



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
INGENIERÍA DE  
EDIFICACIÓN

**ANÁLISIS DEL PROYECTO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR.  
ADAPTACIÓN A CRITERIOS ECOLÓGICOS Y DE  
SOSTENIBILIDAD.**



**PFC: ARQUITECTURA TÉCNICA**

**MODALIDAD: CIENTÍFICO - TÉCNICO**

ALUMNO: ROSALÍA ARCEDIANO LÓPEZ

TUTOR: LUIS ÁNGEL TEJERO CATALÁ

CURSO: 2013-2014

# ÍNDICE

## **1.- INTRODUCCIÓN**

### **1.1.- SOSTENIBILIDAD**

- 1.1.1.- DEFINICIÓN CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE
- 1.1.2.- MARCO HISTÓRICO
- 1.1.3.- CRITERIOS Y PARÁMETROS SOSTENIBLES
- 1.1.4.- EL MERCADO DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE
- 1.1.5.- AGENTES IMPLICADOS
- 1.1.6.- REFLEXIÓN SOBRE SOSTENIBILIDAD

### **1.2.- EFICIENCIA ENERGÉTICA**

- 1.2.1.- DEFINICIÓN EFICIENCIA ENERGÉTICA
- 1.2.2.- MARCO NORMATIVO EFICIENCIA ENERGÉTICA
- 1.2.3.- OBJETIVOS DEL CONSUMO ENERGÉTICO
- 1.2.4.-REFLEXIÓN SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA

## **2.- ANÁLISIS DEL PROYECTO**

### **2.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL**

### **2.2.- SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PROYECTADAS**

- 2.2.1.- CIMENTACIÓN
- 2.2.2.- ESTRUCTURA
- 2.2.3.- CERRAMIENTOS
- 2.2.4.- CUBIERTA

2.2.5.- CARPINTERIA EXTERIOR

2.2.6.- CERRAJERÍA

2.2.7.- PAVIMENTOS Y ALICATADOS

2.2.8.- INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

2.2.9.- SANEAMIENTO

2.2.10.- INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y CALEFACCIÓN

2.2.11.- INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD

### **3.- ANALISIS ENERGETICO DE LA VIVIENDA PROYECTADA – EJECUTADA**

#### **3.1.- ELECCIÓN HERRAMIENTA PARA EL ANÁLISIS ENERGÉTICO**

#### **3.2.- APLICACIÓN PROGRAMA CE3X**

3.2.1.- INICIO

3.2.2.- DATOS ADMINISTRATIVOS

3.2.3.- DATOS GENERALES

3.2.4.- DEFINICIÓN EDIFICIO

3.2.5.- IDENTIFICACIÓN DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

3.2.6.- PATRONES DE SOMBRAS

3.2.7.- ANÁLISIS DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

3.2.8.- INSTALACIONES

3.2.9.- CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

#### **3.3.- CONCLUSIÓN APLICACIÓN PROGRAMA CE3X**

## **4.- ALTERNATIVAS Y MEJORAS APLICADAS A LA VIVIENDA**

### **4.1.- MEJORA DE LA ENVOLVETE TÉRMICA**

4.1.1.- BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR “YTONG” – FACHADA

4.1.2.- AISLAMIENTO TÉRMICO DE CELULOSA – CUBIERTA

### **4.2.- INSTALACIÓN DE SISTEMA DE AHORRO DE AGUA – “AQUARETURN”**

4.2.1.- DESCRIPCIÓN SISTEMA AQUARETURN

4.2.2.- FUNCIONAMIENTO SISTEMA AQUARETURN

4.2.3.- INSTALACIÓN SISTEMA AQUARETURN

4.2.4.- APLICACIÓN SISTEMA AQUARETURN A LA VIVIENDA

### **4.3.- SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS), CALEFACCIÓN Y RECUPERACIÓN DE AGUAS GRISES - GEMAH**

4.3.1.- PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES GEMAH

4.3.2.- PRODUCCIÓN DE CALEFACCIÓN - REFRIGERACIÓN GEMAH

4.3.3.- APLICACIÓN SISTEMA GEMAH

### **4.4.- SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO - SOLAR FOTOVOLTAICO**

4.4.1.- ENERGÍA EÓLICA

4.4.2.- ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

4.4.3.- DESCRIPCIÓN SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO - SOLAR FOTOVOLTAICO KLIUX

4.4.4.- APLICACIÓN SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO - SOLAR FOTOVOLTAICO KLIUX

## **5.- ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ECONÓMICO DE LA VIVIENDA ALTERNATIVA**

### **5.1.- APLICACIÓN PROGRAMA CE3X**

5.1.1.- ENVOLVENTE TÉRMICA

5.1.2.- INSTALACIONES CON ENERGÍAS RENOVABLES

5.1.3.- CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

### **5.2.- CONCLUSIÓN APLICACIÓN PROGRAMA CE3X**

### **5.3.- VALORACIÓN ECONÓMICA**

5.3.1.- ENVOLVENTE TÉRMICA

5.3.2.- SISTEMA DE AHORRO DE AGUA – “AQUARETURN”

5.3.3.- SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ACS, CALEFACCIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES

5.3.4.- SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO – SOLAR FOTOVOLTAICO

5.3.5. – ILUMINACIÓN LED

5.3.6.- RESUMEN VALORACIÓN ECONÓMICA

## **6.- CONCLUSIONES**

## **7.- BIBLIOGRAFÍA**

# 1.- INTRODUCCIÓN

## 1.- INTRODUCCIÓN

### 1.1.- SOSTENIBILIDAD

#### 1.1.1.- DEFINICIÓN CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

*“La construcción sostenible es un concepto global que identifica un proceso completo en el que influyen numerosos parámetros que, apoyados unos sobre otros, tienen como consecuencia productos urbanos eficientes y respetuosos con el Medio Ambiente”.*

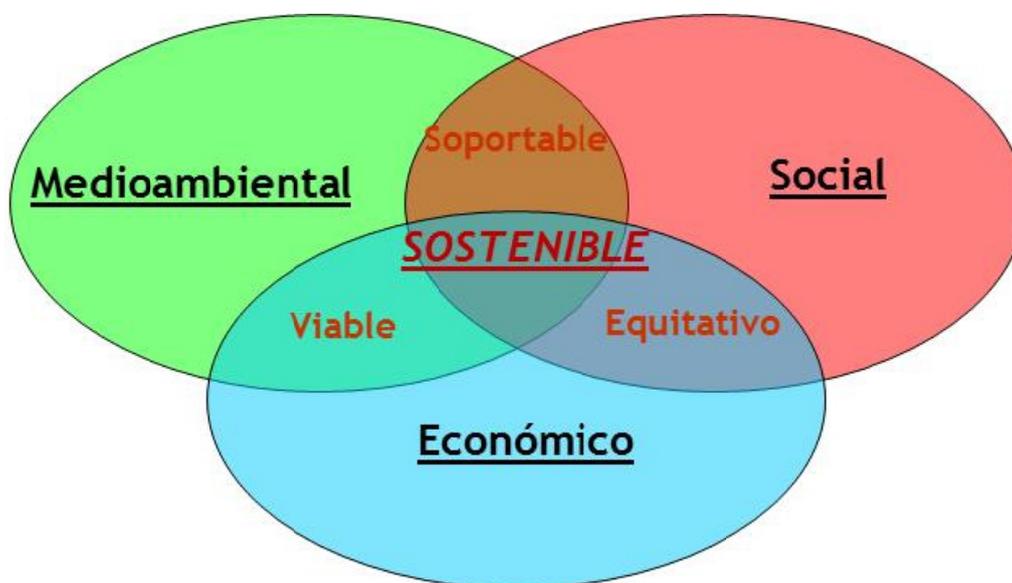
*Construible.es*



La Construcción Sostenible es una nueva forma de construir con unas pautas más coherentes con el medio ambiente. Por ello se debe tener en cuenta un uso más eficiente de los recursos naturales limitados, como el agua, el suelo, la energía o las materias primas. Este factor es de vital importancia para la conservación futura del medio ambiente así como el aseguramiento de la calidad de vida de la sociedad en las futuras generaciones. Igualmente la construcción sostenible ha de asegurar y garantizar los usos y necesidades de viviendas, infraestructuras y ámbitos de trabajo que la sociedad demande en cada momento, sin sacrificar que las futuras generaciones sean capaces de satisfacer sus necesidades.

La Construcción Sostenible ha de basarse en factores de eficiencia económica, eficiencia ambiental y responsabilidad social sin menospreciar la calidad arquitectónica, la innovación técnica y el desarrollo y estudio para el futuro de los resultados obtenidos.

La aplicación de estos factores favorecerá a lo largo del tiempo la interacción entre Construcción Sostenible y Medio Ambiente.



*Fig. 1.01 – Esquema Concepto Sostenibilidad. IDAE.*

Hay que destacar que la innovación técnica en la construcción es un factor a tener muy en cuenta, ya que permite la incorporación de materiales más sostenibles, en los que en su elaboración se tenga en cuenta un menor impacto hacia el medio ambiente, ya sea por el menor consumo de recursos o bien porque en los procesos de fabricación se generan menos residuos o vertidos y menos emisiones contaminantes. Así mismo la innovación representa una oportunidad para incorporar equipos y sistemas más eficientes.

Por otra parte, la innovación en la construcción ha de tener un papel muy relevante a la hora de permitir la aplicación de mejores técnicas constructivas, que nos hagan conseguir construcciones más económicas y proyectos que hasta el momento no eran técnica ni económicamente viables.

No cabe decir que el sector de la construcción, con la elevada cantidad de subsectores que lo forman y que tienen influencia sobre él, es uno de los sectores que produce un mayor impacto ambiental tanto en el proceso constructivo como a lo largo de su vida útil una vez terminado, ya que se estima que los edificios consumen entre el 20% y el 50% de los recursos naturales,

contribuyendo en gran medida al aumento de las emisiones y contaminación. Hay que tener en cuenta que alrededor del 80% de los habitantes se concentran en zonas urbanas, por lo que el impacto de los edificios sobre estas zonas es elevado, influyendo negativamente en el aumento de consumo de energía. Acorde con el aumento de la población, la generación de residuos de construcción, de mantenimiento y de derribo está en constante aumento, con las dificultades para su reciclaje.

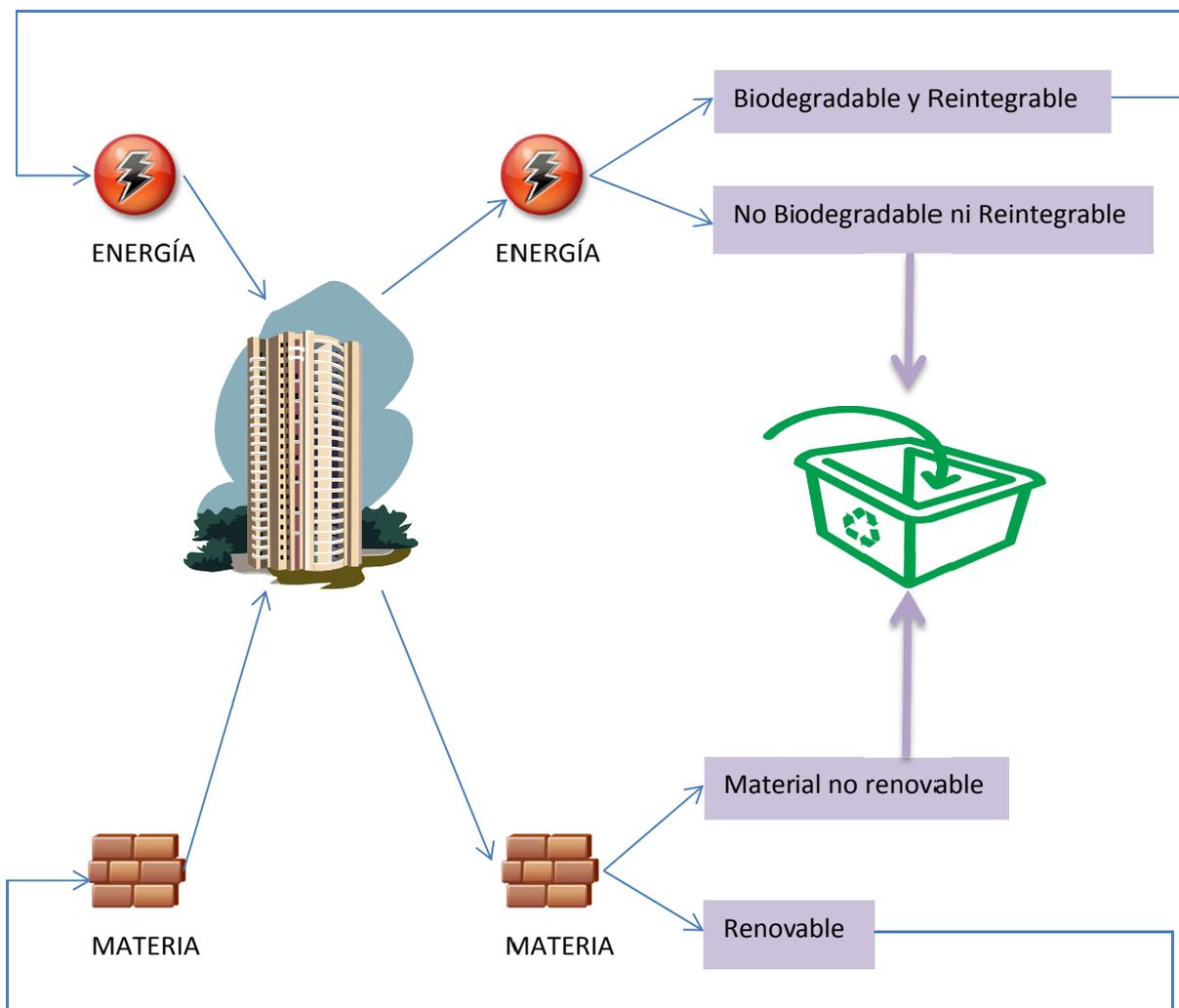


Fig. 1.02 – Ciclo Energía – Materia en el proceso constructivo. Construible.es.

La Construcción Sostenible engloba tanto la elección de los procesos constructivos y los materiales, como el entorno y el desarrollo urbano donde se establecen. Por lo tanto se fundamenta en la correcta utilización y gestión de los recursos naturales y de la conservación de la energía. Igualmente, durante el período de uso del edificio intenta planificar el comportamiento social y los hábitos de conducta de los usuarios, para alargar la vida útil del mismo. Y finalmente, analiza todo el ciclo de vida del edificio, desde su planteamiento inicial y su posterior diseño junto con la elección - obtención más adecuada de los materiales hasta que estos se incorporan de nuevo al medio en forma de residuos.

Podemos concluir que el objetivo de la Construcción Sostenible no es únicamente el crear espacios habitables con menos incidencia negativa en el medio ambiente, sino que también tiene en cuenta el uso responsable de los mismos. Tenemos que ser exigentes y responsables a la hora de crearlos y utilizarlos.

#### 1.1.2.- MARCO HISTÓRICO SOSTENIBILIDAD

En el inicio de la década de los setenta el desarrollo masivo de la industria y su gran crecimiento derivan en la aparición de las primeras reflexiones sobre el Medio Ambiente y la disponibilidad de los recursos, ya que empiezan a vislumbrarse consecuencias ambientales de la denominada Sociedad Industrial. La viabilidad del crecimiento económico mundial se pone en entredicho por primera vez cuando se publica el primer informe de 1971 del Club de Roma sobre los límites de crecimiento. Podemos considerar que es aquí el punto de partida de lo que hemos denominado la Construcción Sostenible. Aparece en un primer momento la palabra “ecodesarrollo” que aunque tuvo cierta repercusión social no llegó a encajar en los círculos económicos e industriales.

Es con la crisis del petróleo de 1973 cuando surge el planteamiento de la necesidad del ahorro energético; se critican los malos hábitos de la sociedad del momento, más conocida como sociedad de “usar y tirar”.

En estos años términos como medioambiente o ecología aparecen en reiteradas ocasiones en infinidad de sectores. Y es en la década de los ochenta cuando aparece por primera vez el uso

del concepto “Desarrollo Sostenible” dado a conocer dentro del marco de las naciones unidas, y es a día de hoy referente obligatorio en el desarrollo económico a nivel mundial.

El término de “Desarrollo Sostenible” planteó, dentro del Informe Brundtland “Nuestro futuro común” en 1987, “satisfacer nuestras necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas”. Es decir, desarrollarse en todos los ámbitos asegurando que las futuras generaciones puedan satisfacer sus necesidades y disponer de los recursos necesarios.

A partir de aquí y hasta inicios del siglo XXI se han desarrollado grandes esfuerzos en todos los sectores con experimentación en el uso de energías alternativas y renovables, introducción de materiales nuevos, inversión I+D y mejora de la eficiencia energética. Esto se ha desarrollado mediante la generación de normativas específicas y documentos, que marcan las pautas a seguir por las políticas de desarrollo de los países.

Podemos destacar como hitos históricos en el avance en materia del mencionado “Desarrollo Sostenible”; la “Agenda 21” de la “Cumbre de la Tierra” en Río de Janeiro (1992), acuerdo de la ONU en la que se promueve el desarrollo sostenible y el impacto humano sobre el medio ambiente. De esta cumbre derivaron posteriormente la “Carta de Aalborg” de 1994, la cual es el resultado de la “Conferencia Europea de Ciudades y Pueblos Sostenibles”, que tuvo lugar en Dinamarca, y en la que los países firmantes se comprometieron a desarrollar programas hacia un desarrollo sostenible y la “Carta de Lisboa” de 1996 como continuación a la anterior, “Segunda Conferencia Europea de Pueblos y Ciudades Sostenibles”.

Y especial mención merece el conocido por todos, y muy presente a día de hoy, como “Protocolo de Kioto” de la “Cumbre de Kioto” de 1997, resultado del Convenio sobre el cambio climático, donde todos los países industrializados se comprometieron a ejecutar un paquete de medidas urgentes con el fin de reducir los gases de efecto invernadero, emisiones de CO<sub>2</sub>. Con el fin de lograr los objetivos aquí establecidos, los distintos países han ido adoptando una serie de compromisos para garantizar dichos objetivos.

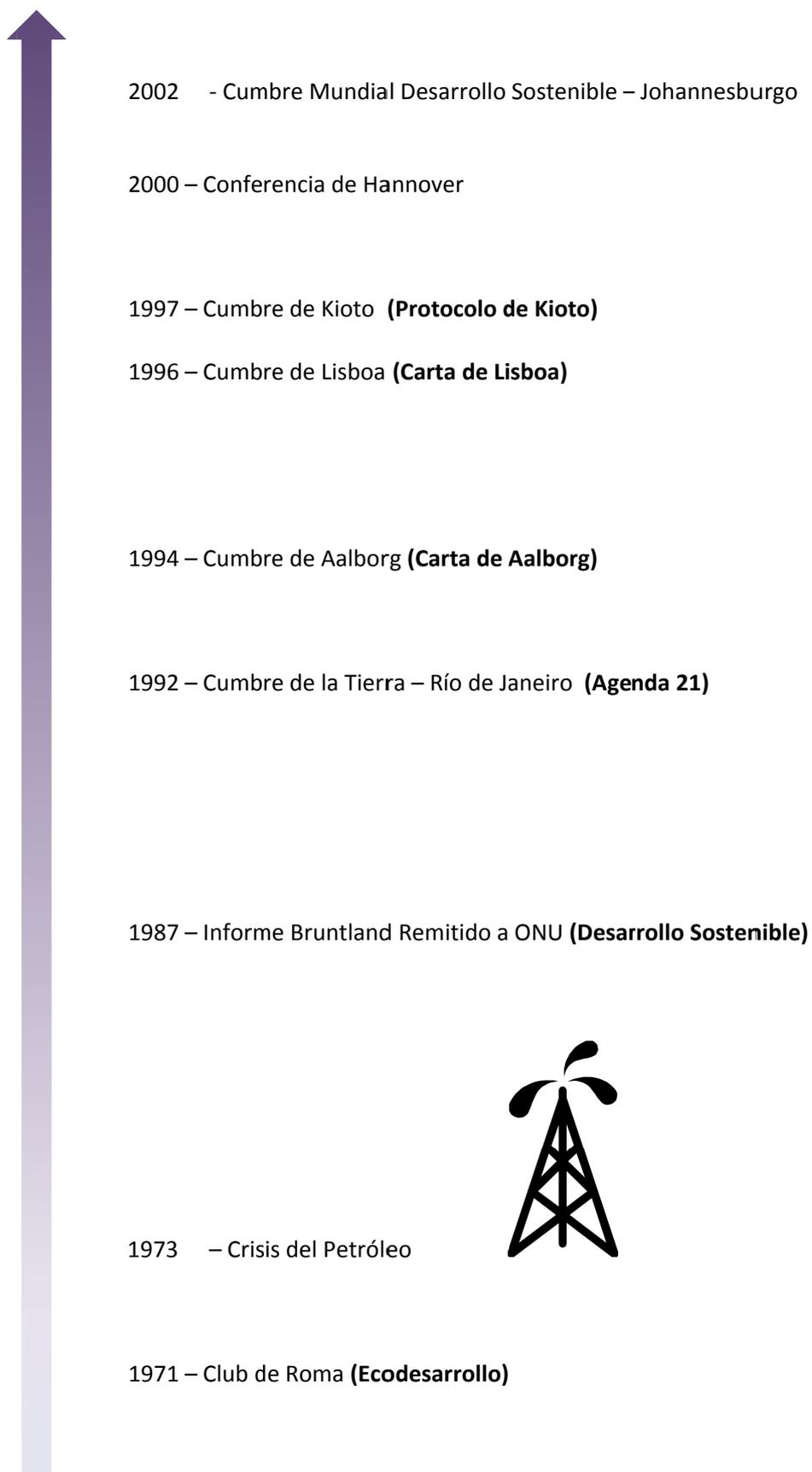


Fig. 1.03 – Hitos Construcción Sostenible. Construible.es.

El objetivo principal de “Desarrollo Sostenible” busca la conciliación entre el crecimiento económico y la idea de sostenibilidad, teniendo en cuenta de lo material y lo abstracto para buscar el objetivo común. Existe la confianza en las posibilidades de crecimiento y desarrollo, pero éstas no han de estar desvinculadas en nuestros hábitos diarios cumpliendo y aceptando límites en materia medioambiental. Por este motivo se establecen los siguientes criterios de sostenibilidad a tener presente:

- Reducción del consumo
- Aumento de la eficiencia del sistema
- Control de la población mundial

Estos criterios se establecen de manera muy general, pero con parámetros y recomendaciones más específicos se ha conseguido aplicar en mayor o menor medida, en la mayoría de los sectores económicos vinculados al medio físico. Uno de los sectores más afectados es el sector de la construcción, ya que con su continuo y gran crecimiento vinculado al desarrollo económico asume la sostenibilidad como un objetivo principal.

### 1.1.3.- CRITERIOS Y PARÁMETROS SOSTENIBILIDAD

En el sector de la construcción, y por tanto en el proceso constructivo, hemos de tener la posibilidad de analizar y medir una serie de objetivos establecidos, en base a criterios básicos de sostenibilidad, tanto al inicio del proceso de construcción como posteriormente a lo largo de la vida útil del mismo. Teniendo en cuenta que en el proceso constructivo, tenemos presentes como recursos, la materia prima, el agua, el terreno y la energía, podemos fijar los siguientes criterios básicos de sostenibilidad:

- Grado ocupacional del territorio existente.
- Aportación al cambio climático
- Modificación en el ciclo natural del agua
- Variación del ciclo de los materiales
- Calidad de los espacios habitables

Dichos criterios básicos han de ser aplicados en base a parámetros y objetivos que nos permitan actuar de la mejor manera con el fin de encontrar una construcción lo más sostenible posible. La ejecución de los mismos se ha de llevar a cabo mediante actuaciones concretas que repercutirán en uno o varios de los apartados que se exponen a continuación:

#### Integración adecuada en el ambiente físico

- Reducción de la superficie del terreno a utilizar.
- Conservación de áreas naturales y biodiversidad.
- Reducción de la fragmentación.
- Realización de estudios geobiológicos.
- Prevención de la cantidad de las emisiones tóxicas.

#### Elección de materiales y procesos más adecuados

- Uso de materiales con bajas emisiones tóxicas.
- Utilización preferente de materiales derivados de recursos renovables.
- Eficacia en el uso de los materiales no renovables.
- Impulsar el reciclaje y la reutilización.
- Incremento de la durabilidad, transformación y flexibilidad.
- Prohibición en la utilización de materiales peligrosos.
- Mayor calidad basada en un aumento de la vida útil de los materiales.

#### Uso más eficiente y responsable de la energía y el agua

- Fomentar el uso de energías renovables.
- Disminuir el consumo de agua.
- Minorar la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> y sustancias tóxicas (NO<sub>x</sub> y SO<sub>x</sub>) a la atmósfera.
- Disminuir el consumo de fuentes no renovables.
- Mejora en el acondicionamiento de los edificios: aislamiento, ventilación natural, soleamiento, etc.

### Gestión de residuos

- Procesos de rehabilitación y demolición resueltos con métodos que permitan la mejor segregación y recuperación de los residuos.
- Menor cantidad de residuos inertes en su origen y potenciar el reciclaje.
- Promoción de la reutilización de los residuos.

### Establecer una atmósfera interior saludable

- Menor cantidad y olores y ruidos.
- Uso de materiales con bajas emisiones tóxicas.
- Satisfacción de las necesidades de los habitantes.
- Previsión de seguridad y transporte para los espacios habitados.
- Conservación del ambiente interior saludable y de la calidad de los ambientes urbanizados.
- Supervisión del aire y sus agentes contaminantes. Equipos de ventilación óptimos.

### Eficiencia calidad-coste

- Aumento de los procesos y sistemas tecnológicos estándar así como creación de mecanismos de mercado.
- Aumento y aplicación de sistemas de control de calidad en todo el proceso.
- Menor coste de mantenimiento.

#### 1.1.4.- EL MERCADO DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

Los términos “Sostenibilidad” y “Eficiencia Energética” son planteados constantemente como los principales objetivos de la sociedad, de la política empresarial y de las administraciones públicas. El concepto de “Sostenibilidad” es totalmente equivalente a compromiso, modernidad, positivismo y comportamiento ético.

El sector de la construcción evidencia notablemente un interés cada vez mayor por la conservación y el equilibrio con el medioambiente, incluso dentro del denominado mercado inmobiliario. Esto se refleja también fielmente en la actitud que tiene la Administración Pública, la cual cada vez más, apuesta por la sostenibilidad en todos los campos, y por otra parte, surge un interés y una exigencia cada vez mayor por la creación de productos resultantes del proceso constructivo, que se comporten con un mayor respeto y armonicen con el medio ambiente.

Por su parte, el conjunto de la sociedad, aboga por el cumplimiento de su responsabilidad a la hora de utilizar y consumir los productos que le ofrece el mercado. Se demanda un uso y consumo responsables.

Las iniciativas y comportamientos basados en la sostenibilidad, vienen marcadas en la actualidad por las recientes directrices que establece la Unión Europea, las cuales orientan hacia su cumplimiento.

Hay que destacar en este aspecto, que a nivel de nuestro país, el tan ansiado y demandado por todos los agentes implicados en el proceso constructivo, Código Técnico de la Edificación (CTE), se establece como punto de inflexión a la hora de avanzar para una construcción enfocada hacia la sostenibilidad en nuestro entorno urbano y nuestras construcciones, edificios, viviendas, etc.

Esta nueva normativa ha dado respuesta ante la impaciencia de muchos agentes del proceso constructivo que no disponían de pautas o criterios claros para encauzar medidas de actuación que estuvieran encaminadas a la mejora medioambiental.

Los planteamientos esenciales que el Código Técnico de la Edificación establece son:

- REDUCCIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS
- OBLIGATORIEDAD DE USO DE ENERGÍA SOLAR PARA LA PRODUCCIÓN DE ACS
- IMPLANTACIÓN OBLIGATORIA DE LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

La modificación de la Ley del Suelo y otras normativas que se originan de la misma, plantean como principal objetivo la búsqueda de soluciones a los problemas que se derivan del insostenible urbanismo en la actualidad, que aunque sí que es verdad que se ha visto muy ralentizado y afectado debido al estallido de la denominada “burbuja inmobiliaria”, no exime de que continúen existiendo dificultades para llevarlas a cabo.

#### 1.1.5.- AGENTES IMPLICADOS EN LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

Para conseguir el objetivo de una Construcción Sostenible a base de productos urbanos eficientes y que a su vez sean totalmente respetuosos con el Medio Ambiente, se hace necesaria la implicación y el compromiso por parte de todos los agentes que toman parte en el proceso constructivo.

Todos estos agentes intervinientes han de trabajar de manera responsable y coordinada para que los objetivos a cumplir y por tanto, los resultados a conseguir, sean satisfactorios a todos los niveles del proceso. Es imposible llegar a buen fin si los agentes que intervienen trabajan de una manera independiente y sin tener en cuenta a los demás.

Los agentes más representativos implicados en el proceso constructivo, y que por tanto, intervienen y son parte fundamental en la Construcción Sostenible, junto con sus principales cometidos, se detallan de manera esquemática en el siguiente diagrama:

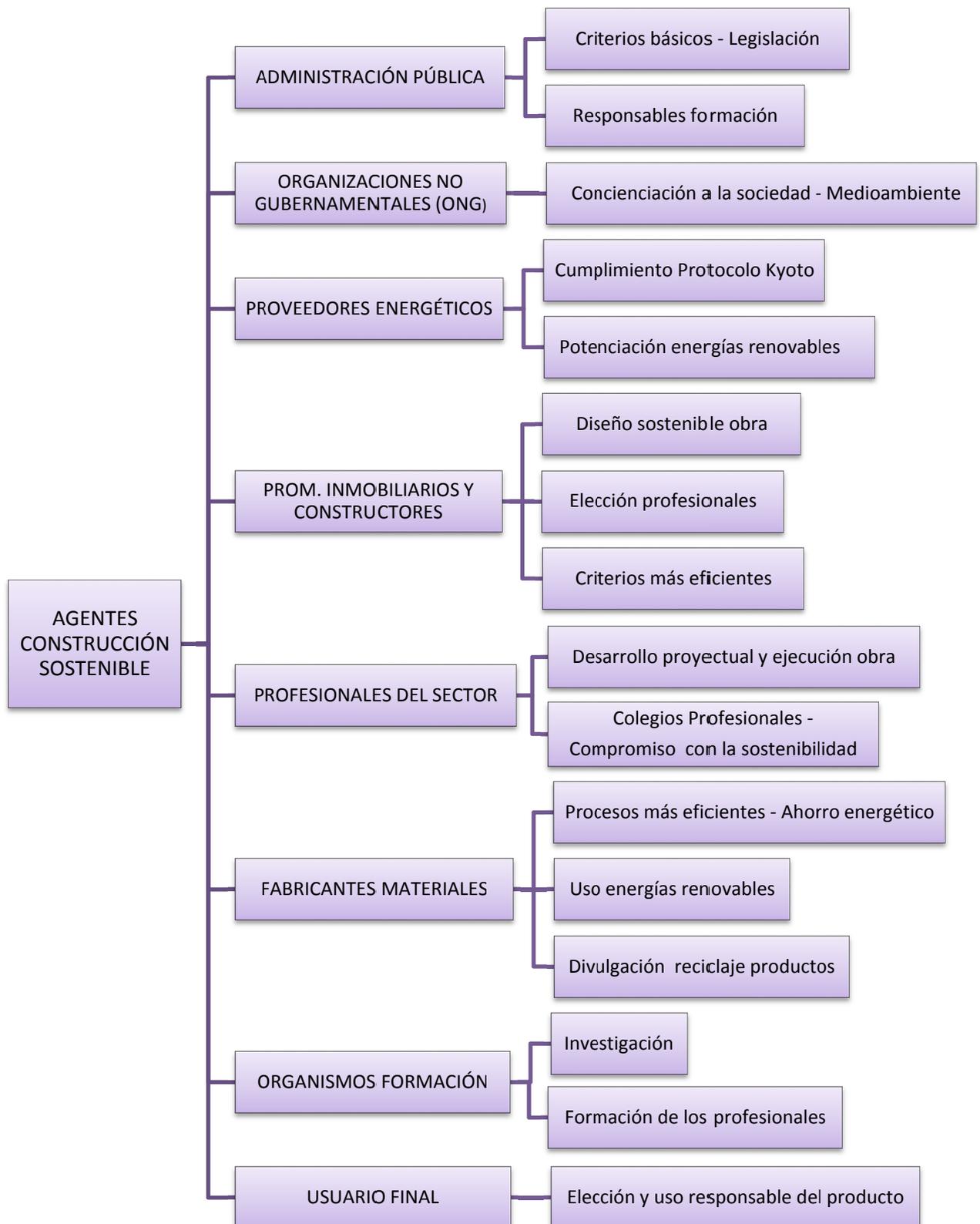


Fig. 1.04 – Agentes Construcción Sostenible

### 1.1.6. REFLEXIÓN SOBRE SOSTENIBILIDAD

El sector de la construcción, actualmente demasiado conservador, tiene que realizar grandes esfuerzos ya que debe desarrollarse teniendo en cuenta la innovación y aplicando los criterios referidos a sostenibilidad.

La Administración Pública, dentro del sector de la construcción y basándose en el interés general de la sociedad, se ve en la obligación de promover los valores ecológicos, ha de ser canal de divulgación de la innovación medioambiental, y tiene que motivar económicamente aquellos planteamientos e iniciativas que ayuden a la mejora y conservación del medioambiente dentro del medio urbano.

Sí que se ha de destacar que el sector de la construcción actualmente presenta atisbos de cambio de mentalidad hacia la construcción más sostenible, con lo que se favorece conseguir el objetivo de mantener nuestro entorno para las generaciones futuras.

La confirmación y asentamiento del proceso constructivo sostenible, dentro del sector de la construcción, tendrá lugar cuando se produzca por un lado la aceptación consciente de que los nuevos planteamientos y tecnologías son viables práctica y económicamente. Y que por otra parte su aplicación favorezca en gran medida la disminución del consumo de los recursos ambientales limitados. Todo esto englobará no solamente la satisfacción del bienestar ambiental de la sociedad sino también la satisfacción empresarial y su continuidad.



## 1.2.- EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 1.2.1.- DEFINICIÓN EFICIENCIA ENERGÉTICA

*“La eficiencia energética es la reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir nuestro confort y calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso”.*

Construible.es



La eficiencia energética, es una relación inversa entre producción y consumo, por lo tanto podemos mejorarla de las siguientes maneras:

- Menor consumo energético ↔ misma producción.
- Mayor producción ↔ mismo consumo energético.

$$\text{EFICIENCIA ENERGÉTICA} = \text{PRODUCCIÓN} / \text{CONSUMO}$$

La eficiencia energética se mejora cuando se logra una mayor producción realizando un mismo consumo de energía, o cuando se obtiene la misma producción realizando un menor consumo de energía.

La tecnología actual y los hábitos responsables son los dos principios básicos en los que nos podemos apoyar para obtener un menor consumo de energía. Por lo tanto, hacen viable una mejora de calidad y mejora de competitividad empresarial. Podemos decir que cuando aumenta o mejora la tecnología utilizada y aumentan los hábitos responsables de los consumidores la eficiencia energética aumenta significativamente.

La Eficiencia Energética está totalmente vinculada a la capacidad de actuar sobre los factores que condicionan el consumo, éstos son:

- EL USO Y GESTIÓN DE LOS EDIFICIOS.
- LA DEMANDA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS.
- LA OFERTA DE ENERGÍA UTILIZABLE PARA SATISFACERLA.

En base a esto, la Eficiencia Energética podemos definirla también como el conjunto de medidas y planteamientos para llevar a cabo una reducción en la energía requerida por los equipos y dispositivos que se utilizan, teniendo en cuenta que no se ha de ver disminuida la calidad del servicio o del suministro.

Por tanto, si el consumo de energía por unidad de producto que se crea o de servicio que se presta es cada vez menor, se incrementa la eficiencia energética. Esta consideración es el objetivo principal que hemos de perseguir si queremos obtener la mayor eficiencia energética posible en nuestros productos y sistemas constructivos.

### 1.2.2.-MARCO NORMATIVO EFICIENCIA ENERGÉTICA

Actualmente existen varios documentos legales puestos en marcha por la Administración para dar respuesta a estos nuevos requerimientos:

- El Código Técnico de la Edificación (CTE)

El Código Técnico de la Edificación (CTE) es un documento que fue aprobado en el RD 314/2006 y que deriva parcialmente de la Directiva 2002/91/CE en cuanto a los requisitos mínimos que han de cumplir los edificios en materia de eficiencia energética.

En el Código Técnico de la Edificación (CTE) se fijan las exigencias que los edificios han de cumplir en base a los requisitos básicos que se establecen la Ley 38/1999 de la LOE (Ley de Ordenación de la Edificación), en materia de seguridad y habitabilidad.

Dentro de los distintos documentos que engloba el CTE existe el denominado Documento Básico DB HE Ahorro de Energía, en el cual se fijan las exigencias básicas en materia de eficiencia energética y uso de energías renovables, que se han de cumplir en los nuevos edificios y en aquellos que sean reformados o rehabilitados.

Este documento ha tenido varias revisiones, la que actualmente está en vigor tiene fecha de Orden Ministerial 10 de septiembre del 2013. Y se compone de las siguientes partes:

- *HE 0: Limitación del consumo energético.* Su objetivo principal es alcanzar un uso racional de la energía necesaria para el uso de los edificios, y conseguir que parte del consumo que se hace de energía sean energías renovables.
- *HE 1: Limitación de demanda energética (calefacción y refrigeración).* Los edificios contarán con una envolvente térmica, compuesta de unos elementos determinados en función de la situación del edificio, uso del edificio, exposición a la radiación solar... etc, que hagan posible el bienestar térmico y así minimizar lo posible la demanda de energía.
- *HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas.* Su aplicación está desarrollado en el RITE.

- *HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.* Fomenta el uso de instalaciones de iluminación más adecuadas y energéticamente más eficientes según las necesidades de los usuarios. Se aboga por el aprovechamiento de la luz natural y de mecanismos más eficientes a la hora de gestionar la iluminación artificial.
- *HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.* Se ha de cumplir la exigencia mínima de obtener un porcentaje de agua caliente sanitaria por fuentes de energía solar, y este porcentaje varía en función de la zona climática donde se encuentre el edificio, el uso del mismo y el tipo de combustible utilizado.
- *HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.* Se ha de cumplir, según el uso del edificio, la exigencia mínima de utilizar energía eléctrica generada a partir de energía solar, mediante el uso de sistemas fotovoltaicos.

- Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE)

En el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) se fijan las condiciones que han de cumplir los sistemas instalados de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, para poder disminuir el consumo de energía.

En primer lugar se publicó el Real Decreto 1027/2007, posteriormente fue modificado por el Real Decreto 1826/2009, y hasta el día de hoy ha sufrido varias revisiones siendo la última modificación la que desarrolla el Real Decreto 238/2013.

El RITE establece una serie de condiciones de exigencia que podemos resumir en las siguientes:

- Eliminación de manera progresiva de sistemas generadores menos eficientes y de los combustibles sólidos más contaminantes.

- Aumento y mejora del rendimiento energético y aislamiento de los equipos destinados a satisfacer la demanda de calefacción y refrigeración.

- Mejora en el rendimiento energético de los equipos de movimiento y transporte de fluidos térmicos, así como la mejora de aislamiento en las conducciones.

- Control óptimo para el mantenimiento de las condiciones de los locales climatizados en base a su diseño.
- Uso de las energías renovables, especialmente la energía solar y la biomasa.
- Aprovechamiento de las posibles energías residuales así como la integración de sistemas de recuperación de energía.
- Obligatoriedad de equipos de cuantificación de consumos en instalaciones colectivas de usuarios.

El RITE se somete a revisión normalmente cada cinco años, ya que es recomendable su actualización por la incorporación progresiva de nueva normativa y nuevas exigencias en cuanto a ahorro y eficiencia energética en este tipo de instalaciones, así como la experiencia obtenida en el uso a lo largo del tiempo de las mismas.

- Real Decreto 47/2007 (Refundido por Real Decreto 235/2013)

En el Real Decreto 47/2007 de 19 de enero, es donde se aprueba el “Procedimiento básico para la certificación energética de edificios de nueva construcción”. Este procedimiento se deriva de un nuevo concepto que aparece en la directiva europea 2002/91/CE, la certificación energética de los edificios.

A través de este Real Decreto se establece en el ordenamiento jurídico español la obligatoriedad de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios de nueva construcción un “Certificado de Eficiencia Energética”. Este certificado se aplica a cada edificio en función de su clase energética de eficiencia, variando ésta desde la clase A hasta la clase G, es decir, desde más eficiencia energética a menos eficiencia energética respectivamente. El certificado se representa mediante una etiqueta de eficiencia energética. (Ver Fig. 1.05).

Para facilitar el cumplimiento de este procedimiento el Real Decreto 47/2007 obliga a la creación de un registro general de documentos reconocidos para la certificación energética de edificios.

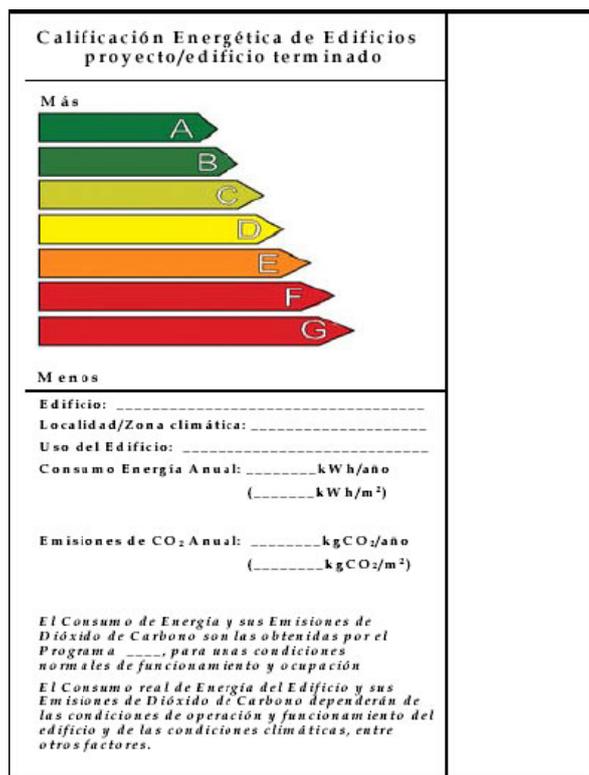


Fig. 1.05 – Etiqueta de Eficiencia Energética. Anexo II – RD 47/2007

Cada Comunidad Autónoma, a través de su órgano competente en esta materia, desarrollará este procedimiento básico, su control e inspección y se encargará del registro de las certificaciones en su zona de actuación.

- Directiva 2010/31/UE. (Refunde la Directiva 2002/91/CE)

Esta Directiva tiene como finalidad el promover la eficiencia energética de los edificios ubicados en los todos los estados de la Unión Europea. Así mismo esta finalidad viene definida por una serie de factores a tener en cuenta para cada situación, se trata de las distintas condiciones climáticas y sus características locales, y por otro lado, las exigencias ambientales interiores y su grado de rentabilidad en cuanto al binomio coste-eficacia.

Destacar que esta Directiva incluye por primera vez un nuevo concepto a cumplir, se trata de la necesidad de construir edificios de consumo de energía casi nulo como objetivo para el año

2021, de carácter general. E inicialmente, de carácter particular, en edificios ocupados por autoridades públicas se adelanta la fecha a 2019. Con este objetivo se acuerda también que cada uno de los Estados miembros tendrá que desarrollar planes nacionales de actuación para conseguir incrementar la cantidad de edificios que tengan un consumo energético casi nulo.

Se establece además en esta Directiva, requisitos de exigencia energética relacionados con:

- Bases y métodos de cálculo generalizados para la obtención de la eficiencia energética a asignar a cada edificio o parte del mismo.
- La calificación o certificación energética de los edificios o partes de los mismos.
- Exigencias de los planes nacionales de actuación para incrementar los edificios con consumo energético casi nulo.
- Requisitos mínimos a aplicar en cuanto a eficiencia energética en:
  - o Los edificios nuevos o de nuevas partes ejecutadas en los edificios.
  - o Los edificios existentes o parte de los mismos, así como de unidades de obra de edificios existentes que se vean sometidas a reforma o rehabilitación de manera considerable.
  - o Unidades de obra que formen parte o afecten significativamente a la envolvente del edificio.
  - o Instalaciones técnicas de los edificios cuando sean sometidas a modificación, sustitución o nueva implantación de las mismas.
- Inspecciones periódicas de control y mantenimiento de las instalaciones de calefacción y refrigeración que posean los edificios.
- Independencia de los sistemas de control de los informes realizados en las inspecciones y los certificados de eficiencia energética.

- Directiva 2012/27/UE.

Esta Directiva publicada en Octubre de 2012, viene a reforzar la Directiva comentada anteriormente y se base fundamentalmente en la propuesta de medidas para fomentar claramente la eficiencia energética de las empresas, sin perder de vista los objetivos fijados por el Protocolo de Kioto.

La Administración Pública ha de ser ejemplo claro a la hora de impulsar los objetivos en materia de eficiencia energética marcados a nivel global, y por otra parte, se han de incorporar incentivos para que las pequeñas y medianas empresas mejoren considerablemente también su eficiencia energética.

- Real Decreto 235/2013.

La llegada de este tan esperado Real Decreto, publicado el 13 de abril de 2013, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios, refunde el R.D. 47/2007. La Certificación Energética hasta ahora era solamente obligatoria para los edificios de nueva construcción, pero con este nuevo documento, se extiende también dicha certificación a los ya existentes.

Este Real Decreto obliga a que los compradores y usuarios de los inmuebles tengan a su disposición un certificado de eficiencia energética, el cual informará objetivamente acerca de la eficiencia energética del mismo en base a valores de referencia mínimos requeridos. Con esto se consigue que tanto los propietarios o arrendatarios de un edificio o de una unidad del mismo, puedan equiparar y valorar el grado de eficiencia energética de los inmuebles.

El Real Decreto 235/2013 tiene como ámbito de aplicación obligatorio:

- Los edificios de nueva construcción.
- Los edificios o partes de edificios existentes que se alquilen a un nuevo arrendatario o se vendan si carecen de certificado en vigor.
- Los edificios o partes de edificios en los que sean ocupados más de 250 m<sup>2</sup> de superficie total útil por parte de alguna autoridad pública y que sean frecuentados

por público de manera habitual. (El límite de superficie será superior a 500 m<sup>2</sup> hasta julio del 2015).

Existen algunas excepciones en cuanto al ámbito de aplicación, destacando a aquellos edificios o partes del mismo en el que su uso es inferior a cuatro meses al año, o cuando se utiliza por un tiempo limitado al año y la previsión de consumo de energía es inferior al 25 % de lo que resultara su uso durante todo el año, siempre y cuando esto sea declarado responsablemente por el propietario.

La responsabilidad y obligación de obtener el certificado de eficiencia energética recae en el propietario o promotor del inmueble, y tiene también la obligación de facilitarlo al comprador o arrendatario del mismo. Así mismo será responsable de conservarlo durante la vigencia del mismo.

El certificado de eficiencia energética es exigible a partir del 1 de Junio de 2013 y tiene una validez máxima de diez años. El propietario del edificio tiene la obligación de renovar o actualizar el certificado de eficiencia energética conforme a las condiciones que establezca el organismo competente de cada Comunidad Autónoma. Los certificados de eficiencia energética se presentarán y quedarán registrados en dicho organismo competente y éste expedirá el certificado y la etiqueta de calificación energética correspondientes; en el caso de la Comunidad Valenciana, dicho organismo es la Agencia Valenciana de la Energía –AVEN.

La expedición del certificado de eficiencia energética otorgará el derecho de uso de la etiqueta de eficiencia energética (ver Fig. 1.06), durante el periodo de validez del mismo (actualmente validez máxima de 10 años).

Esta etiqueta de calificación de eficiencia energética, se habrá de adjuntar de manera obligatoria en cualquier promoción o publicidad de venta o alquiler de un edificio o parte del mismo. Así mismo, la etiqueta mostrará de manera clara e inequívoca la naturaleza del inmueble al que se refiere la misma, es decir, si se trata de un certificado de eficiencia energética de edificio terminado existente o de un proyecto para nueva construcción.

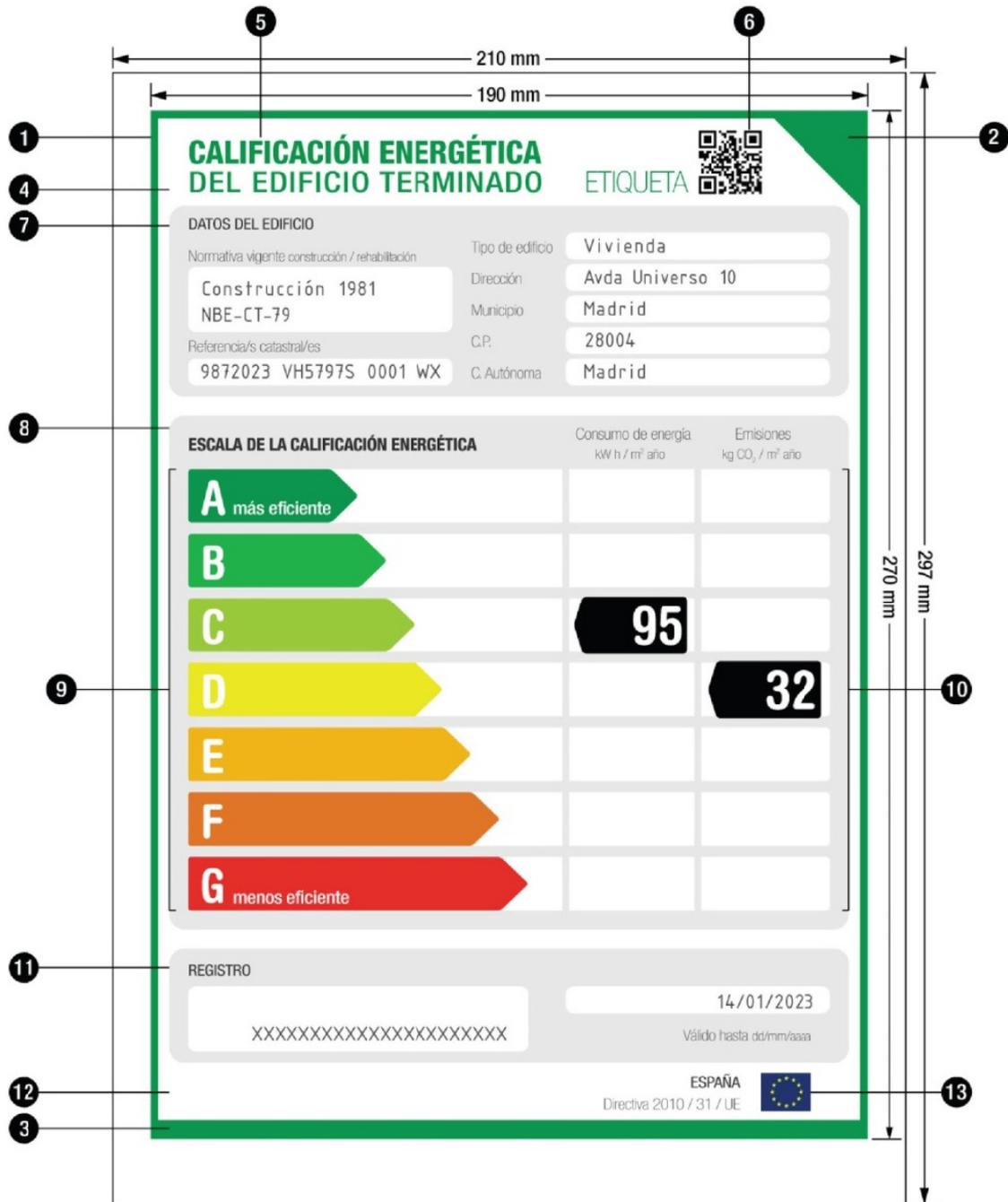


Fig. 1.06 – Etiqueta de Eficiencia Energética. RD 235/2013

### 1.2.3.-OBJETIVOS DEL CONSUMO ENERGÉTICO

El Protocolo de Kioto, ya comentado en apartado anterior, estableció un compromiso por parte de los países industrializados para tomar medidas urgentes para conseguir una reducción significativa de los gases de efecto invernadero, ya que la situación se estaba volviendo insostenible según las previsiones, para el futuro medioambiental.

Con el objetivo primordial de lograr los compromisos marcados en este protocolo para disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub>, la Unión Europea ha marcado líneas de actuación en materia de política energética y hay que reseñar el triple compromiso adquirido a alcanzar para el año 2020.

#### COMPROMISO 20/20/20

- 20% de reducción de gases de efecto invernadero por debajo de los niveles de 1990 (niveles adoptados como referencia en el Protocolo de Kioto).
- 20 % de aumento del consumo energético final de energías renovables.
- 20 % de mejora de la eficiencia energética.

Con el objetivo de fomentar los compromisos que se derivan del Protocolo de Kioto, la Unión Europea ha publicado en estos últimos años una serie de Directivas, que a su vez tendrán que ser traspuestas por cada uno de los estados miembros, las cuales hacen referencia a la eficiencia energética aplicable tanto a edificios existentes como a los de nueva construcción.

En cuanto a esta serie de Directivas, reseñar que las principales directrices de actuación presentes y futuras son las que se establecen en las Directivas 2002/91/CE y 2010/31/EU comentadas en el apartado anterior, las cuales están basadas en la eficiencia energética de los edificios y por otro lado, la Directiva 2006/32/CE, que hace referencia sobre la eficiencia de los servicios energéticos y el uso final de la energía.

Hay que destacar que dentro de la Unión Europea, los objetivos de reducción de emisiones y uso de fuentes renovables avanzan positivamente, pero no podemos hablar de la misma manera en lo que se refiere a la reducción del consumo de energía. Al ritmo actual, se prevé que la UE sólo consiga la mitad del objetivo previsto. Debido a esto, y en virtud de recuperar el terreno perdido, se han establecido medidas obligatorias en materia de eficiencia energética por parte de la Comisión Europea; cada Estado ha de establecer y aplicar planes de actuación de ahorro energético de manera inminente.

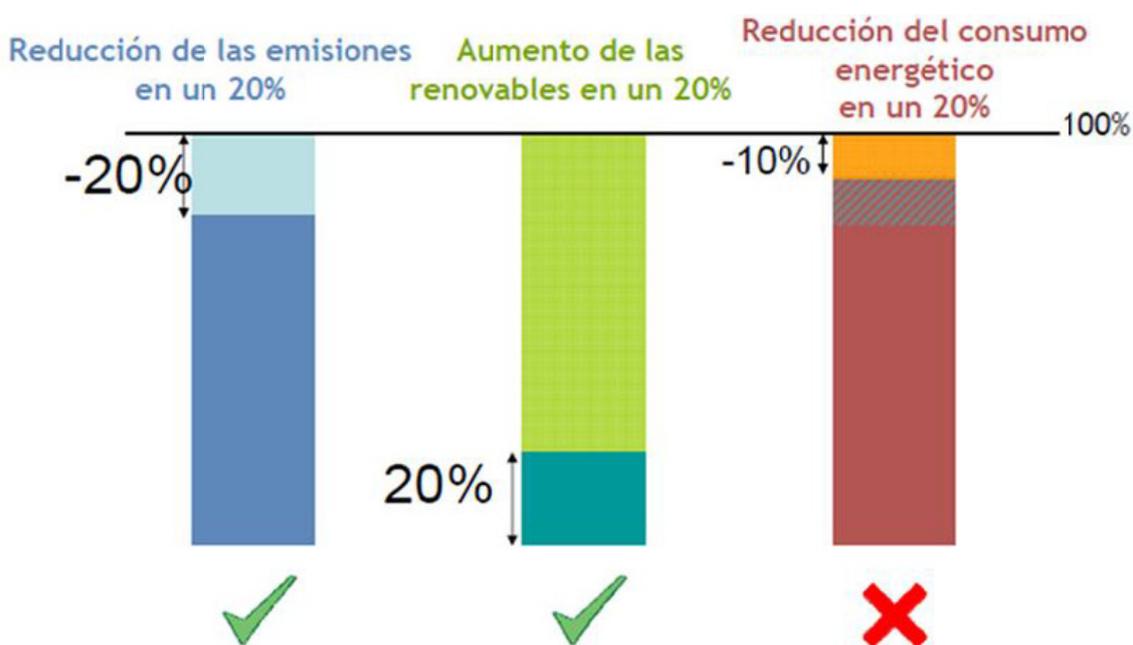


Fig. 1.07 – Situación actual Unión Europea compromiso 20/20/20.

Dirección General de Energía Comisión Europea

Por otro lado, la Comisión Europea establece también como medidas a adoptar que:

- Reducción por parte de la Administraciones Públicas del consumo de energía en sus edificios públicos mediante la renovación de al menos el 3% de los mismos cada año y establezcan exigencias de eficiencia energética en las adquisiciones de bienes y servicios

- Facilitar que el consumidor tenga acceso gratuito y amplio a la hora de informarse del consumo energético propio, con el objetivo de poder mejorarlo y así mismo gestionarlo más eficientemente.
- Auditar a las grandes empresas en materia energética, con el objetivo de establecer medidas eficientes para la reducción del consumo. E incentivar a las Pymes para que fomenten también dicha reducción.
- Tener en cuenta la eficiencia energética por parte de los reguladores de ámbito nacional en el momento de aprobar las tarifas de acceso a las redes.

La aprobación de esta serie de medidas por los gobiernos de cada uno de los Estados miembros, forman parte de un objetivo a largo plazo que ha de asegurar la competitividad de una economía europea baja en emisiones.

En este sentido, la Comisión Europea, tiene previsto evaluar en el año 2014 de nuevo, los avances en pro del objetivo de reducción del 20% para el año 2020, y en su caso, establecer requisitos obligatorios para cada uno de los países.

En el caso de nuestro país, España tuvo definida la “Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética para el período 2004-2012”, con el primer Plan de Acción 2005-2007 y el posterior Plan de Acción (PAE4+) 2008-2012 que incluía un Plan de Activación 2009-2011 en el que la principal medida era fomentar la creación de las Empresas de Servicios Energéticos (ESEs).

De la misma manera, en julio de 2011 se aprobó el “Plan de Acción 2011 – 2020”, segundo Plan Nacional de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética, en vigor actualmente, con el que se pretende dar continuidad a los resultados positivos logrados en estos últimos años en materia de ahorro y eficiencia energética, consiguiendo en algún caso anticiparse en el tiempo a la hora de cumplir los objetivos propuestos por la Unión Europea (cumplimiento del 9% de ahorro de energía primaria en 2010, marcado por Directiva Europea para 2016).

#### 1.2.4.-REFLEXIÓN SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Siendo uno de los recursos más importantes para el desarrollo tecnológico mundial, la energía es y lo será cada vez más, un elemento imprescindible. Como objetivo principal dentro de las políticas de estado, tenemos la necesidad de hacer un buen uso de la misma, para evitar consumir más de lo necesario a la hora de obtener un mismo beneficio. Este planteamiento sin embargo, es obvio que va unido inevitablemente al beneficio económico, un factor que muchas veces se aleja del concepto de eficiencia energética, tal y como se desarrolla actualmente la economía, de tal manera, que hemos de saber gestionar este beneficio ya que es un elemento clave a la hora de justificar los consumos.

También hay que valorar, que aunque en un menor grado, el comportamiento de la sociedad y de cada uno de los ciudadanos también influye a este tipo de factores de mercado, ya que el uso indebido de gran cantidad de personas en materia de eficiencia energética y mala gestión del consumo, viene atribuido por la falta de concienciación y conocimiento de las posibilidades de ahorro energético que existen, factor que se potencia además por el bajo coste actual de la energía en comparación con otras necesidades.

Sí que es verdad, que en los últimos tiempos, las reiteradas subidas de los precios de las fuentes de energía y los combustibles, como consecuencia directa de la escasez de los mismos, parece estar influyendo en un cambio de tendencia a minorar el consumo.

Sin embargo, sería necesario el hecho de desligar la eficiencia energética de lo que es el factor económico, a pesar de que todos sabemos lo difícil que a priori se presenta, y poder vincularla a otro tipo de factores con los que tiene relación directa, como pueden ser las consecuencias de la producción de gases de efecto invernadero o el beneficio de un desarrollo sostenible. Este sentido daría paso a planteamientos más eficaces para conseguir disminuir el consumo, objetivo esencial y que se presenta como obligado a pesar de las reticencias que sabemos que existen en el mercado actual.



## 2.- ANÁLISIS DEL PROYECTO

## 2.- ANÁLISIS DEL PROYECTO

### 2.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL

El proyecto tiene como objeto la construcción de vivienda unifamiliar aislada situado en la calle Principal de la Aldea Mas del Olmo, Parcelas 34A- 34B, perteneciente al municipio de Mas del Olmo, dependiente del municipio de Ademuz.

Se trata de una parcela irregular, con una superficie de 282 m<sup>2</sup>, de los que la edificación proyectada ocupa 131,25 m<sup>2</sup>.

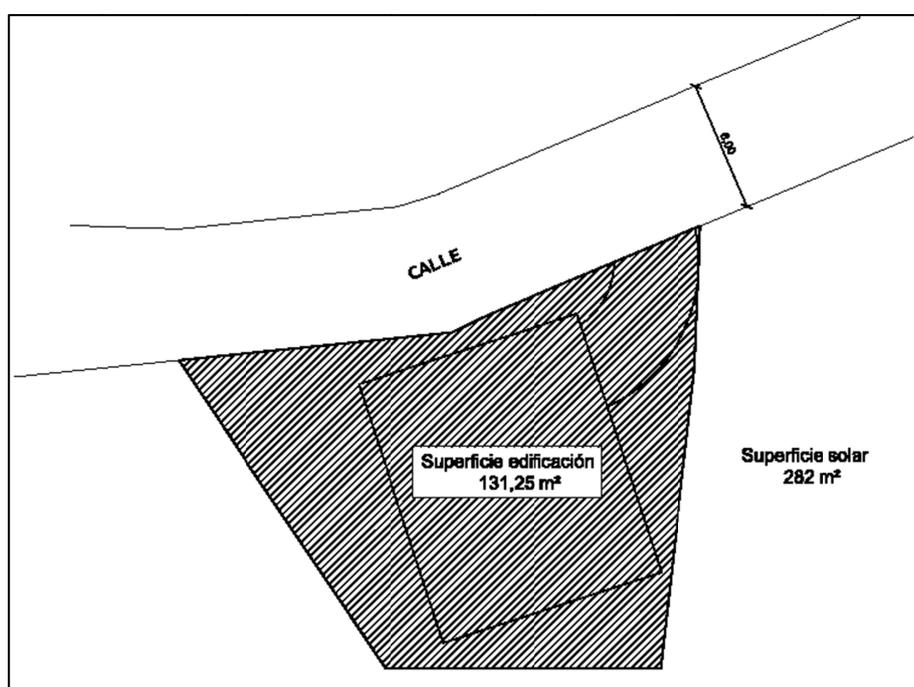


Fig. 2.01 –Solar

El planeamiento aplicable al proyecto son las Normas Subsidiarias de Planeamiento Municipal de Ademuz. Las condiciones urbanísticas previstas para Mas del Olmo son la altura máxima de 9 metros y 3 plantas, con una ocupación sin limitación del 100%.

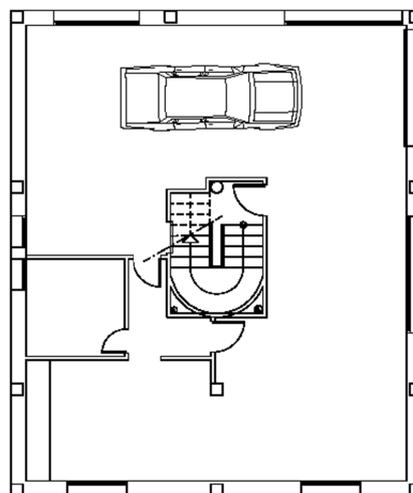
Se proyecta una edificación rectangular de 12,5 metros por 10,5 metros situada de forma aislada en el solar. Es un edificio de tres plantas. La baja se destina a garaje y sus auxiliares. La planta primera es la zona de día de la vivienda con salón, comedor con cocina, un dormitorio y un baño. La planta segunda se distribuye con cuatro dormitorios dobles, cada uno con su baño incorporado.

El acceso a la vivienda se realiza a través de un pequeño porche, que da paso a un distribuidor unido a una escalera central, la cual permite la comunicación vertical entre plantas.

La edificación se proyecta con las siguientes superficies:

*SUPERFICIE POR PLANTAS*

	SUPERFICIE ÚTIL	SUPERFICIE CONSTRUIDA
Semisótano	105,25 m <sup>2</sup>	131,25 m <sup>2</sup>
Planta Baja	99,84 m <sup>2</sup>	131,25 m <sup>2</sup>
Planta 1ª	99,39 m <sup>2</sup>	131,25 m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>304,48 m<sup>2</sup></b>	<b>393,75 m<sup>2</sup></b>



**PLANTA  
SEMISÓTANO**

*Fig. 2.02 – Planos de planta de proyecto*

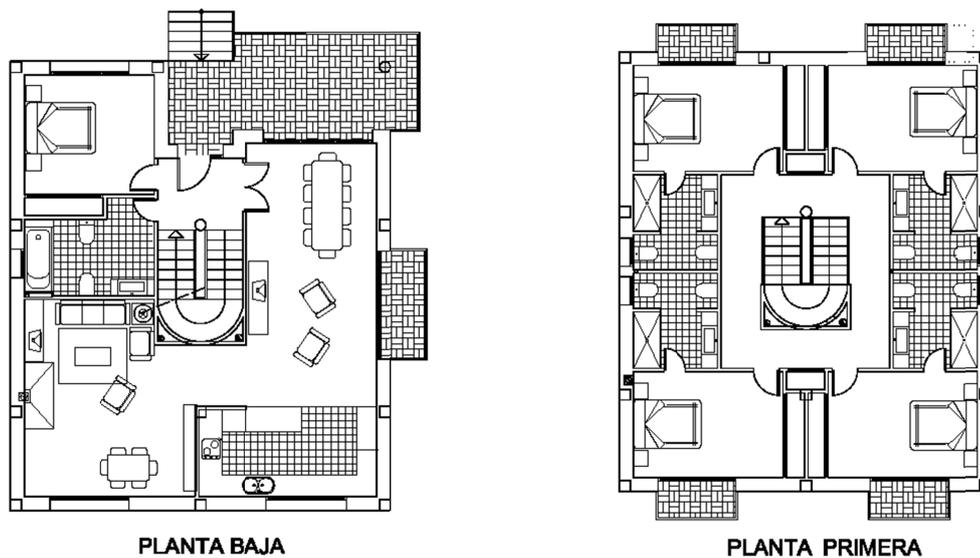


Fig. 2.02 – Planos de planta de proyecto

El presente proyecto, según se argumenta en el mismo, cumple con todas las prescripciones y requisitos para el cumplimiento del *Código Técnico de la Edificación* en sus distintos apartados de *Seguridad, Habitabilidad y Funcionalidad*.

## 2.2.- SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PROYECTADAS

En este apartado analizaremos las distintas soluciones constructivas proyectadas, que condicionan el estudio de la envolvente térmica de la vivienda, objeto de nuestro proyecto. Así mismo haremos referencia a aquellos aspectos que consideremos relevantes en cuanto al estudio del proyecto documental y a la fase de ejecución. Este análisis se complementa también gráficamente ya que se ha realizado un seguimiento de la ejecución de las mismas, al estar la vivienda en fase de ejecución.

### 2.2.1.- CIMENTACIÓN

Se proyecta un sistema de cimentación superficial, de zapatas aisladas arriostradas y zapata corrida bajo muros perimetrales, de hormigón armado. La cimentación se dimensiona para una tensión admisible del terreno de  $2\text{Kg/cm}^2$ .

El plano de cimentación de proyecto es el siguiente. Tras revisión del mismo se observa que no aparece el detalle del armado del muro perimetral, siendo este  $\# 15 \times 15 \text{ } \varnothing 10 \text{ mm}$ . Del mismo modo observamos que no se hace referencia a las características de la solera, se ejecuta de 10 cm de espesor con hormigón HA-25  $\text{N/mm}^2$  y armado con mallazo  $15 \times 15 \text{ } \varnothing 5 \text{ mm}$ .

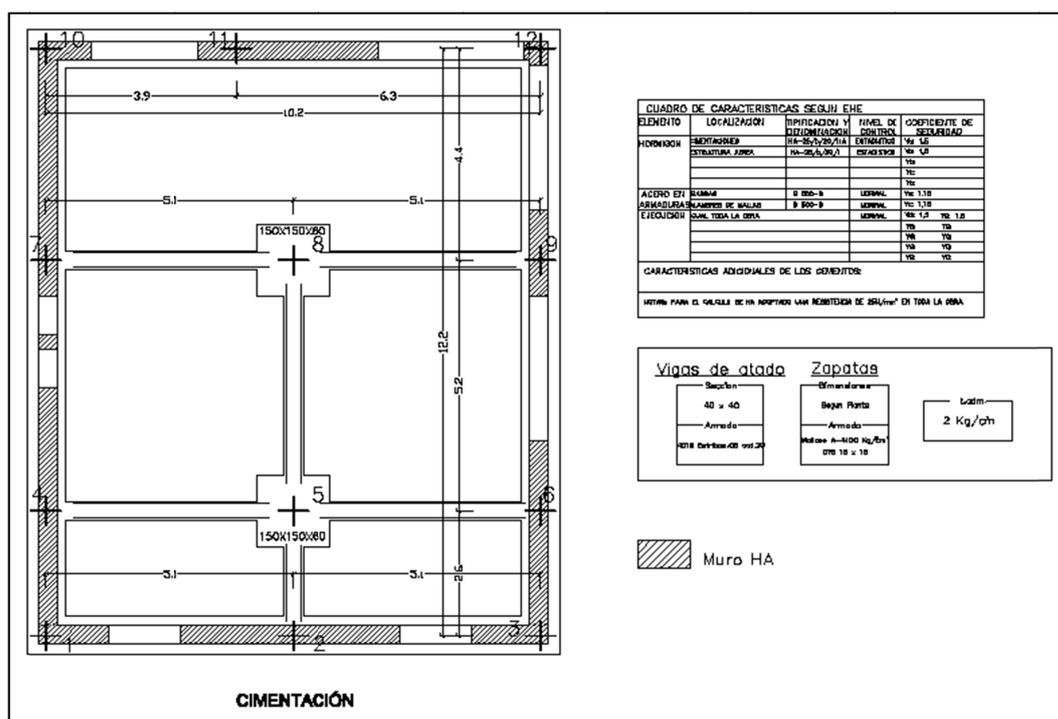


Fig. 2.03 – Plano cimentación proyecto



*Fig. 2.04 - Ejecución cimentación*



*Fig. 2.05 – Zapatas aisladas arriostradas*

En las fig. 2.04 y 2.05 se observan los trabajos de ejecución de la cimentación. Destacar que no se ha utilizado hormigón de limpieza, así como los calzos-separadores de la armadura con el terreno no son correctos, se han utilizado ladrillos cerámicos, los cuales favorecen la transmisión de humedad del terreno a la armadura.

Como método de impermeabilización para las zonas del muro (trasdós) que estarán en contacto con el terreno se ha aplicado mediante rodillo, una emulsión bituminosa IgoI-A de la marca SIKa. Asimismo, se ha proyectado sobre la solera espuma rígida de poliuretano (Ver Fig. 2.19 en apartado 2.2.3. Cerramientos) con un espesor de 4 cm en toda la superficie de la planta Semisótano, y se ha regularizado superiormente con mortero autonivelante de espesor medio 7 cm para soporte del pavimento.

Construcción

**Hoja de Datos de Producto**  
 Edición 19/09/05  
 Identificación n.º 5.3.3  
 Versión n.º 1  
 IgoI® A

**IgoI® A**  
 Emulsión bituminosa de carácter aniónico, sin cargas

<b>Descripción del Producto</b>	Emulsión bituminosa preparada con agentes emulsionantes químicos de carácter aniónico y sin cargas, de muy alta fluidez.
<b>Usos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Tratamientos de imprimación.</li> <li>■ Impermeabilización de muros verticales, cimientos y construcción de obras públicas, en general.</li> <li>■ Protección económica de superficies de hormigón, en general, aplicada en una o varias capas, dependiendo del servicio requerido.</li> </ul>
<b>Características/Ventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Muy fácil aplicabilidad debido a su gran fluidez.</li> <li>■ De base agua, totalmente exento de disolventes. No inflamable.</li> <li>■ Económica, con bajo espesor de capa.</li> <li>■ Resistente a las intemperies.</li> <li>■ No contiene fenoles.</li> <li>■ Se suministra lista para su empleo, sin mezclar ni necesidad de calentar.</li> <li>■ Excelente adherencia y penetración sobre superficies debidamente preparadas</li> <li>■ Se puede intercalar entre capas una armadura a base de velo, tejido de vidrio, malla o geotextil.</li> </ul>
<b>Ensayos</b>	
<b>Certificados/Normas</b>	Homologado según norma UNE 104-231 (Tipo EA) DEI 2282.
<b>Datos del Producto</b>	
<b>Forma</b>	
<b>Apariencia/Color</b>	Líquido negro
<b>Presentación</b>	Botes de 5 y 25 kg
<b>Almacenamiento</b>	
<b>Condiciones de almacenamiento/Conservación</b>	6 meses, desde su fecha de fabricación, en sus envases de origen bien cerrados y no deteriorados. En lugar seco y a temperaturas entre +5 °C y +30 °C
<b>Datos Técnicos</b>	
<b>Base química</b>	Emulsión de bituminosa aniónica sin cargas.
<b>Densidad</b>	~ 0,9 1,1 kg/l
<b>Contenido en sólidos</b>	~ 60%
<b>Viscosidad</b>	~ 1-5 poises (a + 20 °C Brookfield Plur, husillo 1,20 rpm)

48: IgoI® A 1/3

Fig. 2.06 – Ficha técnica IgoI-A

### 2.2.2.- ESTRUCTURA

Se proyecta estructura tradicional de hormigón armado formada por pilares, vigas y zunchos para canto de forjado de 25 + 5 cm, con vigueta semirresistente de hormigón pretensado, bovedilla de hormigón y capa de compresión, de hormigón HA-25 N/mm<sup>2</sup>.

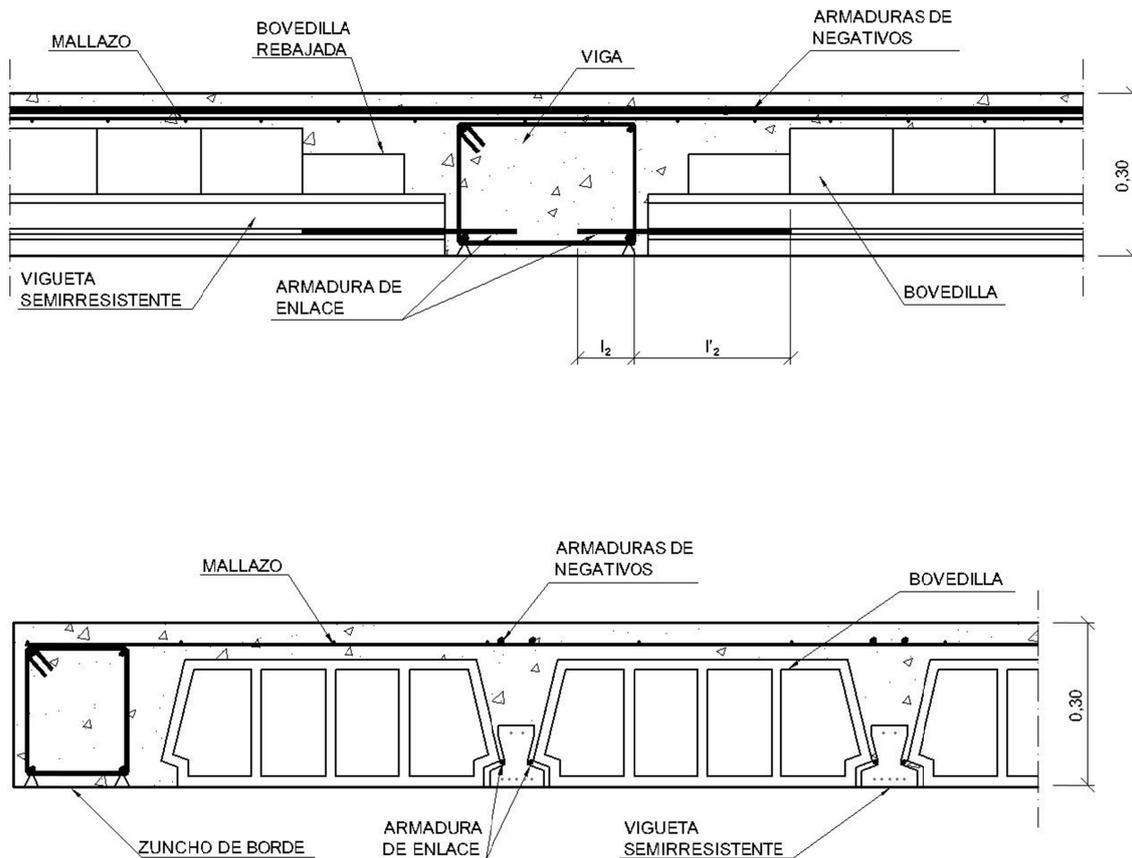


Fig. 2.07 – Detalle apoyo doble sobre viga - Enlace por solapo

En las siguientes figuras observamos la ejecución de la estructura, tal y como se ha descrito. Dicha estructura se ha realizado conforme a las prescripciones técnicas del proyecto.



*Fig. 2.08 – Vista general estructura*



*Fig. 2.09 – Forjado 1*

Reseñar como deficiencias observadas, la colocación de piezas cerámicas (bardos) en las zonas de entrega de viguetas a viga en lugar de bovedilla rebajada ciega. (Ver figura 2.10)

Y por otra parte la existencia en algunos puntos, de tubos pasantes y tubos corrugados para electricidad atravesando vigas y zunchos.



*Fig. 2.10 – Forjado 1*

Como modificaciones reseñables en cuanto a la estructura, destacar que se ha eliminado voladizo que aparecía en esquina de fachada principal Norte y fachada Este en planta baja ya que no va a existir la terraza grafiada, y por el contrario, se ha realizado una prolongación en forma de losa armada, con apoyo en dos pilares, a la altura del forjado 1º en fachada posterior para albergar una terraza descubierta a la cual se accederá desde la zona de cocina, y desde aquí se ha dispuesto una escalera que desciende al patio posterior de la vivienda a cota de planta semisótano.

Por otro lado, durante esta fase de la obra, el promotor ha adquirido solar colindante en el linde Oeste que será destinado a zona de aparcamiento, por lo que estructuralmente se ha realizado un muro de hormigón sobre el talud del terreno a modo de valla perimetral y se ha pavimentado con una solera de hormigón visto.

Además, en la parte posterior del patio trasero, se ha realizado una losa armada de hormigón a cota de planta baja que genera un espacio inferior que será destinado, según se nos ha informado, para albergar una barbacoa.

Por último, comentar la inexistencia de Organismo de Control Técnico para esta obra. Únicamente se han ensayado el hormigón y el acero estructural por laboratorio de ensayos homologado, tanto en la fase de estructura como en la de cimentación, y bajo la supervisión de la Dirección Facultativa.

2.2.3.- CERRAMIENTOS

El cerramiento exterior de la vivienda objeto de estudio se proyecta de la siguiente manera:

- Hoja exterior: Fábrica de bloque termoarcilla 30x19x19 cm (Ver Fig. 2.11 y 2.12) en cerramientos exteriores de fachada, con revestimiento exterior de piedra natural o con mortero monocapa acabado fratasado, según zonas detalladas en planos. La cara interior irá enfoscada con mortero de cemento (Ver Fig. 2.14).

**Anexo al Certificado AENOR N° 034/001394**

**MARCA AENOR PARA PIEZAS DE ARCILLA COCIDA PARA FABRICAS A REVESTIR**  
**N° DE FICHA TÉCNICA: 1181415**

FABRICANTE: <b>CERÁMICAS DE MIRA S.L.</b>		 AENOR Producto Certificado
LOCALIDAD: <b>MIRA (CUENCA)</b>		
MODELO: <b>PIEZA DE ARCILLA COCIDA ALIGERADA ID CATI R-15,0 de 306 x 189 x 185</b>		
NOMBRE COMERCIAL: <b>TERMOARCILLA 19</b>		
USO PREVISTO: <b>ELEMENTOS EXTERIORES/INTERIORES CON EXIGENCIAS ACÚSTICAS, TÉRMICAS Y DE FUEGO; FABRICAS ESTRUCTURALES SUSTENTANTES; JUNTA CORRIENTE DE MORTERO</b>		

**ESQUEMA DEL MODELO**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA PIEZA				
Característica		Método de comprobación	Valor garantizado por el fabricante	Valor exigido por AENOR
Aspecto y estructura	exfoliaciones / laminaciones	Visual sobre 6 piezas	Ninguna pieza exfoliada / laminada	
	piezas fisuradas		≤ 2 piezas fisuradas	≤ 2 piezas fisuradas
	piezas desconchadas	UNE 67039 EX	≤ 1 pieza desconchada	≤ 1 pieza desconchada
Dimensiones medias de los desconchados en caras no perforadas < 15 mm				
Tolerancias dimensionales (mm)	Valor medio	UNE-EN 772-16	T1	T1
			R1	R1
	Recurvo		± 5	± 5
	Espesor de pared (mm)		± 10	± 10
	Paralelismo de caras (Ortogonalidad) (mm)		± 8	± 8
Espesor de pared (mm)			≥ 5,0	≥ 5,0
Paralelismo de caras (Ortogonalidad) (mm)			≥ 3,0	≥ 3,0
Planitud de las caras (mm)			Parámetro no exigible	
Porcentaje de huecos (%)		UNE-EN 772-3	≤ 3,0	≤ 3,0
Volumen del mayor hueco (% del hueco)		UNE-EN 772-3/8.6	≤ 3,0	≤ 4,0
Espesor combinado de tabiquillos (%)		UNE-EN 772-16	≤ 60	≤ 60
Absorción en piezas barrera anticapilaridad (%)		UNE-EN 772-16	≤ 12,5	≤ 12,5
Succión (kg/m² x min)		UNE-EN 772-13	≥ 20,0	≥ 20,0
Resistencia normalizada característica (N/mm²)		UNE-EN 772-1	Parámetro no exigible	
Densidad		UNE-EN 772-13	Absoluta (kg/m³)	1.900
			Aparente (kg/m³)	850
			Tolerancia (%)	D1 (± 10%)
Masa (g)		Anexo D RP 34.14	Valor mínimo garantizado por grueso: 8.200	
Durabilidad / Resistencia a la helada		UNE 67028 EX	F0 sin necesidad de ensayo	
Propiedades térmicas (Método)			Valor tabulado del Catálogo de Elementos Constructivos	
Permeabilidad al vapor de agua - μ		Catálogo CTE	0,280	0,440
Contenido en sales solubles activas		Catálogo CTE	10	
Expansión por humedad (mm/m)		UNE-EN 772-5	50 sin necesidad de ensayo	
Reacción al fuego		UNE 67036	≤ 0,8	
Adherencia (N/mm²)		UNE-EN 13501-1	A1 sin necesidad de ensayo	
Piezas especiales		Anexo C UNE-EN 998-2	0,15	
Observaciones:			NO	

Fecha de emisión: 2009-11-26  
Anula y sustituye a la de fecha

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación

R-DTC-118.00

Fig. 2.11 – Ficha técnica Termoarcilla



*Fig. 2.12 – Hoja exterior - Termoarcilla*

La piedra que se ha utilizado es Caliza Blanca Moka proveniente de la Cantera de Blancas de Teruel, suministrada en piezas rectangulares de distintas dimensiones, con un espesor medio de 7-8 cm. Dicha piedra ha sido colocada a hueso, recibida al paramento con mortero cola de la marca WEBER (Weber col Lanic Blanco), en fachadas de Planta Semisótano, jambas de huecos y esquinas en plantas superiores y canto del 2º forjado. (Ver fig. 2.13, 2.15 y 2.17).



*Fig. 2.13 – Colocación revestimiento piedra natural*



*Fig. 2.14 - Hoja exterior – Enfoscado cara interior*

Asimismo, las piezas han sido selladas entre sí con silicona para evitar la entrada de agua a través de la juntas. Esta piedra también se ha utilizado para el revestimiento de los cerramientos perimetrales de la parcela, jardineras y otros elementos exteriores.

Por su parte, los dinteles se han resuelto con piezas prefabricadas de hormigón armado con acabado imitación madera, los cuales han sido pintados a semejanza de la carpintería exterior. Esto mismo ocurre con los voladizos de balcones y cubierta (Ver Fig. 2.15 a 2.18). Los vierteaguas y umbrales, se han resuelto con piezas de piedra caliza, de espesor 4 cm.

Reseñar que el revestimiento monocapa se ha realizado finalmente con acabado raspado de espesor medio 2 cm y en color elegido por D.F. (Ver Fig. 2.16 y 2.18).



*Fig. 2.15 – Vista fachadas norte y oeste*



*Fig. 2.16 – Vista fachadas norte y oeste terminadas*



*Fig. 2.17 – Vista fachadas sur y este*



*Fig. 2.18 – Vista fachadas sur y este terminadas*

- Aislamiento térmico: espuma de poliuretano rígida de espesor >4 cm, proyectada sobre cara interior de cerramiento.

En obra se ha utilizado espuma rígida de poliuretano (S-503E-W) para un espesor medio de 4 cm (Ver Fig. 2.19).



FICHA TÉCNICA

FECHA EDICIÓN: JULIO 2009

**Poliuretano® Spray**

( Formulación Invierno )

**DIVISIÓN:** SISTEMAS PU

---

**DESCRIPCIÓN**

**Poliuretano® Spray** son sistemas de poliuretano en dos componentes poliol e isocianato, formulados para la obtención de espumas rígidas de celda cerrada y aplicados por proyección "in situ" para el aislamiento térmico.

Los sistemas **Poliuretano® Spray** contienen agentes espumantes ecológicos autorizados (HFC's), que no dañan la capa de Ozono y su principal utilización es obtener un excelente aislamiento térmico.

**MARCA N AENOR**

**AENOR**



Producto  
Certificado

Acceso 19mar

Los sistemas de proyección **Poliuretano® Spray**, denominados S-303E-W, S-353E-W, S403E-W y S-503E-W, tienen concedida la **Marca N AENOR** de calidad de producto, como material aislante térmico para su uso en la edificación según los certificados 020/002842, 020/002844, 020/002846 y 020/002848 con validez hasta el 27/01/2014.

**AENOR**



Producto  
Certificado

Acceso 19mar

**DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES**

COMPONENTE A: Mezcla de polioles, que contiene catalizadores ignifugantes y agentes espumantes.

COMPONENTE B: MDI (Difenil metano diisocianato).

---

**Synthesia Internacional, S.L.U.** Comte Borrell, 82, 7º - 08015 Barcelona

Tels. (34) 93 325 31 58 – Fax (34) 93 423 67 53

[www.synie.es](http://www.synie.es) / e-mail: [info@synie.es](mailto:info@synie.es)

Esta es la mejor información disponible pero sin garantía, debido a la complejidad de utilización con materiales primos y equipos que pueden hacer variar los resultados.

*Página 1 de 9*



Fig. 2.19 – Ficha técnica poliuretano

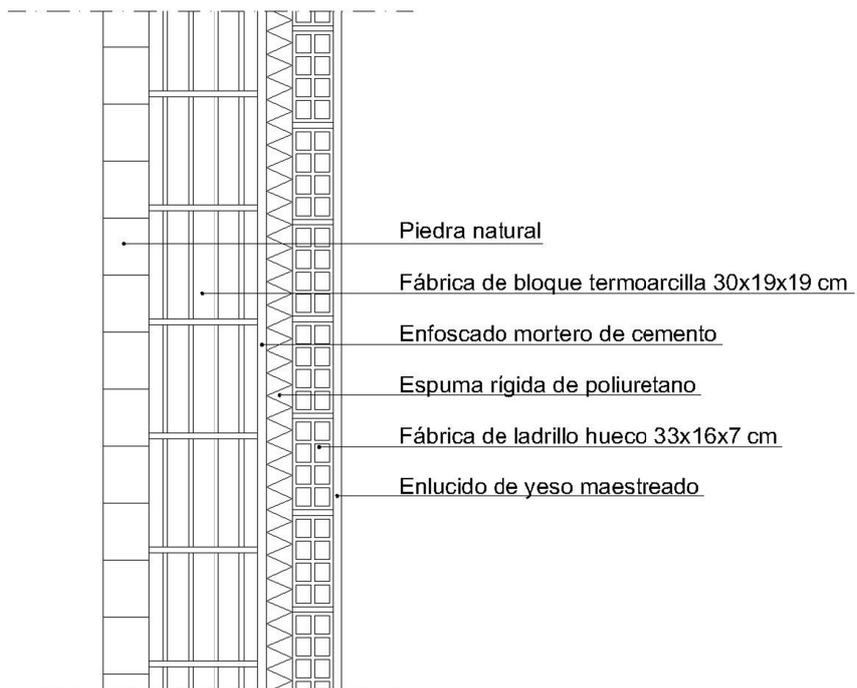
- Hoja interior: Fábrica de ladrillo hueco 50x20x7 cm, con acabado interior de enlucido de yeso de 1,5 cm y alicatado con azulejo recibido con mortero de cemento en cuartos húmedos.

La hoja interior se ha resuelto finalmente con fábrica de ladrillo hueco 33x16x7 cm, recibido con mortero de cemento, con acabado por cara interior de enlucido de yeso maestreado (Ver Fig. 2.20).

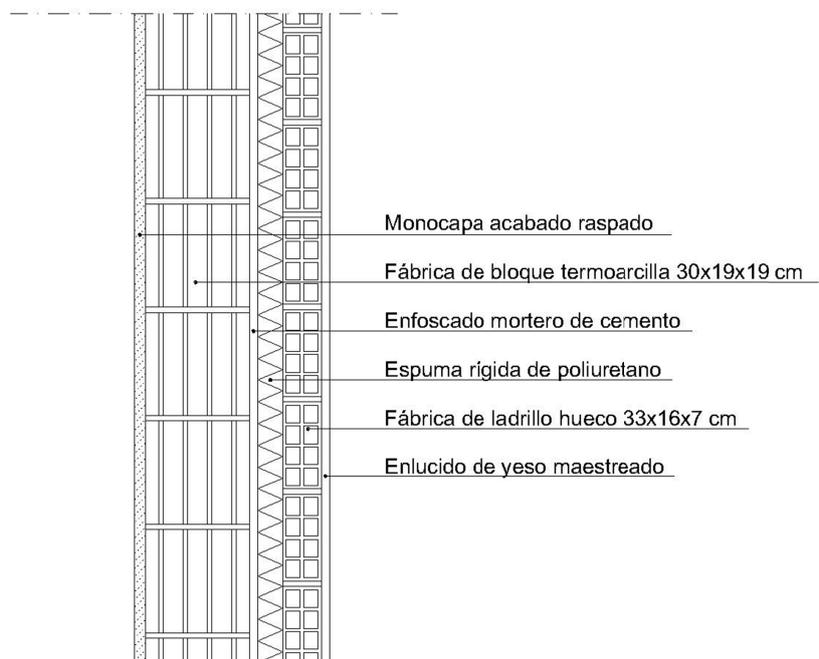


*Fig. 2.20 – Hoja interior*

Por último, comentar también que en las zonas de planta semisótano en contacto con el terreno donde existe muro de hormigón como cierre perimetral (fachadas norte y este) ha sido proyectado por cara interior, con espuma rígida de poliuretano (S-503E-W) y doblado posteriormente con ladrillo hueco 33x16x7 cm, y acabado con enlucido de yeso maestreado. Y las zonas de muro que se quedan exentas por encima del nivel del terreno se han aplacado por cara exterior con piedra natural (Ver Fig. 2.21a y 2.21b).

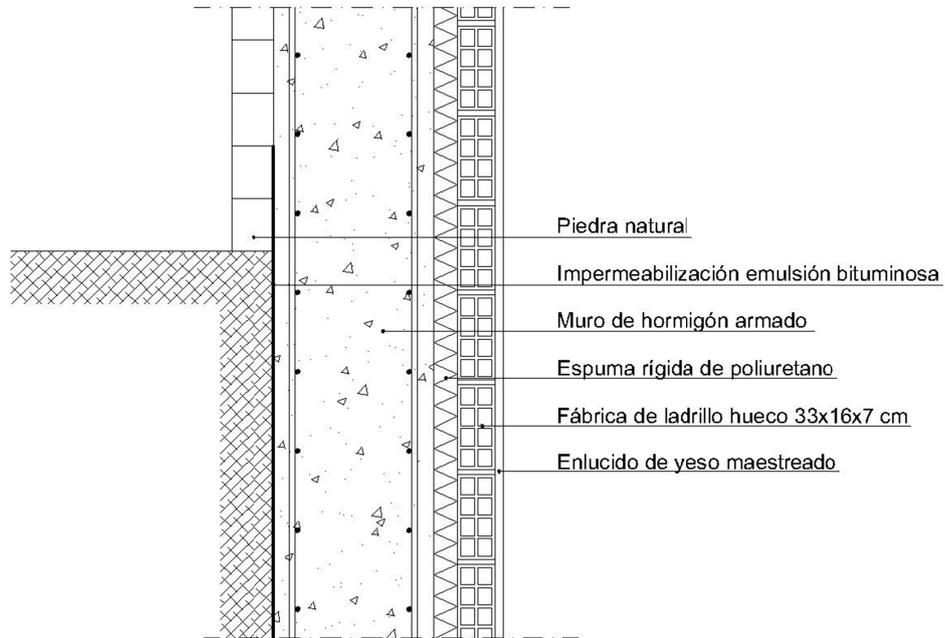


CERRAMIENTO EXTERIOR  
PLANTA SEMISÓTANO  
Fachadas Sur y Este



CERRAMIENTO EXTERIOR  
PLANTAS BAJA Y PRIMERA

*Fig. 2.21a – Detalles cerramientos exteriores*



CERRAMIENTO EXTERIOR  
PLANTA SEMISÓTANO CON MURO  
Fachadas Norte y Oeste

*Fig. 2.21b – Detalles cerramientos exteriores*

#### 2.2.4.- CUBIERTA

Se proyecta una cubierta a cuatro aguas de un 30% de pendiente (Ver Fig. 2.26), compuesta de los siguientes elementos:

- Tabicones aligerados de ladrillo hueco recibidos con mortero de cemento, separados 0,80 m, con maestra superior del mismo mortero.
- Tablero machihembrado cerámico compuesto de bardos de 0,80 x 0,30 x 0,035m (Ver Fig. 2.22).
- Aislamiento térmico mediante espuma rígida de poliuretano (ídem fachadas), espesor nominal de 6 cm, proyectada sobre faldones de cubierta. (Ver Fig. 2.19 y 2.23).



*Fig. 2.22 – Tablero machihembrado*



*Fig. 2.23 – Espuma poliuretano*

- Capa de compresión y regularización de mortero de cemento de 3 cm de espesor.
- Teja cerámica curva recibida con mortero de cemento. Destacar que finalmente se ha colocado teja mixta de hormigón, con vuelo sobre cornisa de 12 cm, recibida con mortero de cemento. Los elementos salientes de la cubierta, salidas de humos y ventilaciones se han resuelto con revestimiento de piedra natural caliza blanca moka (ídem fachada) y remate superior de aspirador estático de hormigón. (Ver Fig. 2.24 y 2.25). El encuentro de estos elementos con los faldones de cubierta se ha impermeabilizado con pintura de clorocaucho, aplicándola en dos capas sobre el mortero que forma el alambor.



*Fig. 2.24 - Cubierta. Faldón longitudinal*



*Fig. 2.25 - Cubierta. Faldón transversal*

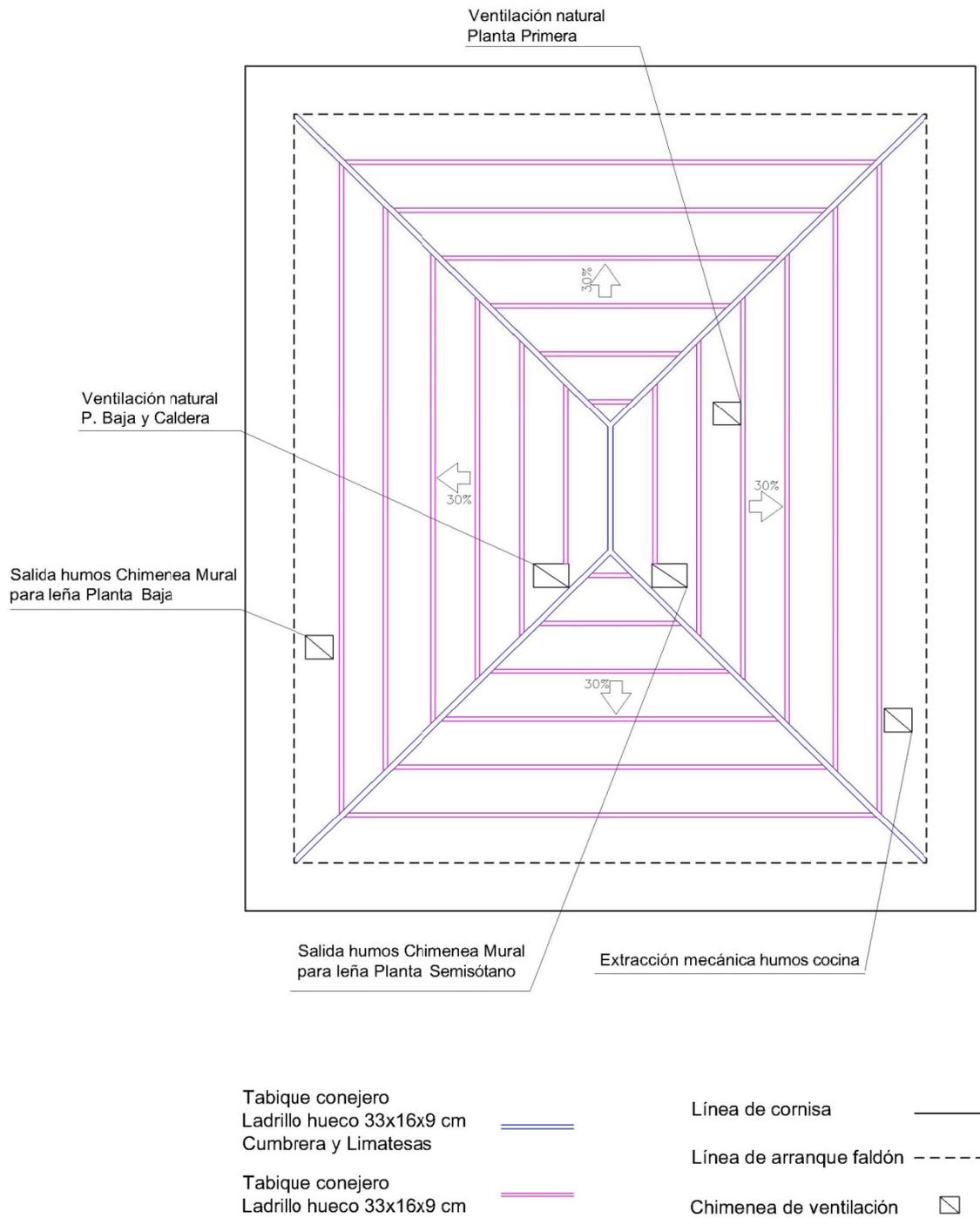


Fig. 2.26 – Esquema distribución cubierta

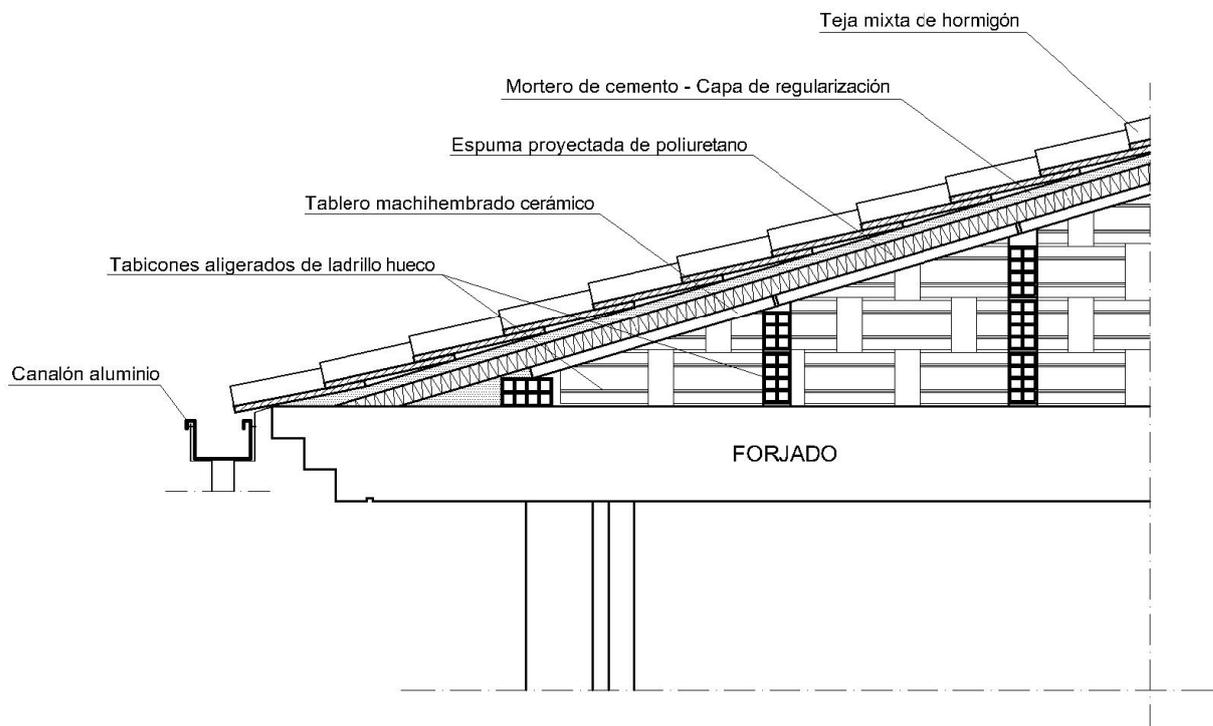


Fig. 2.27 – Sección cubierta

Ésta cubierta, aunque en un primer momento pueda parecer una cubierta fría, por la existencia de una cámara de aire intermedia, hemos de clasificarla realmente como una cubierta caliente, ya que dicha cámara no dispone de ventilación. La cámara de aire intermedia se dispone entre la hoja exterior, que contiene el aislamiento y la hoja interior (forjado horizontal) que limita con la zona habitable. Hay que reseñar la no existencia de barrera de vapor, lo que puede acarrear problemas de condensaciones.

Por último reseñar que la recogida de aguas pluviales se realiza mediante canalón perimetral de aluminio con dos bajantes en fachada este y otras dos en fachada oeste, vertiendo libremente sobre terrazas privativas exteriores (Ver Fig. 2.28 y 2.29).



*Fig. 2.28 – Canalón – bajante*



*Fig. 2.29 – Fachada oeste*

### 2.2.5.- CARPINTERIA EXTERIOR

La carpintería exterior se proyecta de aluminio imitación madera, de hojas abatibles, clase 2, con vidrios de doble acristalamiento 6-6-4, instalada sobre precerco de aluminio.

Una vez colocada la carpintería exterior observamos que no corresponde a la inicialmente proyectada, se ha mejorado notablemente las características de la misma en materia de aislamiento y calidad de los materiales.

La empresa fabricante de la perfilería es INRIALSA, PVC S.A., ubicada en Lardero (La Rioja), empresa dedicada a la fabricación de ventanas de PVC y aluminio. La serie colocada es ECOVEN PLUS SERIE 70, de perfilería de PVC y acabado color Nogal tanto en la perfilería como en las persianas.

Las unidades de carpintería colocadas se clasifican en balconeras oscilobatientes (ver Fig. 2.31), ventanas oscilobatientes y una unidad de ventana en sótano corredera. Las características técnicas se reflejan en los certificados AENOR (Ver Fig. 2.34 y 2.35). Todas las unidades de carpintería tienen rotura de puente térmico, poseen persiana con accionamiento eléctrico y sistema antivandálico, es decir, están dotadas de un sistema de bloqueo sin cerradura que impide que sea forzada desde el exterior. Este sistema junto con la colocación de cristal de seguridad ha determinado la no colocación de rejas. (Ver Fig. 2.30).



*Fig. 2.30 – Balconera y ventana oscilobatientes*



*Fig. 2.31 – Balconera oscilobatiente*

Así mismo, todas las unidades de carpintería exterior disponen de mosquitera, siendo del tipo enrollable vertical en ventanas y plisada corredera horizontal en balconeras. (Ver Fig. 2.33).



*Fig. 2.32 – Detalle perfilera ventana oscilobatiente*

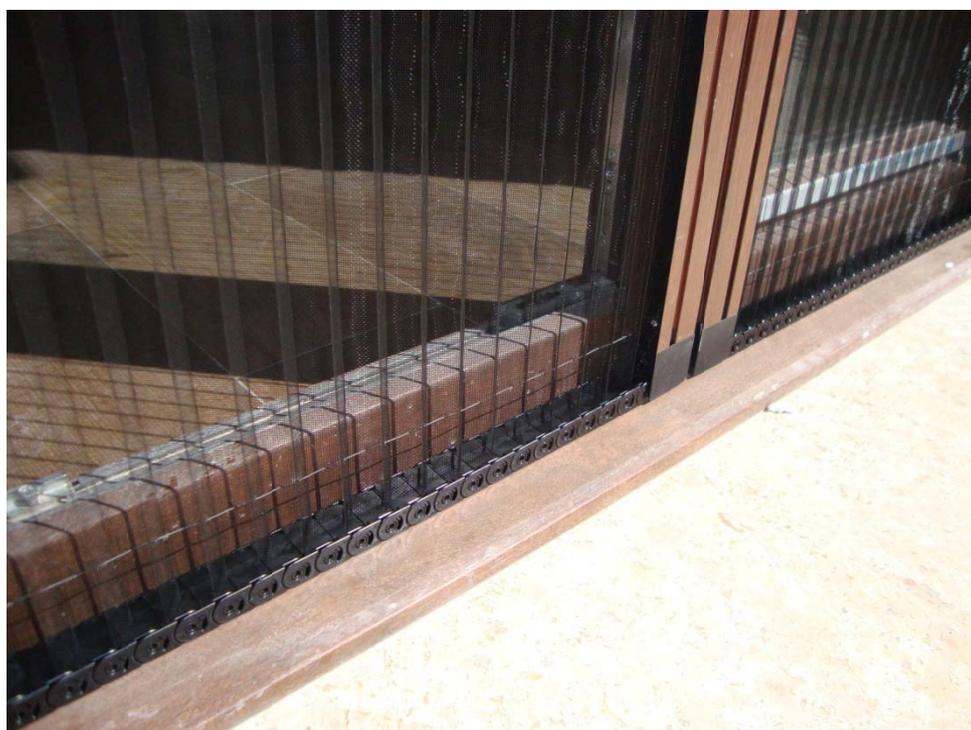
El vidrio que finalmente se ha colocado en la carpintería exterior es de la marca registrada AISLAGLAS, con nombre y código de identificación:

Lamiglass 33.1 // 8 // Float Claro 4 // 8 // Climaguard Premiun 6

Los componentes del mismo son:

- Lamiglass 33.1 : Vidrio laminado de seguridad de 6 mm de espesor, con alta resistencia frente a impactos, gracias a la incorporación en el vidrio de lámina transparente de Butiral de Polivinilo (PVB).
- Float Claro 4 : Vidrio básico sodocálcico de 4 mm de espesor.
- Climaguard Premiun 6: Vidrio de capa bajo emisivo de 6 mm de espesor. Reduce la pérdida de calor del interior sin atenuar la entrada de luz del exterior ni la transparencia del vidrio.

El espesor total del vidrio es 32 mm (6 + 8 + 4 + 8 + 6). (Ver Fig. 2.36).



*Fig. 2.33 – Detalle periferia balconera y mosquitera*



**AENOR** Asociación Española de Normalización y Certificación

**CERTIFICADO AENOR DE PRODUCTO N° 047 / 000400**  
AENOR PRODUCT CERTIFICATE N°

Pg. 1/2  
2012-05-21

La Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) certifica que el producto  
The Spanish Association for Standardisation and Certification (AENOR) certifies that the product

**VENTANAS**

**WINDOWS**

detallado en la(s) página(s) siguiente(s),

detailed in the following page(s),

suministrado por

supplied by

**INRIALSA P.V.C., S.A.**  
**AV MADRID, KM. 4**  
**26140 LARDERO (La Rioja - España)**

y elaborado en

and manufactured in

**AV DE MADRID, KM. 4**  
**26140 LARDERO (La Rioja - España)**

es conforme con

complies with

**UNE-EN 14351-1:2006 (EN 14351-1:2006)**

Para conceder este Certificado, AENOR ha ensayado el producto y ha comprobado el sistema de la calidad aplicado para su elaboración. AENOR realiza estas actividades periódicamente mientras el Certificado no haya sido anulado, según se establece en el Reglamento Particular RP 47.01.

In order to grant this Certificate, AENOR has tested the product and has verified the quality system used in its manufacture. AENOR performs these tasks periodically while the Certificate has not been cancelled, in accordance with the stipulations of the Specific Rules RP 47.01.

Fecha de concesión: **2009-03-13**  
First issued on:

Fecha de renovación: **2012-05-21**  
Renewed on:

Fecha de caducidad: **2017-05-21**  
Expires on:

  
**AENOR** Asociación Española de Normalización y Certificación  
Avelino BRITO MARQUINA  
Director General de AENOR  
Chief Executive Officer

No está autorizada la reproducción parcial de este documento.

The partial reproduction of this document is not permitted

AENOR - Génova, 6 - 28004 MADRID - Teléfono 914 32 60 00 - Telefax 913 10 46 83

Fig. 2.34 – Certificado AENOR PVC



**AENOR** Asociación Española de Normalización y Certificación

**CERTIFICADO AENOR DE PRODUCTO Nº 047 / 000400**  
AENOR PRODUCT CERTIFICATE Nº

Pg. 2/2  
2012-05-21

<b>Serie</b> Serie	ECOVEN PLUS	ECOVEN PLUS
<b>Modelo</b> Reference	Balconera	Ventana
<b>Material</b> Material	PVC	PVC
<b>Accionamiento</b> Opening operation	DE UNA O DOS HOJAS, OSCILABATIENTE CON CAJÓN PARA PERSIANA	DE UNA O DOS HOJAS, OSCILABATIENTE CON CAJÓN PARA PERSIANA
<b>Permeabilidad al aire</b> Air permeability	3	3
<b>Estanquidad al agua</b> Watertightness	9 A	9 A
<b>I Dimensiones (mm) / Resistencia al viento</b> I Dimension (mm) / Resistance to wind load	1 hoja, hasta 800 X 2100 / C 4	1 hoja, hasta 700 X 1300 / C 4
<b>II Dimensiones (mm) / Resistencia al viento</b> II Dimension (mm) / Resistance to wind load	2 hojas, hasta 1600 X 2100 / C 1	2 hojas, hasta 1200 X 1200 / C 4
<b>III Dimensiones (mm) / Resistencia al viento</b> III Dimension (mm) / Resistance to wind load		2 hojas, hasta 1800 X 1450 / C 1
<b>IV Dimensiones (mm) / Resistencia al viento</b> IV Dimension (mm) / Resistance to wind load		
<b>Muestra aislamiento térmico</b> Thermal resistance sample	1230 X 1480; VIDRIO AISLANTE 4 / 16 / 4	1230 X 1480; VIDRIO AISLANTE 4 / 16 / 4
<b>UST (W/m<sup>2</sup> K)</b>	2,3	2,3
<b>Muestra aislamiento acústico</b> Acoustic performance sample	1230 X 1480; VIDRIO AISLANTE 4 / 16 / 4	1230 X 1480; VIDRIO AISLANTE 4 / 16 / 4
<b>Rw (C, CTR) (dB)</b>	33 (-2; -5)	33 (-2; -5)
<b>RA (dBA)</b>	33,8	33,8
<b>Durabilidad mecánica</b> Mechanical durability	CLASE 3	CLASE 3

**AENOR** Asociación Española de Normalización y Certificación

No está autorizada la reproducción parcial de este documento.

The partial reproduction of this document is not permitted

AENOR - Génova, 6 - 28004 MADRID - Teléfono 914 32 60 00 - Telefax 913 10 46 83

Fig. 2.35 – Certificado AENOR PVC



## DECLARACIÓN DE PRESTACIONES

Nº 2124

1. **Nombre y código de identificación:** LamiGlass 33.1 // 8 // Float claro 4 // 8 // Climaguard Premium 6
2. **Nombre o marca registrada y dirección de contacto del fabricante o importador o distribuidor**



Nombre del Fabricante: COMERCIAL FELMAN, S.L.  
Dirección del Fabricante: AVDA.BLASCO IBAÑEZ, Nº 9

3. **Uso previsto:**  
Unidad de Vidrio Aislante para su uso en edificación y trabajos de construcción.
4. **Sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones:** Sistema 3
5. **Organismo notificado:**
  - Kiwa / D Notified body NB 2034
  - LGAI TECHNOLOGICAL CENTER, S.A./Applus /E Notified body NB 0370
  - Tecnalía / E Notified body NB 1032

6. **Prestaciones declaradas**

Unidad de Vidrio Aislante EN 1279-5:2005+A2:2010	
LamiGlass 33.1 // 8 // Float claro 4 // 8 // Climaguard Premium 6	
Resistencia al fuego	NPD
Reacción al fuego	NPD
Prestación al fuego exterior	NPD
Resistencia a la bala	NPD
Resistencia a la explosión	NPD
Resistencia a la efracción	NPD
Resistencia al impacto de cuerpo pendular	2(B)2/NPD/NPD
Resistencia a variaciones bruscas de temperatura y diferenciales de temperatura	K 40K/40K
Resistencia al viento, nieve, carga en m/m	mm 33.1/8/4/8/6
Atenuación acústica al ruido aéreo directo	dbA NPD
Emisividad	e <sub>d</sub> NPD
Propiedades térmicas (valor U) W/(m².K)	W/(m².K) 1,6
Transmitancia luminosa τ <sub>v</sub>	0,70
Reflexión luminosa ρ <sub>v</sub>	0.17/0.17
Transmitancia de energía solar τ <sub>e</sub>	0,43
Reflexión de energía solar ρ <sub>e</sub>	0.22/0.29
Factor solar g	0,52

NPD: Prestación no declarada

Cámara aire

Las prestaciones del producto identificadas en el punto 1 son conformes con las declaradas en el punto 6. La presente declaración de prestaciones se emite bajo la única responsabilidad del fabricante indicado en el punto 2.

Firmado por y en nombre del fabricante

Nombre: RAQUEL BAYO MARTÍNEZ  
Cargo: RESPONSABLE DE CALIDAD  
Lugar: ALMASSERA(VALENCIA)  
Fecha de emisión: 11/11/2013

Fig. 2.36 – Certificado CE Vidrio

### 2.2.6.- CERRAJERÍA

La cerrajería exterior no viene detallada en el proyecto de ejecución, únicamente se hace referencia en el presupuesto a la barandilla del núcleo de comunicación vertical interior de la vivienda, definiéndose de hierro con pasamanos de madera.

En la ejecución real de la obra, se han colocado en terraza y escalera posterior y en todos los balcones de fachada, barandillas de hierro de barrote cuadradillo horizontal pintados en esmalte color marrón acorde con la fachada. Por otra parte, los cerramientos de parcela y puertas principales de acceso son de hierro tipo forja, pintados en color negro, corredera motorizada para el acceso al garaje y abatibles de doble hoja el resto, las cuales son, acceso peatonal principal y accesos posterior y principal a zona nueva de aparcamiento en linde Oeste. (Ver Fig. 2.37).

Asimismo, la barandilla colocada en la escalera interior será de acero inoxidable con 3 tubos horizontales adaptándose a la forma curva de la escalera, y pasamanos superior de madera nogal, acorde con la carpintería interior elegida.



*Fig. 2.37 – Vista fachada principal - cerrajerías*

Por otra parte, en lo que se refiere a la puerta del garaje ubicada en fachada Este de planta semisótano para el acceso de vehículos, en el proyecto viene reflejada una puerta metálica de chapa plegada, basculante, con accionamiento manual y con acabado de pintura esmalte. En la ejecución real de la obra, se ha colocado una puerta de dimensiones 3.90 m de anchura x 2.30 m de altura, tipo seccional con apertura vertical y guía a techo, con accionamiento eléctrico y con hoja de doble chapa prelacada en blanco sobre acero galvanizado rellena de poliuretano expandido (Ver Fig.2.39).

### 2.2.7.- PAVIMENTOS Y ALICATADOS

Se proyecta pavimento de gres porcelánico de gran formato en toda la vivienda, incluido escalera interior. En zonas y escaleras exteriores se prevé gres extrusionado antideslizante para uso exterior y en la planta semisótano- garaje solado de gres sobre la solera de hormigón.

El pavimento general de la vivienda, incluso zona de cocina, se ha resuelto con un porcelánico imitación madera rectificado, de formato 90 x 22 cm, de la casa Porcelanosa, y colocado sobre el mortero autonivelante (e=7 cm) con mortero cola. (Ver Fig. 2.38). Por su parte, en la planta semisótano, se ha colocado gres extrusionado colocado a junta abierta de 1 cm de la casa Grespania, formato de 30 x 30 cm y recibido con mortero cola sobre el mortero autonivelante. (Ver Fig. 2.39).



*Fig. 2.38 – Pavimento general de la vivienda – Zona sala de estar*



*Fig. 2.39 – Pavimento planta semisótano- Puerta garaje*

El pavimento colocado en las zonas exteriores de la vivienda es una baldosa de hormigón, de 40 x 40 cm acabado rugoso, color rojizo. Y en cuanto a los balcones, las escaleras exteriores y la terraza posterior se ha dispuesto pavimento de caliza, mismo material utilizado para los vierteaguas y los umbrales. (Ver Fig. 2.40).



*Fig. 2.40 – Pavimento zona exterior – Zona acceso garaje*

En cuanto al alicatado y pavimento de los baños, se han utilizado azulejos y pavimentos porcelánicos de la casa Saloni, gama Roberto Verino, en distintos modelos y colores, siendo los baños diferentes entre sí; modelos elegidos a la carta por el promotor. (Ver Fig. 2.41).



*Fig. 2.41 – Pavimento y alicatados en distintos baños*

En la zona de la planta baja correspondiente a la cocina, no se prevé colocar ningún tipo de alicatado, ya que se nos ha comentado la intención de colocar un vinilo en paramento vertical protegido exteriormente con un vidrio.

Para el revestido de la escalera interior, se han colocado piezas a medida de mármol de 3 cm de espesor, de color blanco, para peldaños y mesetas intermedias.

Por último comentar, que para la colocación de todos estos pavimentos y alicatados se ha utilizado mortero cola de la marca WEBER (Weber col Lanic Blanco).

### 2.2.8.- INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

La acometida a la red general municipal de agua se ha realizado con tubo de polietileno de 32 mm de diámetro nominal de alta densidad, hasta el contador individual de la vivienda, ubicado en arqueta en calle principal.

La instalación interior de se ha realizado con tubería y accesorios de la casa UPONOR. Para el sistema de canalización de agua caliente y fría se ha utilizado tubo de polietileno reticulado UPONOR AQUA PIPE PEX – A, idónea para la conducción de agua a través de las estructuras de los edificios.

En cuanto a los sanitarios y grifería que se han instalado en la vivienda, decir que en el proyecto de ejecución no vienen especificados los modelos. La elección de los mismos por parte del promotor durante la ejecución de la obra ha sido la siguiente. (Ver Fig. 2.42 y 2.43).

- Sanitarios: Marca Roca, colección Hall. Color blanco.
- Platos de ducha porcelana: Marca Sanindusa, de 140/120 x 75 cm. Color blanco.
- Grifería baños: Marca GRB Mixers, modelo Kala.
- Grifo cocina: Marca GRB Mixers, modelo Flat.

En los cuartos de baño de la planta superior sí se han mantenido los elementos proyectados, es decir, plato de ducha con mampara, bidé, inodoro y lavabo, aunque éste último se ha duplicado en los baños de la planta superior. Sin embargo, en el baño de planta baja se ha sustituido la bañera por plato de ducha de 120 x75 y se ha eliminado el bidé.

Los inodoros están dotados con cisternas de doble descarga, de 3 y 6 litros, según uso.

El bidé está dotado con tapa y las mamparas son de vidrio transparente y perfilaría de acero inoxidable, con parte fija y parte corredera deslizable para su apertura. Por otra parte, los lavabos se prevén dobles en los cuatro baños de la planta superior, colocados superpuestos sobre mueble de baño colgado a pared y en el baño de planta baja un único lavabo colocado también sobre mueble.



*Fig. 2.42 – Sanitarios – Inodoro y bidé*

Los lavabos y bidés disponen de válvula automática para desagüe con cierre de presión por accionamiento manual.

En cuanto a la grifería, los grifos de bidé, lavabo y cocina son cromados tipo monomando y en las duchas se ha instalado grupo termostático cromado, con soporte y barra anclado a pared, dotado de flexo y mango de ducha y rociador de agua efecto lluvia. Los aireadores de las griferías de lavabo, bidé y cocina, son del tipo economizador de agua.



*Fig. 2.43 – Grupo termostático ducha – Plato ducha y mampara*

### 2.2.9.- SANEAMIENTO

La red de saneamiento tanto vertical como horizontal se realizará con tuberías de PVC serie B. Se han instalado desagües individuales con sifón incorporado para cada aparato de saneamiento tanto en baños como en cocina (diámetro 40 mm, en inodoro 110 mm). Asimismo se ha utilizado PVC serie B de diámetro 125 mm para las bajantes verticales y uso de codos antiimpacto en los cambios de dirección, hasta llegar por debajo de la planta sótano donde se conectan a través de arquetas ciegas enterradas a los colectores de PVC de 160 mm de diámetro enterrados horizontales, con salida general de diámetro 200 mm hasta colector general que discurre por la zona central de la calle.

En las zonas de terrazas exteriores se han realizado también arquetas de desagüe registrables con trapas perforadas metálicas, para la recogida y evacuación de aguas pluviales de estas zonas, a la red de saneamiento enterrada de la vivienda.

### 2.2.10.- INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y CALEFACCIÓN

Se proyecta una caldera mixta de gasóleo para calefacción y agua caliente sanitaria de la casa Roca modelo LIDIA 25 GTA, que proporciona entre 18000 y 20000 Kcal/h.

Finalmente se ha instalado un grupo térmico de gasóleo para calefacción y producción de agua caliente sanitaria, de la casa BAXIROCA modelo LIDIA 50 GTA, que proporciona una potencia mínima de 38 KW (32.680 Kcal/h) y máxima de 48 KW (41.280 Kcal/h), (Ver Fig. 2.48 ). El grupo se complementa con un depósito para acopio de gasóleo de 1.000 litros.

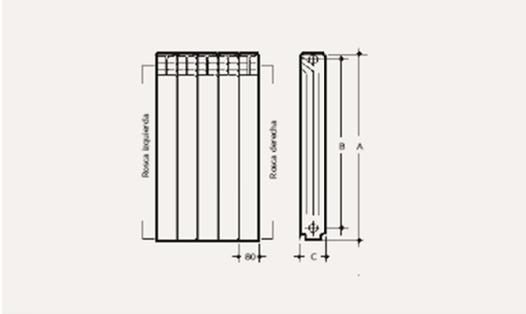
Reseñar que la instalación de la calefacción en el total de la vivienda se ha compartimentado en tres zonas independientes, correspondientes a cada una de las plantas que existen. Se han instalado tres termostatos electrónicos modelo TD200 de la casa ROCA, uno en cada planta de la vivienda y se han dejados dos registros, uno en planta baja y otro en planta primera, para tener acceso a los dispositivos de purga de aire de la instalación. (Ver Fig. 2.44).

Para el circuito de distribución de agua de la calefacción se ha utilizado tubería UPONOR EVALPEX, de polietileno reticulado, con aislante térmico y acústico que proporciona máxima eficiencia por su mínima pérdida energética y reducción del nivel del ruido y con barrera antidifusión de oxígeno que protege las partes metálicas de la instalación.



*Fig. 2.44 – Registro purgadores calefacción planta baja*

Los radiadores por su parte, están compuestos por elementos de aluminio de la casa Roca modelo JET-60, con instalación en paralelo y en número suficiente para cada estancia de la vivienda (Ver Fig. 2.45 y 2.46).

## JET

SUS ABERTURAS ANTERIORES ESTÁN CONCEBIDAS PARA APROVECHAR AL MÁXIMO LA EMISIÓN DE CALOR POR CONVECCIÓN POR LA PARTE FRONTAL DEL RADIADOR Y OBTENER DE INMEDIATO LA SENSACIÓN DE CONFORT.

### DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Modelos	Coras en mm			Cap. aprox.		Por elemento en Kcal/h		Exponente "n" de la curva característica
	A	B	C	L	Kg	(1)	(2)	
JET 46	420	350	97	0,35	1,17	110,8	83,6	1,298
JET 60	570	600	97	0,44	1,45	147	108,9	1,328
JET 70	670	600	97	0,52	1,76	172	125,6	1,321
JET 80	770	700	97	0,60	1,99	187	142,2	1,342

(1) - Emisión calorífica en Kcal/h según UNE 9-015-86 para  $\Delta t=60^{\circ}\text{C}$  (A título informativo)  
 (2) - Emisión calorífica en Kcal/h según UNE EN-442 para  $\Delta t=50^{\circ}\text{C}$   
 $\Delta t = (T_{\text{media radiador}} - T_{\text{ambiente}})$  en  $^{\circ}\text{C}$   
 Exponente "n" de la curva características según UNE EN-442

Los orificios de los elementos van roscados a 1" derecha a un lado e izquierda al otro.

Al realizar el pedido, prestar especial atención en la acertada elección del sentido de rosca de las reducciones y tapones.

### Forma de suministro

Los Radiadores de Aluminio JET se presentan embalados individualmente en bloques de 3 a 12 elementos con cantoneras de poliestireno expandido y retractilado con plástico individual.

Fig. 2.45 – Ficha radiadores



*Fig. 2.46 – Acopio radiadores*

En las figuras 2.46 y 2.47 podemos ver el acopio existente de los radiadores, el grupo térmico y el depósito para almacenamiento de gasóleo de 1.000 litros de capacidad, previo a su instalación.



*Fig. 2.47 – Acopio caldera y depósito gasóleo*

## Combustible gasóleo Grupos Térmicos de fundición

### LIDIA GTA y GTAF CONFORT

Grupos Térmicos de fundición, de 20 a 48 kW de potencia, para instalaciones de Calefacción por agua caliente hasta 4 bar y 100°C y producción de Agua Caliente Sanitaria por acumulación.

#### Características principales

- Grupo Térmico de gasóleo para Calefacción y producción de Agua Caliente Sanitaria por acumulación, equipado con todos los componentes necesarios para su instalación y mantenimiento.
- Constituido principalmente por una caldera LIDIA CONFORT y un depósito acumulador.
- Funcionamiento totalmente automático.
- El grupo térmico se encuentra totalmente carenado (caldera y acumulador) por una envolvente de chapa de acero que incorpora tratamiento anticorrosivo y está pintada exteriormente.
- Perfecto aislamiento térmico y acústico del conjunto.
- Depósitos Acumuladores esmaltados (circuito secundario), provistos de ánodo de magnesio contra la corrosión y aislados térmicamente con poliuretano de alta densidad libre de CFC.
- Grupo hidráulico completo (circulador de Calefacción, grupo de seguridad FLEXBRANE, tubos y accesorios).
- Caldera de elevado rendimiento (\*\*\* y Baja Temperatura según Directiva de Rendimientos 92/42/CEE).
- Gama de quemadores de gasóleo Newtronic y Kadet-tronic-L, totalmente integrados en el grupo térmico.
- Accesibilidad frontal a todos los componentes hidráulicos.

- Circulador del circuito de Calefacción de características hidráulicas variables.
- Equipado con cuadro de control electrónico CC-206 CONFORT (ver "Sistema de control Confort").
- Sondas electrónicas de temperatura y presión.

#### LIDIA GTAF

- Cámara de combustión estanca y hogar sobrepresionado con sistema de aspiración del aire por conducto de diámetro 80 mm.

#### Forma de suministro

Paletizado en un sólo bulto y debidamente protegido para el transporte.

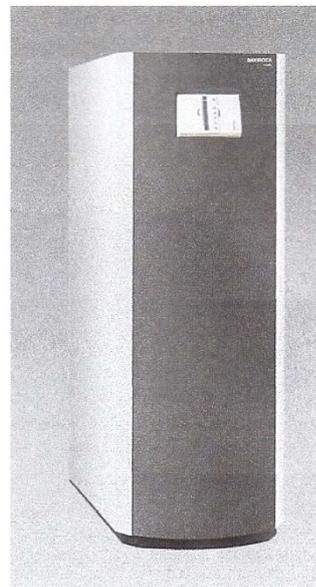
Grupo Térmico compacto, **totalmente**

**montado, cableado y regulado**, que contiene:

- Caldera con envolvente, quemador, depósito acumulador esmaltado de 120 ó 150 l., grupo hidráulico del depósito acumulador y cuadro de control CC-206 totalmente montados y cableados.
- Circulador para el circuito de Calefacción.
- Las versiones GTAF incorporan un segundo bulto con 2 tubos de longitud 1 m. para la aspiración de aire y expulsión de gases

#### Suministro opcional

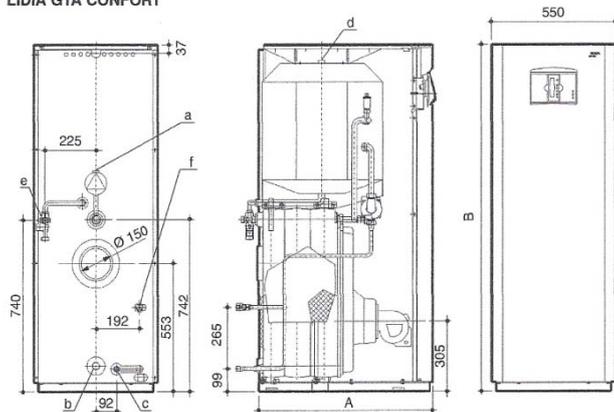
- Permite instalar todos los accesorios de los cuadros de control Confort (ver "Sistema de control Confort").



- Kit salida de humos concéntrico 80-125 para versiones de combustión estanca.
- Los Grupos Térmicos LIDIA CONFORT pueden complementarse con una amplia gama de kits hidráulicos (ver "Kits hidráulicos").
- Kit indicador estado ánodo de magnesio del acumulador.
- Grifo de desagüe.

#### Dimensiones y Características Técnicas

##### LIDIA GTA CONFORT



#### Orificios:

- a. Ida 1 1/4" (\*)
- b. Retorno 1 1/4" (\*)
- c. Desagüe 1/2"
- d. Consumo de A.C.S. 3/4"
- e. Entrada de agua fría 3/4"
- f. Válvula seguridad 1/2"

(\*) En LIDIA 20 y 30 GTA CONFORT de 1".

Modelos	Potencia útil			
	Mínima		Máxima	
	kcal/h	kW	kcal/h	kW
LIDIA 20 GTA	12.900	15	17.200	20
LIDIA 30 GTA	17.200	20	24.940	29
LIDIA 50 GTA	32.680	38	41.280	48

Modelos	% Rend. (1)		Nº. de elem.	Capacidad de agua litros	Circulador Modelo	Potencia absorb. W	Circulador A.C.S. Modelo	Pérdida de carga circuito agua mm.c.a.		Resistencia paso humos mm.c.a. (2)	Quemador de gasóleo Modelo	Cota mm		Peso aprox. kg
	100%	30%						$\Delta t = 10^\circ\text{C}$	$\Delta t = 20^\circ\text{C}$			A	B	
LIDIA 20 GTA	92,9	93,5	2 (3)	13	MYL-30	90	NYL-43	35	8	1,6	Newtronic 2RS	660	1.587	225
LIDIA 30 GTA	93,2	93,8	3	18,5	MYL-30	90	NYL-43	75	15	2,0	Newtronic 2RS	770	1.587	280
LIDIA 50 GTA	90,6	94,3	5	29,5	PC-1035	90	NYL-63	145	38	2,5	Kadet-tronic-5-L	1.025	1.500	360

(1) = Temperatura media del agua 70 °C al 100% y de 40 °C al 30% Presión máxima de trabajo del circuito de calefacción: 3 bar.  
 (2) = A potencia nominal y CO<sub>2</sub> = 13,5% Presión máxima de trabajo circuito agua sanitaria: 7 bar.  
 (3) = Con turbuladores Temperatura máxima de trabajo: 100 °C.

Fig. 2.48 – Ficha grupo térmico.

### 2.2.11.- INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD

La instalación eléctrica de la vivienda según Proyecto de Ejecución es de grado medio de electrificación, pero en la ejecución real de la obra se ha realizado la instalación para grado de electrificación elevado (Potencia  $\geq 9200$  W a 230 V), conforme a los requisitos establecidos en el Reglamento de Baja Tensión.

La instalación se ha realizado conforme al Proyecto de Instalación Eléctrica, redactado por técnico competente. Reseñar que la misma podemos considerarla relativamente estándar, ya que no engloba ninguna instalación que podamos considerar especial, como pueden ser sistemas de domótica, instalaciones especiales de tipo deportivo, piscina, equipos de programación o de seguridad, etc., aunque por las características dimensionales de la vivienda y su grado de electrificación elevado, sí que dispone de una cantidad considerable de circuitos independientes.

En cuanto a la ejecución, se ha realizado inicialmente la conveniente toma de tierra de la instalación, mediante picas y cable de cobre desnudo, haciendo la puesta a tierra también de la estructura. Dicha toma de tierra se ha llevado protegida hasta Cuadro General de Protección (C.G.P.), ubicado en vivienda colindante, realizándose la correspondiente interconexión con el cuadro general de la vivienda.

La instalación eléctrica dentro de la vivienda parte del Cuadro General de Distribución Interior ubicado en planta semisótano junto a la puerta de garaje (Ver Fig. 2.49), conexionado desde la C.G.P. y previo paso por módulo de contador ubicado en el vallado de fachada principal. Aquí también se han instalado los interruptores de corte, magnetotérmicos y diferenciales correspondientes según normativa.

Desde aquí se distribuyen los diferentes circuitos secundarios conforme reglamentación vigente de acuerdo al grado de electrificación y se distribuyen en el cuadro zonificados por plantas. Se han dispuesto un total de 20 circuitos distribuidos de la siguiente manera:

- Planta Primera (3 ud): Alumbrado, automatismo persianas y tomas de corriente.
- Planta Baja: (7 ud): Alumbrado, automatismo persianas, tomas de corriente, frigorífico, lavadora, lavavajillas y horno + vitrocerámica.

- Planta Semisótano (10 ud): Alumbrado, automatismo persianas, tomas de corriente, secadora y 2 ud alumbrado exterior. Además en previsión se ha dejado circuito de frigorífico, lavadora, lavavajillas y horno + vitrocerámica.



*Fig. 2.49 – Cuadro general de distribución eléctrica*

En cuanto a los puntos de luz de la vivienda, no se especifica en proyecto ni modelo de luminarias ni tipo de lámparas, así como tampoco se hace ninguna referencia a la marca y serie de los mecanismos a colocar. Finalmente se han colocado luminarias de tipo empotrable en techo, con lámparas tipo LED luz cálida de 5 W (ver Fig. 2.50) en todas las estancias de la vivienda a excepción de la planta semisótano en zona garaje y barbacoa, donde se colocarán down-lights también con lámpara tipo LED luz blanca de 15 W. Por otra parte se ha dejado punto aislado de luz para ubicar lámpara decorativa colgada en la zona de escalera y en zona de barra en cocina.

Por otra parte, en cuanto a los puntos de luz exteriores, ubicados sobre vallado perimetral y sobre fachada principal y posterior, no conocemos hasta el momento sus características, aunque hemos considerado para los cálculos del Capítulo 4 de este PFC, que irán dotados de lámparas de 15 W tipo LED. Igualmente nos ocurre con la marca y serie de los mecanismos eléctricos a colocar en la vivienda.



*Fig. 2.50 – Comedor planta baja – puntos de luz*

La vivienda cuenta con sistema de videoportero interconexiónado entre puerta de acceso peatonal en fachada principal con receptor de llamada e imagen en las tres plantas y posee sistema de sincronización a línea de teléfono móvil. (Ver Fig. 2.51).



*Fig. 2.51 – Placa base videoportero planta baja*

Por último, comentar brevemente que en cuanto a la torre eléctrica-centro de transformación que existe en zona fachada principal en linde Oeste, se hizo solicitud a la compañía suministradora (Iberdrola) para mitigar en la medida de lo posible el impacto visual que produce la misma con respecto a la vivienda ejecutada. Se barajó solución por ambas partes, siempre bajo las recomendaciones condicionantes de la empresa suministradora, de colocar un módulo de centro de transformación de tipología actual realizando también parte de canalización por calle y eliminar así también parte de la línea aérea existente. Esta solución tenía un coste aproximado a asumir, claro está, por el promotor, de unos 72.000 euros, que finalmente fue desestimada. (Ver Fig. 2.52).



*Fig. 2.52 – Torre eléctrica C.T.*

Todo lo comentado y detallado en este capítulo 2, corresponde al proceso de ejecución de la obra que hemos tenido la posibilidad de conocer a través de visitas realizadas a la misma y conversaciones mantenidas con técnico, industriales y encargado de obra. Hemos prestado más atención como es lógico, a aquellas partidas más enfocadas a la eficiencia energética y la sostenibilidad, objetivos de este Proyecto Final de Carrera, como son la envolvente térmica y las instalaciones realizadas. Pero por otra parte, hemos procurado realizar en mayor o menor medida, dentro de nuestras posibilidades, una descripción de los trabajos y partidas realizadas en la ejecución de este proyecto de vivienda unifamiliar, durante el tiempo de elaboración y redacción de este P.F.C.

## **3.- ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA PROYECTADA - EJECUTADA**

### 3.- ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA PROYECTADA – EJECUTADA

#### 3.1.- ELECCIÓN HERRAMIENTA PARA EL ANÁLISIS ENERGÉTICO

Para la obtención de la calificación energética de un edificio existente se deben utilizar programas informáticos que tengan la consideración de documentos reconocidos.

El Consejo de Administración del IDAE, aprobó la adjudicación de la contratación para la elaboración de dos procedimientos de calificación energética para edificios existentes, denominados CE3 y CE3X.

EDIFICIOS DE NUEVA PLANTA	OPCIÓN SIMPLIFICADA	Certificación Descriptiva (D ó E): Fichas
		Procedimientos Simplificados: CES, C2, CERMA.
	OPCIÓN GENERAL	Cumplimiento DB-HE: LIDER
		Certificación Energética: CALENER Vyp, CALENER GT
EDIFICIOS EXISTENTES	OPCIÓN SIMPLIFICADA	Procedimientos simplificados: CE3 Y CE3X.
	OPCIÓN GENERAL	CALENER: Pendiente de elaboración.

Estos procedimientos actualmente son herramientas informáticas reconocidas por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo y de Fomento para obtener la certificación energética de edificios existentes.

Aunque su uso es para edificios existentes, hemos elegido la herramienta o procedimiento **CE3X** para la obtención de la calificación energética de esta vivienda nueva, por su reciente y novedosa existencia, para el cumplimiento del RD 235/2013 “Procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios”.

En el procedimiento CE3X se establecen como condiciones iniciales:

- Cumplir con la metodología de cálculo que figura en el Anexo I del RD 47/2007.
- Cumplir con las condiciones establecidas en el Borrador del RD para la certificación energética de edificios existentes.
- Precisión respecto a los resultados de CALENER.

Mediante la aplicación de esta herramienta informática se obtiene la etiqueta energética, la cual está incluida en el documento generado automáticamente por este procedimiento (CE3X), documento de certificación energética. En esta etiqueta se le asigna al edificio una letra, (escala compuesta por siete letras, desde la letra A, considerando al edificio más eficiente, a la letra G, considerándolo menos eficiente). Del mismo modo, esta herramienta informática, en el documento de certificación energética, nos indica un conjunto de medidas de mejora de eficiencia energética, así como la nueva calificación que obtendríamos si aplicáramos estas medidas de mejora propuestas, y finalmente un análisis económico basado en el ahorro energético.

El CE3X se basa en la comparación del edificio objeto de la certificación con una base de datos compuesta por ciudades representativas de las zonas climáticas. Esta base de datos cubre cualquier caso del territorio español. El usuario introduce los datos del edificio objeto de la certificación y el programa CE3X parametriza dichas variables y las compara con los casos recogidos en la base de datos. De igual forma, el programa busca casos con características similares a las del edificio objeto de la certificación, e interpola respecto a ellas las demandas de refrigeración y calefacción. Finalmente, se obtienen las demandas energéticas del edificio y su calificación final.

La estructura del procedimiento CE3X es la siguiente:



## 3.2.- APLICACIÓN PROGRAMA CE3X

### 3.2.1.- INICIO

Al iniciar el programa la primera pantalla que aparece es la que nos permite seleccionar el tipo de edificio que vamos a certificar: Residencial, Pequeño Terciario y Gran Terciario. En nuestro caso seleccionamos Residencial ya que se trata de una vivienda unifamiliar (Ver Fig. 3.01).



Fig. 3.01 – Pantalla inicial CE3X– Elección tipo de edificio

Al seleccionar el tipo de edificio que vamos a certificar se abre ya la pantalla principal del programa, donde aparece la barra de herramientas, y las pestañas de datos administrativos, datos generales, envolvente térmica e instalaciones. Estas pestañas son permanentes y conforme se avanza en el proceso de la calificación aparecerán otras tres pestañas que se irán añadiendo: calificación energética, medidas de mejora y análisis económico. De momento nos centraremos únicamente en la calificación energética, ya que es el objetivo final de este capítulo.

### 3.2.2. DATOS ADMINISTRATIVOS

Es una de las cuatro pestañas permanentes del programa, y se divide en 3 partes (Ver Fig. 3.02):

- Localización e identificación del edificio: identifica el edificio que se va a certificar. Es obligatorio asignarle una referencia catastral.
- Datos del cliente: sirve para identificar al que encarga el certificado energético.
- Datos del certificador: determina quién realiza la certificación.

The screenshot shows the CE3X software interface with the 'Datos administrativos' tab selected. The interface is organized into three main sections:

- Localización e identificación del edificio:**
  - Nombre del edificio: VIVIENDA UNIFAMILIAR
  - Dirección: Calle Principal de la Aldea Mas del Olmo, 34A-34B
  - Provincia/Ciudad autónoma: Valencia
  - Localidad: Otro
  - Código Postal: 46140
  - Referencia Catastral: 5772614XK5357D0001BT
  - MAS DEL OLMO
- Datos del cliente:**
  - Nombre o razón social: \*
  - Dirección: \*
  - Provincia/Ciudad autónoma: Valencia
  - Localidad: \*
  - Código Postal: \*
  - Teléfono: \*
  - E-mail: \*
- Datos del técnico certificador:**
  - Nombre y Apellidos: Rosalía Arcediano López
  - NIF: 44861273A
  - Razón social:
  - CIF:
  - Dirección: C/ Josep Serra i Carsí, 10-8
  - Provincia/Ciudad autónoma: Valencia
  - Localidad: Catarroja
  - Código Postal: 46470
  - Teléfono: 630179200
  - E-mail: rarcediano@gmail.com
  - Titulación habilitante según normativa vigente: Arquitecto Técnico

Fig. 3.02 – Pestaña CE3X – Datos administrativos

### 3.2.3. DATOS GENERALES

Se divide en Datos Generales (Ver Fig. 3.04):

- Normativa vigente. El programa considera tres periodos: anterior al NBE CT-79, durante la vigencia de la NBE CT-79 y durante la vigencia del CTE. En este caso como la construcción de esta vivienda es paralela en el tiempo a la redacción de este análisis, hay que seleccionar CTE.

- Tipo de edificio. El programa distingue en la categoría de residencial entre vivienda unifamiliar, bloque de viviendas y vivienda individual (vivienda dentro de un bloque de viviendas). Nuestro caso se trata de una vivienda unifamiliar.

- Provincia / Comunidad Autónoma, Localidad y zona climática (Ver Fig. 3.03): determina la zona climática en que se ubica la vivienda. Como dicha vivienda se encuentra en una localidad diferente a las incluidas en el listado, se elige “Otro” y se introduce manualmente la zona climática según la tabla B.1. apéndice B, del DB-HE1 (CTE).

La localidad Mas del Olmo se encuentra a una altitud de 1114 metros, la diferencia de desnivel entre dicha localidad y su capital de provincia (Valencia) es mayor de 950 m, luego la zona climática que se ha de introducir es E1. Asimismo asignamos también zona climática III conforme a documento emitido por el Instituto Valenciano de la Edificación (IVE) con fecha 13-09-11, *Zonificación climática de la Comunidad Valenciana por municipios (CTE-HE1)*. (Ver Fig. 3.03).

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

Zonas climáticas Península Ibérica																		
Capital	Z.C.	Altitud	A4	A3	A2	A1	B4	B3	B2	B1	C4	C3	C2	C1	D3	D2	D1	E1
Albacete	D3	677										h < 450			h < 950			h ≥ 950
Alicante/Alacant	B4	7					h < 250					h < 700			h < 700			
Almería	A4	0	h < 100				h < 250	h < 400				h < 800			h ≥ 800			
Tarragona	B3	1					h < 50					h < 500			h ≥ 500			
Teruel	D2	995										h < 450	h < 500		h < 1000			h ≥ 1000
Toledo	C4	445									h < 500				h ≥ 500			
Valencia/València	B3	8					h < 50					h < 500			h < 950			h ≥ 950
Valladolid	D2	704													h < 800			h ≥ 800
Vitoria/Gasteiz	D1	512															h < 500	h ≥ 500
Zamora	D2	617													h < 800			h ≥ 800
Zaragoza	D3	207										h < 200			h < 650			h ≥ 650
Capital	Z.C.	Altitud	A4	A3	A2	A1	B4	B3	B2	B1	C4	C3	C2	C1	D3	D2	D1	E1

Fig. 3.03 – Apéndice B. Zonas climáticas. DB-HE1, CTE.

### 3.2.4. DEFINICIÓN EDIFICIO

- Superficie útil habitable: se considera la superficie resultado de la suma las superficies de todos los espacios habitables, medida por el interior de la fachada. Hay que tener en cuenta la definición de superficie útil habitable que se da en el DB HE1 en su Apéndice A. En nuestro caso, para recinto habitable y no habitable.

La vivienda consta de 3 plantas; la planta semisótano está destinada para garaje, por lo que la consideraremos recinto no habitable, excepto la superficie ocupada por el núcleo de la escalera que comunica con las plantas superiores. Y la planta baja y planta primera son recinto habitable en su totalidad. La superficie total habitable es 206,59 m<sup>2</sup> (Ver Fig. 3.04 y 3.06).

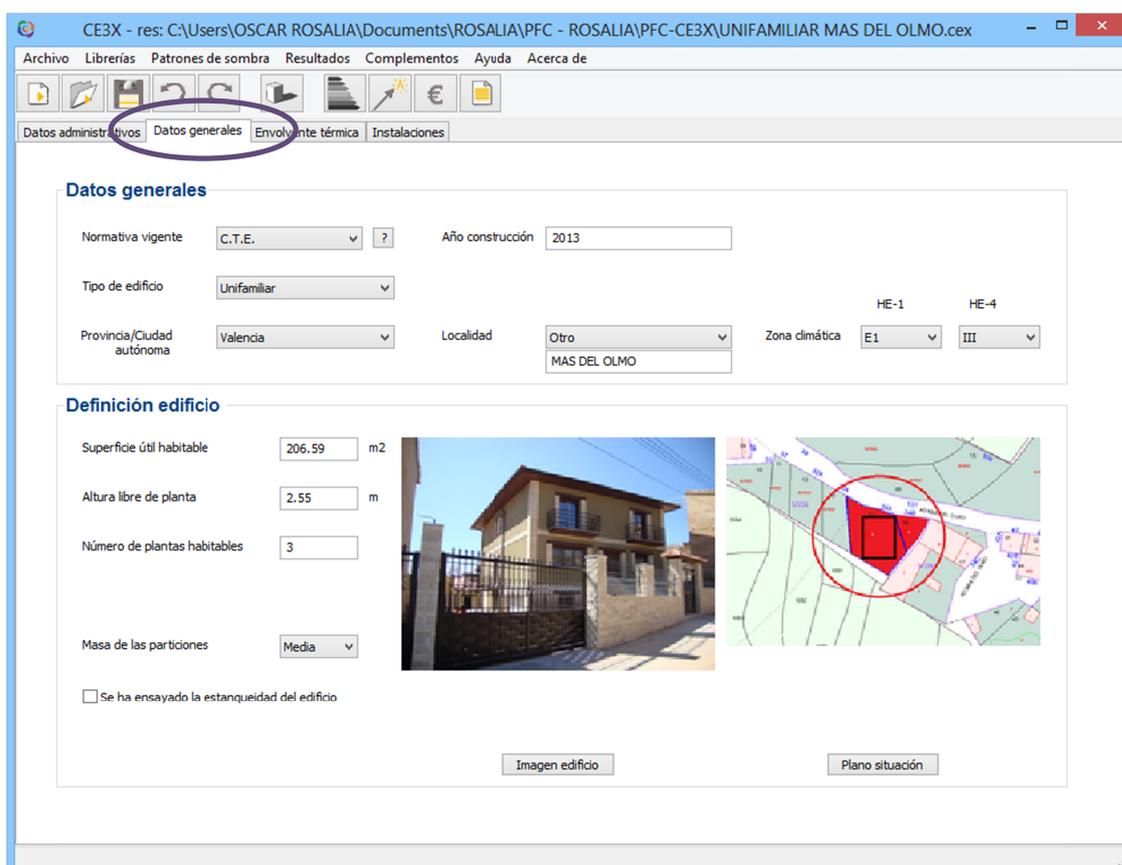


Fig. 3.04 – Pestaña CE3X - Datos generales

- Altura libre: desde el suelo hasta el falso techo (si existe) o al techo. Si existen diferentes alturas se considera la media ponderada de las mismas.

$$H_m = (h^1 x s^1) + (h^2 x s^2) / (s^1 + s^2)$$

- Número de plantas habitables: el programa lo utiliza para saber el número de forjados que existen en nuestro edificio, para tenerlo en cuenta a la hora de meter los puentes térmicos por defecto. La vivienda hay que considerarla con 3 plantas habitables debido al núcleo de la escalera.

- Masa de las particiones: se refiere a las particiones existentes en el interior de los espacios habitables (forjados y particiones). En este caso la masa de las particiones es media.

### 3.2.5. IDENTIFICACION DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

La envolvente térmica de nuestra vivienda la forman todos los cerramientos que limitan los espacios habitables de:

- Exterior (aire)
- Terreno
- Otro edificio (medianera)
- Espacio no habitable (partición interior)

La pestaña ENVOLVENTE TÉRMICA se divide de forma general en las siguientes partes (Ver Fig. 3.05):

- Árbol envolvente Térmica: donde se reflejan los distintos cerramientos que hemos modelizado y que componen la envolvente térmica de la vivienda.

- Envolvente Térmica: donde se seleccionan los cerramientos de la vivienda y su relación con el exterior, terreno o espacios no habitables. Estos se dividen en cubierta, muro, suelo, partición interior, hueco / lucernario, y puentes térmicos.

- Parámetros característicos del cerramiento: donde se detallan las características y los componentes de cada cerramiento, tal y como nos solicita el programa para hacer su análisis. Los cerramientos se analizan principalmente atendiendo a los siguientes conceptos:

- Nombre: identificación del cerramiento / elemento.
- Zona: división del edificio en distintas zonas según su tamaño.
- Superficie: superficie total del cerramiento medida por el interior sin descontar los huecos.
- Orientación: asignación de la orientación del cerramiento que se está definiendo.
- Patrón de sombras: cálculo de los patrones de sombras que determinan la influencia de la sombra proyectada en el edificio, tanto por elementos ajenos al edificio como propios del mismo.
- Propiedades térmicas: asignación de la transmitancia térmica ( U en W/m<sup>2</sup>K) a cada cerramiento, mediante la introducción de datos a través de 3 grados de aproximación (valor por defecto, valor estimado, valor conocido).

VALOR POR DEFECTO: valor mínimo exigido por la normativa vigente en el momento de construcción del edificio. Cuando no se tiene información del cerramiento.

VALOR ESTIMADO: el programa calcula una transmitancia térmica en función de datos requeridos por el mismo.

VALOR CONOCIDO: se asigna el valor real de la transmitancia térmica del elemento, introduciendo el valor conocido, o a través de la Librería de Cerramientos que posee el programa, introduciendo la composición del cerramiento.

- Transmitancia Térmica: (U en W/m<sup>2</sup>K), es el flujo de calor, en régimen estacionario, dividido por el área y por la diferencia de temperaturas de los medios situados a cada lado del cerramiento.

$$U = 1 / R_T$$

donde  $R_T$  es la resistencia térmica total del componente constructivo (m<sup>2</sup>K/W)

$$R_T = R_{Sj} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{Se}$$

$R_1, R_2, \dots, R_n$  : resistencias térmicas de cada capa.

$$R = e / \lambda$$

$e$  = espesor de la capa (m)

$\lambda$  = conductividad térmica del material que compone la capa (calculada según normativa o documentos reconocidos) (W/mK).

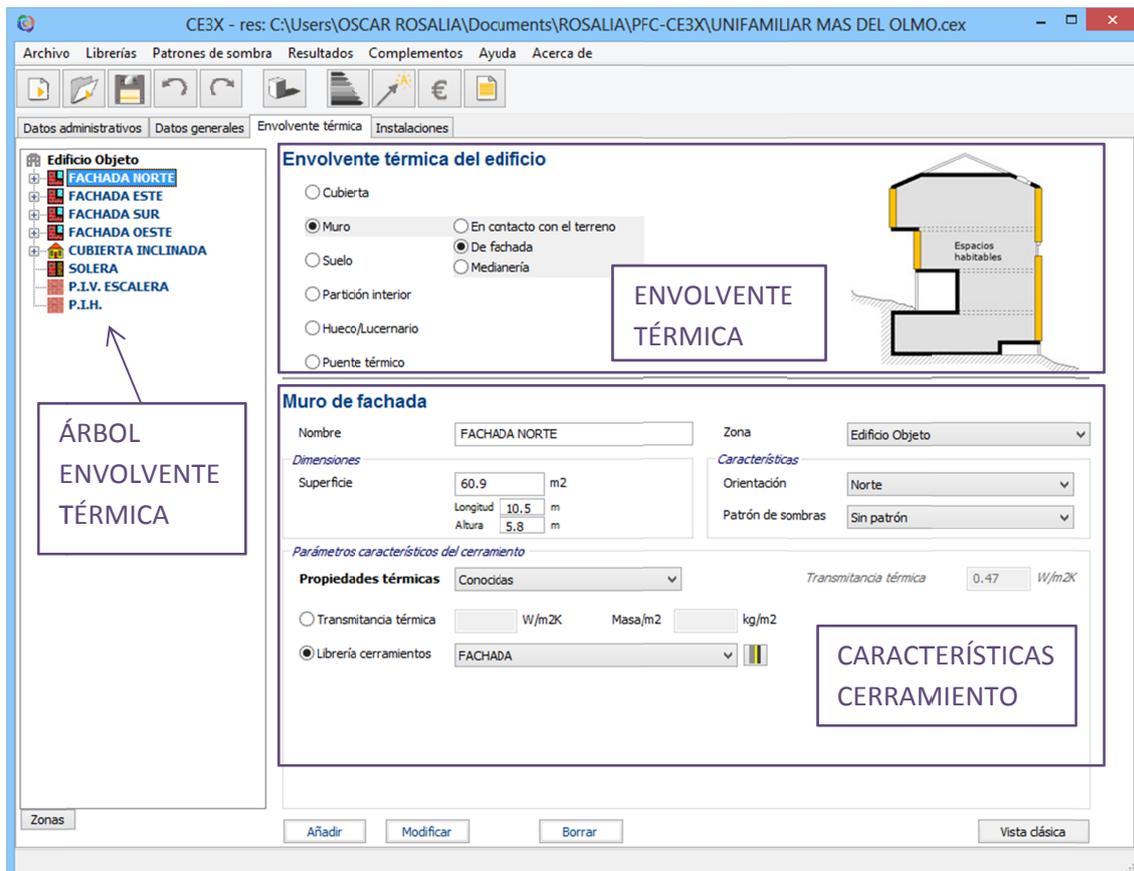


Fig. 3.05 – Pestaña CE3X - Envlovente térmica

Una vez descritos los aspectos generales del apartado de la envolvente térmica analizamos los distintos elementos que componen la envolvente térmica de nuestra vivienda.

En primer lugar identificaremos y etiquetaremos los distintos cerramientos que componen la envolvente térmica, tanto con el exterior como con espacios adyacentes no habitables. Estos son:

- Cubierta inclinada como cerramiento horizontal superior.
- Fachadas principales Norte, Sur, Este y Oeste, como cerramientos exteriores verticales.
- Solera como cerramiento horizontal inferior.
- Partición Interior Vertical Escalera (P.I.V. Escalera) como cerramiento vertical con espacio no habitable en la planta semisótano.
- Partición Interior Horizontal (P.I.H.) como cerramiento horizontal con espacio no habitable en la planta semisótano.

Estos elementos los hemos creado y son los que se reflejan en el árbol de la envolvente térmica (ver Fig. 3.05).

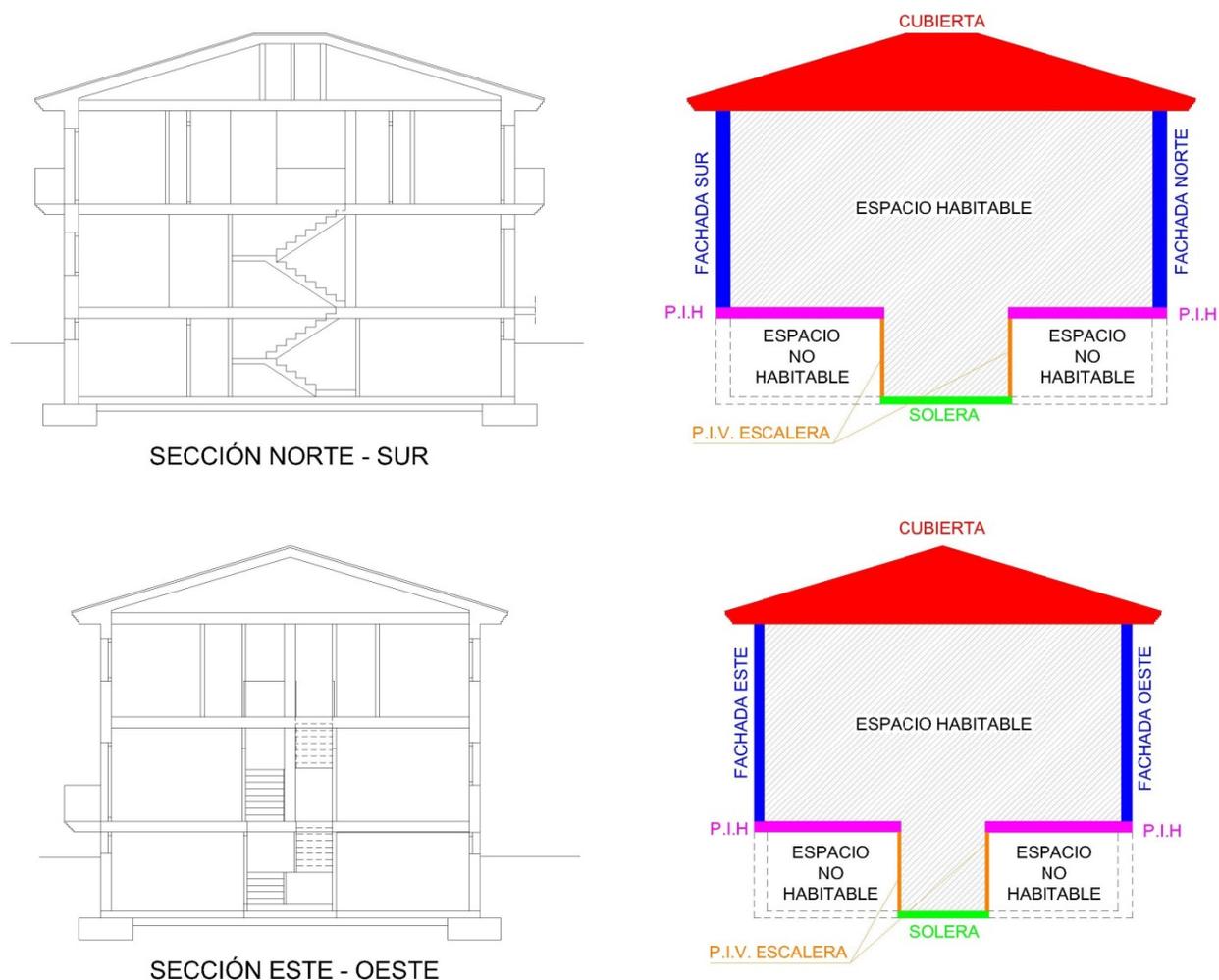


Fig. 3.06 – Esquema cerramientos envolvente térmica

### 3.2.6. PATRONES DE SOMBRAS

Una vez identificados los cerramientos de la envolvente térmica hemos de analizar aquellos elementos que pueden proyectar sombra sobre nuestra vivienda, en este caso se ven afectados únicamente los elementos de cerramiento vertical (fachadas).

Existen dos elementos con posibilidad de proyectar sombras a nuestra vivienda, se trata de una vivienda colindante en el linde este y una torre eléctrica situada en la esquina noroeste de la parcela. (Ver Fig. 3.07).

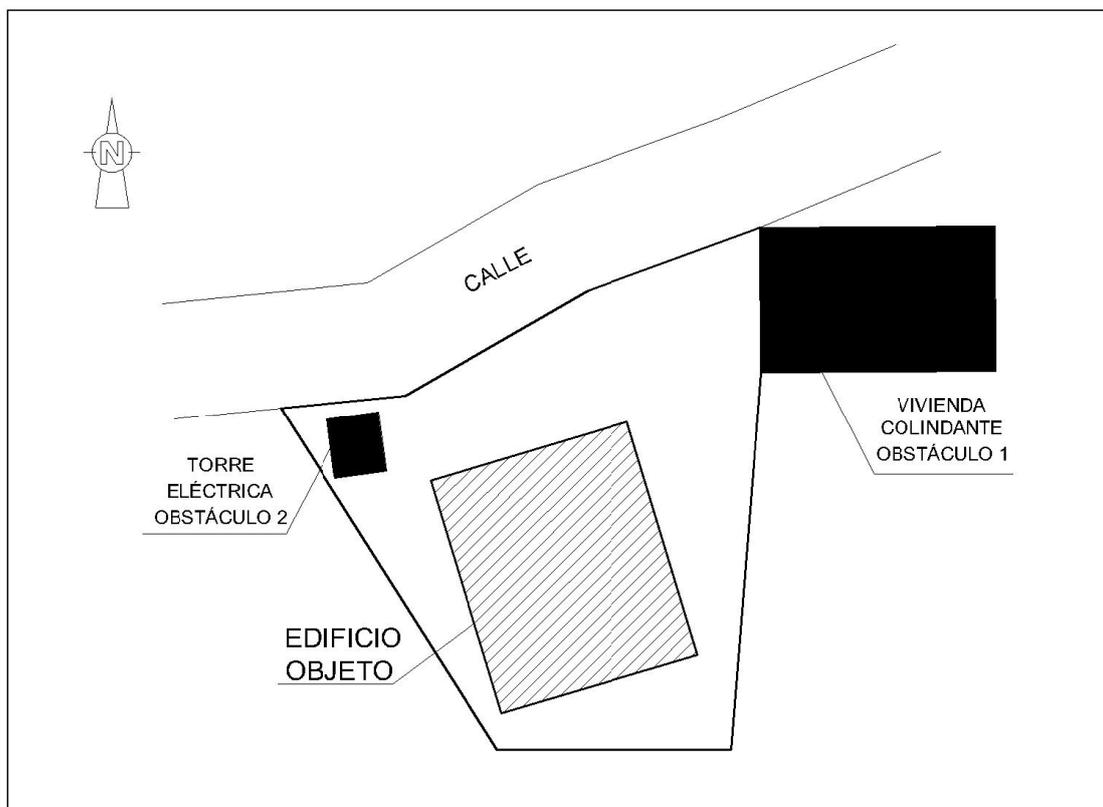


Fig. 3.07 – Esquema cerramientos envolvente térmica

Para la obtención del patrón de sombras el programa ofrece dos posibilidades, una más compleja definiendo polígonos, mediante la introducción de la elevación  $\beta$  ( $^{\circ}$  grados) que refleja la altura de la sombra que produce el obstáculo sobre el edificio objeto, y azimut  $\alpha$  ( $^{\circ}$  grados) que es el ángulo que forma el plano horizontal con que definimos los límites del obstáculo siempre respecto a la dirección sur. Para la aplicación correcta de este método se necesitaría de equipos topográficos.

La otra posibilidad que ofrece el programa es la opción simplificada de obstáculos rectangulares, que es la que hemos utilizado ya que es más viable dentro de nuestras posibilidades de actuación sobre el terreno. En este método necesitamos introducir los siguientes datos:

- Orientación: del plano del edificio objeto al que voy a aplicar el patrón.
- $d$  (m): distancia de la línea perpendicular desde mi vivienda al plano que provoca la sombra del objeto remoto. El punto base se ubica en el punto geométrico central del plano del edificio objeto al que voy a aplicar el patrón.
- $d_1$  (m): observando desde mi punto base al obstáculo remoto, distancia desde la perpendicular trazada por “ $d$ ” hasta el extremo izquierdo del obstáculo remoto.
- $d_2$  (m): observando desde mi punto base al obstáculo remoto, distancia desde la perpendicular trazada por “ $d$ ” hasta el extremo derecho del obstáculo remoto.
- elevación (m): diferencia de altura entre el punto base, respecto al cual estoy calculando el patrón de sombras, y la altura total del obstáculo remoto.

Con la obtención de estos datos nos disponemos a realizar el análisis de los patrones de sombra de las fachadas este y oeste, que son las susceptibles de recibir sombra de los obstáculos remotos antes comentados. El punto base de cada fachada es el punto centro geométrico de cada una de ellas. Obviamente, la fachada norte no tiene patrón ya que siempre está en sombra y la fachada sur tampoco puesto que no hay ningún obstáculo que le afecte. Asimismo las fachadas de los obstáculos remotos que tienen orientación norte con respecto a los puntos de base, no producen sombras sobre las fachadas que analizamos.

Los datos son los siguientes:

	ORIENTACIÓN	$d$ (m)	$d_1$ (m)	$d_2$ (m)	Elevación (m)
FACHADA ESTE	ESTE	5,12	16,00	-8,50	2,10
FACHADA OESTE	OESTE	3,11	-6,95	10,05	3,90

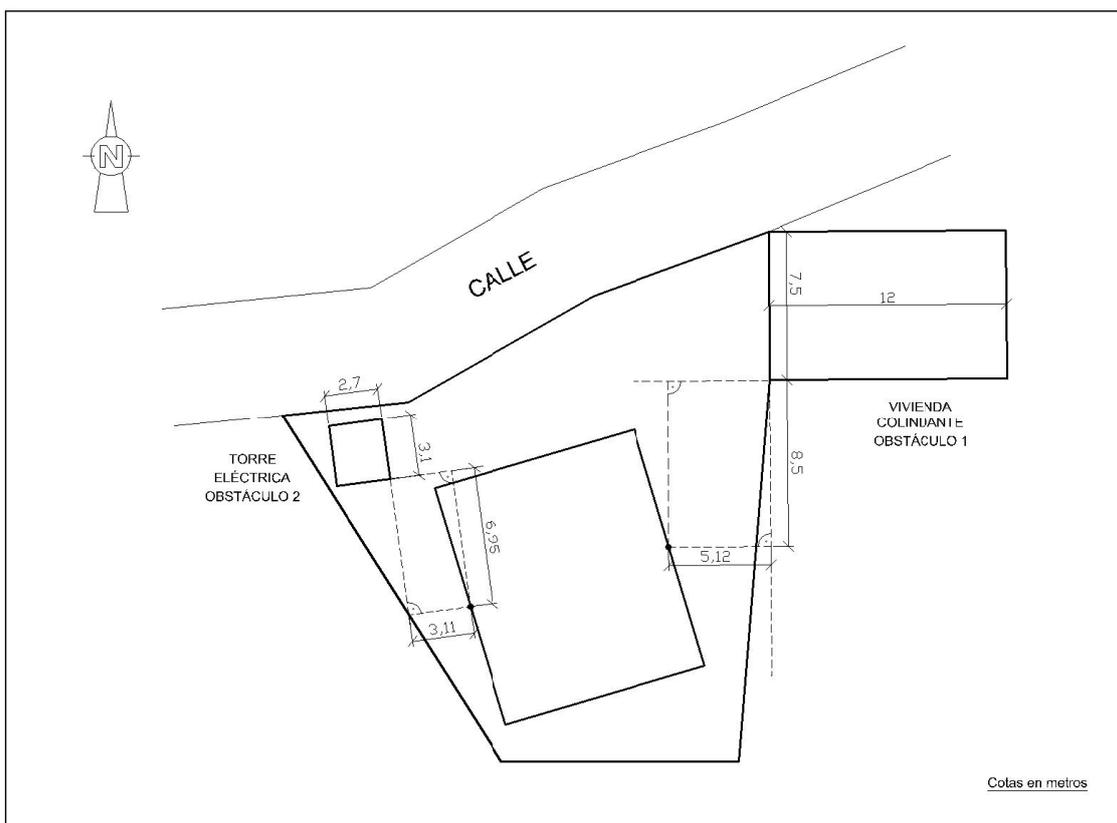


Fig. 3.08 – Datos patrón de sombras

Una vez obtenidos los datos necesarios, los introducimos en el programa CE3X para obtener el patrón de sombras de cada fachada mediante el método simplificado de objetos rectangulares (ver Fig. 3.09) y representar dichos patrones sobre el diagrama que representa la trayectoria solar para la Península Ibérica y Baleares. (Ver Fig. 3.10).

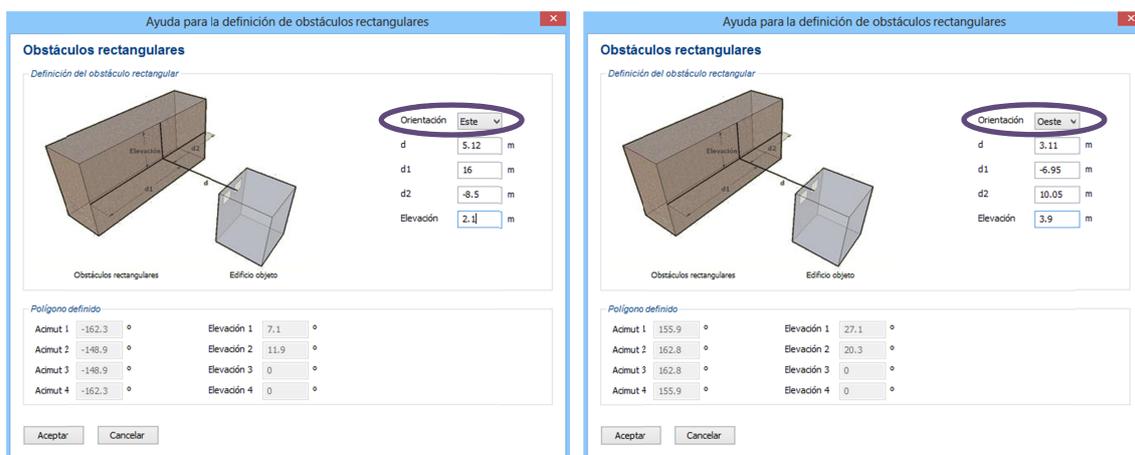


Fig. 3.09 – Pantalla introducción datos patrón de sombras

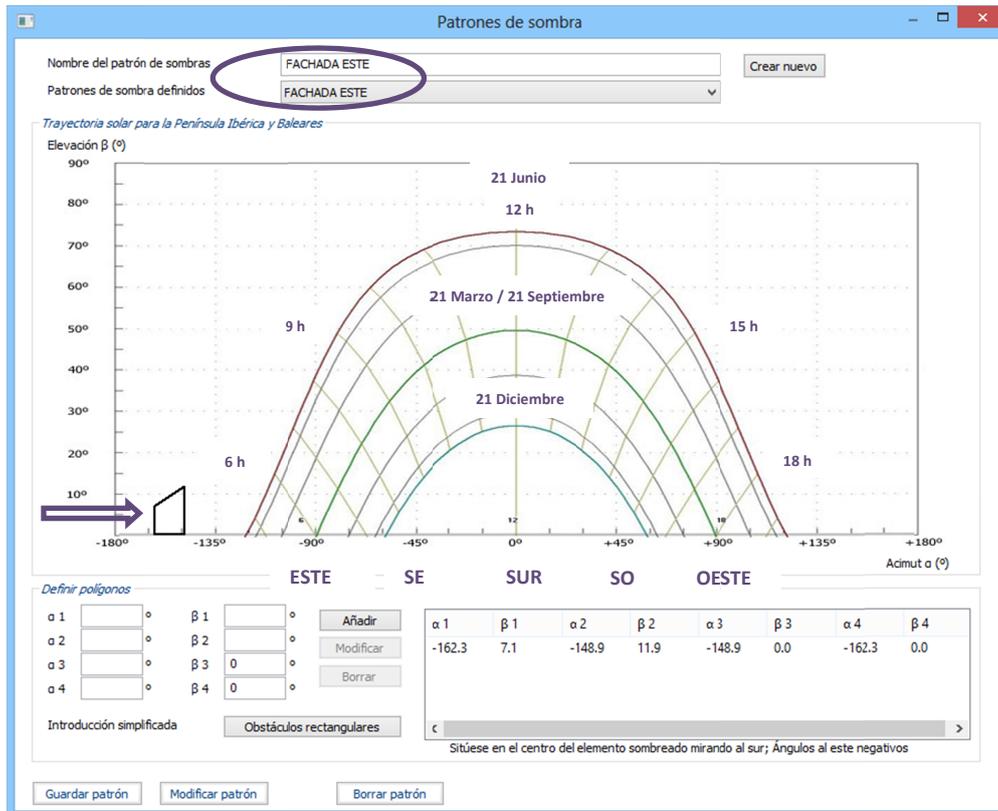


Fig. 3.10 – Pantalla patrones de sombras – FACHADA ESTE

Este diagrama representa las sombras generadas por el obstáculo 1 a nuestra fachada este. Podemos observar que la imagen generada por el programa (polígono de sombras) a partir de haber introducido los datos requeridos, no invade las líneas que representan la trayectoria solar en función de la hora, día del año y orientación. Por lo tanto nuestra vivienda no recibe sombras en su fachada este generada por el obstáculo 1 (vivienda colindante).

Como aclaración acerca del diagrama de patrón de sombras, decir que todo lo que queda dentro de los polígonos que se generan, son las horas que el elemento que analizamos (fachada – cubierta) está sombreado, durante las épocas del año marcadas.

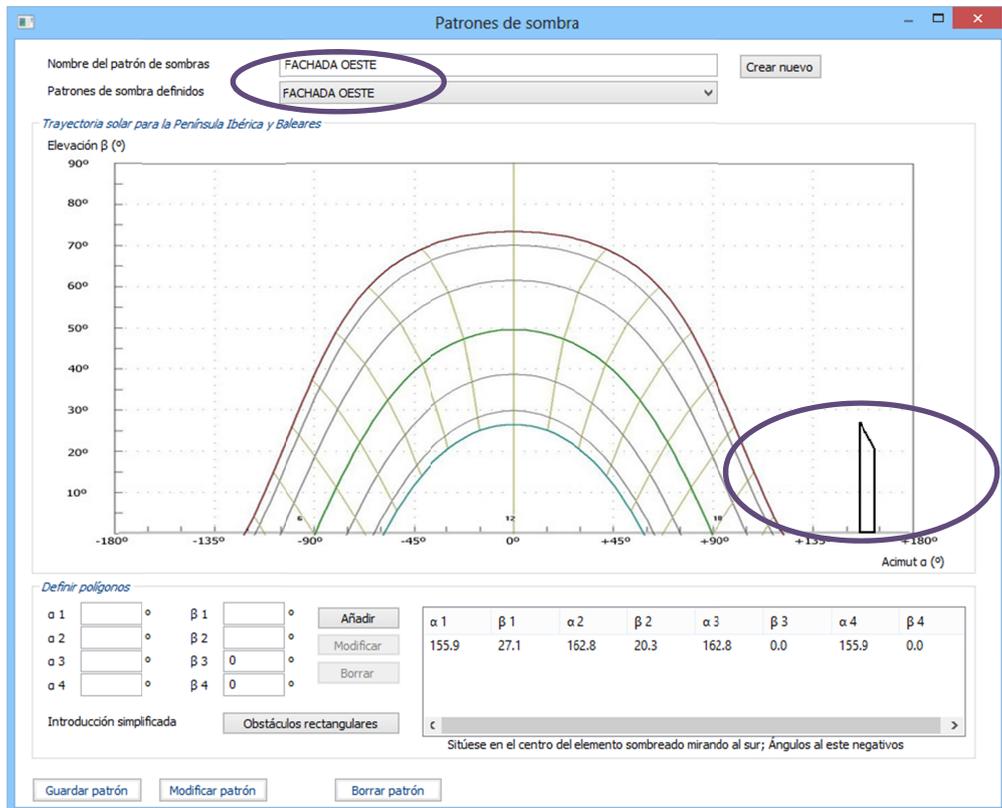


Fig. 3.11 – Pantalla patrones de sombras – FACHADA OESTE

De la misma manera, en esta pantalla podemos observar que la sombra generada por el obstáculo 2 tampoco afecta sobre la fachada oeste de nuestra vivienda, ya que el polígono de sombras generado por el programa no invade el diagrama.

Como conclusión, al asociar los patrones de sombra a los elementos de la envolvente térmica, los resultados en el programa no se ven modificados, ya que no afectan a nuestra vivienda objeto de estudio.

### 3.2.7. ANÁLISIS DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

Una vez identificados los elementos que componen la envolvente térmica y creados los patrones de sombras necesitaremos modelizar cada cerramiento introduciendo las características de los mismos, conforme a las exigencias del programa.

#### FACHADAS

La vivienda consta de cuatro cerramientos verticales de fachada, identificados como FACHADA NORTE, FACHADA SUR, FACHADA ESTE y FACHADA OESTE. Los datos requeridos por CE3X para la definición de estos elementos son: dimensiones (longitud x altura), orientación, patrón de sombras (si procede), y las propiedades térmicas. En nuestro caso, éstas son “Conocidas”, ya que sabemos las características de los materiales que forman el cerramiento. (Ver Fig. 3.12).

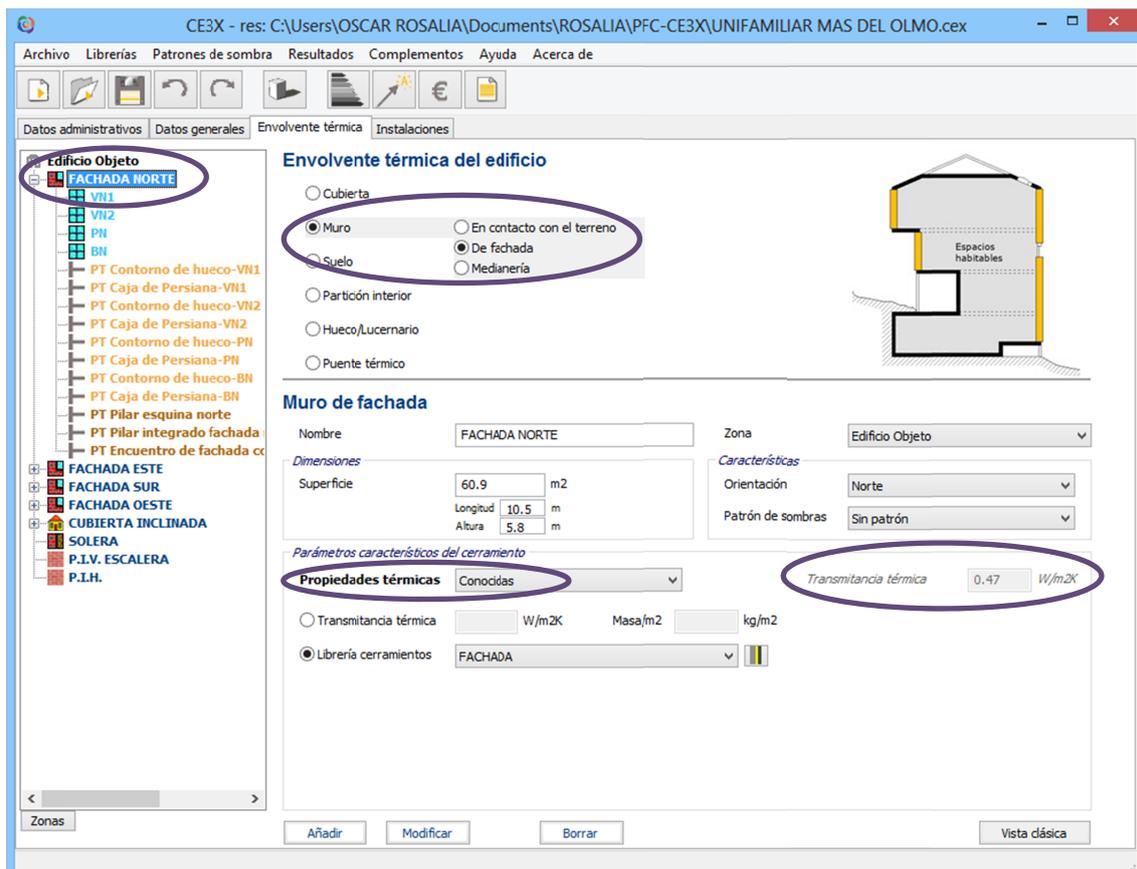


Fig. 3.12 – Pantalla muro de fachada – FACHADA NORTE

Para definirlo utilizamos la librería de cerramientos que es una base de datos propia del programa, la cual nos permite generar un cerramiento compuesto. De esta manera, introduciendo estos materiales que componen el cerramiento, CE3X asigna el valor de transmitancia térmica. (Ver Fig. 3.13).

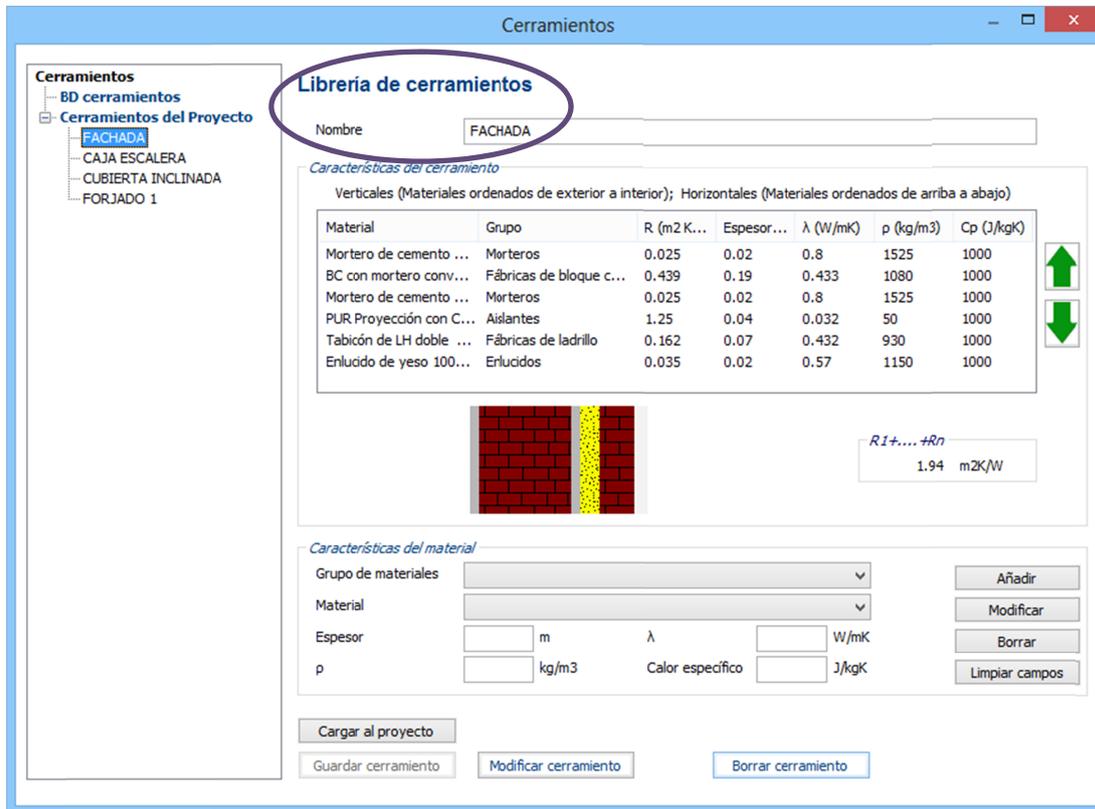


Fig. 3.13 – Pantalla librería de cerramientos – FACHADA

Para completar el modelizado de cada cerramiento (fachada) se definen los huecos existentes, introduciendo los datos solicitados por el programa, que son los siguientes: longitud, altura, multiplicador (número de unidades iguales en la misma fachada), porcentaje del marco, patrón de sombras (si procede), permeabilidad del hueco, absorptividad del marco (según color carpintería); también se definen los dispositivos de protección solar, es decir, elementos de sombreado, en nuestro caso voladizos sobre los huecos y retranqueo de los mismos (Ver Fig. 3.15). Y por último también definimos las propiedades térmicas que en nuestro caso son “Conocidas”, ya que sabemos las transmitancias del vidrio y del marco. (Ver Fig. 3.15).

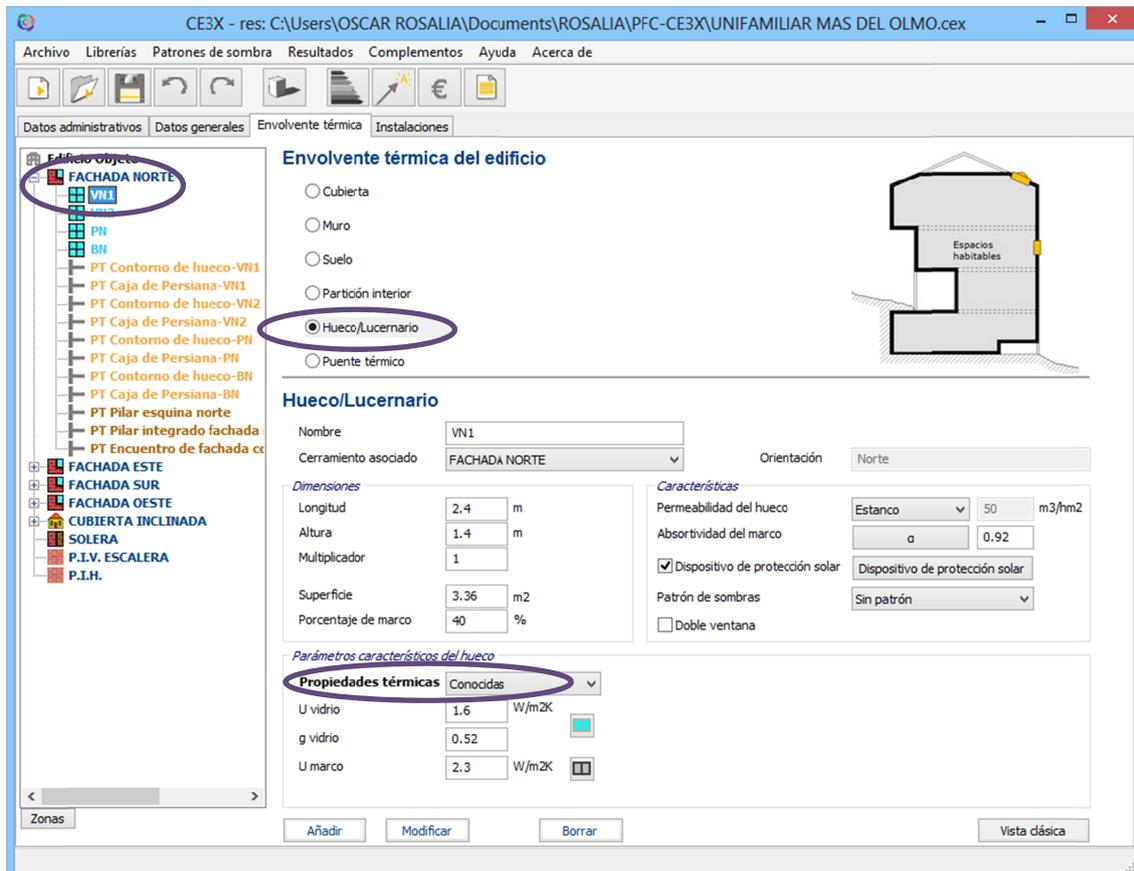


Fig. 3.14 – Pantalla hueco / lucernario - VN1

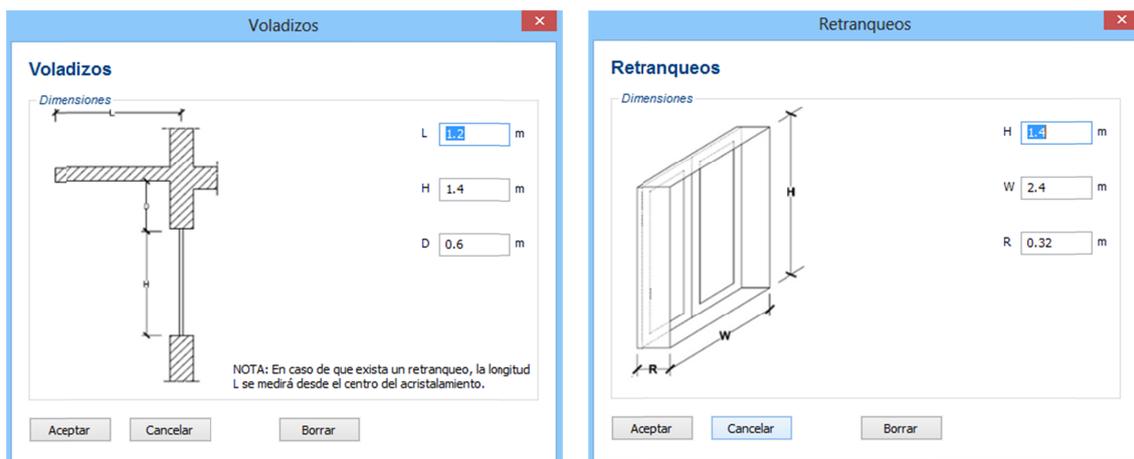


Fig. 3.15 – Pantallas análisis voladizos / retranqueos – VN1

De este modo modelizaríamos cada una de las fachadas, quedando pendiente el análisis de los puentes térmicos asociados a estos cerramientos, de los cuales haremos mención de una forma más detallada posteriormente.

## CUBIERTA

A semejanza del cerramiento anterior, modelizamos la cubierta siguiendo las exigencias del programa. Ya que conocemos los componentes de la misma utilizamos de nuevo la librería de cerramientos para obtener la transmitancia térmica. (Ver Fig. 3.16 y 3.17).

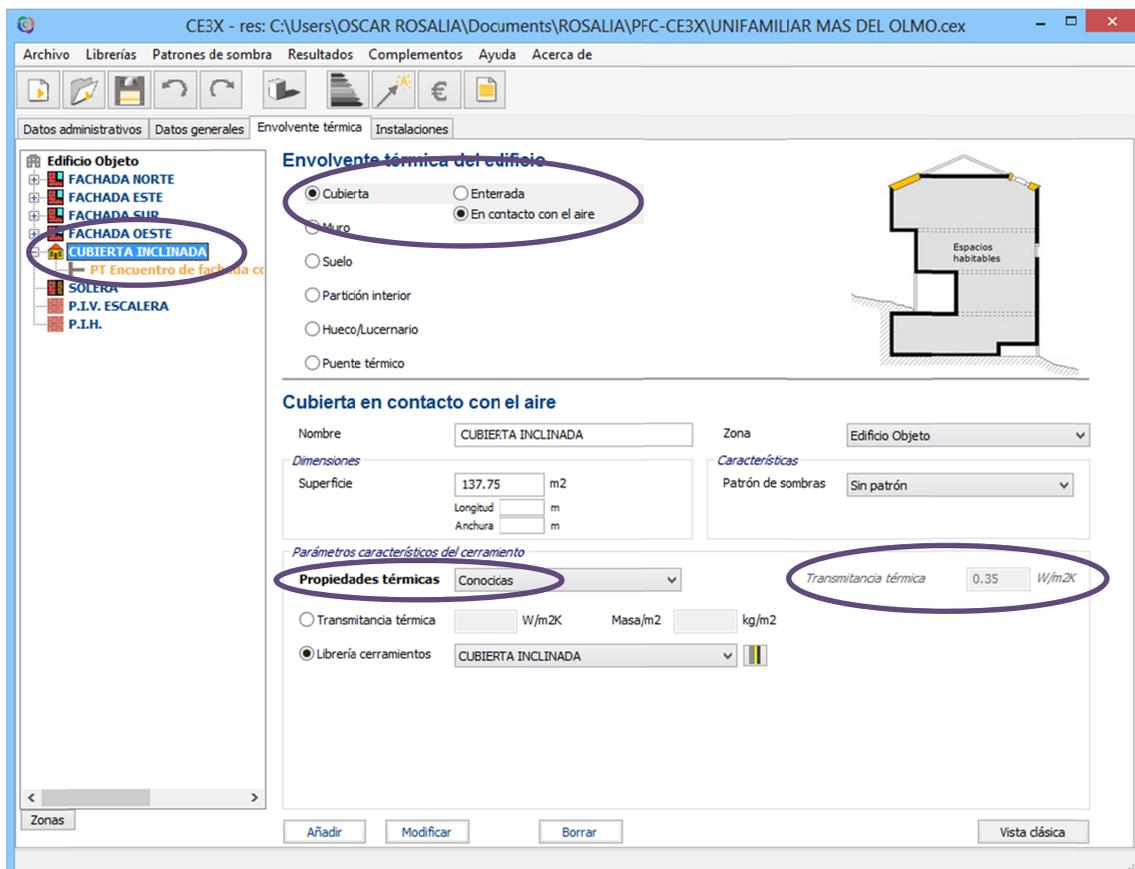


Fig. 3.16 – Pantalla cubierta en contacto con el aire / CUBIERTA INCLINADA

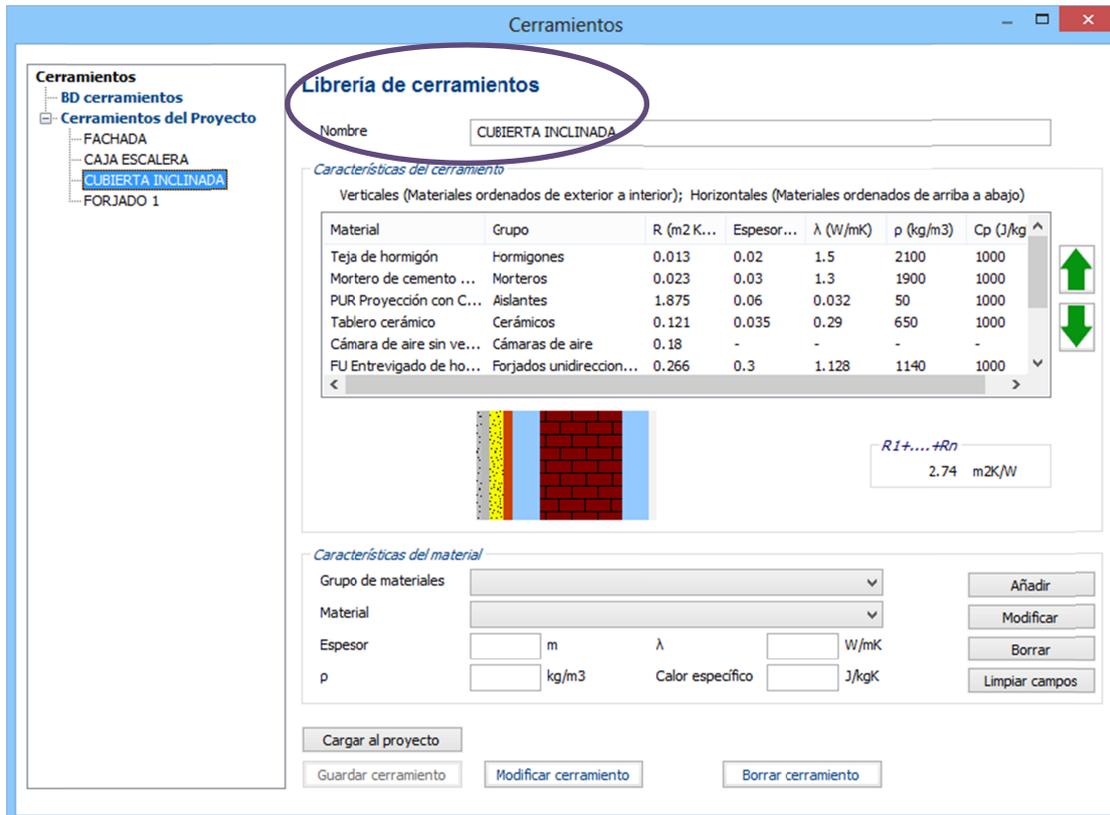


Fig. 3.17 – Pantalla librería de cerramientos – CUBIERTA INCLINADA

Reseñar que para la descripción de este cerramiento hemos tenido en cuenta tanto los elementos propios de la cubierta como el forjado que la sustenta y el falso techo de yeso laminado (Pladur) inferior a este. Como es sabido, según la metodología de este programa, hemos de indicar siempre todas las “capas” que tenemos entre el espacio habitable y el exterior.

Todos los componentes de los cerramientos de la envolvente térmica que estamos analizando están descritos y especificados en el capítulo 2 “Análisis del proyecto”.

SOLERA

En nuestro caso, se trata de un “Suelo. En contacto con el terreno” en el que conocemos su superficie y perímetro así como que posee aislamiento térmico continuo de espesor 4 cm. Introducimos dichos datos en el programa. (Ver Fig. 3.18).

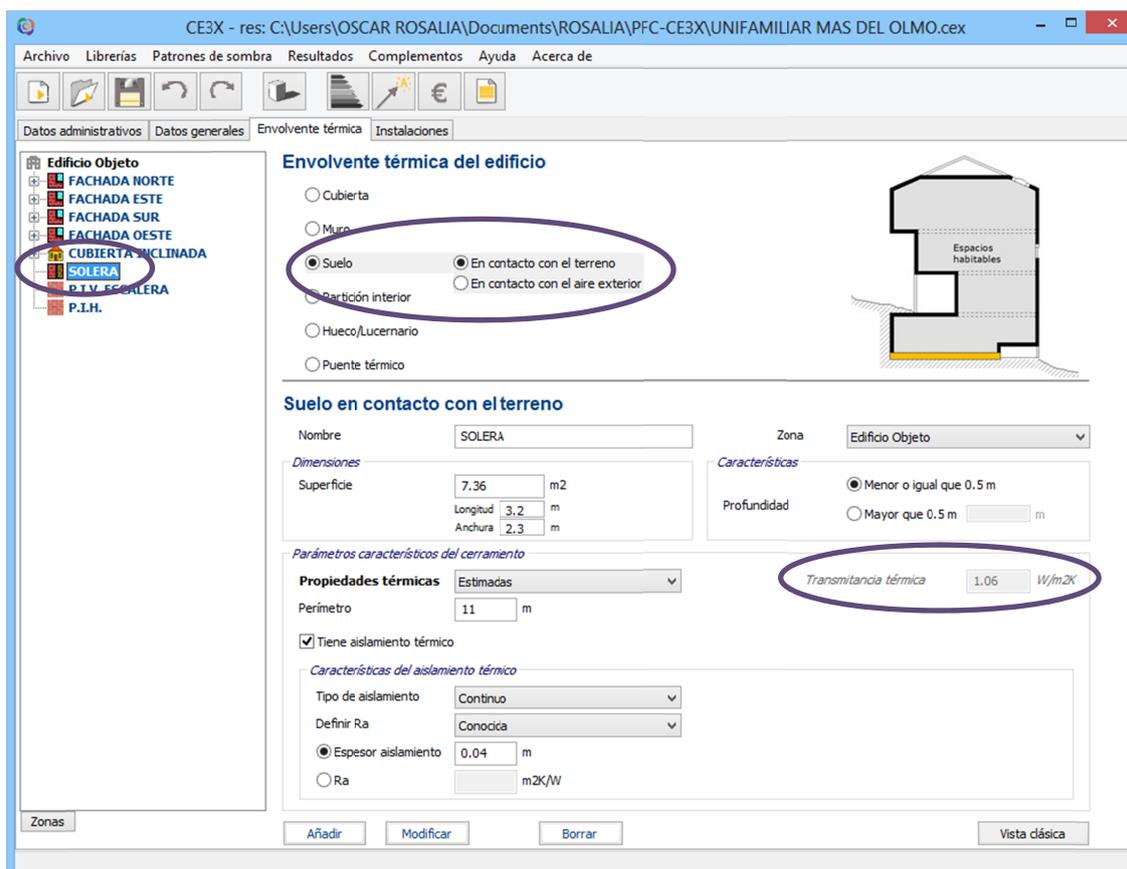


Fig. 3.18 – Pantalla suelo en contacto con el terreno / SOLERA

En este caso las propiedades térmicas las introducimos por “Estimadas”, ya que conocemos datos acerca de la misma. Si no tuviéramos esa información aplicaríamos la otra opción que da el programa “por defecto”, siendo esta menos precisa, ya que solo estaría en función de la profundidad de la solera con respecto al nivel del terreno.

P.I.V. ESCALERA

Definimos este cerramiento como partición interior vertical (P.I.V.) existente en la planta semisótano, limitando el espacio habitable del espacio no habitable (garaje). Los parámetros solicitados por el programa para definir este cerramiento son: superficie de la partición (longitud y altura), el grado de ventilación del espacio no habitable y la superficie del cerramiento vertical no habitable, ya que hay que referenciar la P.I.V. con respecto al espacio no habitable con el que linda. (Ver Fig. 3.19).

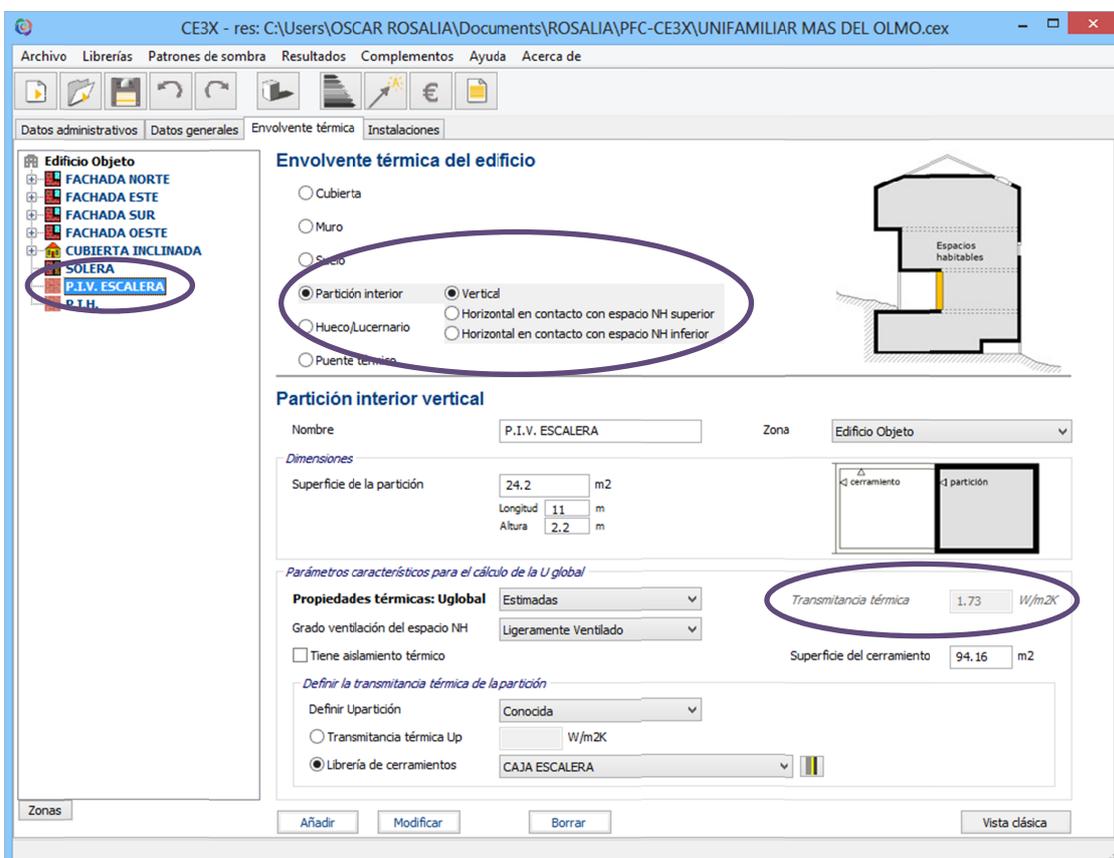


Fig. 3.19 – Pantalla partición interior vertical / P.I.V. ESCALERA

Además para el modelizado de este cerramiento hemos vuelto a utilizar la “Librería de cerramientos”, ya que conocemos todos sus componentes y así obtener la transmitancia térmica del mismo. Esta partición se compone de fábrica de ladrillo cerámico panel de ½ pie revestido en ambas caras por enlucido de yeso. (Ver Fig. 3.20).

Con todos los datos, obtenemos entonces la transmitancia térmica global de la partición.

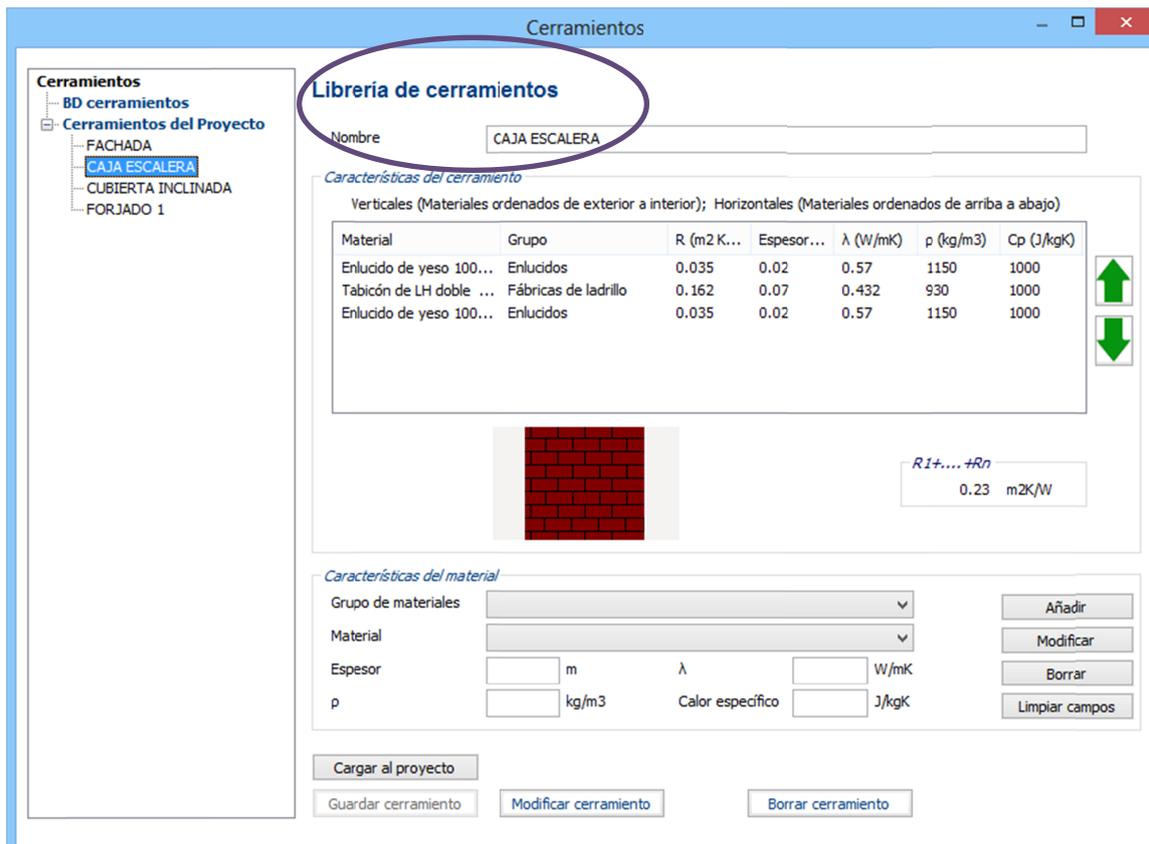


Fig. 3.20 – Pantalla librería de cerramientos – CAJA ESCALERA

P.I.H.

De la misma forma que el cerramiento descrito anteriormente (P.I.V. Escalera) delimita espacio habitable del no habitable (garaje), el P.I.V. también lo realiza pero en sentido horizontal, equivale al 1<sup>er</sup> forjado que se ubica entre la planta semisótano y la primera planta de nuestra vivienda. En este caso los datos requeridos por el programa para la definición de este cerramiento son: superficie de la partición, tipo de espacio no habitable, volumen y superficie del espacio no habitable, (Ver Fig. 3.21), y generando un cerramiento de nuevo en la “Librería de cerramientos” obtenemos la transmitancia térmica propia para este elemento. (Ver. Fig. 3.22).

Con todos los datos, al igual que en el apartado anterior, obtenemos la transmitancia térmica global de la partición.

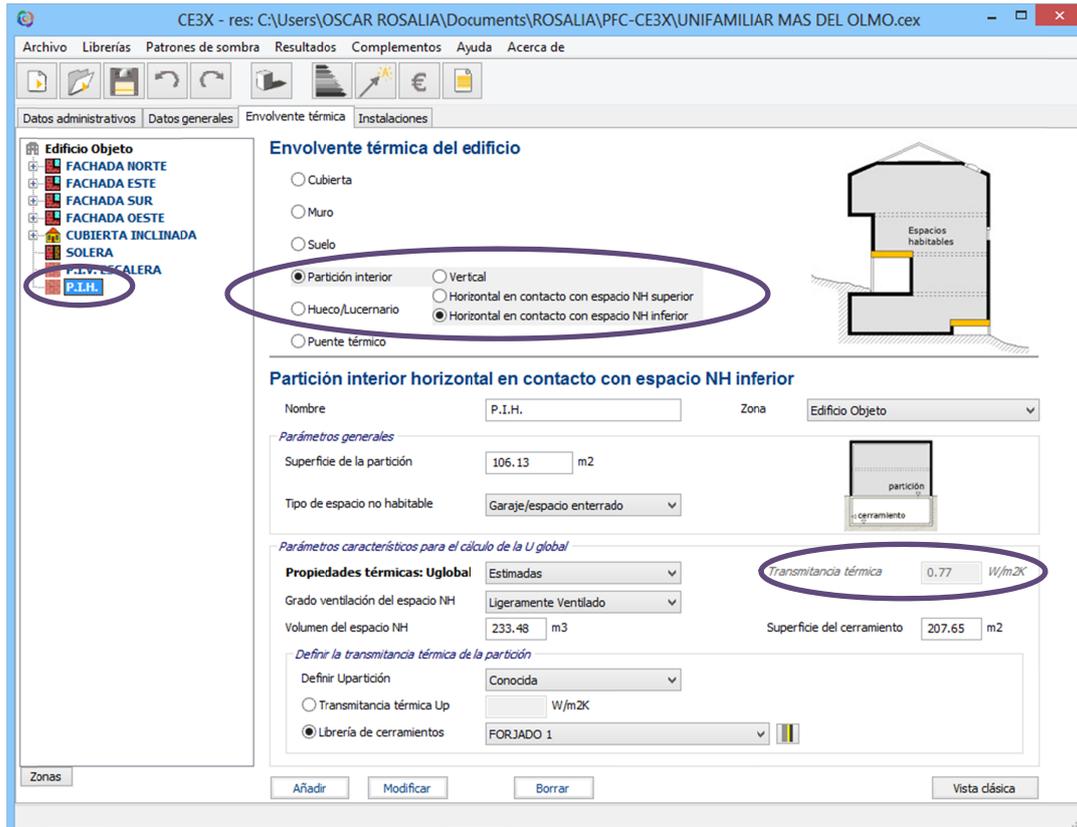


Fig. 3.21 – Pantalla partición interior horizontal en contacto con espacio NH inferior / P.I.H.

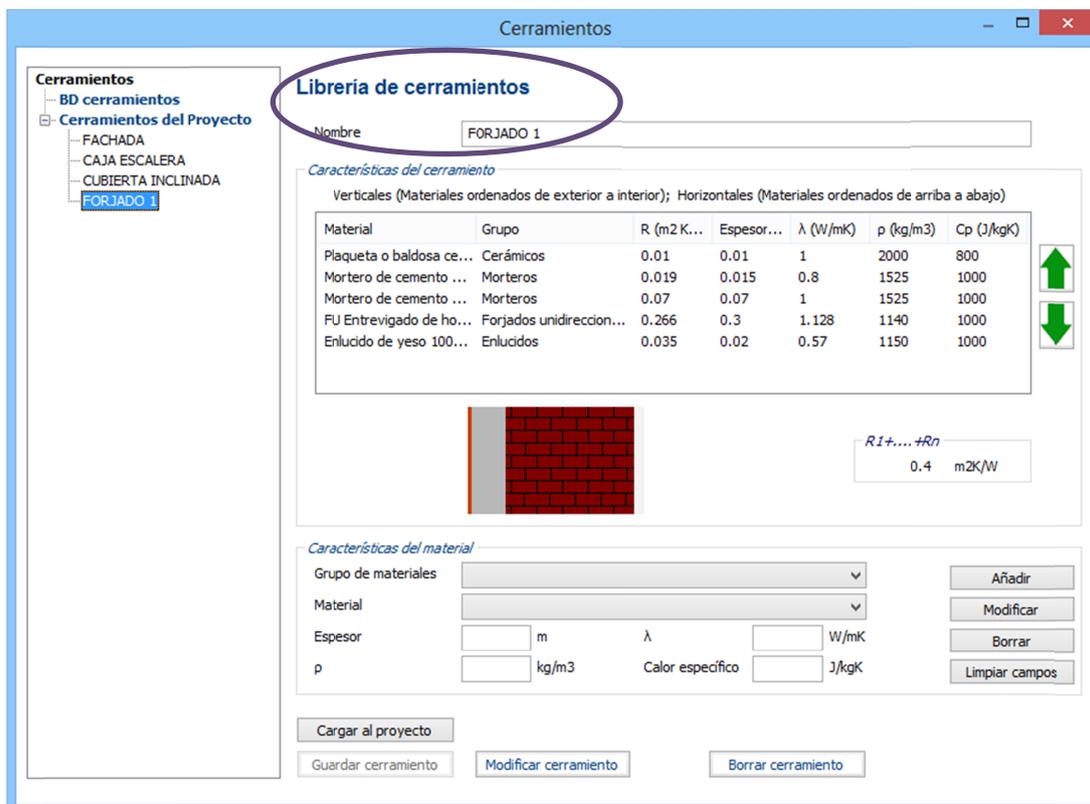


Fig. 3.22 – Pantalla librería de cerramientos – FORJADO 1

## PUENTES TÉRMICOS

Como último apartado para completar la envolvente térmica tenemos que analizar los puentes térmicos. Según la CTE DB-HE, se consideran puentes térmicos las zonas de la envolvente del edificio en las que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento, de los materiales empleados, por penetración de elementos constructivos con diferente conductividad, etc..., lo que conlleva necesariamente una minoración de la resistencia térmica respecto al resto de los cerramientos.

Los puentes térmicos se pueden introducir de dos formas:

- Definidos por defecto: seleccionando los tipos de puentes térmicos y el programa los carga automáticamente en los cerramientos y huecos que se haya definido previamente. En este caso, siempre hay que comprobar las unidades en que se expresa cada tipo de puente térmico, ya que el programa asigna unas especificaciones por defecto, y así modificarlas para adecuarlas a nuestro edificio objeto de estudio.

- Definidos por el usuario: este método se basa en definir de manera individual cada puente térmico considerado, realizando un estudio más exhaustivo del mismo y evitar posibles errores que nos aparecerían si lo aplicáramos con el método por defecto. Los parámetros solicitados por el programa son: nombre, tipo de puente térmico, cerramiento asociado a dicho puente, valor transmitancia térmica lineal ( $\psi$ ) definido en la “Librería de puentes térmicos” que posee el programa y la longitud del mismo.

Para nuestra vivienda consideraremos los siguientes puentes térmicos existentes:

- Por el método “definidos por defecto” aplicamos “Contorno de hueco” y “Caja de persiana”, para todos los huecos generados y “Encuentro de fachada con cubierta” para todo el perímetro de la misma. (Ver Fig. 3.23). Estos puentes térmicos se cargan en el árbol de la envolvente térmica en cada unidad de cerramiento asociado y aparecen en color naranja.

-Y por el método “definidos por el usuario” aplicamos “Pilar integrado en fachada”, “Pilar en esquina” y “Encuentro de fachada con forjado”. (Ver Fig. 3.24). Estos los cargamos en cada cerramiento asociado del árbol de la envolvente térmica y nos aparece en color marrón.

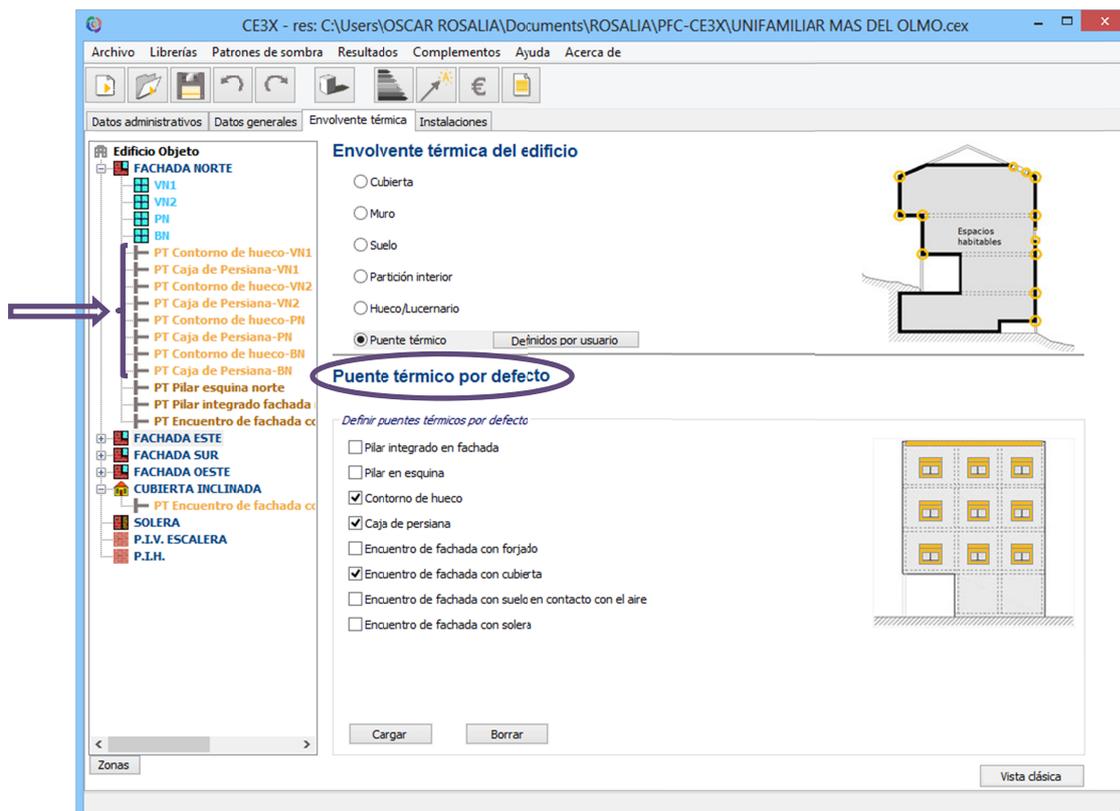


Fig. 3.23 – Pantalla puentes térmicos por defecto

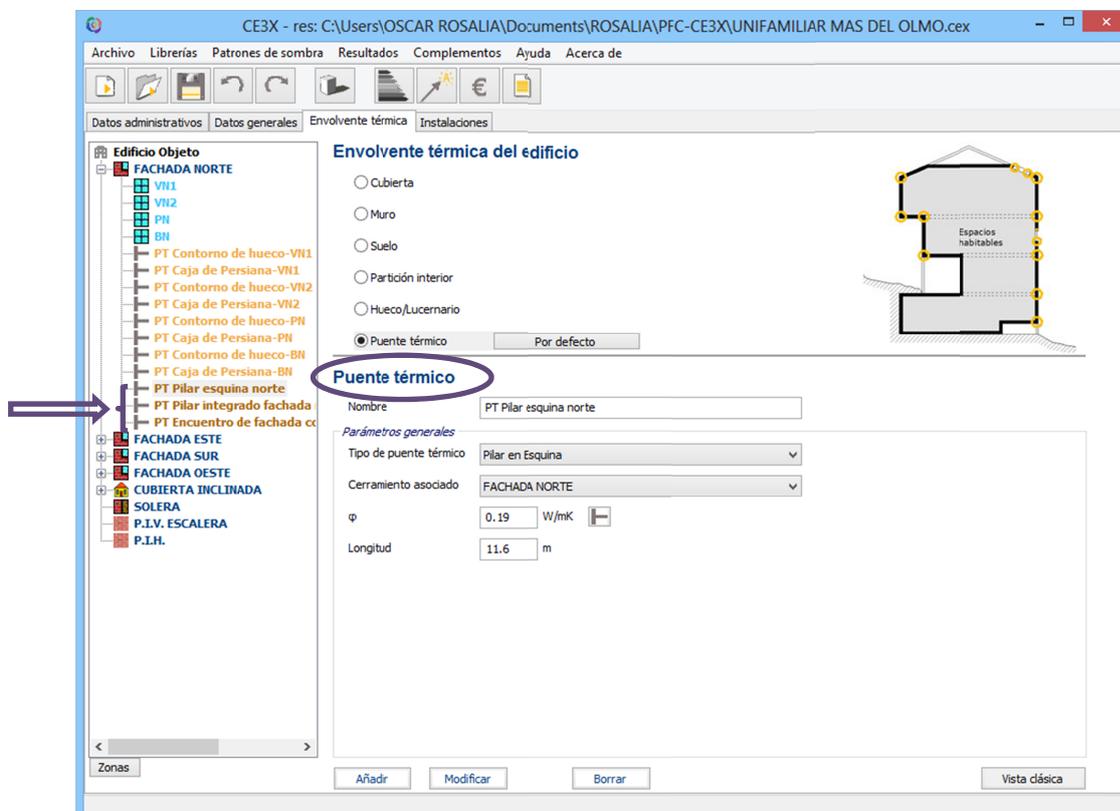


Fig. 3.24 – Pantalla puentes térmicos definido por usuario – PT Pilar esquina norte

De este modo tenemos ya modelizada toda la envolvente térmica. Como resumen de este apartado se detallan a continuación las características de los cerramientos, huecos y puentes térmicos introducidos en el árbol de la envolvente térmica.

### CERRAMIENTOS

	Nombre	Tipo de cerramiento	Superficie (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	Peso/m <sup>2</sup> (Kg/m <sup>2</sup> )	Posición	Modo definición	Patrón de sombras
1	FACHADA NORTE	Fachada	60,9	0,47	356,3	Norte	Conocidas	Sin patrón
2	FACHADA ESTE	Fachada	72,5	0,47	356,3	Este	Conocidas	Fachada Este
3	FACHADA SUR	Fachada	60,9	0,47	356,3	Sur	Conocidas	Sin patrón
4	FACHADA OESTE	Fachada	72,5	0,47	356,3	Oeste	Conocidas	Fachada Oeste
5	CUBIERTA INCLINADA	Cubierta	137,75	0,35	483,25	Techo	Conocidas	Sin patrón
6	SOLERA	Suelo	7,36	1,06	750	Suelo	Estimadas	Sin patrón
7	P.I.V. ESCALERA	Partición Interior	24,2	1,73	111,1		Estimadas	Sin patrón
8	P.I.H.	Partición Interior	106,13	0,79	491,75	Garaje	Estimadas	Sin patrón

## HUECOS

	Nombre	Cerramiento asociado	Longitud (m)	Altura (m)	Multiplicador	Superficie (m <sup>2</sup> )	U vidrio (W/m <sup>2</sup> K)	g vidrio (W/m <sup>2</sup> K)	U marco (W/m <sup>2</sup> K)	% Marco	Absortividad marco	Modo definición	Permeabilidad (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> K)	Orientación	Patrón de sombras
1	VN1	FACHADA NORTE	2,4	1,4	1	3,36	1,6	0,52	2,3	40	0,92	Conocidas	50	Norte	Sin patrón
2	VN2	FACHADA NORTE	1,5	1,2	1	1,8	1,6	0,52	2,3	40	0,92	Conocidas	50	Norte	Sin patrón
3	PN	FACHADA NORTE	1,5	2,2	1	3,3	1,6	0,52	2,3	90	0,92	Conocidas	50	Norte	Sin patrón
4	BN	FACHADA NORTE	1,5	2,1	2	6,3	1,6	0,52	2,3	40	0,92	Conocidas	50	Norte	Sin patrón
5	VO1	FACHADA OESTE	0,8	1,2	1	0,96	1,6	0,52	2,3	40	0,92	Conocidas	50	Oeste	Fachada Oeste
6	VO2	FACHADA OESTE	0,8	1,2	2	1,92	1,6	0,52	2,3	40	0,92	Conocidas	50	Oeste	Fachada Oeste
7	BE	FACHADA ESTE	1,8	2,1	1	3,78	1,6	0,52	2,3	40	0,92	Conocidas	50	Este	Fachada Este
8	VE	FACHADA ESTE	0,8	1,2	2	1,92	1,6	0,52	2,3	40	0,92	Conocidas	50	Este	Fachada Este
9	BS1	FACHADA SUR	1,8	2,1	1	3,78	1,6	0,52	2,3	40	0,92	Conocidas	50	Sur	Sin patrón
10	BS2	FACHADA SUR	1,5	2,1	2	6,3	1,6	0,52	2,3	40	0,92	Conocidas	50	Sur	Sin patrón
11	VS	FACHADA SUR	1,6	1,2	1	1,92	1,6	0,52	2,3	40	0,92	Conocidas	50	Sur	Sin patrón

### PUENTES TÉRMICOS

	Nombre	Cerramiento asociado	Tipo de puente térmico	$\psi$ (W/mK)	Longitud (m)
1	PT Contorno de hueco - VN1	FACHADA NORTE	Contorno de hueco	0,17	7,6
2	PT Caja de Persiana - VN1	FACHADA NORTE	Caja de persina	0,39	2,4
3	PT Contorno de hueco - VN2	FACHADA NORTE	Contorno de hueco	0,17	5,4
4	PT Caja de Persiana - VN2	FACHADA NORTE	Caja de persina	0,39	1,5
5	PT Contorno de hueco - PN	FACHADA NORTE	Contorno de hueco	0,17	7,4
6	PT Contorno de hueco - BN	FACHADA NORTE	Contorno de hueco	0,17	14,4
7	PT Caja de Persiana - BN	FACHADA NORTE	Caja de persina	0,39	3
8	PT Contorno de hueco - VO1	FACHADA OESTE	Contorno de hueco	0,17	40
9	PT Caja de Persiana - VO1	FACHADA OESTE	Caja de persina	0,39	0,8
10	PT Contorno de hueco - VO2	FACHADA OESTE	Contorno de hueco	0,17	8
11	PT Caja de Persiana - VO2	FACHADA OESTE	Caja de persina	0,39	1,6
12	PT Contorno de hueco - BE	FACHADA ESTE	Contorno de hueco	0,17	7,8
13	PT Caja de Persiana - BE	FACHADA ESTE	Caja de persina	0,39	1,8
14	PT Contorno de hueco - VE	FACHADA ESTE	Contorno de hueco	0,17	8
15	PT Caja de Persiana - VE	FACHADA ESTE	Caja de persina	0,39	1,6
16	PT Contorno de hueco - BS1	FACHADA SUR	Contorno de hueco	0,17	7,8
17	PT Caja de Persiana - BS1	FACHADA SUR	Caja de persina	0,39	1,8
18	PT Contorno de hueco - BS2	FACHADA SUR	Contorno de hueco	0,17	14,4
19	PT Caja de Persiana - BS2	FACHADA SUR	Caja de persina	0,39	3
20	PT Contorno de hueco - VS	FACHADA SUR	Contorno de hueco	0,17	5,6
21	PT Caja de Persiana - VS	FACHADA SUR	Caja de persina	0,39	1,6
22	PT Pilar esquina norte	FACHADA NORTE	Pilar en esquina	0,19	11,6
23	PT Pilar esquina sur	FACHADA SUR	Pilar en esquina	0,19	11,6
24	PT Pilar integrado fachada norte	FACHADA NORTE	Pilar integrado en fachada	0,36	5,8
25	PT Pilar integrado fachada sur	FACHADA SUR	Pilar integrado en fachada	0,36	5,8
26	PT Pilar integrado fachada este	FACHADA ESTE	Pilar integrado en fachada	0,36	11,6
27	PT Pilar integrado fachada oeste	FACHADA OESTE	Pilar integrado en fachada	0,36	11,6
28	PT Encuentro de fachada con cubierta - CUBIERTA INCLINADA	CUBIERTA INCLINADA	Encuentro de fachada con cubierta	0,82	46
29	PT Encuentro de fachada con forjado - FACHADA NORTE	FACHADA NORTE	Encuentro de fachada con forjado	1,1	21
30	PT Encuentro de fachada con forjado - FACHADA SUR	FACHADA SUR	Encuentro de fachada con forjado	1,1	25
31	PT Encuentro de fachada con forjado - FACHADA ESTE	FACHADA ESTE	Encuentro de fachada con forjado	1,1	21
32	PT Encuentro de fachada con forjado - FACHADA OESTE	FACHADA OESTE	Encuentro de fachada con forjado	1,1	25

### 3.2.8. INSTALACIONES

Como último apartado de análisis, antes de obtener la calificación energética, hemos de examinar las instalaciones que posee la vivienda.

Los tipos de instalaciones que podemos introducir en el programa varían según nuestro tipo de inmueble, ya sea RESIDENCIAL, PEQUEÑO Terciario o GRAN Terciario. Nuestro caso se trata de una vivienda residencial, luego los sistemas que son posibles introducir son los siguientes:

- Equipo ACS
- Equipo sólo calefacción
- Equipo sólo refrigeración
- Equipo calefacción y refrigeración
- Equipo mixto calefacción y ACS
- Equipo mixto calefacción, refrigeración y ACS
- Contribución energética (Fuentes de energía renovable para generar energía térmica y fuentes de energía renovable para generar electricidad).

En nuestro caso la vivienda está dotada de un Grupo Térmico de gasóleo con acumulador para calefacción y producción de agua caliente sanitaria. Por lo tanto en el programa marcaremos la opción de “Equipo mixto de calefacción y ACS”, e introduciremos los datos requeridos y que hemos obtenido mediante la ficha de características técnicas de la caldera.

Seleccionamos el tipo de combustible (Gasóleo C) y el tipo de caldera (Caldera Baja Temperatura) e indicamos la superficie de la vivienda a abastecer y % de demanda que cubre la caldera. En nuestro caso es el 100% al haber únicamente una unidad. Por otro lado también introducimos otra serie de datos complementarios de la caldera y del acumulador, como la potencia nominal, tipo de aislamiento de la caldera, volumen del acumulador, tipo y espesor del aislamiento del acumulador, etc... (Ver Fig. 3.25).

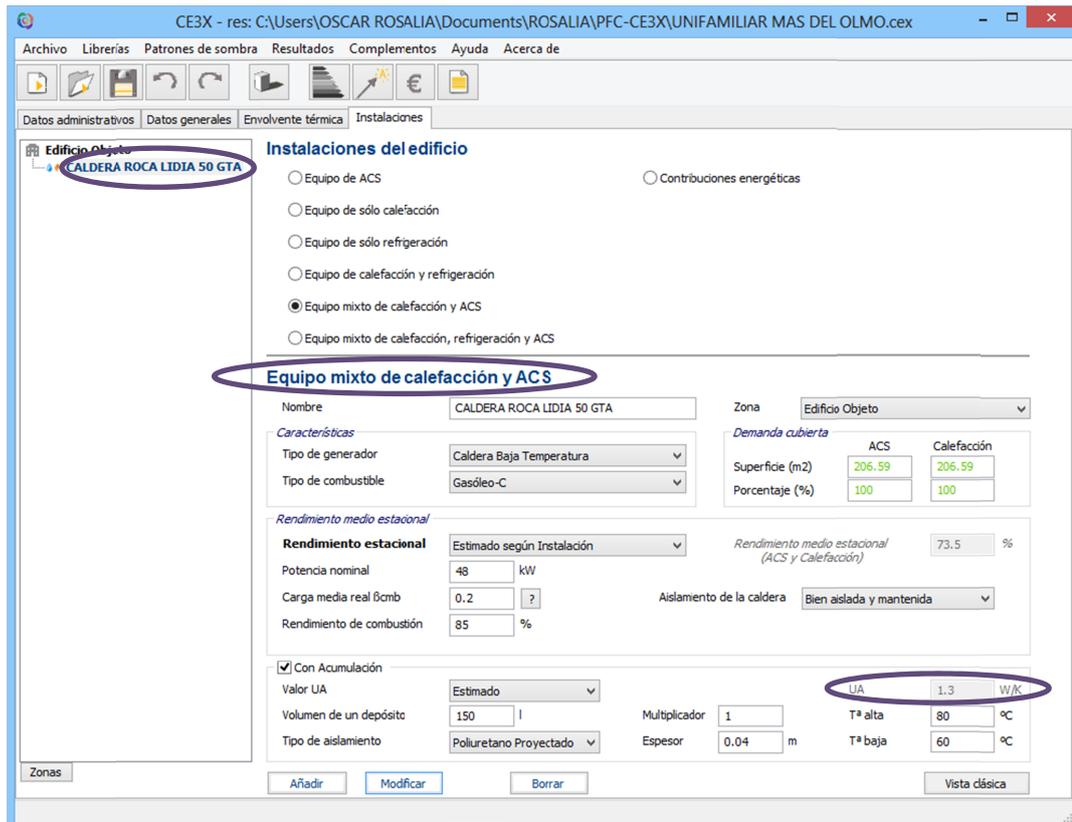


Fig. 3.25 – Pestaña Instalaciones

### 3.2.9. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Una vez que ya hemos introducido en el programa todos los parámetros que nos exige el programa CE3X, ya podemos solicitar al mismo que nos calcule la calificación energética de nuestra vivienda.

No cabe decir que la calificación energética será siempre más próxima al valor real de emisiones y demandas cuanto más detallada y completa haya sido la información introducida en el programa. En nuestro caso, la información es bastante exhaustiva y completa, ya que el inmueble se encontraba en fase de ejecución durante la realización de este Proyecto Final de Carrera, tal y como ya se comentó anteriormente.

Una vez solicitada la calificación al programa, se nos presenta de esta forma: (Ver Fig. 3.26)

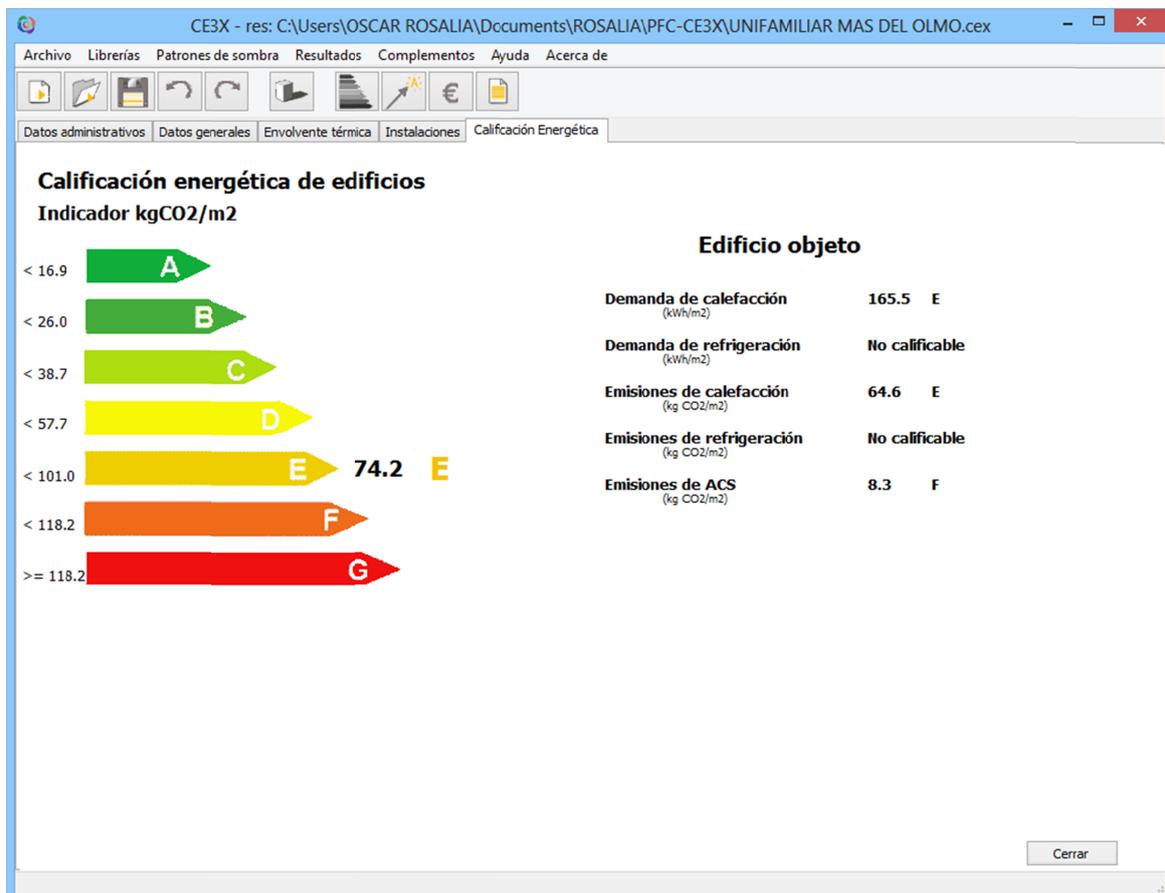


Fig. 3.26 – Pantalla CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Analizamos entonces viendo los distintos apartados de la pantalla, dichos resultados:

- ESCALA DE CALIFICACIÓN: Está formada por diferentes escalones según las emisiones de CO<sub>2</sub> (KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>). A cada escalón se le asigna una letra que van de la A a la G. Los escalones se establecen según la zona climática y el tipo de edificio (las emisiones son diferentes en un unifamiliar que en un piso, la escala de calificación es más exigente en bloque de viviendas, ya que es más difícil conseguir un unifamiliar eficiente).
- CALIFICACIÓN DEL EDIFICIO OBJETO: Se le asigna al edificio objeto una letra y el valor de la calificación (emisiones CO<sub>2</sub>). En nuestro caso la calificación de la vivienda es “E” con un indicador de 74,2 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.

#### -DEMANDAS Y EMISIONES:

- **DEMANDAS:** El programa nos da datos de demandas, en lugar de consumos, a pesar de que los datos introducidos en las diferentes instalaciones son de consumos. El programa nos da los datos de las DEMANDAS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN. En nuestro caso la demanda de calefacción es de 165,5 KWh/m<sup>2</sup> y la demanda de refrigeración es “No calificable”, ya que nuestra vivienda no dispone de sistema de refrigeración.
- **EMISIONES CO<sub>2</sub>:** Introducimos en el programa una serie de consumos que se ven reflejados en una cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> a lo largo del año. El paso de consumos a emisiones depende del tipo de combustible. En nuestro caso las emisiones de calefacción son de 64,6 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>, las emisiones de refrigeración son “No calificable”, por la misma razón que la demanda de refrigeración. Y las emisiones de ACS son de 8,3 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.

Reseñar finalmente, que tal y como exige el documento de “Condiciones de aceptación de programas alternativos”, donde se explica cómo calcula el programa la calificación, aunque en nuestro caso, no tenemos sistemas de refrigeración (y no lo hayamos introducido), el programa lo asigna por defecto, porque bajar las emisiones a costa de tener el edificio mal climatizado no sería justo.

### **3.3.- CONCLUSIÓN APLICACIÓN PROGRAMA CE3X**

Como conclusión de este apartado, consideramos que la vivienda objeto de estudio tiene una envolvente térmica bastante bien resuelta en cuanto a los materiales y soluciones constructivas utilizadas que afectan a la eficiencia energética de la misma. El punto susceptible de mejorar notablemente es el sistema de calefacción y producción de ACS, ya que el combustible utilizado (Gasóleo C) es el causante de las emisiones de CO<sub>2</sub> que hacen empeorar notablemente la calificación energética y por tanto la eficiencia energética de la vivienda.

# **4.- ALTERNATIVAS Y MEJORAS APLICADAS A LA VIVIENDA**

## 4.- ALTERNATIVAS Y MEJORAS APLICADAS A LA VIVIENDA

### 4.1.- MEJORA DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

En este apartado, el objetivo a alcanzar es mejorar la envolvente térmica de nuestra vivienda tanto a nivel de sostenibilidad como de eficiencia energética. Tras la aplicación del programa de certificación energética CE3X desarrollado en el capítulo 3, podemos valorar que la envolvente térmica de la vivienda que se ha ejecutado, está bastante bien resuelta teniendo en cuenta la eficiencia energética y los límites establecidos por el CTE.

De todos modos, vamos a proponer dos alternativas en la envolvente térmica que nos mejore la eficiencia energética de la vivienda y buscando una mayor sostenibilidad en los materiales empleados.

Estas alternativas son las siguientes:

1º.- Cerramientos de fachada con bloques de hormigón celular Ytong.

2º.- Aislamiento de celulosa proyectada en la cubierta.

#### 4.1.1.- BLOQUES DE HORMIGÓN CELULAR “YTONG” - FACHADA

Los bloques de hormigón celular Ytong son un material totalmente reciclable, 100% mineral y sin componentes orgánicos volátiles ni químicos. Se obtiene a base de arena de sílice, cemento, cal y un agente de expansión.



Fig. 4.01 –Bloque Ytong

Es un material plenamente sostenible, ya que su materia prima se puede considerar como inagotable, y en el proceso de elaboración requiere poco consumo energético ya que no necesitan usar temperaturas muy elevadas. El carácter ecológico del hormigón celular Ytong está acreditado por la declaración medioambiental de producto (EPD según ISO 14025 – ecoetiqueta del tipo III), además de otros certificados internacionales reconocidos en materia medioambiental (Ver Fig.4.02).



Fig. 4.02 – Certificados medioambientales de YTONG

#### CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN CELULAR “YTONG”

**AISLAMIENTO TÉRMICO.** Debido a que este material está compuesto por millones de microporos de aire cerrados (estructura alveolar), le confiere una propiedad de aislamiento muy elevada. Esto no le exime de tener una gran resistencia mecánica, y por ello se puede utilizar también como elemento estructural.

Por sus características, este sistema constructivo cumple holgadamente los requisitos del Código Técnico de la Edificación en cuanto a nivel de aislamiento térmico. En el siguiente gráfico (Ver Fig. 4.03), se representan y comparan los valores de transmitancia que se obtienen para los diferentes espesores de los bloques de hormigón celular Ytong y los límites que establece la normativa para cada zona climática.

Como podemos observar, existe un margen considerable entre la exigencia de la normativa y los valores de los sistemas de cerramientos realizados con Ytong. Favorece en gran medida la reducción de la demanda energética exigida, y consecuentemente

contribuye de manera significativa para obtener una excelente clasificación energética. Este amplio margen garantiza el cumplimiento de la normativa en un futuro, donde las exigencias de aislamiento han de ser mucho mayores que las actuales, considerando los compromisos adquiridos por las administraciones de los países de la Unión Europea en materia de ahorro energético.

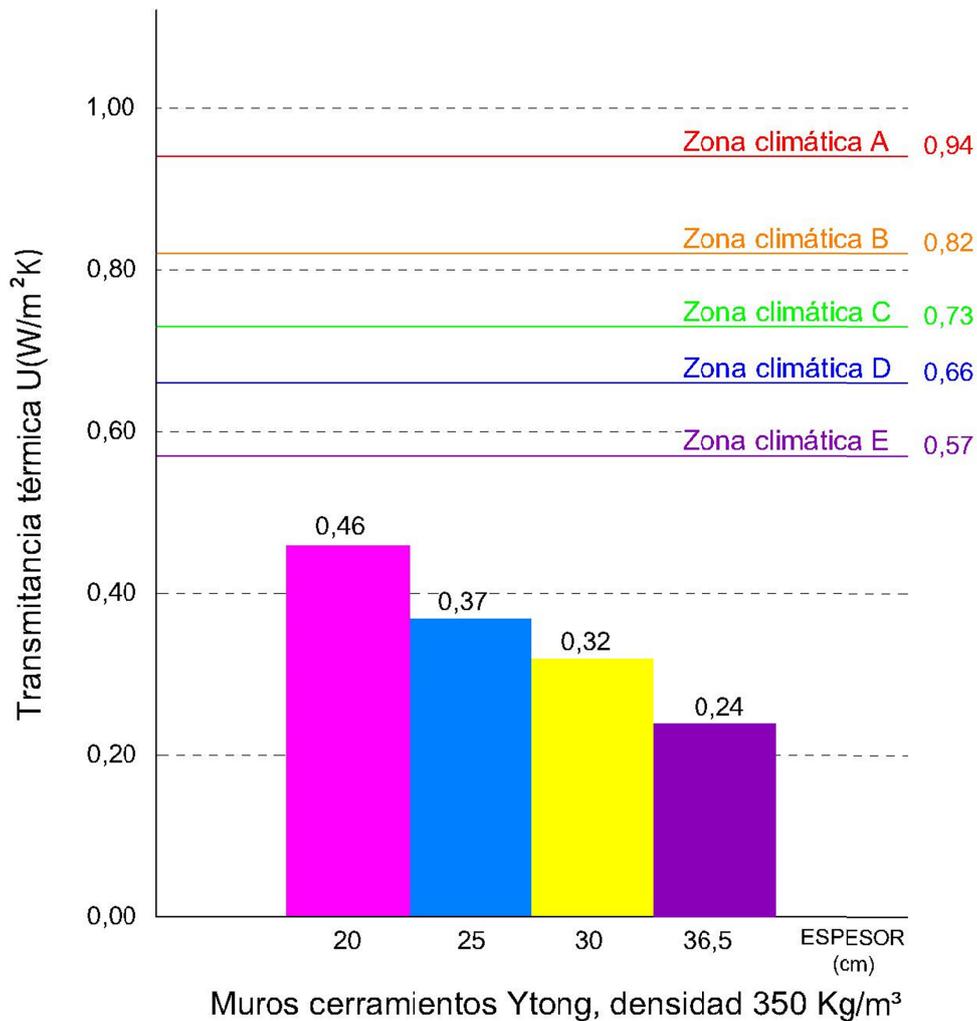


Fig. 4.03 –Transmitancia térmica Ytong / Limitaciones U cerramientos CTE

Reseñar que este el elevado aislamiento térmico que posee este producto hace posible que incluso se puedan ejecutar cerramientos de una sola hoja sin aislamientos añadidos y cumplamos perfectamente las exigencias del CTE.

Este sistema también resuelve de una manera más eficaz los puentes térmicos, aportando soluciones específicas para cada tipo, especialmente en el encuentro de los cerramientos Ytong con elementos estructurales.

**SOSTENIBILIDAD Y BIOCLIMÁTICA.** El hormigón celular que compone el producto Ytong, es un material que en materia de sostenibilidad y ecología, es totalmente respetuoso con el medioambiente en todas las fases de su ciclo de vida, desde la materia prima y su proceso de fabricación, hasta su reciclaje una vez concluida su vida útil.

Es un material totalmente mineral a base de arena, cal, cemento y agua, la proporción de materia prima necesaria en metros cúbicos, con la cantidad de producto final elaborado es de 1 a 5. Además, los residuos que se producen en los procesos de modelado de las piezas son devueltos directamente al proceso de elaboración.

En cuanto a su proceso de fabricación, añadir a su bajo consumo energético, la despreciable contaminación atmosférica que produce ya que se utiliza gas natural como energía y además no se produce contaminación en suelo ni en agua.

En los procesos de transporte y ejecución de la obra, la cualidad de ligereza del material Ytong, optimiza los rendimientos en cuanto a los vehículos de transporte, no condicionados así por el peso sino por el volumen. Y en cuanto a su manejo en obra, igualmente afecta a los sistemas de manejo o elevación de las piezas, así como en el manejo de los propios operarios, ya que los bloques que son machihembrados y poseen asas, facilitan en gran medida su manipulación. El material no desprende olores ni componentes orgánicos volátiles y su radioactividad es prácticamente despreciable e inofensiva para los humanos. Por otra parte, su corte produce un residuo de polvo que no es tóxico para las personas y el cual se puede reciclar en la propia obra para elaborar mortero del mismo material.

En cuanto a la fase de vida útil del material en el uso que se le da en viviendas, su elevado aislamiento térmico y sus buenas características bioclimáticas, hacen que este producto aporte un gran confort climático a las viviendas y por supuesto, favorezca en gran medida al ahorro energético, objetivo primordial en la actualidad.

El hormigón celular Ytong combina en gran medida los requisitos que debe englobar una buena envolvente térmica para conseguir un buen confort climático en el interior de la vivienda.

Estos serían, en primer lugar posee a pesar de su ligereza, una elevada resistencia térmica que reduce al máximo el flujo de calor y alta inercia térmica que mitiga los cambios de temperatura y permite una estabilidad de la temperatura en el interior de la vivienda.

Y en segundo lugar, posee una alta permeabilidad al vapor de agua que garantiza que se autorregule la humedad del aire del interior de la vivienda, gracias al bajo coeficiente de difusión al vapor del agua que tiene este hormigón celular, de esta manera, los cerramientos Ytong pueden captar el exceso de humedad que pudiera generarse de manera puntual, como normalmente suele ocurrir en los cuartos húmedos, y tiene la capacidad de devolverla al ambiente en forma desfasada e incluso, expulsar parte de la misma hacia el exterior del cerramiento, siempre que el revestimiento, claro está, no genere una barrera de vapor. Asimismo, destacar que este tipo de cerramientos Ytong posee un muy bajo coeficiente de absorción de agua, es decir, tiene un alto factor de impermeabilidad, debido a que la estructura alveolar de microporos cerrados y no interconectados que posee, ocupa un 80 % del total del volumen y la absorción sólo se produce por capilaridad a través de la parte sólida (20%).

Por último, en el fin de su ciclo de vida, al ser un material completamente mineral, no contiene productos químicos que afecten a su reciclaje, por lo que éste no necesita de vertederos específicos o especiales ya que no contamina el suelo. Su homogeneidad también favorece en gran medida su demolición, trituración o retirada del material, ya que no es necesario trabajos de clasificación o separación de componentes. El material como residuo es reciclable totalmente y además se puede reutilizar principalmente para acondicionamiento de terrenos y gránulos para la absorción de vertidos.

**RESISTENCIA MECÁNICA, SÍSMICA Y AL FUEGO.** El hormigón celular de este producto Ytong, destaca también a pesar de su ligereza, de tener una elevada resistencia a compresión para la ejecución de fábricas de muros de carga, condicionada la resistencia en función de las distintas densidades en las que se elabora el material.

Los muros son muy homogéneos debido a la elevada precisión geométrica de sus piezas y al sistema de colocación y machihembrado de las mismas con junta fina. Esta homogeneidad se favorece también por la que tiene la propia pieza-bloque, al ser maciza y tener una distribución homogénea de su estructura interior alveolar. Este aspecto hace que los muros portantes sean capaces de soportar elevadas cargas y favorezcan la construcción de estructuras de edificios de varias plantas. Las densidades oscilan entre los 350 y los 500 kg/m<sup>2</sup> dependiendo de los espesores y su resistencia característica oscila entre 3 y 4 N/mm<sup>2</sup>.

Por otro lado, se realizan también placas para forjado y cubierta, las cuales igualmente son de hormigón celular Ytong pero armadas con acero y se pueden fabricar a medida. También tienen capacidad para soportar cargas elevadas y no es necesario realizar una capa de compresión superior, se colocan directamente sobre los muros de carga y sólo hay que armar y hormigonar las juntas horizontales entre placas y los zunchos perimetrales de apoyo.

Además su ligereza (entre 144 kg/m<sup>2</sup> y 216 kg/m<sup>2</sup>), reduce de manera considerable las transmisiones de cargas a los muros y consecuentemente a las cimentaciones. Según las necesidades, los espesores de las placas varían entre los 10 y los 30 cm de espesor en cubiertas y de 20 a 30 cm en forjados, la elección del tipo de placa vendrá condicionada como es lógico, por la sobrecarga total y la luz entre apoyos. La luz máxima para este tipo de placas es de 6.60 m.

En cuanto al comportamiento del sistema de construcción Ytong ante las acciones sísmicas, sus características propias de elevada ligereza, homogeneidad del material que le confiere alta resistencia mecánica y la cierta ductilidad demostrada de la fábrica, hacen que el sistema posea los elementos necesarios para cumplir las exigencias de la normativa sísmica dentro de los límites que la misma establece para las estructuras de fábrica (NCSE-02).

Y en cuanto a su resistencia al fuego, el hormigón celular Ytong, al ser de naturaleza mineral y ya que posee una alta resistencia térmica, se adecua perfectamente bien para un comportamiento de cortafuegos. Es un material incombustible en grado máximo, con clase de reacción al fuego A1, y particularmente poco sensible a los choques térmicos. Estas características hacen que se cumplan las exigencias

normativas perfectamente con espesores muy reducidos, y evitando tener que usar productos de aislamiento añadidos para el aumento de la resistencia al fuego. Decir como ejemplos, que con un tabique de espesor 7 cm ya obtenemos una clasificación EI90 y con uno de 15 cm EI240.

**AISLAMIENTO ACÚSTICO.** En cuanto a esta cualidad, este producto se comporta realmente bien para el cumplimiento de las exigencias que establece la normativa actual en materia de aislamiento acústico, la ya comentada estructura alveolar que posee interiormente el hormigón celular con sus microporos cerrados y no interconectados integrados en su volumen hacen que se dispongan soluciones que cumplan perfectamente el Documento Básico de Protección contra el Ruido (DB-HR) del CTE, donde se desarrollan las exigencias básicas a cumplir en materia de protección frente al ruido, tanto a nivel de cerramientos para el ruido exterior, como de elementos de partición interior entre zonas de igual o distinto uso dentro de los inmuebles.

Asimismo, las cualidades de porosidad del hormigón celular Ytong, también favorecen su elevada absorción de energía acústica, incidiendo notablemente en la reducción del tiempo de reverberación, aspecto poco deseable y bastante a tener en cuenta sobre todo en espacios en las que por su uso, se exija una calidad acústica especial, como pueden ser espacios públicos en la que la buena acústica es objetivo primordial o estancias donde la maquinaria o las instalaciones tengan un nivel de ruido emitido considerable. Reseñar finalmente que esta cualidad actuará perfectamente siempre que el revestimiento que se emplee no cierre el poro superficial de este producto.

## APLICACIÓN FACHADA CON BLOQUES “YTONG”

En nuestra vivienda, tal y como hemos comentado en el capítulo 2 de este proyecto, los cerramientos de fachada se han resuelto mediante hoja exterior de bloque de termoarcilla revestido exteriormente con mortero monocapa y enfoscada por intradós, hoja interior de ladrillo hueco del 7 con acabado interior de enlucido de yeso maestreado, y cámara de aire entre ambas hojas con aislamiento de poliuretano proyectado. El espesor total del cerramiento de fachada es de 36 cm, con una transmitancia térmica, obtenida en la aplicación del programa de certificación del capítulo 3, de  $0,47 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Como alternativa a esta solución de cerramiento, proponemos otra resuelta con bloques de hormigón celular Ytong. Para cumplir el CTE y en la zona climática donde está situada la vivienda (zona climática E), debería cumplirse una transmitancia térmica máxima de  $0,57 \text{ W/m}^2\text{K}$ , pero nosotros pretendemos cumplir con la aproximación que plantea la actualización del Documento Básico HE Ahorro de Energía del CTE de septiembre de 2013, (ver Fig. 4.04). Ésta actualización plantea valores de aproximación para así poder conseguir alcanzar los objetivos a cumplir planteados en la Directiva 2010/31/UE para el año 2020, reduciendo los valores indicados de transmitancia térmica máxima en más de un 50 % (Tabla E1, del CTE). La transmitancia térmica máxima aconsejada en esta actualización en nuestra zona climática es de  $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

La solución elegida para el cerramiento de fachada consiste en una única hoja de bloques Ytong y sin necesidad de un aislamiento adicional.

Según el fabricante, un cerramiento de una hoja, compuesto por bloques Ytong de 36,5 cm de espesor y revestido convenientemente por ambas caras, posee una transmitancia térmica de  $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ , menor al valor orientativo indicado en la tabla E1 del actualizado DB-HE del Código Técnico de la Edificación de septiembre de 2013. Esta transmitancia térmica es alcanzada sin incluir en este cerramiento ningún tipo de material aislante añadido, debido a las capacidades de aislamiento térmico de los bloques Ytong que ya hemos comentado anteriormente.

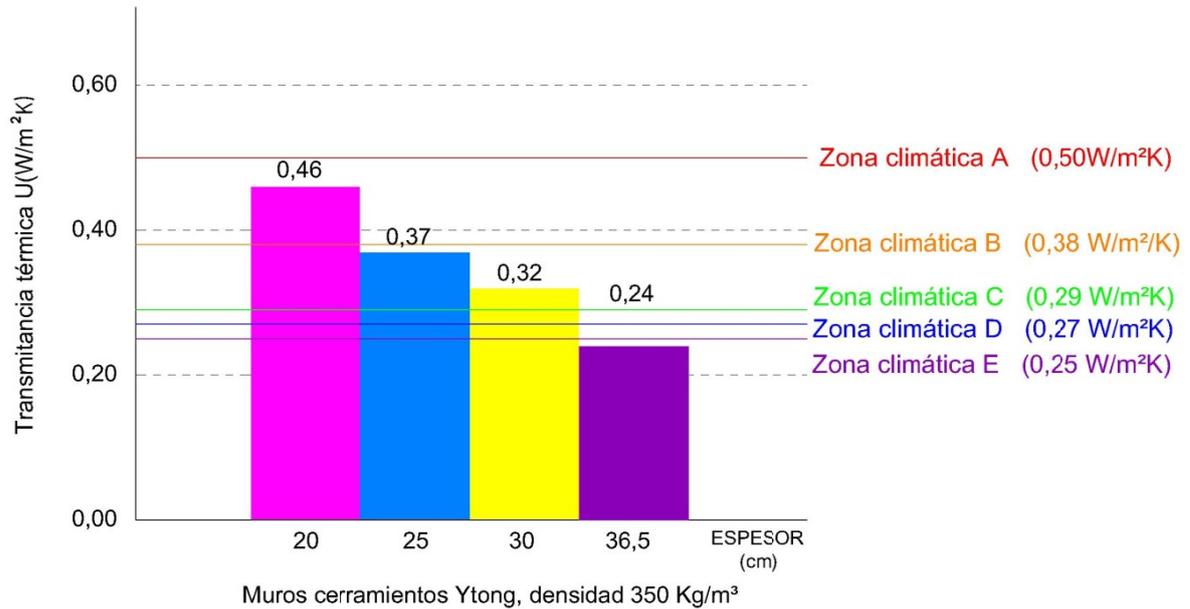


Fig. 4.04 –Transmitancia térmica Ytong / Valores orientativos U cerramientos actualización CTE

Datos físicos

Espeor (cm)	5	7	10	15	20	25	30	36,5
MVn (kg/m³)	550	550	550	500	500	350	350	350
Difusibilidad al vapor de agua	5/10	5/10	5/10	5/10	5/10	5/10	5/10	5/10
Dilatación térmica 1/K	$8 \times 10^{-6}$							
Módulo elasticidad E (Mpa)	2300	2300	2300	1750	1750	1000	1000	1000
$\lambda$ (W/mK)	0,14	0,14	0,14	0,125	0,125	0,09	0,09	0,09
U (W/m²K)					0,56	0,34	0,29	0,24
Aislamiento acústico Ra (dBA)		35*	38*	39**	43,4**	45**	47**	48**
Resistencia a compresión (Mpa)	4,5	4,5	4,5	4	4	3	3	3
Carga máxima centrada (ton/ml)					16,8	16,5	19,8	24,1
Carga máxima descentrada (ton/ml)					11,2	11	13,2	16,1
Resistencia al fuego (minutos)		90	180	360	360	360	360	360

Fig. 4.05 –Ficha técnica Ytong

Los revestimientos exteriores compatibles con este tipo de cerramiento son morteros monocapa, morteros impermeables de revoco, etc..., pero todos ellos deberán tener las mismas características que el hormigón celular. Estas características son: alta elasticidad, transpirabilidad al vapor de agua y baja resistencia a compresión. Para nuestra alternativa, elegiremos por tanto, como revestimiento exterior para la vivienda, un mortero monocapa que reúna estas características.

De igual forma, el revestimiento interior que hemos adoptado para el cerramiento es un acabado a base de mecafino, ya que podemos prescindir del yeso por la elevada planeidad que ofrece la fábrica de bloque Ytong. De esta manera, la dimensión total de espesor de nuestro cerramiento será de 39 cm, 36.5 cm del bloque más 2 cm del revestimiento monocapa exterior y 0.5 cm del revestimiento interior mecafino.

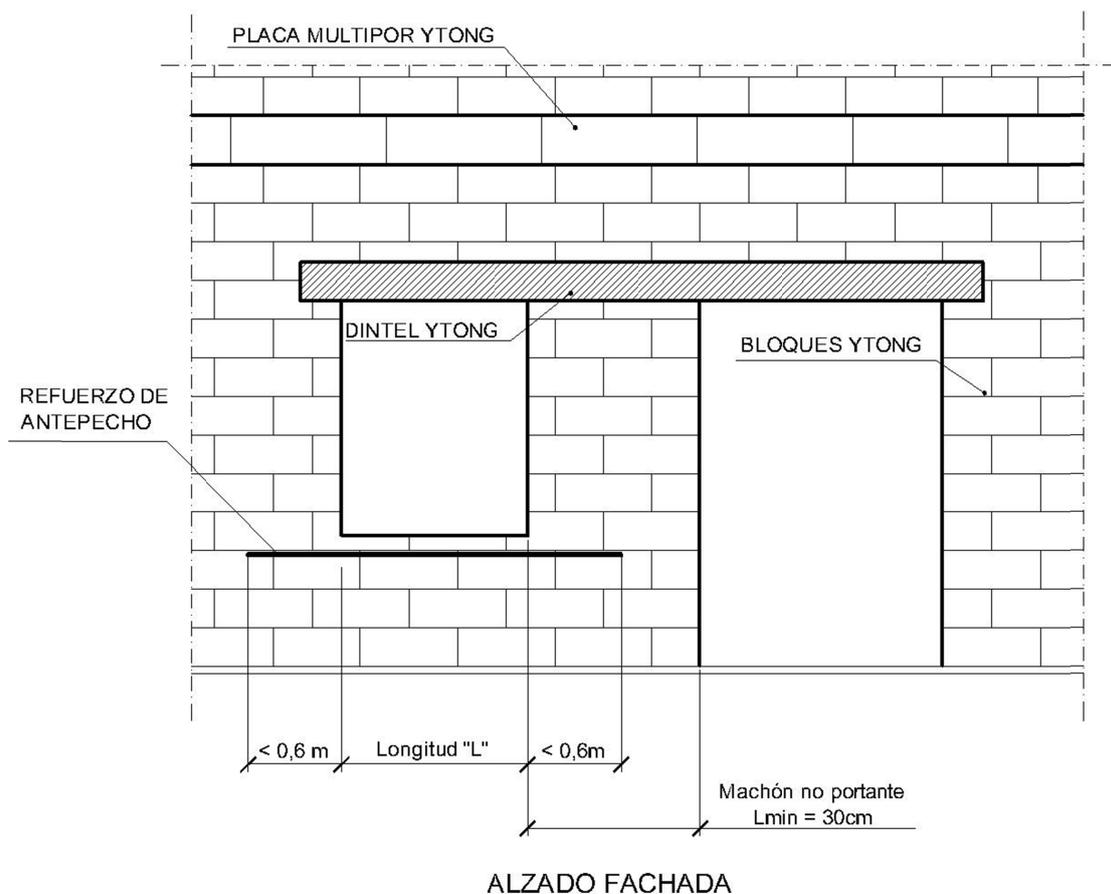


Fig. 4.06 –Detalle alzado fachada con bloques Ytong

Los bloques Ytong son recibidos entre sí con mortero cola Preocol, mortero para la aplicación en junta fina de 2mm. Por otro lado, para resolver los huecos del cerramiento también utilizaremos los bloques Ytong armados en forma de “U” para la formación de los dinteles, y placas Multipor Ytong para forrar los cantos de forjado que previamente hemos proyectado con material aislante para la rotura de los puentes térmicos. De igual forma, también utilizamos las placas Multipor Ytong para el forrado de pilares. (Ver Fig. 4.06 y 4.07).

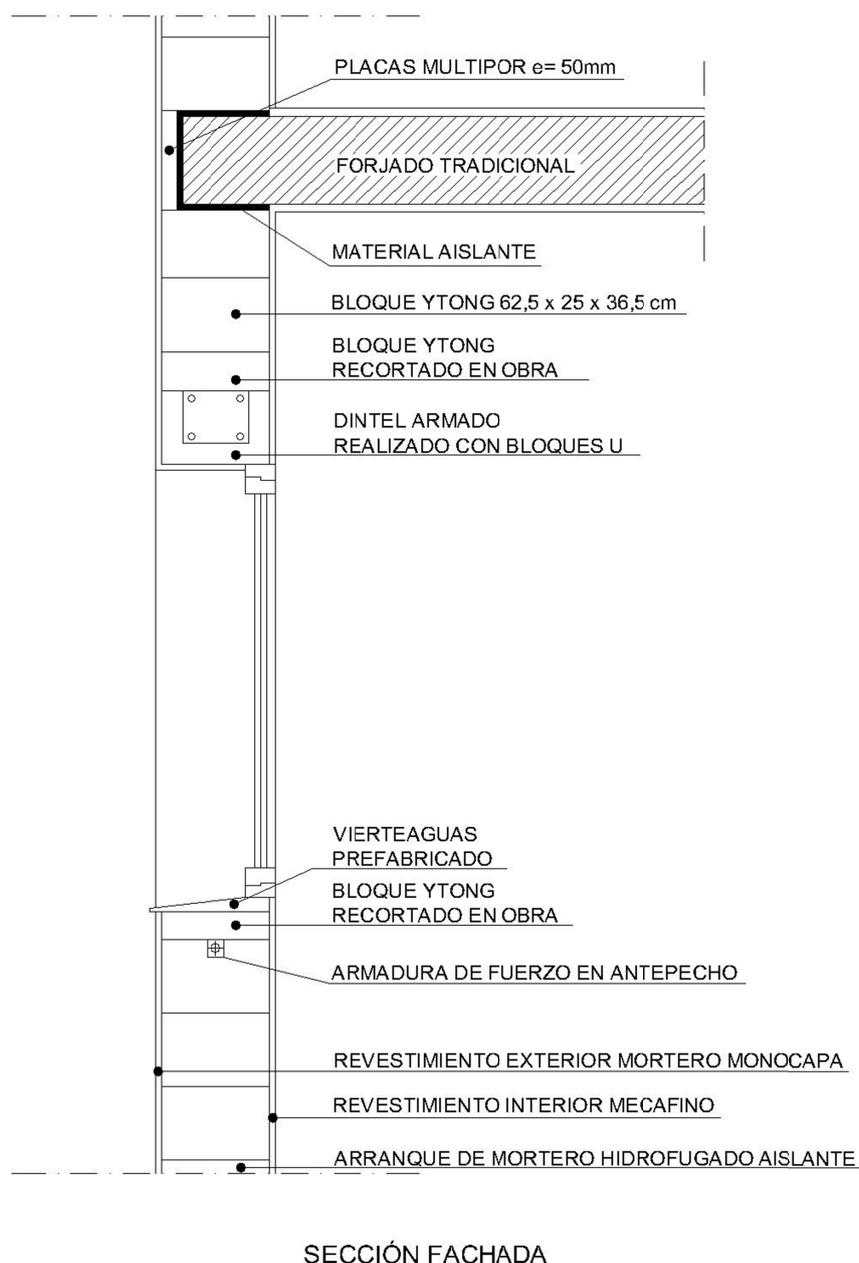


Fig. 4.07 –Detalle sección fachada con bloques Ytong

#### 4.1.2.- AISLAMIENTO TÉRMICO DE CELULOSA - CUBIERTA

El uso de fibras de celulosa producidas a partir de periódico reciclado, como material aislante, se remonta a la Primera Guerra Mundial, siendo un aislamiento muy popular antes de la Segunda Guerra Mundial en EEUU y Canadá. En países de Europa empezó a usarse en los años 1970 – 1980, durante la crisis energética.



*Fig. 4.08 –Celulosa a partir del reciclaje de periódicos*

#### CARACTERÍSTICAS DEL AISLAMIENTO TÉRMICO DE CELULOSA

**SOSTENIBILIDAD.** La característica más sobresaliente del aislamiento térmico de celulosa es su carácter ecológico, ya que no sólo hace posible el ahorro energético en las viviendas en las que se aplica, sino también en su proceso de fabricación, se necesita mucha menos energía para la producción de este tipo de aislamiento que para otros (ver Fig. 4.09).

Su materia prima es principalmente papel reciclado junto con material orgánico derivado de fibras de madera, hecha en pasta de papel – pulpa. El 85% de sus componentes son reciclables. Es un aislamiento biológicamente limpio, porque durante mucho tiempo se mantendrá neutro a destructivos agentes biológicos, como moho, algas, bacterias, insectos, roedores...etc. Y está exento de partículas irritantes para los pulmones, por lo tanto, no tiene ningún riesgo para la salud.

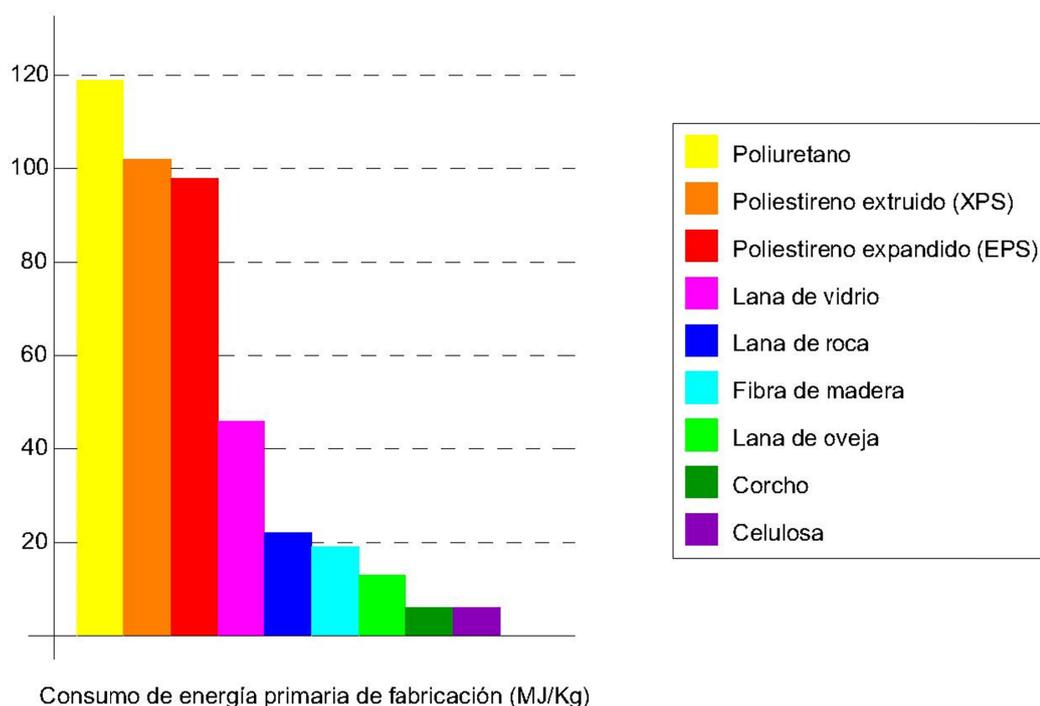


Fig. 4.09 –Gráfico consumo de energía en fabricación aislamientos

**AISLAMIENTO TÉRMICO.** La gran capacidad aislante de la celulosa provoca un débil comportamiento de transferencia térmica. Posee una estructura de fibras multidireccionales, lo que provoca que la celulosa contenga aire seco en su interior (70-80% de volumen). Esto justifica que la celulosa tenga un excelente comportamiento como barrera de calor y tenga un bajo nivel de conductividad térmica.

**HUMEDADES POR CONDENSACIÓN.** El aislamiento de celulosa tiene la capacidad de absorber la humedad sin perder sus propiedades aislantes anteriormente comentadas. Por ello, este tipo de aislamiento es muy eficaz en cubiertas no ventiladas, ya que funciona como barrera contra la humedad.

**AISLAMIENTO ACÚSTICO.** Es un material que posee una excelente absorción acústica en comparación con otros materiales tradicionales, llegando a diferencias de hasta 7 dB. Es por ello, que sea muy utilizado en la ejecución de tabiques o techos insonorizados.

**RESISTENCIA AL FUEGO.** La celulosa no se quema, ni emite sustancias tóxicas, ni se funde. Es un material con alta resistencia al fuego. Es por esta característica que el aislamiento de celulosa alcance una de las mejores valoraciones en comparación con otros materiales de aislamiento térmico, ya que se considera como material ignífugo.

#### APLICACIÓN AISLAMIENTO TÉRMICO DE CELULOSA EN CUBIERTA

Hemos elegido aplicar en nuestra vivienda el aislamiento térmico de celulosa proyectada en seco para la cubierta, teniendo en cuenta nuestro objetivo de utilizar materiales más sostenibles, frente a la espuma de poliuretano que se ha proyectado realmente, como hemos detallado en el capítulo 2. Las ventajas son muy destacables, frente a otros tipos de aislamiento térmico más convencionales como el poliuretano, lana mineral, lana de vidrio y la fibra poliéster. (Ver Fig. 4.10 y 4.11).



PROPIEDADES	CELULOSA	POLIURETANO	LANA MINERAL	LANA DE VIDRIO	FIBRA POLIÉSTER
Genera gases peligrosos en contacto con el fuego	NO	SI	NO	NO	NO
Monolítico sin uniones	SI	SI	NO	NO	NO
Se ajusta a la geometría del paramento	SI	SI	NO	NO	NO
Higroscópico, toma y cede humedad del ambiente	SI	NO	NO	NO	NO
Propiedades acústicas y térmicas estables	SI	SI	NO	NO	NO
Se adhiere al sustrato	SI	SI	NO	NO	NO
Se compacta en el tiempo	NO	NO	SI	SI	NO
Alta eficiencia de aislamiento acústico	SI	NO	NO	NO	NO
Alta eficiencia de aislamiento térmico	SI	SI	NO	NO	NO
Instalado por personal especializado	SI	SI	NO	NO	NO

*Fig. 4.10 –Tabla comparativa aislamientos*

	Origen	Conductividad $\lambda$ (W/mK)	Factor de resis. a la difusión del vapor de agua <sup>(1)</sup>	Inflamable	Precio aproximado €/m <sup>2</sup>	Formato	Medidas de protección en su instalación	Contenido de producto reciclado (0-3) <sup>(2)</sup>	Biodegradable <sup>(3)</sup>
Lana de roca	Mineral	0,03 - 0,05	1	NO	<5	Panel, rollo y a granel	Ojos, sistema respiratorio y piel	1	NO
Lana de vidrio	Mineral	0,03 - 0,05	1 - 1,3	NO	<5	Panel, rollo y a granel	Ojos, sistema respiratorio y piel	2	NO
Poliestireno expandido (EPS)	Sintético	0,029 - 0,053	20 - 40	SI	<5	Panel y a granel	NO	1	NO
Poliestireno extruido (XPS)	Sintético	0,025 - 0,04	100 - 220	SI	<15	Panel	Guantes	1	NO
Poliuretano	Sintético	0,019 - 0,040	60 - 150	SI	<10	Panel y espuma	Ojos, sistema respiratorio y piel	1	NO
Perlita expandida	Mineral	0,040 - 0,060	3 - 8	NO	<5	Panel, rollo, espuma y a granel	Protección frente al polvo	0	NO
Vidrio celular	Mineral	0,035 - 0,055	Infinita	NO	<60	Panel y espuma	NO	3	SI
Lana de oveja	Animal	0,035 - 0,050	1 - 2	SI	<25	Rollo y a granel	NO	0	SI
Algodón	Vegetal	0,029 - 0,040	1 - 2	Autoextinguible	<10	Rollo	NO	0-3	SI
Cáñamo	Vegetal	0,037 - 0,045	1 - 2	NO	<25	Panel, rollo, proyectado y a granel	NO	0	SI
Celulosa	Vegetal	0,034 - 0,069	1 - 2	Autoextinguible	<30	Panel, rollo, proyectado y a granel	Protección frente al polvo	3	SI

	Origen	Conductividad $\lambda$ (W/mK)	Factor de reses. a la difusión del vapor de agua <sup>(1)</sup>	Inflamable	Precio aproximado €/m <sup>2</sup>	Formato	Medidas de protección en su instalación	Contenido de producto reciclado (0-3) <sup>(3)</sup>	Biodegradable <sup>(4)</sup>
Corcho	Vegetal	0,034 - 0,100	5 - 30	NO	<25	Panel, rollo y a granel	NO	0	SI
Fichas de coco	Vegetal	0,043 - 0,047	1 - 2	NO	<40	Panel y rollo	NO	0	SI
Lino	Vegetal	0,037 - 0,047	1 - 2	NO	<25	Panel, rollo y proyectado	NO	0	SI
Virutas de madera	Vegetal	0,038 - 0,107	1 - 10	SI	<40	Panel, proyectado y a granel	NO	0-2	SI

<sup>(1)</sup> **INFLAMABLE.** Que se enciende con facilidad y desprende inmediatamente llamas.

<sup>(2)</sup> **CONTENIDO DE PRODUCCIÓN REICLADO.**

0 En su fabricación no se emplean productos reciclados

1 En su fabricación se emplean menos de un 25% de productos reciclados

2 En su fabricación se emplean entre un 25% y un 50% de productos reciclados

3 En su fabricación se emplean más de un 75% de productos reciclados

<sup>(3)</sup> **BIODEGRADABLE.** Que puede ser degradado por acción biológica.

Fig. 4.11 –Tabla comparativa materiales aislantes más comunes en edificación.

Instituto Valenciano de la Edificación (IVE).

El material aislante de celulosa también contiene sales bóricas, medio salado donde cualquier ser vivo se deshidrata, lo que evita el anidamiento de roedores o insectos. Las sales bóricas también impiden que las larvas o las termitas actúen en la celulosa, porque mata las bacterias que contienen en el estómago. Otra propiedad de las sales bóricas es que cuando están en contacto con un gran calor o llama, separa moléculas de agua carbonizando la superficie de la celulosa, esto impide la propagación del fuego.

Una vez vista y justificada la elección de la celulosa como material de aislamiento térmico para la cubierta, detallamos a continuación la alternativa constructiva que hemos elegido.

Recordemos en primer lugar la cubierta realmente ejecutada. Se trata de una cubierta inclinada, a base de tabiques conejeros realizados sobre forjado horizontal. Sobre estos se apoya tablero cerámico que sirve de soporte al aislamiento térmico a base de poliuretano proyectado, capa de regularización a base de mortero de cemento y por último teja de hormigón. (Ver Fig. 4.12).

Esta cubierta, aunque en un primer momento pueda parecer una cubierta fría, por la existencia de una cámara de aire intermedia, hemos de clasificarla realmente como una cubierta caliente, ya que dicha cámara no dispone de ventilación. La cámara de aire intermedia se dispone entre la hoja exterior, que contiene el aislamiento y la hoja interior (forjado horizontal) que limita con la zona habitable. Hay que reseñar la no existencia de barrera de vapor, lo que puede acarrear problemas de condensaciones.

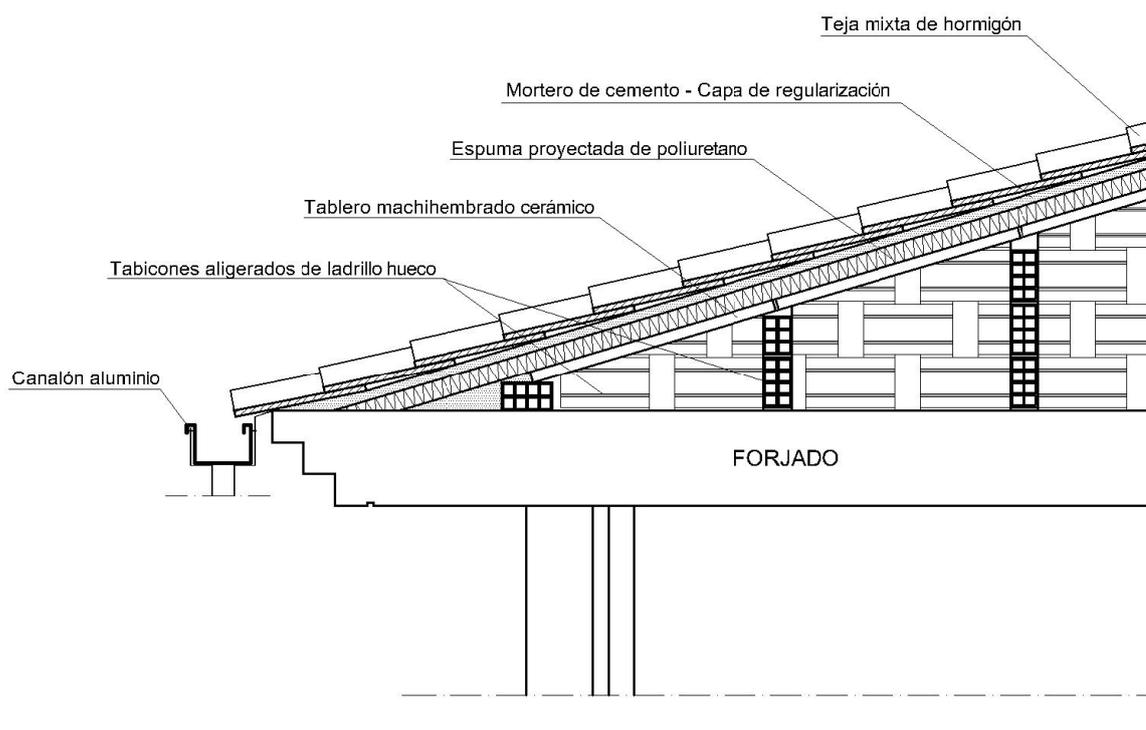


Fig. 4.12 –Sección cubierta ejecutada – Cubierta caliente

Por otro lado, la alternativa de cubierta propuesta consiste en modificar con respecto a la anterior la ubicación y tipo de aislamiento térmico y la sí ventilación de la cámara intermedia, creando entonces una cubierta clasificada como fría. (Ver Fig. 4.13)

La ventilación la obtenemos mediante la colocación de teja especial de ventilación, disponiendo 2 piezas en cada uno de los faldones más pequeños (Norte y Sur), y 4 piezas en cada uno de los faldones más grandes (Este y Oeste). Para permitir una buena circulación de aire, se colocarán la mitad de unidades por faldón en el tercio superior del mismo y la otra mitad en la zona próxima al alero.

En cuanto al aislamiento térmico (celulosa proyectada en seco), la colocaremos sobre la hoja interior (forjado horizontal) con un espesor de 25 cm, reduciéndose posteriormente por el asentamiento del material hasta aproximadamente unos 20 cm, para así obtener una mejora considerable de la transmitancia térmica de la cubierta, consiguiendo disminuirla en un 55%. Este espesor, aunque parezca algo elevado, ha sido recomendado por varias casas especializadas en la aplicación de este producto (celulosa insuflada), con el objetivo de obtener las mejores prestaciones y mejor comportamiento de este tipo de aislamiento.

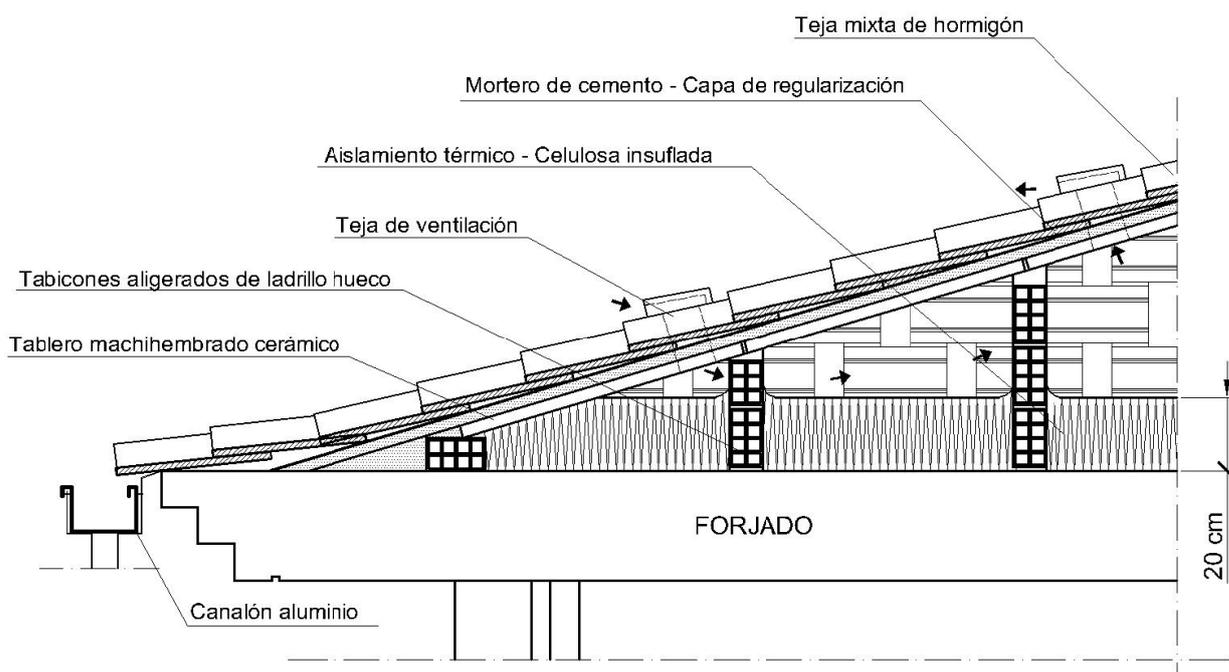


Fig. 4.13 –Sección cubierta alternativa – Cubierta fría

Reseñar finalmente que en esta alternativa propuesta no es necesaria la colocación de barrera de vapor bajo el aislamiento térmico, ya que la celulosa se comporta como un regulador de la humedad ambiente, controlando la condensación y sin alterar su resistencia térmica y sus propiedades como aislante.

## 4.2.- INSTALACIÓN DE SISTEMA DE AHORRO DE AGUA – “AQUARETURN”

### 4.2.1.- DESCRIPCIÓN SISTEMA AQUARETURN

Actualmente, cada vez que necesitamos agua caliente en nuestras viviendas se produce un desaprovechamiento de cierta cantidad de agua, correspondiente a la circulación de agua hasta conseguir la temperatura deseada. Esta cantidad de agua supone por tanto un desperdicio y un residuo con elevado coste de tratamiento.

*Aquareturn* es un sistema, diseñado por una empresa de Alicante, que permite recircular el agua a través de la instalación sin dejar verterla a través de la grifería, hasta conseguir una temperatura de 35º C, temperatura considerada óptima para el uso de agua caliente.

Asimismo, también conseguimos un ahorro de energía térmica, ya que el agua tibia o templada que sale por el grifo también la malgastamos así como la energía empleada. Es por esto que el ahorro económico aumenta teniendo en cuenta tanto el ahorro de agua como el de energía térmica.



Fig. 4.14 – Dispositivo Aquareturn

#### 4.2.2.- FUNCIONAMIENTO SISTEMA AQUARETURN

El dispositivo *Aquareturn* se activa al abrir el grifo o monomando del agua caliente, del elemento donde lo tengamos instalado. Lo más recomendable por su fácil instalación, mayor discreción estética y acceso más cómodo para el usuario es colocarlo bajo el lavabo. El sistema genera un circuito cerrado cuando el agua no alcanza los 35°C, reenviándola de nuevo a la tubería de agua fría gracias a una electroválvula para pasar nuevamente por la caldera. Este reenvío de agua se consigue mediante una bomba de recirculación que posee el dispositivo. De esta forma el dispositivo evita que el agua se desperdicie hasta que no esté caliente.



*Fig. 4.15 – Dispositivo Aquareturn bajo lavabo*

*Aquareturn* tiene un consumo prácticamente nulo en reposo, y durante el intervalo en el que el agua está recirculando, es decir, cuando la bomba está en funcionamiento, su consumo es de 0,11 kWh. Se estima aproximadamente un coste de 7 céntimos de euro en energía consumida por cada 1000 litros de agua que se ahorran.

Reseñar que el ahorro total de agua está en función de varios factores, los cuales son: el uso que se le da al agua caliente, el número de personas que conviven, la tipología de la vivienda y el emplazamiento geográfico de la misma.

Según los cálculos realizados por la empresa *Aquareturn* en base a la experiencia obtenida y teniendo en consideración los factores antes comentados, el ahorro medio estimado es de 22 litros por persona al día, es decir, unos 8000 litros de ahorro por persona al año.

El dispositivo *Aquareturn* está garantizado para tener una vida media superior a los 10 años, pero en pruebas de envejecimiento acelerado realizadas por el fabricante se han superado los 25 años de vida útil. Asimismo, se garantiza la no existencia de riesgo de Legionella, ya que la recirculación de agua caliente no es permanente, solo se produce durante unos minutos hasta que el agua alcanza los 35°C. Por tanto actualmente, la normativa europea y la española exigen de control alguno a este dispositivo en cuanto a este aspecto.

#### 4.2.3.- INSTALACIÓN SISTEMA AQUARETURN

*Aquareturn* tiene unas dimensiones de 21,8 cm x 13 cm x 10,6 cm y se instala fácilmente bajo el lavabo del baño (ver Fig. 4.14 y 4.15), conectándose directamente a los latiguillos del mismo. Además se conecta a la red eléctrica (220V) para el funcionamiento de la electroválvula de corte y la bomba de recirculación.

Lo más recomendable es instalarlo en el lavabo del baño que más se use el agua caliente y a la vez que esté más lejos de la caldera, ya que es en este lugar donde tarda más en salir el agua caliente. Cuando *Aquareturn* avisa mediante un sonido que el agua ya ha alcanzado los 35°C, tendremos entonces agua caliente a dicha temperatura en cualquier otro grifo de la vivienda.

*Aquareturn* es también más ventajoso, a la hora del ahorro de agua y de energía térmica, en viviendas que tengan instalados captadores solares para calentar el agua caliente sanitaria, porque la distancia entre el captador solar y el grifo aumenta considerablemente en este tipo de instalaciones; es obvio que sin el dispositivo, desperdiciamos más litros de agua no calentada existente en la tubería.

En la siguiente figura, se detalla esquemáticamente la instalación de ACS y su funcionamiento sin y con dispositivo *Aquareturn*.

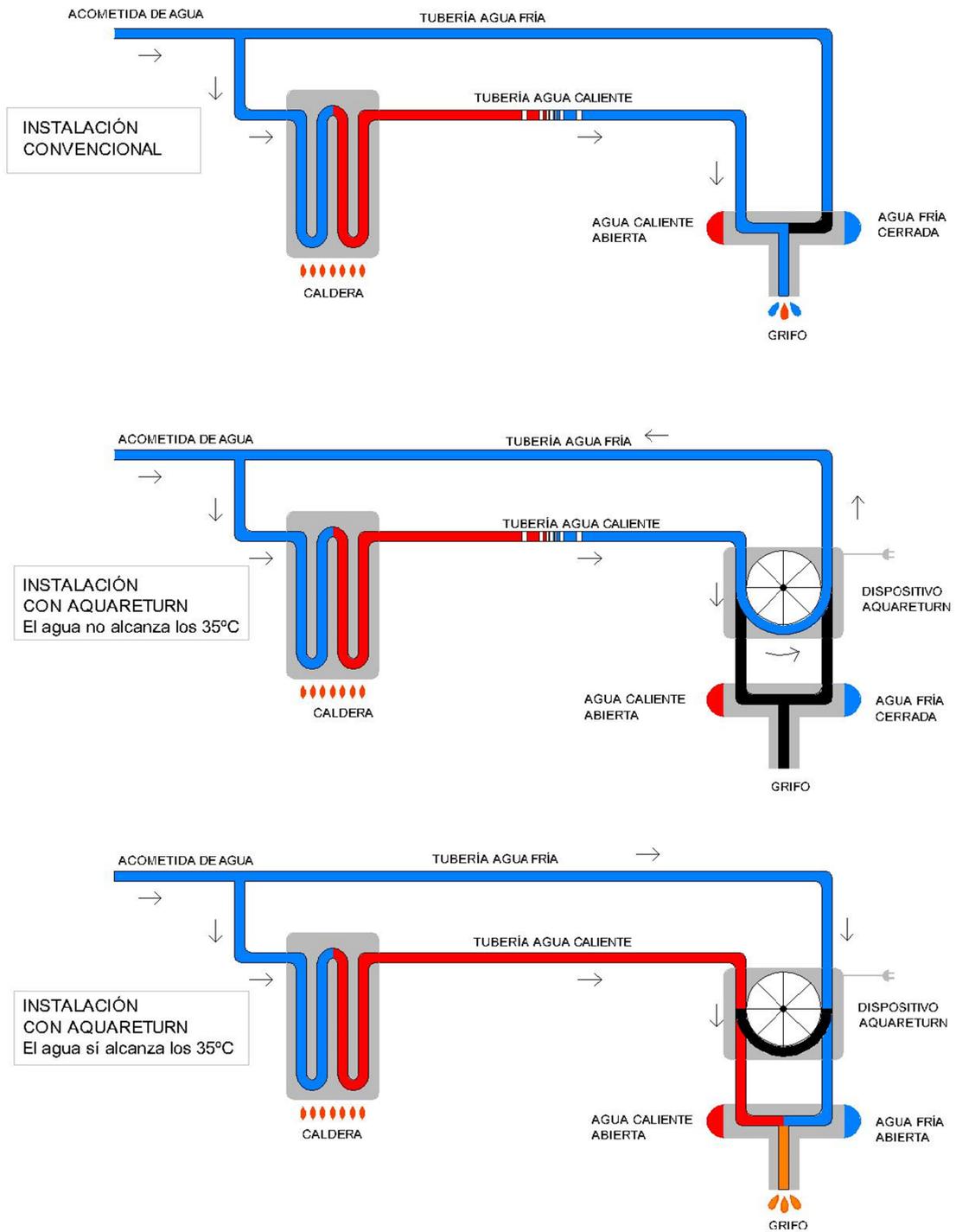


Fig. 4.16 – Esquema instalación sistema Aquareturn

#### 4.2.4.- APLICACIÓN SISTEMA AQUARETURN A LA VIVIENDA

Para la implantación de este sistema hemos considerado lógicamente los cuartos húmedos que posee la vivienda. En la planta baja tenemos un baño completo de uso general y la cocina abierta al comedor, la cual dispone de lavavajillas. Y por otro lado, en la planta primera tenemos cuatro baños completos de uso privativo para cada uno de los cuatro dormitorios.

Hemos considerado instalar 5 dispositivos de *Aquareturn*, uno bajo el lavabo del baño de la planta baja (ver Fig. 4.17), y los cuatro restantes igualmente en cada uno de los baños de la planta primera (ver Fig. 4.18). De esta forma garantizamos el desperdicio nulo de agua en el uso de agua caliente en todos los baños de la vivienda, principalmente teniendo en cuenta el uso más bien privativo de los cuatro baños de la planta superior.

En cuanto a la cocina hemos considerado despreciar la colocación de otro dispositivo de *Aquareturn*, ya que se dispone de lavavajillas, por lo tanto la demanda de agua caliente en la misma será muy puntual. De todas formas, si queremos desperdiciar la menor cantidad de agua posible, y en caso de necesitar agua caliente en la cocina, se podría ir al baño situado en la planta baja y hacer actuar el dispositivo *Aquareturn*. Así el desperdicio de agua sería casi nulo, porque al abrir el grifo de la cocina saldría el agua fría o templada durante un pequeño intervalo, correspondiente ésta a la que permanece en el tramo de tubería que abastece a la cocina.

Comentar por último que para mejorar la estética de la instalación del dispositivo *Aquareturn*, además de situarlo bajo el lavabo o integrarlo de manera oculta en el posible mueble de baño, con relación a la alimentación eléctrica del mismo, se puede dejar en fase de obra la canalización entubada empotrada para ocultar la acometida eléctrica.

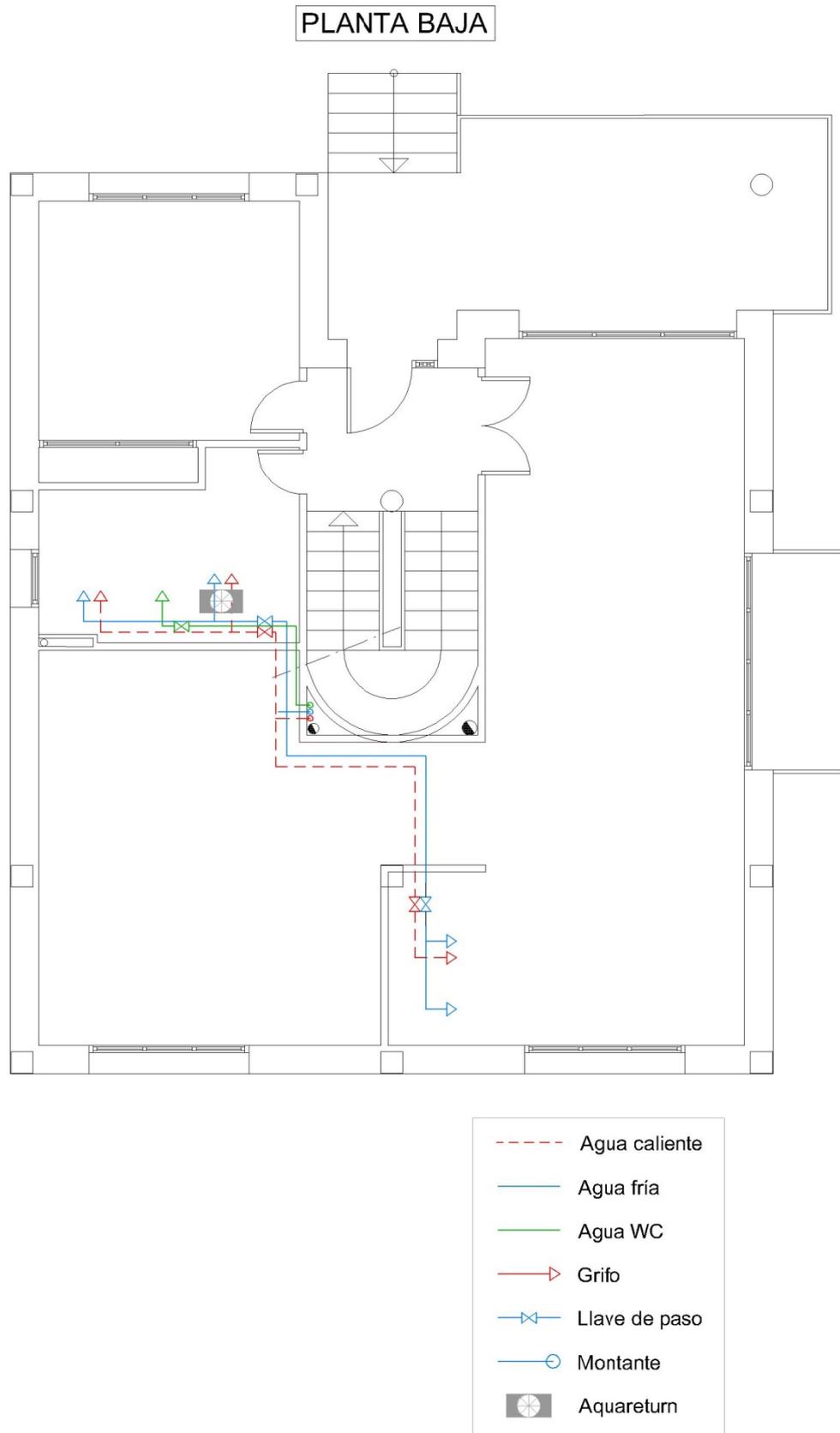


Fig. 4.17 – Plano instalación sistema Aquareturn en Planta Baja

PLANTA PRIMERA

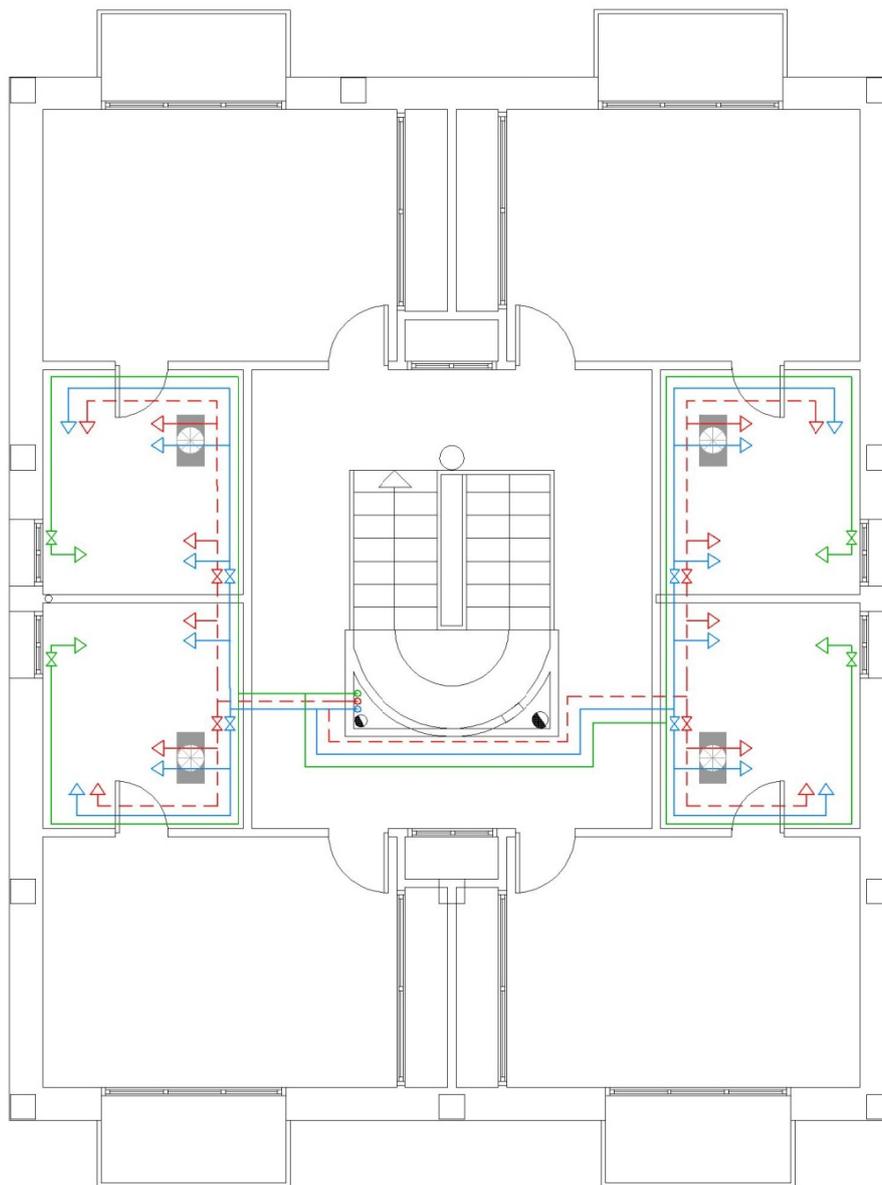


Fig. 4.18 – Plano instalación sistema Aquareturn en Planta Primera

#### 4.3.- SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS), CALEFACCIÓN Y RECUPERACIÓN DE AGUAS GRISES - GEMAH

En este apartado el objetivo es proponer un sistema que nos satisfaga la necesidad de la producción de Agua Caliente Sanitaria (ACS), la calefacción por suelo radiante y además realiza la reutilización de Aguas Grises.

La empresa española Kalhidra, S.L., sita en Algemesí, (Valencia), ha desarrollado un sistema de producción de Agua Caliente Sanitaria de alta eficiencia, denominado Gemah (Gestor Energético Medio-Ambiental Hidrotérmico) (ver Fig. 4.19). El funcionamiento energético de este innovador sistema está basado en la recuperación del calor residual de las aguas grises de las viviendas (energía hidrotérmica), combinado con la alta eficiencia de la bomba de calor para la producción de la calefacción (energía aerotérmica).



Fig. 4.19 – Módulo Gemah

Es un novedoso sistema para mejorar el ahorro energético y aumentar el cuidado del medio ambiente, consiguiendo también una mejora en la calificación energética de la vivienda, ya que disminuye las emisiones de CO<sub>2</sub> en comparación con los sistemas tradicionales de generación de Agua Caliente Sanitaria.

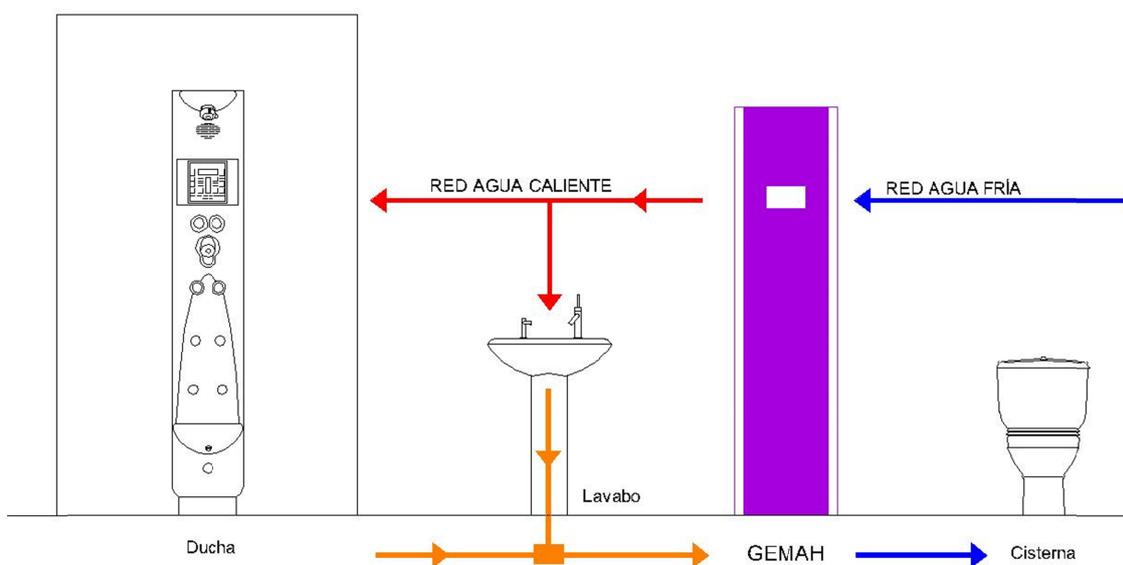
El sistema está patentado con un valor COP de 6,51, certificado por el organismo independiente Instituto Tecnológico de la Energía (ITE), obteniendo de esta manera el certificado EVO (Efficiency Valuation Organization), logrando mayores rendimientos cuando más grande es la instalación y más puntos de consumo tenga.

También consigue reducir el consumo de agua, debido a la reutilización de las aguas grises en las cisternas de los inodoros.

Por lo tanto, las energías utilizadas por Gemah son la energía hidrotérmica y la aerotérmica. Las dos son fuentes de energías renovables, limpias, e inagotables, y tienen como característica principal reducir el consumo energético y disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub>.

#### 4.3.1.- PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISAS GEMAH

Este sistema está compuesto por un depósito de agua caliente, un depósito frío, una bomba de calor que posibilita los intercambios, un intercambiador adicional y un mecanismo de captación de aguas grises.



*Fig. 4.19 – Esquema básico funcionamiento sistema Gemah*

El circuito se inicia por la entrada de agua de la red que alimenta la distribución de agua fría de la vivienda y la red de ACS. El sistema Gemah calienta en fase inicial el agua en su depósito superior de agua caliente a la espera de ser demandada en los puntos de uso, que mayoritariamente son ducha, lavabo, bidet y fregadero. En situación normal ese ACS se desperdicia por el desagüe cuando es usada, desechando tanto el agua como la energía en forma de calor. El Sistema Gemah, con su mecanismo de captación mediante la bomba de aspiración, al detectar el llenado de aguas grises mediante sonda en la arqueta sifónica, recoge esta agua y la dirige al depósito inferior (depósito frío), que previamente se ha filtrado y desinfectado.

Es en el depósito frío donde a través de la acción frigorífica del compresor que incorpora, se recupera la energía y se devuelve al depósito caliente, cerrando el ciclo de reciclaje de la energía. Una vez extraído el calor del agua, esta agua ya fría se utiliza para el llenado de las cisternas de los inodoros. De esta forma se puede llegar a disminuir el consumo de agua hasta un 35 %.

En el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE) del Código Técnico de la Edificación (CTE), actualizada en septiembre del 2013, y más concretamente en su sección DB HE-4, se establece el requisito de una contribución solar mínima en la producción del agua caliente sanitaria.

En nuestro caso, nuestra vivienda consta de 5 dormitorios (ocupación mínima de 6 personas conforme tabla 4.2. del DB HE-4 del CTE), se encuentra en la zona climática III (zona climática de Ademuz), y tiene una demanda de referencia a 60°C de 28 litros/día x persona (según tabla 4.1 del DB HE-4 del CTE). Por lo tanto deberíamos aportar como mínimo un 40 % en energía solar térmica para la producción de agua caliente sanitaria (según tabla 2.1. del DB HE-4 del CTE).

Por otro lado, en el punto 4 del apartado 2.2.1. *Contribución solar mínima para ACS y/o piscinas cubiertas* del DB HE-4 del CTE, se establece que:

4 La contribución solar mínima para ACS y/o climatización de piscinas cubiertas 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; bien realizada en el propio edificio o bien a través de la conexión a una red de climatización urbana.

Fig. 4.20 – Punto 4, apartado 2.2.1, del HE-4

Por lo tanto, Gemah es un sistema de producción de ACS con reaprovechamiento del calor residual de las aguas grises y su funcionamiento está basado en el consumo de una fuente de energía renovable (según la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo la energía hidrotérmica está considerada de procedencia renovable), por ello el sistema Gemah cumple las condiciones necesarias para considerarse como alternativa a los sistemas de energía solar térmica para el abastecimiento de agua caliente sanitaria.

Además, en la publicación *Comentarios al RITE 2007* llevada a cabo por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), en su apartado 1.2.4.6. "Aprovechamiento de energías renovables", se hace referencia a lo siguiente:

Los sistemas de paneles solares térmicos podrán ser sustituidos por otras técnicas de energías renovables, como sistemas de cogeneración o calderas de biomasa (método prestacional), siempre que no venga superada la producción de CO<sub>2</sub> del sistema exigido por la Administración (método prescriptivo) sobre una base anual:

Producción CO<sub>2</sub> de método prestacional ≤ Producción CO<sub>2</sub> de método prescriptivo

Fig. 4.21 – Comentarios al RITE 2007 por IDAE

De este modo, y atendiendo al comentario anterior, podemos plantear para nuestro caso un ejemplo que muestre las posibilidades que presenta el sistema Gemah en cuanto a las emisiones de CO<sub>2</sub>, como sistema alternativo para la generación de ACS con respecto al sistema de energía solar térmica.

En nuestro caso, como hemos detallado anteriormente, debemos aportar como mínimo un 40% de agua caliente sanitaria mediante energía solar térmica, y el 60% restante se aportaría mediante apoyo eléctrico. (0,370 KgCO<sub>2</sub>/KWh).

Considerando una cantidad representativa de demanda de energía para la producción de ACS de 2.000 KWh, vamos a realizar un comparativo de emisiones de CO<sub>2</sub> producidas:

\* 40 % del ACS mediante energía solar térmica y 60% mediante energía eléctrica:

$$2.000 \text{ KWh} \times 0,6 \times 0,370 \text{ KgCO}_2/\text{KWh} = 444 \text{ KgCO}_2$$

\* 100 % del ACS mediante Gemah: (COP<sup>(\*)</sup> Gemah= 6,51)

$$2.000 \text{ KWh} / 6,51 \times 0,370 \text{ KgCO}_2 / \text{KWh} = \mathbf{113,67 \text{ KgCO}_2}$$

(\*) COP - Coeficiente de eficiencia energética para bombas de calor: relación entre la capacidad calorífica y la potencia efectivamente absorbida por la unidad.

Teniendo en cuenta los resultados anteriores podemos decir que el sistema Gemah ofrece una reducción muy considerable de las emisiones de CO<sub>2</sub>, reduciéndolas en un 74,4 % respecto a lo mínimo exigido por el CTE como contribución solar mínima para ACS.

En el siguiente diagrama podemos observar la baja emisión de CO<sub>2</sub> que realiza el sistema Gemah para la producción de agua caliente sanitaria, en comparación con otros sistemas más convencionales. (Ver Fig. 4.22).

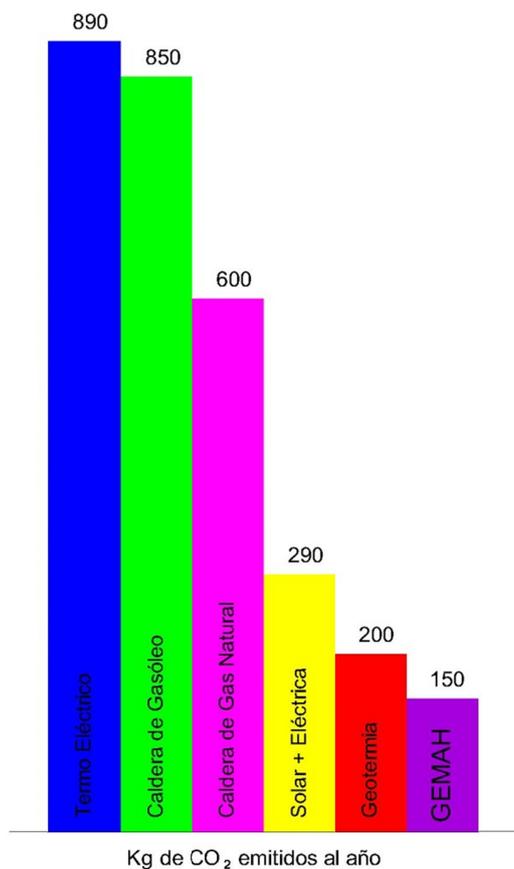


Fig. 4.22 – Emisiones de CO<sub>2</sub> sistema Gemah

Asimismo, en el siguiente diagrama podemos observar el alto rendimiento energético que posee este sistema para la producción de agua caliente sanitaria, debido a su alto coeficiente COP, relación entre la capacidad calorífica y la potencia consumida, es decir, cantidad de Kwh de energía calorífica generada por cada Kwh de energía consumida por el sistema. Este valor para el sistema Gemah es de 6,51. (Ver Fig. 4.23).

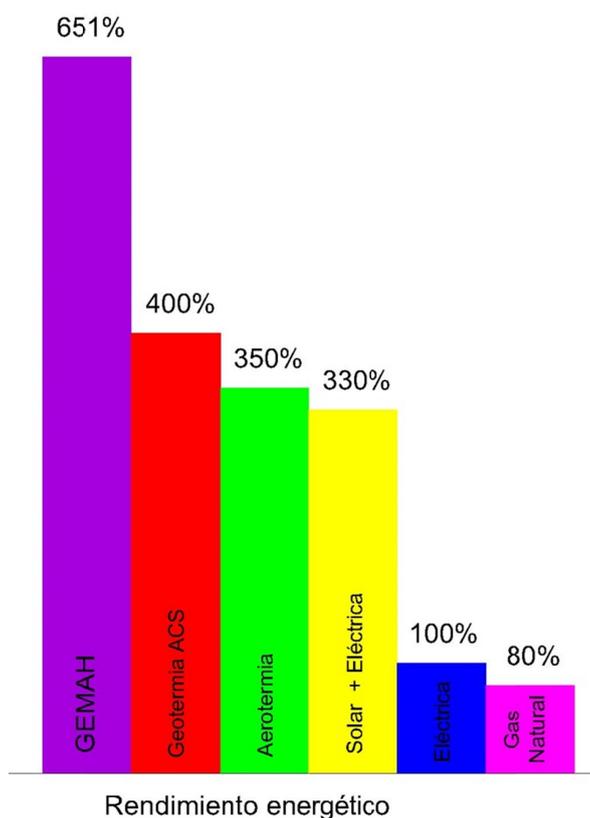


Fig. 4.23 – Rendimiento energético sistema Gemah

Por último, reseñar que con este sistema se consigue aumentar la calificación energética de la vivienda, ya que aprovecha el excedente energético desperdiciado por el desagüe, la energía residual del agua caliente sanitaria ya utilizada, y además, permite la reutilización de esta agua para el llenado de las cisternas de los inodoros.

#### 4.3.2.- PRODUCCIÓN DE CALEFACCIÓN - REFRIGERACIÓN GEMAH

Con un módulo complementario a Gemah, conseguimos satisfacer las necesidades de climatización por suelo radiante. Este sistema nos abastece tanto la calefacción como la refrigeración, aunque nuestro objetivo inicial era sólo el de calefacción, ya que por la zona donde se encuentra ubicada la localidad Mas del Olmo, las posibilidades de necesitar un sistema de refrigeración son mínimas.



Fig. 4.24 – Esquema solución climatización – Ficha Técnica Gemah Integral.

#### ENERGÍA AEROTÉRMICA

Este sistema utiliza la energía aerotérmica, energía térmica acumulada en el aire exterior. Es una energía renovable e inagotable, se pueden extraer grandes cantidades y no peligran su existencia.

El aire contiene calorías aún en pleno invierno, solo en el caso de que la temperatura fuera cero absoluto (-273,15 °C) el aire no contendría nada de calor. La localidad Mas del Olmo, podemos considerarla de clima frío – medio en invierno y suave en verano, ocasionalmente la temperatura baja por debajo de los -10°C, lo que nos proporciona una energía calorífica “gratis” durante todo el año. La aerotermia permite captar esta energía calorífica del exterior y usarla para calentar la vivienda.

Para ello utilizamos un sistema de traspaso de calor compuesto principalmente por dos unidades. Una unidad exterior que capta las calorías del aire, y otra unidad interior que las transfiere a un circuito de agua de tipo calefacción centralizada, que en nuestra vivienda consiste en suelo radiante.

La unidad exterior es la bomba de calor aerotérmica, la cual extrae la energía calorífica del aire y mediante el fluido refrigerante que circula entre ambas unidades impulsado por un compresor, transfiere estas calorías a la unidad interior, módulo Gemah, el cual hace de intercambiador con la red de distribución de suelo radiante. (Ver Fig. 4.25).

En este tipo de sistema basado en la energía aerotérmica, el único consumo de energía eléctrica que se requiere es el correspondiente al compresor Scroll y al ventilador exterior. Esta energía eléctrica consumida supone entre un 25 % y un 50 % de la potencia de calefacción generada a la vivienda. Esto justifica que el COP en calefacción del sistema Gemah está comprendido entre 2,6 – 4,5, conforme a la tabla de especificaciones técnicas. (Ver Fig. 4.26).

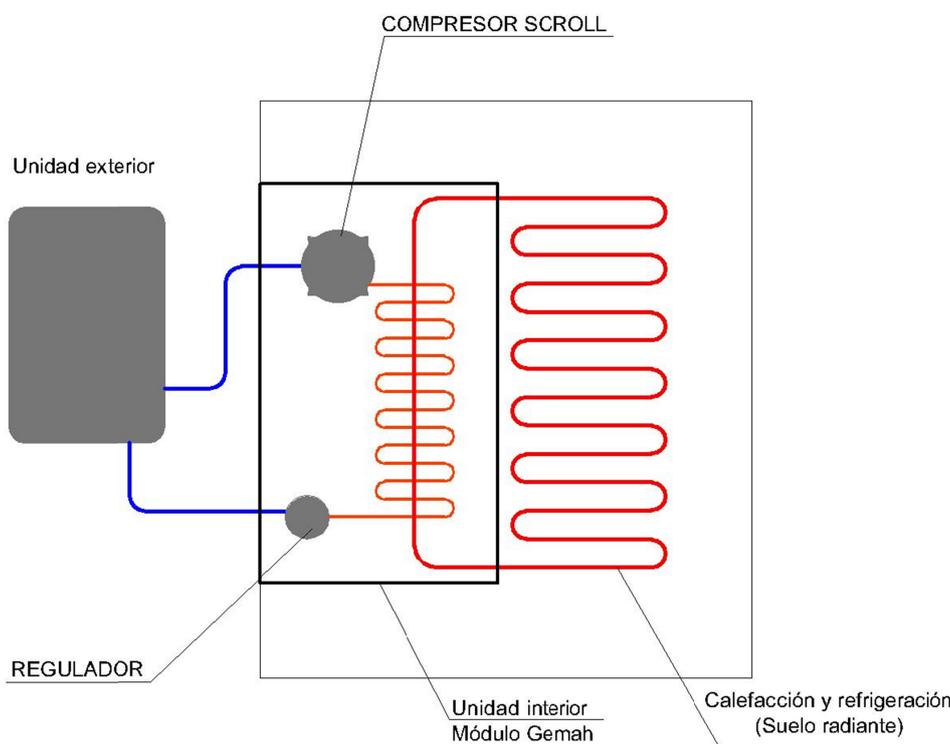


Fig. 4.25 – Climatización aerotérmica con suelo radiante

DATOS TÉCNICOS		UNIDADES	GI-18kw
Conexión eléctrica			220- 240V/50Hz/Monofásico
Refrigerante			R410A
Capacidad de refrigeración		W	5.200 – 16.000
Capacidad de calefacción		W	6.800 – 18.000
Potencia refrigeración		W	2.200 – 7.000
Potencia calefacción		W	2.100 – 5.600
COP – Calefacción / ACS			2,6 – 4,5 / 6,51
Compresor	Tipo		Scroll
Ventilador	Tipo		Axial
	Caudal	m <sup>3</sup> /h	7.500
	Potencia	W	320
Intercambiador de aire	Tipo		Plano
	Superficie	m <sup>2</sup>	1,41
Potencia sonora		dB(A)	35 / 56
Intercambiador de agua	Tipo		Intercambiador de placas
Bomba	Máx. Caudal	m <sup>3</sup> /h	3

Fig. 4.24 – Datos técnicos – Gemah Integral GI-18Kw

## SUELO RADIANTE

Como ya hemos comentado, para completar la climatización de la vivienda, el sistema elegido para calentar la vivienda es un suelo radiante.

El suelo radiante se compone por un conjunto de tuberías situadas por debajo del pavimento, distribuidas de manera homogénea para cubrir toda la superficie a calentar. De esta manera el calor producido bajo el suelo calentará inicialmente el aire inferior y progresivamente este aire irá ascendiendo, por su menor densidad que el aire frío, completando el calentamiento de toda la estancia.



*Fig. 4.25 – Imagen tipo suelo radiante*

Este aspecto deriva en una de las características principales a destacar de la calefacción por suelo radiante, el calor que se necesita es más bajo que para otros sistemas, ya que las temperaturas necesarias para el agua están entre 35°C-45°C (climatización Integral Gemah), repercutiendo por tanto en un mayor ahorro energético, y consecuentemente un menor coste económico. Asimismo, la emisión del calor se produce por radiación, lo que deriva en una menor pérdida calorífica por los

cerramientos exteriores. Para obtener iguales condiciones caloríficas en un mismo espacio, la calefacción mediante suelo radiante necesita generalmente entre un 15 % y un 20 % menos de energía.

Para la refrigeración, en este sistema Gemah, el agua alcanza una temperatura de 15°C, lo permite refrescar la estancia absorbiendo el exceso de calor.

Por otra parte, el tipo de pavimento a colocar sobre una instalación de suelo radiante no suele presentar ningún problema, siendo totalmente válidos el mármol, cerámica, terrazo, etc... siendo los menos aconsejables los materiales que pueden verse afectados por la humedad, es decir, tarimas y parquets.

La ubicación de las tuberías sobre el forjado irá precedida por un aislante para evitar que el calor fluya en sentido descendente, y tras utilizar un sistema de fijación para las tuberías se cubrirán con un material que sea el soporte del pavimento (mortero autonivelante, mortero convencional,...etc).

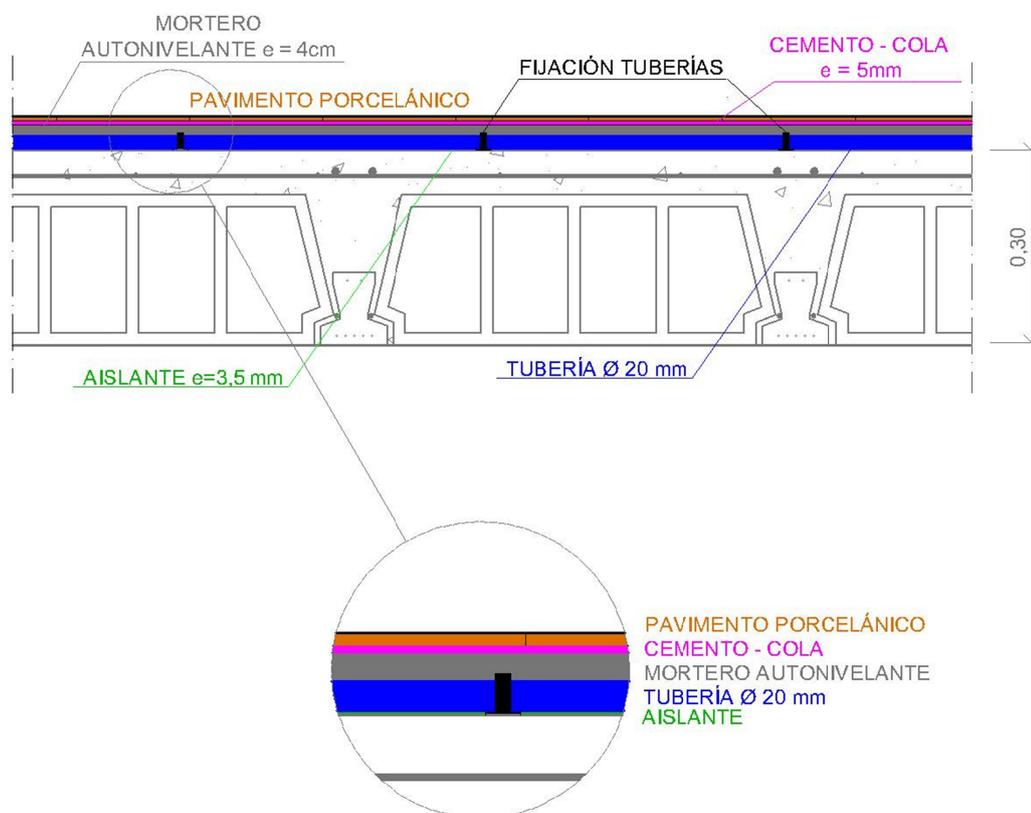


Fig. 4.26 – Detalle Suelo Radiante

En nuestro caso, el pavimento colocado es un porcelánico, totalmente compatible con esta instalación de suelo radiante, colocado con mortero cola sobre una capa de mortero autonivelante. Este mortero embebería el sistema de tuberías de suelo radiante. (Ver Fig. 4.26).

Reseñar también, que cuanto menor resistencia térmica y mayor conductividad tengan estos materiales, favorecerá una mejor transmisión de calor y una mayor eficiencia del sistema.

Por otro lado, hay que tener muy en cuenta el aislamiento de la envolvente exterior, ya que cuanto más óptimo sea, menor podrá ser la superficie de instalación y el rendimiento de la misma será mayor.

Otros aspectos ventajosos del suelo radiante son:

- La posibilidad de aplicar en superficies grandes sin elementos verticales de partición.
- El calor se distribuye uniformemente sin reseca el ambiente.
- Muy indicado para personas con problemas alérgicos, ya que evita la creación de polvo y ácaros. Evita también la contaminación por aire entre distintas estancias.
- Es una instalación no visible, por lo que no interfiere a la distribución de la vivienda.
- Mantenimiento prácticamente nulo.
- Permite ajustar la temperatura necesaria individual en cada zona.

Finalmente, podemos destacar que este sistema de calefacción está considerado actualmente como el más saludable según la OMS (Organización Mundial de la Salud).

#### 4.3.3.- APLICACIÓN SISTEMA GEMAH

Una vez descrito el sistema Gemah y sus componentes principales, para poder resolver la demanda de agua caliente sanitaria y calefacción/refrigeración, vamos a describir como implantarlo en nuestra vivienda.

La unidad exterior o bomba de calor la hemos ubicado en la fachada oeste aproximadamente a cota de calle, considerando que es la zona exterior de menos uso, de menor impacto visual de toda la parcela, presenta una mayor facilidad de instalación debido a su proximidad a la unidad interior sita en la planta semisótano.

En el interior de la planta semisótano, conforme recomendación del fabricante, tendremos por tanto, el módulo Gemah de generación de agua caliente sanitaria y climatización. Hemos considerado la mayor proximidad posible entre las unidades del sistema para favorecer el rendimiento del mismo. (Ver Fig. 4.27).

En cuanto a la instalación para la producción de agua caliente sanitaria, se ha realizado arqueta junto al módulo Gemah, para recibir las aguas grises provenientes de lavabos, duchas, bidés y fregadero, así poder hacer la reutilización de las mismas y su posterior distribución a las cisternas de los inodoros. La reutilización de las aguas grises se realiza mediante aspiración por parte del módulo Gemah gracias a una sonda de llenado en la arqueta. Posteriormente, la energía hidrotérmica (energía térmica residual del agua), se emplea para la producción de agua caliente sanitaria, distribuida desde el módulo Gemah a través de la red de distribución de agua caliente. En el caso hipotético de que la demanda de agua caliente sanitaria sea mayor que la que se pueda generar por hidrotermia, el sistema está preparado para satisfacer esa demanda con energía aerotérmica.

Por otro lado, para la función de calefacción / refrigeración, en el módulo Gemah se produce el intercambio de calor entre el fluido refrigerante del sistema aerotérmico y el agua de la red de distribución de suelo radiante. Desde este módulo parten los distintos circuitos a las estancias a climatizar. Asimismo, si hubiera disponible energía hidrotérmica excedente, el sistema está configurado para utilizarla en la calefacción de la vivienda.

Comentar por último, que la instalación de suelo radiante se sectorizaría, según necesidades, con dispositivos de regulación individual para cada zona.

En las fig. 4.27a y 4.27b podemos observar la distribución de los distintos elementos del sistema mencionados anteriormente.

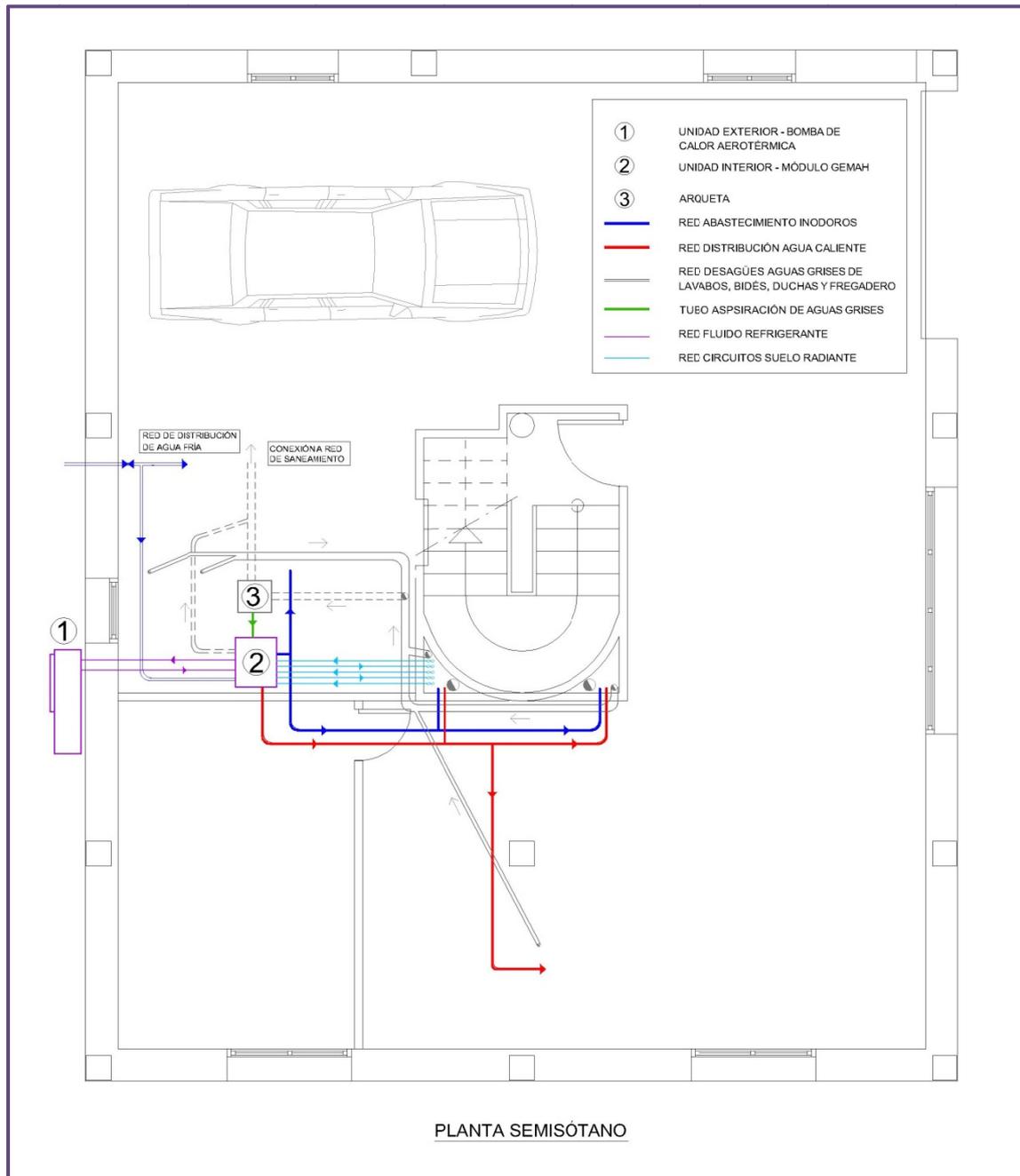


Fig. 4.27a – Planta semisòtano – Distribuciòn instalaciòn sistema Integral Gemah

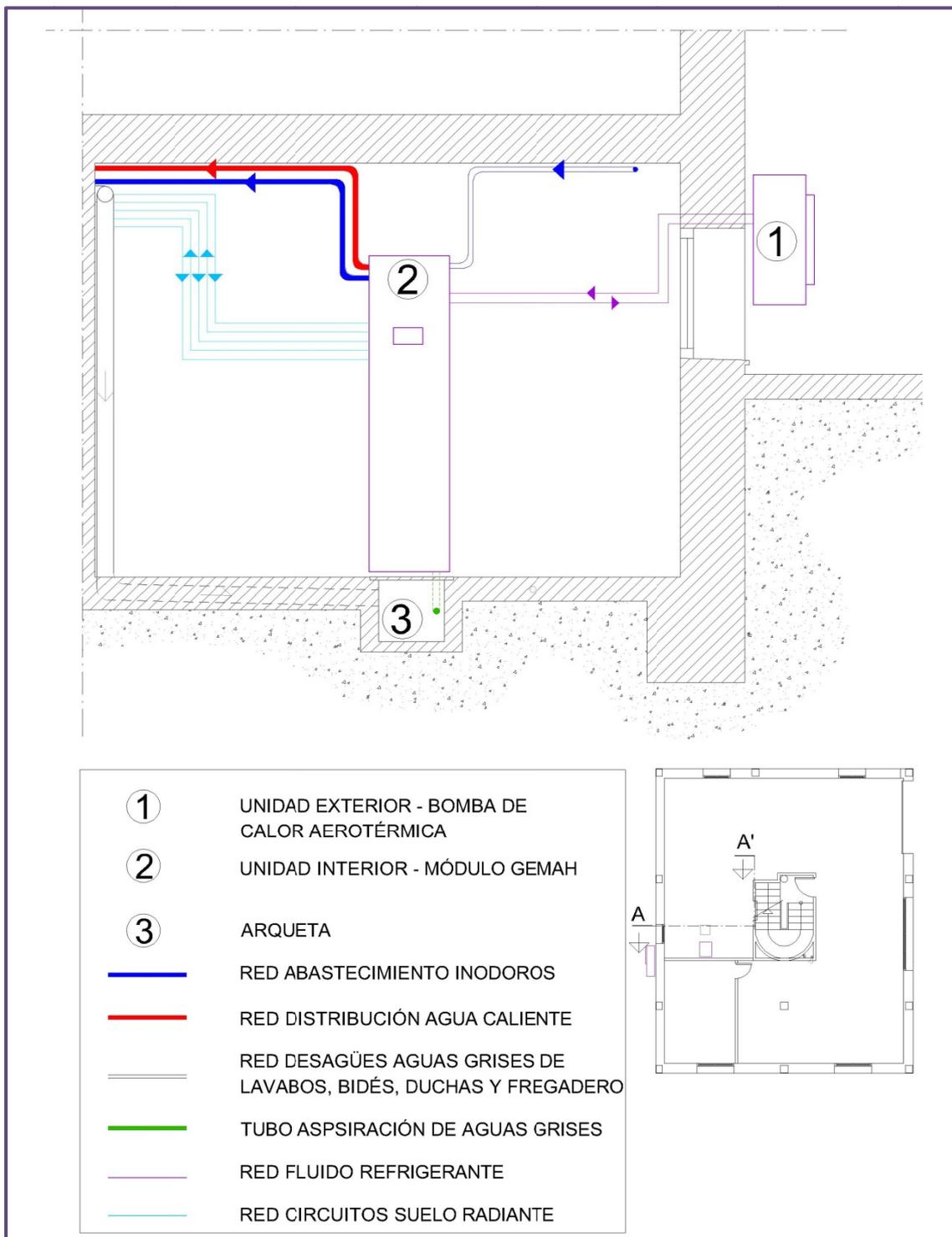


Fig. 4.27b – Sección A-A' – Distribución instalación sistema Integral Germah

#### 4.4.- SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO - SOLAR FOTOVOLTAICO

En este apartado, el objetivo es proponer mediante el uso de energía renovable, la generación de la totalidad de energía eléctrica que consume la vivienda, o gran parte de ella. Para ello vamos a plantear la instalación de un sistema híbrido eólico y solar fotovoltaico. En primer lugar, desarrollaremos en qué consisten cada una de estas energías, sus principales características y ventajas, así como las instalaciones necesarias para su desarrollo.

##### 4.4.1.- ENERGÍA EÓLICA

La energía eólica es una energía renovable, limpia e inagotable. Procede de la energía del sol, porque la radiación solar calienta de forma diferencial a la atmósfera y produce cambios de temperaturas y presiones, y así origina que el aire se ponga en movimiento, provocando viento. Desde hace mucho tiempo, esta energía ha sido utilizada para impulsar navegaciones, o para producir energía mecánica (antiguos molinos de viento).



En la actualidad, España es el cuarto país del mundo en generar electricidad mediante energía eólica, (21.600 MW), detrás de China, Estados Unidos y Alemania.

La energía eólica tiene innumerables ventajas respecto a otras energías, debido a que es una energía renovable, no quema ningún combustible para producir electricidad y por tanto no produce ninguna contaminación al medio ambiente.

Dentro de este tipo de energía y acercándose más a nuestro caso, existe la denominada energía minieólica que es la energía creada por aerogeneradores con una potencia < 100 Kw. Se puede usar en zonas aisladas donde no hay suministro eléctrico y así autoabastecerse. La energía eléctrica se genera cuando la energía cinética del viento hace girar las aspas de un aerogenerador. Esta energía se envía a unas baterías donde se almacena para utilizarla cuando sea necesario. Un inversor convierte la corriente continua en alterna (220 V) para su consumo.

Dependiendo de si las instalaciones de energía minieólica son autónomas o están conectadas a la red eléctrica, los elementos componentes de la instalación los podemos resumir de la siguiente manera: (ver Fig. 4.28).

- Para sistemas autónomos: aerogenerador, acumuladores de energía (baterías), reguladores de carga, convertidores de CC/AC.
- Para sistemas conectados a la red: aerogenerador, inversor de CC/AC, cuadro de interconexión con la red.

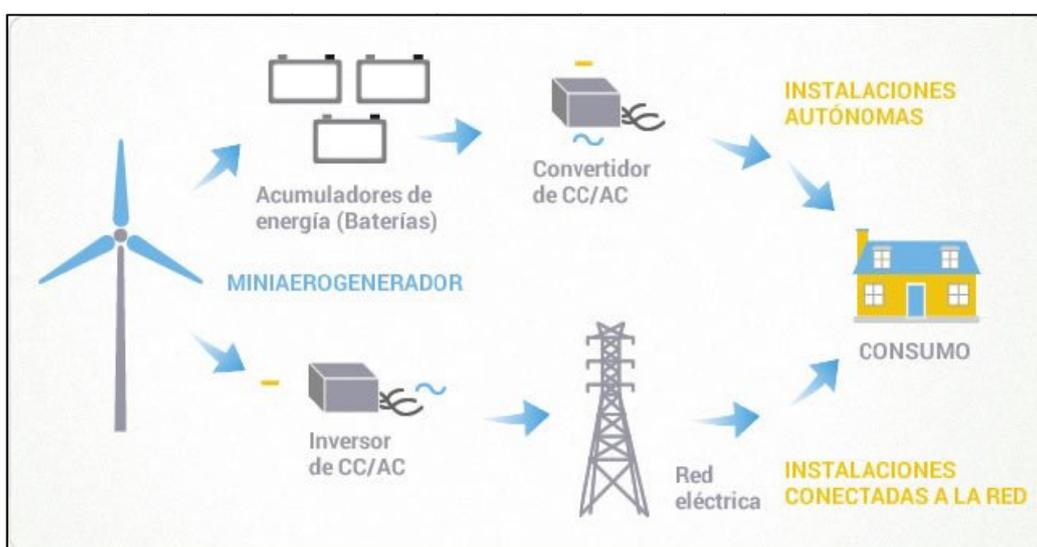


Fig. 4.28 –Esquema sistema energía eólica – clickrenovables.com

La turbina de viento o aerogenerador es un mecanismo capaz de producir electricidad de la energía cinética del viento, aprovecha la energía eólica y la transforma en energía eléctrica. El viento hace girar las paletas de la turbina del aerogenerador de forma que produce electricidad por la rotación de una bobina magnética. Estos aerogeneradores normalmente se clasifican en dos tipos: de eje vertical y de eje horizontal.



*Fig. 4.29 – Ejemplos de Aerogeneradores de eje horizontal y de eje vertical*

Los primeros aerogeneradores que existieron y los que también actualmente son más comunes, son los de eje horizontal (ver Fig. 4.29). Su principal ventaja es que al ser una tecnología más revisada y probada tienen un rendimiento algo más elevado. Por el contrario, la desventaja más notable es que tienen que orientarse de forma automática según la dirección del viento para optimizar la producción de electricidad, y funciona a más revoluciones, lo que produce un mayor ruido con respecto a los aerogeneradores de eje vertical y un mayor desgaste de las partes mecánicas. Estos aerogeneradores no toleran bien los vientos racheados o débiles.

Los aerogeneradores de eje vertical, por su parte, son de creación más reciente, tienen un aspecto visual de menor impacto y no han de orientarse, por lo que siempre están en posición óptima con respecto a la incidencia del viento. Además son más silenciosos y su sistema de rotación es menos peligroso para las aves. También son más adecuados para zonas con viento débil.

#### 4.4.2.- ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

La energía solar fotovoltaica consiste en la transformación de la radiación solar en electricidad mediante el efecto fotovoltaico, producido en dispositivos llamados paneles fotovoltaicos.

Las instalaciones fotovoltaicas se pueden clasificar en dos grandes grupos: instalaciones aisladas de la red eléctrica, e instalaciones conectadas a la red eléctrica.



-Instalaciones aisladas de la red eléctrica. Su uso está destinado para pequeños consumos eléctricos en el mismo lugar donde se produce la demanda, como viviendas sin posibilidad de conexión a la red eléctrica, servicios de señalización y alumbrado público, aplicaciones agrícolas, refugios de montaña,...etc. Los componentes básicos para esta tipología son: paneles solares fotovoltaicos, acumuladores de energía eléctrica (baterías), reguladores de carga y convertidores de CC/AC.

-Instalaciones conectadas a la red eléctrica. Pueden darse dos casos, que la energía eléctrica generada se entrega a la red eléctrica, como las centrales fotovoltaicas, o bien, que parte de la energía generada es para el autoconsumo y el excedente de energía es entregada a la red eléctrica, como los sistemas fotovoltaicos de industrias o edificios. Los componentes básicos para esta tipología son: paneles solares fotovoltaicos, ondulador o inversor de CC/AC y cuadro de interconexión con la red.

Las ventajas de esta energía son: no genera contaminantes atmosféricos, ya que no se produce ningún tipo de combustión en su producción. El silicio, elemento base de los paneles fotovoltaicos es muy abundante. No genera ningún tipo de contaminación acústica.

Dependiendo si las instalaciones son autónomas o están conectadas a la red eléctrica, sus componentes son los siguientes: (ver Fig. 4.30).

- Para sistemas autónomos: aerogenerador, acumuladores de energía (baterías), reguladores de carga, convertidores de CC/AC.

- Para sistemas conectadas a la red: aerogenerador, inversor de CC/AC, cuadro de interconexión con la red.

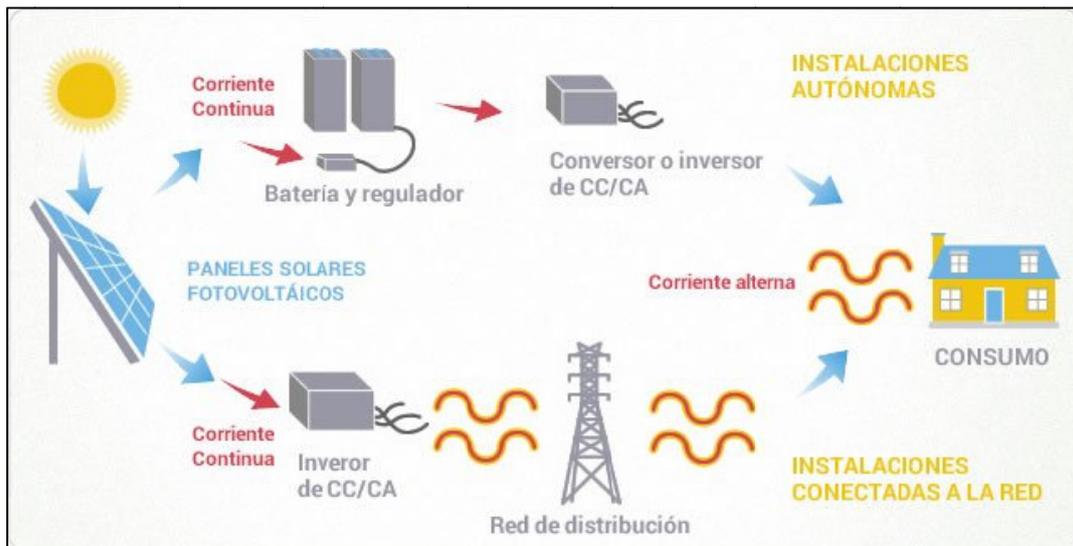


Fig. 4.30 –Esquema sistema energía solar fotovoltaica – clickrenovables.com

#### 4.4.3.- DESCRIPCIÓN SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO - SOLAR FOTOVOLTAICO KLIUX

Para el suministro de energía eléctrica de nuestra vivienda, buscando el aprovechamiento de los recursos naturales disponibles, hemos elegido un sistema híbrido eólico y solar fotovoltaico de la marca Kliux Energies, empresa nacional sita en Logroño (La Rioja).

En este sistema intervienen dos energías renovables, la energía eólica y la energía solar. Está compuesto por un aerogenerador de eje vertical de Kliux Energies y placas solares fotovoltaicas. De esta forma se podrá optimizar la generación de electricidad, aprovechando la energía solar al máximo y el viento existente durante las 24 horas del día.

El aerogenerador Kliux elegido es el aerogenerador Zebra (ver Fig. 4.31 y 4.32), un aerogenerador de eje vertical diseñado y fabricado en España. Tiene nueve álabes alfa de poliuretano expandido, los cuales reciben, conducen, retienen el viento el mayor tiempo posible y realizan la función de arrastre para obtener la máxima energía.

Una de las principales características de los aerogeneradores de eje vertical es que tienen una velocidad lenta de giro, lo que proporciona una buena integridad estructural, bajo desgaste mecánico, menor necesidad de mantenimiento y una baja emisión de ruido (nivel acústico de 32,6 dBA a una distancia de 10 m con vientos de 6 m/s).



*Fig. 4.31 –Aerogenerador Kliux Zebra y sistema híbrido eólico – solar Kliux*

El aerogenerador Kliux Zebra no necesita sistema de arranque, tiene una potencia nominal de 1.800 W a 70 r.p.m., y su velocidad de arranque es de 3 m/s (10,8 Km/h). Se le estima una durabilidad mínima de 25 años.

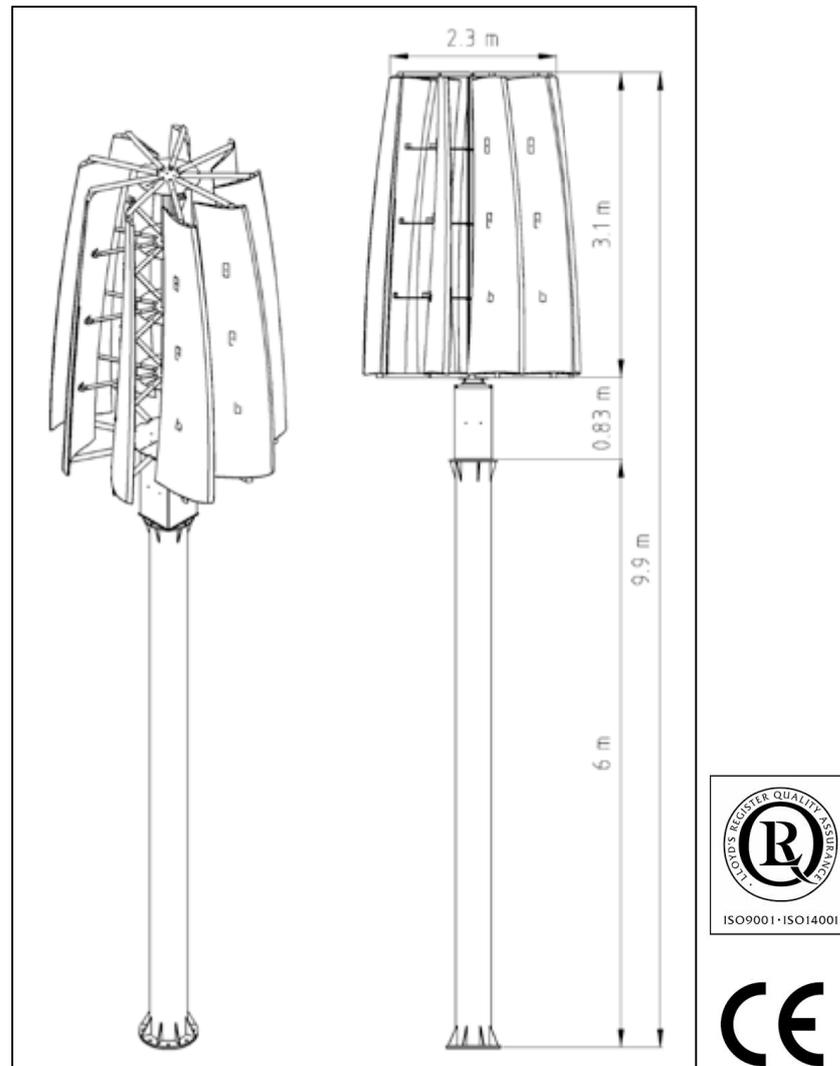


Fig. 4.32 –Aerogenerador Kliux Zebra – Dimensiones

En cuanto a sus características dimensionales: el diámetro del rotor es de 2,36 m, con una alatura de 3,10 m, y la altura de su transmisión es 0,83 m. El mástil por su parte tiene una altura total de 6 m, por lo que la altura total del aerogenerador Kliux Zebra es de 9,93 m.

El peso del mástil es de 351 Kg, y el peso del rotor más generador y transmisión es de 375 Kg.

Como todos los aerogeneradores de eje vertical, el Kliux Zebra siempre está orientado al viento, y es capaz de aprovechar todo tipo de corrientes de aires y vientos, independientemente de la intensidad y la dirección de éstos. Su perfil aerodinámico permite autolimitar su velocidad de giro máxima, por lo que no es necesario mecanismo de frenado.

En la Fig. 4.33, se puede observar la energía anual generada por un aerogenerador Kliux Zebra en función de la velocidad media de viento.

MEDIA VIENTO (m/s)	ENERGÍA ANUAL GENERADA (kWh)
4	736
5	1.789
6	2.616
7	3.717
8	4.793
9	5.693
10	6.296
11	6.892

*Fig. 4.33 –Energía generada por aerogenerador Kliux Zebra*

Por otro lado, para el aprovechamiento de la energía solar, el sistema híbrido mencionado anteriormente se complementa con 15 paneles solares fotovoltaicos de 265 W (ver Fig. 4.34), monocristalinos (3.975 W).



*Fig. 4.34 –Panel solar fotovoltaico monocristalino 265 W*

Este sistema cuenta con dos inversores de corriente, uno para la energía eléctrica producida por el aerogenerador y otro para la energía eléctrica producida por los paneles solares fotovoltaicos. Estos son los encargados de convertir la corriente continua generada en corriente alterna para su consumo. (Ver Fig. 4.35).

Finalmente, el sistema se puede completar con un banco de baterías para poder almacenar la energía eléctrica generada excedente, precedido por un inversor/regulador, responsable de controlar el estado de carga de las baterías.

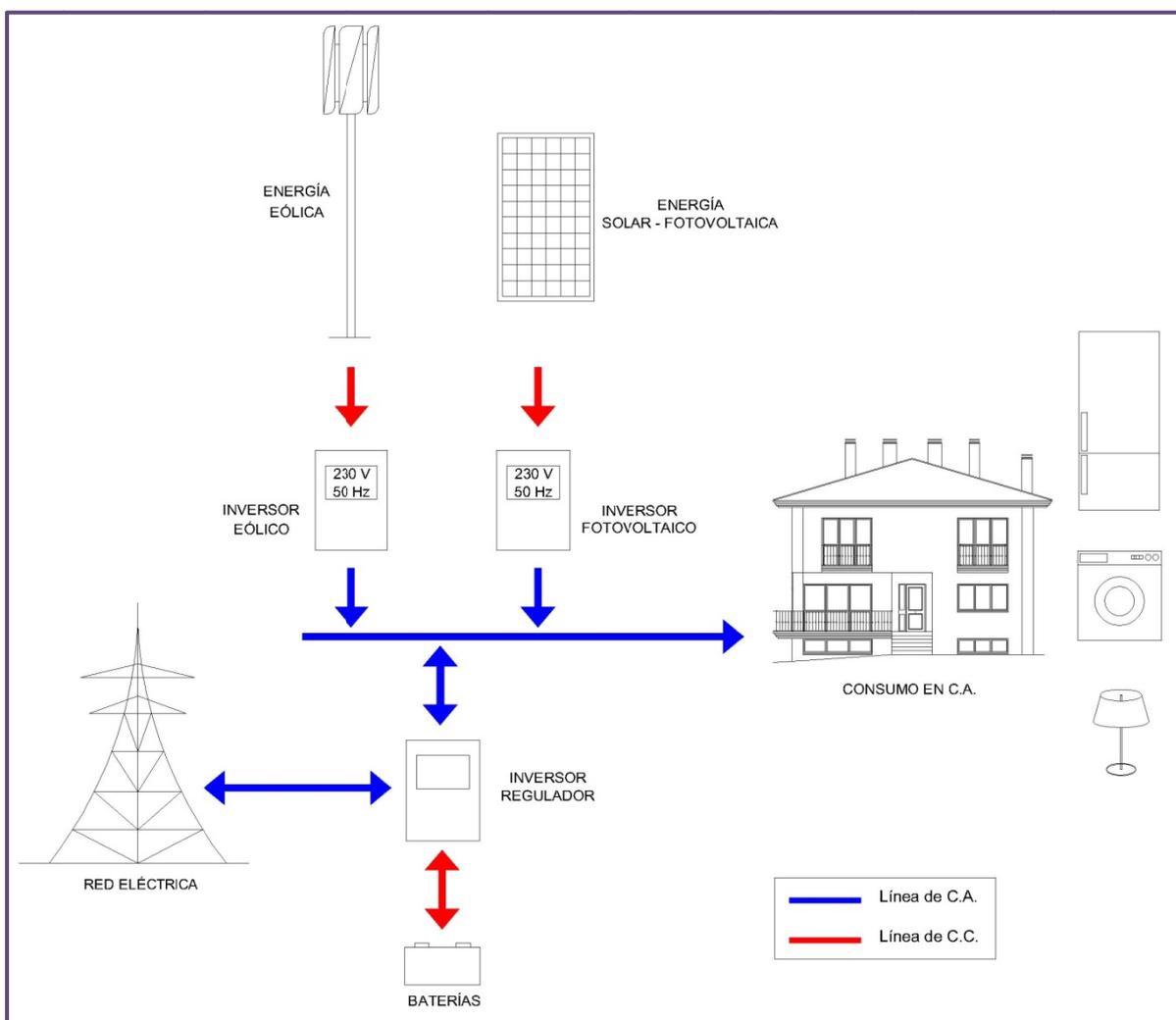


Fig. 4.35 –Esquema instalación sistema híbrido eólico – solar fotovoltaico Kliux

#### 4.4.4.- APLICACIÓN SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO - SOLAR FOTOVOLTAICO KLIUX

Una vez descrito el sistema híbrido eólico - solar fotovoltaico, vamos a considerar los parámetros a tener en cuenta para la aplicación de este sistema en nuestra vivienda.

En la figura 4.36 se hace una estimación de la cantidad de energía eléctrica a consumir durante un año de la vivienda objeto de estudio, indicando un consumo medio mensual, y considerando una ocupación continua de 6 personas en la misma.

Los electrodomésticos considerados son de gama alta, y con etiqueta energética de máxima calificación (clase A). Se ha hecho una estimación también del uso de elementos de cocción (horno, vitrocerámica y microondas), así como de una serie de pequeño electrodoméstico y aparatos electrónicos, teniendo en cuenta también la ocupación de la vivienda.

En cuanto a la iluminación se ha planteado a base de lámparas de LED, tanto en el exterior como en el interior de la vivienda. Se ha considerado la iluminación interior con lámparas de 5 W LED, equivalente a 28 W de halógena, y en las zonas exteriores lámparas de 15 W LED, equivalente a 116 W halógena.

Por último, hemos incluido el sistema desarrollado en el apartado anterior (4.3. Sistema Gemah), para la producción de ACS, considerando la ocupación de 6 personas. Para la calefacción por suelo radiante hemos estimado un uso, conforme a la climatología de la zona, de 5 meses al año y 5,5 horas al día, y la refrigeración, con una estimación máxima de 2 meses y 4 horas al día.

Todos los valores de potencias que aparecen en la tabla 4.36 se han obtenido directamente de catálogos y fichas técnicas de cada uno de los elementos referenciados, a excepción del sistema Gemah, en su función de calefacción y refrigeración, en los cuales hemos tenido que calcular dichas potencias mediante varemos medios de su COP (rendimiento de bomba térmica) y su capacidad de calefacción / refrigeración (w), que aparecen en la ficha de especificaciones técnicas del sistema.

$$\text{COP} = \text{Capacidad calorífica (W)} / \text{Potencia consumida (W)}$$

ELEMENTO	POTENCIA		UD.	h / día	Día / mes	Cons. /mes (Kwh)	Cons./año (Kwh)
	W	KW					
Frigorífico A <sup>+</sup>						39	468
Lavavajillas A <sup>+</sup>						25	300
Lavadora A <sup>+++</sup>						15,75	189
Secadora A <sup>++</sup>						18	216
Horno	990	0,99	1	1,5	7	10,4	124,80
Vitrocerámica	7.000	7	1	0,75	30	157,5	1.890
Microondas	1.200	1,2	1	0,25	30	9	108
Plancha	1.500	1,5	1	1,5	8	18	216
Aspiradora	1.500	1,5	1	1	10	15	180
TV	200	0,2	3	3	30	54	648
Ordenador	150	0,15	2	2	30	18	216
Secador pelo	1.200	1,2	1	1	20	24	288
Pequeño electrod.	1.000	1	4	0,10	30	12	144
Otros usos <sup>(***)</sup>	-	-	-	-	30	20	240
GEMAH (ACS)		1,98	1		30	58,5	702
GEMAH (Calefacción)		3,49	1	5,5	12,5	239,93	2.879,16
GEMAH (Refrigeración)		2,98	1	4	5	11,98	143,76
Iluminación LED	5 <sup>(*)</sup>	0,005	115	2	30	34,50	414,00
	15 <sup>(**)</sup>	0,015	18	2	30	16,20	194,40
TOTAL						796,76	9.561,12

(\*) Potencia de una lámpara LED correspondiente al interior de la vivienda.

(\*\*) Potencia de una lámpara LED correspondiente al exterior de la vivienda.

(\*\*\*) Otros usos considerados: puerta garaje, persianas motorizadas, extractor cocina...etc.

Fig. 4.36 –Tabla estimación consumo eléctrico

En la web de IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía) buscamos la velocidad media anual para nuestro municipio Mas del Olmo, mediante la herramienta “Acceso al Aplicativo” en el apartado “Consulta de Datos” del Atlas Eólico de España.

Para emplazarnos inicialmente, hemos de introducir latitud y longitud de la localidad Mas del Olmo.

Situándonos en el punto de estimación más próximo que tiene la aplicación de nuestra localidad obtenemos la velocidad media en las cuatro estaciones del año. Realizando la media de estos cuatro valores obtenemos el dato de velocidad media anual.

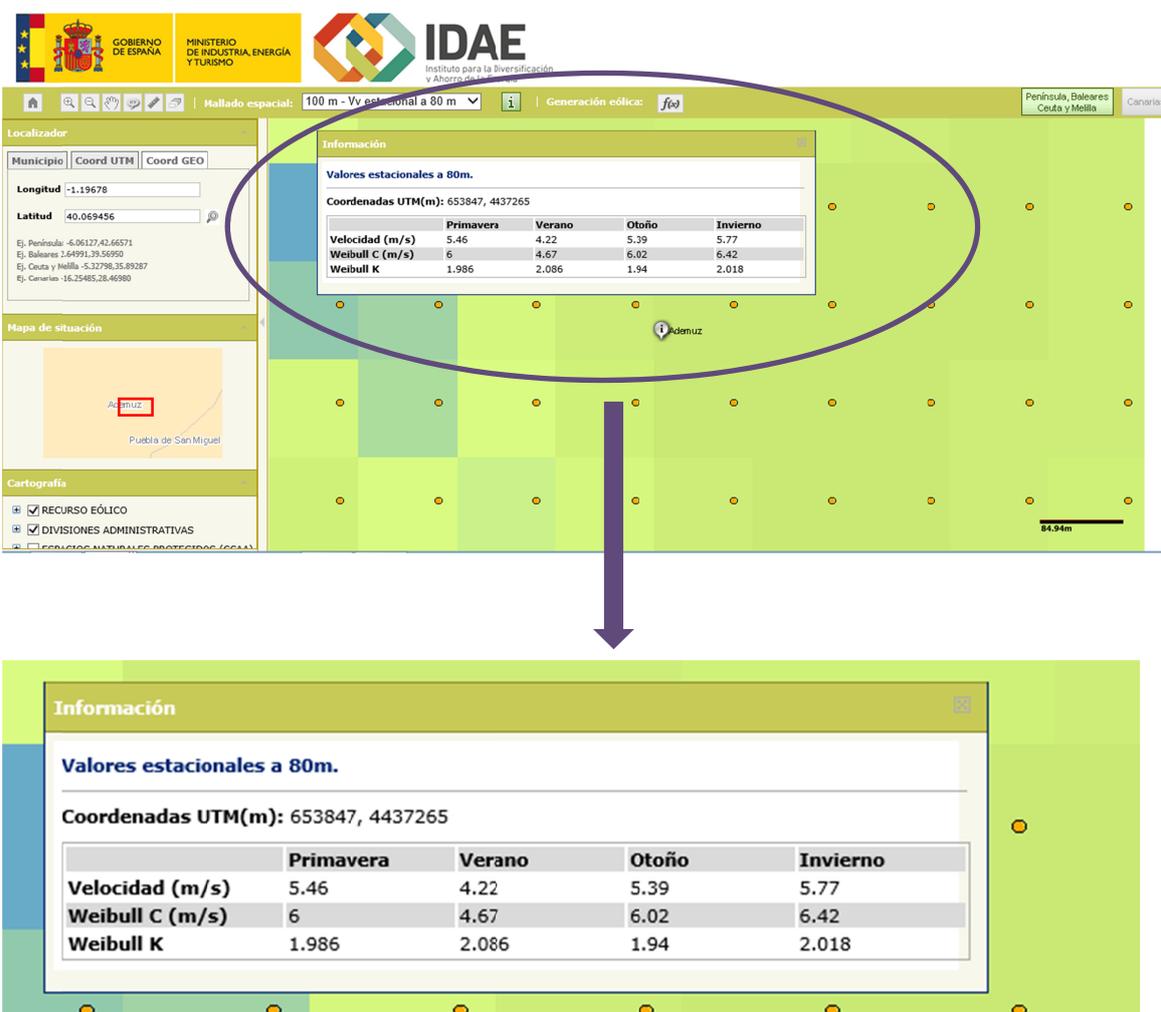


Fig. 4.37 – “Acceso al Aplicativo” – Atlas eólico IDAE

En nuestro caso, el dato obtenido de velocidad media anual para Mas del Olmo es **5,21 m/s**, valor medio de los valores, 5,46 m/s, 4,22 m/s, 5,39 m/s, 5,77 m/s, correspondientes a cada una de las estaciones. (Ver Fig. 4.37).

Por otro lado, en el libro *“Instalaciones Solares Fotovoltaicas”* cuyo autor es José Roldán Viloria, y editado por Ed. Paraninfo, podemos consultar cual es el dato de Horas de Pico Solar (HSP) en Teruel, ciudad de referencia más cercana a nuestra localidad Mas del Olmo. Observando la tabla correspondiente (ver Fig. 4.38) dicho valor es 4,91.

HORAS DE PICO SOLAR EN ESPAÑA					
CIUDAD	HPS	AUTONOMIA	CIUDAD	HPS	AUTONOMIA
ALAVA	4,07	25	LERIDA	5,82	12
ALBACETE	5,64	12	LOGROÑO	5,82	18
ALICANTE	6,02	10	LUGO	3,96	25
ALMERIA	5,82	12	MADRID	5,97	10
ÁVILA	5,55	14	MÁLAGA	6,08	10
BADAJOS	6,02	10	MURCIA	6,64	10
BALEARES	5,32	15	ORENSE	4,12	25
BARCELONA	5,13	15	OVIEDO	4	25
BURGOS	4,65	18	PALENCIA	5,2	15
CÁCERES	5,74	12	PAMPLONA	4,58	20
CÁDIZ	6,33	10	PONTEVEDRA	4,84	18
CASTELLÓN	5,62	14	SALAMANCA	5,3	15
CIUDAD REAL	5,51	14	SANTANDER	3,99	25
CÓRDOBA	6,12	10	SEGOVIA	5,6	14
CUENCA	5,41	14	SEVILLA	5,67	12
GERONA	5,11	16	SORIA	4,95	16
GRANADA	5,88	10	TARRAGONA	4,98	16
GUADALAJARA	5,54	14	TENERIFE	6,23	10
GUIPOZCOA	3,98	95	TERUEL	4,91	16
HUELVA	6,47	10	TOLEDO	5,93	10
HUESCA	5,32	15	VALENCIA	5,25	15
JAÉN	5,71	12	VALLADOLID	5,49	14
LA CORUÑA	4,13	22	VIZCAYA	3,93	25
LAS PALMAS	4,97	16	ZAMORA	5,2	15
LEÓN	5,12	16	ZARAGOZA	5,99	14

Fig. 4.38 – Horas Pico Solar en España – *“Instalaciones Solares Fotovoltaicas”* de José Roldán Viloria

Con estos datos ya podemos obtener la energía anual generada por el sistema híbrido eólico – solar fotovoltaico Kliux, conforme a tabla y diagrama de información técnica de la casa comercial Kliux, en función de la media de viento y para una ubicación con un valor mínimo de 4,5 HSP < 4,91, correspondiente a la ciudad de Teruel. (Ver Fig. 4.39). Habría que considerar, teniendo en cuenta que nuestro valor HSP es algo mayor al de referencia, la teórica obtención de una mayor cantidad de energía generada, pero no disponemos de datos para poder cuantificar dicha cantidad con mayor precisión.

MEDIA VIENTO (m/s)	ENERGÍA ANUAL GENERADA (kWh) <sup>(*)</sup>
4	5.649
5	6.702
6	7.529
7	8.630
8	9.706
9	10.606
10	11.209
11	11.805

(\*) Producción fotovoltaica considerando una ubicación con 4,5 HSP

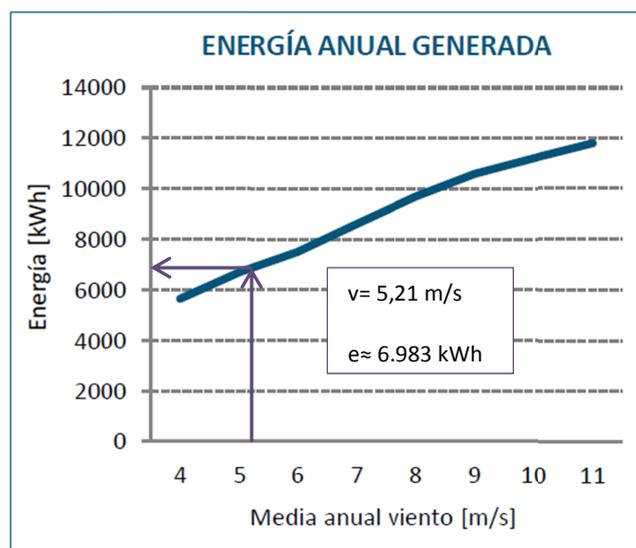


Fig. 4.39 – Energía generada por sistema híbrido eólico – solar Kliux

Una vez obtenido el valor de energía anual generada por el sistema híbrido Kliux (6.983 kWh), y comparándolo con la estimación de consumo anual (9.561,12 kWh), podemos decir que este sistema nos podría generar aproximadamente un 70% de la energía total a consumir en la vivienda.

Este valor porcentual obtenido sería equivalente a cubrir el consumo del sistema Gemah (calefacción, refrigeración y ACS), iluminación, equipamiento de cocina (frigorífico, lavavajillas, lavadora, y microondas, excepto secadora, horno y vitrocerámica), y aproximadamente un 60% del consumo estimado para tomas de corriente y otros usos.

Sería recomendable instalar en el cuadro general de distribución eléctrica de la vivienda, un “discriminador eléctrico”, responsable de dar prioridad de suministro eléctrico a través del sistema híbrido Kliux a unos circuitos sobre otros, según necesidades. Por otro lado, sería recomendable también, que los circuitos que distribuyen a unidades generadoras de calor (horno, vitrocerámica, secadora), que tienen una elevada potencia de consumo a muy corto plazo de tiempo, excluirlos del sistema Kliux.

Esta equivalencia, en cierta medida, tiene un carácter algo subjetivo, ya que los usos no se pueden precisar exactamente y están condicionados a muchos factores, (estación del año, personas residentes de manera continua, hábitos y costumbres, ... etc). De todas formas, el objetivo de este análisis es cuantificar aproximadamente el autoabastecimiento eléctrico de la vivienda, y darnos una visión global de la posible reducción de consumo eléctrico de red, mediante el uso del sistema híbrido eólico – solar fotovoltaico Kliux.

Para aumentar el autoabastecimiento, proponemos la instalación de un banco de baterías, ya que aunque tenemos conexión a red eléctrica, queremos tener la posibilidad de conseguir el mayor autoabastecimiento posible, teniendo en cuenta que actualmente no existen las ventajas económicas existentes hace un tiempo para la autogeneración de energías renovables. (Ver Fig. 4.40).

Elegimos baterías de gel, ya que tienen mayores prestaciones frente a las baterías de plomo ácido. No necesitan ningún tipo de mantenimiento, pueden quedarse años almacenada sin carga, poseen grandes ciclos de carga y descarga y una larga vida útil. Estas baterías están selladas y herméticas, por lo tanto, son limpias y seguras porque no producen gases o vapores. Se pueden instalar apiladas y en cualquier posición, lo que facilita su ubicación y el aprovechamiento de espacio necesario.



Fig. 4.40 – Batería de gel 48 v y 230 Ah – Sonnenschein S12/230A

Con la instalación de baterías pretendemos garantizar una autonomía de 3 días, que es lo que se suele considerar a la hora de dimensionar los bancos de baterías. Por lo tanto, para su dimensionamiento podemos estimar, teniendo en cuenta que el consumo medio diario es de 26,55 Kwh (79,65 Kwh en tres días), y que las baterías serían de 48 voltios y 230 Ah, un banco de baterías con 10 unidades. En este cálculo se ha considerado que las baterías no lleguen a un nivel de carga inferior al 25%, para favorecer la vida útil de las mismas.

UNIDAD DE BATERÍA :  $230 \text{ Ah} \times 48 \text{ V} = 11.040 \text{ Wh}$  ( Tensión x Intensidad = Energía)

MINORACIÓN CAPACIDAD BATERIA 25%:  $11.040 \text{ Wh} \times 0,75 = 8.280 \text{ Wh}$

Nº BATERÍAS:  $79.650 \text{ Wh} / 8.280 \text{ Wh} = 9,62 \text{ unidades}$  ----- 10 unidades (Consumo 3 días / Capacidad unidad batería = nº de baterías)

En las fig. 4.41, 4.42 y 4.43, podemos observar la distribución de los distintos elementos del sistema híbrido eólico – solar fotovoltaico Kliux, en la parcela de la vivienda y en la planta semisótano de la misma.

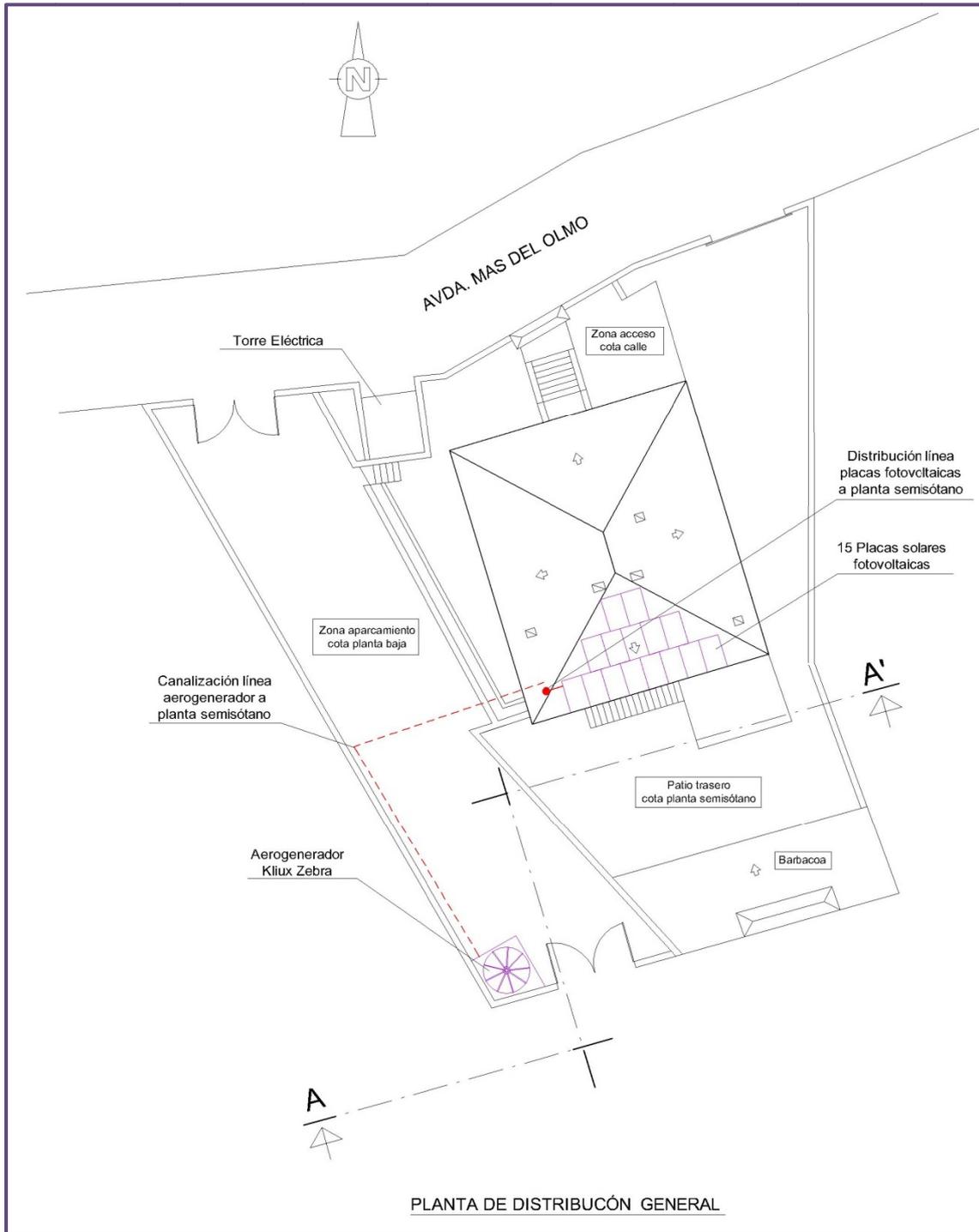


Fig. 4.41 – Plano planta - ubicación elementos exteriores Kliux

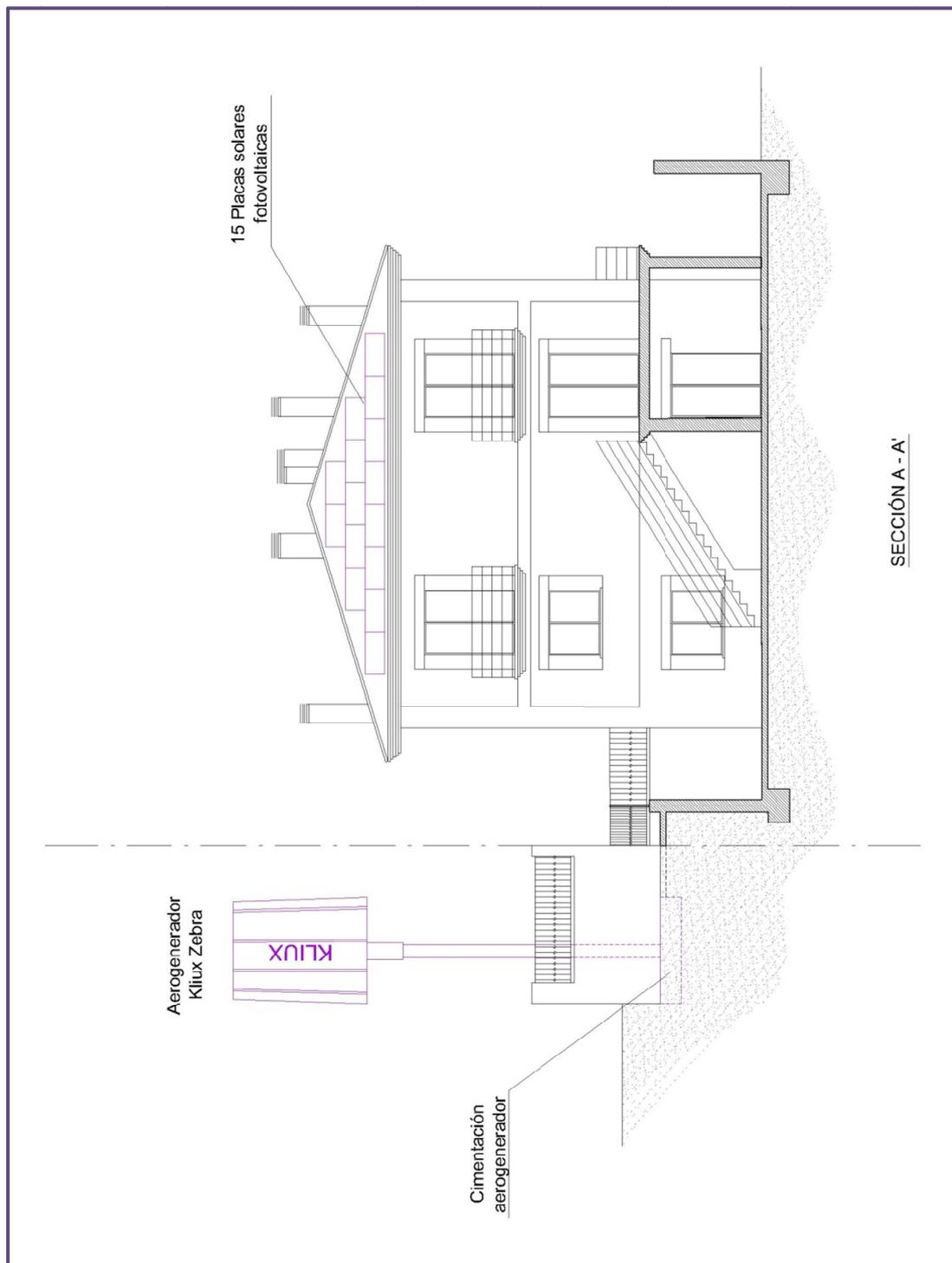


Fig. 4.42 – Sección A-A' - ubicación elementos exteriores Kliux

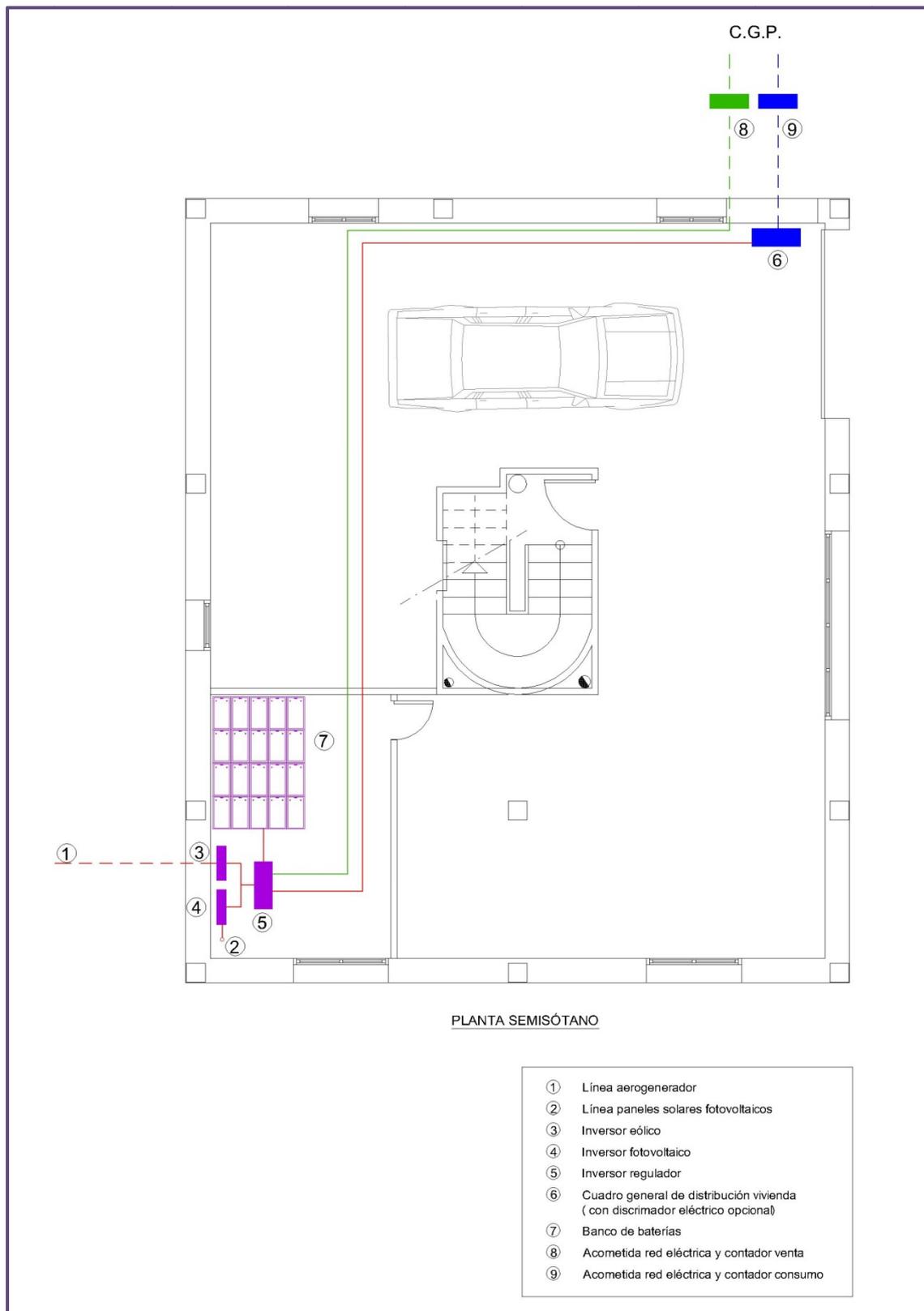


Fig. 4.43 – Plano planta semisótano - ubicación elementos interiores Kliux

## **5.- ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ECONÓMICO DE LA VIVIENDA ALTERNATIVA**

## 5.- ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ECONÓMICO DE LA VIVIENDA ALTERNATIVA

### 5.1.- APLICACIÓN PROGRAMA CE3X

El objetivo de este primer apartado, es obtener una nueva calificación energética de la vivienda, con las modificaciones y mejoras propuestas desarrolladas en el capítulo 4. Esta calificación la obtendremos nuevamente, mediante la aplicación del programa CE3X, ya desarrollado y explicado en el capítulo 3 para el caso de la vivienda ejecutada en la realidad. Por tanto, ahora tendremos en cuenta únicamente los cambios que afectan a la calificación energética y que se detallan a continuación.

- Modificación envolvente térmica:

- 1.- Fachada resuelta con bloques de hormigón celular Ytong.
- 2.- Aislamiento cubierta con celulosa proyectada.

- Instalaciones con energías renovables:

- 1.- Sistema de producción de ACS, Calefacción y Refrigeración GEMAH.
- 2.- Sistema híbrido solar – fotovoltaico KLIUX.

A continuación se detallan las modificaciones a aplicar en el programa de calificación energética (CE3X) para incorporar los cambios anteriormente mencionados.

#### 5.1.1.- ENVOLVENTE TÉRMICA

En primer lugar, para incorporar la fábrica de bloque de hormigón celular “Ytong”, hemos de actuar sobre el modelizado del elemento “FACHADA” en el árbol de la envolvente térmica, el cual será idéntico para las cuatro fachadas de la vivienda.

Los datos de transmitancia térmica y masa/m<sup>2</sup> para el cerramiento de fachada con bloque Ytong de 36,5 cm de espesor los conocemos, ya que aparecen en fichas técnicas consultadas proporcionadas por la casa comercial, estos son 0,24 W/m<sup>2</sup>K y 127,75 Kg/m<sup>2</sup> respectivamente.

Por lo tanto, en la pestaña de propiedades térmicas seleccionamos “Propiedades térmicas conocidas”, introduciendo estos dos valores solicitados.

El valor de transmitancia térmica para este cerramiento es de 0,24 W/m<sup>2</sup>K. Recordemos que este mismo valor para el cerramiento de fachada ejecutado, obtenido en el capítulo 3, es de 0,47 W/m<sup>2</sup>K. (Ver Fig. 5.01).

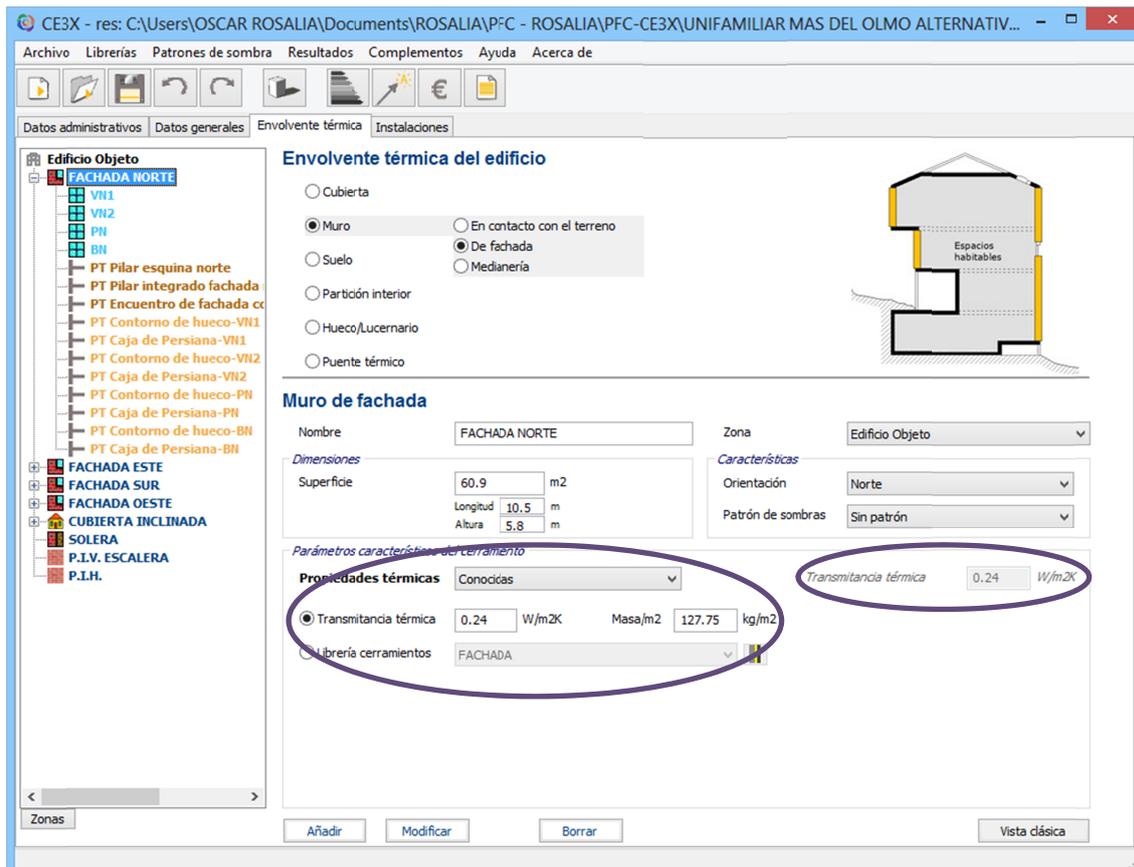


Fig. 5.01 – Pantalla muro de fachada – FACHADA NORTE

De la misma manera, modificamos los cuatro elementos del árbol de la envolvente térmica, correspondientes a las cuatro fachadas (Norte, Sur, Este y Oeste).

Por otra parte, realizamos el cambio correspondiente al aislamiento alternativo propuesto para la cubierta. Para ello, creamos en la librería de cerramientos un nuevo cerramiento de cubierta acorde a la solución propuesta (“Cubierta inclinada 1”), incluyendo un aislamiento con la misma conductividad térmica que la celulosa ( $\lambda=0,038$  W/mK), ya que en la base de datos del programa no existe específicamente este aislamiento, ni tenemos posibilidad de crearlo.

Igualmente, indicamos su espesor ( $e = 20$  cm) y su nueva ubicación sobre el forjado horizontal. (Ver Fig. 5.02).

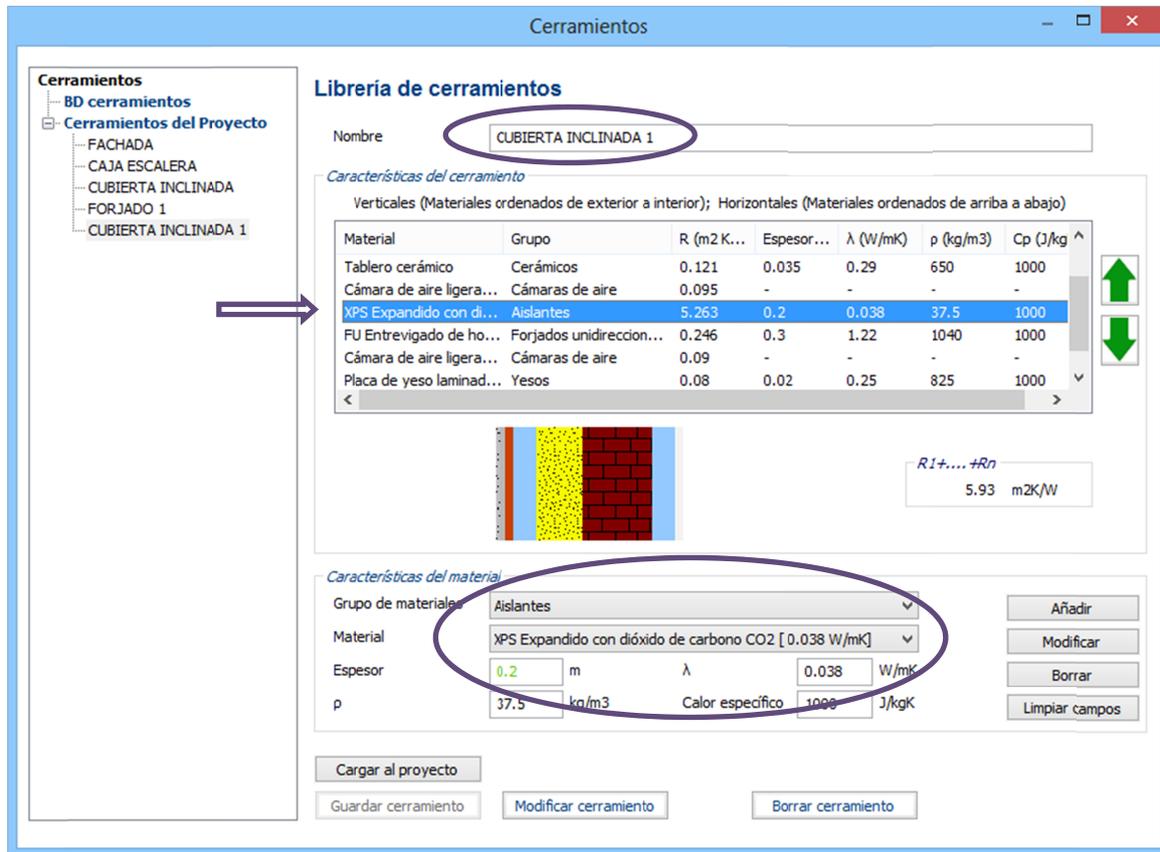


Fig. 5.02 – Pantalla librería de cerramientos – CUBIERTA INCLINADA 1

Una vez creado este nuevo cerramiento, lo aplicamos a la “Cubierta Inclinada” que tenemos modelizada en el árbol de la envolvente térmica. De esta forma obtenemos un nuevo valor de transmitancia térmica, siendo  $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Este valor para el cerramiento de cubierta inclinada ejecutada es de  $0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ . (Ver Fig. 5.03).

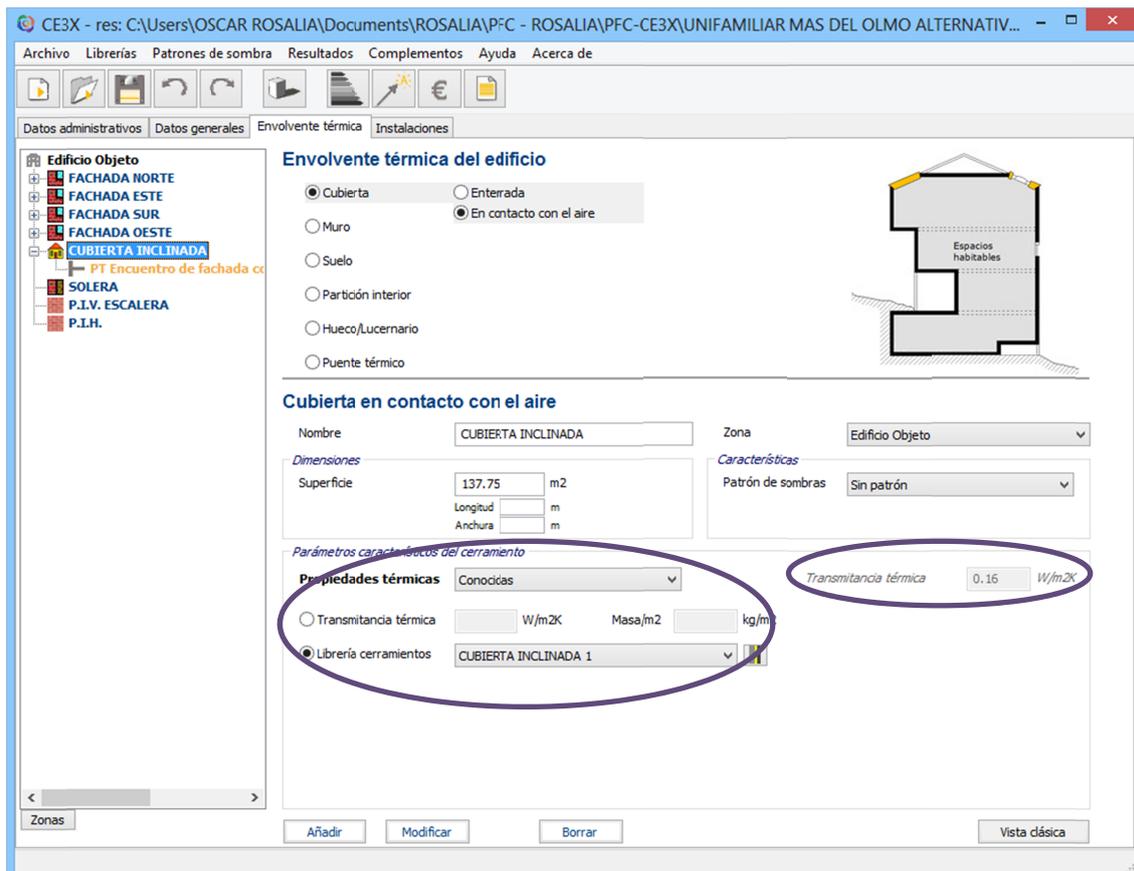


Fig. 5.03 – Pantalla cubierta en contacto con el aire / CUBIERTA INCLINADA

### 5.1.2.- INSTALACIONES CON ENERGÍAS RENOVABLES

En este apartado, hemos de introducir al programa los datos requeridos en referencia a los sistemas que tenemos en nuestra alternativa, en cuanto a la producción de calefacción, refrigeración y ACS, así como las contribuciones energéticas referentes a de energías renovables.

En primer lugar, teniendo en cuenta la instalación del sistema Gemah, seleccionaremos la opción “Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS”, y cargamos al proyecto aportando los datos requeridos. Estos datos son: tipo de generador, tipo de combustible, antigüedad del equipo, y rendimientos nominales de ACS, calefacción y refrigeración.

Para nuestro caso, hemos de seleccionar “Bomba de Calor” con combustible “Electricidad”, y los rendimientos nominales los conocemos a través del cuadro de especificaciones técnicas del fabricante, que son: 651 % para ACS y 355 % para calefacción y refrigeración. (Ver Fig. 5.04).

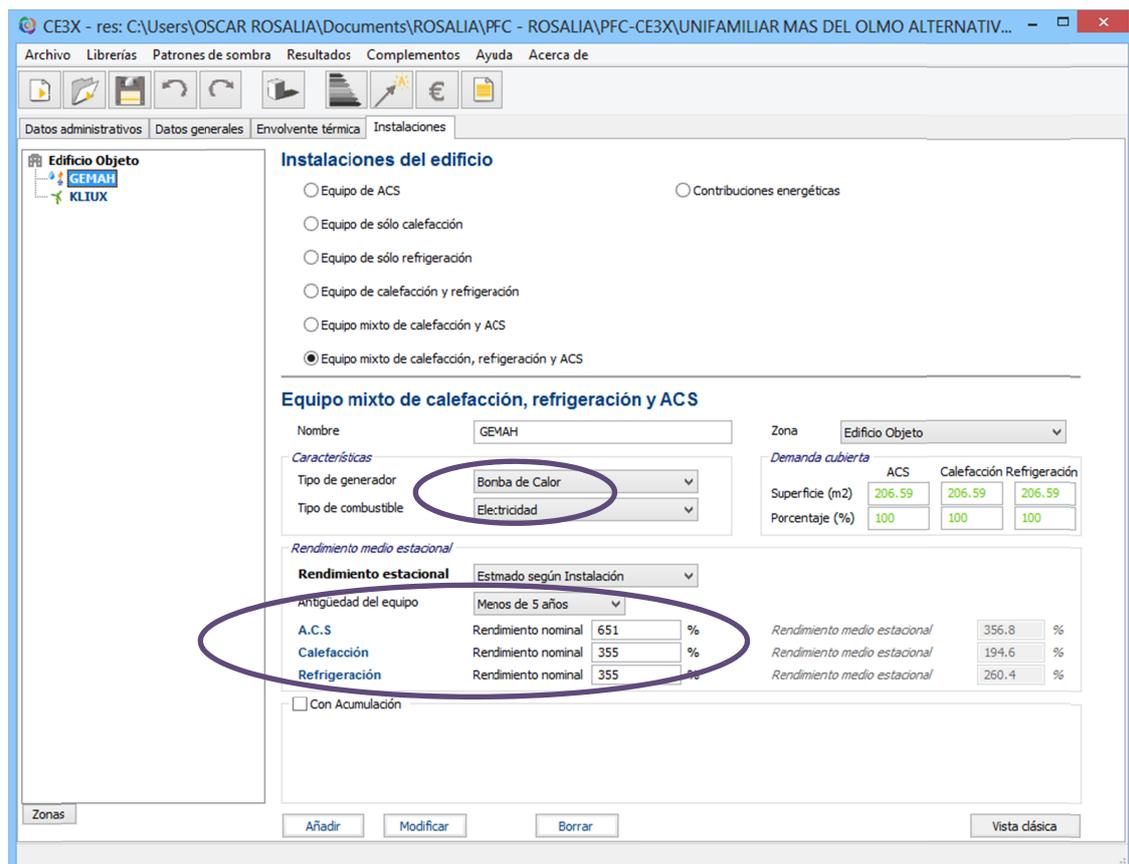


Fig. 5.04 – Pestaña INSTALACIONES – Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS

A continuación, a raíz de proponer la instalación del sistema híbrido eólico – solar fotovoltaico Kliux, seleccionaremos la opción de “contribuciones energéticas”, y lo cargamos al proyecto introduciendo los siguientes datos requeridos por el programa CE3X: porcentaje de demanda de ACS, calefacción y refrigeración, cubiertos con fuentes de energía renovable.

El consumo eléctrico del sistema generador de ACS, calefacción y refrigeración Gemah, está cubierto por la instalación del sistema híbrido Kliux, tal y como hemos reseñado en el capítulo 4.4., donde indicábamos que este sistema Kliux nos cubriría toda la demanda eléctrica del sistema Gemah, de la iluminación, y parte de otros consumos. Por tanto, teóricamente, estaría cubierto el 100% de la demanda de ACS, calefacción y refrigeración con fuentes de energías renovables.

De todas formas, posicionándonos en la situación más desfavorable, hemos considerado bajar los porcentajes ligeramente en demanda de calefacción y refrigeración, para

contemplar situaciones desfavorables climatológicamente (días continuos y prolongados con mínima generación de energía eléctrica), y / o días con un consumo eléctrico mucho mayor que el estimado como media en nuestros cálculos, lo que nos provocaría un agotamiento en nuestro banco de baterías calculado para una autonomía de tres días.

Es por ello, que hemos estimado un 80 % como porcentaje de demanda de calefacción cubierto por fuentes de energía renovable y un 90 % en refrigeración. El porcentaje de refrigeración lo hemos considerado mayor, teniendo en cuenta que las posibilidades de demanda en refrigeración, en días con baja generación eléctrica serán menos que los de demanda en calefacción, ya que en el período estival la climatología facilita la generación de electricidad, debido a su mayor cantidad de horas solares. Hemos considerado también en este aspecto, la zona climática del municipio, ya que es una zona de veranos suaves e inviernos fríos. Por tanto, entendemos que habrá mucha mayor demanda de calefacción que de refrigeración. (Ver Fig. 5.05).

The screenshot shows the 'Instalaciones del edificio' window in CE3X. The 'Contribuciones energéticas' section is highlighted with a purple oval. It includes the following settings:

- Contribuciones energéticas:**
  - Contribuciones energéticas
  - Equipo de ACS
  - Equipo de sólo calefacción
  - Equipo de sólo refrigeración
  - Equipo de calefacción y refrigeración
  - Equipo mixto de calefacción y ACS
  - Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS
- Contribuciones energéticas:**
  - Nombre: KLIJX
  - Zona: Edificio Objeto
  - Fuentes de energía renovable
    - Porcentaje de demanda de ACS cubierto: 100 %
    - Porcentaje de demanda de calefacción cubierto: 80 %
    - Porcentaje de demanda de refrigeración cubierto: 90 %
  - Generación electricidad mediante renovables / Cogeneración
    - Energía eléctrica generada para autoconsumo: 6983 kWh/año
    - Energía consumida: 0 kWh/año
    - Calor recuperado para ACS: [ ] kWh/año
    - Calor recuperado para calefacción: [ ] kWh/año
    - Frio recuperado: [ ] kWh/año
    - Tipo de combustible: Electricidad

Fig. 5.05 – Pestaña INSTALACIONES – Contribuciones energéticas

En la misma pantalla, en la parte de “Generación electricidad mediante renovables”, el programa nos solicita la energía eléctrica generada para autoconsumo, así como la energía consumida y tipo de combustible empleado por el sistema de generación de electricidad.

La energía eléctrica generada para autoconsumo en nuestro caso es de 6983 KWh/año, valor obtenido mediante el diagrama 4.39 del capítulo 4. Y la energía consumida por este sistema es 0, ya que consideramos al sistema híbrido eólico - solar fotovoltaico Kliux como totalmente autónomo, es decir, no necesita de ninguna fuente de energía externa para su funcionamiento.

### 5.1.3.- CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Finalmente, una vez introducidos los cambios propuestos en cuanto a la envolvente térmica y a los sistemas instalados, obtenemos la nueva calificación energética de la vivienda. (Ver Fig. 5.06).

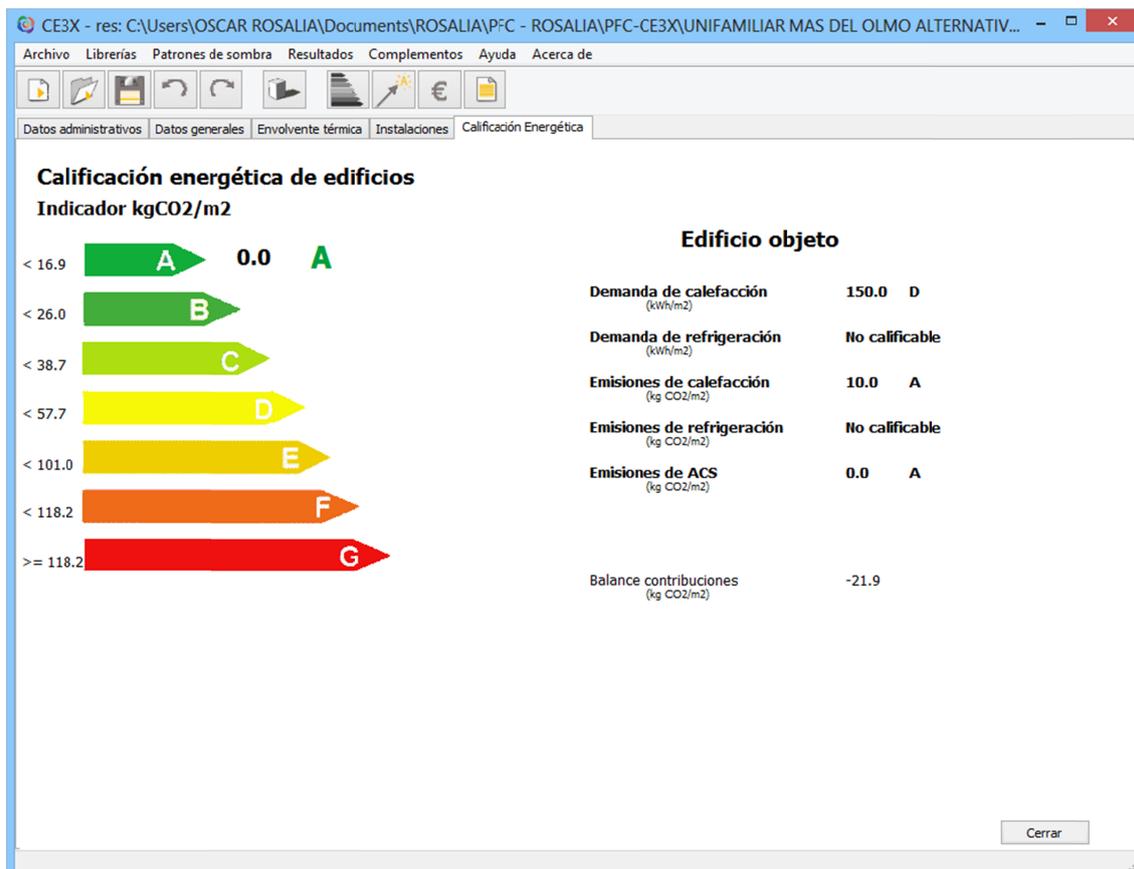


Fig. 5.06 – Pantalla CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Tal y como observamos, la calificación obtenida es “A”, con unas emisiones de CO<sub>2</sub> en calefacción de 10,0 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>, y nula en ACS.

## 5.2.- CONCLUSIÓN APLICACIÓN PROGRAMA CE3X

La envolvente térmica de la vivienda ha mejorado con las nuevas soluciones de cerramiento de fachada con bloques de hormigón celular y el aislamiento en cubierta de celulosa proyectada, ya que las transmitancias térmicas de estos cerramientos propuestos son menores que las transmitancias de los dos cerramientos ejecutados. (Ver Fig. 5.07).

TRANSMITANCIAS TÉRMICAS	CERRAMIENTO EJECUTADO	CERRAMIENTO ALTERNATIVO
FACHADA	0,47 W/m <sup>2</sup> K	0,24 W/m <sup>2</sup> K
CUBIERTA	0,35 W/m <sup>2</sup> K	0,16 W/m <sup>2</sup> K

*Fig. 5.07 – Transmitancia térmica cerramientos mejorados*

Es por ello, que en la nueva calificación energética obtenida, el valor de demanda de calefacción se ve reducido en un 9,3 %. En el capítulo 3, donde realizamos la calificación energética de la vivienda ejecutada, obteníamos un valor de 165,5 kWh/m<sup>2</sup>, y ahora, teniendo en cuenta los cambios propuestos a la envolvente térmica obtenemos un valor de 150 kWh/m<sup>2</sup>.

Reseñar también, que con estos dos cambios, hemos conseguido tener una envolvente térmica más sostenible, porque los dos materiales propuestos tienen materias primas inagotables y en sus procesos de fabricación requieren muy bajo consumo energético, como desarrollamos en el capítulo 4.1.

En la nueva calificación energética, observamos también, que las emisiones de calefacción han disminuido notablemente, hasta un 84,5 % de las emisiones obtenidas en la calificación de la vivienda ejecutada. El valor de la calificación anterior era de 64,6 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>, y con los cambios propuestos este valor es de 10,0 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>. (Ver Fig. 5.08).

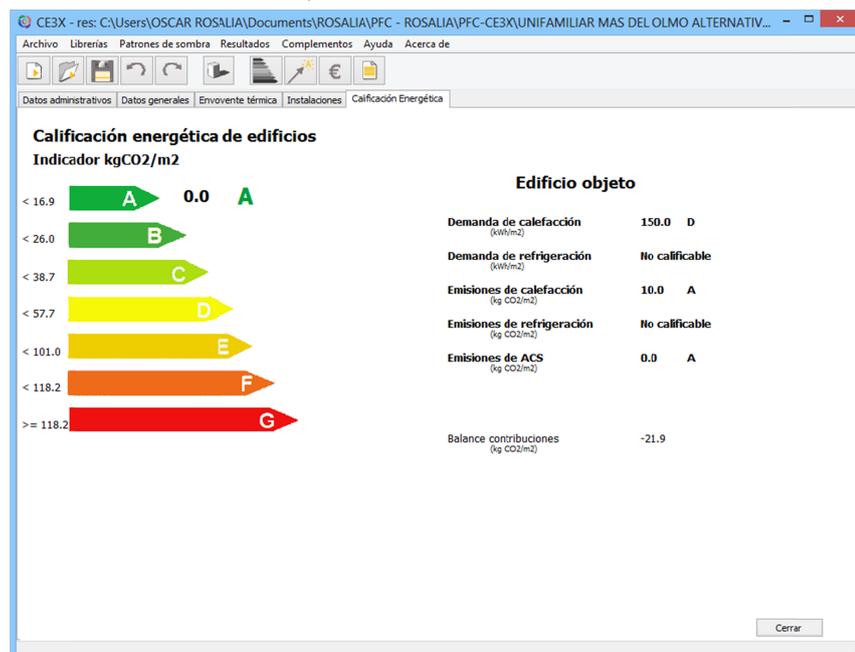
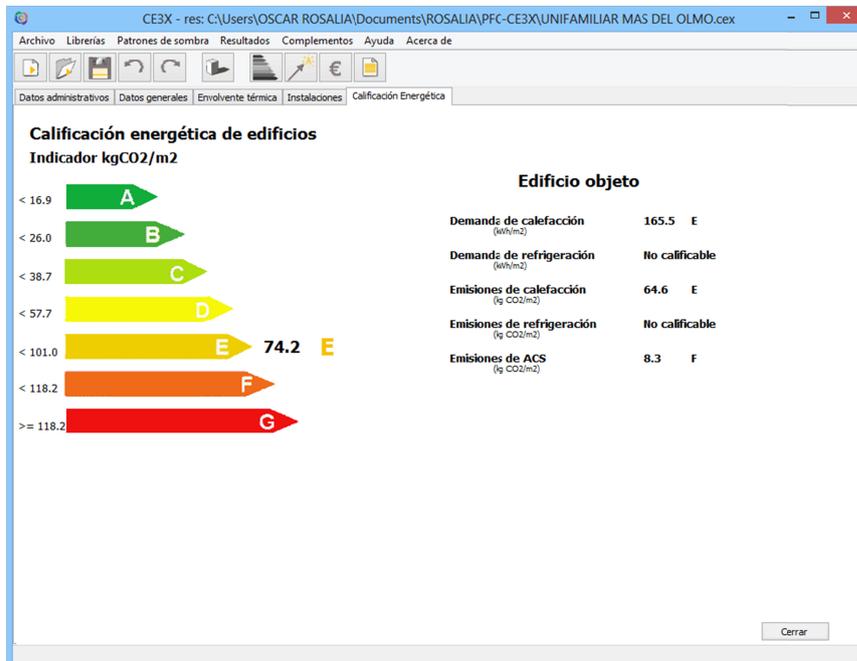


Fig. 5.08 – Calificaciones energéticas REAL / ALTERNATIVA

Esta elevada reducción está justificada por la sustitución del sistema de calefacción y ACS mediante caldera de gasóleo, por el sistema Gemah, que además de tener un alto COP, su bajo consumo energético de energía eléctrica está cubierto por el otro sistema propuesto, basado en la generación de electricidad mediante energía eólica y solar.

Mencionar también, que en la nueva calificación energética nos aparece como “No calificable” la demanda de refrigeración y consecuentemente sus emisiones, ya que a pesar de que ahora sí que disponemos de sistema de refrigeración, la vivienda se encuentra en la zona climática E1, con veranos muy suaves y por lo tanto no se considera necesidad de refrigeración.

La elección de estos dos sistemas alternativos aplicados a la vivienda, por un lado, el sistema Gemah, basado principalmente en la aerotermia y la hidrotermia, para la producción de ACS, calefacción y refrigeración, y por otro lado, el sistema de generación de energía eléctrica para autoconsumo, basado en la energía eólica y la energía solar, nos hacen conseguir el grado de calificación máximo establecido por la normativa. Hemos pasado de una calificación “E” a una “A”. (Ver Fig. 5.08).

### 5.3.- VALORACIÓN ECONÓMICA

En este apartado, el objetivo a desarrollar es realizar una valoración económica de los cerramientos e instalaciones que hemos aplicado como alternativa a la vivienda, comparándolos con los elementos realmente ejecutados.

#### 5.3.1.- ENVOLVENTE TÉRMICA

En primer lugar, para obtener el precio total de ejecución del m<sup>2</sup> de cerramiento de fachada ejecutada, hemos considerado cada una de las unidades de obra que lo forman. Los precios de todos estos elementos los hemos obtenido a partir de la base de datos “Generador de precios de la construcción” de CYPE Ingenieros S.A., donde cada unidad de obra engloba materiales y mano de obra, partes proporcionales de trabajos vinculados, medios auxiliares (3%) y costes indirectos (3%).

El desglose es el siguiente:

- m<sup>2</sup> Mortero monocapa raspado .....22,69 €
- m<sup>2</sup> Hoja exterior fachada – Fábrica termoarcilla – enfoscado interior.....37,95 €
- m<sup>2</sup> Aislamiento poliuretano proyectado.....10,88 €
- m<sup>2</sup> Hoja interior fachada- Fábrica ladrillo hueco cerámico 33 x 16 x 7 cm.....13,50 €
- m<sup>2</sup> Guarnecido yeso maestreado .....9,46 €

TOTAL : .....94,48 €
----------------------

Por otra parte, el precio total de ejecución de m<sup>2</sup> del cerramiento de fachada alternativo propuesto, a base de bloques de hormigón celular Ytong de 36,5 cm de espesor, lo hemos obtenido directamente consultando con la marca comercial Ytong, a través de personal comercial de la delegación de Levante y Baleares.

Tras conversación mantenida con dicho personal, se nos ha informado que el precio de total de ejecución es el siguiente, considerando el mismo porcentaje de costes indirectos y medios auxiliares:

- m<sup>2</sup> Mortero monocapa raspado .....22,69 €
- m<sup>2</sup> Hoja fachada bloque Ytong 36,5 cm.....75,26 €
- m<sup>2</sup> Aplicación mecafino maestreado en cara interior.....6,54 €

TOTAL : .....104,49 €
-----------------------

Con los resultados obtenidos, podemos observar que el m<sup>2</sup> de cerramiento de fachada resuelto con bloques de hormigón celular Ytong, resulta un 10,59 % más caro que el m<sup>2</sup> de cerramiento de fachada ejecutado.

Por otra parte, para realizar una valoración económica del aislamiento térmico alternativo y propuesto para la cubierta, con respecto al aislamiento que realmente se ha colocado, indicamos a continuación los precios facilitados por casas comerciales nacionales especializadas en la colocación del poliuretano proyectado (FERROBOL, S.L.) y celulosa insuflada en seco (AISLAFIBER – Aislamiento Ecológico de Celulosa).

- m <sup>2</sup> Poliuretano proyectado.....	14,31€
----------------------------------------------	--------

- m <sup>2</sup> Celulosa insuflada.....	25,44€
------------------------------------------	--------

### 5.3.2.- SISTEMA DE AHORRO DE AGUA – “AQUARETURN”

El precio del dispositivo Aquareturn es de 297 € / unidad. Considerando que hemos propuesto 5 dispositivos para la vivienda, el coste de inversión asciende a 1.485 €.

El ahorro de cantidad de agua estimado para este dispositivo según datos obtenidos por el fabricante, considerando que se tarda aproximadamente 1 minuto de media en obtener agua caliente en los baños desde la unidad de producción de ACS, y que la ocupación de la vivienda es de 6 personas, ascendería a 65.700 litros al año (65,70 m<sup>3</sup>).

Actualmente, el precio de suministro de agua potable para consumo doméstico en la localidad Mas del Olmo es de 0,301 €/m<sup>3</sup>. Consecuentemente, obtendremos un ahorro anual en nuestra vivienda de 19,78 € al año. Este ahorro económico es muy inferior al coste de inversión, lo que provoca una amortización de 75 años, muy superior a la vida útil del dispositivo. (Ver Fig. 5.09).

Esta larga amortización viene motivada por la adquisición de 5 unidades para tener cubiertos todos los baños de la vivienda. Si sólo instaláramos un dispositivo en la misma, y con la misma ocupación, el tiempo de amortización sería 15 años, pero esta solución no es nada práctica para la distribución que posee la vivienda y más teniendo en cuenta que cuatro de los cinco baños están incorporados a su dormitorio correspondiente.

Podemos concluir afirmando, que la instalación de este dispositivo tiene una muy baja rentabilidad económica, debido al precio actual de suministro de agua potable, ya que relativamente es muy bajo. La decisión de su instalación por tanto, atiende más a criterios de sostenibilidad y medioambientales.

	1 ud AQUARETURN	5 ud AQUARETURN
Precio AQUARETURN (€)	297	1.485
Amortización (años) <sup>(*)</sup>	15	75

(\*) Amortización Aquareturn calculada para una ocupación de 6 personas y con un precio de agua potable de 0,301 €/m<sup>3</sup>

Fig. 5.09 – Amortización Aquareturn

### 5.3.3.- SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ACS , CALEFACCIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES

#### -PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN

A continuación, estudiaremos el sistema Gemah en sus funciones de producción de ACS y calefacción, y lo compararemos con la instalación realmente ejecutada en la vivienda, la cual, como hemos comentado anteriormente, consiste en un grupo térmico de gasóleo para calefacción y ACS, de la casa BAXIROCA modelo LIDIA 50 GTA.

Para poder realizar este comparativo, en primer lugar, obtenemos el consumo de este grupo térmico de gasóleo, teniendo en cuenta las mismas consideraciones de uso de calefacción y ocupación de la vivienda que aplicamos anteriormente cuando obtuvimos el consumo del sistema Gemah (Fig. 4.36.). En calefacción consideraremos entonces, 5,5 horas diarias durante 5 meses al año, y en ACS para la ocupación de la vivienda de 6 personas.

Para una vivienda que posee 5 dormitorios (ocupación mínima de 6 personas conforme tabla 4.2. del DB HE-4 del CTE) la demanda de referencia a 60°C son 28 litros /día x persona (según tabla 4.1 del DB HE-4 del CTE), por lo tanto consideraremos una producción de 168 litros / día y 61.320 litros / año.

Teniendo en cuenta esta cantidad necesaria de ACS, y la capacidad de producción de litros de agua de la caldera (29,5 litros /minuto), obtenemos el tiempo de funcionamiento de la caldera necesario para la producción de la cantidad total de ACS considerada.

El cálculo sería el siguiente:  $61.320 \text{ litros} / 29,5 \text{ litros/minuto} = 2.078,64 \text{ minutos} = 34,64 \text{ horas}$

Multiplicando este tiempo por la potencia útil mínima de la caldera (ver Fig. 5.10), teniendo en cuenta su rendimiento útil con carga 30 % (94,30), obtenemos la energía consumida para esta función:

$$(32.680 \text{ Kcal/h} / 0,943 ) \times 34,64 \text{ horas} = 1.200.461,67 \text{ Kcal}$$

Considerando que el poder calorífico del gasóleo de calefacción es de 8.550 Kcal / litro, consumiremos 140,40 litros para poder producir los 61.320 litros de ACS necesarios para un año.

Por otro lado, para obtener el consumo energético de la caldera en su función de calefacción, actuaremos de la misma forma:

5,5 horas / día, durante 5 meses = 825 horas

Multiplicando este tiempo por la potencia útil máxima de la caldera, teniendo en cuenta su rendimiento útil con carga 100 % (90,60), obtenemos la energía consumida para esta función:

$$(41.280 \text{ Kcal/h} / 0,906) \times 825 \text{ horas} = 37.589.400,75 \text{ Kcal}$$

Considerando el mismo poder calorífico del gasóleo, consumiremos 4.396,42 litros de gasóleo, para el uso de calefacción anual considerado.

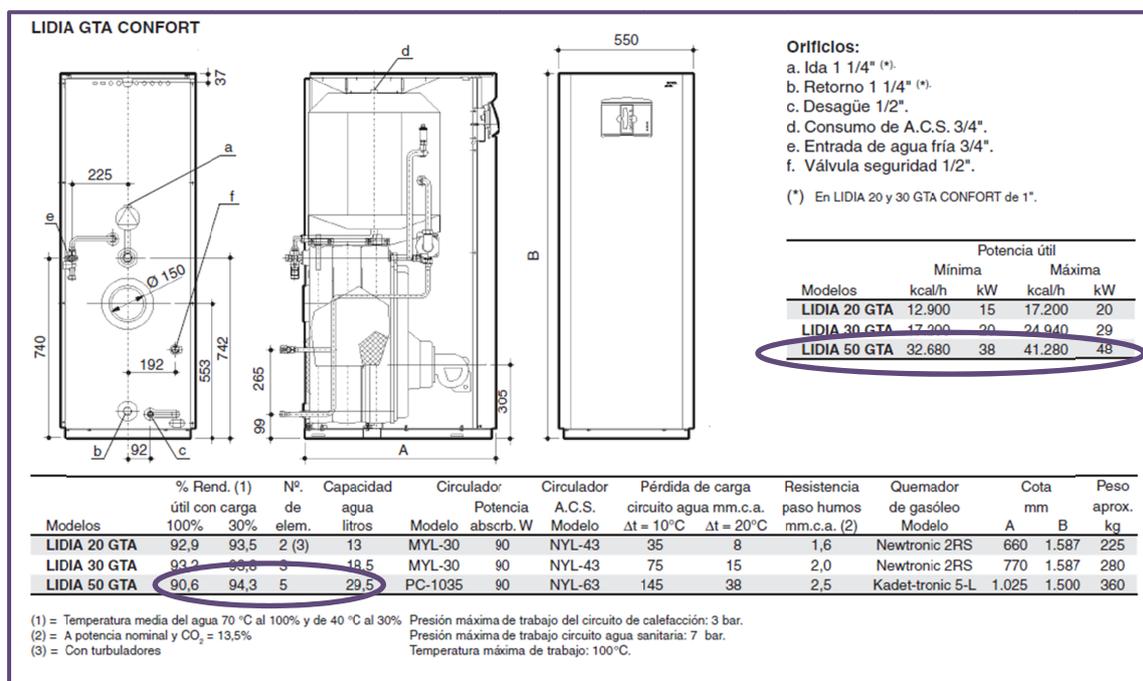


Fig. 5.10 – Ficha técnica caldera BAXIROCA LIDIA 50 GTA

Por lo tanto, el consumo energético de esta caldera para producir ACS y calefacción durante un año, será 140,40 litros y 4.396,42 litros respectivamente.

El coste total de la instalación del sistema de ACS (despreciando la distribución de ACS a los cuartos húmedos) y calefacción instalado en la vivienda, es de 15.261 €, incluyendo la caldera, el depósito acumulador de gasóleo y la instalación completa de radiadores, conforme a presupuesto que nos ha sido aportado por el instalador autorizado.

Por otra parte, el coste total de la instalación del sistema Gemah, compuesto por la unidad interior (módulo Gemah), unidad exterior (Bomba de Calor), y la instalación de suelo radiante para toda la vivienda, asciende a la cantidad de 26.520 €, conforme tarifa de precios de los equipos facilitada por el fabricante (Kalhidra, S.L.) y presupuesto de instalación del suelo radiante.

Una vez analizados todos los datos necesarios, los reflejamos en la siguiente tabla (fig. 5.11), dónde obtenemos el tiempo de amortización del sistema Gemah con instalación de suelo radiante, frente al sistema ejecutado en obra, caldera de gasóleo e instalación de radiadores.

	CALDERA BAXIROCA LIDIA 50 GTA	GEMAH
SISTEMA CALEFACCIÓN	Radiadores	Suelo Radiante
COSTE INSTALACIÓN (€)	15.261 €	26.520 €
DIFERENCIA DE INVERSIÓN (€)	26.520 € – 15.261 € = 11.259 €	
CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL (ACS + CALEFACCIÓN)	4.536,82 litros de gasóleo	3.781,16 Kwh
PRECIO UNIDAD DE ENERGÍA (*)	0,89 € / litro de gasóleo	0,176573 € / Kwh
GASTO CONSUMO ANUAL (€)	4.037,77 €	667,65 €
AHORRO ECONÓMICO CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL (€)	4.037,77 € – 667,65 € = 3.370,12 €	
AMORTIZACIÓN	11.259 € / 3.370,12 € = <b>3,34 años</b>	

(\*) Precios consultados con CEPSA e IBERDROLA, tarifas 2014

Fig. 5.11 – Cálculo de amortización sistema Gemah

Esta amortización la estamos considerando si tuviéramos que pagar el consumo eléctrico directamente de la red y obviando la instalación propuesta del sistema híbrido eólico - solar fotovoltaico Kliux.

Observamos finalmente, que el tiempo de amortización que obtenemos es de 3,34 años, tiempo relativamente corto gracias a los altos rendimientos que posee este sistema y consecuentemente, su bajo consumo energético.

#### - REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES

El sistema Gemah, con su función de reutilización de aguas grises para el abastecimiento de las cisternas de los inodoros, tiene un papel importante en la vivienda para contribuir con el dispositivo Aquareturn para lograr una alta cantidad de ahorro de agua.

Según estudios consideramos de consumo doméstico de agua, si tomamos como media, que una persona tarda 5 minutos en ducharse, que el caudal de agua es 8 litros por minuto y que se ducha una vez por día al menos, obtenemos un gasto de agua de 40 litros por día y persona. Eso teniendo en cuenta únicamente el gasto de agua en la ducha.

Por otro lado, si consideramos que una persona usa la descarga completa de la cisterna del inodoro 1 vez al día (6 litros), y 4 veces la media descarga (3 litros), acumula un gasto de agua diario de 18 litros. Este consumo puede estar totalmente cubierto por el agua proveniente del uso de la ducha, reutilizada por el sistema Gemah, sin tener en cuenta el agua que podría ser también usada en lavabos, bidés y fregadero.

Por lo tanto, se puede afirmar que toda el agua consumida en las cisternas (salvo raras excepciones) es agua reutilizada. Este hecho hace que tengamos un ahorro de 18 litros por persona y día, y teniendo en cuenta la ocupación de nuestra vivienda es de 6 personas, el ahorro total de agua gracias a este sistema será de 108 litros al día ( $0,108 \text{ m}^3$ ), o 39.420 litros al año ( $39,42 \text{ m}^3$ ).

Para conocer el ahorro económico que logramos, aplicamos el precio de suministro de agua potable para consumo doméstico de  $0,301 \text{ €/m}^3$ . Consecuentemente, el ahorro económico que alcanzamos es de  $0,0325 \text{ €}$  al día y  $11,86 \text{ €}$  al año.

Destacar que el objetivo principal de la reutilización de agua mediante este sistema no radica en intereses económicos, ya que la cantidad de dinero que ahorramos es mínima. Su objetivo principal es adquirir un compromiso más responsable, más solidario y más sostenible, reduciendo el consumo de agua.

### 5.3.4.- SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO – SOLAR FOTOVOLTAICO

En el apartado 4.4.4. obtuvimos la energía anual generada por el sistema híbrido eólico – solar fotovoltaico Kliux, conforme a tabla y diagrama de información técnica, en función de la media de viento y para una ubicación con un valor mínimo de 4,5 HSP, la cual es 6.983 Kwh. Esta energía es menor que la estimación que hicimos de cantidad de energía eléctrica a consumir durante un año por la vivienda en la tabla 4.36, donde obteníamos un consumo de 9.557,52 Kwh.

La instalación eléctrica de la vivienda es de grado de electrificación elevado, consecuentemente, consideramos que la potencia a contratar será de 10.350 Kw, por lo que la empresa suministradora (Iberdrola) nos da un precio de 0,176573 €/Kwh. Por lo tanto, el ahorro económico anual será de 1.233 €.

Por otro lado, el coste de inversión del sistema Kliux, teniendo en cuenta todos sus componentes, licencias, permisos e instalaciones se detalla a continuación:

PRODUCTOS	PRECIO (€)
Aerogenerador Kliux Zebra, con mástil e inversor eólico	6.525
15 placas solares fotovoltaicas, con inversor solar	5.500
Estación meteorológica y sistema de visualización remota del rendimiento	550
Banco de baterías de 230 Ah y 48 v	16.650
Elaboración del proyecto necesario para la posterior tramitación de permisos o subvenciones	700
3,24 m <sup>3</sup> de hormigón, ferralla, excavación y alquiler de maquinaria	1.500
Gestión, certificado de instalación, OCA, registro en Industria	450
Transporte en península Ibérica	700
Instalación eléctrica	1.750
Montaje y puesta en marcha con alquiler de grúa y plataforma elevadora	1.500
<b>TOTAL</b>	<b>35.825</b>

Fig. 5.12 – Presupuesto sistema Kliux

Por lo tanto, considerando el coste total de inversión para la instalación de este sistema de 35.825 €, y teniendo en cuenta el ahorro económico anual obtenido de 1.233 €, obtenemos un periodo de amortización de 29,05 años.

### 5.3.5. ILUMINACIÓN LED

El objetivo de este apartado es valorar el tiempo de amortización del sistema de iluminación elegido para la vivienda. Aunque es un sistema que se ha colocado realmente en la ejecución de la obra y por tanto, no es una alternativa o mejora que hayamos aplicado, hemos considerado realizar un comparativo económico y su amortización, para ver así el ahorro que supone su instalación con respecto a otra alternativa convencional menos eficiente.

A continuación vamos a valorar económicamente la inversión realizada para poder estimar su amortización:

	HALÓGENAS E INCANDESCENTES		LED	
	28W	116W	5W	15W
POTENCIA (W)	28W	116W	5W	15W
PRECIO /UNIDAD (€)	2,40 €	3,95 €	11,95 €	18,95 €
UNIDADES EN LA VIVIENDA	115	18	115	18
COSTE EN LUMINARIAS (€)	276,00 €	71,10 €	1.374,25 €	341,10 €
COSTE TOTAL EN LUMINARIAS (€)	347,10		1.715,35	
DIFERENCIA DE INVERSIÓN	1.715,35 – 347,10 = 1.368,25 €			
CONSUMO ANUAL (kwh) <sup>(*)</sup>	2.318,4	1.503,36	414,00	194,40
GASTO EN CONSUMO ANUAL (€)	409,37	265,45	73,10	34,32
TOTAL GASTO EN CONSUMO ANUAL (€)	674,82		107,42	
AHORRO ECONÓMICO EN CONSUMO ENERGÉTICO (€)	674,82 – 107,42 = 567,40 €			
AÑOS AMORTIZACIÓN	1.368,25 / 567,40 = <b>2,41 años</b>			

(\*) Consumo energético iluminación estimado en Fig. 4.36.

Fig. 5.13 – Cálculo amortización sistema iluminación LED

Como ya se comentó anteriormente la iluminación de la vivienda está resuelta a base de lámparas LED. Para la iluminación interior de la misma se eligieron lámparas LED de 5W y para el exterior hemos supuesto de 15W. Su equivalencia a lámparas halógenas para el mismo número de lúmenes emitidos es de 28W y 116W respectivamente.

En la tabla anterior (ver Fig. 5.13), hemos realizado una comparativa de iluminación para la vivienda, por un lado con lámparas halógenas, y por otro lado con lámparas tipo LED, tal y como se han instalado realmente en la obra. Hemos mantenido el número de puntos de luz iguales para los dos casos, de 115 puntos de luz para el interior de la vivienda y 18 para el exterior. El precio de las lámparas lo hemos obtenido de tarifas actuales del mercado de las marcas “Lexman y Osram”, igual que el precio que nos da la empresa suministradora proporcionado por Iberdrola, que es 0,176573 €/Kwh, para potencia contratada > 10 Kw.

Aplicando estos datos, y teniendo en cuenta el consumo energético en iluminación, estimado en la figura 4.36 “Tabla estimación consumo energético”, obtenemos que el periodo de amortización de las lámparas LED es de 2,41 años. (Ver Fig. 5.14).

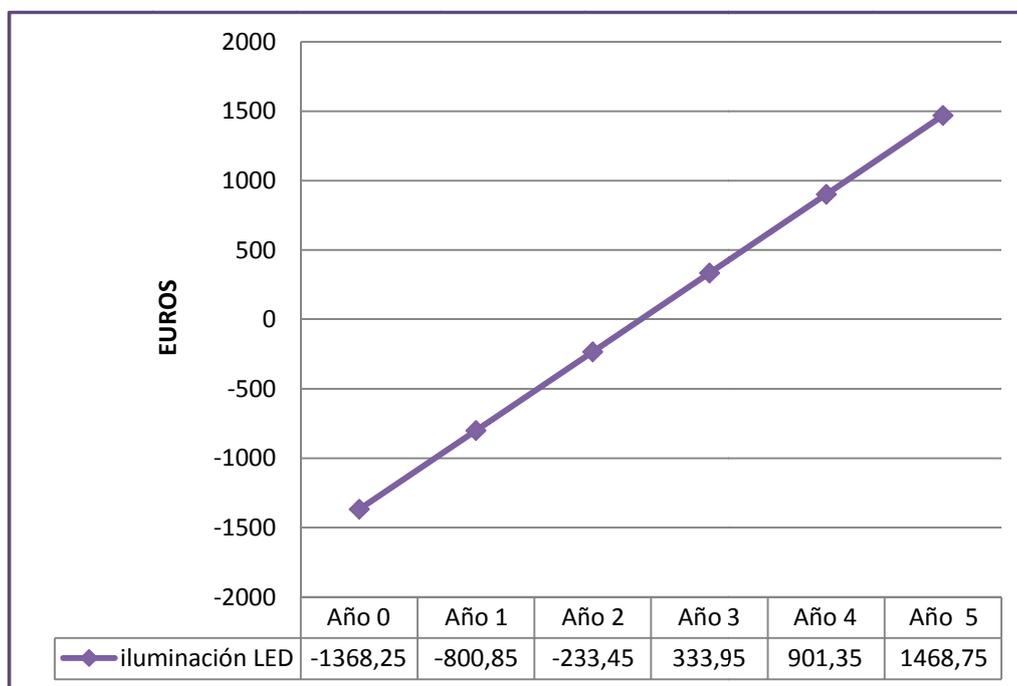


Fig. 5.14 – Amortización sistema iluminación LED

### 5.3.6. RESUMEN VALORACIÓN ECONÓMICA

Como conclusión de este apartado, mostramos a continuación una serie de tablas y diagramas en las cuales reflejamos de manera más resumida y global, todos los valores que hemos analizado y detallado en el desarrollo del apartado 5.3.

En primer lugar, analizaremos en su conjunto, el ahorro de agua obtenido mediante la instalación del dispositivo Aquareturn y el sistema Gemah, y cuantificarlo frente al consumo total de la vivienda.

Considerando que el consumo de agua por persona y día es de 142 litros, según INE (Instituto Nacional de Estadística), esta vivienda tendría un consumo total de 310.980 litros / año (ocupación 6 personas). Con estos sistemas se consigue un ahorro de 105.120 litros / año, lo que supone un 33,80 %. Por lo tanto, esta vivienda tendría un consumo anual de 205.860 litros de agua. (Ver Fig. 5.15 y 5.16).

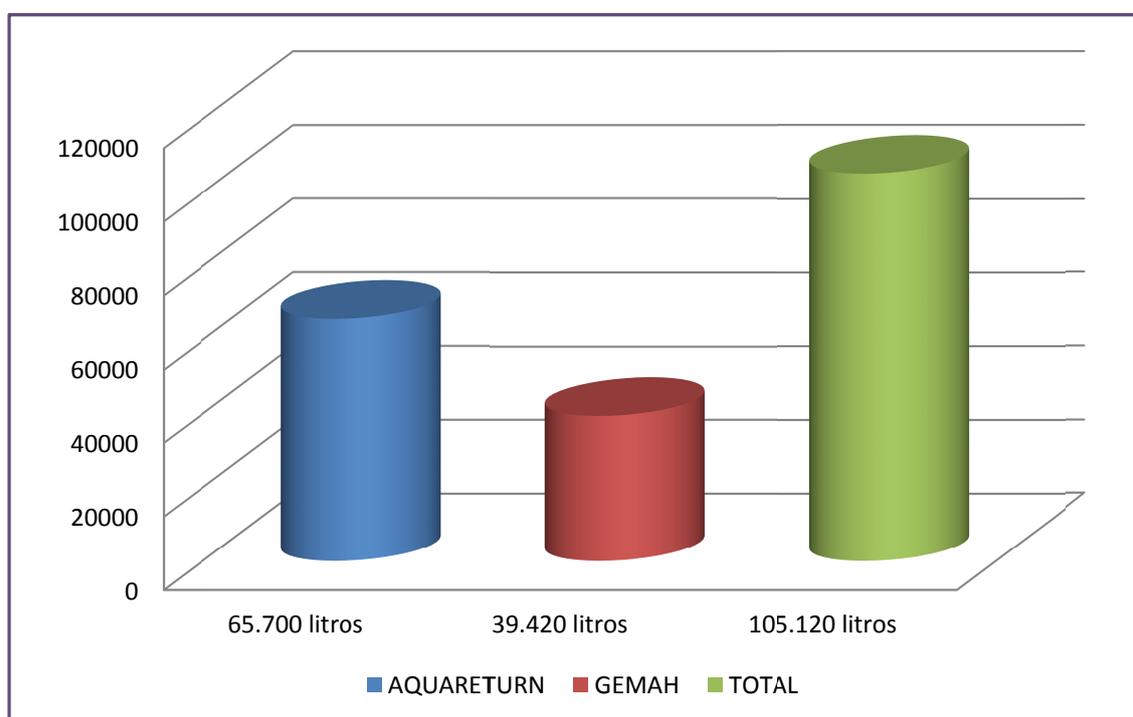


Fig. 5.15 – Ahorro total de agua.

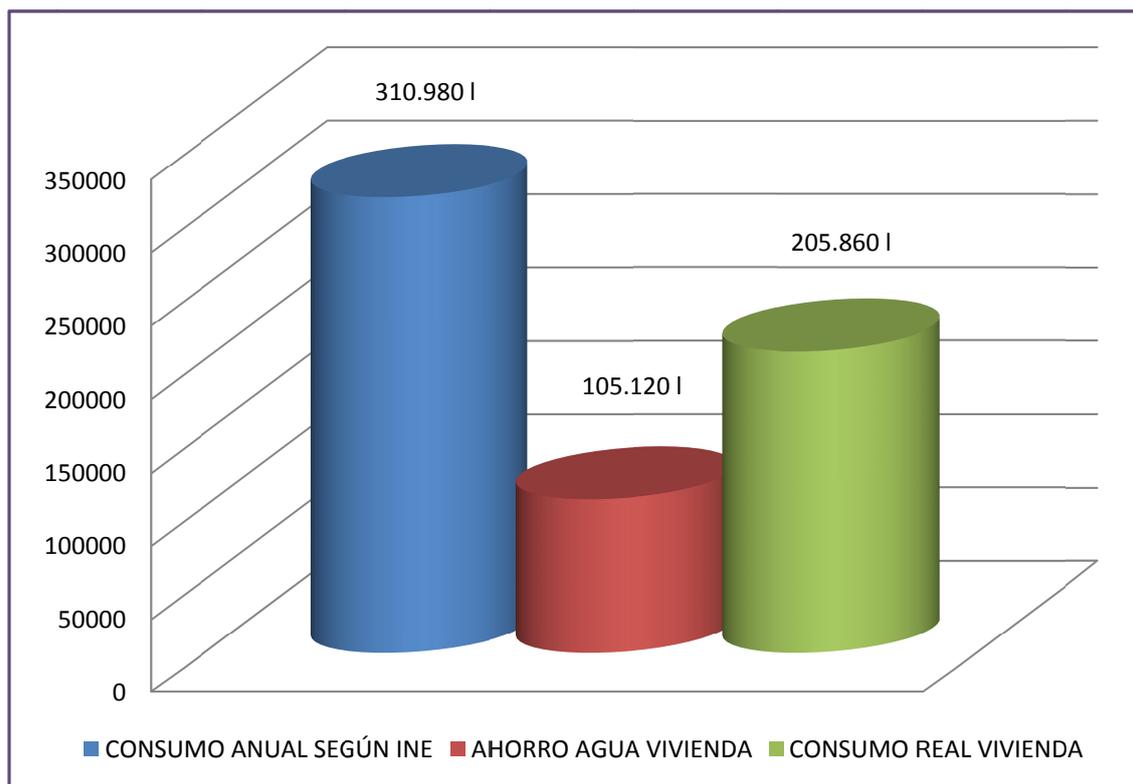


Fig. 5.16 – Consumo de agua.

Por otro lado, en cuanto a las alternativas propuestas para la mejora de la envolvente térmica, se detallan a continuación los incrementos de coste de las dos unidades de obra.

ENVOLVENTE TÉRMICA	CERRAMIENTO FACHADA	AISLAMIENTO CUBIERTA
PRECIO SOLUCIÓN EJECUTADA (€/m <sup>2</sup> )	94,48	14,31
PRECIO SOLUCIÓN ALTERNATIVA (€/m <sup>2</sup> )	104,49	25,44
INCREMENTO PRECIO (% - €/m <sup>2</sup> )	10,59% - 10,01 €/m <sup>2</sup>	77,78% - 11,13 €/m <sup>2</sup>
MEDICIÓN (m <sup>2</sup> )	316,25	137,75
COSTE SOLUCIÓN EJECUTADA (€)	29.879,30	1.971,20
COSTE SOLUCIÓN ALTERNATIVA (€)	33.044,96	3.504,35
INCREMENTO COSTE (€)	3.165,66	1.533,15
INCREMENTO TOTAL (€)	4.698,81	

Fig. 5.17 – Cálculo incremento coste de la envolvente térmica.

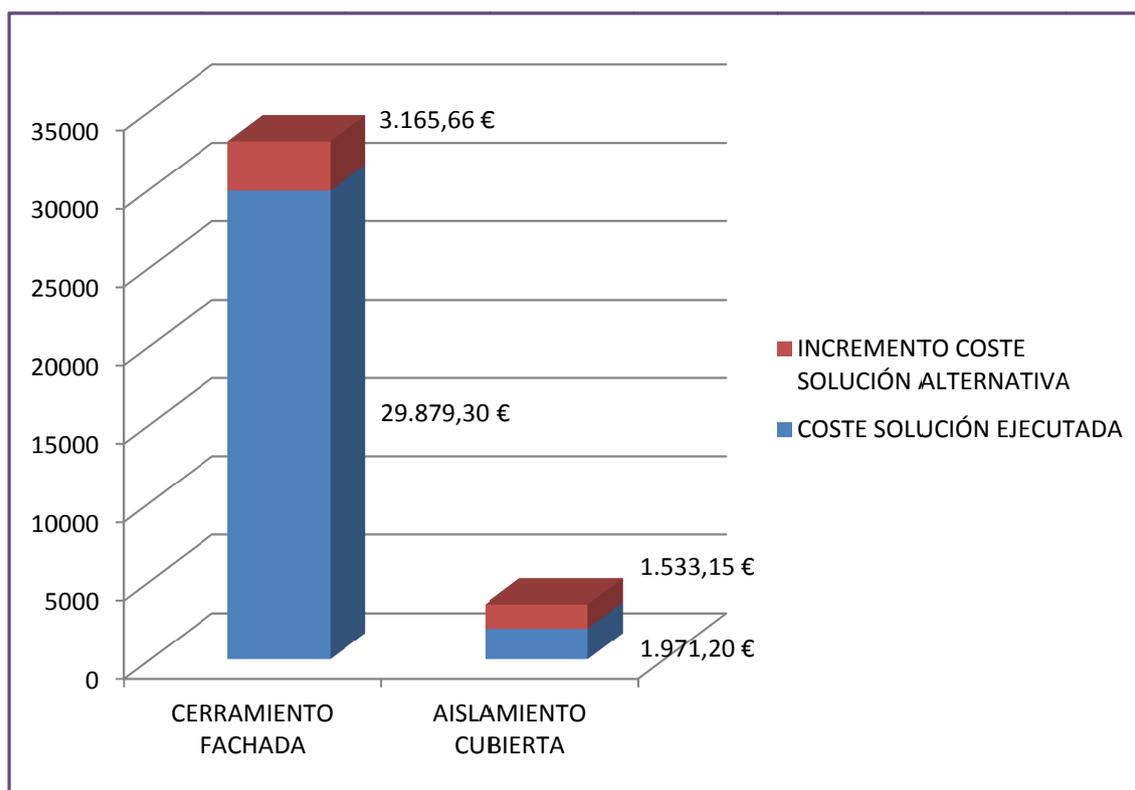


Fig. 5.18 – Costes de envolvente térmica e incremento solución alternativa

Como observamos en las figuras 5.17 y 5.18, la solución de cerramiento de fachada propuesta supone un incremento de 3.165,66 €, el cual equivale a un 10,59 % del coste de ejecución real. Se puede considerar un incremento perfectamente asumible, teniendo en cuenta que incorporamos un material sostenible y que nos mejora notablemente la transmitancia térmica del cerramiento.

Por su parte, el aislamiento térmico propuesto para cubierta, supone un incremento de 1.535,15 €. Es el 77,78 % del coste de aislamiento ejecutado. Este porcentaje, aun siendo elevado, podemos considerarlo asumible debido a que el coste del material de aislamiento no es excesivamente elevado con respecto al coste total de la cubierta, y teniendo en cuenta la mejora del comportamiento térmico de la misma que obtenemos utilizando este material ecológico y sostenible.

Finalmente, en cuanto a los sistemas propuestos como alternativa a la vivienda, se indican a continuación los incrementos de coste de los mismos, así como los períodos de amortización de cada uno de ellos.

	SISTEMA AHORRO AGUA (Aquareturn)	ACS Y CALEFACCIÓN	GENERACIÓN ELECTRICIDAD
PRECIO SISTEMA REAL INSTALADO	NO EXISTE	15.261 €	NO EXISTE
PRECIO SISTEMA ALTERNATIVO	1.485 €	26.520 €	35.825 €
INCREMENTO PRECIO (% - €)	1.485 €	73,78 % - 11.259 €	35.825 €
AMORTIZACIÓN	75 años	3,34 años	29,05 años
INCREMENTO TOTAL (€)	48.569,00 €		

Fig. 5.19 – Incremento coste sistemas propuestos

En las figuras 5.19 y 5.20, observamos que los tiempos de amortización de los sistemas propuestos son de 3,34 años para el sistema Gemah, 29,05 años para el sistema híbrido eólico – solar fotovoltaico Kliux y de 75 años para el dispositivo de ahorro de agua Aquareturn.

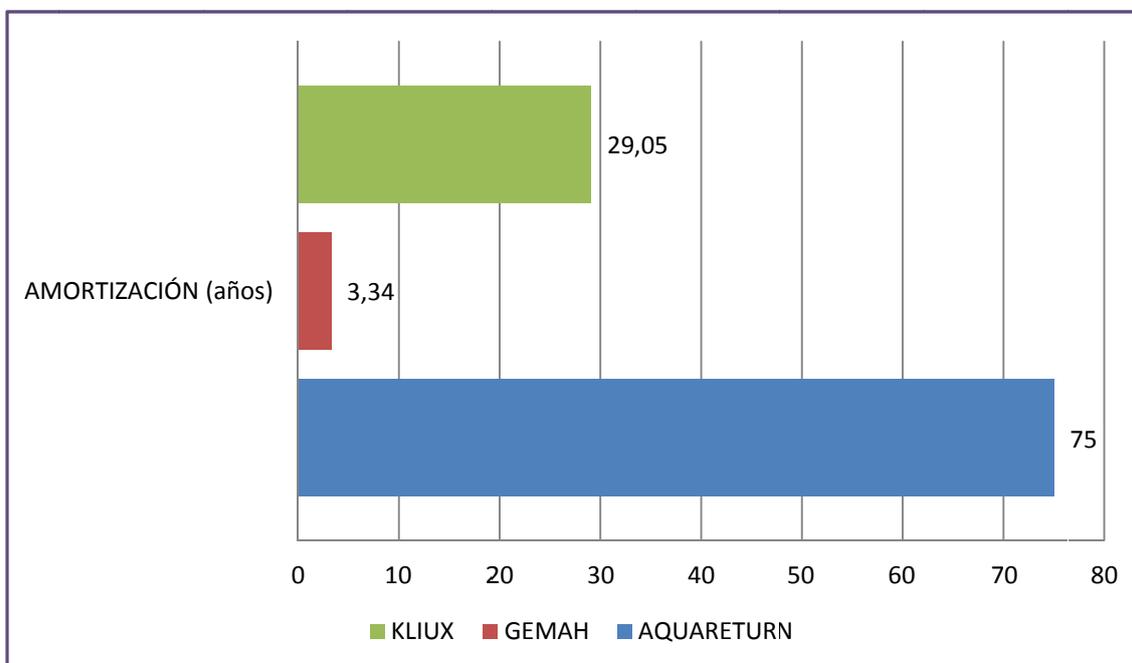


Fig. 5.20 – Amortización sistemas propuestos.

## 6.- CONCLUSIONES

## 6.- CONCLUSIONES

Al comienzo de este Proyecto Final de Carrera, reflexionamos sobre dos conceptos a tener muy en cuenta en la actualidad y en mayor medida, con vistas a un futuro relativamente inmediato, éstos fueron “Sostenibilidad” y “Eficiencia Energética”, ambos focalizados como es natural, en nuestro futuro ámbito de trabajo, es decir, la construcción como concepto general, y la de viviendas en particular.

Estos dos conceptos junto a otro más, la “Construcción”, forman un triángulo que ha de estar fuertemente ligado en la actualidad, para la conservación del medio ambiente y la continuidad de los recursos que permitan la convivencia en el mismo de las generaciones futuras.

La mejora de la eficiencia energética de las construcciones, junto con el uso responsable de los recursos naturales y la potenciación de las energías renovables, son los objetivos principales para conseguir la conservación del medio ambiente. La contaminación actual provocada por las masivas emisiones de CO<sub>2</sub> y el concepto de que los recursos naturales no son inagotables, han dado la voz de alerta como último aviso para la sostenibilidad futura del planeta.

Para ello, en la actualidad, estos objetivos dependen casi exclusivamente del grado de concienciación del conjunto de la sociedad, por un lado y en mayor medida, las autoridades gubernamentales para cada vez más legislar y demandar el cumplimiento de medidas más exigentes en materia de sostenibilidad y eficiencia energética, y por otro lado, el buen hacer del resto de la ciudadanía, tanto a nivel empresarial e industrial, como a nivel de usuario final.

Una vez reseñados los objetivos anteriormente comentados, hemos querido aplicarlos a nuestra vivienda objeto de estudio. Se trata de la construcción de una vivienda unifamiliar, de la cual hemos podido, dentro de nuestras posibilidades, seguir su ejecución material desde su inicio hasta prácticamente el final de la misma.

A modo de introducción para detallar las unidades de obra que hemos podido observar de la vivienda en fase de construcción, hemos realizado un análisis más o menos exhaustivo de su ejecución, haciendo especial atención a aquellos aspectos que nos repercutían más en cuanto a la eficiencia energética y la sostenibilidad, por tanto, a la envolvente térmica de la vivienda y los sistemas instalados para ACS, climatización e instalación eléctrica.

Reseñar en primer lugar en cuanto a la fase de ejecución, que las soluciones resueltas para la realización de la envolvente térmica podemos considerarlas muy aceptables en materia de aislamiento y cumplimiento de las limitaciones de transmitancias térmicas de los distintos cerramientos conforme a la normativa vigente (C.T.E.).

Sin embargo, en cuanto a los sistemas instalados no podemos decir lo mismo, claramente todo lo contrario, la instalación de calefacción y ACS está resuelta con caldera de gasóleo, combustible con elevado grado de emisiones de CO<sub>2</sub>, lo que nos repercute muy desfavorablemente en la eficiencia energética del sistema, y consecuentemente en el empeoramiento considerable de la calificación energética.

Destacar también que, aunque en el proyecto de ejecución de la vivienda se proyectaba un equipo con captador y depósito acumulador ubicados en cubierta, para cumplir las necesidades de agua caliente sanitaria de la vivienda, finalmente no se ha instalado, por lo que se incumple el HE-4, “Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria” del CTE, ya que se debería contribuir en un 40% como mínimo según tabla 2.1.

Posteriormente, hemos querido aplicar una serie de alternativas y mejoras a la vivienda, siempre basándonos en nuestro objetivo principal, mayor eficiencia energética y sostenibilidad. Las alternativas propuestas han sido, por un lado, mejora de la envolvente térmica, sustituyendo la fachada ejecutada por una solución de fachada incorporando un material más sostenible y la utilización de un aislamiento térmico en cubierta de carácter totalmente ecológico. Estos dos cambios han provocado la disminución de las transmitancias térmicas de estos dos cerramientos de manera considerable, adaptándonos así ya de antemano a limitaciones futuras, y consecuentemente una disminución en la demanda energética de calefacción. Esta disminución aunque no es muy considerable, sí hemos aplicado alternativas que podemos valorar como muy destacables por su carácter ecológico.

Por otro lado, la incorporación a la vivienda de dos sistemas basados en energías renovables, uno de ellos destinado a la generación de energía eléctrica para autoconsumo y el otro a cubrir la demanda de agua caliente sanitaria y calefacción, nos han llevado a conseguir una vivienda con casi cero emisiones de CO<sub>2</sub>, consiguiendo de esta manera la mejor calificación energética posible, es decir, letra “A”.

A continuación podemos observar gráficamente el comparativo de resultados obtenidos al aplicar el programa de calificación energética CE3X, para cada uno de los casos:

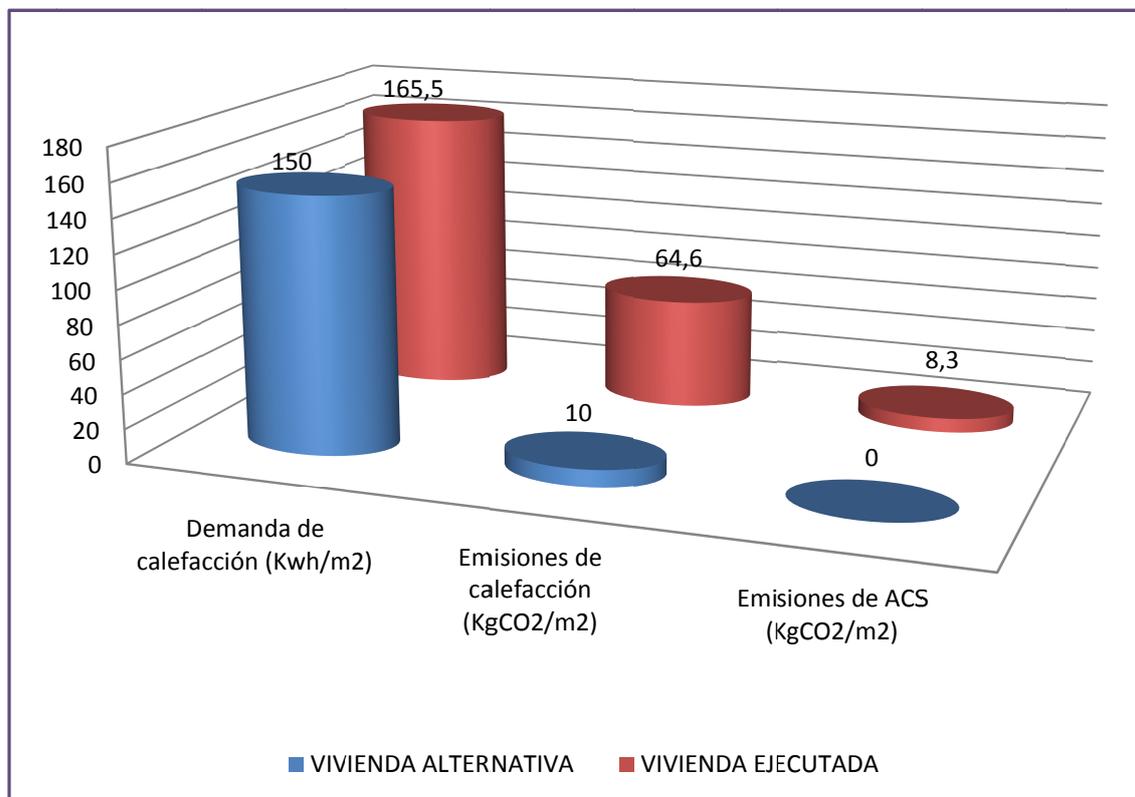


Fig. 6.01 – Comparativa resultados calificación energética programa CE3X.

Aunque en estos últimos tiempos y orientado al sector de la construcción, se han consolidado en el mercado de la sostenibilidad y la eficiencia energética, una mayor variedad de materiales de carácter ecológico con cada vez mejores cualidades y comportamientos, sistemas de reciclaje y autoabastecimiento más perfeccionados, y sistemas de generación de energía a partir de renovables cada vez más eficientes, como puede ser la producción de agua caliente sanitaria mediante placas solares, la geotermia, la aerotermia, reciclaje de aguas pluviales y grises, biomasa, aislamientos ecológicos, etc..., hemos querido incorporar en nuestro trabajo para la mejora de nuestra vivienda, alternativas y sistemas que podemos considerar más novedosos y de más reciente aparición en el mercado en lo que se refiere a los sistemas de generación de agua caliente sanitaria y electricidad, y así darlas a conocer en este proyecto final de carrera. De la misma manera, hemos considerado oportuno y de manera destacable, el aportar estas soluciones que han sido desarrolladas por empresas españolas.

En cuanto a la valoración económica de las alternativas y mejoras propuestas para la vivienda, podemos ver en el siguiente diagrama (Fig. 6.02) el incremento de coste de cada una de ellas, así como la suma total de la inversión.

Las alternativas ya desarrolladas en el Capítulo 4, son las siguientes:

- Cerramiento de fachada mediante bloque de hormigón celular “Ytong”.
- Material de aislamiento de cubierta a base de celulosa insuflada.
- Sistema de ahorro de agua “Aquareturn”.
- Sistema de producción de ACS y calefacción con reutilización de aguas grises “Gemah”.
- Sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico “Kliux” para generación de electricidad.

Reseñar también que todas estas mejoras y alternativas que hemos propuesto para esta vivienda son perfectamente viables en lo que se refiere a la implantación de los procesos constructivos en el desarrollo normal de la obra, no teniendo la necesidad de tomar medidas especiales en cuanto a equipamiento y seguridad en su ejecución o instalación.

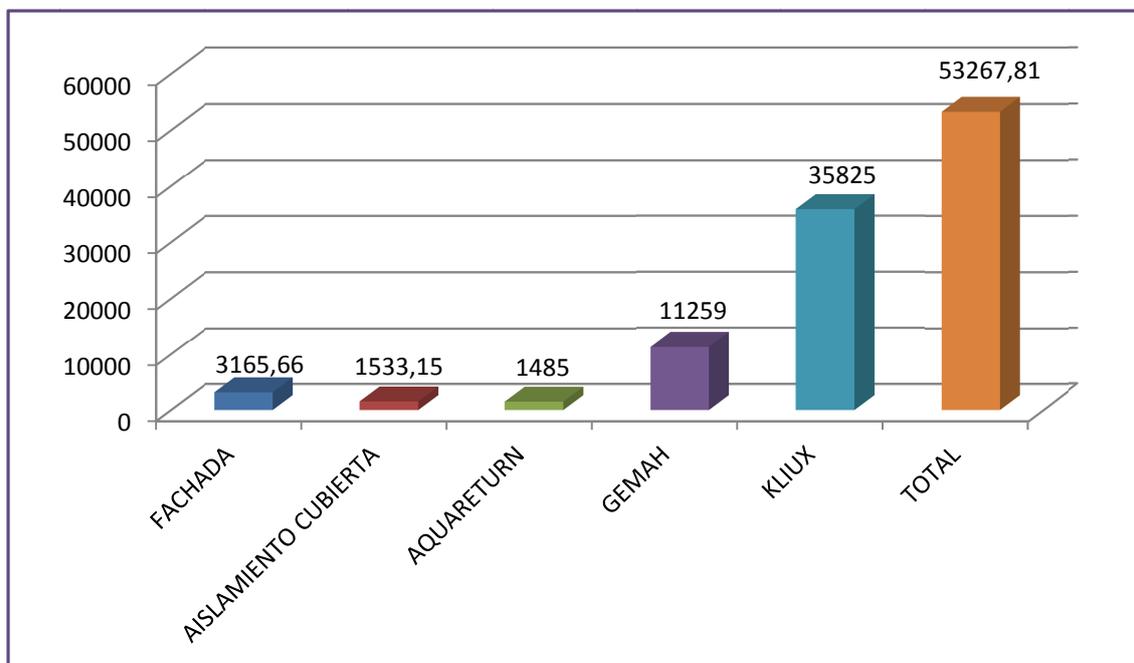


Fig. 6.02 – Incremento de coste alternativas propuestas

Interpretando el diagrama, observamos que el mayor porcentaje de inversión es para el sistema de generación de electricidad Kliux (67,25%), cuyo periodo de amortización vimos que ascendía a 29,05 años.

Teniendo en cuenta que el coste real de ejecución material total de la obra ha sido aproximadamente de 505.000 €, según dato facilitado por el promotor (a falta de últimos trabajos de acabado), la inversión en las alternativas propuestas supondría un incremento de un 10,54 % aproximadamente. Este incremento de coste podríamos considerarlo como perfectamente asumible para esta obra, aun teniendo en cuenta los largos periodos de amortización de los sistemas Aquareturn (75 años) y Kliux (29,05 años).

Por otro lado, si consideramos el presupuesto inicial que se refleja en el proyecto de ejecución, que es de 168.837 €, estas alternativas supondría un incremento de un 31,5%, que podríamos estimarlo como desorbitado. Para este caso, sería más asumible el prescindir del sistema “Kliux”, y así la inversión supondría un 10,3% del coste total. De todas formas, reseñar que este valor que aparece en el proyecto no podemos considerarlo muy fiable ya que siempre se suele disminuir para la solicitud de permisos y licencias de obra, por lo que el porcentaje de incremento de las alternativas disminuiría pero estimamos que la conclusión de viabilidad sería la misma.

En cualquier caso, destacar que sí es muy recomendable la inversión en iluminación tipo LED, ya que como hemos observado en el Capítulo 5, su tiempo de amortización es muy corto (2,41 años) y supone un alto ahorro energético anual.

Y en cuanto al sistema Gemah, igualmente lo consideramos muy recomendable, ya que posee unas prestaciones de eficiencia energética muy elevadas y un tiempo de amortización relativamente bajo (3,34 años), con el valor añadido de la posibilidad que tiene de reutilizar aguas grises de la vivienda para las cisternas de los inodoros y el aprovechamiento que realiza del calor residual de estas aguas grises.

Como conclusión final queremos afirmar, que alternativas como las que hemos querido plasmar en este proyecto final de carrera para mejorar la eficiencia energética de las viviendas y aumentar su carácter sostenible y ecológico, así como muchas otras existentes en el mercado y las que vendrán en el futuro, siempre estarán supeditadas a dos aspectos fundamentales, la viabilidad económica y el compromiso-concienciación de la sociedad para la conservación del medio ambiente.

## 7.- BIBLIOGRAFÍA

## 7.- BIBLIOGRAFÍA

### DOCUMENTOS, NORMATIVA Y LIBROS CONSULTADOS:

- Proyecto Básico y Ejecución de Vivienda Unifamiliar en Avda. Mas del Olmo 34A-34B, MAS DEL OLMO, (VALENCIA).
- Documento Básico HE “Ahorro de Energía” del Código Técnico de la Edificación (CTE). Actualización Septiembre 2013.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE).
- Real Decreto 47/2007.
- Directiva 2010/31/UE.
- Directiva 2012/27/UE.
- Real Decreto 235/2013.
- Manual de usuario de calificación energética de edificios existentes CE3X.
- “Instalaciones Solares Fotovoltaicas” de José Roldán Vilorio, y editado por Ed. Paraninfo.

### WEBS CONSULTADAS:

- Idae.es - Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía.
- Construible.es - Todo sobre construcción sostenible.
- Eeficiencia.es - Portal de Eficiencia y Servicios Energéticos.
- Europa.eu – Portal sobre la legislación de la UE.
- Ytong.es - Casa comercial.
- Aislayahorra.es – Casa comercial.
- Celulosa.pro – Casa comercial.
- Aislafiber.com – Casa comercial.
- Spaininsulation.es – Casa comercial.
- Aquareturn.com – Casa comercial.
- Kalhidra.com – Casa comercial.
- Energías-renovables.com – Portal sobre energías renovables.
- Appa.es – Asociación de productores de energías renovables.

- [Energiaeolica.org](http://Energiaeolica.org) – Web sobre energía eólica y energías renovables.
- [Aeeolica.org](http://Aeeolica.org) – Asociación empresarial eólica.
- [Solarweb.net](http://Solarweb.net) – Portal sobre energía solar.
- [Calefaccionsueloradiante.com](http://Calefaccionsueloradiante.com) – Casa comercial.
- [Geodinamic.com](http://Geodinamic.com) – Casa comercial.
- [Renovablesverdes.com](http://Renovablesverdes.com) – Portal sobre energías renovables.
- [Clickrenovables.com](http://Clickrenovables.com) – Portal sobre energías renovables.
- [Instalacionesyeficienciaenergetica.com](http://Instalacionesyeficienciaenergetica.com) – Web sobre instalaciones y eficiencia energética en edificación.
- [Kliux.com](http://Kliux.com) – Casa comercial.
- [Autosolar.es](http://Autosolar.es) – Casa comercial.
- [Generadordeprecios.info](http://Generadordeprecios.info) – Software para la obtención de precios de la construcción.  
CYPE Ingenieros, S.A.

