de la imagen que capta el detector (la intensidad de radiación electromagnética convertida en imagen), se va a proporcionar un dato completamente distinto, la temperatura.

Esto es posible por la relación existente entre la potencia de radiación infrarroja de un objeto y su temperatura, o más concretamente por la **Ley de Stefan-Boltzmann**, que define esta relación para un cuerpo negro ideal.

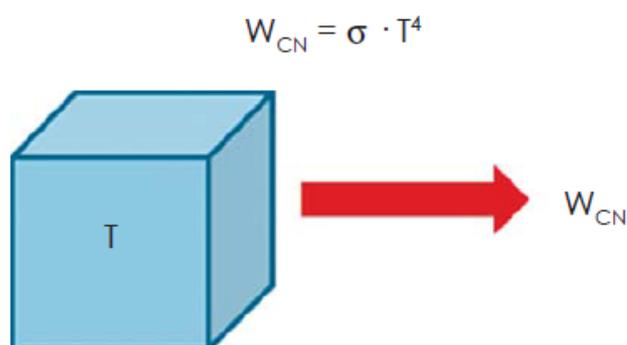


Ilustración 98. Ley de Stefan- Boltzmann. Fuente: IDAE, 2011.

Suponiendo que el cubo esté a una temperatura absoluta T (en $^{\circ}\text{Kelvin}$), mediante la Ley de Stefan-Boltzmann, se puede calcular su potencia de radiación W_{CN} (W/m^2), multiplicando esta temperatura a la cuarta potencia por la constante de Stefan-Boltzmann, σ , que tiene un valor de $5'67 \cdot 10^{-8} \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}^4$.

Al estar la temperatura elevada a la cuarta potencia, un ligero incremento en la temperatura produciría un fuerte incremento en la radiación irradiada. Por tanto si la cámara no está bien calibrada, el trabajo resultará poco fiable.



LA IMAGEN TÉRMICA.

La imagen térmica es lo que se va a analizar y hay que tener siempre presente que es una imagen de intensidad de radiación, no de la distribución de temperaturas captadas por el equipo. Diferencias en intensidades de radiación no se traducen necesariamente en diferencias de temperatura.

Esto quiere decir que un objeto puede estar a la misma temperatura en distintas áreas y mostrar diferentes intensidades de radiación, debido a las diferentes emisividades.

Por tanto, la imagen térmica no muestra temperaturas reales. La *temperatura aparente* es la temperatura leída, no compensada o corregida en la cámara termográfica.

TIPOS DE ANÁLISIS.

A partir de una misma imagen se pueden hacer dos tipos de análisis. Veamos en qué consiste cada uno de ellos:

- **Análisis cualitativo:** la imagen térmica es analizada para detectar anomalías de distinta magnitud, localizarlas y evaluar el nivel de gravedad. Es el primer análisis que se realiza, puesto que inevitablemente al principio de tratará de buscar rápidamente aquello que presenta defectos.

El 90% de las inspecciones serán de este tipo, que se basa en el análisis de la *temperatura aparente*, sin compensaciones.

- **Análisis cuantitativo:** se determina la temperatura o temperaturas de las partes de la imagen térmica que interesan para, a partir de éstas, extraer las conclusiones sobre las anomalías detectadas y las soluciones a adoptar.

Este análisis se realiza con *temperaturas reales*, con compensación de los parámetros de objeto de emisividad y temperatura aparente reflejada.



La compensación de la imagen se puede hacer, bien durante la inspección, o con un software de tratamiento de imágenes térmicas. Para realizar la compensación *in situ* es necesario introducir en la cámara los parámetros especificados anteriormente en el apartado 6.2, entre ellos la emisividad, que tiene importantes efectos sobre la imagen:

- Si se mide un cuerpo con alta emisividad, la temperatura aparente del cuerpo es cercana a su temperatura real. Se ve la realidad.
- Si se mide un cuerpo de baja emisividad, la temperatura aparente del cuerpo es cercana a la temperatura aparente de los cuerpos cercanos. Seguramente no se pueda medir o será difícil.

6.5. Estudio termográfico de los edificios seleccionados.

La finalidad de incluir un estudio termográfico dentro de este proyecto es corroborar los resultados obtenidos acerca de la eficiencia energética de los edificios estudiados.

El estudio realizado ha sido de carácter cualitativo, es decir, de las imágenes termográficas no se han extraído las temperaturas reales de cada elemento. Sólo se ha prestado atención a las diferencias de emisividad observadas en un mismo material. Esto quizá se entienda mejor con un ejemplo:

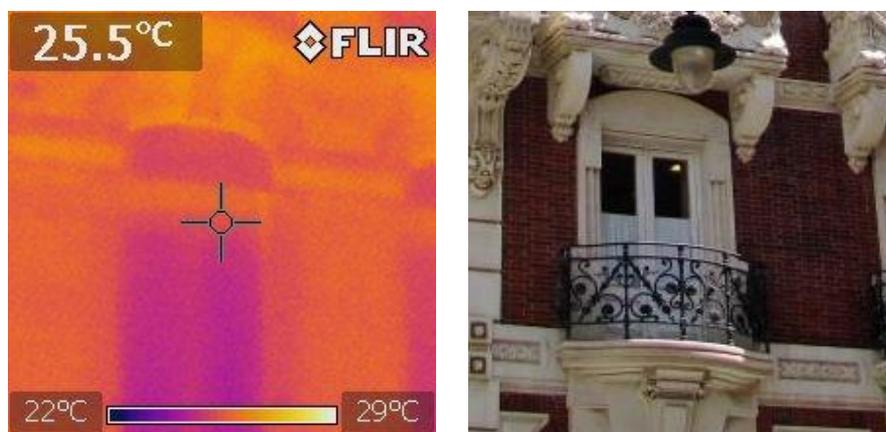


Ilustración 99. Foto Termográfica y real del Gran Hotel (detalle de Ventana).



Mirando esta imagen termográfica se podría pensar que hay una gran diferencia de temperatura entre la fachada y el contorno de la ventana. Sin embargo, como se puede ver en la foto de la derecha, todo el contorno posee un revestimiento de otro piedra, con una emisividad distinta.

Por este motivo, y como se ha dicho anteriormente, se han desestimado este tipo de imágenes en las que las diferencias son debidas a la distinta emisividad de los materiales que aparecen.

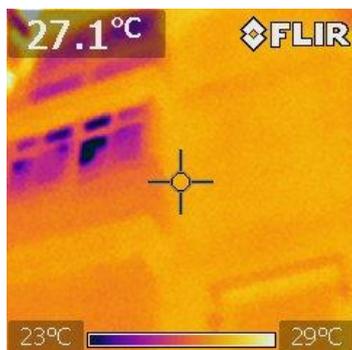
Esto sucede en todas las ventanas y balcones del Gran Hotel, así como en los encuentros de la fachada con el forjado, que están a su vez decorados con motivos tallados en piedra. Por otro lado, dado que no hay pilares integrados en la fachada ni en las esquinas, no se ha podido extraer información alguna sobre los puentes térmicos presentes en su envolvente.

Además de este problema, ha habido otras dificultades durante la toma de fotos:

- Debido a las condiciones climáticas de la ciudad de Cartagena, en el mes de Septiembre la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior de estos inmuebles no era la suficiente para realizar este tipo de estudio.
- Por otro lado, la resolución de la cámara termográfica utilizada (modelo FLIR i7) no es muy alta. Por este motivo, en las imágenes tomadas no se han podido abarcar las fachadas enteras, sino pequeños detalles de algunos puentes térmicos. Tampoco se ha alcanzado un nivel de nitidez muy grande, pero resulta suficiente para extraer información.
- Radiación solar y de otras fuentes. El rango horario en el que no había radiación solar directa sobre la fachada y tampoco estaban encendidas las farolas de la zona era escaso, habiéndose obtenido los mejores resultados a las 8 de la mañana.



A continuación se muestran algunas de las pruebas realizadas:



Esta imagen fue tomada a las 20:00 desde la Calle del Aire. Ésta es una calle muy estrecha, por lo que resultó imposible encontrar un punto de captura con una buena perspectiva y en el que no afectara la radiación emitida por las farolas.

Ilustración 100. Imagen termográfica del Edificio Santa María a las 20:00.

El problema que se tuvo con esta imagen fue el mismo descrito en la anterior. Como se puede ver en la esquina superior derecha, fue imposible evitar que la luz emitida afectara a la imagen.

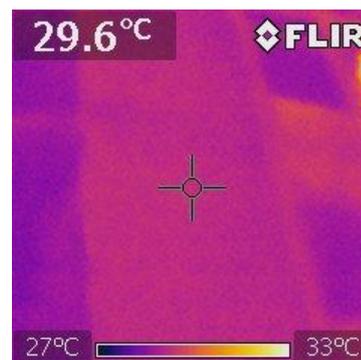
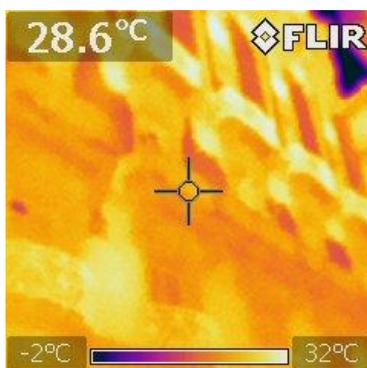


Ilustración 101. Imagen termográfica del Edificio de viviendas de Protección Oficial a las 20:00.



En este caso el problema fue la luz solar. Al estar toda la fachada expuesta de manera directa, la cantidad de radiación reflejada era demasiado alta.

Ilustración 102. Ilustración 84. Imagen termográfica del Gran Hotel a las 12:00.



Ahora se exponen algunas de las imágenes que sí han resultado de utilidad, tomadas a las 08:00 del día 4 de octubre de 2013.



Ilustración 103. Imagen termográfica Edificio de Viviendas de Protección Oficial a las 08:00.

Esta imagen fue tomada desde el Cajellón de la Parra y en ella se pueden ver los puentes térmicos de los pilares que conforman el hueco de la escalera.



Ilustración 104. Imagen termográfica de la fachada principal del Edificio de Protección Oficial a las 08:00.

En esta imagen el detalle importante, dejando al margen las diferencias causadas por la emisividad distinta de los detalles de otro material, es el puente térmico en el encuentro de la fachada con el forjado.



Ilustración 105. Imagen termográfica de la fachada principal del Edificio Santa María a las 08:00.

En esta fotografía tomada desde la Calle del Aire se aprecian claramente los puentes térmicos del encuentro de la fachada con el forjado y del pilar embebido en la fachada.



CONCLUSIONES.

Las conclusiones más relevantes a las que se han llegado en el desarrollo de este Proyecto Fin de Grado se van a exponer a continuación:

1. A pesar de que se hayan promulgado diferentes normativas para trasponer la Normativa Europea relativa al Ahorro de energía y la Certificación de la Eficiencia Energética de edificios, España aún se encuentra muy atrasada en este aspecto respecto a otros países de la Unión Europea.
2. La Certificación Energética de Edificios en España no cumple las recomendaciones establecidas por la comisión de la Energía Europea (CEN), teniendo que haber sido adaptada tanto para Edificios de nueva construcción como para Edificios Existentes.
3. El parque de edificios construidos en España se encuentra en su mayoría en una clase de certificación energética F o inferior. A dicho parque le resultará muy difícil quedar por encima de una clasificación D incluso aplicando medidas de mejora.
4. Los programas para la obtención de la certificación energética hacen difícil una comparativa real, ya que cada uno de ellos pone por defecto los parámetros más desfavorables en función de la normativa vigente en el año de su construcción.



5. Edificios de principio del Siglo XX tienen una envolvente térmica con unas características mejores que los edificios construidos a finales del Siglo XX y principios del Siglo XXI.
6. A la hora de acometer una rehabilitación, más efectivas resultarán las mejoras cuanto peor sea la calificación de partida del edificio, pudiéndose alcanzar saltos mayores en la escala.
7. Al aplicar mejoras de rehabilitación energética sobre edificios construidos en épocas diferentes, independientemente de su tipología de fachada, todos ellos se igualan en su calificación.
8. Una calificación D, realizados los estudios de este proyecto, parece ser la mejor opción posible a conseguir al actuar sobre edificios ya construidos. Ya que se ha conseguido una calificación 18.1 D para un edificio de principios del Siglo XX y que partía de una calificación 27.0 E; una calificación 15.8 D para un edificio de 1964 de Protección Oficial partiendo de un escalón 39.1 F; y en un edificio construido en el 2004, que pertenecía a una clase de eficiencia energética 39.8 E, se ha obtenido como final una clase 15.2 D.
9. El uso de instalaciones que necesiten electricidad hacen que la calificación sea peor que para cualquier otro tipo con una fuente de energía primaria diferente.
10. La termografía puede ser una herramienta útil como técnica pasiva de detección de fallos o pérdidas de calor en la envolvente del edificio, pero requiere unas condiciones ambientales determinadas para obtener unos resultados óptimos.



BIBLIOGRAFÍA

- VILCHES, A., GIL PÉREZ, D., TOSCANO, J.C. y MACÍAS, O. (2013). «Poner fin al agotamiento y destrucción de los recursos naturales» [artículo en línea]. OEI. ISBN 978-84-7666-213-7. [Fecha de consulta: 25/11/2012]. <http://www.oei.es/decada/accion.php?accion=23>
- «La crisis del petróleo y sus consecuencias.» [artículo en línea]. ARTEHISTORIA [Fecha de consulta: 25/11/2012]. <http://www.artehistoria.jcyl.es/v2/contextos/3249.htm>
- Directiva 93/76/CEE del Consejo, de 13 de septiembre de 1993, relativa a la limitación de las emisiones de dióxido de carbono mediante la mejora de la eficacia energética.
- Decisión 96/737/CE del Consejo de 16 de diciembre de 1996 relativa al programa plurianual de fomento de la eficacia energética de la Comunidad - SAVE II.
- DIRECTIVA 2002/91/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 16 de diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios.
- DIRECTIVA 2006/32/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 5 de abril de 2006 sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos y por la que se deroga la Directiva 93/76/CEE del Consejo.
- DIRECTIVA 2012/31/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de mayo de 2012 relativa a la eficiencia energética de los edificios



- Real Decreto 1650/1977, de 10 de junio, sobre Normativa de la Edificación.
- REAL DECRETO 1751/1998, de 31 de julio, por el que se aprobó el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) y se creó la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios.
- LEY 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- REAL DECRETO 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- REAL DECRETO 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.
- NUEVO REAL DECRETO 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
- La generación de empleo en la rehabilitación y modernización energética de edificios y viviendas. (Guillermo Arregui Portillo, Carmen Avilés Palacios, Luis Buendía García, Bruno Estrada López, Ana Marco Marco, Bibiana Medialdea García, Milena Medialdea García, Elena Méndez Bértolo) (2010, diciembre).
- 2º Plan de Acción Nacional de Eficiencia Energética en España 2011-2020. Capítulo 9: Edificación y Equipamiento. (IDAE).
- Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE: Ahorro de Energía.
- Urbanismo Bioclimático. Higuera, Esther (2006). Ed. Gustavo Gili, S.L.
- Escala de calificación energética para edificios de nueva construcción. (AICIA- Grupo de Termotecnia de la Escuela Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad de Sevilla- para el IDEA y el Ministerio de Vivienda. (Madrid, mayo de 2009).



- Escala de calificación energética para edificios existentes. (José Manuel Salmerón; Adoración Cerezuela y Rafael Salmerón, coordinados por Servando Álvarez, AICIA- Grupo de Termotecnia de la Escuela Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad de Sevilla- para el IDEA y el Ministerio de Vivienda. (Madrid, mayo de 2011)
- Procedimiento simplificado para certificación de eficiencia energética de edificios de vivienda. (AICIA, Álvarez; Sánchez de la Flor; Gómez Muñoz; Román López; Tenorio Ríos).
- Calificación de Eficiencia Energética de Edificios. Opción simplificada viviendas. Memoria de cálculo. (AICIA para IDEA) (Madrid, mayo de 2009).
- La rehabilitación de las instalaciones de acondicionamiento higrotérmico. Técnicas arquitectónicas y constructivas de acondicionamiento ambiental. César Bedoya Frutos; Francisco Javier Neila González, (Ed. munillalera, 1997).
- Guía de Rehabilitación Energética de Edificios de Viviendas. (Madrid, 2008).
- Sistemas de Aislamiento Térmico Exterior (SATE) para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios. (ed. IDEA) (Madrid, abril de 2012)
- «Aislamiento térmico interior de muros.» [documento en línea]. ATECOS [Fecha de consulta: 04/05/2013]. <http://www.atecos.es>
- «Aislamiento térmico, tipos y recomendaciones.» [documento en línea]. Grupo Unamacor [Fecha de consulta: 07/05/2013]. <http://www.grupounamacor.com/blog/?p=1147>
- Guía práctica sobre instalaciones de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) en edificios de viviendas. (IDAE y ATECYR), (Madrid, septiembre de 2008).
- Eficiencia energética en la rehabilitación de edificios. (Capdevila; Linares; Foch) Ed. Fundación Gas Natural Fenosa, 1ªed, 2012.
- Guía de la termografía infrarroja. Aplicaciones en ahorro y eficiencia energética. (Sergio Melgosa Revillas ; Infrared Training Center). Fundación de Energía de la Comunidad de Madrid, Madrid, 2011.



- «Inspección Termográfica de Fachadas de Edificios. Comentarios a la Norma Europea EN 13187». [documento en línea]. (de la Puente Crespo; Rodríguez Rodríguez). [Fecha de consulta: 20/09/2013]. <http://xn--bunkerdiseno-beb.com/capitel/wp-content/uploads/2009/11/inspeccion-termografica-fachadas.pdf>
- «Termografía IR & Test de Infiltraciones (BlowerDoor) ». [documento en línea]. (Roldán Saso; Vásquez Torres). [Fecha de consulta: 20/09/2013]. http://renaissance.unizar.es/attachments/088_Técnicas%20de%20termografía%20e%20infiltraciones%20en%20edificios.pdf



Universidad Politécnica de Cartagena.
Escuela de Arquitectura e Ingeniería de Edificación

PROYECTO FINAL DE GRADO.

“Estudio y Comparativa de la Eficiencia Energética de Edificios Construidos en épocas diferentes en la ciudad de Cartagena”.



ANEXO 1 : INFORMES DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA.



ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Distribución de las zonas climáticas en España. Datos del CTE.	31
Ilustración 2. Orientaciones de las fachadas según DB-HE Ahorro energético	32
Ilustración 3. Esquema de la envolvente térmica de un edificio. Fuente: Documento Básico HE..	38
Ilustración 4. Evolución de la construcción de edificios. Fuente: Ministerio de Vivienda.....	42
Ilustración 5. Porcentaje de viviendas según tipo. Fuente: Censo 2001 (INE).	43
Ilustración 6. Número de viviendas familiares según año de construcción. Fuente: Censo 2001 (INE).....	43
Ilustración 7. Porcentaje de viviendas según su estado. Fuente: Censo 2001 (INE)	44
Ilustración 8. Número de viviendas según número de plantas del edificio. Fuente: Censo 2001 (INE)	44
Ilustración 9. Escalas de calificación energética para edificios nuevos y edificios existentes. Fuente: IDAE.	49
Ilustración 10. Límites entre clases de eficiencia energética. Elaboración propia.	49
Ilustración 11. Distribución de edificios por clases (2010) Elaboración propia. Fuente: IDAE.	54
Ilustración 12. Modelo de Etiqueta de calificación energética propuesta por el IDAE. Fuente: IDAE.	56
Ilustración 13. “Tabla 2. Opciones de clase D para viviendas unifamiliares en las zonas B3 y D3” (IDAE).....	63
Ilustración 14. Ficha de datos de partida del método Ce2.	70
Ilustración 15. Ficha para el cálculo del IEE de la demanda de calefacción del método Ce2.	71
Ilustración 16. Ficha para el cálculo del IEE de la demanda de refrigeración del método Ce2.	72
Ilustración 17. Ficha para el cálculo del IEE de los sistemas del método Ce2.	73
Ilustración 18. Ficha para el cálculo del IEE global del método Ce2.....	74
Ilustración 19. Condensaciones superficiales e intersticiales. Fuente: todoedificación.blogspot, 2011.....	77
Ilustración 20. Curva de temperaturas con y sin aislante exterior. Fuente: construpedia, 2012.....	79
Ilustración 21. Sección tipo de cubierta ajardinada. Fuente: arquitecturamexico.wordpress, 2010.....	86
Ilustración 22. Esquema básico de aislamiento por el exterior con EPS. Fuente: IDAE, 2010.....	88
Ilustración 23. Esquema básico de aislamiento con EPS por el interior. Fuente: IDAE, 2010	90
Ilustración 24. Esquema de instalación de aislamiento con XPS para cubierta invertida. Fuente: IDAE	92
Ilustración 25. Esquema de instalación de aislamiento con XPS para cubierta inclinada. Fuente: IDAE	93
Ilustración 26. Esquema de instalación de aislamiento intermedio con XPS.en la tabiquería. IDAE	94
Ilustración 27. Esquema de instalación de aislamiento por el exterior de fachada con XPS	96
Ilustración 28: Detalle de instalación XPS en el exterior de fachada.	96
Ilustración 29. Esquema de instalación de aislamiento con XPS en forjado. Fuente IDAE 2010.....	97
Ilustración 30. Proyecto de lana mineral en el interior de la edificación.	98
Ilustración 31. Rollo de lana de roca. Fuente: URSA.	99
Ilustración 32. Detalles de colocación de lana mineral en diferentes tipos de cerramientos. Fuente: IDAE	99



Ilustración 33	Detalle constructivo de la intersección de pilares en fachada. Fuente: IDAE.	101
Ilustración 34.	Aislamiento con lana mineral por el interior. Fuente: Grupo UNAMACOR.	102
Ilustración 35.	Fachada medianera revestida con espuma de poliuretano.	103
Ilustración 36.	Disposición de elementos en fachada ventilada con espuma de poliuretano.	105
Ilustración 37.	Disposición de elementos para aislamiento por el interior con espuma de poliuretano. Fuente: five.es.	106
Ilustración 38.	Detalle de marco con rotura del puente térmico.	132
Ilustración 39.	Doble acristalamiento con vidrio exterior de control solar. Fuente: web de Saint-Gobain Cristalería, S.L.	134
Ilustración 40.	Absortividad del marco para radiación solar α . Tabla E.10 apéndice E, DB HE-1.....	136
Ilustración 41.	Caldera de condensación, principio de funcionamiento. Fuente: Junkers.es	139
Ilustración 42.	Gráfica comparativa de las oscilaciones de temperatura de máquinas de frío con y sin tecnología Inverter.	140
Ilustración 43.	Esquema de distribución de sistema de calefacción centralizado en edificación.	141
Ilustración 44.	Esquema básico de una bomba de calor a gas con recuperación de calor para producción de ACS. Fuente: GasNatural- Fenosa.	143
Ilustración 45.	Recuperador de calor, esquema de funcionamiento. (recuperadores de calor.es)	146
Ilustración 46.	Elementos de un sistema de energía solar térmica.	147
Ilustración 47.	Esquema de aprovechamiento mediante intercambiador geotérmico.....	148
Ilustración 48.	Componentes de un sistema de trigeneración. Fuente: Gas Natural-Fenosa.	151
Ilustración 49.	Edificio del Gran Hotel, Cartagena.....	155
Ilustración 50.	Edificio de Viviendas de Protección Oficial de 1964.	157
Ilustración 51.	Edificio Santa María	159
Ilustración 52.	Elección del tipo de edificio en Ce3x.	160
Ilustración 53.	Barra de herramientas de Ce3x.	161
Ilustración 54.	Datos administrativos de Ce3x.	161
Ilustración 55.	Ventana de ayuda para seleccionar la normativa vigente en el año de construcción en Ce3x	162
Ilustración 56.	Datos de localización. Ce3x	163
Ilustración 57.	Datos del volumen de un edificio. Ce3x	163
Ilustración 58.	Vista general de los datos de una envolvente térmica en Ce3x.	164
Ilustración 59.	Selección de elementos de una envolvente térmica en Ce3x.	164
Ilustración 60.	Definición de un muro de fachada en Ce3x.	165
Ilustración 61.	Librería de cerramiento de Ce3x.	166
Ilustración 62.	Selección de muro de medianería en Ce3x	167
Ilustración 63.	Definición de un muro de medianería en Ce3x.	167



Ilustración 64. Selección de cubierta en contacto con el aire en Ce3x.	167
Ilustración 65. Definición de una cubierta en Ce3x.	168
Ilustración 66. Selección de suelo en contacto con el terreno en Ce3x.	168
Ilustración 67. Definición de un suelo en contacto con el terreno en Ce3x.	169
Ilustración 68. Selección de un hueco o lucernario en Ce3x.	169
Ilustración 69. Cerramiento asociado a un hueco. Ce3x.	170
Ilustración 70. Dimensiones de un hueco en Ce3x.	170
Ilustración 71. Características de un hueco en Ce3x.	170
Ilustración 72. Absortividad según el color del marco en Ce3x.	171
Ilustración 73. Parámetros característicos y propiedades térmicas de un hueco en Ce3x.	171
Ilustración 74. Selección de puentes térmicos por defecto en Ce3x.	172
Ilustración 75. Selección de puentes térmicos en Ce3x.	172
Ilustración 76. Árbol de elementos de la envolvente térmica completo en Ce3x.	173
Ilustración 77. Selección de equipo de ACS en Ce3x.	174
Ilustración 78. Características generales de un equipo de ACS en Ce3x.	174
Ilustración 79. Demanda cubierta por un equipo de ACS en Ce3x.	174
Ilustración 80. Cálculo del rendimiento medio estacional de una caldera de gasóleo en Ce3x.	174
Ilustración 81. Estimación de la carga media estacional en Ce3x.	175
Ilustración 82. Ventana para definición de patrones de sombras en Ce3x.	176
Ilustración 83. Cálculo de los parámetros para definición de patrones de sombras.	177
Ilustración 84. Cálculo de los patrones de sombras para Calle Jara en Excel.	178
Ilustración 85. Planos de sombreado de la Calle Jara creados en Ce3x.	178
Ilustración 86. Calificación energética en Ce3x.	179
Ilustración 87. Pestaña para selección de medidas de mejora en Ce3x.	180
Ilustración 88. Ventana para añadir medidas de mejora en Ce3x.	181
Ilustración 89. Ventana para introducir medidas de mejora de las instalaciones en Ce3x.	181
Ilustración 90. Cuadro para incluir mejoras en el equipo de ACS en Ce3x.	182
Ilustración 91. Cuadro para incluir mejoras en equipo de calefacción en Ce3x.	183
Ilustración 92. Nueva calificación del edificio tras incluir las medidas de mejora en Ce3x.	183
Ilustración 93. Ventana para configurar el informe de certificación energética en Ce3x.	184
Ilustración 94. Calificación energética de Gran Hotel con medidas de mejora sobre la envolvente térmica.	194
Ilustración 95. Calificación energética del Edificio de viviendas P.O. con medidas de mejora sobre la envolvente térmica.	196
Ilustración 96. Calificación energética del Edificio Santa María con medidas de mejora sobre la envolvente térmica.	197



Ilustración 97. Radiación incidente. Fuente: IDAE, 2011.....	204
Ilustración 98. Radiación saliente. Fuente: Reinassance, 2013.	205
Ilustración 99. Ley de Stefan- Boltzmann. Fuente: IDAE, 2011.	210
Ilustración 100. Foto Termográfica y real del Gran Hotel (detalle de Ventana).	212
Ilustración 101. Imagen termográfica del Edificio Santa María a las 20:00.	214
Ilustración 102. Imagen termográfica del Edificio de viviendas de Protección Oficial a las 20:00.....	214
Ilustración 103. Ilustración 84. Imagen termográfica del Gran Hotel a las 12:00.	214
Ilustración 104. Imagen termográfica Edificio de Viviendas de Protección Oficial a las 08:00.	215
Ilustración 105. Imagen termográfica de la fachada principal del Edificio de Protección Oficial a las 08:00.	215
Ilustración 106. Imagen termográfica de la fachada principal del Edificio Santa María a las 08:00.	216



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evolución de 2005 a 2009 del consumo de energía doméstico por fuentes. Datos en miles de Ktep. Fuente: Departamento de Empresa y Ocupación. Instituto Catalán de Energía.	23
Tabla 2. Resumen de ahorro por medidas en el sector edificación y equipamiento. Fuente: IDAE.	26
Tabla 3: Intervalos de SCI y SCV que delimitan las zonas climáticas. Elaboración propia, datos del CTE.	30
Tabla 4. Conjunto de tablas a utilizar en el Método Simplificado Viviendas. IDAE.	61
Tabla 5 Zonas climáticas de los municipios de la Región de Murcia (DB-HE1).....	108
Tabla 6 Valores límite de la transmitancia térmica en las zonas climáticas de la Región. (DB-HE1).....	109
Tabla 7. Transmitancia térmica de cerramiento de mampostería con EPS.....	110
Tabla 8. Transmitancia térmica de cerramiento de mampostería con XPS.....	111
Tabla 9. Transmitancia térmica de cerramiento de mampostería con Lana Mineral.....	112
Tabla 10. Transmitancia térmica de cerramiento de mampostería con Poliuretano proyectado.	113
Tabla 11. Transmitancia térmica de cerramiento de Ladrillo macizo con EPS.	114
Tabla 12. Transmitancia térmica de cerramiento de Ladrillo macizo con XPS.	115
Tabla 13. Transmitancia térmica de cerramiento de Ladrillo macizo con Lana mineral.	116
Tabla 14. Transmitancia térmica de cerramiento de Ladrillo macizo con Poliuretano proyectado.	117
Tabla 15. Transmitancia térmica de cerramiento tipo capuchina LHD+C+LHS con EPS.	118
Tabla 16. Transmitancia térmica de cerramiento tipo capuchina LHD+C+LHS con XPS.	119
Tabla 17. Transmitancia térmica de cerramiento tipo capuchina LHD+C+LHS con Lana mineral.	120
Tabla 18. Transmitancia térmica de cerramiento tipo capuchina LHD+C+LHS con Poliuretano proyectado...	121
Tabla 19. Transmitancia térmica de cerramiento tipo capuchina LHD+C+LHD con EPS.	122
Tabla 20. Transmitancia térmica de cerramiento tipo capuchina LHD+C+LHD con XPS.	123
Tabla 21. Transmitancia térmica de cerramiento tipo capuchina LHD+C+LHD con lana mineral.	124
Tabla 22. Transmitancia térmica de cerramiento tipo capuchina LHD+C+LHD con poliuretano proyectado. .	125
Tabla 23. Transmitancia térmica de cerramiento tipo capuchina LCV+C+LHS con EPS.	126
Tabla 24. Transmitancia térmica de cerramiento tipo capuchina LCV+C+LHS con XPS.	127
Tabla 25. Transmitancia térmica de cerramiento tipo capuchina LCV+C+LHS con lana mineral.	128
Tabla 26. Transmitancia térmica de cerramiento tipo capuchina LCV+C+LHS poliuretano proyectado.	129
Tabla 27. Transmitancia térmica de los perfiles según UNE-EN-ISO 10077-1. IDAE.	132
Tabla 28 Valores orientativos del coeficiente de transmitancia térmica para los distintos tipos de vidrios. .	135
Tabla 29. Emisiones de CO ₂ /kWh _t en función de la energía primaria utilizada.....	137
Tabla 30. Emisiones de CO ₂ /kWh _t en función de la producción de energía eléctrica.	137



Tabla 31. Datos de la envolvente térmica del Gran Hotel. Elaboración propia.....	156
Tabla 32. Datos de la envolvente térmica del edificio de viviendas de protección oficial.	158
Tabla 33. Características de la envolvente térmica del Edificio Santa María.	159
Tabla 34. Comparativa de las demandas de calefacción y refrigeración. Elaboración propia.	186
Tabla 35. Indicadores de demandas y emisiones.	188
Tabla 36. Indicadores de demanda y emisiones de refrigeración.	189
Tabla 37. Equipos utilizados en los casos supuestos para calificación energética.	190
Tabla 38. Calificaciones globales resultantes en los casos de instalaciones supuestas.	190
Tabla 39. Comparación de la clasificación con envolvente real y mejorada.	198
Tabla 40. Tipos de radiación .Fuente: IDAE, 2011	204

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Evolución del consumo de energía primaria por fuentes. Elaboración propia. Datos del IDAE.	19
: Gráfico 2. Evolución del consumo de energía final por fuentes. Elaboración propia. Datos del IDAE.	20
Gráfico 3 Evolución del consumo de energía final por sectores. Elaboración propia. Datos del IDAE.....	22
Gráfico 4. Evolución prevista del consumo de energía final por sectores. IDAE.	23
Gráfico 5. Distribución de la demanda de energía en los edificios residenciales en España. IDAE.	25
Gráfico 6. Indicadores de eficiencia energética parcial y global en condiciones reales.	187
Gráfico 7. Comparativa de los indicadores parciales y global en los 3 casos de instalaciones supuestas para el Edificio del Gran Hotel.....	192
Gráfico 8. Comparativa de los indicadores parciales y global en los 3 casos de instalaciones supuestas para el Edificio de viviendas de Protección Oficial.	192
Gráfico 9. Comparativa de los indicadores parciales y global en los 3 casos de instalaciones supuestas para el Edificio Santa María.....	193
Gráfico 10. Comparativa de demandas e índice global con envolvente mejorada, Edificio del Gran Hotel.	195
Gráfico 11. Comparativa de demandas e índice global con envolvente mejorada, Edificio de Prot. Oficial....	196
Gráfico 12. Comparativa de demandas e índice global con envolvente mejorada, Edificio Santa María.	198

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	GRAN HOTEL		
Dirección	C/ RAJA, Nº 31 Cartagena (Murcia)		
Municipio	Cartagena	Código Postal	30201
Provincia	Murcia	Comunidad Autónoma	Murcia
Zona climática	B3	Año construcción	1907
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT79		
Referencia/s catastral/es	7936301XG7673N		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<ul style="list-style-type: none"> ● Vivienda <ul style="list-style-type: none"> ○ Unifamiliar ● Bloque <ul style="list-style-type: none"> ● Bloque completo ○ Vivienda individual 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Terciario <ul style="list-style-type: none"> ○ Edificio completo ○ Local
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	BEATRIZ GONZÁLVez MORENO	NIF	23062802H
Razón social	-	CIF	-
Domicilio	C/Ramón y Cajal, nº 10, 3ºB		
Municipio	Cartagena	Código Postal	30204
Provincia	Murcia	Comunidad Autónoma	Murcia
e-mail	GON.BEATRIZ@HOTMAIL.COM		
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitectura Técnica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEX v1.0		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 15/9/2013

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	3800
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Cubierta con aire	Cubierta	523.23	2.50	Por defecto
Fachada CALLE JARA	Fachada	643.5	1.01	Conocido
Fachada CALLE AIRE	Fachada	402.75	1.01	Conocido
Fachada CHAFLAN	Fachada	63.0	0.96	Conocido
Fachada CALLEJÓN PARRA	Fachada	544.5	1.01	Conocido
Medianería	Fachada	375.98	0.00	Por defecto
Suelo con terreno	Suelo	523.23	0.48	Estimado

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Hueco CJ	Hueco	160.0	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Hueco CJ PB	Hueco	36.48	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Hueco CA PB	Hueco	30.4	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Hueco CA	Hueco	100.0	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Hueco CHAFLAN	Hueco	40.0	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Hueco CP PB	Hueco	32.0	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Hueco CP	Hueco	122.5	5.70	0.82	Estimado	Estimado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención

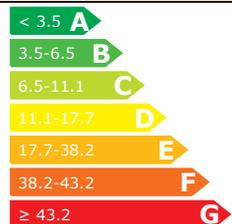
Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo ACS	Caldera Estándar	24.0	44.5	Gasóleo-C	Estimado

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

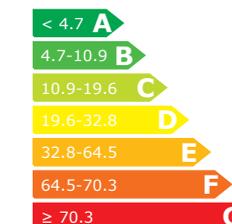
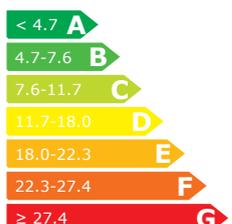
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	27.01 E	CALEFACCIÓN	ACS
		E	G
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>
		13.25	8.08
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		E	-
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>	
27.01		5.68	
		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

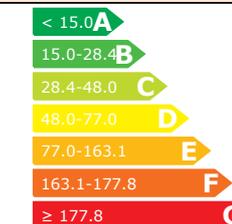
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN					
	34.62 E		14.88 D				
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				34.62		14.88	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	103.11 E	CALEFACCIÓN	ACS
		E	G
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>
		49.85	30.41
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		F	-
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	
103.11		22.85	
		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
		-	

ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO
CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

-

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	GRAN HOTEL		
Dirección	C/ RAJA, Nº 31 Cartagena (Murcia)		
Municipio	Cartagena	Código Postal	30201
Provincia	Murcia	Comunidad Autónoma	Murcia
Zona climática	B3	Año construcción	1907
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT79		
Referencia/s catastral/es	7936301XG7673N		

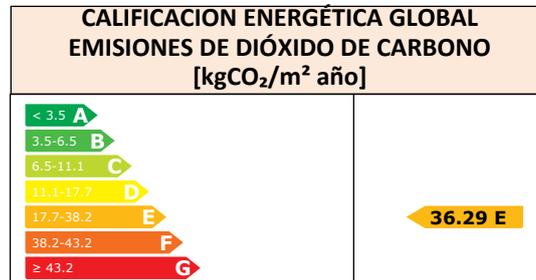
Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<ul style="list-style-type: none"> ● Vivienda <ul style="list-style-type: none"> ○ Unifamiliar ● Bloque <ul style="list-style-type: none"> ● Bloque completo ○ Vivienda individual 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Terciario <ul style="list-style-type: none"> ○ Edificio completo ○ Local
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	BEATRIZ GONZÁLVez MORENO	NIF	23062802H
Razón social	-	CIF	-
Domicilio	C/Ramón y Cajal, nº 10, 3ºB		
Municipio	Cartagena	Código Postal	30204
Provincia	Murcia	Comunidad Autónoma	Murcia
e-mail	GON.BEATRIZ@HOTMAIL.COM		
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitectura Técnica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEX v1.0		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 15/9/2013

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	3800
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Cubierta con aire	Cubierta	523.23	2.50	Por defecto
Fachada CALLE JARA	Fachada	643.5	1.01	Conocido
Fachada CALLE AIRE	Fachada	402.75	1.01	Conocido
Fachada CHAFLAN	Fachada	63.0	0.96	Conocido
Fachada CALLEJÓN PARRA	Fachada	544.5	1.01	Conocido
Medianería	Fachada	375.98	0.00	Por defecto
Suelo con terreno	Suelo	523.23	0.48	Estimado

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Hueco CJ	Hueco	160.0	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Hueco CJ PB	Hueco	36.48	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Hueco CA PB	Hueco	30.4	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Hueco CA	Hueco	100.0	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Hueco CHAFLAN	Hueco	40.0	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Hueco CP PB	Hueco	32.0	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Hueco CP	Hueco	122.5	5.70	0.82	Estimado	Estimado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción refrigeración Y	Bomba de Calor		100.20	Electricidad	Estimado

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción refrigeración Y	Bomba de Calor		100.20	Electricidad	Estimado

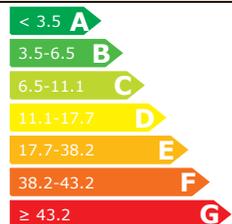
Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo ACS	Caldera Estándar	24.0	66.6	Gas Natural	Estimado

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

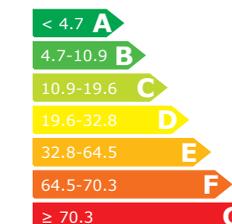
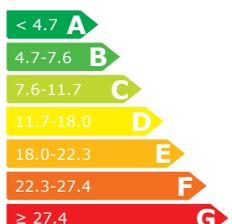
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	36.29 E	CALEFACCIÓN	ACS
		E	E
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>
		22.42	3.84
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
36.29		10.03	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

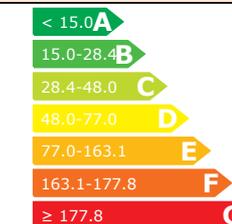
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN					
	34.62 E		14.88 D				
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				34.62		14.88	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	149.5 E	CALEFACCIÓN	ACS
		E	E
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>
		90.16	19.00
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
149.50		40.34	

ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO
CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

-

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	GRAN HOTEL		
Dirección	C/ RAJA, Nº 31 Cartagena (Murcia)		
Municipio	Cartagena	Código Postal	30201
Provincia	Murcia	Comunidad Autónoma	Murcia
Zona climática	B3	Año construcción	1907
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT79		
Referencia/s catastral/es	7936301XG7673N		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<ul style="list-style-type: none"> ● Vivienda <ul style="list-style-type: none"> ○ Unifamiliar ● Bloque <ul style="list-style-type: none"> ● Bloque completo ○ Vivienda individual 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Terciario <ul style="list-style-type: none"> ○ Edificio completo ○ Local
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	BEATRIZ GONZÁLVez MORENO	NIF	23062802H
Razón social	-	CIF	-
Domicilio	C/Ramón y Cajal, nº 10, 3ºB		
Municipio	Cartagena	Código Postal	30204
Provincia	Murcia	Comunidad Autónoma	Murcia
e-mail	GON.BEATRIZ@HOTMAIL.COM		
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitectura Técnica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEX v1.0		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 15/9/2013

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	3800
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Cubierta con aire	Cubierta	523.23	2.50	Por defecto
Fachada CALLE JARA	Fachada	643.5	1.01	Conocido
Fachada CALLE AIRE	Fachada	402.75	1.01	Conocido
Fachada CHAFLAN	Fachada	63.0	0.96	Conocido
Fachada CALLEJÓN PARRA	Fachada	544.5	1.01	Conocido
Medianería	Fachada	375.98	0.00	Por defecto
Suelo con terreno	Suelo	523.23	0.48	Estimado

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Hueco CJ	Hueco	160.0	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Hueco CJ PB	Hueco	36.48	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Hueco CA PB	Hueco	30.4	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Hueco CA	Hueco	100.0	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Hueco CHAFLAN	Hueco	40.0	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Hueco CP PB	Hueco	32.0	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Hueco CP	Hueco	122.5	5.70	0.82	Estimado	Estimado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y refrigeración	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		133.30	Electricidad	Estimado

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y refrigeración	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		133.30	Electricidad	Estimado

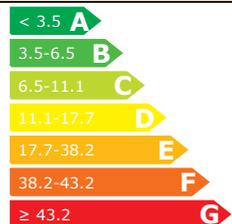
Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo ACS	Caldera Condensación	24.0	74.6	Gas Natural	Estimado

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

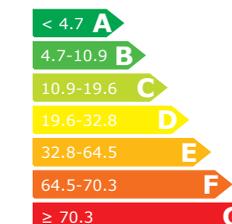
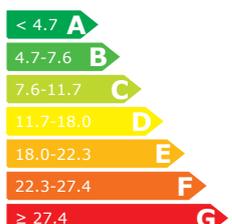
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	29.84 E	CALEFACCIÓN	ACS
		E	E
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>
		16.85	3.43
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>	
29.84		9.56	
		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

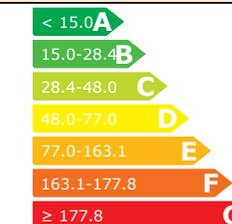
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN					
	34.62 E		14.88 D				
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				34.62		14.88	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	123.2 E	CALEFACCIÓN	ACS
		E	E
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>
		67.78	16.96
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	
123.20		38.46	
		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
		-	

ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO
CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

-

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	GRAN HOTEL		
Dirección	C/ RAJA, Nº 31 Cartagena (Murcia)		
Municipio	Cartagena	Código Postal	30201
Provincia	Murcia	Comunidad Autónoma	Murcia
Zona climática	B3	Año construcción	1907
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT79		
Referencia/s catastral/es	7936301XG7673N		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<ul style="list-style-type: none"> ● Vivienda <ul style="list-style-type: none"> ○ Unifamiliar ● Bloque <ul style="list-style-type: none"> ● Bloque completo ○ Vivienda individual 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Terciario <ul style="list-style-type: none"> ○ Edificio completo ○ Local
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	BEATRIZ GONZÁLVez MORENO	NIF	23062802H
Razón social	-	CIF	-
Domicilio	C/Ramón y Cajal, nº 10, 3ºB		
Municipio	Cartagena	Código Postal	30204
Provincia	Murcia	Comunidad Autónoma	Murcia
e-mail	GON.BEATRIZ@HOTMAIL.COM		
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitectura Técnica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEX v1.0		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 15/9/2013

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	3800
---------------------------------------------	------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Cubierta con aire	Cubierta	523.23	2.50	Por defecto
Fachada CALLE JARA	Fachada	643.5	1.01	Conocido
Fachada CALLE AIRE	Fachada	402.75	1.01	Conocido
Fachada CHAFLAN	Fachada	63.0	0.96	Conocido
Fachada CALLEJÓN PARRA	Fachada	544.5	1.01	Conocido
Medianería	Fachada	375.98	0.00	Por defecto
Suelo con terreno	Suelo	523.23	0.48	Estimado

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Hueco CJ	Hueco	160.0	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Hueco CJ PB	Hueco	36.48	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Hueco CA PB	Hueco	30.4	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Hueco CA	Hueco	100.0	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Hueco CHAFLAN	Hueco	40.0	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Hueco CP PB	Hueco	32.0	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Hueco CP	Hueco	122.5	5.70	0.82	Estimado	Estimado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Baja Temperatura	24.0	66.60	Gas Natural	Estimado

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sólo refrigeración	Máquina frigorífica - Caudal Ref. Variable		107.70	Electricidad	Estimado

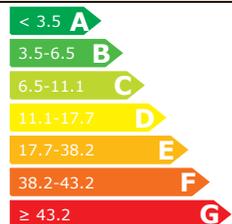
Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Baja Temperatura	24.0	66.60	Gas Natural	Estimado

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

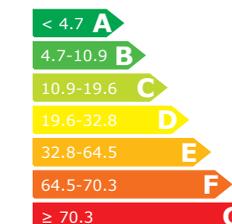
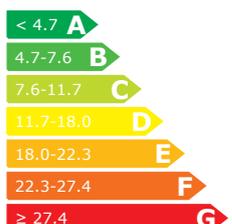
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	21.15 E	CALEFACCIÓN	ACS
		E	C
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>
		10.60	1.58
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>	
21.15		8.97	
		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

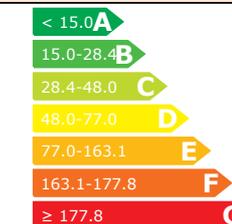
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

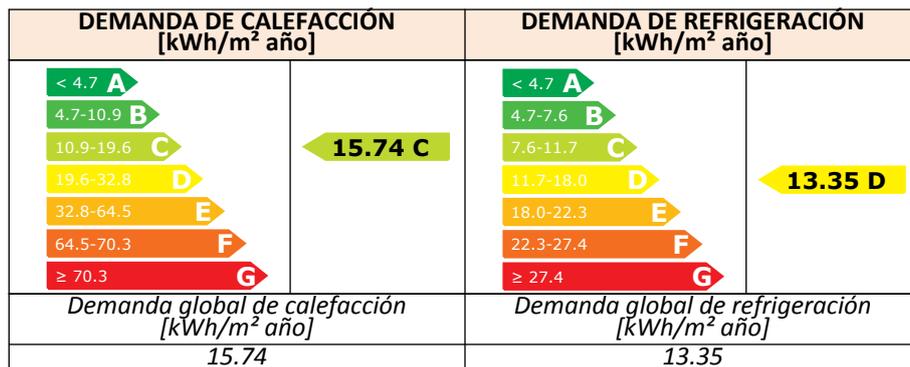
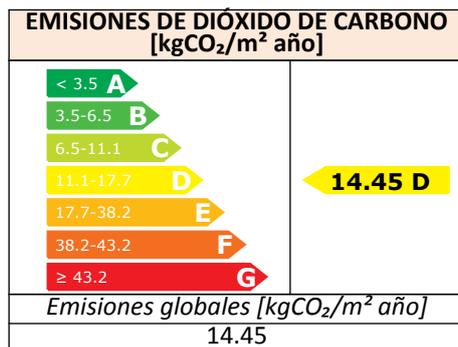
DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN					
	34.62 E		14.88 D				
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				34.62		14.88	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	96.4 E	CALEFACCIÓN	ACS
		E	D
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>
		52.49	7.84
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	
96.40		36.07	
		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
		-	

ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m ² año]	15.74	C	13.35	D						
Diferencia con situación inicial	18.9 (54.5%)		1.5 (10.3%)							
Energía primaria [kWh/m ² año]	23.87	C	32.35	G	7.84	D	-	-	64.06	D
Diferencia con situación inicial	28.6 (54.5%)		3.7 (10.3%)		0.0 (0.0%)		- (-%)		32.3 (33.5%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	4.82	C	8.04	G	1.58	C	-	-	14.45	D
Diferencia con situación inicial	5.8 (54.5%)		0.9 (10.3%)		0.0 (0.0%)		- (-%)		6.7 (31.7%)	

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

Medidas de mejora de la envolvente térmica.
 Aislamiento térmico por el interior con poliuretano proyectado (0.035 W/mK), espesor de 4cm.
 Adición de aislamiento térmico en cubierta
 Modificación de los huecos

ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO
CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

-

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Edificio de viviendas de Protección Oficial		
Dirección	Callejón de la Parra 2 Cartagena (Murcia)		
Municipio	Cartagena	Código Postal	30202
Provincia	Murcia	Comunidad Autónoma	Murcia
Zona climática	B3	Año construcción	1960
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT79		
Referencia/s catastral/es	7936317XG7673N		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<ul style="list-style-type: none"> ● Vivienda <ul style="list-style-type: none"> ○ Unifamiliar ● Bloque <ul style="list-style-type: none"> ● Bloque completo ○ Vivienda individual 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Terciario <ul style="list-style-type: none"> ○ Edificio completo ○ Local
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	BEATRIZ GONZÁLVez MORENO	NIF	23062808 H
Razón social	-	CIF	-
Domicilio	C/Ramón y Cajal, nº 10, 3ºB		
Municipio	Cartagena	Código Postal	30204
Provincia	Murcia	Comunidad Autónoma	Murcia
e-mail	GON.BEATRIZ@HOTMAIL.COM		
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitectura Técnica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEX v1.0		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 29/9/2013

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

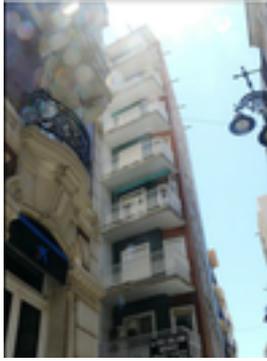
Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	1491.55
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Cubierta plana	Cubierta	181.3	2.27	Estimado
Muro de fachada CALLEJÓN PARRA	Fachada	393.2875	1.83	Conocido
Muro de fachada AIRE	Fachada	169.06	1.83	Conocido
Muro de fachada ESTEREROS	Fachada	467.43	1.83	Conocido
Medianería	Fachada	170.2	0.00	Por defecto
Partición inferior	Partición Interior	181.34	2.17	Por defecto

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Huecos viviendas T-1 P	Hueco	90.91	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Huecos escalera P	Hueco	7.84	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Huecos viviendas A	Hueco	44.66	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Huecos viviendas T-1 E	Hueco	71.78	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Huecos viviendas T-2 E	Hueco	32.34	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Huecos viviendas T-3 E	Hueco	6.6	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Huecos viviendas T-2 P	Hueco	18.48	5.70	0.82	Estimado	Estimado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención

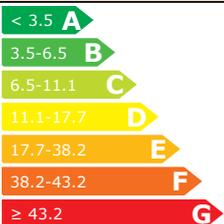
Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo ACS	Caldera Estándar	24.0	56.8	GLP	Estimado

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

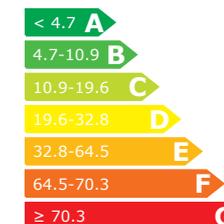
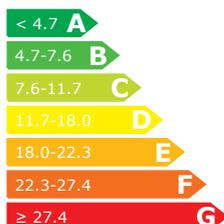
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	39.13 F	CALEFACCIÓN	ACS
		E	F
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>
		25.81	5.38
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>	<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>
39.13		7.93	-

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

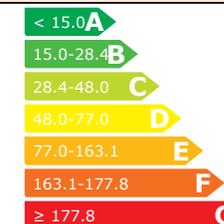
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

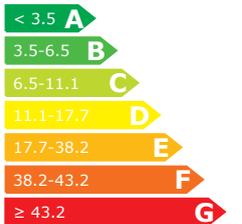
DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN					
	67.46 F		20.77 E				
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				67.46		20.77	

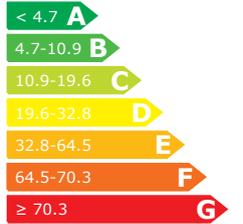
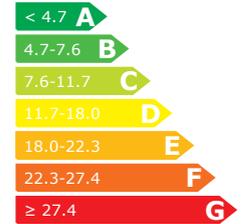
3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	152.86 E	CALEFACCIÓN	ACS
		E	G
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>
		97.14	23.83
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>
152.86		31.89	-

ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ /m ² año]	
	61.23 G
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>	
61.23	

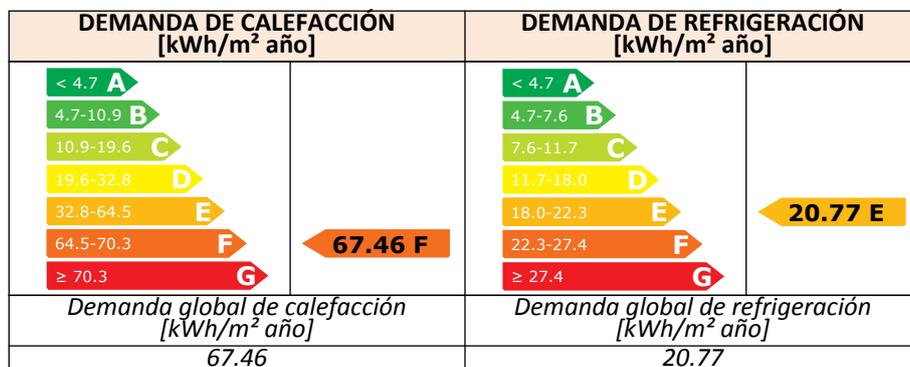
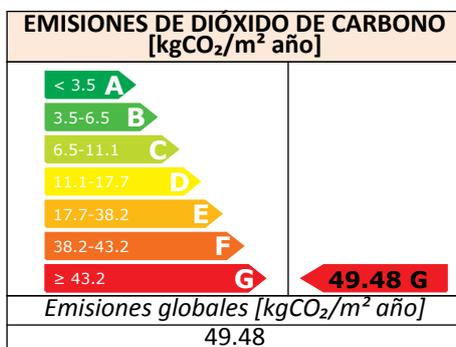
DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m ² año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m ² año]
	
<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>	
67.46	
<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
20.77	

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
Demanda [kWh/m ² año]	67.46	F	20.77	E						
Diferencia con situación inicial	0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)							
Energía primaria [kWh/m ² año]	175.72	G	56.30	G	17.53	E	-	-	249.54	G
Diferencia con situación inicial	-78.6 (-80.9%)		-24.4 (-76.5%)		6.3 (26.4%)		- (-%)		-96.7 (-63.3%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	43.69	G	14.00	G	3.54	E	-	-	61.23	G
Diferencia con situación inicial	-17.9 (-69.3%)		-6.1 (-76.5%)		1.8 (34.2%)		- (-%)		-22.1 (-56.5%)	

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

Instalaciones caso 1
Equipo ACS

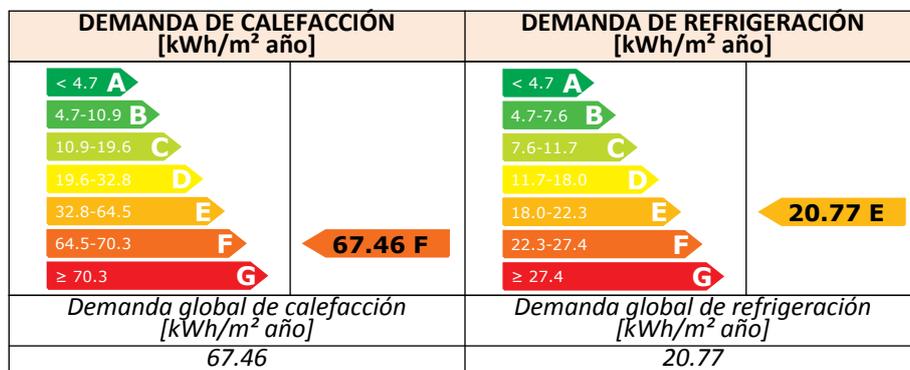
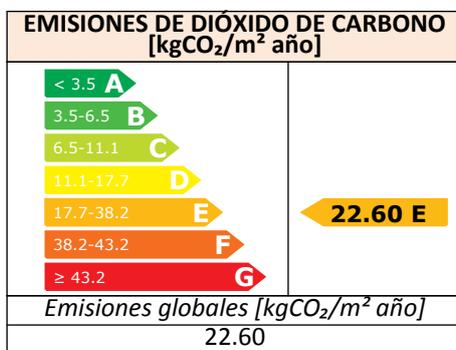


ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total
Demanda [kWh/m ² año]	67.46	F	20.77	E					
Diferencia con situación inicial	0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)						
Energía primaria [kWh/m ² año]	132.08	G	53.68	G	16.27	E	-	-	202.03 G
Diferencia con situación inicial	-34.9 (-36.0%)		-21.8 (-68.3%)		7.6 (31.7%)		- (-%)		-49.2 (-32.2%)
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	32.84	G	13.35	G	3.29	E	-	-	49.48 G
Diferencia con situación inicial	-7.0 (-27.2%)		-5.4 (-68.3%)		2.1 (39.0%)		- (-%)		-10.3 (-26.5%)

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

Instalaciones caso 2
Equipo ACS



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total
Demanda [kWh/m ² año]	67.46	F	20.77	E					
Diferencia con situación inicial	0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)						
Energía primaria [kWh/m ² año]	94.37	E	20.57	E	17.53	E	-	-	132.46 E
Diferencia con situación inicial	2.8 (2.9%)		11.3 (35.5%)		6.3 (26.4%)		- (-%)		20.4 (13.3%)
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	19.06	E	0.00	A	3.54	E	-	-	22.60 E
Diferencia con situación inicial	6.8 (26.2%)		7.9 (100.0%)		1.8 (34.2%)		- (-%)		16.5 (42.2%)

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

Instalaciones caso 3

ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO
CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

-

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Edificio de viviendas de Protección Oficial		
Dirección	Callejón de la Parra 2 Cartagena (Murcia)		
Municipio	Cartagena	Código Postal	30202
Provincia	Murcia	Comunidad Autónoma	Murcia
Zona climática	B3	Año construcción	1960
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT79		
Referencia/s catastral/es	7936317XG7673N		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<ul style="list-style-type: none"> ● Vivienda <ul style="list-style-type: none"> ○ Unifamiliar ● Bloque <ul style="list-style-type: none"> ● Bloque completo ○ Vivienda individual 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Terciario <ul style="list-style-type: none"> ○ Edificio completo ○ Local
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	BEATRIZ GONZÁLVez MORENO	NIF	23062808 H
Razón social	-	CIF	-
Domicilio	C/Ramón y Cajal, nº 10, 3ºB		
Municipio	Cartagena	Código Postal	30204
Provincia	Murcia	Comunidad Autónoma	Murcia
e-mail	GON.BEATRIZ@HOTMAIL.COM		
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitectura Técnica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEX v1.0		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 29/9/2013

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

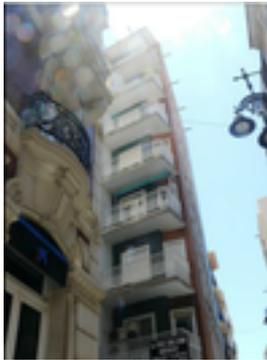
ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	1491.55
---------------------------------------------	---------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Cubierta plana	Cubierta	181.3	2.27	Estimado
Muro de fachada CALLEJÓN PARRA	Fachada	393.2875	1.83	Conocido
Muro de fachada AIRE	Fachada	169.06	1.83	Conocido
Muro de fachada ESTEREROS	Fachada	467.43	1.83	Conocido
Medianería	Fachada	170.2	0.00	Por defecto
Partición inferior	Partición Interior	181.34	2.17	Por defecto

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Huecos viviendas T-1 P	Hueco	90.91	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Huecos escalera P	Hueco	7.84	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Huecos viviendas A	Hueco	44.66	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Huecos viviendas T-1 E	Hueco	71.78	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Huecos viviendas T-2 E	Hueco	32.34	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Huecos viviendas T-3 E	Hueco	6.6	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Huecos viviendas T-2 P	Hueco	18.48	5.70	0.82	Estimado	Estimado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción refrigeración Y	Bomba de Calor		100.20	Electricidad	Estimado

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción refrigeración Y	Bomba de Calor		100.20	Electricidad	Estimado

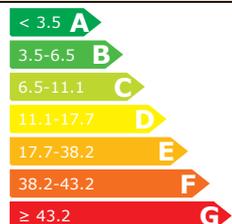
Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo ACS	Caldera Estándar	24.0	72.2	Gas Natural	Estimado

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

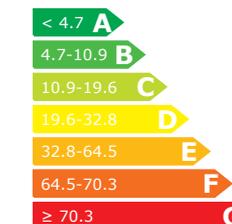
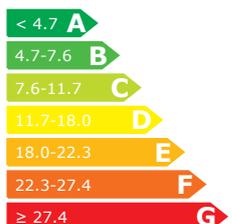
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	61.23 G	CALEFACCIÓN	ACS
		G	E
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>
		43.69	3.54
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>	
61.23		14.00	
		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

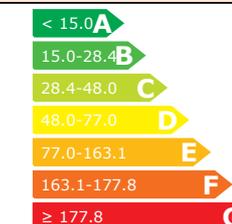
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN					
	67.46 F		20.77 E				
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				67.46		20.77	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	249.54 G	CALEFACCIÓN	ACS
		G	E
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>
		175.72	17.53
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	
249.54		56.30	
		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
		-	

ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO
CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

-

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Edificio de viviendas de Protección Oficial		
Dirección	Callejón de la Parra 2 Cartagena (Murcia)		
Municipio	Cartagena	Código Postal	30202
Provincia	Murcia	Comunidad Autónoma	Murcia
Zona climática	B3	Año construcción	1960
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT79		
Referencia/s catastral/es	7936317XG7673N		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<ul style="list-style-type: none"> ● Vivienda <ul style="list-style-type: none"> ○ Unifamiliar ● Bloque <ul style="list-style-type: none"> ● Bloque completo ○ Vivienda individual 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Terciario <ul style="list-style-type: none"> ○ Edificio completo ○ Local
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	BEATRIZ GONZÁLVez MORENO	NIF	23062808 H
Razón social	-	CIF	-
Domicilio	C/Ramón y Cajal, nº 10, 3ºB		
Municipio	Cartagena	Código Postal	30204
Provincia	Murcia	Comunidad Autónoma	Murcia
e-mail	GON.BEATRIZ@HOTMAIL.COM		
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitectura Técnica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEX v1.0		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 29/9/2013

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	1491.55
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Cubierta plana	Cubierta	181.3	2.27	Estimado
Muro de fachada CALLEJÓN PARRA	Fachada	393.2875	1.83	Conocido
Muro de fachada AIRE	Fachada	169.06	1.83	Conocido
Muro de fachada ESTEREROS	Fachada	467.43	1.83	Conocido
Medianería	Fachada	170.2	0.00	Por defecto
Partición inferior	Partición Interior	181.34	2.17	Por defecto

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Huecos viviendas T-1 P	Hueco	90.91	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Huecos escalera P	Hueco	7.84	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Huecos viviendas A	Hueco	44.66	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Huecos viviendas T-1 E	Hueco	71.78	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Huecos viviendas T-2 E	Hueco	32.34	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Huecos viviendas T-3 E	Hueco	6.6	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Huecos viviendas T-2 P	Hueco	18.48	5.70	0.82	Estimado	Estimado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y refrigeración	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		133.30	Electricidad	Estimado

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y refrigeración	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		133.30	Electricidad	Estimado

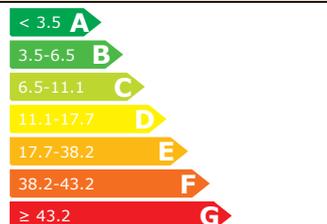
Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo ACS	Caldera Condensación	24.0	77.8	Gas Natural	Estimado

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

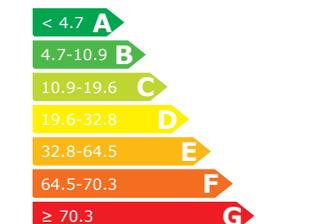
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	49.48 G	CALEFACCIÓN	ACS
		G	E
		<i>Emisiones calefacción</i> [kgCO ₂ /m ² año]	<i>Emisiones ACS</i> [kgCO ₂ /m ² año]
		32.84	3.29
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Emisiones globales</i> [kgCO ₂ /m ² año]		<i>Emisiones refrigeración</i> [kgCO ₂ /m ² año]	
49.48		13.35	
		<i>Emisiones iluminación</i> [kgCO ₂ /m ² año]	
		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

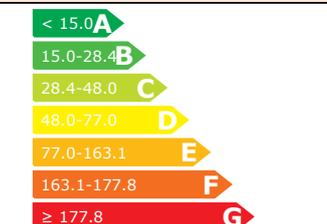
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN			
	67.46 F		20.77 E		
				<i>Demanda global de calefacción</i> [kWh/m ² año]	
				67.46	
				<i>Demanda global de refrigeración</i> [kWh/m ² año]	
				20.77	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	202.03 G	CALEFACCIÓN	ACS
		G	E
		<i>Energía primaria calefacción</i> [kWh/m ² año]	<i>Energía primaria ACS</i> [kWh/m ² año]
		132.08	16.27
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Consumo global de energía primaria</i> [kWh/m ² año]		<i>Energía primaria refrigeración</i> [kWh/m ² año]	
202.03		53.68	
		<i>Energía primaria iluminación</i> [kWh/m ² año]	
		-	

ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO
CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

-

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Edificio de viviendas de Protección Oficial		
Dirección	Callejón de la Parra 2 Cartagena (Murcia)		
Municipio	Cartagena	Código Postal	30202
Provincia	Murcia	Comunidad Autónoma	Murcia
Zona climática	B3	Año construcción	1960
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT79		
Referencia/s catastral/es	7936317XG7673N		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<ul style="list-style-type: none"> ● Vivienda <ul style="list-style-type: none"> ○ Unifamiliar ● Bloque <ul style="list-style-type: none"> ● Bloque completo ○ Vivienda individual 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Terciario <ul style="list-style-type: none"> ○ Edificio completo ○ Local
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	BEATRIZ GONZÁLVez MORENO	NIF	23062808 H
Razón social	-	CIF	-
Domicilio	C/Ramón y Cajal, nº 10, 3ºB		
Municipio	Cartagena	Código Postal	30204
Provincia	Murcia	Comunidad Autónoma	Murcia
e-mail	GON.BEATRIZ@HOTMAIL.COM		
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitectura Técnica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEX v1.0		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 29/9/2013

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

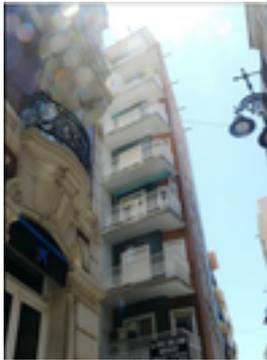
ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	1491.55
---------------------------------------------	---------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Cubierta plana	Cubierta	181.3	2.27	Estimado
Muro de fachada CALLEJÓN PARRA	Fachada	393.2875	1.83	Conocido
Muro de fachada AIRE	Fachada	169.06	1.83	Conocido
Muro de fachada ESTEREROS	Fachada	467.43	1.83	Conocido
Medianería	Fachada	170.2	0.00	Por defecto
Partición inferior	Partición Interior	181.34	2.17	Por defecto

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Huecos viviendas T-1 P	Hueco	90.91	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Huecos escalera P	Hueco	7.84	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Huecos viviendas A	Hueco	44.66	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Huecos viviendas T-1 E	Hueco	71.78	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Huecos viviendas T-2 E	Hueco	32.34	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Huecos viviendas T-3 E	Hueco	6.6	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Huecos viviendas T-2 P	Hueco	18.48	5.70	0.82	Estimado	Estimado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Baja Temperatura	24.0	72.20	Gas Natural	Estimado

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sólo refrigeración	Máquina frigorífica - Caudal Ref. Variable		107.70	Electricidad	Estimado

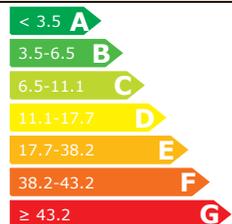
Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Baja Temperatura	24.0	72.20	Gas Natural	Estimado

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

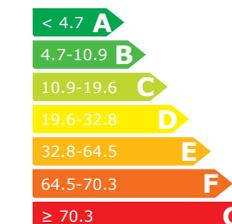
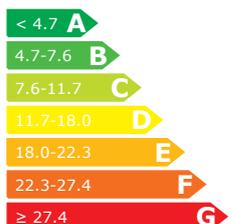
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	33.09 E	CALEFACCIÓN	ACS
		E	C
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>
		19.06	1.51
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
G		-	-
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>	
33.09		12.52	
		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

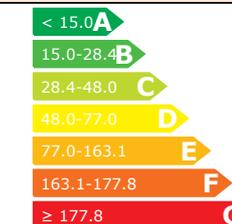
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN					
	67.46 F		20.77 E				
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				67.46		20.77	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	152.19 E	CALEFACCIÓN	ACS
		E	C
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>
		94.37	7.48
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
G		-	-
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	
152.19		50.34	
		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
		-	

ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ /m ² año]	
	15.16 D
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>	
15.16	

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m ² año]		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m ² año]	
	12.18 C		16.94 D
<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
12.18		16.94	

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m ² año]	12.18	C	16.94	D						
Diferencia con situación inicial	55.3 (81.9%)		3.8 (18.5%)							
Energía primaria [kWh/m ² año]	17.04	C	41.05	G	7.48	C	-	-	65.57	D
Diferencia con situación inicial	77.3 (81.9%)		9.3 (18.5%)		0.0 (0.0%)		- (-%)		86.6 (56.9%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	3.44	B	10.21	G	1.51	C	-	-	15.16	D
Diferencia con situación inicial	15.6 (81.9%)		2.3 (18.5%)		-0.0 (-0.0%)		- (-%)		17.9 (54.2%)	

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

Mejoras de la envolvente térmica.
Aislamiento térmico por el exterior con EPS (0.029W/mK), espesor de 8 cm.
Ventanas dobles 4-6-4 con marco de PVC.

ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO
CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

-

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Santa María		
Dirección	Callejón Estereros 2 Cartagena (Murcia)		
Municipio	Cartagena	Código Postal	30202
Provincia	Murcia	Comunidad Autónoma	Murcia
Zona climática	B3	Año construcción	2001
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	7936314XG7673N		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<ul style="list-style-type: none"> ● Vivienda <ul style="list-style-type: none"> ○ Unifamiliar ● Bloque <ul style="list-style-type: none"> ● Bloque completo ○ Vivienda individual 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Terciario <ul style="list-style-type: none"> ○ Edificio completo ○ Local
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	BEATRIZ GONZÁLVez MORENO	NIF	23062808H
Razón social		CIF	-
Domicilio	C/Ramón y Cajal 10 3ºB		
Municipio	CARTAGENA	Código Postal	30204
Provincia	Murcia	Comunidad Autónoma	Murcia
e-mail	GON.BEATRIZ@HOTMAIL.COM		
Titulación habilitante según normativa vigente	ARQUITECTURA TÉCNICA		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEX v1.0		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 29/9/2013

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	1081.91
---------------------------------------------	---------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² -K]	Modo de obtención
Cubierta con aire	Cubierta	264.2	0.90	Conocido
Muro de fachada NO ESTEREROS	Fachada	276.77	0.50	Conocido
Muro de fachada SO ESTEREROS	Fachada	50.35	0.50	Conocido
Muro de fachada SO AIRE	Fachada	116.09	0.50	Conocido
Medianería NO-1	Fachada	61.6	0.00	Por defecto
Medianería NE-1	Fachada	63.0	0.00	Por defecto
Medianería NE-2	Fachada	82.42	0.00	Por defecto
Medianería NO-2	Fachada	24.57	0.00	Por defecto
Medianería SE	Fachada	398.32	0.00	Por defecto
Medianería SO	Fachada	36.4	0.00	Por defecto
Partición inferior	Partición Interior	301.4	0.82	Conocido

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² -K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Huecos 1,5 - NO	Hueco	49.5	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Huecos 1,5 arco- NO	Hueco	19.8	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Hueco 0,9 - NO	Hueco	1.08	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Hueco 0,6 - NO	Hueco	0.72	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Huecos 1,8 - NO	Hueco	9.36	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Miradores - NO	Hueco	24.96	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Huecos 1,5 - SO Aire	Hueco	9.9	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Miradores - SO	Hueco	24.96	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Huecos 1,5 arco- SO	Hueco	3.3	5.70	0.85	Conocido	Conocido

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Huecos 1,5 - SO Estereros	Hueco	16.5	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Huecos 1,5 arco- SO Este	Hueco	3.3	5.70	0.85	Conocido	Conocido

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción refrigeración Y	Bomba de Calor		101.60	Electricidad	Estimado

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción refrigeración Y	Bomba de Calor		101.60	Electricidad	Estimado

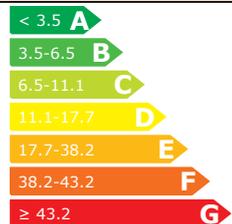
Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo ACS	Caldera Estándar	24.0	56.8	Gas Natural	Estimado

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

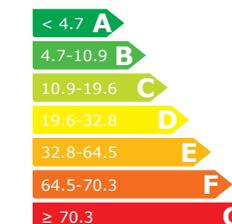
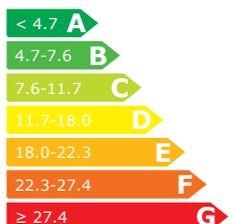
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	39.83 F	CALEFACCIÓN	ACS
		E	E
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>
		21.83	4.50
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>	
39.83		13.49	
		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

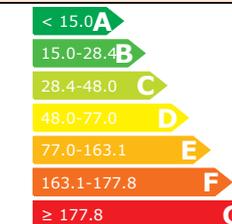
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN			
	34.18 E		19.27 E		
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>	
				34.18	
				<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				19.27	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	164.35 F	CALEFACCIÓN	ACS
		E	G
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>
		87.80	22.28
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	
164.35		54.27	
		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
		-	

ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO
CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

-

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Santa María		
Dirección	Callejón Estereros 2 Cartagena (Murcia)		
Municipio	Cartagena	Código Postal	30202
Provincia	Murcia	Comunidad Autónoma	Murcia
Zona climática	B3	Año construcción	2001
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	7936314XG7673N		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<ul style="list-style-type: none"> ● Vivienda <ul style="list-style-type: none"> ○ Unifamiliar ● Bloque <ul style="list-style-type: none"> ● Bloque completo ○ Vivienda individual 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Terciario <ul style="list-style-type: none"> ○ Edificio completo ○ Local
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	BEATRIZ GONZÁLVez MORENO	NIF	23062808H
Razón social		CIF	-
Domicilio	C/Ramón y Cajal 10 3ºB		
Municipio	CARTAGENA	Código Postal	30204
Provincia	Murcia	Comunidad Autónoma	Murcia
e-mail	GON.BEATRIZ@HOTMAIL.COM		
Titulación habilitante según normativa vigente	ARQUITECTURA TÉCNICA		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEX v1.0		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 29/9/2013

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	1081.91
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² -K]	Modo de obtención
Cubierta con aire	Cubierta	264.2	0.90	Conocido
Muro de fachada NO ESTEREROS	Fachada	276.77	0.50	Conocido
Muro de fachada SO ESTEREROS	Fachada	50.35	0.50	Conocido
Muro de fachada SO AIRE	Fachada	116.09	0.50	Conocido
Medianería NO-1	Fachada	61.6	0.00	Por defecto
Medianería NE-1	Fachada	63.0	0.00	Por defecto
Medianería NE-2	Fachada	82.42	0.00	Por defecto
Medianería NO-2	Fachada	24.57	0.00	Por defecto
Medianería SE	Fachada	398.32	0.00	Por defecto
Medianería SO	Fachada	36.4	0.00	Por defecto
Partición inferior	Partición Interior	301.4	0.82	Conocido

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² -K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Huecos 1,5 - NO	Hueco	49.5	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Huecos 1,5 arco- NO	Hueco	19.8	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Hueco 0,9 - NO	Hueco	1.08	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Hueco 0,6 - NO	Hueco	0.72	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Huecos 1,8 - NO	Hueco	9.36	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Miradores - NO	Hueco	24.96	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Huecos 1,5 - SO Aire	Hueco	9.9	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Miradores - SO	Hueco	24.96	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Huecos 1,5 arco- SO	Hueco	3.3	5.70	0.85	Conocido	Conocido

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Huecos 1,5 - SO Estereros	Hueco	16.5	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Huecos 1,5 arco- SO Este	Hueco	3.3	5.70	0.85	Conocido	Conocido

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y refrigeración	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		133.30	Electricidad	Estimado

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y refrigeración	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		133.30	Electricidad	Estimado

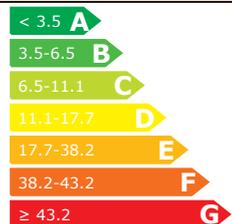
Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo ACS	Caldera Condensación	24.0	77.8	Gas Natural	Estimado

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

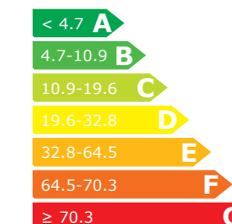
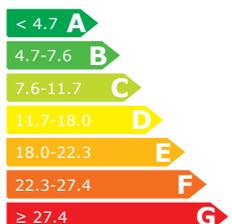
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	32.31 E	CALEFACCIÓN	ACS
		E	E
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>
		16.64	3.29
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>	
32.31		12.39	
		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

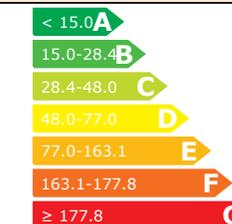
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN					
	34.18 E		19.27 E				
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				34.18		19.27	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	132.99 E	CALEFACCIÓN	ACS
		E	E
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>
		66.92	16.27
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		G	-
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	
132.99		49.81	
		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
		-	

ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO
CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

-

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Santa María		
Dirección	Callejón Estereros 2 Cartagena (Murcia)		
Municipio	Cartagena	Código Postal	30202
Provincia	Murcia	Comunidad Autónoma	Murcia
Zona climática	B3	Año construcción	2001
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	7936314XG7673N		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<ul style="list-style-type: none"> ● Vivienda <ul style="list-style-type: none"> ○ Unifamiliar ● Bloque <ul style="list-style-type: none"> ● Bloque completo ○ Vivienda individual 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Terciario <ul style="list-style-type: none"> ○ Edificio completo ○ Local
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	BEATRIZ GONZÁLVez MORENO	NIF	23062808H
Razón social		CIF	-
Domicilio	C/Ramón y Cajal 10 3ºB		
Municipio	CARTAGENA	Código Postal	30204
Provincia	Murcia	Comunidad Autónoma	Murcia
e-mail	GON.BEATRIZ@HOTMAIL.COM		
Titulación habilitante según normativa vigente	ARQUITECTURA TÉCNICA		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEX v1.0		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 29/9/2013

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	1081.91
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² -K]	Modo de obtención
Cubierta con aire	Cubierta	264.2	0.90	Conocido
Muro de fachada NO ESTEREROS	Fachada	276.77	0.50	Conocido
Muro de fachada SO ESTEREROS	Fachada	50.35	0.50	Conocido
Muro de fachada SO AIRE	Fachada	116.09	0.50	Conocido
Medianería NO-1	Fachada	61.6	0.00	Por defecto
Medianería NE-1	Fachada	63.0	0.00	Por defecto
Medianería NE-2	Fachada	82.42	0.00	Por defecto
Medianería NO-2	Fachada	24.57	0.00	Por defecto
Medianería SE	Fachada	398.32	0.00	Por defecto
Medianería SO	Fachada	36.4	0.00	Por defecto
Partición inferior	Partición Interior	301.4	0.82	Conocido

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² -K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Huecos 1,5 - NO	Hueco	49.5	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Huecos 1,5 arco- NO	Hueco	19.8	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Hueco 0,9 - NO	Hueco	1.08	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Hueco 0,6 - NO	Hueco	0.72	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Huecos 1,8 - NO	Hueco	9.36	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Miradores - NO	Hueco	24.96	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Huecos 1,5 - SO Aire	Hueco	9.9	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Miradores - SO	Hueco	24.96	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Huecos 1,5 arco- SO	Hueco	3.3	5.70	0.85	Conocido	Conocido

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Huecos 1,5 - SO Estereros	Hueco	16.5	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Huecos 1,5 arco- SO Este	Hueco	3.3	5.70	0.85	Conocido	Conocido

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Baja Temperatura	24.0	72.20	Gas Natural	Estimado

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sólo refrigeración	Máquina frigorífica - Caudal Ref. Variable		107.70	Electricidad	Estimado

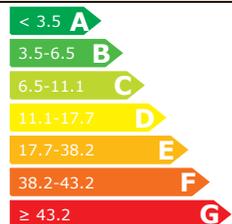
Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Baja Temperatura	24.0	72.20	Gas Natural	Estimado

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Bloque de Viviendas
----------------	----	-----	---------------------

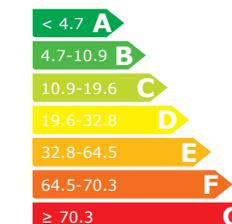
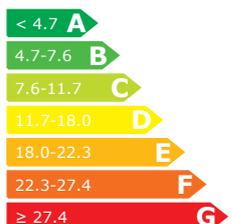
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	22.95 E	CALEFACCIÓN	ACS
		D	C
		<i>Emisiones calefacción</i> [kgCO ₂ /m ² año]	<i>Emisiones ACS</i> [kgCO ₂ /m ² año]
		9.66	1.68
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
<i>Emisiones globales</i> [kgCO ₂ /m ² año]		G	-
<i>Emisiones refrigeración</i> [kgCO ₂ /m ² año]		<i>Emisiones iluminación</i> [kgCO ₂ /m ² año]	
22.95		11.61	-

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

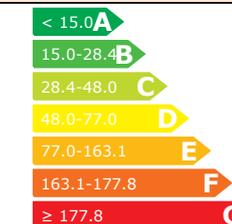
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN			
	34.18 E		19.27 E		
				<i>Demanda global de calefacción</i> [kWh/m ² año]	<i>Demanda global de refrigeración</i> [kWh/m ² año]
				34.18	19.27

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	102.85 E	CALEFACCIÓN	ACS
		E	D
		<i>Energía primaria calefacción</i> [kWh/m ² año]	<i>Energía primaria ACS</i> [kWh/m ² año]
		47.81	8.33
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
<i>Consumo global de energía primaria</i> [kWh/m ² año]		G	-
<i>Energía primaria refrigeración</i> [kWh/m ² año]		<i>Energía primaria iluminación</i> [kWh/m ² año]	
102.85		46.71	-

ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ /m ² año]	
	20.22 E
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>	
20.22	

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m ² año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m ² año]
	13.11 D
<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>
17.48	13.11

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m ² año]	17.48	C	13.11	D						
Diferencia con situación inicial	16.7 (48.9%)		6.2 (32.0%)							
Energía primaria [kWh/m ² año]	34.22	D	33.88	G	16.27	E	-	-	84.37	E
Diferencia con situación inicial	13.6 (28.4%)		12.8 (27.5%)		-7.9 (-95.4%)		- (-%)		18.5 (18.0%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	8.51	D	8.42	G	3.29	E	-	-	20.22	E
Diferencia con situación inicial	1.1 (11.9%)		3.2 (27.5%)		-1.6 (-95.4%)		- (-%)		2.7 (11.9%)	

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

Medidas de mejora edificio Santa María
Adición de aislamiento térmico en fachada por el exterior
Sustitución de ventanas
Equipo ACS

ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO
CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

-