



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

**DETERMINACIÓN DE LA
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE
UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

Alumno: Luis Ardoy Hurtado

Tutor: Alfonso Rodríguez Quesada
Depto.: Máquinas y Motores Térmicos

Febrero, 2018



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

DETERMINACIÓN DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

Alumno: Luis Ardoy Hurtado

Tutor: Alfonso Rodriguez Quesada
Depto.: Máquinas y Motores Térmicos

Febrero, 2018

ÍNDICE GENERAL

1. MEMORIA

ANEXO I: Cálculo de Cargas Térmicas

ANEXO II: Verificación CTE-HE0 y HE1 (Caldera Biomasa)

ANEXO III: Certificado de Eficiencia Energética (Caldera de Biomasa)

ANEXO IV: Cálculo de Contribución Solar

ANEXO V: Verificación CTE-HE0 y HE1 (Caldera Gasóleo)

ANEXO VI: Certificado de Eficiencia Energética (Caldera de Gasóleo)

2. PLANOS

3. BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

1. MEMORIA

ÍNDICE DE MEMORIA

1. MEMORIA.....	4
1.1.1. Objetivo del Proyecto	7
1.1.2. Introducción	7
1.1.2.1. Contexto Internacional	9
1.1.2.2. Contexto Nacional.....	11
1.1.2.3. Tendencias en el consumo e intensidad primaria.....	12
1.1.3. Planes de actuación.....	13
1.1.3.1. Plan de activación del Ahorro y la Eficiencia Energética 2008-2011.....	13
1.1.3.2. Plan de Intensificación del Ahorro y la Eficiencia Energética.....	15
1.1.4. Normativa	16
1.1.4.1. Normativa Europea	16
1.1.4.2. Normativa Española	16
1.1.4.3. Código Técnico de la Edificación (CTE).....	17
1.1.4.4. Cuando debe obtenerse la Certificación Energética.....	18
1.1.5. Edificio Objeto.....	19
1.1.5.1. Entorno Físico	19
1.1.5.2. Emplazamiento.....	20
1.2.1. Herramienta Unificada LIDER CALENER (HULC).....	23
1.2.1.1. Definición Geométrica	23
1.2.1.2. Base de Datos	26
1.2.1.3. Verificación CTE-HE1.....	30
1.2.1.4. Definición del Sistema de Calefacción	31
1.2.1.5. Cálculo de Consumos y Calificación	32
1.2.1.6. Verificación CTE-HE0.....	34
1.2.2. Propuesta alternativa de Calefacción	34
1.1.2.1. Caldera Calefacción de Gasóleo	35
1.2.2.2. Resultados	36
1.2.3. Estudio Económico	38
1.2.3.1. Caldera de Biomasa (Pellets)	38
1.2.3.2. Caldera de Gasóleo.....	40
1.2.3.3. Comparativa	42
1.2.4. Conclusiones.....	43

ANEXOS.....	45
ANEXO I: Cálculo de las Cargas Térmicas.....	46
ANEXO II: Verificación CTE-HE0 y HE1 (Caldera Biomasa).....	65
ANEXO III: Certificado de Eficiencia Energética (Caldera Biomasa).....	69
ANEXO IV: Cálculo de la Contribución Solar.....	76
ANEXO V: Verificación CTE-HE0 y HE1 (Caldera Gasóleo).....	81
ANEXO VI Certificado de Eficiencia Energética (Caldera Gasóleo).....	85

1.1.1. Objetivo del proyecto

El objeto del presente proyecto es determinar la determinación de la calificación energética de una vivienda unifamiliar, así como las emisiones de CO₂ derivadas de su demanda energética.

Es redactado como ejercicio académico para concluir los estudios de Grado en Ingeniería Mecánica en la Escuela Politécnica Superior de Linares, y éste es tutorizado por el departamento de “Máquinas y Motores Térmicos”

Para la determinación de su calificación energética definiremos la geometría y propiedades de la vivienda objeto de estudio, calcularemos las cargas térmicas de los distintos espacios, definiremos los sistemas destinados a climatización/calefacción, agua caliente sanitaria y se evaluarán distintas formas de mejorar la calificación energética de la vivienda.

Para todo ello seguimos estrictamente las directrices del CTE y el resto de normativa aplicable vigente.

La vivienda objeto de estudio dispone de tres alturas, una planta baja destinada a garaje y dos plantas superiores habitables. Se encuentra situada entre dos viviendas de similares características a ambos lados (este y oeste).

De manera breve veremos el funcionamiento de las herramientas utilizadas para la realización de este Trabajo Fin de Grado.

1.1.2. Introducción

Debido al crecimiento de la población y el consecuente aumento del consumo de energía de los países más desarrollados, se ha producido una sobreexplotación de los recursos naturales, la deforestación y unas altas emisiones de gases de efecto invernadero a la atmosfera.

Todos estos factores han generado una creciente preocupación por el cambio climático y el agotamiento de los recursos naturales.

Por este motivo se están creando planes de choque para reducir las emisiones de estos gases de efecto invernadero, así como apostar por energías renovables. No obstante aún tenemos una gran dependencia de las energías fósiles a nivel doméstico, industrial y transporte.

Es previsible que la emisión de gases de efecto invernadero siga aumentando considerablemente debido a esta gran demanda energética y dependencia de energías y sólo una buena gestión de los recursos y una disminución de las emisiones al medioambiente permitirán la sostenibilidad de nuestros ecosistemas.

Para ello podemos apostar por energías renovables que son aquellas que provienen de una fuente natural, cuyo potencial es inagotable y que enumeramos a continuación:

- **Energía hidráulica:** Se obtiene a partir del agua, por medio de turbinas hidráulicas que transforman la energía del agua en su movimiento en energía eléctrica.
- **Energía solar:** Nos llega en forma de radiación electromagnética procedente del sol. Existen dos tipos de radiaciones.
 - ✓ **Radiación directa:** Es aportada por la incidencia directa de los rayos del sol, generalmente es utilizada para absorber la energía en los colectores y células fotovoltaicas.
 - ✓ **Radiación difusa:** Es la radiación solar absorbida por el aire y el polvo atmosférico. Los colectores y células fotovoltaicas las aprovechan en cierta medida.

El aprovechamiento de esta energía se realiza de dos formas:

- **Térmica:** Transforma la energía del sol en energía calorífica. Mediante unos colectores formados por un circuito con un fluido que lo transmite en forma de calor a los sistemas de calefacción y agua sanitaria (ACS).
- **Fotovoltaica:** Transforma la energía solar en energía eléctrica mediante células fotovoltaicas.
- **Energía eólica:** Energía producida por el viento. Mediante aerogeneradores se transforma la energía cinética del viento en energía eléctrica.
- **Biomasa:** Energía obtenida de compuestos orgánicos, mediante determinados cultivos vegetales, aprovechando residuos agrícolas, y transformando ciertas especies vegetales en combustible.

Existen otras fuentes de energía en desarrollo.

- **Geotérmica:** Energía almacenada en forma de calor bajo la superficie terrestre, se obtiene a través de yacimientos a alta temperatura.
- **Energía de mar:** Engloba el aprovechamiento energético de mares y océanos. Si es generado por las olas se le llama undimotriz y si es generado por las mareas se le llama mareomotriz.
- **Energía nuclear:** Proceso de fisión nuclear en el que se usan átomos de hidrógeno en vez de uranio, por lo que es considerada renovable. Aún se encuentra en desarrollo este proceso.

1.1.2.1. Contexto Internacional

La demanda energética ha ido aumentando en los últimos treinta años, a lo largo de los cuales han tenido lugar cuatro crisis a nivel mundial (1973, 1979, 1993, 2008) con un impacto negativo en la actividad económica y en la demanda energética de la mayoría de los países desarrollados.

No obstante, a principios de los años 70, esta circunstancia sirvió para acometer políticas orientadas a la reducción de la dependencia energética y a mejorar la eficiencia.

Se formalizaron una serie de reuniones y tratados que enumeramos a continuación, con el objetivo anteriormente citado:

- **Informe de Brundlan (1987):** Enfrente y contrasta el desarrollo económico actual con la sostenibilidad medioambiental. Este informe fue elaborado por la ONU y se le llamó Nuestro Futuro Común (Our Common Future). En este informe se utilizó por primera vez el término desarrollo sostenible o desarrollo sustentable, definido como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras. Implica un cambio muy importante en cuanto a la idea de sostenibilidad, principalmente ecológica, y a un marco que da también énfasis al contexto económico y social del desarrollo.
- **Convenio Marco de las Naciones Unidas (1992):** Fue adoptado en Nueva York el 9 de Mayo de 1992 y entró en vigor el 21 de Marzo de 1994. Permite reforzar la conciencia pública a escala mundial de los problemas relacionados con el cambio climático.

- **Cumbre de la Tierra, Rio de Janeiro (1992):** En esta conferencia se adoptó un programa de acción para el siglo XXI, llamado programa 21 que enumera algunas de las 2500 recomendaciones relativas a la aplicación de los principios de la declaración.
- **Protocolo de Kyoto (1997):** Compromete a los países industrializados a estabilizar las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan calentamiento global. Entra en vigor en el año 2005.
- **Cumbre de Johannesburgo (2002):** Cumbre mundial del desarrollo sostenible organizada por la ONU. Se pretendía ofrecer un discurso ecologista para conciencia sobre la importancia del desarrollo sostenible, para que todas las personas puedan satisfacer sus necesidades presentes y futuras sin dañar el medio ambiente.
- **Conferencia de Copenhague (2009).**
- **Conferencia de Mexico (2010).**
- **Conferencia de Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (2012):** también conocida como Rio 12, o Rio+20.
- **Conferencias de la ONU sobre el cambio climático:** Son celebradas anualmente.

A través de estas conferencias, cumbres y protocolos se pretende concienciar de la importancia y repercusión que tienen las emisiones sobre el medio ambiente, y buscar un compromiso por parte de los países desarrollados para reducir las emisiones de estos gases de efecto invernadero, aunque da libertad a los países para que adopten las medidas concretas necesarias para esa reducción de emisiones.

1.1.2.2. Contexto Nacional

España se caracteriza por tener una estructura de consumo dominada por productos petrolíferos importados prácticamente en su totalidad, lo que, junto a una reducida aportación de recursos autóctonos. Esto significa que España tiene una elevada dependencia energética, cercana al 80%, y superior a la media europea que es un 54%. [Figura 1]. [1]

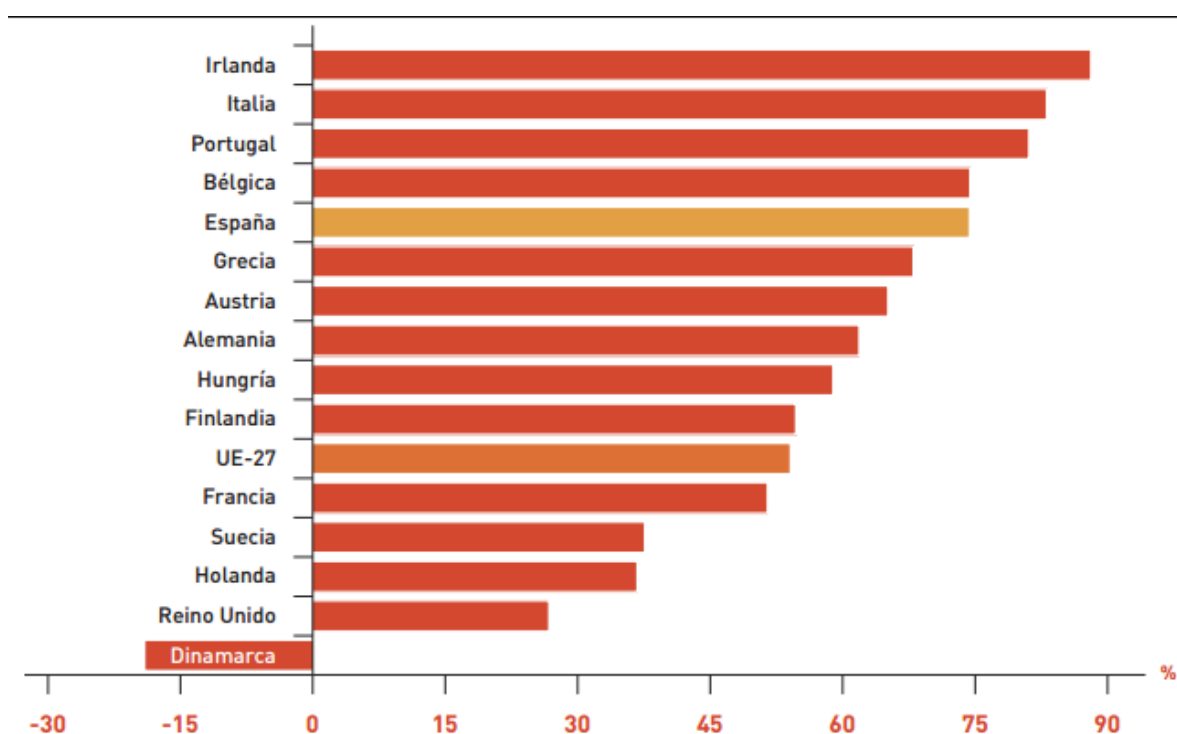


Figura 1. Dependencia Energética en España y UE-27

1.1.2.3. Tendencias en el consumo e intensidad primaria

Las tendencias actualmente observadas presentan la sinergia de los efectos derivados del cambio registrado a partir del año 2004 en la mejora de la eficiencia y de la crisis económica conjuntamente inciden en un acusado descenso de la demanda energética, como podemos observar en la [Figura 2]. [1]

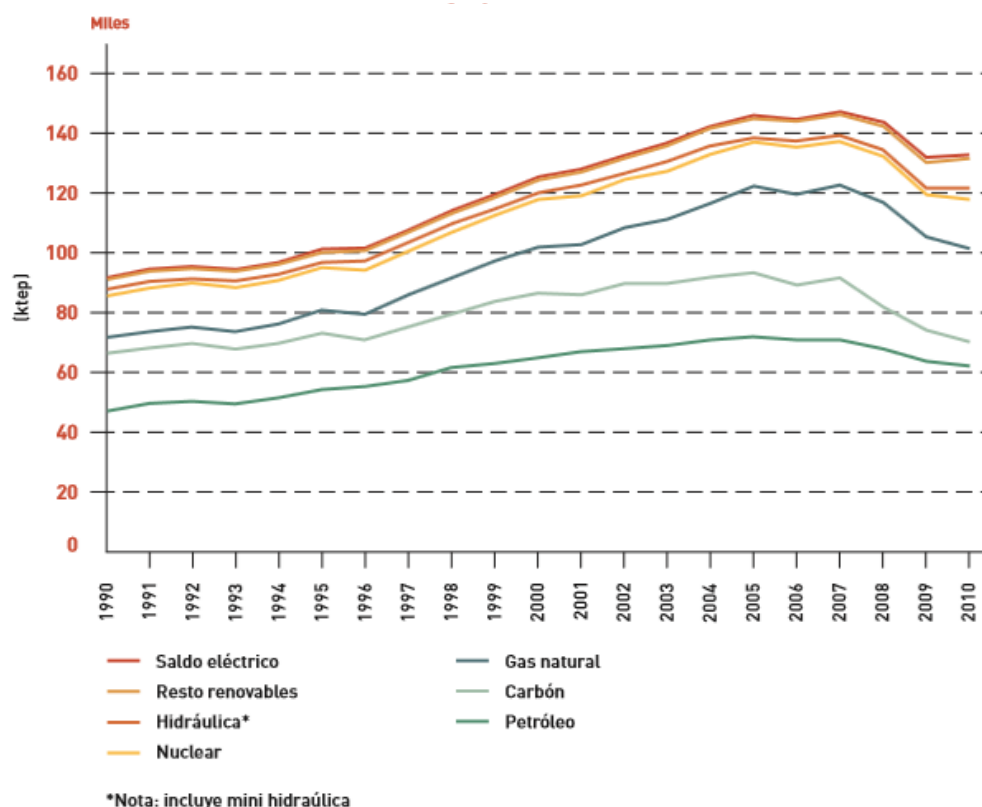


Figura 2. Evolución del consumo de energía primaria

La demanda nacional de energía primaria se ha transformado en las últimas décadas. Si bien, este cambio resulta más evidente a partir de la segunda mitad de los 90, en los que fuentes energéticas renovables y el gas natural han entrado con fuerza en escena, ganándole terreno al carbón y al petróleo tradicionalmente más dominantes en nuestro país, lo cual ha incidido en una mayor diversificación del abastecimiento energético.

Esta coyuntura marcada por la crisis, supone una alteración en el ritmo de evolución de la demanda, es una constante excepcional la trayectoria de las energías renovables, que se constituyen como las únicas fuentes cuya demanda no decae, manteniendo incrementos anuales superiores al 9% desde el año 2006, superando este umbral en 2009, e incluso, duplicándolo en 2010, lo que ha supuesto un crecimiento del 23% en este año de la demanda de estos recursos. [1]

1.1.3. Planes de actuación

De acuerdo a las Normativas de la UE, el Gobierno español ha elaborado el Plan de Acción y Eficiencia Energética 2011-2020, que tiene cinco objetivos principales:

- Reconocer el ahorro y la eficiencia energética como instrumento para el crecimiento económico y bienestar social.
- Conformar las condiciones para la difusión entre la sociedad de las medidas para el ahorro y la eficiencia energética.
- Integrar el ahorro y la eficiencia energética en todas las estrategias nacionales.
- Fomentar la competencia en el mercado bajo el principio rector del ahorro y la eficiencia energética.
- Consolidar la posición de España a la vanguardia del ahorro y la eficiencia energética.

Este plan actuará en los sectores del transporte, industria, edificación y equipamiento en los sectores público, agrícola y pesquero.

En la edificación cabe destacar que los ahorros obtenidos en el periodo de 2004 a 2010 se deben principalmente a las mejoras efectuadas en la envolvente de los edificios, la iluminación y el equipamiento.

1.1.3.1. Plan de activación del Ahorro y la Eficiencia Energética 2008-2011

Este plan contiene 31 medidas ejecutadas prácticamente en su totalidad (se estima en torno a un 92% de cumplimiento de los objetivos de ahorro). De estas 31 medidas cabe destacar las medidas 1, 2, 5, 25 y 26. **[1]**

1. Impulso al mercado de servicios energéticos.
2. Duplicación de la dotación del Programa de Ayudas IDEA a proyectos estratégicos de ahorro y eficiencia energética.
3. Exigencia de la acreditación de la eficiencia energética en la contratación pública de la Administración General de Estado.
4. Campaña de información y formación a los consumidores.
5. Proyecto piloto vehículo eléctrico.
6. Adquisición de turismo Clase A en la Administración General del Estado.
7. Consumo mínimo de 20% de biocarburantes en el Parque Móvil del Estado.

8. Desarrollo reglamentario para garantizar el objetivo de biocarburantes a 2010 del 5,83%.
9. Plan PIVE para sustitución de vehículos.
10. Etiquetado energético comparativo obligatorio de turismos.
11. Reducción de los límites de velocidad en carretera.
12. Promoción de la conducción eficiente.
13. Nueva financiación para Planes de Movilidad Urbana Sostenibles.
14. Incorporación de criterios de eficiencia energética en la financiación del transporte público.
15. Garantía de acceso a la telefonía móvil en el transporte público colectivo.
16. Prolongación de los horarios de apertura de las redes de metro durante los fines de semana.
17. Promoción del transporte urbano en bicicleta.
18. Incentivación del carril BUS-VAO en grandes ciudades.
19. Puesta en marcha de planes de movilidad de trabajadores de la Administración General del Estado.
20. Optimización de las rutas aéreas recortándolas hasta en un 10%.
21. Limitación de la temperatura en el interior de espacios climatizados.
22. Plan Renove de infraestructuras turísticas.
23. Alta calificación energética en nuevos edificios de la Administración Pública.
24. Eliminación de las bombillas de baja eficiencia en 2012.
25. Reparto de 49 millones de bajo consumo a través de tickets regalo con la factura eléctrica.
26. Reparto de 6 millones de bombillas de bajo consumo mediante el programa 2x1.
27. Reducción del 10% del consumo energético en la Administración General de Estado.
28. Mejora de la eficiencia energética en alumbrado exterior.
29. Reducción en 50% del flujo luminoso en autovías y autopistas.
30. Recuperación de electricidad en frenada de trenes.
31. Disminución de pérdidas en el transporte y distribución de energía eléctrica.

1.1.3.2. Plan de Intensificación del Ahorro y la Eficiencia Energética

Este plan contiene 20 medidas con un objetivo previsto de ahorro del 6% de las importaciones de petróleo crudo. De las 20 medidas cabe destacar las medidas número 2, 3, 6, 16 y 19. [1]

1. Financiación para la ejecución de Planes de Movilidad Urbana Sostenibles (PMUS)
2. Plan de eficiencia energética en el transporte, prestando especial atención al transporte ferroviario de mercancías.
3. Plan Renove de neumáticos.
4. Optimización del uso de los pasillos y rutas verdes de aproximación.
5. Fomento del coche compartido a través de las TIC.
6. Reducción de los límites de velocidad de 120 a 110 Km/h en autopistas y autovías.
7. Elevación del objetivo de biodiesel al 7% anual.
8. Rebaja de hasta un 5% de las tarifas de trenes de cercanías y media distancia de RENFE.
9. Fomento del transporte público en la Administración General del Estado: priorización de las ayudas sociales al transporte.
10. Fomento de las ciudades con sello MOVELE.
11. Línea ICO-ESE para el impulso al Plan 2000 ESE para obras de ahorro y eficiencia energética en edificios públicos.
12. Introducción de calderas de biomasa en los edificios de la Administración.
13. Racionalización del consumo energético en las Administraciones Públicas.
14. Intensificación del Plan Renove de calderas de alto rendimiento energético.
15. Certificación energética obligatoria de edificios no residenciales de más de 400KW de potencia instalada.
16. Renovación de los sistemas de alumbrado público municipal por otros más eficientes.
17. Plan de eficiencia energética en la Red de Carreteras del Estado.
18. Culminación de la sustitución de ópticas de semáforos por LED.
19. Plan 2x1 de renovación e halógenos por LED.
20. Campaña de sensibilización sobre el ahorro energético dirigida a los consumidores finales.

1.1.4. Normativa

1.1.4.1. Normativa Europea

- **Directiva 2002/91/CE:** Relativa a la eficiencia energética de los edificios.
- **Directiva 2009/125/CE (Modificada en parte):** Por la que se instaure un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía.
- **Directiva 2010/27/CE (Modificada en parte):** Relativa a la indicación del consumo de energía y otros recursos por parte de los productos relacionados con la energía, mediante el etiquetado y una información normalizada (refundición).
- **Directiva 2012/27/UE:** Del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de Octubre 2012 relativa a la eficiencia energética por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE. [2]

1.1.4.2. Normativa Española

- **Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020-IDEA:** Plan desarrollado por el gobierno dando respuesta a los requerimientos emanados del artículo 14 de la Directiva 2006/32/CE.
- **Real Decreto 235/2013:** Por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. Refundición del RD 47/2007 incorporando las nuevas exigencias de la nueva Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios ampliando su ámbito a todos los edificios incluidos los existentes. El Real Decreto establece la obligación de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética que deberá incluir información objetiva sobre la eficiencia energética de un edificio y valores de referencia.
- **Real Decreto-Ley 8/2014:** Aprobación de medidas urgentes para el crecimiento, la competitividad y la eficiencia.

Capítulo IV: Medidas en materia de eficiencia energética:

Sección 1ª: Sistema nacional de obligaciones de eficiencia energética:

- Creación de un sistema nacional de obligaciones de eficiencia energética.

- Reparto del objetivo de ahorro anual.
- Cumplimiento de las obligaciones y Certificados de Ahorro Energético (CAE).
- Actuaciones según catálogo gestionado por el IDEA.
- Fondo Nacional de Eficiencia Energética.
- Organización, gestión y control del Fondo.
- Dotación económica del Fondo Nacional de Eficiencia Energética.

Sección 2ª: Otras medidas en materia de eficiencia:

- Seguro de responsabilidad civil de los proveedores de servicios energéticos.

Sección 3ª: Régimen de infracciones y sanciones. [3]

1.1.4.3. Código Técnico de la Edificación (CTE)

El Documento Básico de Ahorro de Energía del CTE (en adelante CTE-DB-HE) fija cinco exigencias básicas que cualquier proyecto tendrá que cumplir, las reglas básicas de ahorro de energía redactadas en él. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas de ahorro de energía que van del apartado HE1 al HE5 y que la correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente y se satisface el requisito básico del “Ahorro de energía”.

- **CTE-DB-HE 1:** Limitación de la demanda energética: Fija los mínimos normativos en cuanto a aislamiento, protección solar de los huecos, prevención de condensaciones y estanqueidad de ventanas.
- **CTE-DB-HE 2:** Rendimiento de instalaciones térmicas. Desarrolla el nuevo RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios).
- **CTE-DB-HE 3:** Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación: Promueve el aprovechamiento al máximo de la luz natural, y se exigen factores de eficiencia energética en las instalaciones de iluminación artificial. Para asegurar que esos factores de eficiencia sean constantes en el tiempo, se propone la redacción y ejecución de un plan de mantenimiento de luminarias.
- **CTE-DB-HE 4:** Contribución solar mínima de ACS (Agua Caliente Sanitaria): Exige un porcentaje de aportación de agua caliente de origen solar dependiendo de

la zona climática en la que se encuentre, el uso al que está destinado el edificio y el tipo de combustible que se sustituya.

- **CTE-DB-HE 5:** Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica. Exige, según el uso del edificio, incorporar una instalación de generación eléctrica mediante paneles fotovoltaicos.

Finalmente hay que destacar que el Consejo para la Sostenibilidad, Innovación y Calidad de la Edificación (CSICE), órgano colegiado creado en el CTE con la participación de todas las Administraciones Públicas, representantes de los agentes de la edificación y asociaciones representativas de los ciudadanos, va a realizar el seguimiento y evaluación de la aplicación del CTE, así como su actualización periódica conforme a la evaluación técnica y demanda de la sociedad, asegurando el alcance de los objetivos planteados en el CTE. [4]

1.1.4.4. Cuando debe obtenerse la Certificación Energética

El Real Decreto 235/2013 prevé tres situaciones en las que es obligatorio obtener el certificado (artículo 2):

- En edificios nuevos. Su certificación tendrá dos partes: la de proyecto, que se incluirá en el proyecto de ejecución, y la de edificio terminado, que confirmará los datos de la primera, debiendo modificarse, de no ser así, ésta. El responsable de que se obtenga es el Promotor (agente de la edificación) o propietario.
- En edificios existentes o partes de edificios existentes cuando se vendan, o alquilen a un nuevo arrendatario (por tanto no es aplicable en renovaciones). El responsable de que se obtenga es el propietario.
- En edificios o partes de edificios ocupados por una autoridad pública, frecuentados por el público y con superficie superior a 250 m². La definición de autoridad pública es la del artículo 2 de la Ley 30/1992. El responsable es el propietario, ya sea un tercero, si la administración es arrendataria, o la propia administración, si es propietaria.

Además, la Ley de Rehabilitación, Regeneración y Renovación Urbanas introduce como parte del Informe de Evaluación de Edificios el certificado de eficiencia energética.

Por tanto será obligatoria su obtención para los edificios existentes a los que corresponda disponer del Informe. Éstos son:

- Los que deben obtener el informe de acuerdo con el calendario establecido por las autoridades autonómicas o municipales. El mínimo establecido por la Ley estatal es cada diez años para edificios de más de 50 años de antigüedad (en los 5 años siguientes al que alcance esa edad), pero los niveles inferiores de la administración pueden introducir condiciones más restrictivas (en cuanto a los edificios afectados y la periodicidad). Dado que la orientación de la ley respecto a los municipios que dispongan de Inspección Técnica de Edificaciones en funcionamiento es completar sus contenidos, lo más probable será que los calendarios y ámbitos de aplicación sean en esos municipios, los ya existentes.
- Previamente a la solicitud de cualquier ayuda a la conservación, para la accesibilidad o para la rehabilitación energética del edificio. [5]

1.1.5. Edificio Objeto

1.1.5.1. Entorno Físico

- **Parcela:** Parcela de forma cuadrada. Fachada a calle Tercia nº 21 de Navas de San Juan, con una anchura de 10 metros y un fondo o longitud total igualmente de 10 metros.
- **Superficie:** Superficie total del solar de $100m^2$.
- **Linderos:** Se desconocen.
- **Topografía:** Morfológicamente tenemos una superficie con desnivel de un 1% por la caída de la calle, a efectos de definición en la herramienta unificada no nos supondrá ninguna limitación.
- **Construcciones y vegetación existente:** El solar se encuentra en construcción.
- **Servicios urbanos:** Disponible íntegramente.

1.1.5.2. Emplazamiento

- **Localidad:** Navas de San Juan.
- **Emplazamiento respecto a la población:** En el centro urbano.
- **Calle o Plaza:** Tercia, nº 21.
- **Características del paisaje urbano:** Residencial en casco consolidado.



Figura 3. Vista aérea del emplazamiento

En la [Figura 4], podemos observar una imagen frontal de la edificación realizada en verano de 2017, la cual ha tenido modificaciones posteriores ajustándose a lo descrito en este documento.



Figura 4. Vista Fachada

1.1.5.3. Descripción General de la Edificación

Se trata de una vivienda unifamiliar formada por tres plantas. Planta baja a nivel de suelo, planta primera y planta segunda, esta última está dividida en dos por su mitad transversal, la mitad frontal destinada a terraza y la mitad trasera habitable.

1.1.5.3.1. Programa de Necesidades

La vivienda unifamiliar objeto consta de una planta a nivel del suelo destinada a garaje y puerta de entrada mediante un pasillo a la primera y segunda planta habitables.

La edificación se organiza de la siguiente forma:

- **PLANTA BAJA:** Destinada completamente a garaje a excepción de un pasillo lateral derecho visto frontalmente de 2m de ancho por el cual se accede a unas escaleras de acceso a las plantas primera y segunda.
- **PLANTA PRIMERA:** A partir de las escaleras de se accede a una primera planta formada por Salón/Comedor, Cocina, Baño y Dormitorio Principal.
- **PLANTA SEGUNDA:** A partir de estas mismas escaleras se accede a la planta segunda en la cual tienen lugar dos dormitorios, un baño y una terraza que ocupa la mitad frontal del terreno.

1.1.5.3.2. Uso Característico del Edificio

El uso característico de la edificación es de vivienda unifamiliar, el cual coincide con el uso característico de la Ordenanza Urbanística de aplicación.

1.1.5.3.3. Relación con el entorno

Existe una relación con el entorno adecuada ya que este se compone de edificaciones destinadas a vivienda unifamiliares con las mismas ordenanzas urbanísticas.

1.2.1. Herramienta Unificada LIDER CALENER (HULC)

De acuerdo con la Nota informativa sobre Procedimiento para la Certificación de Eficiencia Energética, desde el 14 de enero de 2016, sólo serán admitidos por los Registros de las Comunidades Autónomas los certificados de eficiencia energética realizados con la versión 20151113 (0.9.1431.1016) de la Herramienta Unificada LIDER-CALENER (HULC) o posterior. Del mismo modo, desde el 14 de enero de 2016, las verificaciones de CTE deberán realizarse con la versión 0.9.1431.1016 o posterior de la Herramienta Unificada, de acuerdo con esta Nota informativa sobre los factores de conversión de energía final a primaria.

La Herramienta Unificada Líder Calender incluye la unificación en una sola plataforma de los anteriores programas generales oficiales empleados para la evaluación de la demanda energética y del consumo energético y de los Procedimientos Generales para la Certificación energética de Edificios (LIDER-CALENER), así como los cambios necesarios para la convergencia de la certificación energética con el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE) del Código Técnico de la Edificación (CTE) y el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE), ambos actualizados en el año 2013.

Esta herramienta informática permite la verificación de las exigencias 2.2.1 de la sección HE0, 2.2.1.1 y punto 2 del apartado 2.2.2.1 de la sección HE1 del Documento Básico de Ahorro de Energía DB-HE. También permite la verificación del apartado 2.2.2 de la sección HE0 que debe verificarse, tal como establece el DB-HE, según el procedimiento básico para la certificación energética de edificios.

Desde la versión 20151113 (0.9.1431.1016), la herramienta genera el informe en formato oficial para la Certificación energética de Edificios, así como un archivo digital en formato XML, que contiene todos los datos del certificado y que deberá aportarse en el momento del registro. [6] [7]

1.2.1.1. Definición Geométrica

Para crear nuestra edificación partimos de unos planos simplificados creados previamente en AUTOCAD (ver Capítulo 3. Planos). Posteriormente los importamos a HULC y a partir de ellos nos es más sencillo crear los muros de cada planta.

Los forjados se crean mediante la herramienta forjados automáticos incorporada en nuestro programa.

En la [Figura 5] y siguientes, hasta [Figura 9] podemos ver imágenes del desarrollo de nuestra edificación en el software.

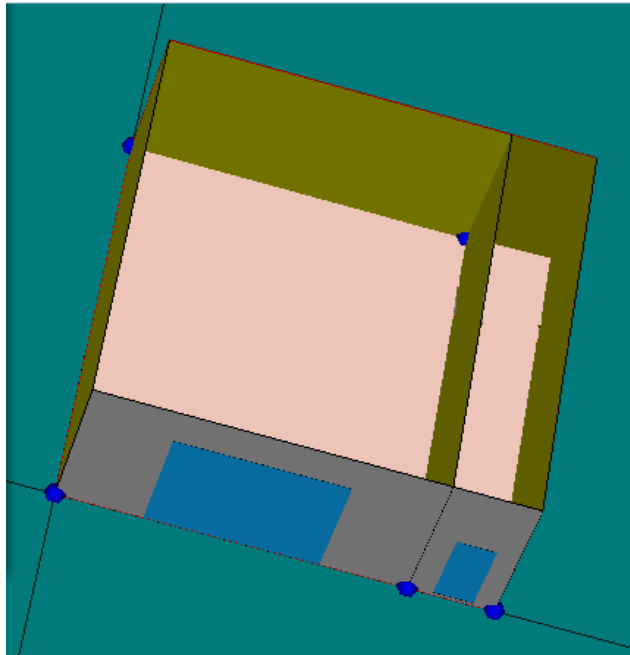


Figura 5. Vista Planta Baja

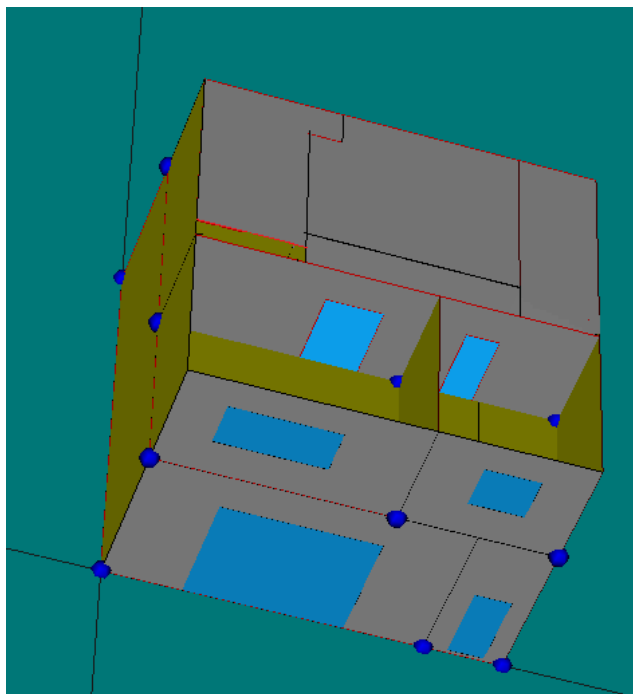


Figura 6. Vista Planta Primera

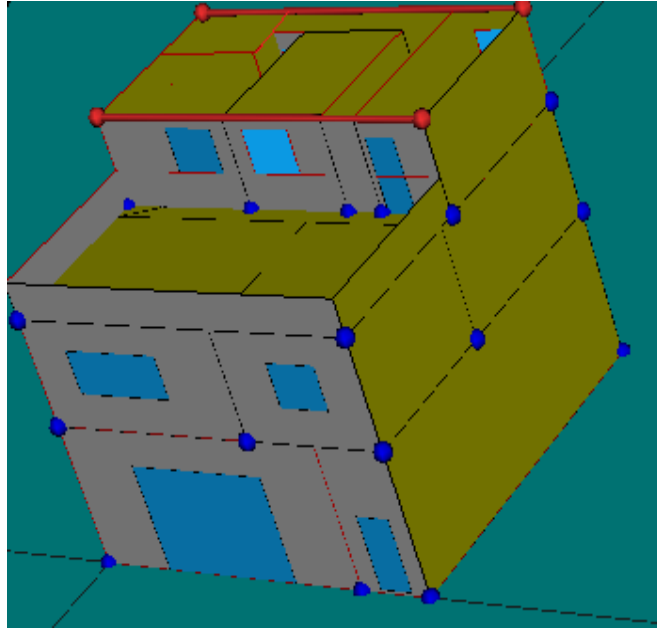


Figura 7. Vista Planta Segunda

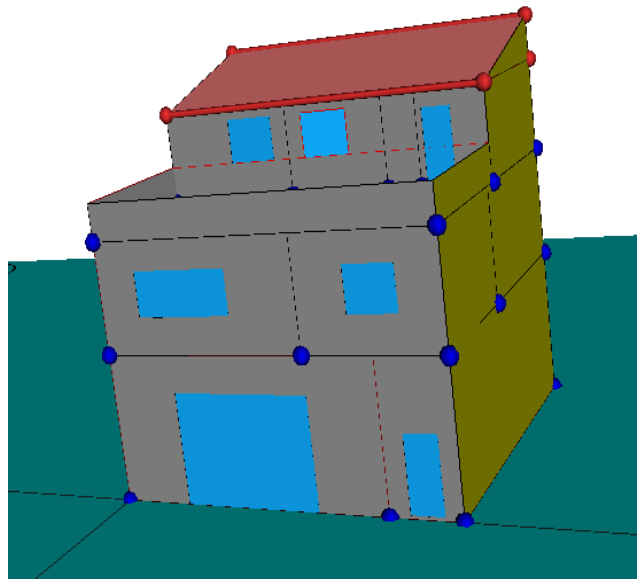


Figura 8. Vista Frontal Norte-Este

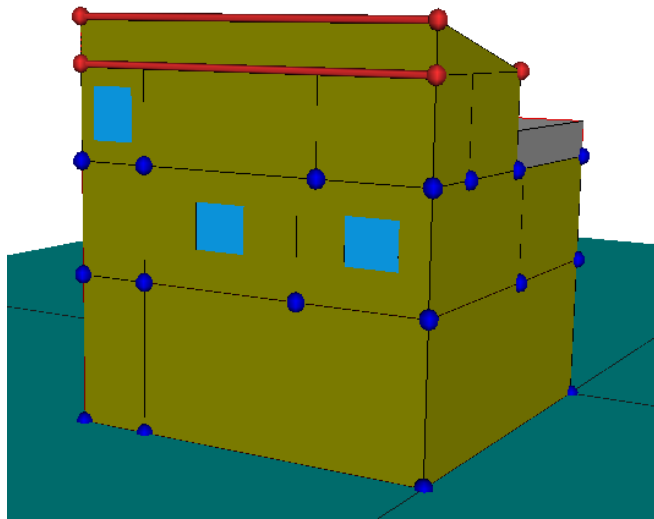


Figura 9. Vista Trasera Sur-Oeste

1.2.1.2. Base de Datos

Para la construcción de nuestro edificio en la herramienta unificada HULC LIDER CALENER debemos de definir previamente la composición de nuestras secciones constructivas (medianerías, tabiquería, cubierta etc), y las propiedades térmicas de los huecos (ventanas y puertas) y crear una base de datos con ellas.

1.2.1.2.1. Cerramientos Opacos

Los cerramientos opacos se encargan de proteger los espacios habitables de nuestra vivienda de los agentes externos (frío, calor, agua o sonido).

Tendremos en cuenta varias características tales como su masa térmica, decisiva para dotar a la edificación de inercia térmica, la permeabilidad al aire en función de la ventilación, su composición o la existencia de cámara de aire. En las tablas, de [Tabla 1] a [Tabla 6] se muestra la composición de nuestros cerramientos.

CUBIERTA (U=0.07 W/m2K)				
MATERIAL	ESPEJOR (m)	CONDUCTIVIDAD (W/mK)	DENSIDAD (Kg/m3)	CP
Teja de Arcilla cocida	0.02	1	2000	800
Mortero de cemento	0.03	0.55	1125	1000
Poliestireno expandido	0.4	0.029	30	1000
Mortero de cemento	0.03	0.55	1125	1000
Hormigón en masa	0.21	1.65	2150	1000
Entrevigado de EPS	0.4	0.44	1290	1000
Enlucido de yeso	0.04	0.57	1150	1000

Tabla 1. Composición de Cubierta

FORJADO INTERNO (U=0.07 W/m2K)				
MATERIAL	ESPEJOR (m)	CONDUCTIVIDAD (W/mK)	DENSIDAD (Kg/m3)	CP
Baldosa cerámica	0.02	1	2000	800
Mortero de cemento	0.02	0.55	1125	1000
Entrevigado de hormigón	0.4	1.311	985	1000
Poliestireno expandido	0.4	0.029	30	1000
Hormigón en masa	0.21	1.65	2150	1000
Enlucido de yeso	0.02	0.57	1150	1000

Tabla 2. Composición de Forjado Interno

FORJADO TERRENO (U=0.07 W/m2K)				
MATERIAL	ESPEJOR (m)	CONDUCTIVIDAD (W/mK)	DENSIDAD (Kg/m3)	CP
Azulejo cerámico	0.03	1.3	2300	840
Mortero de cemento	0.02	0.55	1125	1000
Poliestireno expandido	0.4	0.029	30	1000
Hormigón en masa	0.21	1.65	2150	1000
Áridos densos	0.29	1.115	1000	1000
Tierra Vegetal	0.35	0.520	2000	1840

Tabla 3. Composición de Forjado del Terreno

MEDIANERA (U=0.06 W/m ² K)				
MATERIAL	ESPESOR (m)	CONDUCTIVIDAD (W/mK)	DENSIDAD (Kg/m ³)	CP
1 Pie Ladrillo Catalán	0.24	0.567	1150	1000
Cámara de aire sin ventilar	0.4			0.16 (resistencia térmica)
Poliestireno expandido	0.4	0.029	30	1000
1 Pie Ladrillo Catalán	0.21	0.567	1150	1000
Mortero de cemento	0.02	0.55	1125	1000
Enlucido de yeso	0.04	0.57	1150	1000

Tabla 4. Composición de Medianería

MURO EXTERIOR (U=0.06 W/m ² K)				
MATERIAL	ESPESOR (m)	CONDUCTIVIDAD (W/mK)	DENSIDAD (Kg/m ³)	CP
1 Pie Ladrillo Catalán	0.24	0.567	1150	1000
Cámara de aire sin ventilar	0.4			0.16 (resistencia térmica)
Poliestireno expandido	0.4	0.029	30	1000
1 Pie Ladrillo Catalán	0.21	0.567	1150	1000
Mortero de cemento	0.02	0.55	1125	1000
Enlucido de yeso	0.02	0.57	1150	1000

Tabla 5. Composición de Muro Exterior

TABIQUES (U=0.08 W/m ² K)				
MATERIAL	ESPESOR (m)	CONDUCTIVIDAD (W/mK)	DENSIDAD (Kg/m ³)	CP
Enlucido de yeso	0.04	0.57	1150	1000
Tabicón LH doble	0.09	0.432	930	1000
Cámara de aire sin ventilar	0.3			0.16 (resistencia térmica)
Poliestireno expandido	0.3	0.029	30	1000
Tabicón LH doble	0.09	0.432	930	1000
Mortero de cemento	0.02	0.55	1125	1000
Enlucido de yeso	0.04	0.57	1150	1000

Tabla 6. Composición de Tabiquería

1.2.1.2.2. Ventanas y Puertas

Es muy importante definir estos huecos ya que están relacionados directamente con el exterior, obteniendo luz y ventilación del exterior e influyen directamente en la definición de los parámetros de eficiencia energética de la vivienda y reducen considerablemente la capacidad de la envolvente de protegerse del exterior. En la [Tabla 7] y [Tabla 8] podemos ver las propiedades de nuestras puertas y ventanas.

PUERTAS	
Grupo Vidrio	Dobles Bajo Emisivos (0.1-0.2) en posición vertical
Vidrio	DB1_4-15-6117
Grupo Marco	Madera en posición vertical
Marco	Madera de densidad media-baja
% cubierto por el marco	10%
Permeabilidad al aire	60 m ³ /hm ² a 100Pa

Tabla 7. Propiedades de Puertas

El vidrio utilizado tiene una transmitancia térmica (U) de 1.80 W/m²K y un factor solar (g) de 0.25.

Las propiedades del marco son U= 2 W/m²K y una absorptividad de $\alpha = 0.7$

VENTANAS	
Grupo Vidrio	Dobles Bajo Emisivos (0.03-0.1) en posición vertical
Vidrio	DB2_4-12-331
Grupo Marco	PVC en posición vertical
Marco	PVC dos cámaras
% cubierto por el marco	10%
Permeabilidad al aire	25 m ³ /hm ² a 100Pa

Tabla 8. Propiedades de Ventanas

El vidrio es el mismo al utilizado para las puertas y tiene una transmitancia térmica (U) de 1.80 W/m²K y un factor solar (g) de 0.25.

Las propiedades del marco son U= 2.20 W/m²K y una absorptividad de $\alpha = 0.7$

1.2.1.3. Verificación CTE-HE1

Realizamos la verificación y cómo podemos observar en la Figura 10, nuestra edificación cumple con la demanda límite para calefacción y refrigeración impuesta por el CTE-HE1.

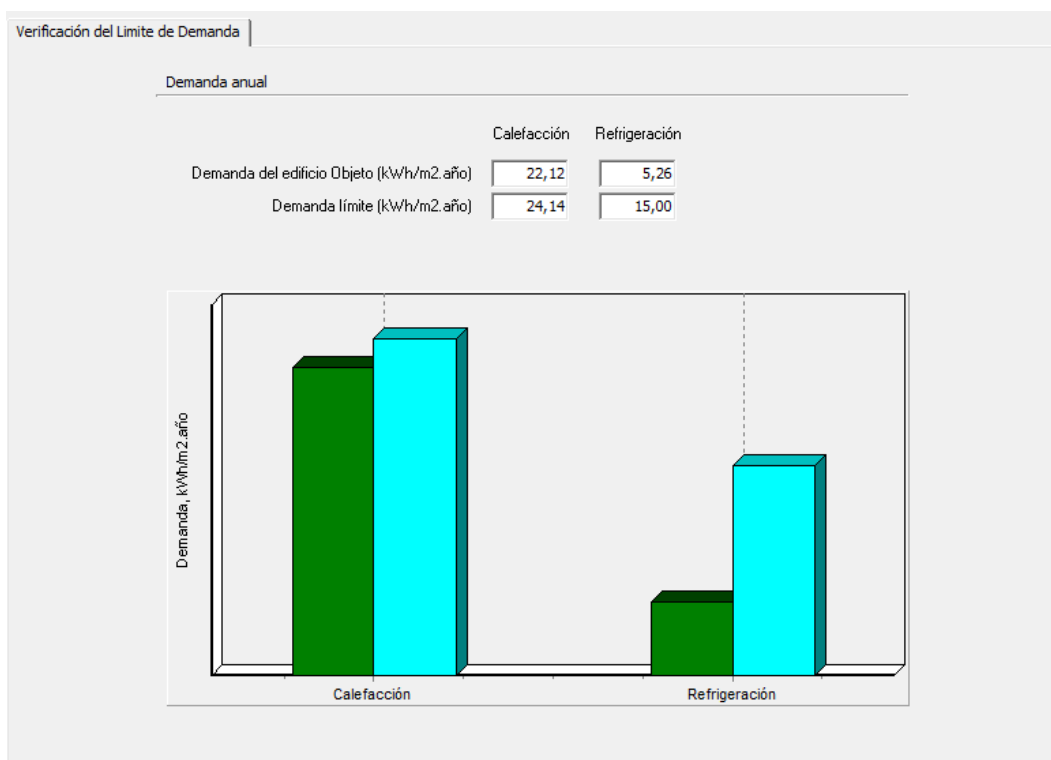


Figura 10. Verificación CTE-HE1

La demanda calefacción de nuestra vivienda es de 22.12 KWh/ m²año, inferior a la demanda límite de 24.14 KWh/ m²año para un edificio de referencia con las mismas características que nuestra vivienda objeto, por tanto **CUMPLE** con CTE-HE1.

La demanda refrigeración de nuestra vivienda es de 5.26 KWh/ m²año, inferior a la demanda límite de 15.00 KWh/ m²año para un edificio de referencia con las mismas características que nuestra vivienda objeto, por tanto **CUMPLE** con CTE-HE1.

1.2.1.4. Definición del Sistema de Calefacción

Para definir el sistema de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) utilizamos la herramienta VYP (Vivienda y Pequeño Terciario) incluida en HULC.

En nuestra vivienda optamos por una caldera de Biomasa alimentada por Pellets la cual suministra calor a la vivienda además de al depósito de Agua caliente Sanitaria.

El cálculo de la potencia necesaria de nuestra caldera teniendo en cuenta la calefacción y la demanda de ACS se encuentra detallado en el [ANEXO I] de este proyecto, las cuales resumimos en la [Figura 11] y [Tabla 9].

Agua caliente sanitaria (ACS)

En la sección HE-4 del CTE se indica que la demanda de ACS es de 28 litros por persona y día, la cual multiplicada por 3 personas nos da un valor de 84 l/día el cual sobredimensionamos por algún uso especial eventual e introducimos 100 l/día en la herramienta. [8]

demanda de ACS

Nombre

Propiedades básicas

Consumo total diario	100,00	l/día
Temperatura de utilización	60,0	°C
Temperatura del agua de red	13,2	°C

Figura 11. Valores de ACS

Calefacción

Para la calefacción se utilizan radiadores Marca: Cointra Modelo: Orion HP700. En la [Tabla 9] se muestra la potencia de cada radiador, así como el número de elementos de los que consta, todos ellos con una altura de 0.6815 metros.

CALEFACCIÓN		
LOCAL	POTENCIA (KW)	Nº ELEMENTOS
Salón	2,53	17
Dormitorio 1	1,31	9
Cocina	0,81	6
Baño 1	0,66	5
Dormitorio 2	0,88	6
Dormitorio 3	0,92	7
Baño 2	0,27	2

Tabla 9. Potencias de elementos de Calefacción

1.2.1.5. Cálculo de Consumos y Calificación

Una vez definidos e introducidos todos los sistemas en la herramienta procedemos al cálculo de demandas, consumos y emisiones, así como obtener el certificado energético mediante el software HULC. [Figura 12].

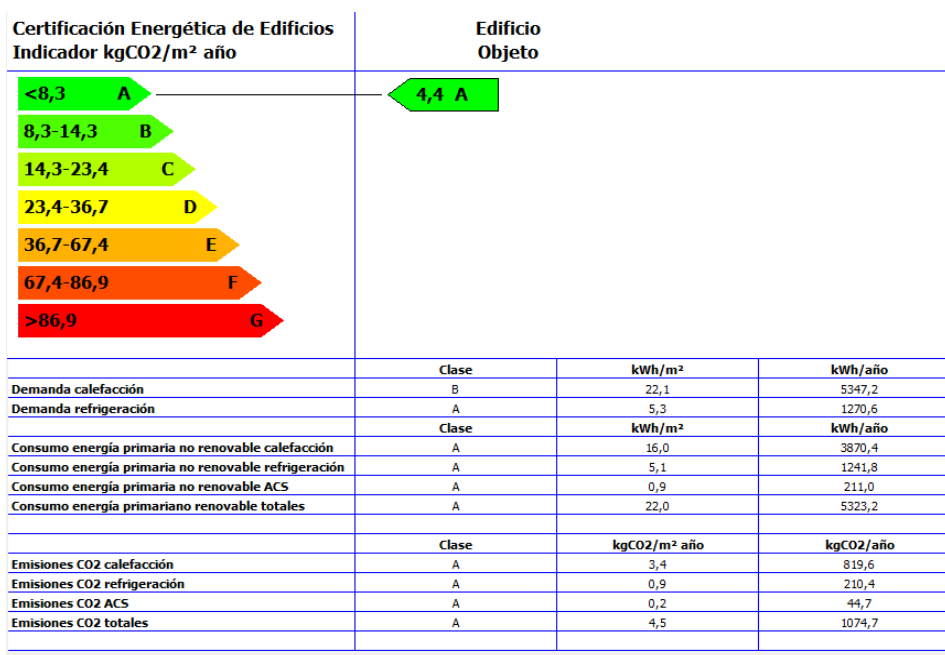


Figura 12. Calificación Energética con Caldera de Biomasa

	Edificio Objeto	
Demandas	kWh/m² año	kWh/año
Calefacción	22,1	5347,2
Refrigeración	5,3	1270,6

	Edificio Objeto	
Consumos Energía Final	kWh/m² año	kWh/año
Calefacción	33,2	8035,4
Refrigeración	2,6	635,5
ACS	10,3	2482,8
Global	46,1	11153,7

	Edificio Objeto	
Consumos Energía Primaria No Renovable	kWh/m² año	kWh/año
Calefacción	16,0	3870,4
Refrigeración	5,1	1241,8
ACS	0,9	211,0
Global	22,0	5323,2

	Edificio Objeto	
Emisiones	kgCO₂/m² año	kgCO₂/año
Calefacción	3,4	819,6
Refrigeración	0,9	210,4
ACS	0,2	44,7
Global	4,5	1074,7

Figura 13. Resumen Resultado Calificación con Caldera de Biomasa

1.2.1.6. Verificación CTE-HE0

En la siguiente figura, [Figura 14], se puede ver que el edificio cumple con la CTE-HE0.

Nuestra edificación tiene un consumo del 39,18% del consumo límite.

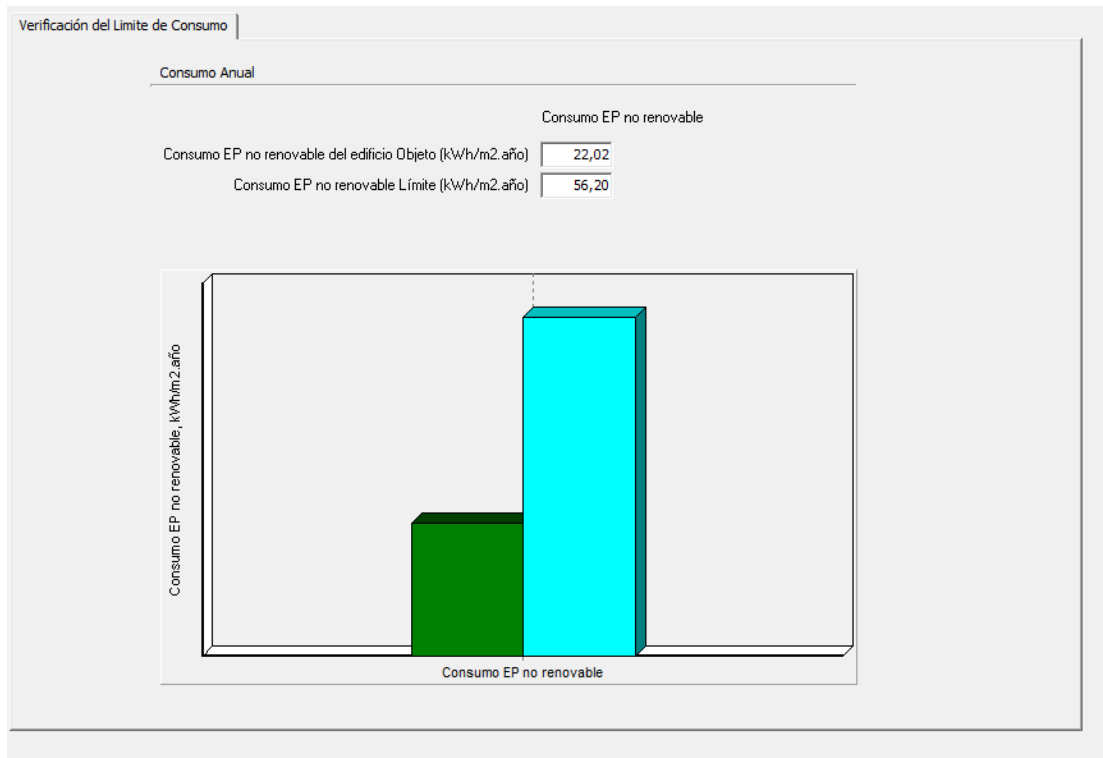


Figura 14. Verificación CTE-HE0 con Caldera de Biomasa

1.2.2. Propuesta alternativa de Calefacción

Vamos a estudiar una alternativa para mejorar eficiencia de nuestra vivienda.

En nuestro caso se propone la sustitución de la caldera de biomasa por una que utiliza gasóleo como combustible. Esta tiene la particularidad que es necesario la instalación de paneles solares el depósito de ACS.

1.1.2.1. Caldera Calefacción de Gasóleo

Para este caso particular los radiadores son los mismos pero necesitamos calcular la instalación solar para ACS, para ello utilizamos el software CHEQ4, introduciendo nuestros valores y utilizando un panel solar Marca: Cointra Modelo: Perseo 160 obtenemos una fracción cubierta por el sistema solar térmico del 75%. Estos resultados pueden verse en el [Anexo IV] de este proyecto.

En la [Figura 15] se muestran los datos introducidos para este caso.

Mixto calefacción y ACS

Nombre: SIS_Mixto_calefaccion_y_ACS

Propiedades básicas

Fracción cubierta por el sistema solar térmico	75,0	%
Temperatura de impulsión sanitaria	50,0	°C
Temperatura de impulsión calefacción	80,0	°C
Multiplicador	1	

Aceptar

Figura 15. Datos ACS para Caldera de Gasóleo

1.2.2.2. Resultados

En la [Figura 16] y [Figura 17] se muestran los resultados obtenidos con este tipo de caldera.

También se muestra el resultado de la verificación del CTE-HE0 en la [Figura 18].

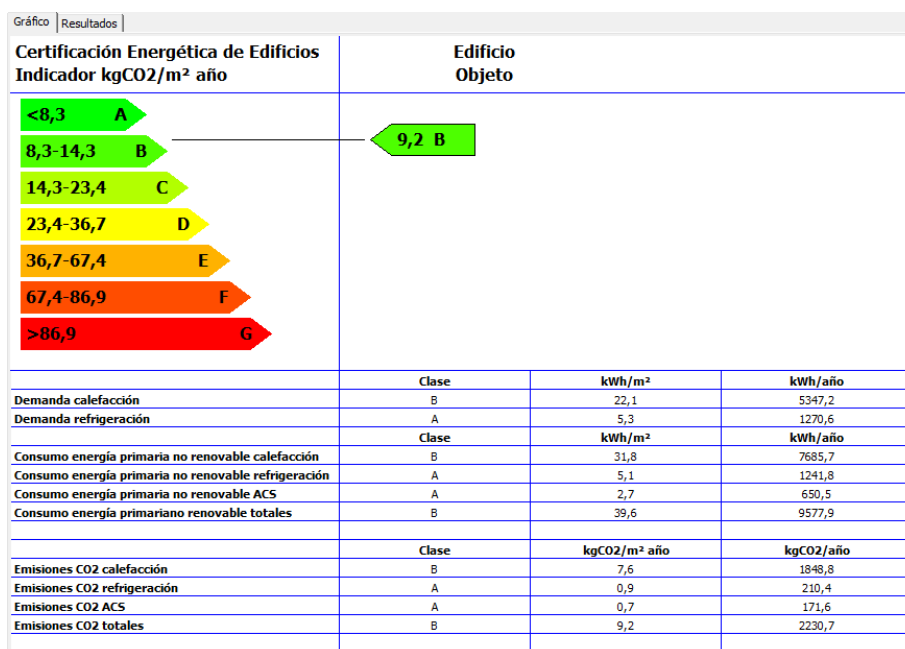


Figura 16. Calificación Energética con Caldera de Gasóleo

Resultados		
Edificio Objeto		
Demandas	kWh/m² año	kWh/año
Calefacción	22,1	5347,2
Refrigeración	5,3	1270,6
Edificio Objeto		
Consumos Energía Final	kWh/m² año	kWh/año
Calefacción	26,9	6491,9
Refrigeración	2,6	635,5
ACS	2,3	551,8
Global	31,8	7679,1
Edificio Objeto		
Consumos Energía Primaria No Renovable	kWh/m² año	kWh/año
Calefacción	31,8	7685,7
Refrigeración	5,1	1241,8
ACS	2,7	650,5
Global	39,6	9577,9
Edificio Objeto		
Emisiones	kgCO2/m² año	kgCO2/año
Calefacción	7,7	1848,8
Refrigeración	0,9	210,4
ACS	0,7	171,6
Global	9,2	2230,7

Figura 17. Resumen Resultados Calificación con Caldera de Gasóleo

A la vista de los resultados podemos adelantar que nuestra edificación es menos eficiente con este tipo de calefacción y obtiene una certificación energética menor con ella.

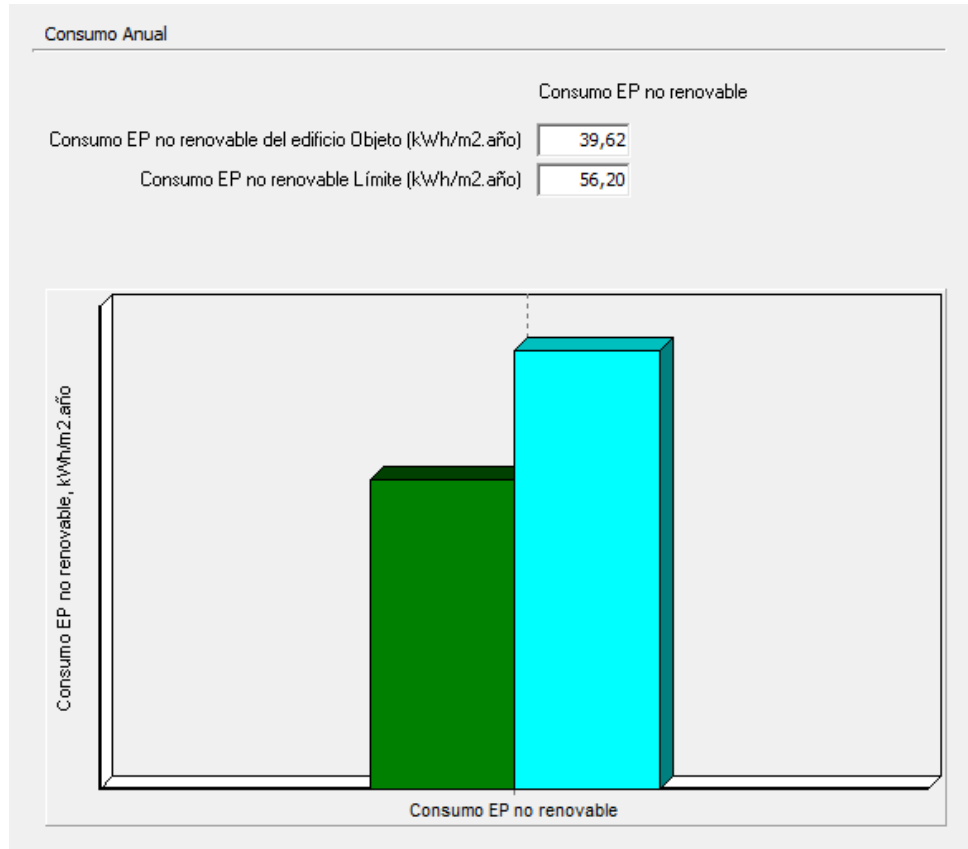


Figura 18. Verificación CTE-HE0 con Caldera de Gasóleo

En la figura anterior, [Figura 18], se puede ver que el edificio cumple con la CTE-HE0.

Nuestra vivienda tiene un consumo del 70,48% del consumo límite, un valor superior al 39,18% obtenido con la caldera de biomasa.

1.2.3. Estudio Económico

En este apartado vamos a calcular el coste económico anual de cada una de las opciones que tenemos para calefacción y ACS.

1.2.3.1. Caldera de Biomasa (Pellets)

Para este caso nuestra vivienda tiene un consumo de energía final que incluye calefacción y ACS de 10518,2 KWh/año, tal y como podemos ver en la [Figura 13].

El pellet tiene un poder calorífico inferior de 3940 Kcal/Kg, dato obtenido directamente en la página web del IDEA (Instituto de la Diversificación y Ahorro de Energía). [9]

El precio de este combustible es de 0,23 €/kg suministrado por un distribuidor local.

Con estos datos procedemos a calcular el coste de esta instalación:

En primer lugar pasamos el poder calorífico inferior a $\frac{KWh}{Kg}$ tal y como podemos observar en la [Ecuación 1]:

$$3940 \frac{Kcal}{Kg} * 4,184 \frac{KJ}{Kcal} * 227.778 \cdot 10^{-6} \frac{KWh}{KJ} = 4,57 \frac{KWh}{Kg} \quad (\text{Ecuación 1})$$

A continuación en la [Ecuación 2] obtenemos los kilos anuales necesarios:

$$10.518,2 \frac{KWh}{año} * \frac{1 Kg}{4,57 KWh} = 2301,58 \frac{Kg}{año} \approx 2302 \frac{Kg}{año} \quad (\text{Ecuación 2})$$

En la [Ecuación 3] multiplicamos por el precio por kilo de pellet para obtener el gasto anual en euros.

$$2302 \frac{Kg}{año} * 0,23 \frac{€}{Kg} = \mathbf{529.46} \frac{€}{año} \quad (\text{Ecuación 3})$$

El precio del combustible estimamos que tenga un incremento del 2,5% anual, el cual debemos tener en cuenta.

Además tenemos que contar con el precio de la caldera, su instalación, mantenimiento.

La caldera, radiadores y todos los elementos necesarios para la instalación tienen un coste de 7313,41€, presupuesto dado por la empresa Multiservicios Ruiz Sánchez, una de las empresas instaladoras de la zona.

Asociamos un gasto de mantenimiento equivalente al 5% del gasto anual.

En la [Tabla 10] se muestra el coste que tendremos el primer año de funcionamiento.

	Precio Unitario (€/Kg)	Unidades (Kg/año)	Coste (€/año)
Combustible	0,23	2302	529,46
Mantenimiento	5% Coste		26,473
SUBTOTAL			555,933
Incremento Anual	2,5% del Subtotal a partir del Primer Año		
TOTAL			555,933

Tabla 10. Coste Anual (Caldera de Pellets)

En la siguiente tabla [Tabla 11], exponemos el gasto acumulado a lo largo de 20 años, contando como año 0 la adquisición e instalación de la caldera.

Año	Coste (€)	Coste Acumulado (€)
0		7313,41
1	555,93	7869,34
2	569,83	8439,17
3	584,08	9023,25
4	598,68	9621,93
5	613,65	10235,58
6	628,99	10864,56
7	644,71	11509,28
8	660,83	12170,11
9	677,35	12847,46
10	694,28	13541,74
11	711,64	14253,38
12	729,43	14982,81
13	747,67	15730,48
14	766,36	16496,84
15	785,52	17282,36
16	805,16	18087,52
17	825,29	18912,80
18	845,92	19758,72
19	867,07	20625,79
20	888,74	21514,53

Tabla 11. Coste Acumulado (Caldera de Pellets)

1.2.3.2. Caldera de Gasóleo

Para este caso nuestra vivienda tiene un consumo de energía final que incluye calefacción y ACS de 7043,7 KWh/año, tal y como podemos ver en la [Figura 17].

El gasóleo tiene un poder calorífico inferior de 10170 Kcal/Kg, dato obtenido directamente en la página web del IDEA (Instituto de la Diversificación y Ahorro de Energía). [9]

El precio de este combustible es de 0,803 €/litro suministrado por un distribuidor local.

Con estos datos procedemos a calcular el coste de esta instalación:

En primer lugar pasamos el poder calorífico inferior a $\frac{KWh}{litro}$ tal y como podemos observar en la [Ecuación 4]:

$$10.170 \frac{Kcal}{Kg} * 4,184 \frac{KJ}{Kcal} * 227.778 \cdot 10^{-6} \frac{KWh}{KJ} * 832 \frac{Kg}{m^3} * \frac{1m^3}{1000 l} = 9,83 \frac{KWh}{litro}$$

(Ecuación 4)

A continuación en la [Ecuación 5] obtenemos los litros anuales necesarios:

$$7.043,7 \frac{KWh}{año} * \frac{1 litro}{9,83 Kwh} = 716,55 \frac{litros}{año} \approx 717 \frac{litros}{año} \quad (\text{Ecuación 5})$$

En la [Ecuación 6] multiplicamos por el precio por litro del gasóleo para obtener el gasto anual en euros.

$$717 \frac{litros}{año} * 0,803 \frac{€}{litro} = 575,39 \frac{€}{año} \quad (\text{Ecuación 6})$$

El precio del combustible estimamos que tenga un incremento del 2,5% anual, el cual debemos tener en cuenta.

Además tenemos que contar con el precio de la caldera, su instalación, mantenimiento. En este caso, además de la caldera tenemos que instalar las placas solares para el depósito de ACS. La caldera, radiadores, placas solares y su instalación completa tiene un coste de 8039,56€, datos proporcionados por la empresa Multiservicios Ruiz Sánchez.

Asociamos un gasto de mantenimiento equivalente al 5% del gasto anual.

En la [Tabla 12] se muestra el coste que tendremos el primer año de funcionamiento.

	Precio Unitario (€/litro)	Unidades (litros/año)	Coste (€/año)
Combustible	0,803	717	575,751
Mantenimiento	5% Coste		28,78755
SUBTOTAL			604,53855
Incremento Anual	2,5% del Subtotal a partir del Primer Año		
TOTAL			604,53855

Tabla 12. Coste Anual (Caldera de Gasóleo)

En la siguiente tabla [Tabla 13], exponemos el gasto acumulado a lo largo de 20 años, contando como año 0 la adquisición e instalación.

Año	Coste (€)	Coste Acumulado (€)
0		8039,56
1	604,54	8644,10
2	619,65	9263,75
3	635,14	9898,89
4	651,02	10549,92
5	667,30	11217,21
6	683,98	11901,19
7	701,08	12602,27
8	718,61	13320,88
9	736,57	14057,45
10	754,99	14812,44
11	773,86	15586,30
12	793,21	16379,50
13	813,04	17192,54
14	833,36	18025,90
15	854,20	18880,10
16	875,55	19755,65
17	897,44	20653,09
18	919,88	21572,97
19	942,87	22515,84
20	966,45	23482,29

Tabla 13. Coste Acumulado (Caldera de Gasóleo)

1.2.3.3. Comparativa

En la [Figura 19] podemos observar un gráfico comparativo del coste de ambas opciones de calefacción a lo largo de 20 años desde su instalación y puesta en marcha.

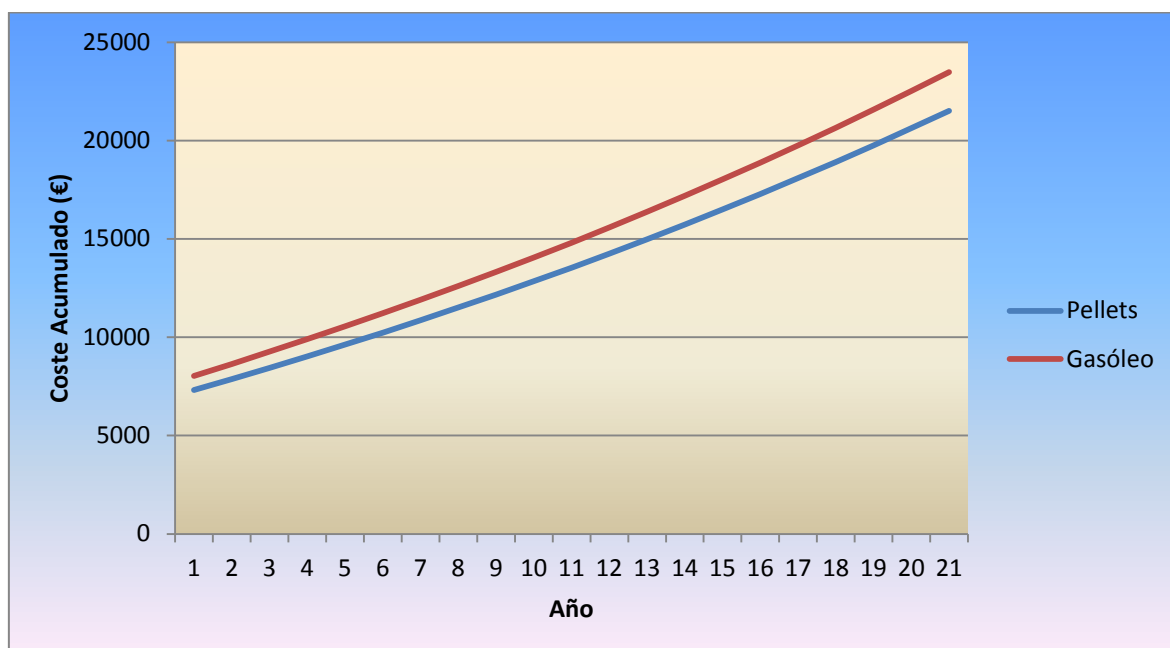


Figura 19. Comparativa Evolución de Costes

Como podemos ver ambas opciones siguen una tendencia muy similar y va aumentando la diferencia económica entre ellas de manera muy leve.

Esta situación era previsible de antemano a la vista de los resultados que estábamos obteniendo ya que la diferencia del coste anual de combustible era muy pequeña y el coste de la caldera e instalación también era aproximado. En ambos aspectos (inversión inicial y combustible) la caldera de gasóleo tiene un coste mayor y a lo largo del tiempo estas pequeñas diferencias iniciales se hacen algo mayores por el porcentaje estimado en mantenimiento e inflación, al ser la cantidad mayor, el porcentaje anual es mayor y cada año va aumentando levemente la diferencia.

En este caso atenderemos a otros criterios para tomar la decisión de instalar una caldera u otra.

1.2.4. Conclusiones

A la vista de los resultados obtenidos podemos decir que nuestra vivienda objeto cumple con la Normativa aplicable y las exigencias energéticas establecidas en el Código Técnico de la Edificación (CTE).

En primer lugar se ha comprobado que la edificación cumple con la HE1. La demanda de calefacción de nuestra vivienda es de 22.12 KWh/ m²año, inferior a la demanda límite de 24.14 KWh/ m²año para un edificio de referencia con las mismas características, a su vez se verifica que la demanda de refrigeración es de 5.26 KWh/ m²año, inferior a la demanda límite de 15.00 KWh/ m²año para una vivienda de referencia.

También hemos verificado que se cumple con el HE0 y no se supera el consumo de EP no renovable límite para ambas opciones de calefacción, aunque tenemos que decir que el valor era muy superior y más cercano al límite para la calefacción de gasóleo, 70.48% del límite frente a 39.18% con la caldera de Pellets.

La vivienda cumple con el HE4, contribución solar mínima de Agua Caliente Sanitaria como podemos ver en el [Anexo IV] de este documento.

Obtenemos la Calificación Energética de nuestra vivienda para ambas opciones de calefacción y obtenemos una Calificación de **4,45-A** para la caldera de Biomasa utilizando como combustible Pellets, frente a la Calificación de **9,24-B** obtenida para la caldera de Gasóleo. De esta manera obtenemos un resultado muy eficiente para nuestra primera opción de calefacción y ACS.

Se ha realizado un estudio económico para ambos casos y nos encontramos ante un coste de instalación y coste anual muy similares, ligeramente superior para la caldera de Gasóleo, esta diferencia económica va aumentando de forma moderada en el transcurso del tiempo. No obstante debemos tener en cuenta las fluctuaciones en el precio de ambos combustibles, especialmente en el gasóleo, por tanto los resultados obtenidos son orientativos.

Debido a la inestabilidad a largo plazo de los productos petrolíferos, por un coste económico de instalación, puesta en marcha y funcionamiento menor y por la gran reducción de las emisiones derivadas del consumo de energías no renovables obteniendo una mejor eficiencia y calificación energética de nuestra vivienda, objetivo principal por el

cual se han desarrollado todas las medidas y planes de actuación para el ahorro energético por parte del Gobierno, nos decantamos por la elección de una caldera de biomasa utilizando como combustible pellets para nuestra vivienda objeto.

ANEXOS

Anexo I.

Cálculo de las Cargas Térmicas

Tratamos de calcular la carga térmica de las distintas estancias de la vivienda objeto, en la cual se calculará la instalación y las pérdidas por ventilación producidas de acuerdo con el CTE-HS 3, este documento es el que nos remite el RITE para la ventilación de viviendas.

En primer lugar calculamos los caudales de ventilación de la vivienda formada por una planta baja destinada a garaje, y dos plantas las cuales podemos ver en la fig. adjunta y están formadas por los siguientes espacios habitables:

✓ Planta Primera

- Salón comedor (27 m^2)
- Cocina ($19,25\text{ m}^2$)
- Dormitorio Principal (18 m^2)
- Baño ($14,75\text{ m}^2$)

✓ Planta Segunda

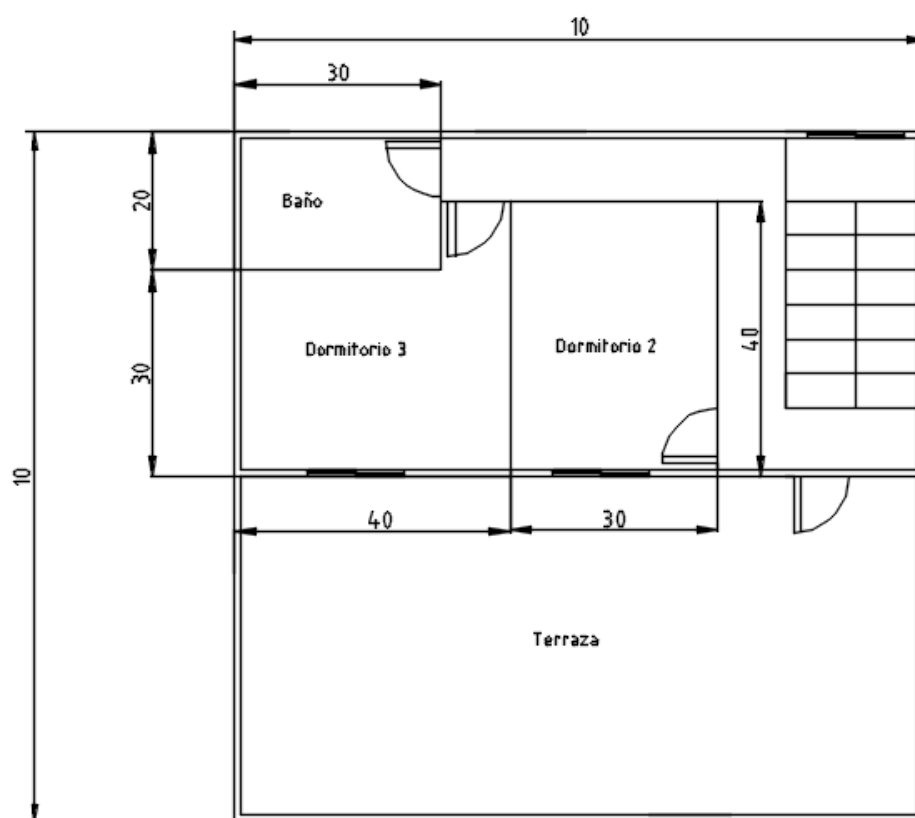
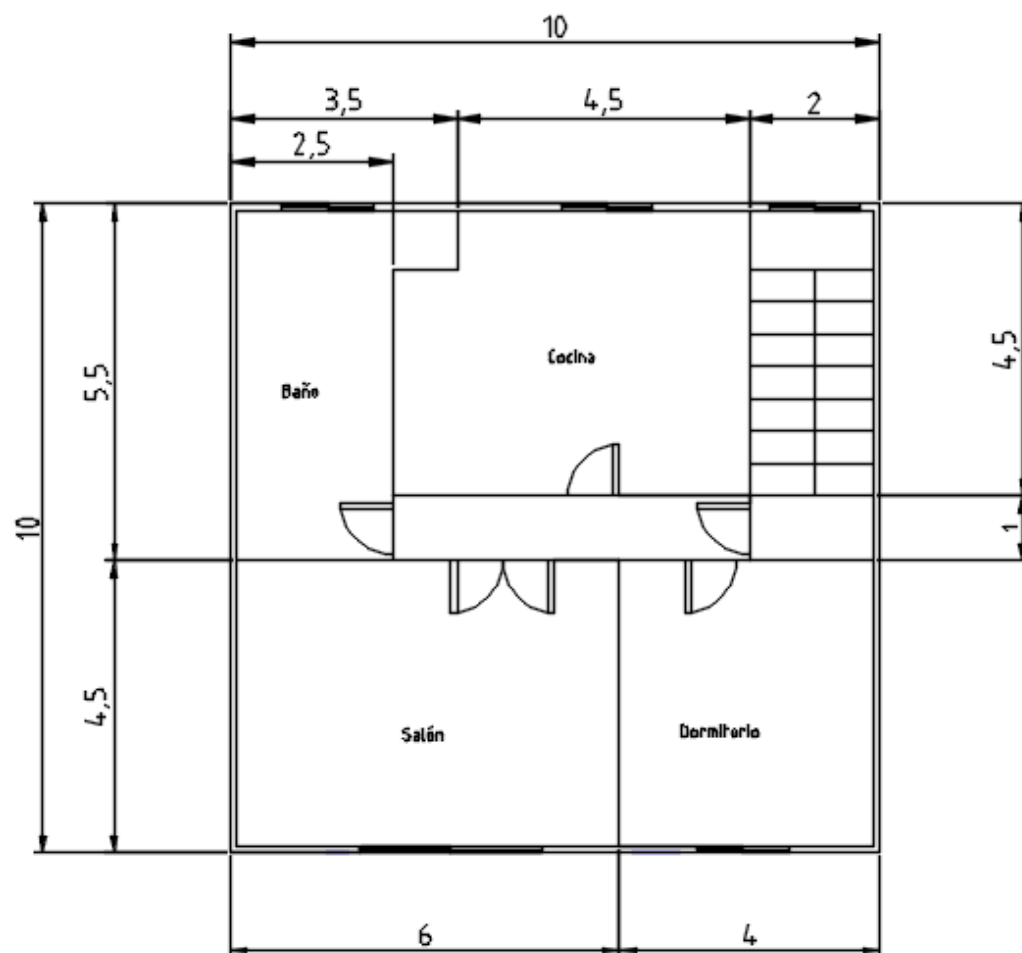
- 2 Dormitorios (12 m^2)
- Baño (6 m^2)

La vivienda es exterior en sus caras norte y sur, y con edificios anexos en sus caras este y oeste.

La zona norte está situada en la parte superior del dibujo.

Se dispone de 2 locales de admisión y 2 de extracción en la planta primera.

En la planta segunda tenemos 2 locales de admisión y 1 de extracción.



Calculo de la ventilación

Admisión de aire			
Local	Pers.	Caudal por persona (m ³ /h)	Caudal total
Dorm 1	2	18	36
Dorm 2	2	18	36
Dorm 3	2	18	36
Salón	6	10,8	64,8
Total:			173

Extracción de aire			
Local	Por local (m ³ /h)	Caudal por m ² (m ³ /h)	Caudal total
Baño 1	54		54
Baño 2	54		54
Cocina 16,4 m ²		7,2	118
Total:			226

Los caudales son los mínimos exigidos por el CTE HS 3.

Obtenemos 173 m³/h como caudal de admisión y 226 m³/h de caudal de extracción. Estos caudales deben igualarse y teniendo en cuenta que estos son los mínimos exigidos, tendremos que aumentar el menor de ellos.

El caudal de equilibrado es la diferencia entre ellos: 226-173= 53 m³/h.

Este caudal con el que mantenemos el equilibrio lo sumaremos al salón, ya que aun sin decir nada al respecto en el CTE HS 3 sobre donde aportar este caudal, lo más lógico es añadirlo al local con mayor probabilidad de producir contaminantes.

Por tanto, el caudal de admisión de aire quedará de la siguiente forma.

Admisión de aire		
Local	Equilibrado	Caudal total (m ³ /h)
Dorm 1		36
Dorm 2		36
Dorm 3		36
Salón	64,8 + 53	118
TOTAL		226

Estos caudales producirán unas pérdidas por ventilación que debemos calcular.

Aplicando el RITE 2007 obtenemos las renovaciones por hora de la vivienda.

$$\frac{\text{renovaciones}}{\text{hora}} = \frac{\text{Caudal}}{\text{Volumen}} = \frac{226}{272,5} = 0,83$$

Debemos tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Generalmente se obtendrán renovaciones horarias significativamente inferiores a 1 renov/h.
- Al ser caudales continuos, habrá pérdidas reales de ventilación mayores.
- Deben considerarse las pérdidas de ventilación que se producen en los locales de admisión de aire.

Renovaciones horarias en los locales de admisión				
	Superficie (m2)	Volumen (m3/h)	Caudal de aire (m3/h)	renovaciones/hora
Dormitorio 1	18	45	36	0,8
Dormitorio 2	12	30	36	1,2
Dormitorio 3	12	30	36	1,2
Salon	27	67,5	118	1,7

- Hay que prestar especial atención a las renovaciones horarias que se producen en el salón ya que esta estancia tendrá un mayor caudal de aire introducido del exterior, además el sistema de ventilación se equilibra a través del mismo.
- Los locales de extracción no tendrán pérdidas por ventilación ya que el aire que circula a través de ellos ha sido tratado térmicamente en los locales de admisión.

Calculo de las pérdidas térmicas por ventilación

Las pérdidas por ventilación, según el RITE y la CTE HS 3, se determinan mediante la siguiente expresión:

$$P_{vent} = \frac{\text{renovaciones}}{\text{hora}} * \text{Volumen} * P_{esp} * C_{esp} * \text{Salto Térmico}$$

Dónde:

$$P_{vent} = \text{pérdidas por ventilación, en W.}$$

Renovaciones/hora = número de veces que renovamos el aire interior a la hora.

Volumen = Volumen de los recintos.

P_{esp} = Peso específico del aire, este varía en función de la temperatura.

Tomamos $1,204 \text{ kg/m}^3$, que es el peso de 1 m^3 de aire a 10°C .

C_{esp} = Tiene un valor de $1,012 \text{ kJ/Kg } ^\circ\text{C}$ que es la cantidad de energía necesaria para subir 1 Kg de aire a una temperatura de 1°C .

Salto térmico = Es la diferencia entre la temperatura interior y exterior expresada en $^\circ\text{C}$ o Kelvin.

$$\text{Salto térmico} = T_{interior} - T_{exterior}$$

*Este salto térmico puede ser negativo o positivo. En una instalación de calefacción donde $T_{interior} > T_{exterior}$ este será positivo, y las pérdidas por ventilación serán por tanto positivas.

Por tanto para nuestro caso las pérdidas por ventilación son las siguientes:

	Caudal aire (m3/h)	renovaciones / hora	Pérdidas (W)
Dormitorio 1	36	0,8	290
Dormitorio 2	36	1,2	290
Dormitoria 3	36	1,2	290
Salón	118	1,7	910
Cocina	0	0	0
Baño 1	0	0	0
Baño 2	0	0	0
		TOTAL	1780

Las **pérdidas por ventilación de la vivienda son 1780W.**

Rejillas de ventilación

Aún sin ser necesario para el cálculo de las pérdidas térmicas, vamos a calcular las rejillas para garantizar estas ventilaciones, ya que este es un proceso sencillo.

En el CTE HS 3 se establece que las rejillas de admisión y extracción se calculan en función de los caudales de aire siguiendo la siguiente expresión:

$$Sección (m^2) = 4 * Caudal (l/s)$$

Utilizando esta expresión obtenemos los siguientes resultados:

	Caudal aire (m3/h)	Caudal aire (l/s)	Sección (cm2)
Dormitorio 1	36	10	40
Dormitorio 2	36	10	40
Dormitorio 3	36	10	40
Salón	118	33	132
Cocina	118	33	132
Baño 1	54	15	60
Baño 2	54	15	60

Nuestra instalación tendrá unas rejillas de paso entre locales de admisión y extracción, a través de los recintos de distribución, las cuales serán el doble, como mínimo de 70 cm^2 .

Cálculo de las pérdidas por transmisión

Las pérdidas por transmisión se calculan para cada cerramiento mediante la siguiente expresión:

$$P_{trans} = Superficie * Transmitancia * Salto \text{ térmico}$$

Dónde:

P_{trans} = Pérdida por transmisión del cerramiento expresada en W.

Superficie = Superficie del cerramiento en m^2 .

Salto térmico = diferencia entre la temperatura interior y exterior expresada en °C o Kelvin.

- Los valores de las Transmitancias de los cerramientos se obtienen del proyecto de edificación o se estiman de la base de datos de cerramientos compuestos.

Coefficientes de transmisión	
Cerramientos	W/m²
Muro Exterior	0,64
Ventanas	3,5
Puertas	2,91
Paredes interiores	2,44
Suelo	0,64
Forjados	0,64

- El valor de la temperatura interior lo seleccionamos entre 21°C y 23°C, rango de temperaturas determinado por el RITE para las condiciones de cálculo estándar.
- La temperatura exterior del cerramiento, será la existente al otro lado del mismo. Por tanto la obtendremos de la guía de condiciones climáticas, la cual recoge datos procedentes de 104 estaciones de la Agencia Estatal de Meteorología, que tiene registros horarios en un periodo mínimo de 10 años.

En la provincia de Jaén solo disponemos de los datos de una estación situada en la capital, en nuestra localidad, Navas de San Juan, corregiremos las temperaturas con los factores necesarios, según la altitud a la que está situada (654 metros sobre el nivel del mar)

Para la estación situada en Jaén tenemos los siguientes datos:

Provincia	Estación		Indicativo			
Jaén	Jaén (Cerro de los Lirios)		5270B			
UBICACIÓN: ENTORNO CIUDAD			Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO			
a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad
580	37°46'40"	03°48'27"W	16.724	14.322		
CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)						
TSMIN (°C)	TS_99,6 (°C)	TS_99 (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)	
-7.8	0.8	2.6	7.5	74.7	35.2	

Dónde:

T_{Smin} es la temperatura exterior mínima observada en el periodo de estudio.

$T_{S99.6}$ nos da la temperatura de 0.8 °C para un nivel percentil de 99.6%, esto quiere decir que el 99.6% de las horas de invierno la temperatura exterior es superior a 0.8 °C, o lo que es lo mismo, el 0,4% de las horas de invierno podemos tener temperaturas inferiores. Esto en horas serían $(24*365*0.4)/100 = 35$ horas durante las cuales la temperatura puede tener valores inferiores como 0°C, -1.2°C, -5.5°C, -7°C.

T_{S99} nos ofrece el dato de 2,6°C, que será la temperatura normal de diseño para la mayor parte de edificios, como es nuestro caso. Este será el dato que elegimos para la temperatura exterior de los cerramientos (muros exteriores): 2.6°C.

Nuestra instalación se encuentra en otra localidad distinta a Jaén, corregimos la temperatura en función de la altitud de la población y disminuimos 1°C por cada 100m de diferencia de cota positiva.

Por lo tanto para nuestra localidad $T_{S99} = (2.6 - 1)^\circ C = 1.6^\circ C$

OMDC, oscilación media diaria (OC) (máxima-mínima diaria) de los días en los que alguna de sus horas están dentro del percentil del 99%. En el caso de la provincia de Jaén es de 7.5 °C.

HUM_{coin} es la humedad relativa media coincidente (%) (Se da a la vez que se tiene el nivel percentil del 99%. Nuestro valor es de 74.7%.

OMA, es la oscilación media anual de temperatura seca (OC). Se define como la diferencia de la temperatura seca con un nivel percentil de 0.4% respecto a la temperatura seca con un 99.6%.

$OMA = TSC(0.4\%) - TS(99.6\%) = 23.8 - 0.8 = 23.1^\circ C$

*Para extrapolar las condiciones de diseño en función de la hora solar y del mes considerado aplicamos la norma UNE 100014-1984.

* La Guía de Condiciones Climáticas ofrece datos para cálculos en condiciones estivales, como la TS (0.4%), la temperatura seca para un nivel de percentil del 0.4%, para la provincia de Jaén es de 23.9 °C.

También nos ofrece datos medios que nos serán útiles para el cálculo de consumo energético de la instalación:

VALORES MEDIOS MENSUALES					
Mes	TA (°C)	TASOL (°C)	GD_15 (°C)	GD_20	GDR_20
Enero	8,4	9,7	56	100	0
Febrero	10,0	11,0	28	55	0
Marzo	13,0	13,5	18	43	1
Abril	14,6	15,2	11	32	2
Mayo	19,1	19,7	4	16	11
Junio	25,4	25,8	0	2	29
Julio	27,6	28,3	0	1	42
Agosto	27,2	27,7	0	1	40
Septiembre	22,8	23,4	0	4	19
Octubre	17,7	18,9	3	17	4
Noviembre	11,7	13,8	19	44	0
Diciembre	9,3	10,8	32	60	0

Dónde:

TA es la temperatura seca media mensual, en °C.

TAsol es la temperatura seca media en las horas de Sol.

GD15 son grados día de calefacción con base 15/15 en forma mensual. Suma mensual del valor horario de la temperatura seca con respecto a 15°C dividido por 24, únicamente contando valores negativos.

GD20 son grados día de calefacción con base 20/20 en forma mensual. Suma mensual del valor horario de la temperatura seca con respecto a 20°C dividido por 24, únicamente contando valores positivos.

T_{terr} es la temperatura del terreno medida a un nivel de 20 cm. U valor está relacionado con TA. En el caso de la estación meteorológica de Jaén, no ofrece ese dato, pero lo podemos calcular en función de TA, utilizando la siguiente expresión.

$$T_{terr} = 0.0068 TA^2 + 0.963 TA + 0.6865$$

Por tanto, en nuestro caso, para una TA de 8.4°C en el mes de Enero, obtenemos una temperatura del terreno de:

$$T_{terr} = 0.0068 * 8.4^2 + 0.963 * 8.4 + 0.6865 = 9.26^{\circ}\text{C}$$

RADH es el valor de la radiación media diaria sobre la superficie horizontal en forma mensual en KWh/m².

La temperatura de los locales no calefactados (LNC) la podemos estimar en función de la temperatura exterior realizando la siguiente aproximación.

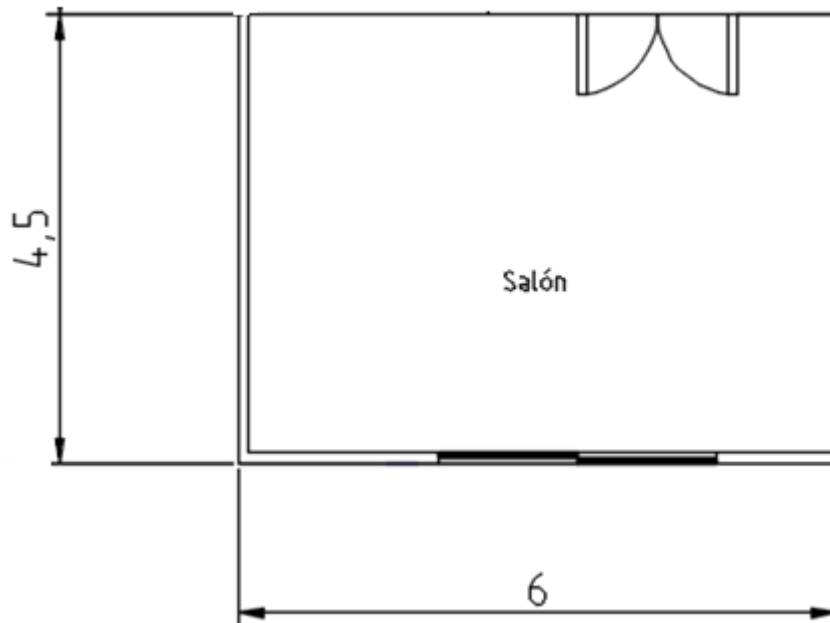
Temp. Exterior (°C)	-2	0	4
Temp. LNC (°C)	10	12	16

En resumen, una vez visto dónde y cómo podemos obtener los datos de temperaturas para este cálculo, las temperaturas de diseño son:

- ✓ Temperatura Ambiente: 22°C
(entre 21 y 23 °C)
- ✓ Temperatura Exterior: 1.6 °C
- ✓ Temperatura del terreno: 9.26 °C
- ✓ Temperatura de los Locales no Calefactados (LNC)
10°C

Con estos datos procedemos al cálculo de las pérdidas por transmisión.

Salón



La altura de la ventana del salón es de 1.20m. Se considera no solo la parte acristalada, sino la carpintería metálica completa, incluida la persiana.

Así tenemos unas pérdidas por transmisión:

Salón	Dimensiones		Superficie Bruta	Superficie Descont	Superficie Útil	Coef. K	Salto Térmico	P. Transmisión
Cerramiento	a	b	(m2)	(m2)	(m2)		(°C)	(W)
Muro Exterior	10,5	3	31,5	3,36	28,14	0,64	20,4	367,40
Ventana	2,8	1,2	3,36		3,36	3,5	20,4	239,90
Suelo			27		27	0,64	12,74	220,15
Forjado con LNC			27		27	0,64	12	207,36
Pérdidas totales por transmisión								1034,81

A este valor de 1034.81 le sumamos las pérdidas por ventilación obtenida anteriormente de 910W, y obtenemos unas pérdidas totales de: 1944.91W

Ante un posible error en los cálculos debemos aplicar unos coeficientes de seguridad.

○ Orientación: Se corrige la temperatura exterior según la orientación del recinto, ya que esta no es la misma si la orientación es Norte o Sur.

- ✓ Zona Exterior Norte + 10%
- ✓ Zona exterior Este/Oeste + 5%
- ✓ Zona Exterior Sur o interior + 0%

○ Por intermitencia de uso: Si la instalación no tiene un funcionamiento continuo se debe aplicar esta corrección para disponer de una potencia adicional que compense el tiempo en el que la instalación no está funcionando. Este se considera en función del tiempo que se encuentra sin funcionar.

✓	Reducción de Temperatura Nocturna	+ 5%
✓	Por parada en la instalación de 7 a 9 horas	+ 10%
✓	Por parada de más de 12 horas	+ 20-30%

○ Por dos o más cerramientos al exterior: Cuando tenemos dos cerramientos al exterior aumenta la superficie y la posibilidad de discontinuidades en los cerramientos exteriores que aumentarán las pérdidas.

✓	Dos o más cerramientos	+ 10%
---	------------------------	-------

Todas estas correcciones deben ser valoradas y tomadas en consideración por parte del proyectista, pues son criterios para evitar posibles errores, responsabilidad del diseñador ya que no están regulados por el RITE.

Si en un recinto hay posibilidad de dos o más suplementos, se sumaran todos ellos y se les aplicarán a las pérdidas totales del recinto (transmisión y ventilación)

En nuestro caso debemos incrementar la potencia:

✓	Por orientación (sur):	+ 0%
✓	Por intermitencia de uso:	+ 30%
✓	Por dos o más paredes exteriores:	+0%

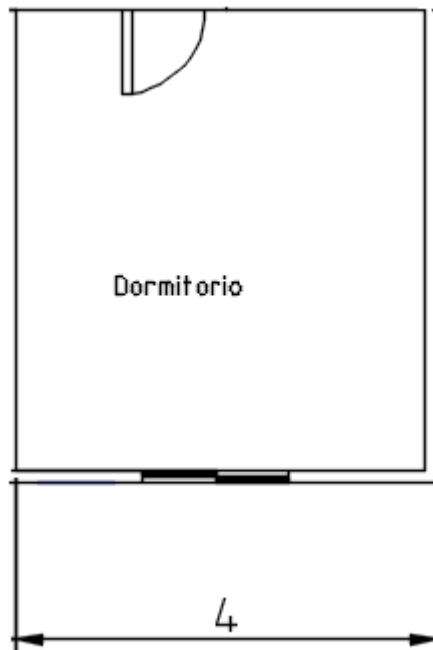
Total +30%

Teníamos unas pérdidas totales de 1944.91W, que incrementadas un 30% nos da un valor de 2528W.

Por tanto la potencia a instalar en este recinto es de 2528W.

Usamos este procedimiento para calcular el resto de potencias de las distintas dependencias de la vivienda.

Dormitorio 1



Tiene una altura de 3 metros entre suelo y techo.

Una ventana de 1,20 x 1,40 metros.

Pérdidas por ventilación de 290W.

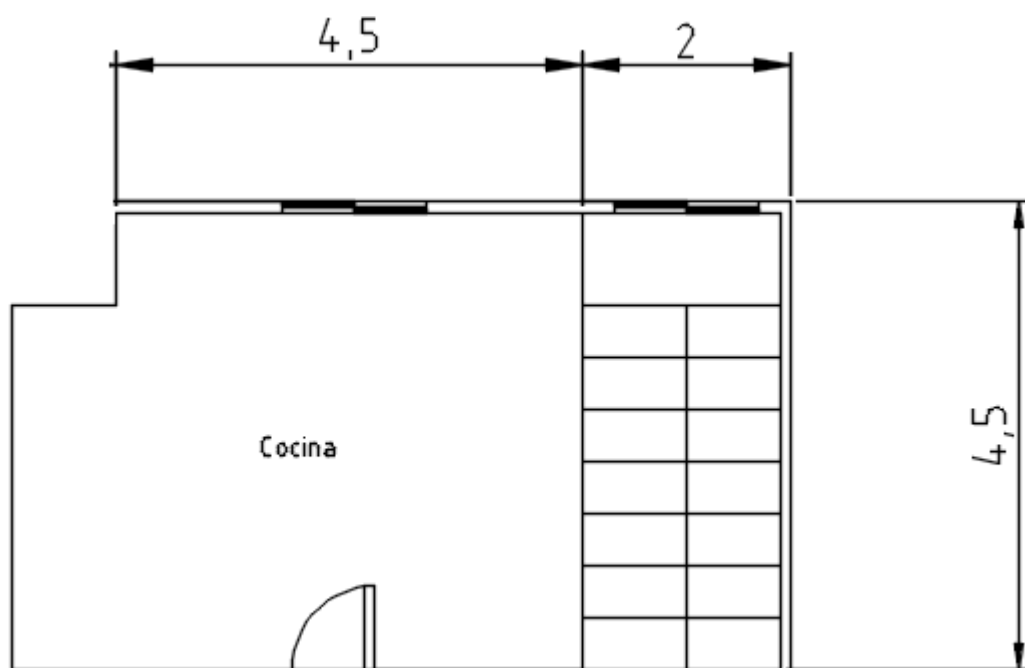
Orientación sur (+0%), 1 fachada exterior (+0%) e intermitencia de uso (+30%)

Habitación 1	Dimensiones		Superficie Bruta	Superficie Descont	Superficie Útil	Coef. K	Salto Térmico	P. Transmisión
Cerramiento	a	b	(m2)	(m2)	(m2)		(°C)	(W)
Muro Exterior	8,5	3	25,5	1,68	23,82	0,64	20,4	310,99
Ventana	1,4	1,2	1,68		1,68	3,5	20,4	119,95
Suelo			18		18	0,64	12,74	146,76
Forjado con LNC			18		18	0,64	12	138,24
Pérdidas totales por transmisión								715,95

Tenemos 715,95W, que sumándole 290w de pérdidas por ventilación obtenemos 1005,95w.

Aplicándole la corrección del 30% tenemos una potencia a instalar en este recinto de 1308W.

Cocina



Tiene una altura de 3 metros entre suelo y techo.

Una ventana de 1,20 x 1,40 metros.

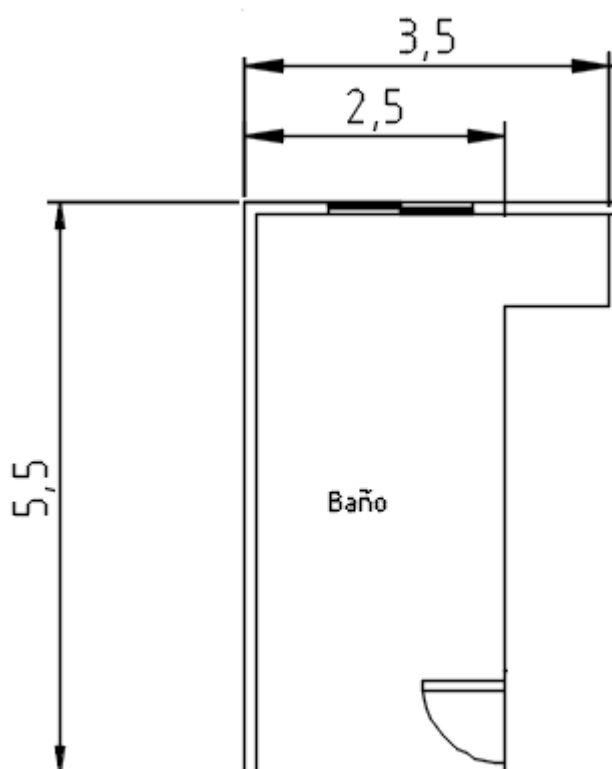
Pérdidas por ventilación de 0 W.

Orientación Norte (+10%), 1 fachada exterior (+0%) e intermitencia de uso (+30%)

Cocina	Dimensiones		Superficie Bruta	Superficie Descont	Superficie Útil	Coef. K	Salto Térmico	P. Transmisión
Cerramiento	a	b	(m2)	(m2)	(m2)		(°C)	(W)
Muro Exterior	4,5	3	13,5	1,68	11,82	0,64	20,4	154,32
Ventana	1,4	1,2	1,68		1,68	3,5	20,4	119,95
Suelo			19,25		19,25	0,64	12,74	156,96
Forjado con LNC			19,25		19,25	0,64	12	147,84
Pérdidas totales por transmisión								579,07

Tenemos 579.07W, a los que le aplicamos una corrección del 40% tenemos una potencia a instalar en este recinto de 811W.

Baño



Tiene una altura de 3 metros entre suelo y techo.

Una ventana de 1,20 x 1,40 metros.

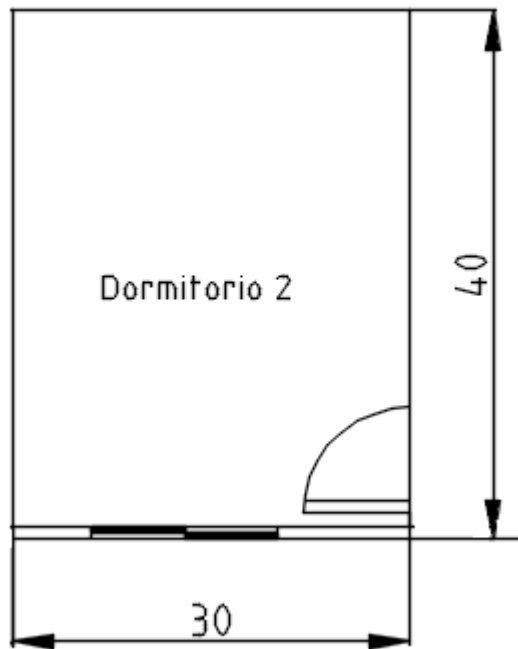
Pérdidas por ventilación de 0 W.

Orientación Norte (+10%), 1 fachada exterior (+0%) e intermitencia de uso (+30%)

Baño	Dimensiones		Superficie Bruta	Superficie Descont	Superficie Útil	Coef. K	Salto Térmico	P. Transmisión
Cerramiento	a	b	(m2)	(m2)	(m2)		(°C)	(W)
Muro Exterior	3,5	3	10,5	1,68	8,82	0,64	20,4	115,15
Ventana	1,4	1,2	1,68		1,68	3,5	20,4	119,95
Suelo			14,75		14,75	0,64	12,74	120,27
Forjado con LNC			14,75		14,75	0,64	12	113,28
Pérdidas totales por transmisión								468,65

Tenemos 468.65W, a los que le aplicamos una corrección del 40% tenemos una potencia a instalar en este recinto de 656W.

Dormitorio 2



Tiene una altura de 2,50 metros entre suelo y techo.

Una ventana de 1,20 x 1,40 metros.

Pérdidas por ventilación de 290W.

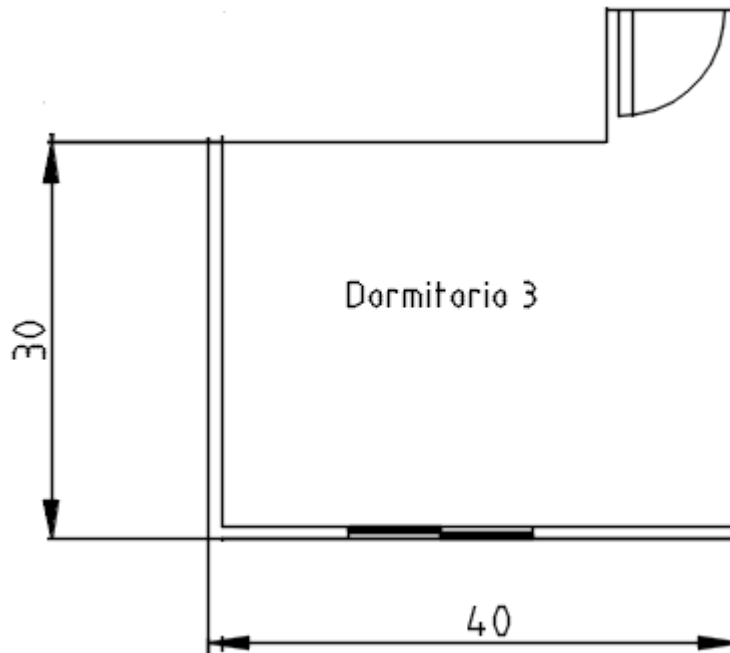
Orientación sur (+0%), 1 fachada exterior (+0%) e intermitencia de uso (+30%)

Habitación 2	Dimensiones		Superficie Bruta	Superficie Descont	Superficie Útil	Coef. K	Salto Térmico	P. Transmisión
Cerramiento	a	b	(m2)	(m2)	(m2)		(°C)	(W)
Muro Exterior	3	2,5	7,5	1,68	5,82	0,64	20,4	75,99
Ventana	1,4	1,2	1,68		1,68	3,5	20,4	119,95
Suelo			12		12	0,64	12,74	97,84
Forjado con LNC			12		12	0,64	12	92,16
Pérdidas totales por transmisión								385,94

Tenemos 385.94W, que sumándole 290W de pérdidas por ventilación obtenemos 675.94W.

Aplicándole la corrección del 30% tenemos una potencia a instalar en este recinto de 879W.

Dormitorio 3



Tiene una altura de 2,50 metros entre suelo y techo.

Una ventana de 1,20 x 1,40 metros.

Pérdidas por ventilación de 290W.

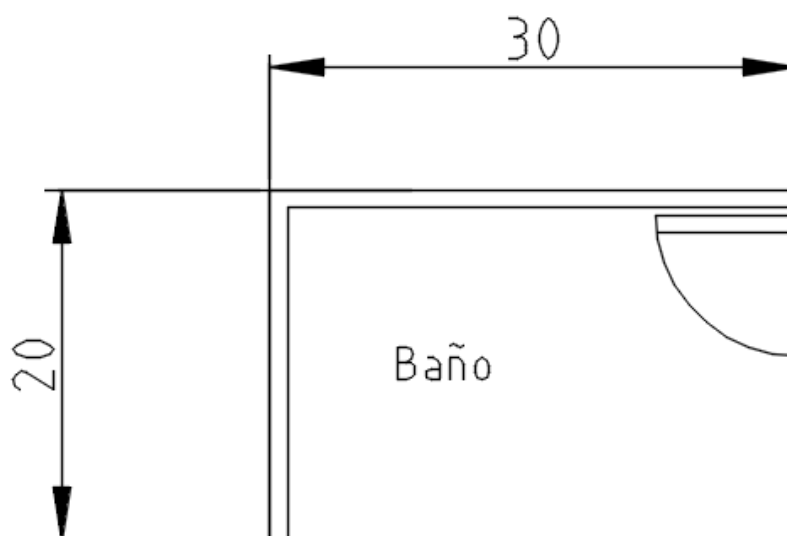
Orientación sur (+0%), 1 fachada exterior (+0%) e intermitencia de uso (+30%)

Habitación 3	Dimensiones		Superficie Bruta	Superficie Descont	Superficie Útil	Coef. K	Salto Térmico	P. Transmisión
Cerramiento	a	b	(m2)	(m2)	(m2)		(°C)	(W)
Muro Exterior	4	2,5	10	1,68	8,32	0,64	20,4	108,63
Ventana	1,4	1,2	1,68		1,68	3,5	20,4	119,95
Suelo			12		12	0,64	12,74	97,84
Forjado con LNC			12		12	0,64	12	92,16
Pérdidas totales por transmisión								418,58

Tenemos 418.58W, que sumándole 290W de pérdidas por ventilación obtenemos 708.58W.

Aplicándole la corrección del 30% tenemos una potencia a instalar en este recinto de 921W.

Baño 2



Tiene una altura de 2,5 metros entre suelo y techo.

No dispone de ventana

Pérdidas por ventilación de 0 W.

Orientación Norte (+10%), 1 fachada exterior (+0%) e intermitencia de uso (+30%)

Baño 2	Dimensiones		Superficie Bruta	Superficie Descont	Superficie Útil	Coef. K	Salto Térmico	P. Transmisión
Cerramiento	a	b	(m2)	(m2)	(m2)		(°C)	(W)
Muro Exterior	3	2,5	7,5	0	7,5	0,64	20,4	97,92
Ventana	0	0	0		0	3,5	20,4	0,00
Suelo			6		6	0,64	12,74	48,92
Forjado con LNC			6		6	0,64	12	46,08
Pérdidas totales por transmisión								192,92

Tenemos 192.92W, a los que le aplicamos una corrección del 40% tenemos una potencia a instalar en este recinto de 270W.

Para concluir se muestra una tabla con los resultados obtenidos para cada recinto de nuestra vivienda:

RESUMEN CARGAS TÈRMICAS DE LA VIVIENDA				
LOCAL	Pérdidas por Ventilación (W)	Pérdidas por Transmisión (W)	Pérdidas totales (W)	Potencia a instalar (W)
Salón	910	1034,81	1944,81	2528
Dormitorio 1	290	715,95	1005,95	1308
Cocina	0	579,07	579,07	811
Baño	0	468,65	468,65	656
Dormitorio 2	290	385,94	675,94	879
Dormitorio 3	290	418,58	708,58	921
Baño 2	0	192,92	192,92	270
TOTAL	1780	3795,92	5575,92	7373

Anexo II.

Verificación

CTE- HE0 y HE1

(Caldera Biomasa)

VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CTE-HE0 Y HE1

Nueva construcción o ampliación, en uso residencial privado

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE VERIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda Unifamiliar C/ Tercia, 21 Navas de San Juan		
Dirección	C/ Tercia 21 - - - - -		
Municipio	Navas de San Juan	Código Postal	23240
Provincia	Jaén	Comunidad Autónoma	Andalucía
Zona climática	C3	Año construcción	Posterior a 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	2165001VH7226N0001PF		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

☒ Edificio de nueva construcción	☐ Edificio Existente
☒ Vivienda ☒ Unifamiliar ☐ Bloque ☐ Bloque completo ☐ Vivienda individual	☐ Terciario ☐ Edificio completo ☐ Local

DATOS DEL TÉCNICO VERIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Luis Ardoz Hurtado	NIF/NIE	26248163B
Razón social	-	NIF	-
Domicilio	Donantes de Sangre 25 - - - - -		
Municipio	Navas de San Juan	Código Postal	23240
Provincia	Jaén	Comunidad Autónoma	Andalucía
e-mail:	lah00002@red,ujaen.es	Teléfono	653041969
Titulación habilitante según normativa vigente	Grado Ingeniería Mecánica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

Demandas energéticas de calefacción y de refrigeración*

D_{cal}	22,12	kWh/m ² año	$D_{cal,lim}$	24,14	kWh/m ² año	Sí cumple
D_{ref}	5,26	kWh/m ² año	$D_{ref,lim}$	15,00	kWh/m ² año	Sí cumple

Consumo de energía primaria no renovable*

C_{ep}	22,02	kWh/m ² año	$C_{ep,lim}$	56,20	kWh/m ² año	Sí cumple
----------	-------	------------------------	--------------	-------	------------------------	-----------

D_{cal}	Demanda energética de calefacción del edificio objeto
D_{ref}	Demanda energética de refrigeración del edificio objeto
$D_{cal,lim}$	Valor límite para la demanda energética de calefacción según el apartado 2.2.1.1.1 de la sección HE1
$D_{ref,lim}$	Valor límite para la demanda energética de refrigeración según el apartado 2.2.1.1.1. de la sección HE1
C_{ep}	Consumo de energía primaria no renovable del edificio objeto
$C_{ep,lim}$	Valor límite para el consumo de energía primaria no renovable según el apartado 2.2.1 de la sección HE0

*Esta aplicación únicamente permite, para el caso expuesto, la comprobación de las exigencias del apartado 2.2.1.1.1 de la sección DB-HE1 y del apartado 2.2.1 de la sección DB-HE0. Se recuerda que otras exigencias de las secciones DB-HE0 y DB-HE1 que resulten de aplicación deben asimismo verificarse, así como el resto de las secciones del DB-HE

El técnico abajo firmante certifica que ha realizado la verificación del edificio o de la parte que se verifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 31/01/2018

Firma del técnico verificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Registro del Organo Territorial Competente:

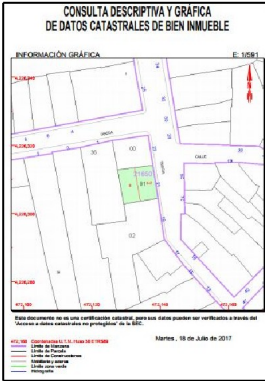
ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m ²)	241,75
--	--------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Modo de obtención
Cubierta	Cubierta	51,42	0,07	Usuario
Forjado interno	Fachada	57,75	0,07	Usuario
Forjado terreno	Suelo	100,00	0,07	Usuario
Medianera	Fachada	5,00	0,06	Usuario
Muro Exterior	Fachada	61,09	0,06	Usuario
Muro Exterior	Fachada	2,07	0,06	Usuario
Muro Exterior	Fachada	0,88	0,06	Usuario
Tabiques	Fachada	35,40	0,08	Usuario
Tabiques	Fachada	6,71	0,08	Usuario
Tabiques	Fachada	41,21	0,08	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Puerta	Hueco	18,86	1,82	0,23	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	1,46	1,82	0,23	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	6,23	1,82	0,23	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	6,72	1,84	0,64	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	6,72	1,84	0,64	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
Caldera_Biomasa_y_ACS	Caldera eléctrica o de combustible	10,00	67,00	BiomasaPellet	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	67,00	GasNatural	PorDefecto

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	200,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
Caldera_Biomasa_y_ACS	Caldera eléctrica o de combustible	10,00	68,00	BiomasaPellet	Usuario

Anexo III.

Certificado de Eficiencia Energética (Caldera Biomasa)

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda Unifamiliar C/ Tercia, 21 Navas de San Juan		
Dirección	C/ Tercia 21 - - - - -		
Municipio	Navas de San Juan	Código Postal	23240
Provincia	Jaén	Comunidad Autónoma	Andalucía
Zona climática	C3	Año construcción	Posterior a 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	2165001VH7226N0001PF		

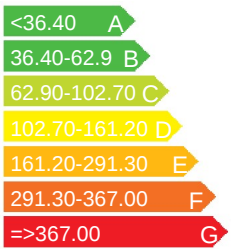
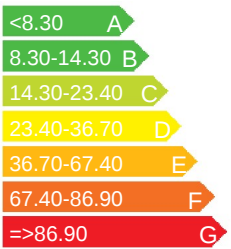
Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

☒ Edificio de nueva construcción	☐ Edificio Existente
☒ Vivienda ☒ Unifamiliar ☐ Bloque ☐ Bloque completo ☐ Vivienda individual	☐ Terciario ☐ Edificio completo ☐ Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Luis Ardoy Hurtado	NIF/NIE	26248163B
Razón social	-	NIF	-
Domicilio	Donantes de Sangre 25 - - - - -		
Municipio	Navas de San Juan	Código Postal	23240
Provincia	Jaén	Comunidad Autónoma	Andalucía
e-mail:	lah00002@red.ujen.es	Teléfono	653041969
Titulación habilitante según normativa vigente	Grado Ingeniería Mecánica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m²·año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO2/m²·año)	
	22,02 A		4,45 A

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 31/01/2018

Firma del técnico certificador:

- Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.
Anexo II. Calificación energética del edificio.
Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.
Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

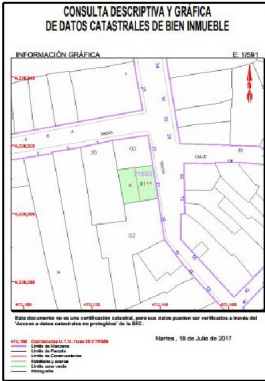
Registro del Organismo Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m²)	241,75
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Modo de obtención
Cubierta	Cubierta	51,42	0,07	Usuario
Forjado interno	Fachada	57,75	0,07	Usuario
Forjado terreno	Suelo	100,00	0,07	Usuario
Medianera	Fachada	5,00	0,06	Usuario
Muro Exterior	Fachada	61,09	0,06	Usuario
Muro Exterior	Fachada	2,07	0,06	Usuario
Muro Exterior	Fachada	0,88	0,06	Usuario
Tabiques	Fachada	35,40	0,08	Usuario
Tabiques	Fachada	6,71	0,08	Usuario
Tabiques	Fachada	41,21	0,08	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Puerta	Hueco	18,86	1,82	0,23	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	1,46	1,82	0,23	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	6,23	1,82	0,23	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	6,72	1,84	0,64	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	6,72	1,84	0,64	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
Caldera_Biomasa_y_ACS	Caldera eléctrica o de combustible	10,00	67,00	BiomasaPellet	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	67,00	GasNatural	PorDefecto
TOTALES		10,00			

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	200,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto
TOTALES		0,00			

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° C (litros/día)	100,00
---	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
Caldera_Biomasa_y_ACS	Caldera eléctrica o de combustible	10,00	68,00	BiomasaPellet	Usuario

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

(No aplicable)

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

(No aplicable)

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado (%)			Demanda de ACS cubierta (%)
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	-	-	-	0,00
Caldera de biomasa	64,10	0,00	100,00	100,00
TOTALES	64,10	0,00	100,00	100,00

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Panel fotovoltaico	0,00
TOTALES	0

ANEXO II

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C3	Uso	CertificaciónVerificaciónNuevo
----------------	----	-----	--------------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<8.30 A 8.30-14.30 B 14.30-23.40 C 23.40-36.70 D 36.70-67.40 E 67.40-86.90 F =>86.90 G	4,45 A	CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción (kgCO ₂ /m ² año)	A	Emisiones ACS (kgCO ₂ /m ² año)	A
		3,39		0,18	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Emisiones globales (kgCO ₂ /m ² año) ¹		Emisiones refrigeración (kgCO ₂ /m ² año)	A
		0,87	-		

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

	kgCO ₂ /m ² .año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	0,87	210,35
Emisiones CO ₂ por combustibles fósiles	3,58	864,30

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

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

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<36.40 A 36.40-62.9 B 62.90-102.7 C 102.70-161.2 D 161.20-291.30 E 291.30-367.00 F =>367.00 G	22,02 A	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m²año)	A	Energía primaria no renovable ACS (kWh/m²año)	A
		16,01		0,87	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m²año)	A	Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m²año)	-
		5,14		-	
Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m²año) ¹					

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

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

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<19.70 A 19.70-32.0 B 32.00-49.50 C 49.50-76.20 D 76.20-125.70 E 125.70-147.00 F =>147.00 G	22,12 B	<10.00 A 10.00-14.3 B 14.30-20.40 C 20.40-29.70 D 29.70-36.70 E 36.70-45.10 F =>45.10 G	5,26 A
Demanda de calefacción (kWh/m²año)		Demanda de refrigeración (kWh/m²año)	

¹El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

ANEXO III

RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año)	
<36.40 A		<8.30 A	
36.40-62.9 B		8.30-14.30 B	
62.90-102.70 C		14.30-23.40 C	
102.70-161.20 D		23.40-36.70 D	
161.20-291.30 E		36.70-67.40 E	
291.30-367.00 F		67.40-86.90 F	
=>367.00 G		=>86.90 G	

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m ² ·año)		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m ² ·año)	
<19.70 A		<10.00 A	
19.70-32.0 B		10.00-14.3 B	
32.00-49.50 C		14.30-20.40 C	
49.50-76.20 D		20.40-29.70 D	
76.20-125.70 E		29.70-36.70 E	
125.70-147.00 F		36.70-45.10 F	
=>147.00 G		=>45.10 G	

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior
Consumo Energía primaria (kWh/m ² ·año)										
Consumo Energía final (kWh/m ² ·año)										
Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂ /m ² ·año)										
Demanda (kWh/m ² ·año)										

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida
Otros datos de interés

ANEXO IV

PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	27/11/17
---	----------

Anexo IV.

Cálculo de la Contribución Solar

Para el cálculo de Agua Caliente Sanitaria consultamos la sección HE-4 del CTE, en el cual indica que la demanda de ACS es de 28 litros por persona y día. En nuestro caso tenemos 3 personas habitando la vivienda, lo cual da un resultado de 84 litros diarios. Este dato lo corroboramos utilizando la herramienta para la validación del cumplimiento del HE4 en instalaciones solares térmicas CHEQ4, el cual nos da el valor automáticamente al introducir el número de personas que habitan la vivienda y que se muestra a continuación.

CHEQ4
Herramienta para la validación del cumplimiento del HE4 en instalaciones solares térmicas

CONSUMO ÚNICO

Aplicación
Vivienda

Número de personas
3

Demanda calculada (l/día a 60 °C)
84

CONSUMO MÚLTIPLE

	Viviendas	Dormitorios	Personas	Litros/día
Tipo A	0	0		
Tipo B	0	0		
Tipo C	0	0		
Tipo D	0	0		

Demanda calculada (l/día a 60 °C)

CONSUMO TOTAL

Otras demandas (l/día a 60°C)
0

Demanda total (l/día a 60°C)
84

OCUPACIÓN ESTACIONAL (%)

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
100	100	100	100	100	100
Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
100	100	100	100	100	100

CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA EXIGIDA

Caso general FS 60%

Caso piscina FS 70%

Localización

Configuración

Demanda

Solar/Apoyo

Otros parámetros

Resultados

La instalación solar térmica especificada CUMPLE los requerimientos mínimos especificados por el HE4

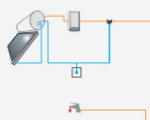
Datos del proyecto

Nombre del proyecto	
Comunidad	
Localidad	
Dirección	

Datos del autor

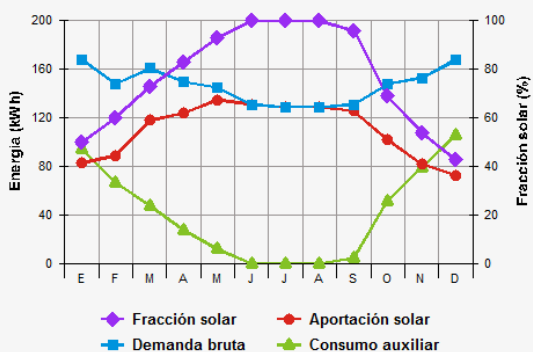
Nombre	
Empresa o institución	
Email	
Teléfono	

Características del sistema solar



Localización de referencia	Navas de San Juan (Jaén)											
Altura respecto la referencia [m]	0											
Sistema seleccionado	Instalación consumo único sistema prefabricado											
Demanda [l/día a 60°C]	84											
Ocupación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Resultados



Fracción solar [%]	75
Demanda neta [kWh]	1.637
Demanda bruta [kWh]	1.761
Aporte solar [kWh]	1.321
Consumo auxiliar [kWh]	493
Reducción de emisiones de [kg de CO2]	388

La instalación solar térmica especificada CUMPLE los requerimientos mínimos especificados por el HE4

Cálculo del sistema de referencia

De acuerdo al apartado 2.2.1 de la sección HE4, la contribución solar mínima podrá sustituirse parcial o totalmente mediante una instalación alternativa de otras energías renovables, procesos de cogeneración o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia instalación térmica del edificio.

Para poder realizar la sustitución se justificará documentalmente que las emisiones de dióxido de carbono y el consumo de energía primaria no renovable, debidos a la instalación alternativa y todos sus sistemas auxiliares para cubrir completamente la demanda de ACS, o la demanda total de ACS y calefacción si se considera necesario, son iguales o inferiores a las que se obtendrían mediante la correspondiente instalación solar térmica y el sistema de referencia (se considerará como sistema de referencia para ACS, y como sistema de referencia para calefacción, una caldera de gas con rendimiento medio estacional de 92%).

Demanda ACS total [kWh]	1.637
Demanda ACS de referencia [kWh]	316
Demanda calefacción CALENER [kWh]	0
Consumo energía primaria [kWh]	368
Emisiones de CO2 [kg CO2]	74

La instalación solar térmica especificada CUMPLE los requerimientos mínimos especificados por el HE4

Parámetros del sistema		Verificación en obra
Campo de captadores		
Captador seleccionado	Perseo 160 (Cointra)	☐
Contraseña de certificación	NPS-1411 - Verificar vigencia	☐
Número de captadores	1,0	☐
Pérdidas por sombras (%)	0,0	☐
Orientación [°]	0,0	☐
Inclinación [°]	27,0	☐
Sistema de apoyo		
Tipo de sistema	Caldera convencional	☐
Tipo de combustible	Gasóleo	☐
Distribución		
Longitud del circuito de distribución [m]	15,0	☐
Diámetro de la tubería [mm]	25,0	☐
Espesor del aislante [mm]	25,0	☐
Tipo de aislante	genérico	☐
Temperatura de distribución [°C]	60,0	☐

Anexo V.

Verificación

CTE- HE0 y HE1

(Caldera Gasóleo)

VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CTE-HE0 Y HE1

Nueva construcción o ampliación, en uso residencial privado

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE VERIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda Unifamiliar C/ Tercia, 21 Navas de San Juan		
Dirección	C/ Tercia 21 - - - - -		
Municipio	Navas de San Juan	Código Postal	23240
Provincia	Jaén	Comunidad Autónoma	Andalucía
Zona climática	C3	Año construcción	Posterior a 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	2165001VH7226N0001PF		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

☒ Edificio de nueva construcción	☐ Edificio Existente
☒ Vivienda ☒ Unifamiliar ☐ Bloque ☐ Bloque completo ☐ Vivienda individual	☐ Terciario ☐ Edificio completo ☐ Local

DATOS DEL TÉCNICO VERIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Luis Ardoz Hurtado	NIF/NIE	26248163B
Razón social	-	NIF	-
Domicilio	Donantes de Sangre 25 - - - - -		
Municipio	Navas de San Juan	Código Postal	23240
Provincia	Jaén	Comunidad Autónoma	Andalucía
e-mail:	lah00002@red,ujaen.es	Teléfono	653041969
Titulación habilitante según normativa vigente	Grado Ingeniería Mecánica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

Demandas energéticas de calefacción y de refrigeración*

D_{cal}	22,12	kWh/m ² año	$D_{cal,lim}$	24,14	kWh/m ² año	Sí cumple
D_{ref}	5,26	kWh/m ² año	$D_{ref,lim}$	15,00	kWh/m ² año	Sí cumple

Consumo de energía primaria no renovable*

C_{ep}	39,62	kWh/m ² año	$C_{ep,lim}$	56,20	kWh/m ² año	Sí cumple
----------	-------	------------------------	--------------	-------	------------------------	-----------

D_{cal}	Demanda energética de calefacción del edificio objeto
D_{ref}	Demanda energética de refrigeración del edificio objeto
$D_{cal,lim}$	Valor límite para la demanda energética de calefacción según el apartado 2.2.1.1.1 de la sección HE1
$D_{ref,lim}$	Valor límite para la demanda energética de refrigeración según el apartado 2.2.1.1.1. de la sección HE1
C_{ep}	Consumo de energía primaria no renovable del edificio objeto
$C_{ep,lim}$	Valor límite para el consumo de energía primaria no renovable según el apartado 2.2.1 de la sección HE0

*Esta aplicación únicamente permite, para el caso expuesto, la comprobación de las exigencias del apartado 2.2.1.1.1 de la sección DB-HE1 y del apartado 2.2.1 de la sección DB-HE0. Se recuerda que otras exigencias de las secciones DB-HE0 y DB-HE1 que resulten de aplicación deben asimismo verificarse, así como el resto de las secciones del DB-HE

El técnico abajo firmante certifica que ha realizado la verificación del edificio o de la parte que se verifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 31/01/2018

Firma del técnico verificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

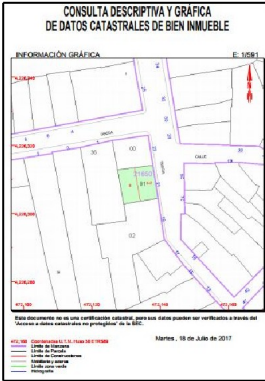
Registro del Organo Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m ²)	241,75
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Modo de obtención
Cubierta	Cubierta	51,42	0,07	Usuario
Forjado interno	Fachada	57,75	0,07	Usuario
Forjado terreno	Suelo	100,00	0,07	Usuario
Medianera	Fachada	5,00	0,06	Usuario
Muro Exterior	Fachada	61,09	0,06	Usuario
Muro Exterior	Fachada	2,07	0,06	Usuario
Muro Exterior	Fachada	0,88	0,06	Usuario
Tabiques	Fachada	35,40	0,08	Usuario
Tabiques	Fachada	6,71	0,08	Usuario
Tabiques	Fachada	41,21	0,08	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Puerta	Hueco	18,86	1,82	0,23	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	1,46	1,82	0,23	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	6,23	1,82	0,23	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	6,72	1,84	0,64	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	6,72	1,84	0,64	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Convencional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	7,37	82,00	GasoleoC	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	82,00	GasNatural	PorDefecto

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	200,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Convencional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	7,37	88,00	GasoleoC	Usuario

Anexo VI.

Certificado de Eficiencia Energética (Caldera Gasóleo)

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda Unifamiliar C/ Tercia, 21 Navas de San Juan		
Dirección	C/ Tercia 21 - - - - -		
Municipio	Navas de San Juan	Código Postal	23240
Provincia	Jaén	Comunidad Autónoma	Andalucía
Zona climática	C3	Año construcción	Posterior a 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	2165001VH7226N0001PF		

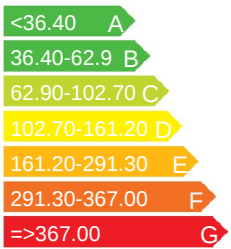
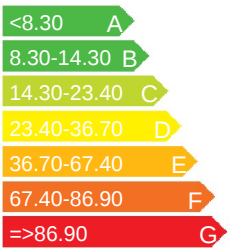
Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

☒ Edificio de nueva construcción	☐ Edificio Existente
☒ Vivienda ☒ Unifamiliar ☐ Bloque ☐ Bloque completo ☐ Vivienda individual	☐ Terciario ☐ Edificio completo ☐ Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Luis Ardoy Hurtado	NIF/NIE	26248163B
Razón social	-	NIF	-
Domicilio	Donantes de Sangre 25 - - - - -		
Municipio	Navas de San Juan	Código Postal	23240
Provincia	Jaén	Comunidad Autónoma	Andalucía
e-mail:	lah00002@red.ujen.es	Teléfono	653041969
Titulación habilitante según normativa vigente	Grado Ingeniería Mecánica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m²·año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO2/m²·año)	
	39,62 B		9,23 B

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 31/01/2018

Firma del técnico certificador:

- Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.
Anexo II. Calificación energética del edificio.
Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.
Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

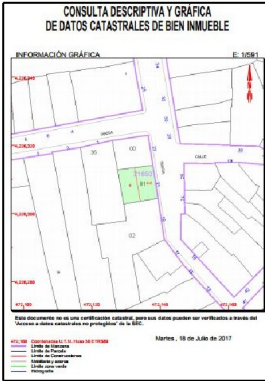
Registro del Organismo Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m²)	241,75
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Modo de obtención
Cubierta	Cubierta	51,42	0,07	Usuario
Forjado interno	Fachada	57,75	0,07	Usuario
Forjado terreno	Suelo	100,00	0,07	Usuario
Medianera	Fachada	5,00	0,06	Usuario
Muro Exterior	Fachada	61,09	0,06	Usuario
Muro Exterior	Fachada	2,07	0,06	Usuario
Muro Exterior	Fachada	0,88	0,06	Usuario
Tabiques	Fachada	35,40	0,08	Usuario
Tabiques	Fachada	6,71	0,08	Usuario
Tabiques	Fachada	41,21	0,08	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Puerta	Hueco	18,86	1,82	0,23	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	1,46	1,82	0,23	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	6,23	1,82	0,23	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	6,72	1,84	0,64	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	6,72	1,84	0,64	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Conven cional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	7,37	82,00	GasoleoC	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	82,00	GasNatural	PorDefecto
TOTALES		7,37			

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	200,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto
TOTALES		0,00			

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° C (litros/día)	100,00
---	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Conven cional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	7,37	88,00	GasoleoC	Usuario

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

(No aplicable)

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

(No aplicable)

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final,cubierto en función del servicio asociado (%)			Demanda de ACS cubierta (%)
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	-	-	-	75,00
TOTALES	0,00	0,00	0,00	75,00

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Panel fotovoltaico	0,00
TOTALES	0

ANEXO II

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C3	Uso	CertificaciónVerificaciónNuevo
----------------	----	-----	--------------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<8.30 A 8.30-14.30 B 14.30-23.40 C 23.40-36.70 D 36.70-67.40 E 67.40-86.90 F =>86.90 G	9,23 B	CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción (kgCO ₂ /m ² año)	B	Emisiones ACS (kgCO ₂ /m ² año)	A
		7,65		0,71	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Emisiones globales (kgCO ₂ /m ² año) ¹		Emisiones refrigeración (kgCO ₂ /m ² año)	A
		0,87	-		

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

	kgCO ₂ /m ² .año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	0,87	210,35
Emisiones CO ₂ por combustibles fósiles	8,36	2020,38

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

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

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<36.40A 36.40-62.9B 62.90-102.7C 102.70-161.2D 161.20-291.30E 291.30-367.00F =>367.00G 39,62B	Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m²año) ¹	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m²año)	B	Energía primaria no renovable ACS (kWh/m²año)	A
		31,79		2,69	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m²año)	A	Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m²año)	-
		5,14		-	

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

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

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<19.70 A 19.70-32.0 B 32.00-49.50 C 49.50-76.20 D 76.20-125.70 E 125.70-147.00 F =>147.00 G	22,12 B	<10.00 A 10.00-14.3 B 14.30-20.40 C 20.40-29.70 D 29.70-36.70 E 36.70-45.10 F =>45.10 G	5,26 A
Demanda de calefacción (kWh/m²año)		Demanda de refrigeración (kWh/m²año)	

¹El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

ANEXO III

RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m²·año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO2/m²·año)	
<36.40 A		<8.30 A	
36.40-62.9 B		8.30-14.30 B	
62.90-102.70 C		14.30-23.40 C	
102.70-161.20 D		23.40-36.70 D	
161.20-291.30 E		36.70-67.40 E	
291.30-367.00 F		67.40-86.90 F	
=>367.00 G		=>86.90 G	

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m²·año)		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m²·año)	
<19.70 A		<10.00 A	
19.70-32.0 B		10.00-14.3 B	
32.00-49.50 C		14.30-20.40 C	
49.50-76.20 D		20.40-29.70 D	
76.20-125.70 E		29.70-36.70 E	
125.70-147.00 F		36.70-45.10 F	
=>147.00 G		=>45.10 G	

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior
Consumo Energía primaria (kWh/m²·año)										
Consumo Energía final (kWh/m²·año)										
Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂ /m²·año)										
Demanda (kWh/m²·año)										

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida
Otros datos de interés

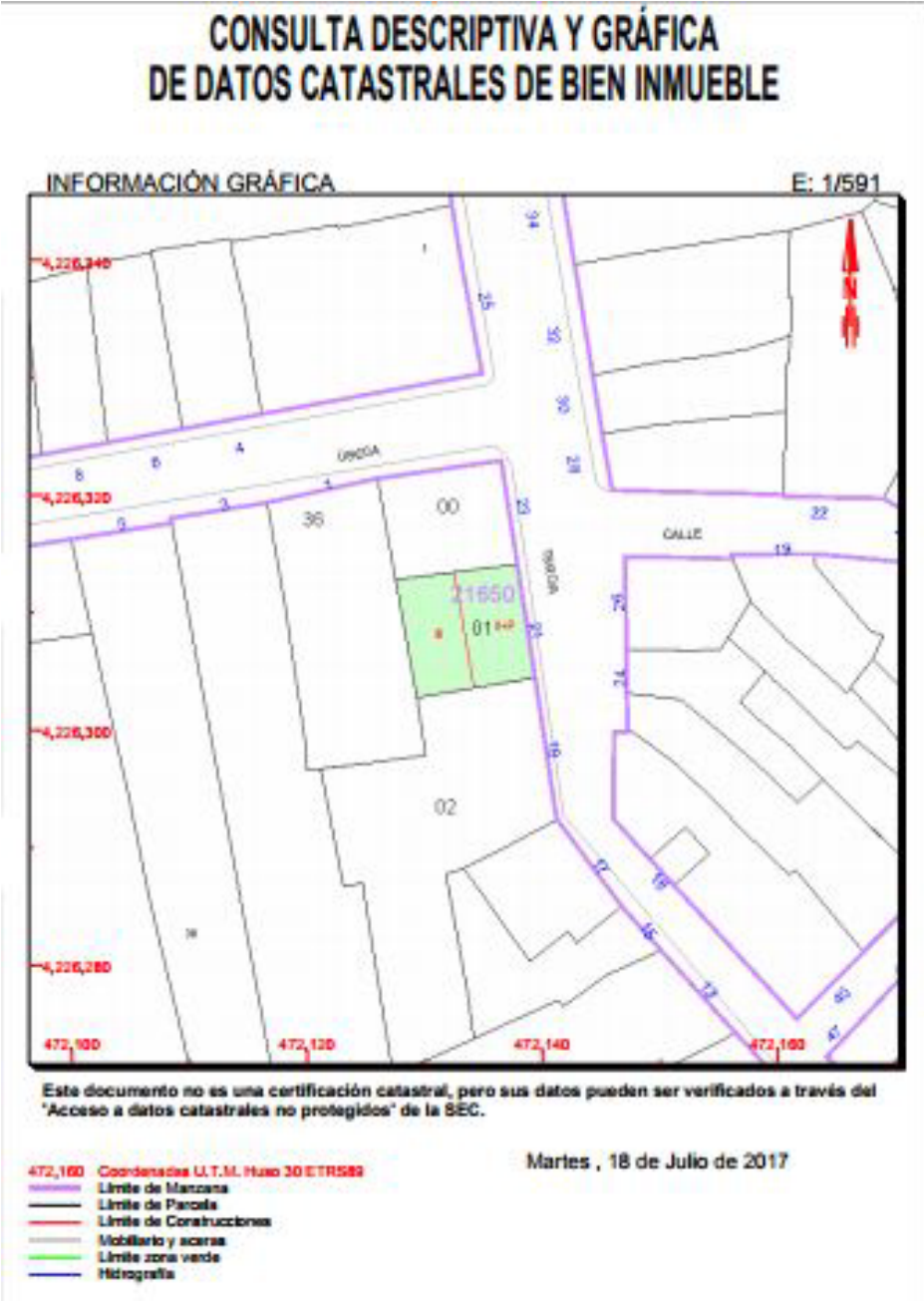
ANEXO IV

PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

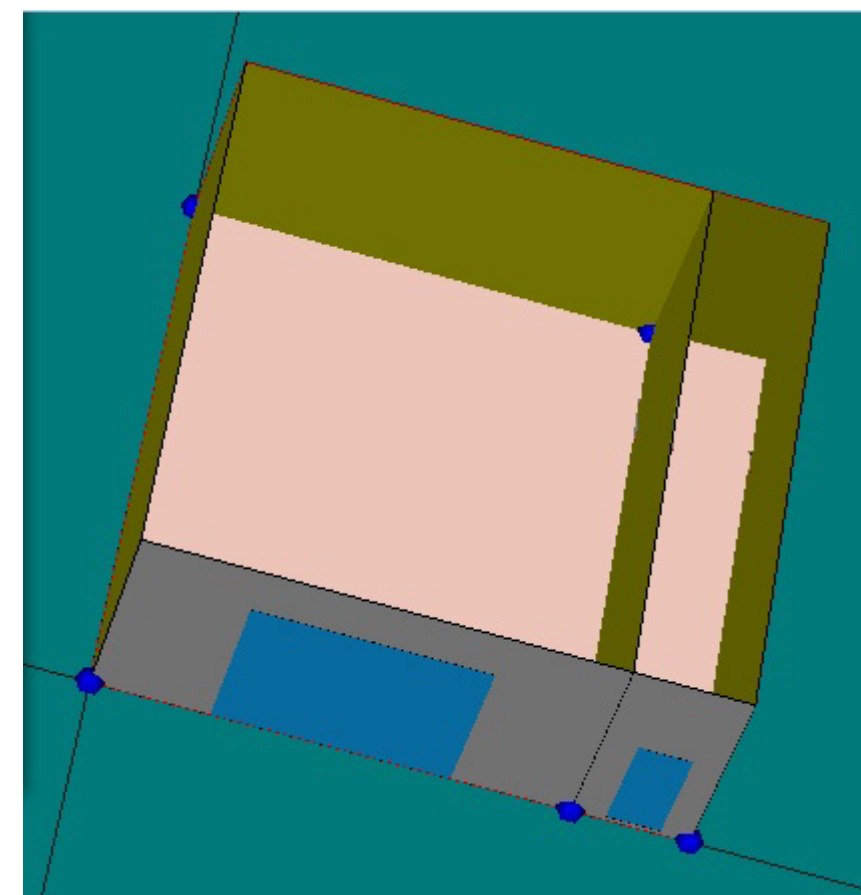
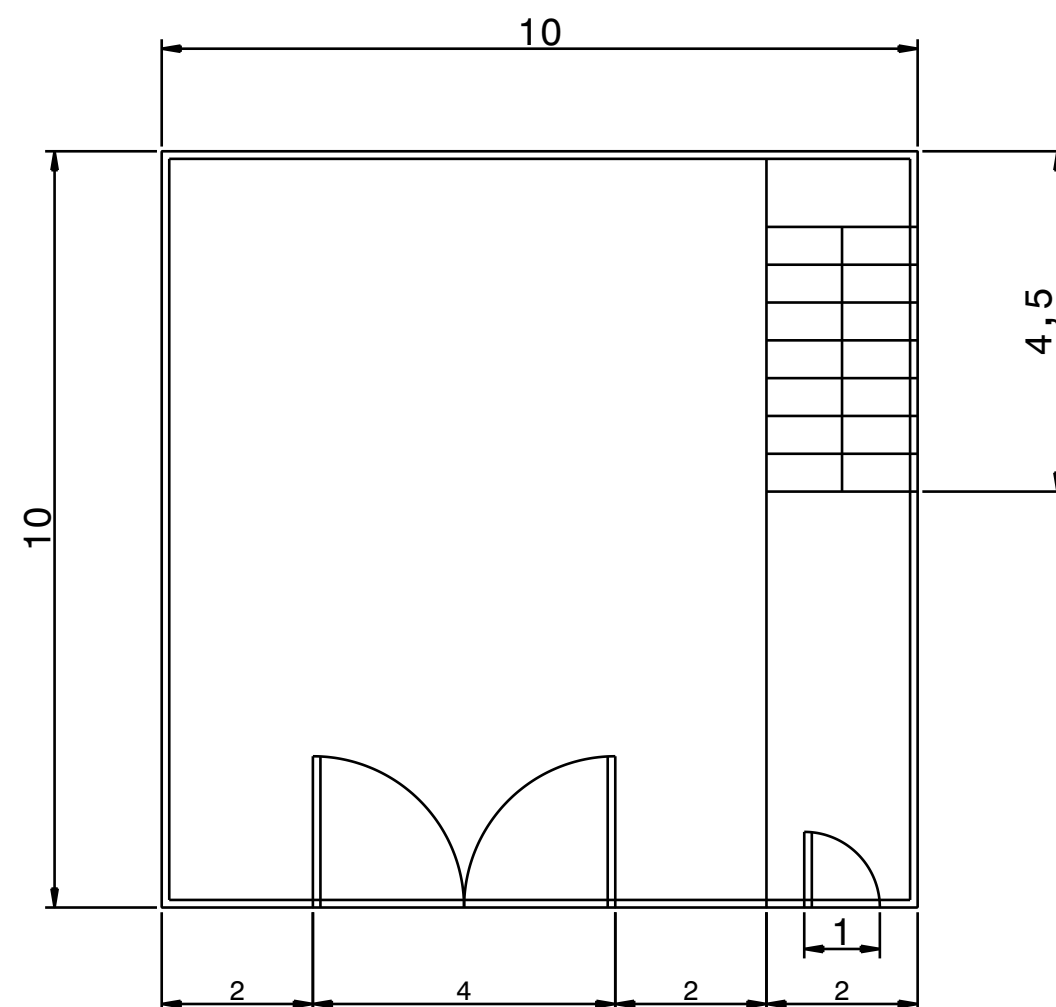
Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	27/11/17
---	----------

2. PLANOS

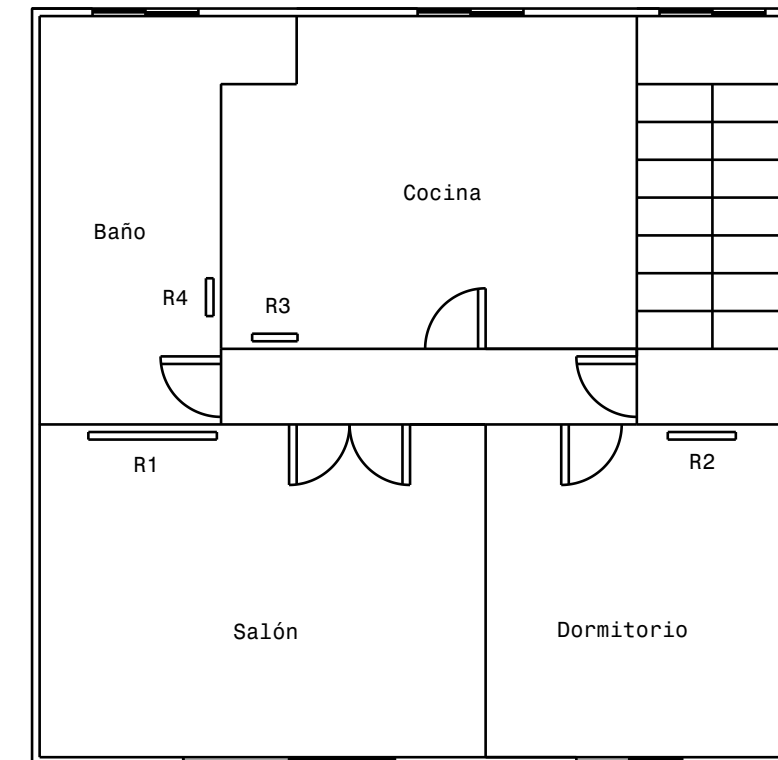
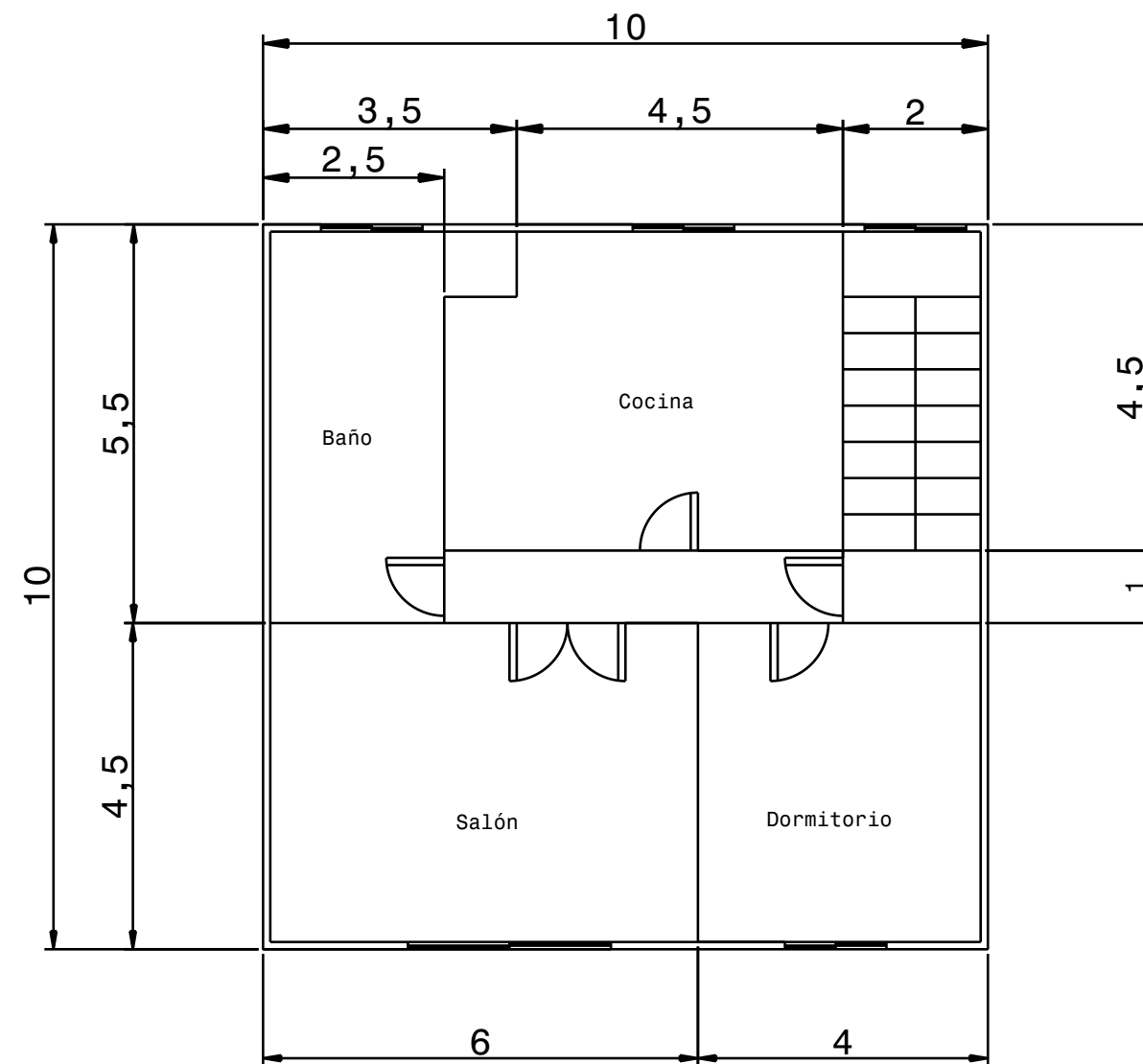


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	09/02/18	L.A.H		
COMPROBADO				
ESCALA:	Determinación de la calificación energética de una vivienda unifamiliar Solar y situación			Nº PLANO 1 / 4
N/A				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



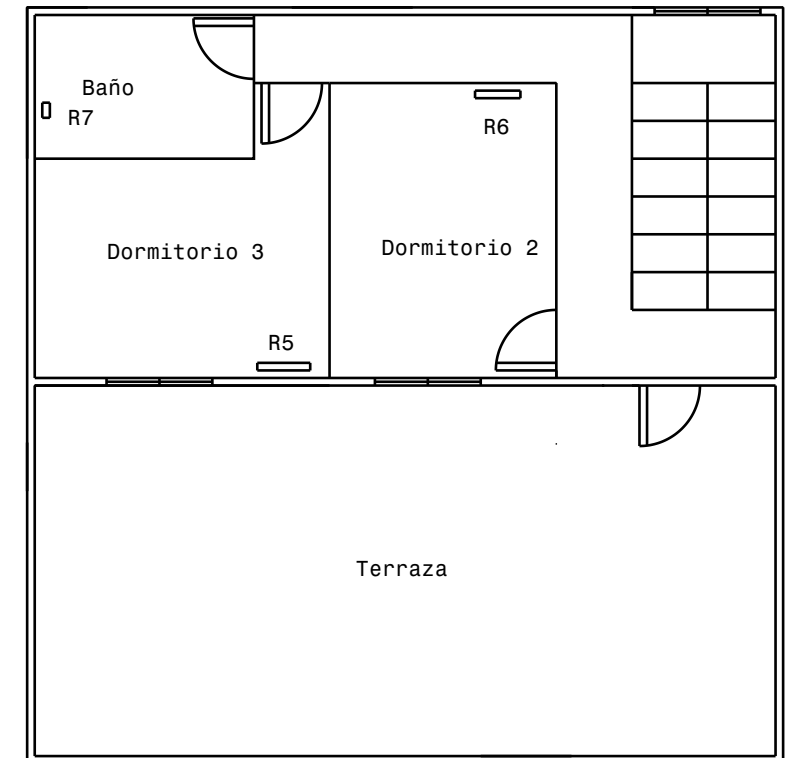
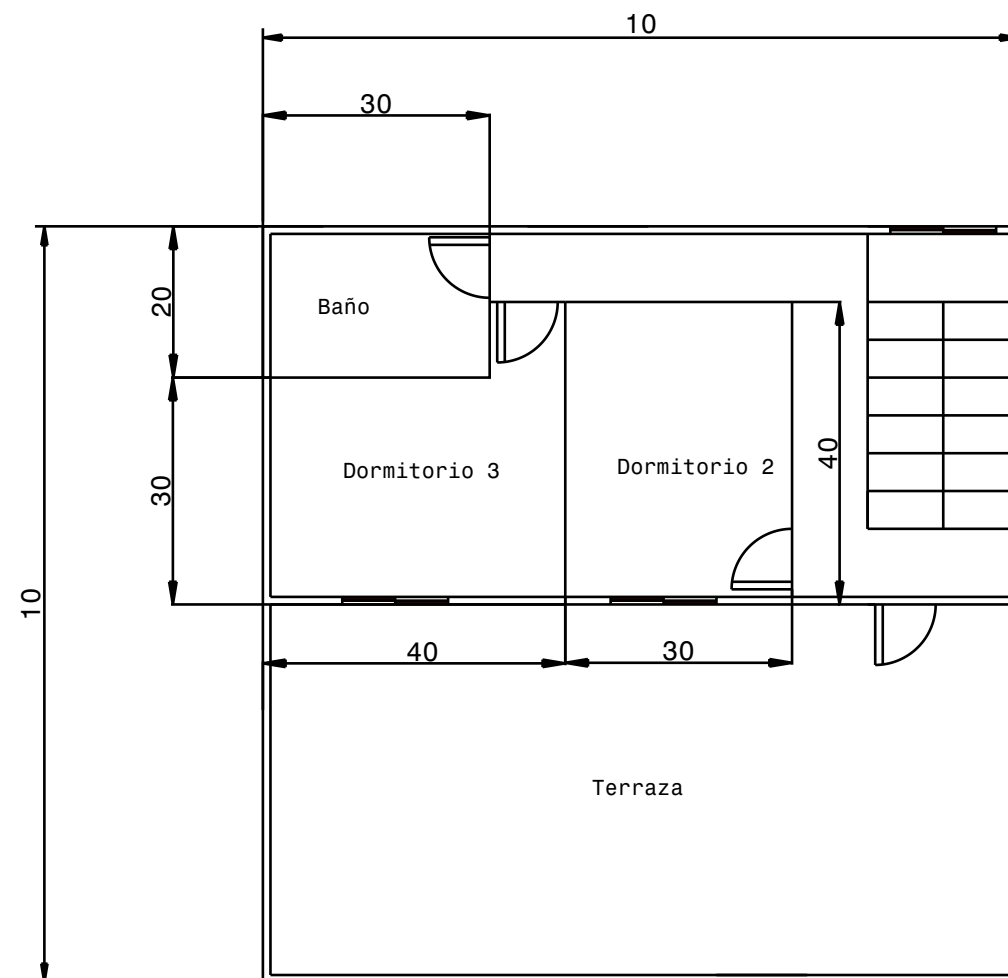
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	09/02/18	L.A.H			
COMPROBADO					
ESCALA:	Determinación de la calificación energética de una vivienda unifamiliar			Nº PLANO	
1:100				2/4	
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	

Planta Baja



Calefacción			
Nº	Local	Potencia (KW)	Nº Elementos
R1	Salón	2,53	17
R2	Dormitorio	1,31	9
R3	Cocina	0,81	6
R4	Baño	0,66	5

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	09/02/18	L.A.H		
COMPROBADO				
ESCALA:	Determinación de la calificación energética de una vivienda unifamiliar Primera planta			Nº PLANO 3/4
1:100				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



Calefacción			
Nº	Local	Potencia (KW)	Nº Elementos
R5	Dormitorio 2	0,88	6
R6	Dormitorio 3	0,92	7
R7	Baño	0,27	2
	Terraza	-	-

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	09/02/18	L.A.H		
COMPROBADO				
ESCALA:	Determinación de la calificación energética de una vivienda unifamiliar			Nº PLANO 4 / 4
	Segunda planta			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

3. BIBLIOGRAFÍA

- Plan de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-20 [1]

Recursos web Utilizados:

- Boletín Oficial del Estado. www.boe.es
- Sede Electrónica del Catastro. www.sedecatastro.gob.es
- www.enertra.es/blog/2015/10/02/reduccion-en-el-ibi-para-viviendas-y-oficinas-que-ahorren-energia [1]
- www.minetad.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/directiva2012/Paginas/directiva-2012-27UE.aspx [2]
- www.noticias.juridicas.com/base_datos/CCAA/531318-dl-8-2014-de-10-jun-ca-andalucia-medidas-extraordinarias-y-urgentes-para.html [3]
- www.codigotecnico.org/index.php/menu-ahorro-energia.html [4]
- https://es.wikipedia.org/wiki/Certificaci%C3%B3n_energ%C3%A9tica_de_edificios [5]
- www.codigotecnico.org/index.php/menu-recursos/menu-aplicaciones/282-herramienta-unificada-lider-calener.html [6]
- www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/aplicaciones/lider-calener/ManualDeUsuarioHULC-20151221.pdf [7]
- www.certificadosenergeticos.com/consumo-diario-acsc-certificado-energetico [8]
- http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_PCI_Combustibles_Carburantes_final_valores_Update_2014_0830376a.xlsx [9]

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dependencia energética en España y UE-27

Figura 2. Evolución del consumo de energía primaria

Figura 3. Vista aérea del emplazamiento

Figura 4. Vista Fachada

Figura 5. Vista Planta Baja

Figura 6. Vista Planta Primera

Figura 7. Vista Planta Segunda

Figura 8. Vista Frontal Norte-Este

Figura 9. Vista Trasera Sur-Oeste

Figura 10. Verificación CTE-HE1

Figura 11. Valores de ACS

Figura 12. Calificación Energética con Caldera de Biomasa

Figura 13. Resumen Resultado Calificación con Caldera de Biomasa

Figura 14. Verificación CTE-HE0 con Caldera de Biomasa

Figura 15. Datos ACS para caldera de Gasóleo

Figura 16. Calificación Energética con Caldera de Gasóleo

Figura 17. Resumen Resultado Calificación con Caldera de Gasóleo

Figura 18. Verificación CTE-HE0 con Caldera de Gasóleo

Figura 19. Comparativa Evolución de Costes

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición de Cubierta

Tabla 2. Composición de Forjado Interno

Tabla 3. Composición de Forjado de Terreno

Tabla 4. Composición de Medianería

Tabla 5. Composición de Muro Exterior

Tabla 6. Composición de Tabiquería

Tabla 7. Propiedades de Puertas

Tabla 8. Propiedades de Ventanas

Tabla 9. Potencias de elementos de calefacción

Tabla 10. Coste Anual (Caldera de Pellets)

Tabla 11. Coste Acumulado (Caldera de Pellets)

Tabla 12. Coste Anual (Caldera de Gasóleo)

Tabla 13. Coste Acumulado (Caldera de Gasóleo)

D. Alfonso Rodríguez Quesada

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Luis AH", enclosed within a large, loopy oval stroke.

D. Luis Ardoy Hurtado

Linares, 09 de Febrero de 2018