



Universitat Politècnica de València
Escola Tècnica Superior d'Arquitectura

Análisis de la reducción de la demanda energética de un edificio a través de la sostenibilidad y las energías renovables.

2019-2020
Grado en Fundamentos de la Arquitectura

Autor: Patricia de Haro Prieto
Tutor: Nuria Castilla Cabanes



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
ARQUITECTURA

ÍNDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
I.1 ANTECEDENTES	1
I.2 OBJETIVO.....	2
I.3 MÉTODO Y ESTRUCTURA DEL TRABAJO FINAL DE GRADO	3
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y LEGISLATIVO. ESTADO DE LA CUESTIÓN.	4
II.1 NORMATIVA EFICIENCIA ENERGÉTICA	4
II.2 EDIFICIO DE BALANCE ENERGÉTICO ZERO.....	13
II.2.1 DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS.....	13
II.2.2 MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	14
II.2.2.1 OPCIÓN GENERAL (HULC)	16
II.2.2.2 OPCIÓN SIMPLIFICADA – CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN–.....	19
II.2.2.3 AUDITORIA ENERGÉTICA.....	21
CAPÍTULO III: MARCO EXPERIMENTAL. DESARROLLO EJEMPLO DE APLICACIÓN	23
III.1 INTRODUCCIÓN.....	23
III.2 DATOS DE PARTIDA	23
III.3 PARÁMETROS CLIMÁTICOS	26
III.4 DEFINICIÓN DE LA ENVOLVENTE	27
III.4.1 FACHADAS Y PARTICIONES INTERIORES.....	27
III.4.2 CUBIERTA.....	29
III.4.3 FORJADOS	31
III.4.4 HUECOS	33
III.5 DEFINICIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	34



III.5.1 INSTALACION DE ILUMINACIÓN	34
III.5.2 INSTALACION DE VENTILACIÓN.....	35
III.5.3 INSTALACIÓN DE ACS, CALEFACCIÓN Y CLIMATIZACIÓN	39
III.5.4 INSTALACIÓN ELÉCTRICA	40
III.6 OBTENCIÓN DE LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA.....	40
III.7 MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	42
III.7.1 CAMBIOS EN LA ENVOLVENTE	42
III.7.1.1 AISLAMIENTO TÉRMICO	42
III.7.1.2 ACRISTALAMIENTO.....	44
III.7.2 CAMBIOS EN LAS INSTALACIONES.....	46
III.7.2.1 MEJORA DE LA INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN.....	46
III.7.2.2 MEJORA DE LA INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN	47
III.7.2.3 MEJORA EN LA INSTALACIÓN DE ACS + CALEFACCIÓN.....	49
III.7.2.4 MEJORA EN LA INSTALCIÓN ELÉCTRICA	56
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	61
IV.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS MEJORA TÉRMICA.	61
IV.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS MEJORA ELÉCTRICA.....	65
IV.3 ANÁLISIS DE LA COMBINACIÓN DE ENERGÍAS	66
CAPÍTULO V: CONCLUSIÓN	67
CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA	69
CAPÍTULO VII: ANEXOS	

Resumen:

El ámbito de la sostenibilidad y las energías renovables, actualmente, supone una herramienta indispensable para llevar a cabo un proyecto que tenga en cuenta el medio ambiente. La sociedad es cada vez más dependiente de la energía y su producción contribuye a la destrucción del medio ambiente. Por dicho motivo, existe la obligación de buscar nuevas formas de gestionar la demanda de energía.

El presente trabajo final de grado, analiza el efecto que tienen diferentes mejoras, desde el punto de vista de la sostenibilidad y las energías renovables, en el gasto energético de un edificio multicultural. Estas mejoras, tanto en la envolvente como en las instalaciones, contribuyen a la reducción de producción del CO₂ y, por consiguiente, disminuyen la contaminación en el medio.

Para ello, primero se analiza la situación actual de las energías, los inconvenientes de los recursos que el ser humano utiliza de forma habitual. Posteriormente, se estudia el marco legislativo que se aplica tanto nacional como internacionalmente. Del mismo modo, para conocer la metodología y las herramientas para abastecer un edificio a través de las energías renovables, se examina lo que es un edificio de balance energético cero y se exponen las herramientas para obtener el certificado energético.

Los resultados de este estudio permiten afirmar que cualquier mejora es ventajosa individualmente. A su vez, la opción más ventajosa desde el punto de vista del ahorro y el consumo energético es la combinación de las mejoras en la envolvente, junto con los paneles termosolares como mejora térmica y el árbol eólico como mejora eléctrica. De igual forma, al combinar diversas energías se puede abastecer el edificio sin necesidad de recurrir a energías contaminantes para el medio.

Las conclusiones de este trabajo permiten entender las diferentes vías de actuación a la hora de mejorar el gasto energético de un edificio.

Abstract:

In the field of sustainability and renewable energy, currently, it is an indispensable tool to carry out a project that takes into account the environment. Society is increasingly dependent on energy and its production contributes to the destruction of the environment. For this reason, there is an obligation to look for new ways to manage energy demand.

This final degree project analyses the effect that different improvements have, from the point of view of sustainability and renewable energies, on the energy expenditure of a commercial premises. These improvements, both in the enclosure and in the facilities, contribute to the reduction of CO₂ production and, consequently, reducing pollution in the environment.

For this, the current situation of the energies, the inconveniences of the resources that the human being uses in a habitual way is analysed. Subsequently, the legislative framework that applies both nationally and internationally is studied. In the same way, to be knowledgeable about the methodology and tools to supply a building through renewable energies, we examine what a zero energy balance building is and expose the tools to obtain the energy certificate.

The results of this study allow to affirm that any improvement is advantageous individually. In turn, the most advantageous option from the point of view of saving and energy consumption is the combination of improvements in the envelope, together with the biomass boiler as thermal improvement and photovoltaic panels as electrical improvement. Similarly, by combining different energies we can supply the building without resorting to polluting energies for the environment.

The conclusions of this work allow us to understand the different ways of acting when it comes to improving the energy expenditure of a building.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

I.1 ANTECEDENTES

Actualmente nos encontramos en un mundo cuya evolución nos hace más dependientes de la energía, donde la electricidad se ha convertido en una fuente indispensable para sociedad y en el que además, su producción contribuye a la destrucción del medio ambiente, por ese motivo nos vemos obligados a buscar nuevas formas de abastecernos.

Si se observa el consumo de energía primaria en España (Ilustración 1), se puede afirmar que nuestro país es altamente dependiente de los combustibles fósiles para producir electricidad.

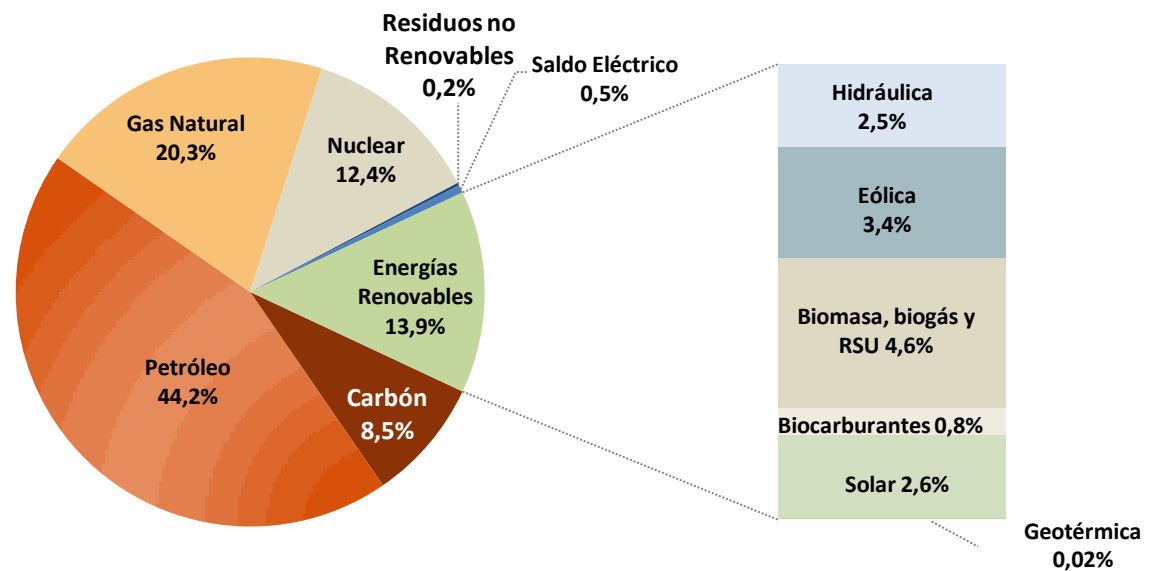


Ilustración 1: Evolución del consumo de energía primaria en España. Año 2016 (IDAE)

Por ello es necesario ser conscientes de los problemas que causan su uso y el porqué de la búsqueda de energías alternativas:

- Su vida es limitada.

Por lo que se agotan progresivamente y se complica su extracción produciendo un encarecimiento del mismo.

- Producción de gases efecto invernadero

- Su localización no es homogénea

Dichos recursos se encuentran de forma puntual por el mundo, de modo que se produce una dependencia de los países poseedores de ellos

- Son perjudiciales para la salud.

Tras analizar esta realidad, los arquitectos tenemos una obligación moral de no empeorar esta situación, tratando de realizar edificaciones que, tras el estudio de determinados aspectos, tales como la sostenibilidad y el uso de energías renovables, podemos mejorar el medio ambiente para generaciones posteriores.

1.2 OBJETIVO

El objetivo de este proyecto es analizar el efecto que tienen diferentes mejoras, desde el punto de vista de la sostenibilidad y las energías renovables, en el gasto energético de un local comercial. A su vez, se analiza el marco legislativo y se establecen las distintas formas para llevarlo a cabo.



Ilustración 2: Refinería de petróleo. El Boletín.
M. Fernández

I.3 MÉTODO Y ESTRUCTURA DEL TRABAJO FINAL DE GRADO

En este trabajo de investigación se analiza situación actual de las energías renovables en España y se evalúan las posibilidades y la viabilidad de las mismas a través de un edificio multicultural ubicado en Valencia.

De esta manera, este trabajo final de grado consta de un **capítulo introductorio**, en el que se contempla la dependencia actual de los combustibles y los efectos que producen al medioambiente.

En el **capítulo II** se analiza la normativa europea que establece las bases de la eficiencia energética. Se revisa punto a punto los cambios previstos y las acciones futuras que se deberán llevar a cabo para cumplir con la norma.

Posteriormente, se describen los edificios de balance energético cero, haciendo primero una introducción de las características principales, más adelante se analizan las distintas herramientas para realizar la certificación energética, y por último se exponen los pasos para realizar una auditoría.

A continuación, en el **capítulo III** se analiza la situación actual de un edificio multicultural y se plantean soluciones para mejorar su eficiencia energética a través de las energías renovables que necesitará para abastecerse y los distintos modelos de suministro.

Seguidamente, en el **capítulo IV** se realiza un análisis de los resultados, sometiendo al edificio a todas las energías propuestas en el capítulo anterior.

Tras la mejora energética del edificio, en el **capítulo V** se muestran las conclusiones obtenidas de la investigación empírica y se hace un cómputo final de todo el análisis realizado en el trabajo.

En la última parte del trabajo se muestra la bibliografía utilizada para su desarrollo y se adjunta los anexos

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y LEGISLATIVO. ESTADO DE LA CUESTIÓN.

II.1 NORMATIVA EFICIENCIA ENERGÉTICA

La normativa existente referente a la eficiencia energética de los edificios:

Primeramente, el estudio se centra en **la normativa Europea** que se rige en la actualidad:

El 21 de diciembre de 2018 la Directiva sobre Energía Renovable (UE) 2018/2001 publicó la entrada en vigor de la nueva legislación Europea sobre Energías Renovables, Eficiencia energética y Gobernanza, conocida como **“Energía limpia para Todos los Europeos”**. Sin embargo el marco legislativo que supuso un cambio para la eficiencia energética en los edificios fue la establecida por la directiva 2010/31/UE, donde surge el objetivo **“Triple 20”**, de la cual se han realizado las siguientes modificaciones dando lugar a la actual legislación.

La directiva 2012/27/UE realiza las siguientes consideraciones a destacar:

- Consideración 5 del Diario Oficial de la Unión Europea: *“El Consejo Europeo de 23 y 24 de octubre de 2014 apoyó el objetivo de eficiencia energética del 27% para 2030 a escala de la Unión, con miras a revisarlo en 2020 teniendo en mente un objetivo del nivel del 30% para la unión. En su resolución de 15 de diciembre de 2015 titulada «Hacia una Unión Europea de la Energía», el Parlamento Europeo hizo un llamamiento a la comisión para que evaluara la viabilidad de un objetivo de eficiencia energética del 40% para el mismo horizonte temporal. Así pues, procede modificar la Directiva 2012/27/UE para adaptarla al horizonte de 2030.”*



Ilustración 3: Normativa existente

- Consideración 6 del Diario Oficial de la Unión Europea: *“Debe establecerse con claridad, en forma de objetivo de al menos el **32,5 % para el año 2030**, la necesidad de que la Unión alcance sus objetivos de eficiencia energética a escala de la Unión, expresada en consumo de energía primaria o energía final. Las previsiones realizadas en 2007 muestran un consumo de energía primaria en 2030 de 1 887 Mtep y un consumo de energía final de 1 416 Mtep. Una reducción del 32,5 % corresponde a unos consumos de energía primaria y final de 1 273 Mtep y 956 Mtep en 2030, respectivamente.”*
- Consideración 10 del Diario Oficial de la Unión Europea: *“A la luz del marco de actuación en materia de clima y energía para 2030, la obligación de ahorro de energía establecida por la Directiva 2012/27/UE **debe prolongarse más allá de 2020**. Esa prolongación aportará mayor estabilidad a los inversores y, por tanto, **fomentaría las inversiones y las medidas de eficiencia energética** a largo plazo, tales como la profunda renovación de edificios con el objetivo a largo plazo de facilitar la transformación rentable de edificios existentes en Edificios Energía Casi Nula (EECN).”*
- Consideración 12 del Diario Oficial de la Unión Europea: *“Los Estados miembros están obligados a alcanzar un objetivo de ahorro acumulado de uso final de la energía durante el conjunto del período de obligación de 2021 a 2030, equivalente a un nuevo **ahorro anual de al menos el 0,8 % del consumo de energía final**. Ese requisito puede cumplirse mediante la adopción de nuevas medidas de actuación durante el nuevo período de obligación, del 1 de enero de 2021 al 31 de diciembre de 2030, o mediante acciones individuales resultantes de medidas de actuación adoptadas durante o con anterioridad al período previo, siempre que las acciones individuales que generen el ahorro de energía se lleven a la práctica durante el nuevo período.”*
- Consideración 22 del Diario Oficial de la Unión Europea: *“La gestión eficiente del agua puede contribuir de manera significativa al ahorro de energía. **Los sectores del agua y de las aguas residuales suponen el 3,5 % del consumo de electricidad** en la Unión y se espera que esa proporción aumente.”*
- Consideración 27 del Diario Oficial de la Unión Europea: *“**Los costes y beneficios** de todas las medidas de eficiencia energética adoptadas, incluidos los plazos de reembolso, deben ser **completamente transparentes para los consumidores**.”*

- Consideración 45 del Diario Oficial de la Unión Europea: *“Dado que los objetivos de la presente Directiva, a saber, **alcanzar el objetivo de eficiencia energética de la Unión del 20 % para 2020 y de al menos el 32,5 % para 2030** y preparar el camino hacia mejoras de eficiencia energética posteriores más allá de dichas fechas, no pueden ser alcanzados de manera suficiente por los Estados miembros, sino que, debido a las dimensiones o los efectos de la acción, pueden lograrse mejor a escala de la Unión, esta puede adoptar medidas, de acuerdo con el principio de subsidiariedad establecido en el artículo 5 del Tratado de la Unión Europea”.*

A continuación se desglosan los artículos adoptados por la directiva

Artículo 1

Fomenta la eficiencia energética de los edificios con el fin de garantizar un aumento de la eficiencia energética del 20% para el 2020 y de al menos el 32,5% para el 2030, la cual será evaluada, a más tardar, el 31 de octubre de 2022.

Los estados miembros deben realizar un ahorro mínimo equivalente a:

- Desde el 1 de enero de 2014 hasta el 31 de diciembre de 2030, la consecución de un nuevo ahorro cada año será del 1,5% de las ventas anuales de energía.
- La consecución de un ahorro cada año será del 0,8% del consumo de energía final, como promedio de los tres años previos al 1 de enero de 2019 (excepto Chipre y Malta que deberán conseguir un ahorro equivalente al 0,24%)

Método de cálculo de ahorro de energía:

- Aplicación de una tasa anual de ahorro en venta de energía. Un valor del 1% en 2014 y 2015, del 1,25% en 2016 y 2017; y del 1,5% en 2018, 2019 y 2020.
- Excluyendo de la base de cálculo, de forma total o parcial.
 - Contabilizar en la cantidad de ahorro de energía requerido el ahorro de energía obtenido en los diferentes sectores.

Artículo 2, 3 y 4:

Los estados miembros adoptarán, a más tardar el 25 de junio de 2020, las disposiciones legales.

De aquí se extrae que:

- **La eficiencia energética primero:** la directiva renovada sobre eficiencia energética establece un nuevo objetivo más alto de uso de energía para 2030 del 32,5%, y la nueva directiva de rendimiento energético de los edificios maximiza el potencial de ahorro de energía de los edificios más inteligentes y ecológicos.
- **Más energías renovables:** se ha fijado un nuevo objetivo ambicioso de al menos el 32% en energía renovable para 2030, con disposiciones específicas para fomentar la inversión pública y privada, a fin de que la UE mantenga su liderazgo mundial en energías renovables.
- **Una mejor gobernanza de la Unión de la Energía:** un nuevo reglamento de energía en virtud del cual cada Estado miembro elabora Planes Nacionales de Energía y Clima (NECP) para 2021-2030 que establece cómo alcanzar sus objetivos de unión energética, y en particular los objetivos de 2030 sobre eficiencia energética y energía renovable. Estos proyectos de NECP están siendo analizados actualmente por la Comisión, y las recomendaciones específicas de cada país se emitirán antes de finales de junio.
- **Más derechos para los consumidores:** las nuevas reglas hacen que sea más fácil para las personas producir, almacenar o vender su propia energía, y fortalecen los derechos de los consumidores con más transparencia en las facturas y una mayor flexibilidad de elección.
- **Un mercado eléctrico más inteligente y eficiente:** las nuevas leyes aumentarán la seguridad del suministro al ayudar a integrar las energías renovables en la red y gestionar los riesgos, y al mejorar la cooperación transfronteriza.¹

Una vez se analiza la situación en el marco internacional, se destaca lo más relevante del **marco nacional**.

España aboga por la mitigación del cambio climático y muestra su compromiso a través de la regulación de leyes para cumplir con los objetivos establecidos por las Naciones Unidas. Por este motivo nació el Ministerio de Fomento del Gobierno de España, pues se encarga de establecer las normas para poder justificar energéticamente los edificios.

La normativa de las energías renovables en España no empieza a desarrollarse hasta la década de 1980, con la Ley 82/1980 de conservación de la energía, la cual surge debido a la crisis del petróleo y, para mejorar la eficiencia energética.

A partir de esta regulación la normativa se va adaptando y mejorando con el paso del tiempo y las necesidades, pero es en la última década donde se encuentran cambios en el suministro energético, pues se han incorporado diversas fuentes de energía renovables y gas natural, dejando atrás notablemente el uso del petróleo y sus derivados. Este cambio fue producto de la crisis económica del 2008. En el segundo periodo del año 2013, cuando se vuelve a notar una decadencia económica del país, se vuelve a registrar una disminución de demanda de energía primaria y secundaria, donde las energías renovables empiezan a ser sustituidas por las energías primarias.

Gran parte del consumo energético va destinado al sector terciario por lo que se han realizado incipientes medidas para conseguir mejorar los sistemas y como consecuencia poder reducir las emisiones y el consumo.

Tras el segundo periodo del 2013, España sufre una mejora económica respecto a su situación anterior, por lo que pone en marcha una serie de directivas aprobadas anteriormente pero que no fueron fomentadas. Estas iniciativas recogen acciones concretas para impulsar las energías renovables, así como las medidas que se deben llevar a cabo en el caso del consumo doméstico y de vivienda. Entre ellas cabe destacar:

- Etiquetado de los electrodomésticos y equipos técnicos
- Obligatoriedad de asesoramiento energético por parte de los proveedores acerca del ahorro.
- Plan Renove por parte del gobierno para poder sustituir los equipos por unos más eficientes.
- Etiquetado energético de los edificios (Certificación energética).
- Auditorías a edificios para controlar los gastos de energía.

Con estas medidas se ven favorecidas las políticas que llevan a la construcción de nuevos edificios eficientes energéticamente.

Tras estas aclaraciones cabe destacar el *“Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero, por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia del suministro”*, donde destacamos:

“Artículo 1. Objeto y definiciones:

A efectos de este de real decreto, se estará a las siguientes definiciones:

a) *«Ahorro de energía»: Cantidad de energía ahorrada, determinada mediante **medición y/o estimación del consumo antes y después de la aplicación** de una o más medidas de mejora de la eficiencia energética, teniendo en cuenta al mismo tiempo la normalización de las condiciones externas que influyen en el consumo de energía.*

b) *«Auditor energético»: Persona física con **capacidad personal y técnica** demostrada y competencia para llevar a cabo una auditoría energética.*

c) «Auditoría energética»: *Todo procedimiento sistemático destinado a obtener conocimientos adecuados del perfil de consumo de energía existente de un edificio o grupo de edificios, de una instalación u operación industrial o comercial, o de un servicio privado o público, así como para determinar y cuantificar las posibilidades de ahorro de energía a un coste eficiente e informar al respecto. En el caso del transporte, la auditoría energética sólo se referirá al transporte vinculado a la actividad de la empresa.*

g) «Eficiencia energética»: **La relación entre la producción de un rendimiento, servicio, bien o energía y el gasto de energía.**

h) «Energía»: *Todas las formas de productos energéticos, combustibles, calor, energía renovable, electricidad o cualquier forma de energía, según se definen en el artículo 2, letra d), del Reglamento (CE) nº 1099/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de octubre de 2008, relativo a las estadísticas sobre energía.*

i) «Mejora de la eficiencia energética»: **El aumento de eficiencia energética** como resultado de cambios tecnológicos, de comportamiento y/o económicos.

Artículo 2. *Ámbito de aplicación.*

1. *Este capítulo será de aplicación a aquellas empresas que tengan la consideración de grandes empresas, entendiendo por tales tanto las que **ocupen al menos a 250 personas** como las que, aun sin cumplir dicho requisito, tengan un volumen de negocio que exceda de 50 millones de euros y, a la par, un balance general que exceda de 43 millones de euros. De igual modo, será también de aplicación a los grupos de sociedades, definidos según lo establecido en el artículo 42 del Código de Comercio, que, teniendo en cuenta las magnitudes agregadas de todas las sociedades que forman el grupo consolidado, cumplan los referidos requisitos de gran empresa*

2. *Quedan **excluidas** del ámbito de aplicación, las **microempresas, pequeñas y medianas empresas** (PYMES), de acuerdo con el título I del anexo de la Recomendación 2003/361/CE de la Comisión, de 6 de mayo de 2003, sobre la definición de microempresas, pequeñas y medianas empresas.*

Artículo 3. Alcance de la exigencia y criterios mínimos a cumplir por las auditorías energéticas.

*1. **Las grandes empresas o grupos de sociedades** incluidos en el ámbito de aplicación del artículo 2, deberán someterse a una auditoría energética cada cuatro años a partir de la fecha de la auditoría energética anterior, que cubra, al menos, el 85 por ciento del consumo total de energía final del conjunto de las instalaciones ubicadas en el territorio nacional que formen parte de las actividades industriales, comerciales y de servicios que dichas empresas y grupos gestionan en el desarrollo de su actividad económica.*

2. A efectos de justificar el cumplimiento de la obligación anterior, las empresas o grupos de sociedades obligados podrán utilizar algunas de las dos alternativas siguientes:

a) Realizar una auditoría energética que cumpla las directrices mínimas que se indican en el apartado 3.

*b) **Aplicar un sistema de gestión energética o ambiental**, certificado por un organismo independiente con arreglo a las normas europeas o internacionales correspondientes, siempre que el sistema de gestión de que se trate incluya una auditoría energética realizada conforme a las directrices mínimas que se indican en el apartado 3.*

3. Las auditorías energéticas se atenderán a las siguientes directrices:

*a) Deberán basarse **en datos operativos actualizados, medidos y verificables, de consumo de energía** y, en el caso de **la electricidad**, de perfiles de carga siempre que se disponga de ellos.*

*b) Abarcarán un **examen pormenorizado del perfil de consumo de energía de los edificios o grupos de edificios**, de una instalación u operación industrial o comercial, o de un servicio privado o público, con inclusión del transporte dentro de las instalaciones o, en su caso, flotas de vehículos.*

*c) Se fundamentarán, siempre que sea posible en criterios de **rentabilidad** en el análisis del coste del ciclo de vida, antes que en periodos simples de amortización, a fin **de tener en cuenta el ahorro a largo plazo**, los valores residuales de las inversiones a largo plazo y las tasas de descuento.*

d) Deberán ser proporcionadas y suficientemente representativas para que se pueda trazar **una imagen fiable del rendimiento energético global**, y se puedan determinar de manera fiable las oportunidades de mejora más significativa.

4. En las auditorías energéticas **se reflejarán los cálculos detallados y validados para las medidas propuestas**, facilitando así una información clara sobre el potencial de ahorro.

5. Los datos empleados en las auditorías energéticas deberán poderse almacenar para fines de análisis histórico y trazabilidad del comportamiento energético.

6. Las empresas y grupos de sociedades obligados deben conservar la auditoría energética en vigor y ponerla a disposición de las autoridades competentes para inspección o cualquier otro requerimiento.

7. Las empresas y grupos de sociedades obligados serán responsables de actualizar la información contenida en sus auditorías, conforme a las condiciones que establezca el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, para proceder a la actualización de la información contenida en el Registro Administrativo de Auditorías Energéticas.

8. Las auditorías energéticas **no contendrán cláusulas que impidan transmitir las conclusiones de la auditoría** a los proveedores de servicios energéticos cualificados o acreditados, **a condición de que el cliente no se oponga**, y en todo caso, respetando la confidencialidad de la información”.²

1. Clean energy for all Europeans package | Energy. Available at: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/clean-energy-all-europeans>. (Accessed: 18th September 2019)

2. BOE.es - Documento consolidado BOE-A-2016-1460. Available at: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2016/02/12/56/con>. (Accessed: 25th September 2019)

II.2 EDIFICIO DE BALANCE ENERGÉTICO ZERO

II.2.1 DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS

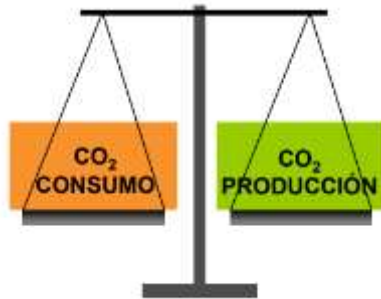


Ilustración 3: Balance de CO2

Los edificios de Energía Cero (EEC) o “Zero Energy Buildings” (ZEB), son aquellos que son aptos para generar toda la energía que consumen y que está conectado a redes de suministro.

$$\text{EMISIONES DE CONSUMO} = \text{EMISIONES PRODUCCIÓN}$$

Los puntos clave de los edificios de “Cero Emisiones” son³:

1. Reducción de la demanda
Estrategia: Arquitectura Bioclimática y Sostenibilidad (orientación, factor forma, luz natural, emplazamiento, piel del edificio, huecos y aberturas...)
2. Ahorro en Consumo
Estrategia: Eficiencia Energética
3. Energías Renovables
Estrategia: Usos de recursos renovables.
4. Beneficios Medioambientales
Estrategia: Bioconstrucción

3. Acciona. ACCIONA EFICIENCIA ENERGÉTICA ACCIONA EFICIENCIA ENERGÉTICA EXPERIENCIA REAL DE EDIFICIOS ‘CERO EMISIONES’. Available at: https://idaes.es/uploads/documentos/documentos_7_-_raquel_garcia-ACCIONA_ded3ceea.pdf. (Accessed: 18th September 2019)

II.2.2 MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Para alcanzar nuestro cometido uno de los principales objetivos es mejorar la eficiencia energética.

Gran parte de la energía primaria es consumida por los edificios por lo que las nuevas normativas procuran reducir el mismo, y para llevarlo a cabo hacen uso de una herramienta llamada “*la clasificación energética*”.

La calificación energética permite determinar la cantidad de energía que necesita para la calefacción y la refrigeración del edificio. Por lo que una mejor certificación, indica que consume menos energía.

La norma obliga a clasificar las nuevas edificaciones a través de la etiqueta energética que muestra a los compradores el grado de eficiencia. Dicha etiqueta consiste en una escala de letras que van desde la A, siendo esta la más elevada y por tanto la más eficiente, hasta la G, la menor eficiente de todas.

Para obtener esta etiqueta energética es necesario realizar un certificado energético, que incluye todos los factores energéticos del domicilio.

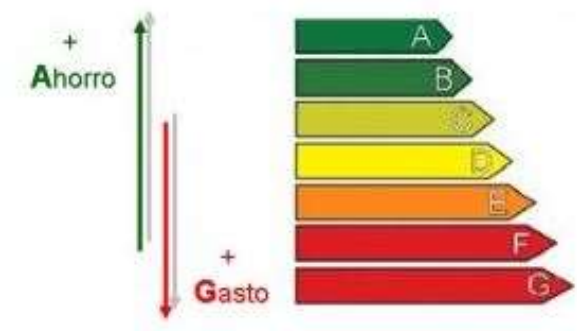


Ilustración 4: Niveles energéticos

LOS EDIFICIOS EN LA UE SON RESPONSABLES DE:

- 40% de su Demanda de Energía Primaria
- 60% de su Demanda de Electricidad
- 40% de Emisiones de CO₂
- 50% de Materias Primas Consumidas
- 30% de Residuos (136 millones Tn/año)
- 20% Consumo Agua Potable

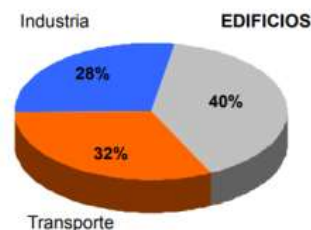


Ilustración 5: Responsabilidad de la UE del consumo de los edificios

En la agencia estatal Boletín Oficial del Estado (BOE) 3904, el Real Decreto 235/2013 establece la certificación será obligatoria para todos los edificios excepto:

- a) *“Edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico.”*
- b) *“Edificios o partes de edificios utilizados exclusivamente como lugares de culto y para actividades religiosas”*
- c) *“Construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años”.*
- d) *“Edificios industriales, de la defensa y agrícolas o partes de los mismos, en la parte destinada a talleres, procesos industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales.*
- e) *“Edificios o partes de edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m².*
- f) *“Edificios que se compren para reformas importantes o demolición.”*
- g) *“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”*

Por lo que el resto de edificaciones están obligadas a realzar la certificación, y para obtenerlo se puede realizar a través de dos métodos:

- OPCIÓN SIMPLIFICADA → CTE
Aplicabilidad de este método:

En soluciones constructivas convencionales, y siempre que cumpla los siguientes requisitos:

1. Porcentaje de huecos sea inferior a 60% de su superficie (se exime de esta norma aquellos que su fachada sea mayor al 10% del área total de las fachadas del edificio).
2. El porcentaje de huecos sea inferior al 5% del área de la cubierta.

- OPCIÓN GENERAL → Herramienta Unificada Lider Calener (HULC)
Cuando no se cumplan las condiciones anteriores, se recurre a dicho método.

El proyecto se realiza a través de este método.

II.2.2.1 OPCIÓN GENERAL (HULC)

Esta herramienta es ofrecida por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo de España, la cual se presenta de forma gratuita para los ciudadanos en su web oficial.

Los pasos a seguir para realizar una certificación a través de esta herramienta son:

1. Definición del proyecto, describiendo el lugar de emplazamiento y características del edificio.
2. Realizar un estudio teórico del consumo del edificio, decidiendo los elementos que conforman el programa que climatizará la vivienda, pues son necesarios para realizar la modelización del edificio. Será necesario establecer los sistemas de calefacción, refrigeración, agua caliente y en el caso de edificios terciarios, la iluminación.
3. Cargar en el programa el archivo donde se encuentra dibujado geométricamente.
4. Definición del edificio, con sus envolventes y huecos.
5. Establecer la demanda ACS y definir los factores de corrección
6. Determinar los equipos y/o unidades termales
7. Calcular la certificación y obtener el informe.

Cabe destacar, que en el primer paso, hay que definir el lugar de emplazamiento, esto es porque para realizar la certificación, los parámetros climatológicos desarrollan un papel importante.

En España se han definido distintas zonas según la radiación solar – Ilustración 5– y delimitación según las condiciones climatológicas –Tabla 1–



Ilustración 6: Zonas climáticas por nivel de radiación

Tabla B.1.- Zonas climáticas de la Península Ibérica

Zonas climáticas Península Ibérica																		
Capital	Z.C.	Altitud	A4	A3	A2	A1	B4	B3	B2	B1	C4	C3	C2	C1	D3	D2	D1	E1
Albacete	D3	677										h < 450			h < 950			h ≥ 950
Alicante/Alacant	B4	7					h < 250					h < 700			h ≥ 700			
Almería	A4	0	h < 100				h < 250	h < 400				h < 800			h ≥ 800			
Ávila	E1	1054													h < 550	h < 850	h ≥ 850	
Badajoz	C4	168									h < 400	h < 450			h ≥ 450			
Barcelona	C2	1										h < 250			h < 450	h < 750	h ≥ 750	
Bilbao/Bilbo	C1	214											h < 250				h ≥ 250	h ≥ 600
Burgos	E1	861															h < 600	h ≥ 600
Cáceres	C4	385									h < 600				h < 1050			h ≥ 1050
Cádiz	A3	0	h < 150				h < 450				h < 600	h < 850			h ≥ 850			
Castellón/Castelló	B3	18					h < 50				h < 500				h < 600	h < 1000		h ≥ 1000
Ceuta	B3	0					h < 50											
Ciudad Real	D3	630									h < 450	h < 500			h ≥ 500			
Córdoba	B4	113					h < 150				h < 550				h ≥ 550			
Coruña, La / A Coruña	C1	0												h < 200			h ≥ 200	
Cuenca	D2	975													h < 800	h < 1050		h ≥ 1050
Gerona/Girona	D2	143											h < 100		h < 600			h ≥ 600
Granada	C3	754	h < 50				h < 350				h < 600	h < 800			h < 1300			h ≥ 1300
Guadalajara	D3	708													h < 950	h < 1000		h ≥ 1000
Huelva	A4	50	h < 50				h < 150	h < 350				h < 800			h ≥ 800			
Huesca	D2	432										h < 200			h < 400	h < 700		h ≥ 700
Jaén	C4	436					h < 350				h < 750				h < 1250			h ≥ 1250
León	E1	346																h < 1250
Lérida/Lleida	D3	131										h < 100			h < 600			h ≥ 600
Logroño	D2	379											h < 200		h < 700			h ≥ 700
Lugo	D1	412														h < 500		h ≥ 500
Madrid	D3	589										h < 500			h < 950	h < 1000		h ≥ 1000
Málaga	A3	0					h < 300					h < 700			h ≥ 700			
Melilla	A3	130																
Murcia	B3	25					h < 100					h < 550			h ≥ 550			
Orense/Ourense	D2	327										h < 150	h < 300		h < 800			h ≥ 800
Oviedo	D1	214												h < 50			h < 550	h ≥ 550
Palencia	D1	722															h < 800	h ≥ 800
Palma de Mallorca	B3	1					h < 250					h ≥ 250						
Pamplona/Iruña	D1	456										h < 100			h < 300	h < 600	h ≥ 600	
Pontevedra	C1	77													h < 350	h ≥ 350		
Salamanca	D2	770													h < 800			h ≥ 800
San Sebastián/Donostia	D1	5														h < 400	h ≥ 400	
Santander	C1	1												h < 150			h < 650	h ≥ 650
Segovia	D2	1013													h < 1000			h ≥ 1000
Sevilla	B4	9					h < 200					h ≥ 200						
Soria	E1	984													h < 750	h < 800	h ≥ 800	
Tarragona	B3	1					h < 50					h < 500			h ≥ 500			
Tenuel	D2	995									h < 450	h < 500			h < 1000			h ≥ 1000
Toledo	C4	445									h < 500				h ≥ 500			
Valencia/València	B3	8					h < 50				h < 500				h < 950			h ≥ 950
Valladolid	D2	704													h < 800			h ≥ 800
Vitoria/Gasteiz	D1	512														h < 500	h ≥ 500	
Zamora	D2	617													h < 800			h ≥ 800
Zaragoza	D3	207										h < 200			h < 650			h ≥ 650
Capital	Z.C.	Altitud	A4	A3	A2	A1	B4	B3	B2	B1	C4	C3	C2	C1	D3	D2	D1	E1

Tabla 1: Asignación zonas según altitud

De estas tablas, se obtiene una letra y un número según la zona climática (Z.C.).

- La letra marca la severidad climática de invierno. (A identifica un invierno suave hasta la E, siendo el más duro)
- El número corresponde a la severidad climática en verano (1 marca un verano suave hasta el 4 que marca el verano más caluroso.)

La validez de este certificado es de diez años y es competencia del propietario actualizarlo. En el caso de que se realicen cambios o reformas en la vivienda el propietario puede volver a solicitarlo.

Una vez definido la certificación energética, se procede a explicar cómo realizarla a través de los métodos nombrados anteriormente.

II.2.2.2 OPCIÓN SIMPLIFICADA – CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN–

Esta opción se fundamenta en el cumplimiento de los mínimos que establece el Código Técnico de la Edificación (CTE).

Para ello, se debe tener presente la norma que establece la *“HE 1 LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA”*:

Estipula que el total de energía que se precisa para que el sistema técnico elegido acondicione el edificio, debe ser capaz de conseguir y mantener el confort en el interior del edificio.

La demanda energética varía cada hora y día en función de las condiciones cambiantes, tanto interiores como exteriores.

II.2.2.3 AUDITORIA ENERGÉTICA

Una vez vistas las formas de obtener las certificaciones energéticas, se contempla y resume los pasos para obtener la auditoria.

1_ RECOPIACIÓN DE DATOS

- Localización del edificio
- Documentación del edificio
- Datos de la envolvente
- Inventario de los equipos y sistemas existentes
- Facturas del consumo

2_ PLAN DE ACCIÓN

- ANALISIS VISUAL
 - Verificación de datos
 - Visualización de desperfectos
- MEDICIONES Y REGISTROS
 - Demanda
 - Suministro
- PROGRAMA
 - Confort
 - Consumo

3_ INFORME PRELIMINAR

3.1 Optimización

- De confort
- Parámetros eléctricos
- De los sistemas
- Impacto con el medio ambiente
- Comparativa de los valores obtenidos y los simulados

3.2 Balance

- Impacto medio ambiente
- Energético

4_ ANALISIS DE LAS MEJORAS

Viabilidad

- Coste
- Tiempo de amortización

5_ INFORME FINAL

CAPÍTULO III: MARCO EXPERIMENTAL. DESARROLLO DEL EJEMPLO DE APLICACIÓN

III.1 INTRODUCCIÓN

En este apartado, se analiza la situación actual del edificio y cómo han sido calculadas las instalaciones y se usa la herramienta proporcionada por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo: Herramienta Unificada Lider-Calener (HULC) para realizar la calificación energética. La finalidad de esta herramienta es por un lado, verificar el cumplimiento de la normativa de Ahorro de Energía del CTE, y, por otro, emitir el certificado de eficiencia energética, analizando y mejorando tanto térmica como eléctricamente.

Recinto	S (m ²)
PLANTA BAJA	
Distribuidor	32,7
Zona de paso	62,7
Sala comedor	28,6
Sala 1	18,7
Sala 2	19,5
Sala 3	11,9
Sala 4	6,8
PLANTA PRIMERA	
Oficinas	53,1
Vestuario	8,30
Sala de conferencias	48,9
Sala de actividad	23,80
Sala de usos múltiples	21,20
Zona de paso	101,2

Tabla 2: Superficies

III.2 DATOS DE PARTIDA

Se trata de un edificio que se sitúa en Valencia, concretamente es un local multicultural, donde los vecinos pueden ir a realizar diferentes actividades.

La edificación posee 720 metros de superficie construida y una altura de 13 metros.

El edificio se encuentra entre medianeras y consta de dos plantas sobre rasante, las cuales describiremos en la [Tabla 2]

La fachada principal, por donde se produce el acceso está orientada a sur-este.

El local presenta un patio que permite la ventilación e iluminación de forma natural a las estancias del interior, pues se encuentra entre medianeras y únicamente dispone de una fachada cuyo frente se encuentra libre

En cuanto a la fachada libre, se encuentran 12 ventanas con vidrio simple y una doble puerta acristalada. Por lo que respecta a las fachadas medianeras, se cuenta rodeado por edificaciones cuya altura es la misma que la del edificio en cuestión.

Ventanas exteriores 

Distribución planta baja:



Ilustración 9: Distribución planta baja. Acristalamiento

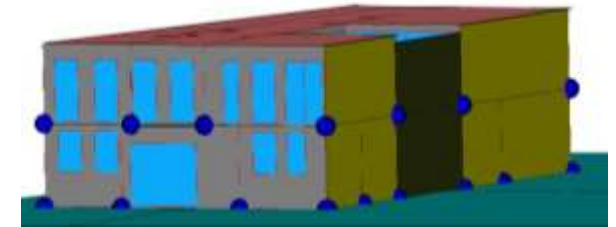


Ilustración 8: Volumen definido en HULC

Distribución planta primera:

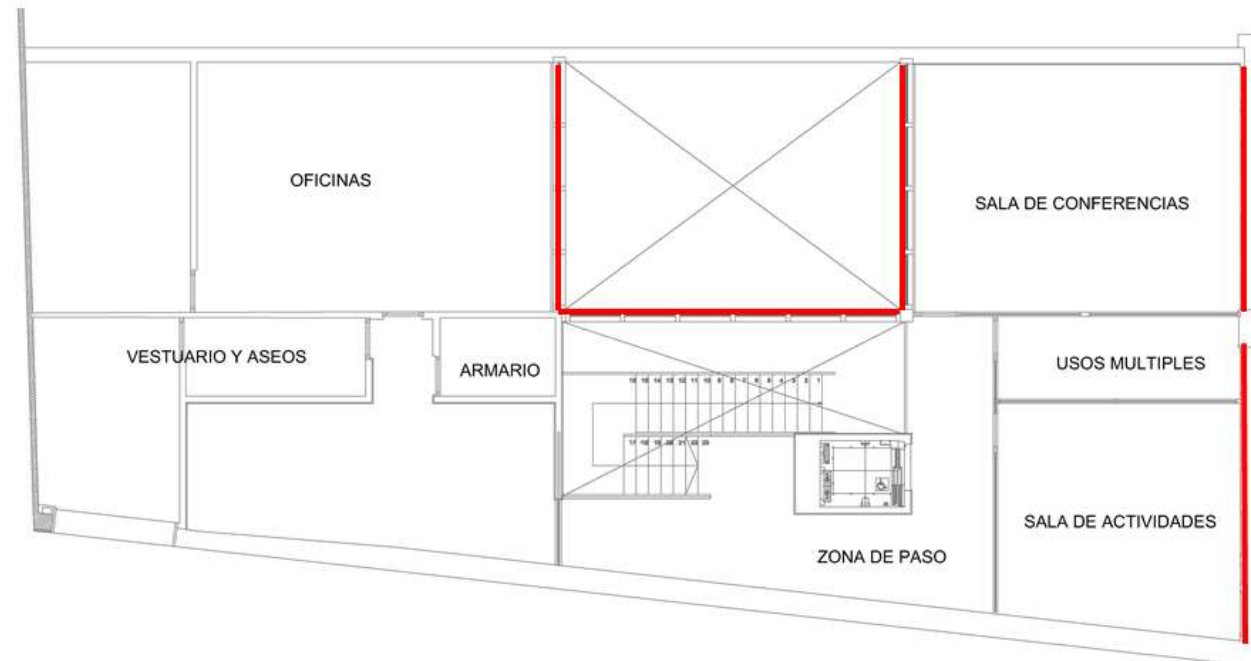


Ilustración 10: Distribución planta primera. Acristalamiento

Los planos se pueden encontrar en los anexos.

A continuación, se describen todos los parámetros que se introducen en el HULC para realizar la calificación energética.

III.3 PARÁMETROS CLIMÁTICOS

En la Tabla 1 se define la zona correspondiente a la localidad donde se ha construido el edificio.

El local multicultural se encuentra en la Zona Climática B3 según la tabla del DBHE correspondiente al CTE.

Según la zona en la que se encuentra el edificio podemos definir los parámetros de la envolvente térmica, donde se estipula el valor de transmitancia térmica.

Tabla E.1. Transmitancia del elemento [W/m² K]

Transmitancia del elemento [W/m ² K]	Zona Climática					
	α	A	B	C	D	E
U_w	0.94	0.50	0.38	0.29	0.27	0.25
U_s	0.53	0.53	0.46	0.36	0.34	0.31
U_c	0.50	0.47	0.33	0.23	0.22	0.19

U_w : Transmitancia térmica de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

U_s : Transmitancia térmica de suelos (forjados en contacto con el aire exterior)

U_c : Transmitancia térmica de cubiertas

Tabla E.2. Transmitancia térmica de huecos [W/m² K]

Transmitancia térmica de huecos [W/m ² K]		Zona Climática					
		α	A	B	C	D	E
Captación solar	Alta	5.5 – 5.7	2.6 – 3.5	2.1 – 2.7	1.9 – 2.1	1.8 – 2.1	1.9 – 2.0
	Media	5.1 – 5.7	2.3 – 3.1	1.8 – 2.3	1.6 – 2.0	1.6 – 1.8	1.6 – 1.7
	Baja	4.7 – 5.7	1.8 – 2.6	1.4 – 2.0	1.2 – 1.6	1.2 – 1.4	1.2 – 1.3

NOTA: Para el factor solar modificado se podrá tomar como referencia, para zonas climáticas con un verano tipo 4, un valor inferior a 0,57 en orientación sur/sureste/suroeste, e inferior a 0,55 en orientación este/oeste.

Tabla 3: Valores de transmitancia térmica

Capital	Z.C.	Altitud
Albacete	D3	677
Alicante/Alacant	B4	7
Almería	A4	0
Ávila	E1	1054
Badajoz	C4	168
Barcelona	C2	1
Bilbao/Bilbo	C1	214
Burgos	E1	861
Cáceres	C4	385
Cádiz	A3	0
Castellón/Castelló	B3	18
Ceuta	B3	0
Ciudad Real	D3	630
Córdoba	B4	113
Coruña, La/ A Coruña	C1	0
Cuenca	D2	975
Gerona/Girona	D2	143
Granada	C3	754
Guadalajara	D3	708
Huelva	A4	50
Huesca	D2	432
Jaén	C4	436
León	E1	346
Lérida/Lleida	D3	131
Logroño	D2	379
Lugo	D1	412
Madrid	D3	589
Málaga	A3	0
Melilla	A3	130
Murcia	B3	25
Orense/Ourense	D2	327
Oviedo	D1	214
Palencia	D1	722
Palma de Mallorca	B3	1
Pamplona/Iruña	D1	456
Pontevedra	C1	77
Salamanca	D2	770
San Sebastián/Donostia	D1	5
Santander	C1	1
Segovia	D2	1013
Sevilla	B4	9
Soria	E1	984
Tarragona	B3	1
Teruel	D2	995
Toledo	C4	445
Valencia/València	B3	8
Valladolid	D2	704
Vitoria/Gasteiz	D1	512
Zamora	D2	617
Zaragoza	D3	207
Capital	Z.C.	Altitud

Tabla 1: Asignación zonas según altitud

III.4 DEFINICIÓN DE LA ENVOLVENTE

III.4.1 FACHADAS Y PARTICIONES INTERIORES

Medianeras:

Materiales y productos: Cerramientos y particiones interiores

Grupo: CYPE

Nombre:

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	M04 Enfoscado de cemento	0,015	1,300	1900	1000	
2	M10 Fabrica de ladrillo cera	0,110	0,478	920	1000	
3	M18 Lana mineral	0,040	0,035	40	840	
4	M18 Lana mineral	0,040	0,035	40	840	
5	M11 Fabrica de ladrillo cera	0,070	0,438	930	1000	
6						

Grupo Material:

Material: Espesor (m)

U W/(m²K)

Ilustración 11: Especificaciones medianera. HULC

Tabiques y particiones:

Materiales y productos | Cerramientos y particiones interiores

Grupo: CYPE

Nombre:

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	M20 Placa de yeso laminado S	0,015	0,250	825	1000	
2	M17 Lana de roca Confortpan	0,040	0,037	30	840	
3	M20 Placa de yeso laminado S	0,015	0,250	825	1000	
4						

Grupo Material:

Material: Espesor (m)

U W/(m²K)

Ilustración 12: Especificaciones tabique. HULC

III.4.2 CUBIERTA

Se trata de una cubierta plana no transitable que consta de:

Materiales y productos | Cerramientos y particiones interiores

Grupo CYPE

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	M02 Capa de grava	0,100	2,000	1950	1050	
2	M14 Geotextil de poliester	0,001	0,038	250	1000	
3	M16 Impermeabilizacion asfal	0,003	0,230	1100	1000	
4	M16 Impermeabilizacion asfal	0,003	0,230	1100	1000	
5	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [	0,050	0,034	38	1000	
6	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [	0,050	0,034	38	1000	
7	M22 Solera de hormigon en ma	0,030	2,300	2500	1000	
8	M08 Forjado unidireccional 2	0,250	1,316	1327	1000	
9	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [	0,020	0,034	38	1000	
10	Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm					0,180

Grupo Material

Material Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U W/(m²K)

Aceptar

Ilustración 13: Especificaciones cubierta. HULC

Materiales y productos Cerramientos y particiones interiores

Grupo CYPE

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
4	M16 Impermeabilización asfal	0,003	0,230	1100	1000	
5	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [	0,050	0,034	38	1000	
6	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [	0,050	0,034	38	1000	
7	M22 Solera de hormigon en ma	0,030	2,300	2500	1000	
8	M08 Forjado unidireccional 2	0,250	1,316	1327	1000	
9	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [	0,020	0,034	38	1000	
10	Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm					0,180
11	M18 Lana mineral	0,040	0,035	40	840	
12	M06 Falso techo registrable	0,009	0,250	825	1000	
13						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

Ilustración 14: Especificaciones cubierta. HULC

III.4.3 FORJADOS

Solera:

Materiales y productos Cerramientos y particiones interiores

Grupo CYPE

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Azulejo cerámico	0,020	1,300	2300	840	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,020	0,550	1125	1000	
3	Betún fieltro o lámina	0,001	0,230	1100	1000	
4	FR Sin Entrevigado -Canto 250 mm	0,250	4,167	2350	1000	
5	M22 Solera de hormigón en ma	0,100	2,300	2500	1000	
6	M22 Solera de hormigón en ma	0,100	2,300	2500	1000	
7	M07 Film de polietileno	0,001	0,330	920	2200	
8						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

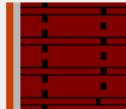


Ilustración 15: Especificaciones solera. HULC

Forjado entre-plantas:

Materiales y productos Cerramientos y particiones interiores

Grupo CYPE

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	M08 Forjado unidireccional 2	0,250	1,316	1327	1000	
2	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [	0,020	0,034	38	1000	
3	Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm					0,180
4	M18 Lana mineral	0,040	0,035	40	840	
5	M05 Falso techo registrable	0,009	0,250	825	1000	
6						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

Ilustración 16: Especificaciones forjado entre-plantas. HULC

III.4.4 HUECOS

Se colocan vidrios monolíticos simples con rotura de puente térmico.
Las fachadas acristaladas se encuentran a sur-este y nord-este por lo que aplicaremos un factor de corrección solar acorde a su orientación

Sur-este cuenta con un factor solar de 0,50 g

Nord-este cuenta con un factor solar de 0,70 g

Opacos | Semitransparentes | Puentes térmicos

Vidrios | Marcos | Huecos y lucernarios

Grupo Monolíticos en posición vertical

Nombre VER_M_4

Propiedades

Transmitancia térmica (U) 5,70 W/m²K

Ilustración 17: Especificaciones acristalamiento. HULC

III.5 DEFINICIÓN DE LAS INSTALACIONES

III.5.1 INSTALACION DE ILUMINACIÓN

En los edificios terciarios se debe realizar un estudio de la iluminación. En este caso el edificio presenta las siguientes luminarias:

LUMINARIAS	TIPOLOGÍA	UNIDADES	P [W/m ²]	VEEI [W/m ²] x100 lux
Sala 1	AURA 64001 1400 Heaven Energy Re 1 x 14W	24,00	24,1	3,92
Sala 2	AURA 64001 1400 Heaven Energy Re 1 x 14W	24,00	23,11	3,37
Sala 3	AURA 64001 1400 Heaven Energy Re 1 x 14W	16,00	22,46	4,28
Sala 4	AURA 64001 1400 Heaven Energy Re 1 x 14W	12,00	30,28	5,28
Comedor	AURA 64001 1400 Heaven Energy Re 1 x 14W	30,00	19,68	3,58
Aseos	AURA 64001 1400 Heaven Energy Re 1 x 14W	15,00	33,71	5,52
Sala conferencias	AURA 510023601 Loke T8 2x36W	8,00	18,28	3,39
S. usos multiples	AURA 64001 1400 Heaven Energy Re 1 x 14W	20,00	28,91	4,79
S. de actividad	AURA 64001 1400 Heaven Energy Re 1 x 14W	35,00	17,66	3,38
Zona de paso	AURA 510023601 Loke T8 2x36W	20,00	18,26	3,04
Oficinas	AURA 64001 1400 Heaven Energy Re 1 x 14W	72,00	16,15	3,08
Vestuarios	AURA 510023601 Loke T8 2x36W	5,00	19,8	4,5

Tabla 3: Instalación de las luminarias

III.5.2 INSTALACION DE VENTILACIÓN

Al ser un edificio no residencial el cálculo se ha realizado según el RITE. Se describe a continuación como se ha realizado dicho cálculo.

En función del edificio o local, se establece una categoría de aire interior (IDA) que se deberá alcanzar como mínimo lo establecido por la norma UNE-EN 13779 (ventilación de edificios no residenciales):

IDA 1 (aire de óptima calidad): hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.

IDA 2 (aire de buena calidad): Oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y estudiantes), restaurantes, cafeterías, bares, salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.

IDA 3 (aire de calidad media): edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.

IDA 4 (aire de calidad baja): Nunca se empleará, salvo casos especiales que deberán ser justificados.

- CAUDAL MÍNIMO DE AIRE EXTERIOR:

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación se calcula según el método indirecto de caudal exterior por persona y el método de caudal de aire por unidad de superficie, especificados en el RITE, según la IT 1.1.4.2.3.

La ocupación se ha estimado sobre los valores máximos que marca el DBSI.

TIPO DE USO	m2/ocupante
Sala 1	5
Sala 2	5
Sala 3	5
Sala 4	5
Comedor	6
Aseos	3
Sala conferencias	30
S. usos multiples	5
S. de actividad	5
Zona de paso - PB	11
Oficinas	10
Vestuarios	3
Zona de paso - P1	5

Tabla 4: Ocupación DBSI

Se muestran a continuación los cálculos para la obtención del caudal mínimo de aire exterior:

PLANTA BAJA					
ESTANCIA	S (m ²)	Ocupación (p)	Caudal de aire (l/s·persona)	Caudal aire (l/s·m ³)	Caudal calculado (l/s)
Distribuidor	32,7			0,55	17,985
Zona de paso	62,7			0,55	34,485
Sala comedor	28,6	6	8		48
Sala 1	18,7	5	8		40
Sala 2	19,5	5	8		40
Sala 3	11,9	5	8		40
Sala 4	6,8	5	8		40
Almacen	88,52			0,55	48,686

Tabla 5: Ventilación planta baja

PLANTA PRIMERA					
ESTANCIA	S (m ²)	Ocupación (p)	Caudal de aire (l/s·persona)	Caudal aire (l/s·m ³)	Caudal calculado (l/s)
Oficinas	53,1	10	8		80
Vestuario	8,3	3		0,55	4,565
Sala conferencias	48,9	30	8		240
sala de actividad	23,8	5	8		40
sala de usos multiples	21,2	5	8		40
Zona de paso	101,2	11		0,55	55,66

Tabla 6: Ventilación planta primera

Por lo que en conjunto, se establece:

RENCINTOS AGRUPADOS	Ventilación (l/s)	Ventilación (m ³ /h)
PB	309,156	1112,9616
P1	460	1.656
TOTAL	769,38	2.768,96

Tabla 7: Resumen ventilación

Teniendo en cuenta que se cuenta con un volumen de 1.487,2 m³; se obtienen 1,86 renovaciones/hora

- FILTRACIÓN DE AIRE EXTERIOR:

El aire exterior de ventilación se introduce al edificio filtradamente como se establece según el apartado IT 1.1.4.2.4., donde se considera el nivel de calidad exterior para toda la instalación ODA 2. Los tipos de filtración empleados en la instalación cumplen con que establece la tabla 1.4.2.5 para filtros previos y finales.

Tabla 1.4.2.5 Clases de filtración

Calidad del aire exterior	Calidad del aire interior			
	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F5
ODA 2	F7 + F9	F6 + F8	F5 + F7	F5 + F6
ODA 3	F7+GF*+F9	F7+GF*+F9	F5 + F7	F5 + F6

* GF = Filtro de gas (filtro de carbono) y, o filtro químico o físico-químico (fotocatalítico) y solo serán necesarios en caso de que la ODA 3 se alcance por exceso de gases.

Aire atmosférico

Ilustración 18: Clases de filtración. Tabla 1.4.2.5

- AIRE DE EXTRACCIÓN:

En relación con el uso, se establece una clasificación del aire de extracción:

AE 1 (bajo nivel de contaminación): aire que procede de los locales en los que las emisiones más importantes de contaminantes proceden de los materiales de construcción y decoración, además de las personas. Está excluido el aire que procede de locales donde se permite fumar.

AE 2 (moderado nivel de contaminación): aire de locales ocupados con más contaminantes que la categoría anterior, en los que, además, no está prohibido fumar.

AE 3 (alto nivel de contaminación): aire que procede de locales con producción de productos químicos, humedad, etc.

AE 4 (muy alto nivel de contaminación): aire que contiene sustancias olorosas y contaminantes perjudiciales para la salud en concentraciones mayores que las permitidas en el aire interior de la zona ocupada.

Por lo que se describe que la categoría del aire de extracción del local para cada uno de los recintos es **AE 1**

III.5.3 INSTALACIÓN DE ACS, CALEFACCIÓN Y CLIMATIZACIÓN

El sistema consta de una caldera convencional de gas natural.

Caldera	
Nombre	SIS_EQ1_EQ_Caldera-Convencional-Defecto
Propiedades básicas | Curvas	
Capacidad Total	30,00 kW
Rendimiento nominal	0,850
Tipo energia	Gas Natural
Multiplicador	1

Ilustración 19: Especificaciones en la caldera convencional. HULC

En cuanto a las unidades termales se establecen para poder suministrar a cada una de las estancias habitables la carga de calefacción y refrigeración conforme a su demanda. Las unidades elegidas son sistemas de climatización multizona con autónomos. Es decir, las unidades situadas en el exterior del edificio, comúnmente denominados “multisplit”, serán la alimentación de varias unidades internas.

Se establecen unidades termales en función de las zonas:

En las zonas de: aseos, sala de actividad, sala multiusos y vestuarios con una potencia máxima de 2kW.

El resto de salas tendrán una potencia de 4kW.

Los equipos seleccionados se escogen del catálogo de mitsubishielectric, cuyas capacidades cumplen con los requerimientos de demanda de los recintos definidos como habitables.

III.5.4 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

El alcance de la instalación eléctrica se limita al suministro de energía eléctrica a los equipos de climatización, iluminación y electrodomésticos.

La instalación consta de un cuadro general de distribución con una potencia general y protecciones en los circuitos.

III.6 OBTENCIÓN DE LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

Una vez se han establecido la envolvente, la iluminación y el sistema de climatización con sus respectivas unidades termales, se efectúa el certificado energético para saber la situación actual y poder realizar las diferentes mejoras.

	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Demanda calefacción	E	68,5	41825,5
Demanda refrigeración	B	29,9	18248,1
	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Consumo energía primaria no renovable calefacción	G	56,6	34584,0
Consumo energía primaria no renovable refrigeración	-	-	-
Consumo energía primaria no renovable ACS	G	0,9	559,5
Consumo energía primaria no renovable iluminación	B	44,7	27344,5
Consumo energía primaria no renovable totales	C	102,3	62488,1
	Clase	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO₂ calefacción	E	9,6	5867,2
Emisiones CO₂ refrigeración	-	-	-
Emisiones CO₂ ACS	G	0,2	122,2
Emisiones CO₂ iluminación	B	6,3	3850,3
Emisiones CO₂ totales	C	16,1	9839,7

Ilustración 20: Certificación energética. HULC



Como se puede observar se ha obtenido una calificación C, lo cual no es una calificación muy baja, aunque si mejorable.

Además, el HULC también muestra gráficamente el consumo asociado a la energía primaria no renovable del edificio objeto de estudio y el edificio de referencia con el que se comparan los valores, se puede observar que no cumplimos la normativa HE-0, pues se encuentra por debajo del edificio de referencia.

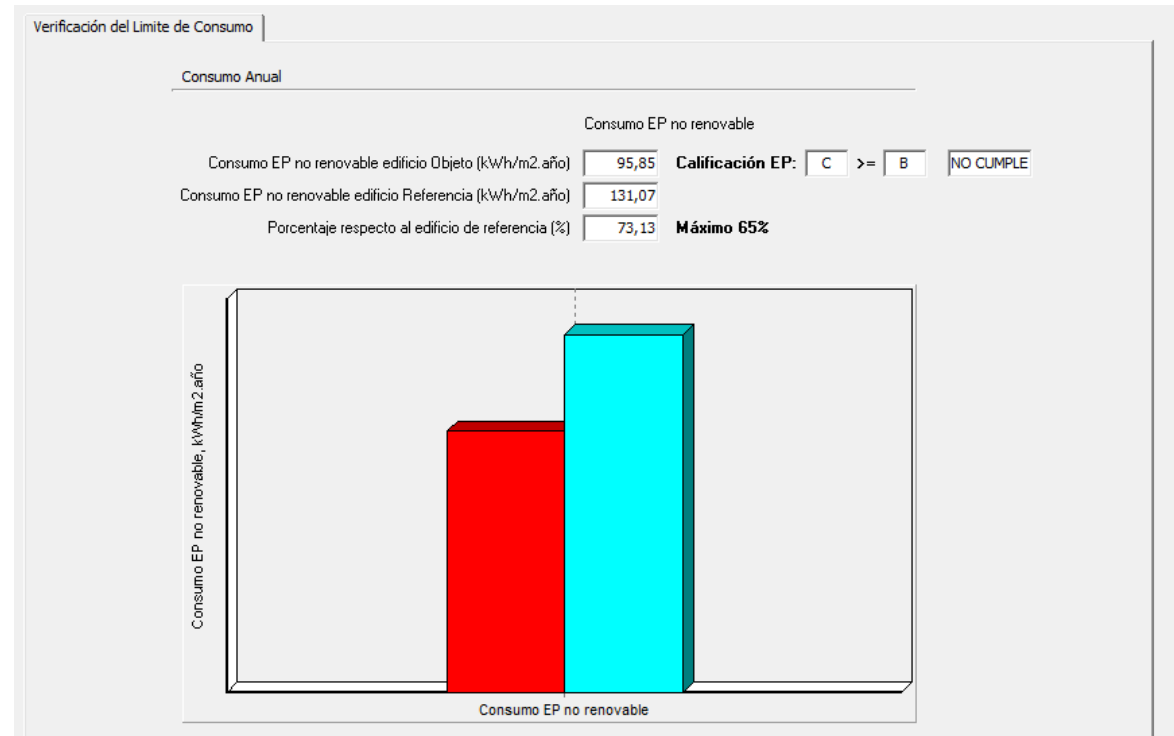


Ilustración 21: Verificación de HE-0

El objetivo a partir de ahora es realizar una serie de mejoras para conseguir alcanzar una calificación clase A.

III.7 MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

III.7.1 CAMBIOS EN LA ENVOLVENTE

III.7.1.1 AISLAMIENTO TÉRMICO

Se plantea una propuesta de rehabilitación en las distintas estancias del local, pues en general, se estima que los costes asociados a la rehabilitación térmica de edificios se pueden llegar a amortizar de cinco a siete años a causa de los ahorros en la factura de consumo de energía. De este modo se instala un material aislante con el sistema SATE (Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior), pues se puede realizar la rehabilitación sin necesidad de desalojar la vivienda, en las siguientes zonas:

Fachadas: Se colocan paneles aislantes sobre la superficie exterior, posteriormente revestidos por una capa protectora y acabado de morteros. La ventaja posteriormente es que aísla el edificio ajustándose a la geometría y resolviendo la presencia de los puentes térmicos en el edificio.

Se definen los cambios en la envolvente, donde se modifican las cargas térmicas de los espacios y se observa un cambio en la certificación obtenida.



Ilustración 21: Sistema SATE

	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Demanda calefacción	D	50,4	33864,3
Demanda refrigeración	B	31,0	18969,9
	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Consumo energía primaria no renovable calefacción	C	35,0	21385,6
Consumo energía primaria no renovable refrigeración	-	-	-
Consumo energía primaria no renovable ACS	A	0,0	0,0
Consumo energía primaria no renovable iluminación	B	44,7	27344,5
Consumo energía primaria no renovable totales	B	79,7	48730,1
	Clase	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ calefacción	C	7,4	4522,6
Emisiones CO ₂ refrigeración	-	-	-
Emisiones CO ₂ ACS	A	0,0	0,0
Emisiones CO ₂ iluminación	B	6,3	3850,3
Emisiones CO ₂ totales	B	13,7	8372,9

Cerrar

Ilustración 22: Certificación energética. Aislamiento. HULC



Se obtiene una certificación B, por lo que se comprueba una mejora en los valores de consumo de energía.

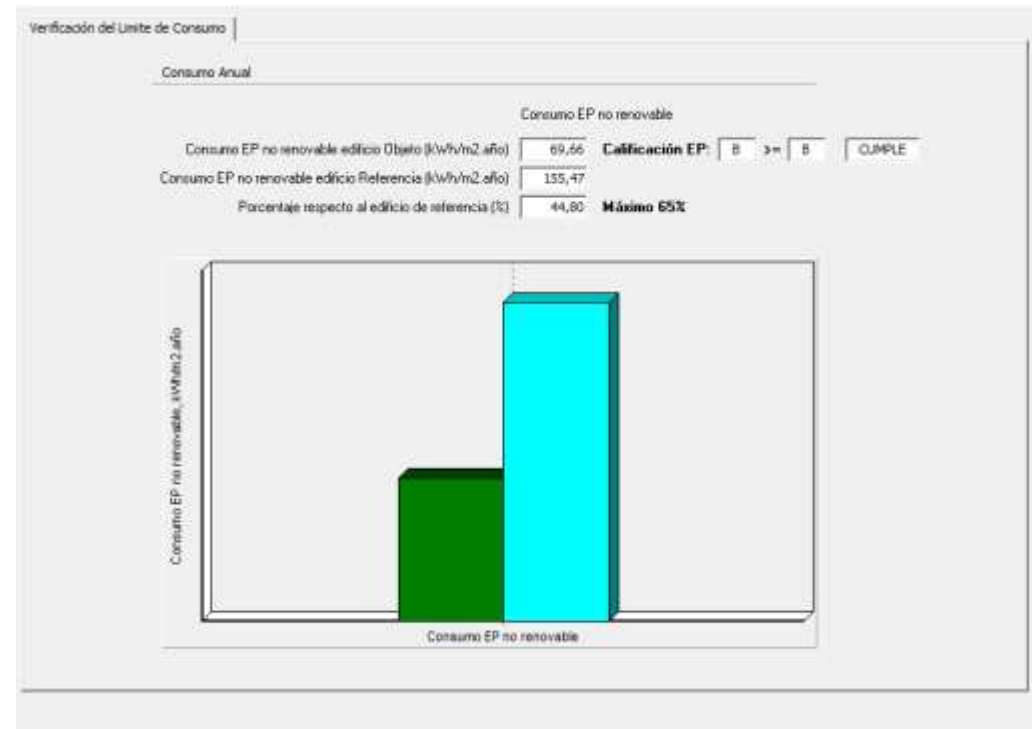


Ilustración 23: Verificación de HE-0. Aislamiento. HULC

Como se puede contemplar, tras dicha mejora, se cumple con la HE-0.

III.7.1.2 ACRISTALAMIENTO

Unos de puntos más importantes de cualquier edificio son los huecos que existen en él, pues a través de ellos se producen pérdidas caloríficas. Por dicho motivo se plantea la mejora de las ventanas, pasando de ser un vidrio monolítico sencillo a un vidrio doble acristalamiento con rotura de puente térmico.

Vidrios | Marcos | Huecos y lucernarios

Grupo CYPE

Nombre V01_Doble_acristalamiento_Ai

Propiedades

Transmitancia térmica (U) 2,80 W/m²K

Factor Solar (g) 0,500 Adimensional

Ilustración 24: Acristalamiento. HULC

Tras realizar esta mejor, se extrae la siguiente certificación:

	Clase	kWh/m²	kWh/año
Demanda calefacción	D	55,4	33874,3
Demanda refrigeración	A	22,5	13777,3
	Clase	kWh/m²	kWh/año
Consumo energía primaria no renovable calefacción	F	48,3	29516,7
Consumo energía primaria no renovable refrigeración	-	-	-
Consumo energía primaria no renovable ACS	G	0,9	559,5
Consumo energía primaria no renovable iluminación	B	44,7	27344,5
Consumo energía primaria no renovable totales	C	94,0	57420,7
	Clase	kgCO2/m² año	kgCO2/año
Emisiones CO2 calefacción	D	8,2	5011,5
Emisiones CO2 refrigeración	-	-	-
Emisiones CO2 ACS	G	0,2	122,2
Emisiones CO2 iluminación	B	6,3	3850,3
Emisiones CO2 totales	B	14,7	8984,1

Ilustración 25: Certificación energética. Acristalamiento. HULC



Se califica con una B, por lo que se consigue una mejora perceptible.

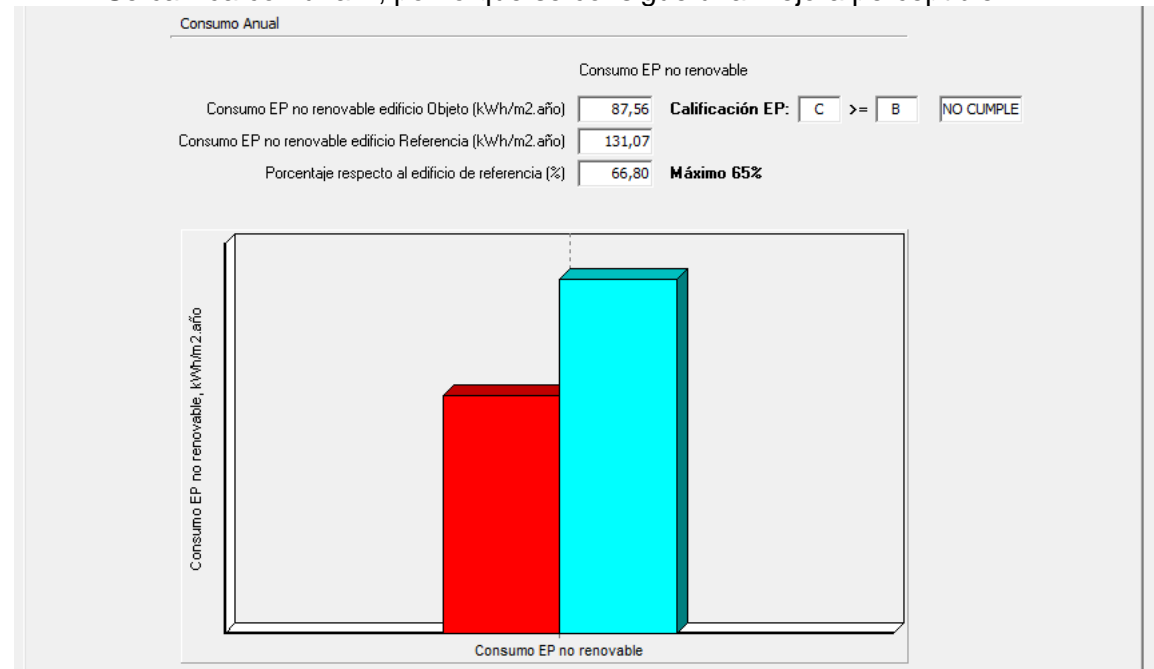


Ilustración 26: Verificación HE-0. Acristalamiento. HULC

Tras dicha mejora, aun no cumple con la HE-0.

Se realiza un cómputo de los resultados obtenidos, donde se puede apreciar que la demanda ha bajado, por consiguiente se obtienen valores que se acercan a nuestro objetivo.

TIPOLOGÍA	DEMANDA	CONSUMO E.PRIMARIA (KWh/m ²)	CONSUMO E.PRIMARIA FINAL (KWh/m ²)	EMISIONES CO2 TOTALES (KgCO ₂ /m ²)
VIDRIO SIMPLE	68,5	56,6	102,3	16,1
VIDRIO DOBLE	55,4	48,3	94	14,7

Tabla 8: Resumen comparativo. Acristalamiento

III.7.2 CAMBIOS EN LAS INSTALACIONES

III.7.2.1 MEJORA DE LA INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

Se han sustituido las luminarias existentes por dos tipos de luminarias, ambas empotradas, tipo LED, para cumplir con la normativa.

En los anexos quedan reflejados los cálculos realizados con el Dialux y su cumplimiento con la norma.

Se han elegido luminarias que incluyen lámparas tipo LED pues son dispositivos electrónicos de alta eficiencia energética. La sustitución de las lámparas existentes por esta tecnología, implica un gran potencial de ahorro energético.

LUMINARIAS	TIPOLOGÍA	UNIDADES	P [W/m ²]	VEEI [W/m ²] x100 lux
Sala 1	Collingwood DL185NWDIM H4 EYEBALL 4000K	12,00	6,41	2,51
Sala 2	Collingwood DL185NWDIM H4 EYEBALL 4000K	12,00	6,12	2,49
Sala 3	Collingwood DL185NWDIM H4 EYEBALL 4000K	12,00	7,12	2,53
Sala 4	Collingwood DL185NWDIM H4 EYEBALL 4000K	6,00	8,01	2,88
Comedor	Collingwood DL185NWDIM H4 EYEBALL 4000K	12,00	5,56	2,4
Aseos	Collingwood DL185NWDIM H4 EYEBALL 4000K	6,00	7,14	2,93
Sala conferencias	ESSYSTEM 2080101 Dominio dice 597_2	30,00	3,08	1,48
S. usos multiples	Collingwood DL185NWDIM H4 EYEBALL 4000K	9,00	6,89	2,76
S. de actividad	Collingwood DL185NWDIM H4 EYEBALL 4000K	20,00	5,34	2,34
Zona de paso	ESSYSTEM 2080101 Dominio dice 597_2	25,00	2,99	1,42
Oficinas	Collingwood DL185NWDIM H4 EYEBALL 4000K	42,00	4,99	2,25
Vestuarios	ESSYSTEM 2080101 Dominio dice 597_2	16,00	3	1,68

Tabla 9: Resumen nueva instalación de las luminarias

III.7.2.2 MEJORA DE LA INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN

En este apartado se realiza una mejora de la ventilación a través del correcto cálculo de la misma, pues la ocupación se estima en función de la norma UNE- EN 13779 y en función del uso previsto y no sobre los valores máximos de ocupación que marca el DBSI, como estaba calculado en un principio.

Se establece que las estancias tienen una calidad de aire interior de IDA 3, según el RITE: IT 1.1.4.2

PLANTA BAJA					
ESTANCIA	S (m2)	Ocupación (p)	Caudal de aire (l/s-persona)	Caudal aire (l/s·m3)	Caudal calculado (l/s)
Distribuidor	32,7			0,55	17,985
Zona de paso	62,7			0,55	34,485
Sala comedor	28,6	6	8		48
Sala 1	18,7	2	8		16
Sala 2	19,5	2	8		16
Sala 3	11,9	2	8		16
Sala 4	6,8	2	8		16
Almacen	88,52			0,55	48,686

PLANTA PRIMERA					
ESTANCIA	S (m2)	Ocupación (p)	Caudal de aire (l/s-persona)	Caudal aire (l/s·m3)	Caudal calculado (l/s)
Oficinas	53,1	6	8		48
Vestuario	8,3	3		0,55	4,565
Sala conferencias	48,9	30	8		240
sala de actividad	23,8	5	8		40
sala de usos mult	21,2	4	8		32
Zona de paso	101,2	11		0,55	55,66

Tabla 10: Caudales de ventilación

PLANTA BAJA	
ESTANCIA	Caudal calculado (l/s)
Distribuidor	17,985
Zona de paso	34,485
Sala comedor	48
Sala 1	16
Sala 2	16
Sala 3	16
Sala 4	16
Almacen	48,686
PLANTA PRIMERA	
ESTANCIA	Caudal calculado (l/s)
Oficinas	48
Vestuario	4,565
Sala conferencias	240
sala de actividad	40
sala de usos mult	32
Zona de paso	55,66
TOTAL (l/s)	633,381

Se establece que 1l/s = 3,6 m3/h.

→ Por lo que 633,381 l/s = 2388,1716 m3/h

Tabla 11: Resumen caudales de ventilación

De modo que, se parte de la base de que el local tiene un volumen de 1.487,2 m3, de forma que se obtienen:

$2.388,1716 \text{ m}^3/\text{h} / 1.487,2 \text{ m}^3 = 1,60 \text{ renovaciones/hora.}$

Tras la mejora se obtiene una calificación B.



Ilustración 27: Certificación energética. Ventilación.

HULC

III.7.2.3 MEJORA EN LA INSTALACIÓN DE ACS + CALEFACCIÓN

III.7.2.3.1 CALDERA DE BIOMASA

Como propuesta para mejorar la caldera se plantea una caldera de Biomasa, pues obtienen la energía a través de la combustión de compuestos orgánicos para calentar el circuito de agua a altas temperaturas que convierte el agua en vapor a altas presiones. Dicho vapor mueve la turbina, la cual está conectada a un generador que la transforma en energía.

La materia prima utilizada, se reconoce como recurso renovable y, además, la caldera de biomasa no genera apenas emisiones de CO₂ por lo que esta solución nos debe llevar a una mejor certificación.

Los materiales utilizados por dicha caldera pueden ser variados: pellets, astillas o residuos agroindustriales.

Para la elección del material de la caldera, procederemos a analizar los tres materiales:

	ASTILLAS DE MADERA	PELETS	RESIDUOS AGOINDUSTRIALES
VENTAJAS	FACIL DISPONIBILIDAD SU PRODUCCIÓN AUMENTA EL EMPLEO ECONOMICAS	MENOR ESPACIO DE ALMACENAMIENTO FACILIDAD DE MANTENIMIENTO ALTA FIABILIDAD	FACIL DISPONIBILIDAD MÁS ECONOMICOS FACIL MANTENIMIENTO
DESVENTAJAS	MAYOR ESPACIO ALAMACENAMIENTO DEMANDA DE MANTENIMIENTO	ALTO COSTE MENOS BENEFICIOS PARA LA ECONOMIA LOCAL	MAYOR ESPACIO ALAMACENAMIENTO PUEDEN DAR PROBLEMA DE EMISIONES Y CORROSIÓN MAYOR DEMANDA DE PERSONAL PARA MANTENIMIENTO

Tabla 12: Calificación del combustible

Una vez vistas las ventajas e inconvenientes escogemos los pellets, pues tiene un alto poder calorífico y una eficacia elevada.

Además de la disponibilidad en la Comunidad Valenciana, donde “se estima que la cantidad de biomasa residual agrícola potencial en la Comunitat Valenciana sobrepasa las 800.000 toneladas anuales procedentes de cultivos de olivo, almendro, viña y cítricos, lo que supone multiplicar por cuatro la disponibilidad de biomasa forestal potencial existente”.⁴

Cabe destacar que, una de las principales diferencias entre la caldera de biomasa y la caldera convencional es que requieren una retirada periódica de las cenizas, por lo que es necesario decidir si la caldera que vayamos a escoger tendrá limpieza automática o no.

Otra toma de decisión dentro de la caldera se encuentra en el emplazamiento de la misma. En este caso, la situación elegida para la caldera de combustión de biomasa es el almacén que se encuentra en planta baja, pues es de fácil acceso para la carga y descarga, así como para el almacenaje de los pellets.

Escogemos la caldera Bioselect 35, INER PLUS 200 de la marca Lasian.

MODELO	COD.	Clase eficiencia energética	VOLUMEN Litros	CONEXIONES	DIMENSIONES mm.		PESO kg	P.V.P. €
					Diámetro	Altura		
INER PLUS 200	53870	C	200	H 1 1/2"	670	1215	41	501
INER PLUS 300	53871	D	300	H 1 1/2"	670	1595	55	680
INER PLUS 500	53873	D	500	H 1 1/2"	810	1755	107	1.119
INER PLUS 750	53874	D	750	H 1 1/2"	1050	1650	150	1.532
INER PLUS 1000	53875	D	1000	H 1 1/2"	1050	2100	182	1.626

Tabla 13: Caldera Biomasa Lasian. Especificaciones

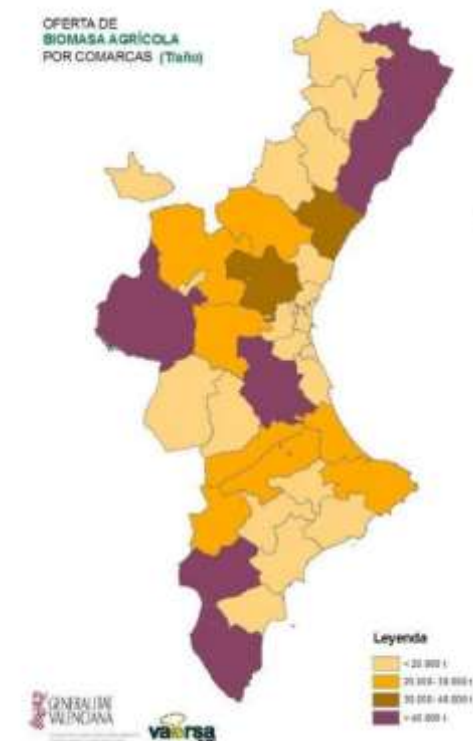


Ilustración 28: Distribución territorial de la Biomasa agrícola por comarcas

4. PLAN INTEGRAL DE FOMENTO DE LA BIOMASA RESIDUAL AGRÍCOLA Y FORESTAL PARA USO TÉRMICO DIAGNÓSTICO (VERSIÓN PRELIMINAR). (2016).

Por lo tanto el equipo de caldera de gas convencional se sustituye por una caldera de biomasa que utiliza pellets como biocombustible y cuya capacidad total es de 35kW, manteniendo los valores de rendimiento de la caldera anterior.

El criterio de demanda según la tabla 4.1 del HE4 de Contribución solar mínima de agua caliente establece una demanda de 2 litros/día y persona para el uso de oficina.

Contamos con una ocupación de 82 personas según la sección SI3 Evacuación de ocupantes del DB SI del CTE.

Por lo que la ocupación total de 82 personas, la demanda de ACS es de 82 personas * 2 litros/día persona = 164 l/día

El sistema de ACS se mantiene el definido en la vivienda original, que cuenta con un consumo diario de 116 litros, y con una temperatura de utilización de agua de 60°C y una temperatura en red de 14,7°C.

Del mismo modo que las unidades termales se quedan las que estaban definidas con anterioridad.

Caldera	
Nombre	SIS_EQ1_EQ_Caldera-Biomasa-Defecto
Propiedades básicas | Curvas	
Capacidad Total	35,00 kW
Rendimiento nominal	0,850
Tipo energia	Biomasa densificada (pelet)
Multiplicador	1

Ilustración 29: Especificaciones caldera Biomasa. HULC

A continuación, obtenemos la calificación energética del edificio:

	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Demanda calefacción	E	68,5	41837,2
Demanda refrigeración	B	29,9	18247,8
	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Consumo energía primaria no renovable calefacción	A	3,4	2059,3
Consumo energía primaria no renovable refrigeración	-	-	-
Consumo energía primaria no renovable ACS	A	1,3	801,7
Consumo energía primaria no renovable iluminación	B	44,7	27344,5
Consumo energía primaria no renovable totales	A	49,4	30205,5
	Clase	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ calefacción	A	0,7	427,8
Emisiones CO ₂ refrigeración	-	-	-
Emisiones CO ₂ ACS	A	0,3	183,4
Emisiones CO ₂ iluminación	B	6,3	3890,3
Emisiones CO ₂ totales	A	7,3	4461,5

Ilustración 30: Certificación caldera Biomasa. HULC



La certificación resulta ser muy buena, generando en calefacción casi cero emisiones de CO₂.

Si comparamos con la propuesta inicial que teníamos una caldera convencional, observamos la gran diferencia y el ahorro energético.

TIPOLOGÍA	DEMANDA	CONSUMO E.PRIMARIA (KWh/m ²)	CONSUMO E.PRIMARIA FINAL (KWh/m ²)	EMISIONES CO ₂ TOTALES (KgCO ₂ /m ²)
CALDERA CONVENCIONAL	68,5	56,6	102,3	16,1
CALDERA BIOMASA	68,5	3,4	49,4	7,3

Tabla 14: Comparativa entre calderas

A continuación se comprueba si se cumple con la limitación de consumo energético que establece el HE-0:

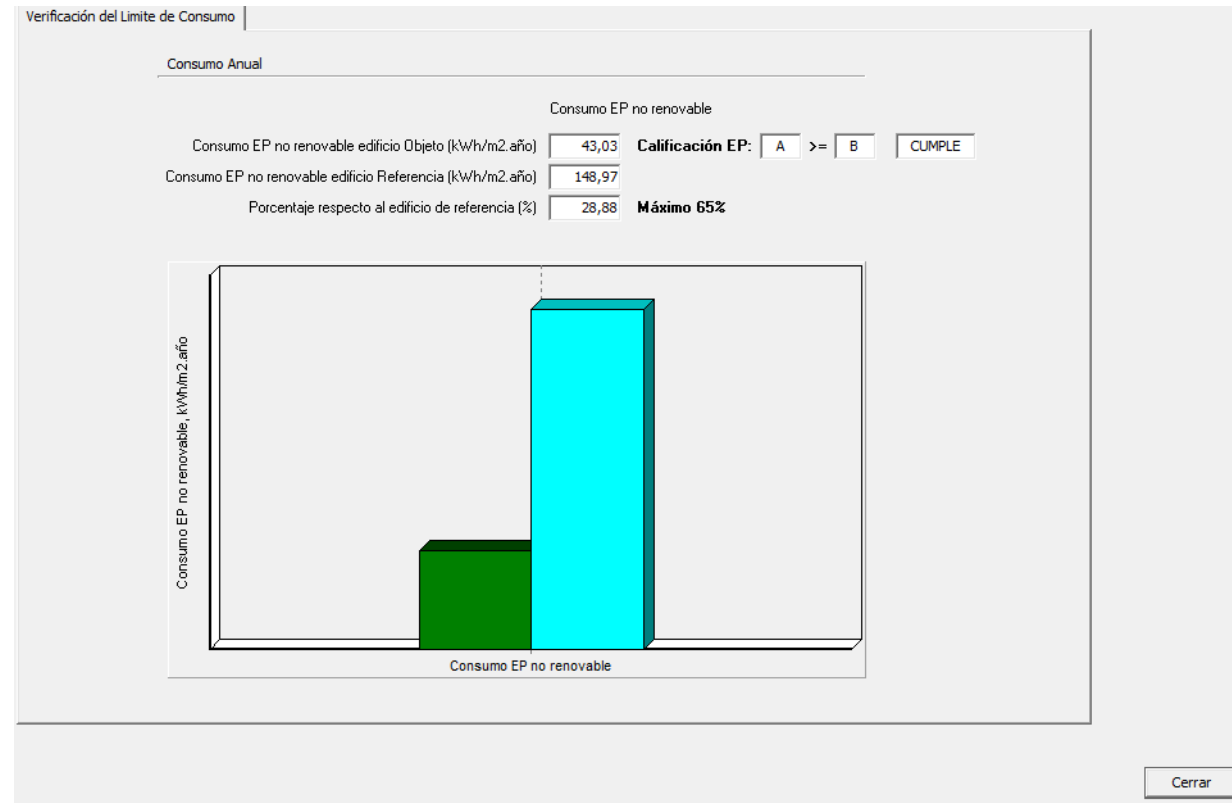


Ilustración 31: Verificación HE-0. Caldera Biomasa. HULC

Al obtener una calificación A, el consumo se encuentra muy por debajo del consumo no renovable del edificio de referencia, por lo que cumplimos con la limitación.

III.7.2.3.1 PANEL TERMOSOLAR

Los paneles térmicos producen agua caliente sanitaria a través de la energía térmica que recogen. Su funcionamiento es sencillo, los paneles térmicos contienen un líquido que al recibir la energía del sol se calienta, ese líquido pasa su calor al agua de la vivienda. Las temperaturas de dicho líquido alcanzas temperaturas superiores a la del ambiente, por lo que podemos conseguir agua caliente en los días más fríos siempre que haya radiación solar.

Para ello, se emplea un sistema mixto, cuya fracción cubierta por energía solar sea el 100%.

Mixto calefacción y ACS

Nombre

Propiedades básicas

Fracción cubierta por el sistema solar térmico	<input type="text" value="100,0"/>	%
Temperatura de impulsión sanitaria	<input type="text" value="50,0"/>	°C
Temperatura de impulsión calefacción	<input type="text" value="40,0"/>	°C
Multiplicador	<input type="text" value="1"/>	

Ilustración 32: Especificaciones termo solar. HULC

Las unidades termales serán las mismas que las establecidas en el inicio del ejercicio experimental.

Teniendo en cuenta estos parámetros, realizaremos la calificación energética:



Ilustración 33: Certificación energética termosolar. HULC

Se obtiene una buena calificación energética, en el que las emisiones no son elevadas. Comparándolo con las características del edificio inicial, se puede determinar que:

TIPOLOGÍA	DEMANDA	CONSUMO E.PRIMARIA (KWh/m ²)	CONSUMO E.PRIMARIA FINAL (KWh/m ²)	EMISIONES CO ₂ TOTALES (KgCO ₂ /m ²)
CALDERA CONVENCIONAL	68,5	56,6	102,3	16,1
SISTEMA TERMOSOLAR	68,5	26,1	44,7	11,8

Tabla 15: Comparativa entre consumo del local inicial y el actual

III.7.2.4 MEJORA EN LA INSTALCIÓN ELÉCTRICA

Una vez se realizan los cambios térmicos, se procede a realizar una mejora en la instalación eléctrica. Para ello se necesita una estimación de la potencia:

EQUIPO	POTENCIA	UNIDADES	HORAS DE USO	TOTAL MENSUAL W/H
ORDENADOR DE MESA	150	20	8 H/DIA * 30 DIAS	720000
ORDENADOR PORTATIL	90	12	4 H/DIA * 30 DIAS	129600
TELEVISIÓN	150	4	4 H/DIA * 30 DIAS	72000
MICROONDAS	1000	2	2H/DIA * 30 DIAS	120000
FRIGORIFICO	300	1	24H/DIA * 30 DIAS	216000
VITROCERAMICA	2000	1	3 H/DIA * 30 DIAS	180000
TOTAL				1437600

Tabla 16: Potencias del local

LUMINARIAS	ANCHO	LARGO	P [W/m2]	POTENCIA W	HORAS DE USO	TOTAL MENSUAL W/H
Sala 1	3,77	4,47	6,41	108,02	8H/DIA *30 DIAS	25924,96296
Sala 2	3,95	4,47	6,12	108,06	8H/DIA *30 DIAS	25933,8672
Sala 3	3,82	3,17	7,12	86,22	8H/DIA *30 DIAS	20692,54272
Sala 4	2,45	2,75	8,01	53,97	8H/DIA *30 DIAS	12952,17
Comedor	4,29	6,04	5,56	144,07	8H/DIA *30 DIAS	34576,43904
Aseos	4,45	1,7	7,14	54,01	8H/DIA *30 DIAS	12963,384
Sala conferencias	7,87	5,95	3,08	144,23	8H/DIA *30 DIAS	34614,1488
S. usos multiples	5,88	2	6,89	81,03	8H/DIA *30 DIAS	19446,336
S. de actividad	5,88	5,73	5,34	179,92	8H/DIA *30 DIAS	43180,17984
Zona de paso	19,5	6,01	2,99	350,41	8H/DIA *30 DIAS	84099,132
Oficinas	12,55	6,04	4,99	378,25	8H/DIA *30 DIAS	90780,4752
Vestuarios	4,97	8,06	3	120,17	8H/DIA *30 DIAS	28841,904
TOTAL				1.808,36		434005,5418

Tabla 17: Potencias de las luminarias

EQUIPO	POTENCIA W/H
LUMINARIAS	14.467
ORDENADOR DE MESA	24000
ORDENADOR PORTATIL	4320
TELEVISIÓN	2400
MICROONDAS	4000
FRIGORIFICO	7200
VITROCERAMICA	6000
TOTAL	62.387

Tabla 18: Potencias total

Por lo que se obtiene un total de potencia mensual de 1.871.605,542 W/h.

III.7.2.4.1 PANEL FOTOVOLTAICO

Los paneles fotovoltaicos son también conocidos como paneles solares y se encargan de transformar la energía solar en electricidad.

Estos paneles están compuestos por un conjunto de celdas fotovoltaicas, las cuales son capaces de generar una potencia máxima de 1 o 2 Watts, por lo que es necesario interconectar en serie varias células y así conseguir una potencia aceptable para su uso.

El panel solar está diseñado para que tenga una vida útil de unos 25 años.

Las placas pueden ser usadas como elemento constructivo y ser combinadas con diversos materiales en módulos prefabricados de gran superficie (hasta 14m²).

Para calcular el número de paneles que son necesarios, se consultan los datos de radiación solar con ayuda de la aplicación PVGIS, donde se obtienen los siguientes valores:

Localización: Valencia

Potencia de la instalación solar fotovoltaica: 1Kwp

Inclinación de los módulos: 35°

El mes más desfavorable es diciembre de insolación, por lo que se escoge ese valor para realizar los cálculos y asegurar que se cubre la demanda todo el año.

Diciembre tiene un promedio de radiación global por metro cuadrado recibida por los módulos de 121 Kwh/m₂ en mes, por lo que por día tendrá $121/31 \text{ días} = 3,90 \text{ Kwh}\cdot\text{m}^2/\text{DIA}$



Ilustración 34: Producción de irradiación mensual. PVGIS

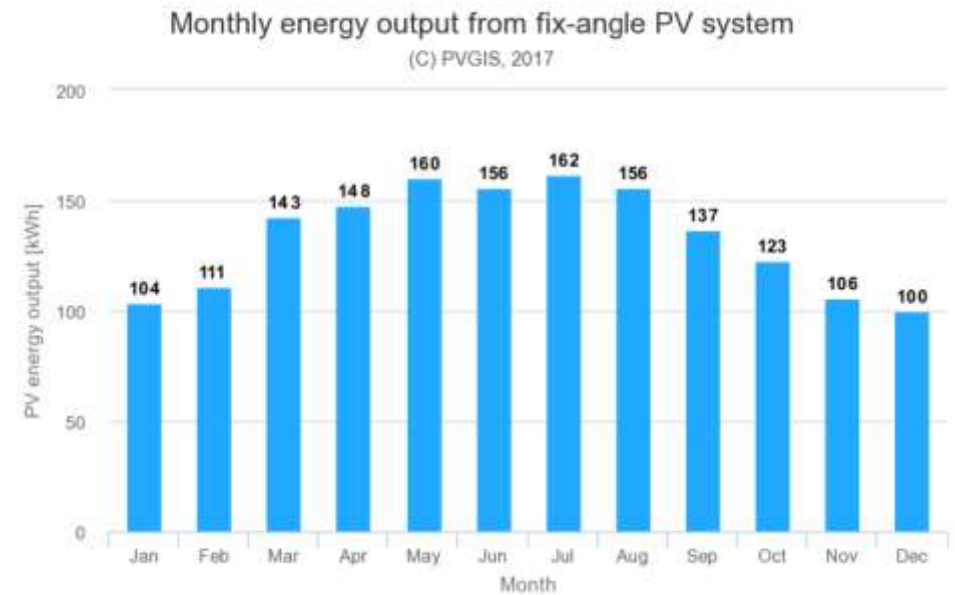


Ilustración 35: Producción de energía mensual. PVGIS



Ilustración 36: Panel Sunpower.
Catalogo Sunpower

Una vez se establece la radiación solar incidente, se divide entre la radiación solar incidente que es utilizada para calibrar los módulos ($1\text{Kw}/\text{m}^2$), y se obtiene la cantidad **de horas de sol pico (HPS)**. Así a efectos prácticos en nuestro caso este valor no cambia, pero se utiliza el concepto de HSP (Horas Sol Pico) que es el número de horas equivalente que tendría que brillar el sol a una intensidad de $1000\text{W}/\text{m}^2$ para obtener la insolación total de un día, ya que en realidad el sol varía la intensidad a lo largo del día.

$$\text{HPS} = 3,90 / 1\text{Kw}/\text{m}^2 = 3,90 \text{ HSP}$$

Es necesario calcular el número de paneles para abastecer el local, el cual se realiza en función del mes más desfavorable.

Para realizar el cálculo se han elegido módulos de 180W , dato que viene dado en las características técnicas de los módulos elegidos según cada modelo y fabricante.

El rendimiento de trabajo tiene en cuenta pérdidas producidas por el posible ensuciamiento y/o deterioro de los paneles fotovoltaicos que suele ser del 15 o 20% (0,8-0,85), por lo que se escoge un deterioro del 20%.

Tipo de panel usado: **JKM330**

Potencia: 330Wp – Potencia pico real: 245 Wp

Número de módulos de uso diario:

Número de módulos = (energía necesaria) / (HSP · rendimiento de trabajo · potencia pico del módulo)

Número de módulos = $(189.816) / (3,90 \times 0,8 \times 245) = 62.387 / 764,4 = 81,615$ por lo que necesitamos **82 módulos**.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras realizar los cambios tanto térmicos como eléctricos, se plantean cuáles serían las combinaciones más lógicas para obtener una calificación A en el certificado energético.

IV.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS MEJORA TÉRMICA.

Se parte con la base de que sin ninguna mejora se obtuvo una calificación de 15,0 C.

Tras las mejoras se observa que:

A primera vista, la mejor calificación se obtiene es con la **caldera de biomasa**, pero ahora se realizará un **breve análisis económico** entre las instalaciones: caldera y los paneles termosolares, para ver si realmente sería la mejor opción.

- CALDERA DE BIOMASA:

Para la caldera de Biomasa, además del precio de la caldera y la instalación se le suma el precio del combustible (los pellets), para ello se realiza una aproximación de la cantidad de pellet que serán necesarios.

Para calcular la cantidad de combustibles se hace uso de la siguiente fórmula:

$$Q_{com} = CE/PCI$$

Dónde:

Q_{com} , es la cantidad de combustible necesario anual.

CE, el consumo energético anual

PCI, es el poder calorífico interior del combustible

En nuestro caso, el pellet (DIN PLUS): 4,900Kwh/kg.

Se realiza un cálculo de demanda energética anual de la calefacción, para la que se tendrá en cuenta que la caldera trabajara de forma estacional.

Consumo de E. primaria no renovable



Ilustración 39: Análisis comparativo.

Por lo que se estima un uso de 200 días al año con una media de 6 horas al día y un coeficiente de intermitencia del 85%.

Para la demanda de calefacción se hará uso de un ratio de 100W/m² que multiplicado por la superficie del local se obtiene una potencia de: 100W/m² x 720 m² = 72.000 W que son 7,2 Kw.

En función del confort necesario para el usuario y fijando un tiempo de calentamiento del agua de 30 minutos con un salto térmico de 50° se calcula la potencia necesaria con la siguiente expresión:

$$P = M \times Cp \times (AT)$$

Dónde:

P, es la potencia necesaria de la caldera (Kcal/h)

M, caudal másico del agua a calentar (Kg/h) con densidad del agua 1L/kg

Cp, es el calor específico del agua (1Kcal/Kg°C)

AT, es el salto térmico del fluido (°C)

El cálculo es el siguiente,

$$P = (60 \text{kg} / 0,5 \text{ h}) \times 1 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} (60-10^\circ\text{C}) = 6000 \text{ Kcal/h} \times 1 \text{ Kwh}/860 = 6,97 \text{Kw}$$

$$P_{\text{total}} = 6,97 \text{ Kw} + 7,2 \text{Kw} = \mathbf{14,17 \text{ KW}}$$

Demanda de calefacción: Dcalef

Dcalef = Potencia x Núm. Horas/día x Núm. Días/año x coef. Intermitencia

$$D_{\text{calef}} = 14,7 \times 6 \text{ horas/día} \times 200 \text{ día/año} \times 0,85 = \mathbf{14.994 \text{ KwH/año}}$$

Para el cálculo de la demanda de ACS:

$$D_{\text{acs}} = \text{núm de personas} \times \text{demanda día} \times \text{núm días} \times C_p \times AT$$

$$D_{\text{acs}} = 82 \text{ pers} \times 2 \text{ l/día} \times 365 \text{ días} \times 1 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} \times 50^\circ\text{C} = 2.993.000 \text{ Kcal/año}$$

$$D_{\text{acs}} = 2.993.000 / 860,421 = \mathbf{3.478,5297 \text{ KwH/año}}$$

Por lo que la demanda total será:

$$D_{\text{total}} = D_{\text{acs}} + D_{\text{calef}} = \mathbf{18.472,53 \text{ Kwh/año}}$$

Ahora nos falta el cálculo de CE

$$CE = \text{Demanda/RendCaldera} = \mathbf{18.472,53 \text{ Kwh/año} / 0,85 = 21.732,38 \text{ KwH/año}}$$

Ahora se puede aplicar la fórmula para el cálculo de la cantidad de combustible.

$$Q_{com} = 21.732,38 \text{ Kwh/año} / 4,90 \text{ Kwh/Kg} = 4.435,17 \text{ Kg}$$

Para el presente caso práctico se necesita la siguiente cantidad de pellet: 4.435,17 Kg

Precio del combustible:

El precio actual según el "IDAE informe de precios energéticos: combustibles y carburantes 2013 (en sacos)":

- Pellet: 0,045 €/Kwh (226 €/TN)

Ahora bien, el precio anteriormente expuesto, no tiene en cuenta algunos aspectos como el transporte, la variación de los precios liberalizados según compañías, y algunos peajes o impuestos en las tarifas, por lo que según consultas de precios reales de diferentes lugares se puede observar que los precios anteriores aumentan ligeramente, por lo que se obtiene el siguiente precio medio:

- Pellet: 0,055€/Kwh (271 €/TN) el Pellet de sacos.

Así pues el precio final es de:

$$\text{Cantidad de pellets } 4.435,17 \text{ Kg} = 4,44 \text{ TN}$$

$$\text{Precio final} = 4,44 \times 271 = \mathbf{1.203,24 \text{ €/año}}$$

Ha este precio es necesario añadirle el precio el de la caldera y el de la instalación. Donde la calderabiomasa, según la media está en unos **2.250€ + instalación.**

- **PANEL TERMOSOLAR:**

A continuación, se analiza la inversión que se necesita para los **paneles termosolares**.

Para ello se necesita el cálculo de superficie de captación requerida, de la cual se debe emplear la siguiente fórmula:

Superficie x E. irradiación x n x (perdidas por orientación e inclinación) = E.requerida x aportación

Para completar la fórmula necesitamos:

E. requerida = p x Vol x Cp x (Tacs-Tred)

E. requerida = 1000 x 3.528,33 x 0,00116 x (60-14,7)= 185.406,685 Kw/h

Dónde,

El local requiere de 164 l/día (60°)

Demanda anual= 164 x 365= 59.860 litros

Mensual = 12.683,75 litros

El edificio se encuentra en Valencia por lo que según el DB HE le corresponde la zona climática IV.

Dentro de la sección HE 4, en la contribución solar mínima de agua caliente, en la tabla 3.2 de Radiación solar global, se obtiene una radiación de 4,8 Kwh/m²

Por lo que,

E irradiación = 4,8 x 365 días = 1752 Kw/h

Superficie x 1752 x 75 = 185.406,685 x 50%

Superficie = 9.270334,25 / 131.400 = **70,55 m²**.

Se escoge el modelo ST de la marca comercial VAILLANT. La longitud de la placa es de dos metros, por lo que se necesitan **36 placas termosolares**.

Por lo que el coste de la instalación consta de:

- Un acumulador
- 36 placas termosolares. (766 euros por placa). Por lo que se necesita una inversión de 27.576 €. Estas tienen una garantía de 5 años, por lo que saldría, suponiendo que solo duran esos 5 años, a **5.515 € al año**.

ENERGÍA	CALIFICACIÓN	COSTE
CALDERA BIOMASA	6,2 A	2.500 +1.203,24€/año (pellets)
PANEL TERMOSOLAR	10,7 A	5.515€/año (5 años)

Tabla 19: Resumen comparativo. Térmica

Por lo que hay que valorar que a pesar de que el coste de la caldera de biomasa es mayor, hay una reducción en la factura y hay posibilidad de solicitud de ayudas de la Comunidad Valenciana, reduciendo así el coste. **Ayudas del Plan Renove de Calderas y Aeroterminas Domésticas 2019 (consumidores). (IVACE).** Las ayudas pueden llegar a ser hasta de 800€.

IV.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS MEJORA ELÉCTRICA.

Del mismo modo que con la instalación térmica, se hace un breve análisis económico de ambas energías.

- Paneles fotovoltaicos:

En este caso, además del coste, es necesario ver si hay suficiente superficie en cubierta para poder colocar los 82 paneles.

Se ha elegido, como ya se ha mencionado anteriormente, el JKM330, cuyas medidas son 1,046 m de alto y 1,559 m de largo.

Como ha establecido la aplicación PVGIS, la inclinación óptima según su inclinación es de 35°. Por lo que para calcular la distancia entre placas, se hace uso de la siguiente fórmula:

$$Dt = 1,046 [\text{Sen } 35^\circ (1 / \text{tg} 23,5) + (1 / \text{tg} 35)] = 2,24$$

Una vez visto que caben los 82 paneles, se procede a calcular el coste de los paneles:

Cada panel tiene un precio de 152,95€ por cada panel, lo cual es un total de **12.541,9€**

Dicho producto cuenta con una garantía de 25, por lo que anualmente saldría un coste de **501,68€/año.**

- Árbol eólico:

El árbol eólico NewWind compuesto por 72 aerogeneradores tiene un precio de 29.500€.

Este ha sido diseñado para durar más de 25 años y soportar las tormentas.

Por lo que anualmente saldrá, suponiendo que dura 25 años, a **1180€/año.**

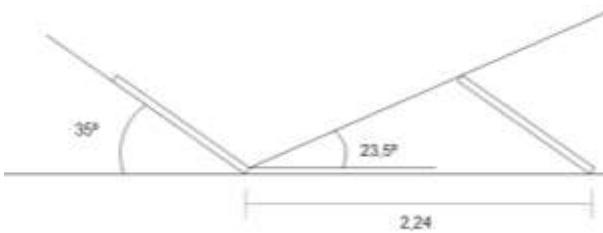


Ilustración 40: Inclinación panel



Ilustración 41: Inserción paneles en cubierta

ENERGÍA	NÚMERO	COSTE
PANEL FOTOVOLTAICO	82 PANELES	501,68€/año
ARBOL EÓLICO	1 ÁRBOL	1180€/año

Tabla 20: Resumen comparativo. Eléctrica

IV.3 ANÁLISIS DE LA COMBINACIÓN DE ENERGÍAS

Combinación 1

Mejora de envolvente
Mejora de iluminación y ventilación
Caldera de biomasa

Mejora térmica

Combinación 2

Mejora de envolvente
Mejora de iluminación y ventilación
Panel termosolar

Mejora térmica

Combinación 1 + Mejora eléctrica 1: Panel fotovoltaico

	CALIFICACIÓN	COSTE
M.Térmica	5,7 A	2.500€ + 1.203,24€/año
M.Eléctrica		501,68€/año (5 años)
TOTAL		2.231,92€/año (5 años)+1.203,24€/año los siguientes años

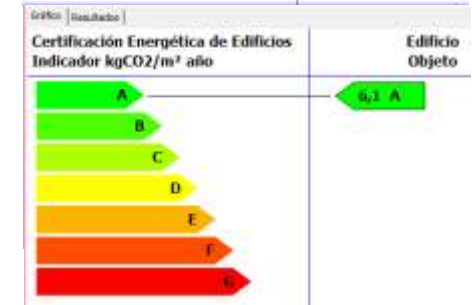
Combinación 2 + Mejora eléctrica 1

No se puede combinar el panel termosolar y el fotovoltaico, pues de fotovoltaico tenemos 82 paneles y termosolar 36, por lo que no caben en cubierta.

Ilustración 42: Certificación Combinación 1



Ilustración 43: Certificación Combinación 2



Combinación 1 + Mejora eléctrica 2: Árbol eólico

	CALIFICACIÓN	COSTE
M.Térmica	5,7 A	2.500€ + 1.203,24€/año
M.Eléctrica		1.180€/año (25 años)
TOTAL		2.483,24€/año (25 años)+1.203,24€/año los siguientes años

Combinación 2 + Mejora eléctrica 2

	CALIFICACIÓN	COSTE
M.Térmica	6,1 A	5.515€/año (5 años)
M.Eléctrica		1.180€/año (25 años)
TOTAL		6.695€/año (5 años)+1.180 €/año (20 años)

CAPÍTULO V: CONCLUSIÓN

En Europa ha marcado una meta importante en relación a la eficiencia energética, pues el Consejo Europeo ha establecido como objetivo de ahorrar en el consumo un 32,5% de energía primaria. Para poder llegar a término, será necesario disponer de políticas de mejora, subvenciones y ayudas para el empleo de energías renovables, ya que son el futuro.

En este trabajo se ha realizado la modelización del proyecto a través del programa público HULC (Herramienta Unificada Lider-Calener), se ha obtenido una C como calificación energética. Después, se han efectuado unas mejoras tanto en la envolvente como en las instalaciones, siempre desde el punto de vista de las energías renovables.

A continuación, se definen las conclusiones obtenidas:

1. Todas las alternativas propuestas son ventajosas en términos energéticos.
2. Desde el punto de vista de la mejora de la envolvente, los resultados muestran que reduce de la demanda energética del edificio, por lo que, aunque pueda suponer un gasto, se considera una adecuada y rentable opción de actuación.
3. Desde el punto de vista de la mejora en las instalaciones, los resultados obtenidos muestran que con una caldera de biomasa se obtiene la mejor certificación energética, pero cuenta con un gasto fijo del material combustible
4. Por lo que respecta a la combinación de las mejoras empleadas, se puede concluir que la opción más ventajosa desde el punto de vista del ahorro y el consumo energético es la combinación de las mejoras en la envolvente, junto los paneles termosolares como mejora térmica y el árbol eólico como mejora eléctrica.
5. Por lo que respecta a la combinación de las mejoras, sin tener en cuenta el coste económico, las opciones más óptimas son:
 1. La combinación de las mejoras en la envolvente, junto con la caldera de biomasa como mejora térmica y los paneles fotovoltaicos como mejora eléctrica.
 2. La combinación de las mejoras en la envolvente, junto con la caldera de biomasa como mejora térmica y el árbol eólico como mejora eléctrica.

Así pues, si se tiene en cuenta la integración con el entorno, la mejor opción es la combinación de las mejoras en la envolvente, junto con la caldera de biomasa como mejora térmica y el árbol eólico como mejora eléctrica.

En conclusión, se puede afirmar, que a través de las energías renovables se puede conseguir un ahorro en la demanda y el consumo de energía del edificio.

CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA

Asociación española de normalización y certificación (AENOR). Norma española, UNE – EN 12464-1 (2012), [publicación en línea], España, disponible en: [file:///C:/Users/antonio/Downloads/UNE-EN_12464-1=2012%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/antonio/Downloads/UNE-EN_12464-1=2012%20(1).pdf) [consultado el 13 de septiembre 2019]

Boletín Oficial del Estado, 2013. Ministerio de la presidencia, [publicación en línea], España, disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2013/04/13/pdfs/BOE-A-2013-3904.pdf> [consultado el 23 de agosto 2019]

Collingwood lighting. H5 1000 SYMMETRIC BRUSHED STEEL, 2014, [publicación en línea], UK, disponible en: <https://www.collingwoodlighting.com/h5-1000-symmetric-b-steel-low-glare-fire-rated-led-downlight> [consultado el 12 de septiembre 2019]

CTE, Sección HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria 1 Generalidades 1.1 Ámbito de aplicación. [Publicación en línea], España, disponible en: <https://www.terra.org/data/cteseccionhe4.pdf> [consultado el 10 de septiembre 2019]

CTE, Zonificación climática de la Comunidad Valenciana por municipios (CTE-HE1) Determinación a partir de altitudes de referencia. [Publicación en línea], España, disponible en: http://www.five.es/descargas/archivos/zonificacion_climatica_CTE.pdf [consultado el 10 de septiembre 2019]

De Vicente Valiente, V; Langa Sanchís, J. (2015) Ahorro de Energía. Código Técnico de la Edificación DB HE0-HE1. Aplicación, cálculo y justificación del cumplimiento en el proyecto arquitectónico de la limitación en el demanda y en el consumo energético. Inter Técnica Ediciones. España.

Diario Oficial de la Unión Europea, 2010, Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición) [publicación en línea], España, disponible en: <https://www.boe.es/doue/2010/153/L00013-00035.pdf> [consultado el 10 de agosto 2019]

Enerfigente. Envoltente térmica de un edificio (2015), [publicación en línea], España, disponible en: <https://enerfigente.wordpress.com/2015/08/03/la-envoltente-termica-del-edificio/> [consultado el 22 de agosto 2019]

European Commission, 2017, Clean energy for all Europeans package, European Union, [publicación en línea], disponible en: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/clean-energy-all-europeans> [consultado el 11 de agosto 2019]

European Commission, 2019, Clean energy for all Europeans package completed: good for consumer, good for growth and Jobs, and good for the planet, [publicación en línea], Bruselas, disponible en: https://ec.europa.eu/info/news/clean-energy-all-europeans-package-completed-good-consumers-good-growth-and-jobs-and-good-planet-2019-may-22_en [consultado el 17 de agosto 2019]

European Union Law, Directive (EU) 2018/2002 of the European Parliament and of the Council of 11 Decembre 2018 amending Directive 2012/27/EU on energy efficiency /text with EEA relevance), [publicación en línea], disponible en: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.328.01.0210.01.ENG&toc=OJ:L:2018:328:TOC [consultado el 10 de agosto 2019]

GVA.ES: Detalle de Procedimientos. Ayudas del Plan Renove de Calderas y Aerotermia Domésticas 2019 (consumidores). (IVACE). [publicación en línea], disponible en https://www.gva.es/es/inicio/procedimientos?id_proc=3386 [consultado el 23 de septiembre 2019]

Grupo formadores Andalucía CSCAE. Plan de formación del CTE. Exigencia básica HE-1. Limitación de la demanda energética, [publicación en línea], Andalucía, España, disponible en: http://www.coavn.org/coavn/cte/cursornavarra/01_db_he1_accion_iv.pdf [consultado el 22 de agosto 2019]

Instituto para la Diversificación y ahorro de la Energía (IDAE), Marco legislativo 2030. El paquete de invierno, [publicación en línea], España, disponible en: <https://www.idae.es/informacion-y-publicaciones/marco-legislativo-2030-el-paquete-de-invierno> [consultado el 15 de agosto 2019]

Instituto para la Diversificación y ahorro de la Energía (IDAE). Estudios, informes y estadísticas. Consumos e intensidades mensuales (2016) [publicación en línea], España, disponible en <https://www.idae.es/estudios-informes-y-estadisticas> [consultado el 19 de junio 2019]

- Martínez Antón, A.; Castilla Cabanes, N.; Blanca Giménez, V. (2014). Instalación y funcionamiento básico del programa dialux, [publicación en línea], España, disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/38547> [consultado el 12 de septiembre 2019]
- Martínez Antón, A.; Castilla Cabanes, N.; Blanca Giménez, V.; Pastor Villa, R.M (2014). Luminotecnia: cálculo según el método de los lúmenes [publicación en línea], España, disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12833/art%C3%ADculo%20docente%20C%C3%A1lculo%20de%20los%20l%C3%BAmenes.pdf> [consultado el 12 de septiembre 2019]
- Ministerio de fomento, Ministerio para la transición ecológica. Herramienta Unificada Lider-Calener. Manual de usuario, [publicación en línea], España, disponible en: http://www.scalofrios.es/cee/lid-cal/Herramienta_unificada/ManualDeUsuario.pdf [consultado el 20 de agosto 2019]
- Paula Iborra, 2013, Certificado energético de viviendas, [publicación en línea], España, disponible en: <https://www.certificadosenergeticos.com/certificado-energetico-viviendas> [consultado el 17 de agosto 2019]
- Raquel García, Acciona, Instituto para la Diversificación y ahorro de la Energía (IDAE), Experiencia real de edificios “cero emisiones”, [publicación en línea], España, disponible en: https://idae.es/uploads/documentos/documentos_7_-_raquel_garcia-ACCIONA_ded3ceea.pdf [consultado el 15 de agosto 2019]
- Raul García, 2016, Ecoefys, Pasos de una auditoria energética, [publicación en línea], España, disponible en: <http://www.ecoefys.com/pasos-de-una-auditoria-energetica/> [consultado el 18 de septiembre 2019]
- Vaillant, Instrucciones de montaje y del sistema auroSTEP pro Sistema de calentamiento solar de agua potable ES Para la empresa instaladora autorizada, la empresa mantenedora, autorizada y el usuario. ”, [Publicación en línea], España, disponible en: <https://www.vaillant.es/downloads/nuevos/aurostep-pro-200906-0020042378-02-mi-mu-268808.pdf> [consultado el 24 de septiembre 2019]