

GRADO EN  
ARQUITECTURA TÉCNICA

# ESTUDIO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

**AUTOR**  
IRENE MONTESINOS BURGOS

**TUTOR ACADÉMICO**  
ANDREA SALANDIN

**CURSO**  
2013-14

**MODALIDAD**  
DESARROLLO DE PROYECTOS  
DE CONSTRUCCIÓN



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR  
ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ





# **RESUMEN**





## ***RESUMEN***

---

Este TFG estudia una vivienda unifamiliar ubicada en Benaguasil con vistas a la mejora de su eficiencia energética. Después del estudio de la situación inicial y una primera clasificación (clase D), se han realizado unas simulaciones de nuevas envolventes e instalaciones para mejorar la clasificación energética hasta alcanzar una clase A aplicando las nuevas tecnologías (biomasa).

Posteriormente se ha realizado un estudio de viabilidad económica así como el plazo de amortización de dicha intervención.

Palabras clave:

- Eficiencia energética
- Clasificación energética
- Biomasa



## **RESUM**

---

Aquest TFG estudia una vivenda unifamiliar ubicada a Benaguasil amb vista a la millora de la seua eficiència energètica. Després de l'estudi de la situació inicial i una primera classificació (classe D), s'han realitzat unes simulacions de noves envoltants e instal·lacions per a millorar la classificació energètica fins a aconseguir una classe A aplicant les noves tecnologies (biomassa).

Posteriorment s'ha realitzat un estudi de viabilitat econòmica així com el termini d'amortització d'aquesta intervenció.

Paraules clau:

- Eficiència energètica
- Classificació energètica
- Biomassa



## **SUMMARY**

---

This TFG studies a unifamiliar house situated in Benaguasil in order to improve its energetic efficiency. After studying the initial situation and achieving a first clasification (D class), we applied the new tecnologies (biomass) to reach A level using different envolving and instalations simulations.

After that an economic viability study and a repayment term has been done.

Keywords

- Energetic efficiency
- Energetic clasification
- Biomass



**ÍNDICE DE CONTENIDOS**

---

	ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	I
	ÍNDICE DE FIGURAS.....	III
	ÍNDICE DE TABLAS.....	IV
1	INTRODUCCIÓN .....	3
1.1	Antecedentes.....	3
1.2	Evolución histórica de la eficiencia energética.....	5
1.2.1	Evolución histórica en España .....	6
1.3	Marco Normativo .....	13
1.4	Objetivos del TFG.....	17
1.5	Conceptos básicos .....	18
2.	DESCRIPCIÓN VIVIENDA OBJETO DE ESTUDIO.....	25
2.1	Memoria descriptiva .....	25
2.1.1	Emplazamiento y situación.....	25
2.1.2	Descripción general del edificio.....	26
2.2	Memoria constructiva .....	29
2.2.1	Sistema estructural.....	29
2.2.2	Sistema envolvente .....	32
3	ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA EN LA SITUACIÓN ACTUAL .....	43
3.1	Introducción .....	43
3.2	Análisis climatológico .....	44
3.3	Determinación de la demanda energética por la opción general mediante la herramienta informática CERMA .....	45
3.3.1	Descripción de la aplicación .....	45
3.3.2	Estructura de CERMA .....	47
3.3.3	Utilización y aplicación de CERMA a nuestro edificio .....	47
3.4	Resultado de la calificación energética .....	61
3.5	Conclusión.....	64
4	MEJORAS ENERGÉTICAS APLICADAS A LA VIVIENDA.....	69
4.1	Introducción .....	69
4.2	Mejora de la envolvente .....	69
4.2.1	Colocación de aislamiento en cubiertas (Guía de rehabilitación energética de edificios de viviendas. Capítulo 3).....	70
4.2.1.1	Nueva calificación energética .....	72
4.2.2	Colocación de aislamiento en cerramientos (Guía de rehabilitación energética de edificios de viviendas. Capítulo 2).....	73
4.2.3	Sustitución de las ventanas y puertas acristaladas .....	76

4.3	Mejora de la estructura .....	77
4.3.1	Colocación de aislamiento en partición interior .....	77
4.3.2	Colocación de aislamiento en forjado .....	78
4.3.3	Nueva calificación energética .....	79
4.4	Mejora de las instalaciones .....	80
4.4.1	Funcionamiento de la biomasa (Guía Técnica: Instalaciones de biomasa térmica en edificios) .....	80
4.4.2	Selección del biocombustible .....	82
4.4.3	Almacenamiento de la biomasa.....	84
4.4.4	Características cuarto de calderas y almacén.....	85
4.4.5	Elementos de la instalación .....	85
4.4.6	Nueva calificación energética .....	87
	A continuación, realizamos una nueva simulación energética sólo de la caldera. ....	87
4.5	Nueva calificación energética y análisis de las mejoras .....	88
5	ESTUDIO Y VIABILIDAD ECONÓMICA.....	93
5.1	Introducción .....	93
6	CONCLUSIONES.....	99
	BIBLIOGRAFÍA.....	103

ACRÓNIMOS.....	107
AGRADECIMIENTOS.....	111
ANEXOS.....	113
ANEXO I. FICHA TÉCNICA DEL RADIADOR.....	117
ANEXO II. CÁLCULO DE TRANSMITANCIAS.....	121
ANEXO III. FICHA TÉCNICA CALDERA.....	125
ANEXO IV. DOCUMENTOS ADMINISTRATIVOS GENERADOS POR CERMA.....	129
ANEXO V. PRESUPUESTO.....	145
ANEXO VI. PLANOS.....	160

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

<i>Figura 1: efecto invernadero (fuente: helptoherth)</i> .....	4
<i>Figura 2: evolución de consumo de energía primaria por fuentes en españa (fuente: idae)</i> .....	4
<i>Figura 3: evolución de la intensidad energética en españa vs ue (fuente: eurosat)</i> .....	7
<i>Figura 4: consumo de energía primaria en 2007 (fuente: la energía en españa 2007, mityc)</i> .....	8
<i>Figura 5: consumo de energía final en 2007(fuente: la energía en españa 2007, mityc)</i> .....	8
<i>Figura 6: porcentaje de consumos por sector (fuente: plan de acción 2008-2012 del idae)</i> .....	10
<i>Figura 7: porcentaje de consumos por energías (fuente: plan de acción 2008-2012 del idae)</i> .....	10
<i>Figura 8: evolución del consumo de energía final por sectores (ktep) (fuente: mityc)</i> .....	11
<i>Figura 9: consumo energético de transporte (fuente:monografía 1 de enertrans: el sistema español de transporte y sus impactos sobre la sostenibilidad)</i> .....	11
<i>Figura 10: reparto de consumos en el sector doméstico (fuente: plan de acción 2008-2012.IDAE)</i> ...	12
<i>Figura 11: reparto de consumos en el sector terciario (fuente: plan de acción 2008-2012 del IDAE)</i> .	12
<i>Figura 12: factor solar</i> .....	20
<i>Figura 13: demanda energética</i> .....	21
<i>Figura 14: situación vivienda en la parcela (fuente: google maps)</i> .....	25
<i>Figura 15: situación vivienda en la parcela (fuente: catastro)</i> .....	26
<i>Figura 16: situación vivienda en la parcela en 3d (fuente: catastro)</i> .....	26
<i>Figura 17: sección aa' de la vivienda.</i> .....	27
<i>Figura 18: planta primera de la vivienda.</i> .....	28
<i>Figura 19: detalle zapata corrida y aislada.</i> .....	30
<i>Figura 20: detalle viga centradora.</i> .....	30
<i>Figura 21: detalle estructura.</i> .....	31
<i>Figura 22: detalle cubierta inclinada con forjado inclinado.</i> .....	32
<i>Figura 23: detalle cubierta inclinada con forjado horizontal.</i> .....	33
<i>Figura 24: detalle fachada y medianeras.</i> .....	34
<i>Figura 25: detalle carpintería exterior.</i> .....	35
<i>Figura 26: detalle partición tipo.</i> .....	35
<i>Figura 27: detalle de los distintos solados.</i> .....	36
<i>Figura 28: detalle de los distintos alicatados.</i> .....	37
<i>Figura 29: detalle carpintería de madera.</i> .....	38
<i>Figura 30: detalle frente de armario.</i> .....	38
<i>Figura 31: esquema radiador.</i> .....	39
<i>Figura 32: referencia de leyes</i> .....	46
<i>Figura 33: pantalla título</i> .....	48
<i>Figura 34: pantalla de descripción de datos globales</i> .....	49
<i>Figura 35: pantalla de descripción de los muros</i> .....	51
<i>Figura 36: pantalla de descripción de cubiertas</i> .....	52

<i>Figura 37: pantalla de descripción de suelos</i> .....	53
<i>Figura 38: pantalla de descripción de huecos</i> .....	53
<i>Figura 39: pantalla de descripción de equipos</i> .....	56
<i>Figura 40: calificación energética</i> .....	57
<i>Figura 41: detalle de emisiones globales para calefacción y refrigeración</i> .....	58
<i>Figura 42: detalle de mejoras estándar de los sistemas</i> .....	59
<i>Figura 43: estudio detallado de la evolución de la temperatura</i> .....	59
<i>Figura 44: pantalla de ahorros generada al duplicar el edificio</i> .....	60
<i>Figura 45: pantalla de cumplimiento HE1</i> .....	61
<i>Figura 46: detalle de demanda por servicio</i> .....	62
<i>Figura 47: detalle consumo de energía final</i> .....	62
<i>Figura 48: detalle consumo de energía primaria</i> .....	63
<i>Figura 49: detalle emisiones totales de CO<sub>2</sub></i> .....	63
<i>Figura 50: recogida de datos</i> .....	64
<i>Figura 51: esquema básico de cubierta inclinada</i> .....	71
<i>Figura 52: detalle rehabilitación de cubierta</i> .....	72
<i>Figura 53. Calificación energética de la nueva cubierta</i> .....	73
<i>Figura 54. Esquema sistema sate (idae)</i> .....	73
<i>Figura 55. Detalle rehabilitación de fachada</i> .....	74
<i>Figura 56. Calificación energética de los nuevos cerramientos</i> .....	75
<i>Figura 57. Calificación energética de los nuevos cerramientos y cubiertas</i> .....	75
<i>Figura 58 calificación energética de la nueva carpintería</i> .....	76
<i>Figura 59. Calificación energética de la envolvente</i> .....	77
<i>Figura 60: detalle rehabilitación de la partición</i> .....	78
<i>Figura 61: detalle rehabilitación del forjado</i> .....	78
<i>Figura 62: nueva calificación de la estructura</i> .....	79
<i>Figura 63: ciclo de la biomasa forestal (docenariosostenible.com)</i> .....	80
<i>Figura 64: funcionamiento caldera biomasa</i> .....	81
<i>Figura 65: espacios destinados a depósito y sala de máquinas</i> .....	83
<i>Figura 66: esquema de instalación, con punto de suministro</i> .....	84
<i>Figura 67. sección sala de calderas</i> .....	86
<i>Figura 68. planta de sala de calderas</i> .....	86
<i>Figura 69. Nueva certificación de la caldera</i> .....	87
<i>Figura 70. Nueva calificación energética</i> .....	88
<i>Figura 71. Pestaña ahorros</i> .....	89
<i>Figura 72. Calificación energética final</i> .....	89
<i>Figura 73: cumplimiento he1 del programa cerma</i> .....	90
<i>Figura 74: recuperación de la inversión</i> .....	94
<i>Figura 75: recuperación de la inversión de mejora de la envolvente</i> .....	95
<i>Figura 76: recuperación de la inversión de sustitución de equipos</i> .....	96

*Figura 77: comparación de las distintas inversiones* ..... 96



## ÍNDICE DE TABLAS

---

<i>Tabla 1. Conductividad térmica de los materiales utilizados en el proyecto</i> .....	18
<i>Tabla 2. Resistencia térmica de algunos de los materiales utilizados en el proyecto.</i> .....	19
<i>Tabla 3. Coeficiente de transmitancia térmica de alguno de los materiales utilizados en el proyecto.</i>	19
<i>Tabla 4: resumen superficies totales.</i> .....	28
<i>Tabla 5: superficies útiles y construidas planta baja.</i> .....	29
<i>Tabla 6: superficies útiles y construidas planta primera.</i> .....	29
<i>Tabla 7: superficies útiles y construidas planta segunda.</i> .....	29
<i>Tabla 8: información climatológica anual de benaguasil</i> .....	44
<i>Tabla 9. Especificaciones mínimas del eps para cubiertas inclinadas</i> .....	71
<i>Tabla 10. Esquema comparativo ventajas e inconvenientes de biocombustibles (guía técnica instalaciones de biomasa en edificios [x])</i> .....	82
<i>Tabla 11. propiedades de los biocombustibles sólidos (norma une-cen/ts 14961ex[x])</i> .....	83
<i>Tabla 12: datos del presupuesto.</i> .....	93





# **1. INTRODUCCIÓN**





## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

Desde el origen de nuestra civilización, el ser humano ha ido evolucionando buscando nuevos recursos y nuevas formas de energías. El uso de las energías renovables se remonta a la prehistoria, donde el hombre utilizaba la energía procedente del viento, para la propulsión de barcos de velas. La energía solar fue utilizada ya en la Segunda Guerra Púnica (218-201 a.C.), en la que se utilizaban grandes espejos para concentrar los rayos del sol sobre las velas de las naves romanas para prenderles fuego. La hidráulica se utiliza desde 1000 a.C. cuando era utilizada para molienda de cereales a través de norias, ruedas hidráulicas... (Creus Solé, A. 2004) [1].

Más adelante aparecieron el Carbón, el Petróleo y el Gas Natural, como energías fósiles, económicas y con un alto poder energético, que inicialmente parecieron como inagotables favoreciendo un crecimiento rápido de nuestra civilización y el olvido del uso de las energías renovables. En la actualidad las  $\frac{3}{4}$  partes de la energía consumida en el mundo son de origen fósil, con un claro predominio del petróleo (35%), lanzando a la atmósfera 23.440 millones de Tm anuales de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) en el año 2000. (Creus Solé, A. 2004) [1].

Son éstas emisiones de  $\text{CO}_2$  junto con otros gases, (metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbono (PFC), y hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ )), lo que conocemos como efecto invernadero. Por otro lado, también emiten óxidos de azufre y otros aerosoles que ayudan a enfriar el planeta, filtrando la radiación recibida del Sol. De estos se produce un balance llamado balance radioactivo, que consiste en el equilibrio térmico entre la radiación que entra por la atmósfera y la que sale.

Centrándonos en los cambios producidos como consecuencia de la modificación en la composición atmosférica, hay que destacar el efecto antropogénico, siendo la variable más

significativa de esta aceleración del cambio climático. El aumento de la población mundial y en consecuencia del consumo de energía para satisfacer las necesidades humanas por parte de los países desarrollados, han dado lugar a la sobreexplotación de los recursos naturales, a la deforestación masiva y en consecuencia, a las altas emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

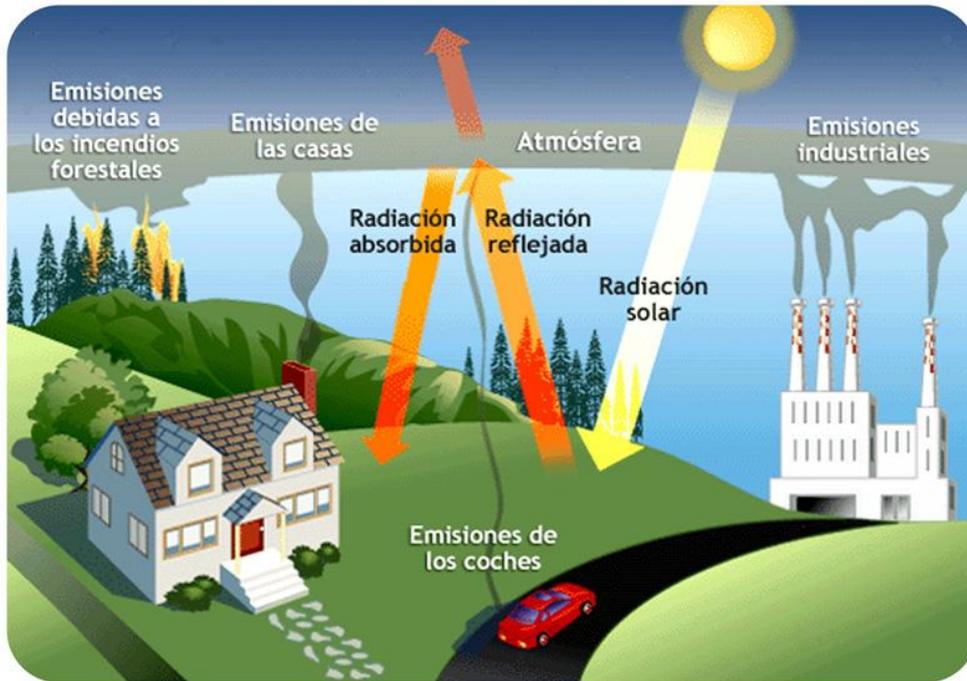


Figura 1: Efecto invernadero (Fuente: Helptotherth)

Todos estos factores han generado una creciente preocupación a nivel mundial por el cambio climático y por el agotamiento de los recursos naturales, y por ello se están creando planes de choque para reducir las emisiones de estos gases de efecto invernadero, así como apostar cada vez más por las energías renovables. No obstante, aún tenemos una gran dependencia de las energías fósiles tanto a nivel doméstico, industrial y de transporte.

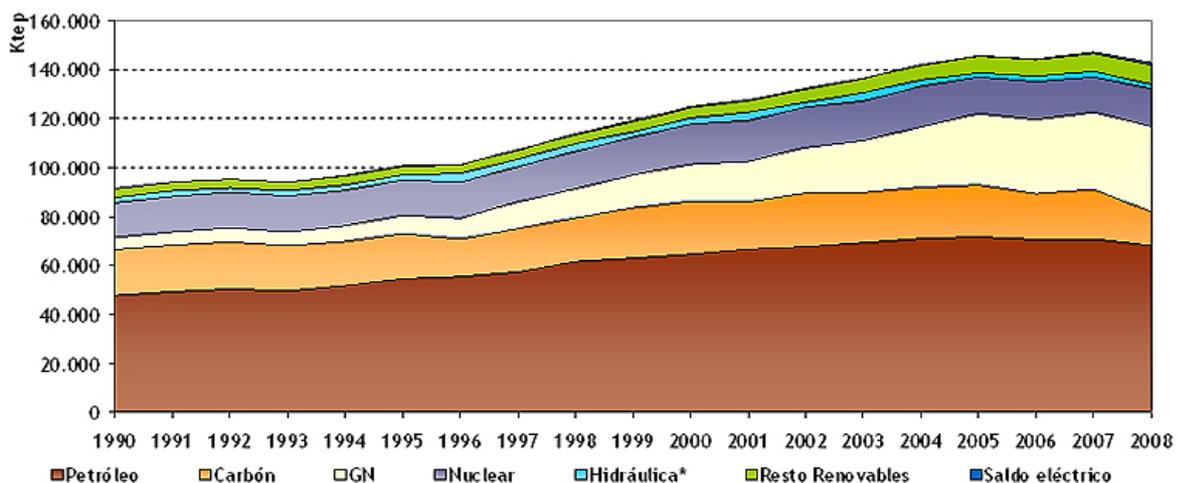


Figura 2: Evolución de consumo de energía primaria por fuentes en España (Fuente: IDAE) [22]

Es previsible que con carácter global, se sufra un aumento considerable de emisiones de gases de efecto invernadero, dado que existen países en desarrollo que demandan una cantidad considerable de energía. Solo la buena gestión de estos recursos y una disminución de las emisiones nocivas al medioambiente nos permitirán la conservación de nuestros ecosistemas. Por ello, debe haber un compromiso por parte de todos para la conservación de nuestro planeta, así como un uso racional de la energía.

Este compromiso empieza por apostar en las energías renovables, que son aquellas que provienen de una fuente natural cuyo potencial es inagotable y que a continuación se enumeran:

- Energía Hidráulica: Es la energía que se obtiene a partir del agua de los ríos, por medio de presas, que contienen turbinas hidráulicas y transforman la fuerza del agua en energía eléctrica.
- Energía solar: Es la que nos llega en forma de radiación electromagnética procedente del Sol. Existen dos formas de radiación solar:
  1. Radiación Directa: Es la que aporta la incidencia directa de los rayos del sol, generalmente es la utilizada para absorber la energía en los colectores y células fotovoltaicas.
  2. Radiación Difusa: Es la radiación solar absorbida por el aire y el polvo atmosférico, los colectores y las células fotovoltaicas la aprovechan en cierta medida.

El aprovechamiento de esta energía se realiza de dos maneras:

- Vía térmica: Transforma la energía del Sol en energía calorífica, mediante unos colectores planos formados por un circuito con un fluido que lo transmite en forma de calor a los sistemas de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS).
- Vía Fotovoltaica: transforma la energía del Sol en energía eléctrica, mediante unas células fotovoltaicas.
- Energía Eólica: Es la energía producida por el viento, mediante aerogeneradores se transforma la energía cinética del viento en energía eléctrica.
- Energía Biomasa: Es la energía que se puede obtener de los compuestos orgánicos formados en procesos naturales. Se obtiene mediante determinados cultivos vegetales, aprovechando residuos agrícolas domésticos y transformando ciertas especies vegetales en combustible (bioetanol).

Existen otras energías renovables en desarrollo que aún no son realmente eficientes para su aplicación:

- Geotérmica: Energía almacenada en forma de calor bajo la superficie terrestre, que se obtiene a través de yacimientos de alta temperatura (superiores a 100-150°C)
- Energías del mar: Energía que engloba el aprovechamiento energético de mares y océanos. Según se genere por las olas se denomina undimotriz, o maremotriz si proviene de las mareas.
- Energía nuclear: Se considera energía renovable cuando usa el hidrogeno en lugar del uranio en el proceso de fisión nuclear.

## 1.2 Evolución histórica de la eficiencia energética

La demanda energética ha venido experimentando una tendencia al alza en las tres últimas décadas, a lo largo de las cuales han tenido lugar cuatro crisis económico-energéticas (1973, 1979, 1993, 2008) a nivel mundial, con impacto negativo en la actividad económica y en la demanda energética de la mayoría de los países desarrollados. No obstante, a principio de los años 70, esta circunstancia sirvió de catalizador para acometer políticas orientadas a la reducción de la dependencia energética y la mejora de la eficiencia, para ellos se formalizan una serie de reuniones y tratados que a continuación se citan:

- (1987) Informe de Brundlan: Es un informe que enfrenta y contrasta la postura de desarrollo económico actual junto con el de sostenibilidad ambiental. El informe fue elaborado por distintas naciones en 1987 para la ONU y se llamó Nuestro Futuro Común (*Our Common Future*). En este informe, se utilizó por primera vez el término desarrollo sostenible (o desarrollo sustentable), definido como aquel que *satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones*. Implica un cambio muy importante en cuanto a la idea de sustentabilidad, principalmente ecológica, y a un marco que da también énfasis al contexto económico y social del desarrollo.
- (1992) Convenio Marco de las Naciones Unidas (CMNUCC): Fue adoptada en Nueva York el 9 de mayo de 1992 y entró en vigor el 21 de Marzo de 1994. Permite reforzar la conciencia pública a escala mundial de los problemas relacionados con el cambio climático.
- (1992) Cumbre de la Tierra, Río de Janeiro: La Conferencia fue la oportunidad de adoptar un programa de acción para el siglo XXI, llamado Programa 21 que enumera algunas de las 2 500 recomendaciones relativas a la aplicación de los principios de la declaración.
- (1997) Protocolo de Kyoto: “pone en práctica” la Convención, que basándose en los principios de ésta, compromete a los países industrializados a estabilizar las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global. Cabe destacar que entra en vigor en el año 2005.
- (2002) Cumbre de Johannesburgo: Cumbre Mundial del desarrollo sostenible organizada por la ONU. Este encuentro pretendía ofrecer un discurso ecologista como parte de la labor de concienciación sobre la importancia del desarrollo sostenible, para que todas las personas puedan satisfacer sus necesidades presentes y futuras, sin dañar el medio ambiente.
- Conferencias de la ONU sobre el cambio climático, anuales.
- (2009) Conferencia de Copenhague.
- (2010) Conferencia de México.
- (2012) Conferencia de Naciones Unidas sobre Desarrollo Sustentable, también conocida como Río 12 o Río+20.

A través de éstas conferencias, cumbres y protocolos, se pretende concienciar de la importancia y repercusión que tienen estas emisiones sobre la naturaleza y buscar un compromiso por parte de los países más desarrollados para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, aunque se deja libertad a los países para que tomen medidas concretas dentro del compromiso de esa reducción de emisiones.

### 1.2.1 Evolución histórica en España

La eficiencia energética se define como la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. La intensidad energética primaria, expresada en Toneladas Equivalentes de Petróleo (TEP) por cada mil € de Producto Interior Bruto (PIB) a precios constantes en el año 2000, es el indicador que refleja la evolución de la eficiencia energética de un país, región o municipio. La optimización de la eficiencia energética refleja la competitividad de un país.

Nuestro país tiene una elevada dependencia energética exterior cuyo nivel es superior al 80%, frente al 54% medio de la Unión Europea (UE). Esta dependencia se mantuvo constante entre 1990 y 2005, y es a partir del 2006 cuando comenzó una reducción que se ha mantenido hasta la actualidad.

Detrás de esta evolución histórica se encuentran dificultades para acometer ganancias de Eficiencia Energética (EE) dentro de cada sector, junto con un elevado peso en la economía española de la construcción y el turismo. También ha tenido cierta relevancia en la evolución de la intensidad energética española el fuerte crecimiento del sector de transporte, principal consumidor de energía en España con casi un 39% del consumo final de energía, y que ha registrado una tendencia de crecimiento insostenible del 180% desde 1980 a 2007.

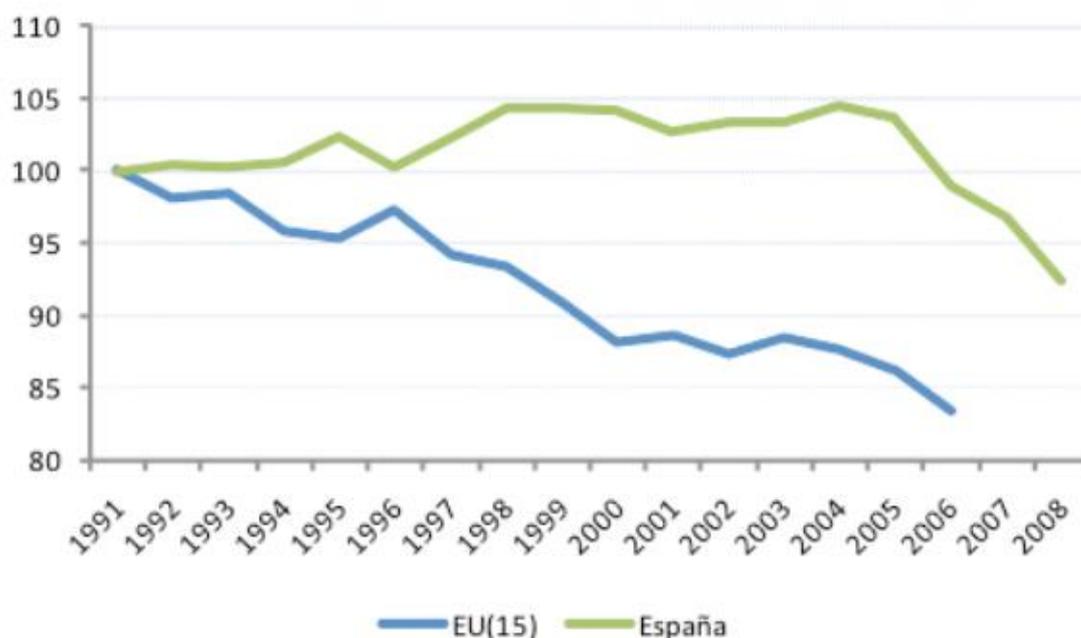


Figura 3: Evolución de la intensidad energética en España vs UE (Fuente: Eurostat) [23]

En España, existe una elevada dependencia de los combustibles fósiles, el petróleo representa el 48% de la energía primaria, seguido por el gas natural con un peso del 21% y el carbón en un 14%. El 17% restante corresponde a las fuentes de energías renovables junta a la energía nuclear. El Plan de Acción 2008-2012 tiene como objetivo europeo mejorar la EE en un 20% en el 2020, para lograrlo, la tasa de crecimiento del consumo en energía primaria debería reducirse hasta el 1,07%.

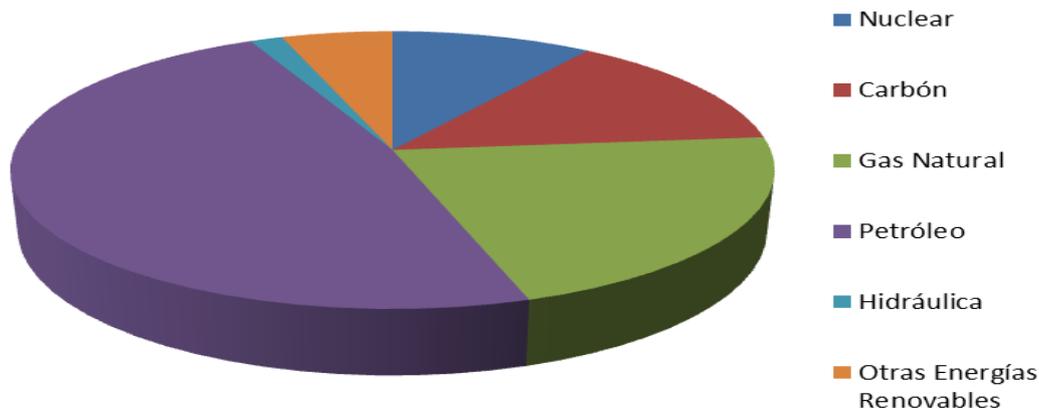


Figura 4: Consumo de energía primaria en 2007 (Fuente: La energía en España 2007, MITyC) [30]

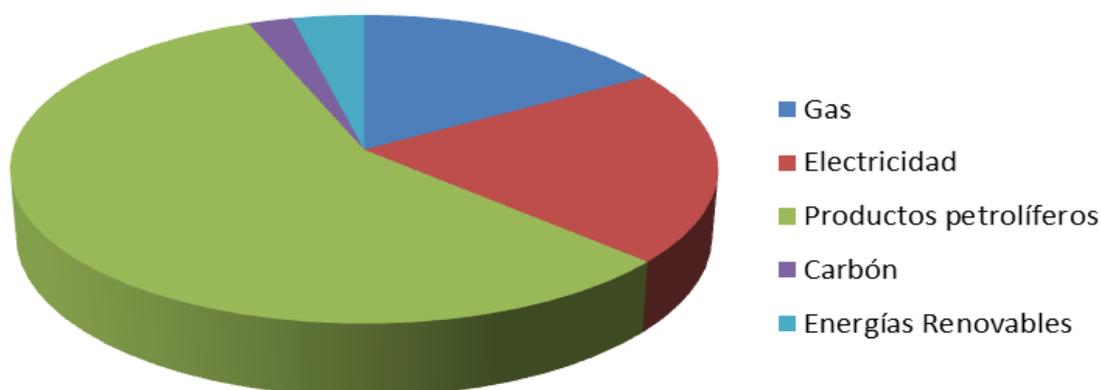


Figura 5: Consumo de energía final en 2007 (Fuente: La energía en España 2007, MITyC) [30]

Ante estas circunstancias, el Gobierno español, de acuerdo con las directivas y normativas que emanan de la Unión Europea ha elaborado el Plan de Acción y Eficiencia Energética 2011-2020. Los cinco objetivos de éste Plan son:

1. Reconocer en el ahorro y la EE un instrumento del crecimiento económico y del bienestar social.
2. Conformar las condiciones adecuadas para que se extienda y se desarrolle, en la sociedad, el conocimiento sobre el ahorro y la EE.
3. Impregnar el ahorro y la EE en todas las estrategias nacionales y especialmente en la Estrategia Española del cambio climático.
4. Fomentar la competencia en el mercado bajo el principio rector del ahorro y la EE.
5. Consolidar la posición de España en la vanguardia del ahorro y la EE.

Este nuevo Plan de Acción contribuirá de manera significativa a la mejora de la competitividad de la economía española, para ello, se proponen medidas en los sectores de transporte, la industria, la edificación y equipamiento, servicios públicos y el sector agrícola y pesca, tales como:

- MOVILIDAD: Introducción de vehículos eléctricos, reducción de las rutas aéreas, promoción de técnicas de conducción eficiente, uso de bicicletas en entornos urbanos, etc.

- EDIFICACIÓN: Limitación de la temperatura en el interior de edificios climatizados de uso no residencial y modificación del Real Decreto de edificación energética de edificios nuevos.

Cabe destacar que los ahorros obtenidos durante el período 2004-2010 en este sector se deben esencialmente a las mejoras efectuadas en la envolvente de los edificios, en la iluminación y el equipamiento. El consumo de energía final de este sector en 2010 fue de 24,391 ktep (tonelada equivalente de petróleo), un 26,1% del total nacional.

Durante el período 2004-2010 estos ahorros fueron de 2.232,5 ktep, de los cuales el 67% derivan de las mejoras de la envolvente de los edificios y sus instalaciones térmicas. El otro 33% se debe a la instalación de iluminación interior más eficiente.

Estos resultados se han logrado gracias a las medidas de los Planes antiguos (2005-2007; 2008-2012).

Centrándonos en los distintos usos:

- o Uso de envolvente e instalaciones térmicas: Los ahorros obtenidos en el uso de envolvente e instalaciones térmicas han venido determinados por mejoras en los sistemas de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria en el ámbito residencial y el sector servicios. El consumo de energía final destinado a este uso fue en 2010 de 17.333,6 ktep, el 71% del de edificios.

Por otro lado, las iniciativas conocidas como “Planes Renove” han logrado unos ahorros de 22,3 ktep en renovaciones de envolvente (fachadas, cubiertas y ventanas) y de 61,1 ktep en renovaciones de instalaciones térmicas (calefacción, refrigeración y ACS).

- o Uso de iluminación interior: Los ahorros obtenidos en este sector tanto en los ámbitos domésticos y de servicios han venido determinados, fundamentalmente, por el despliegue de lámparas de bajo consumo. En 2010, el consumo de energía final destinado a este uso fue de 2.333,7 ktep, el 10% del consumo final de edificios.
- o Uso equipamiento: En este sector los ahorros han venido, fundamentalmente, por la mejora de la eficiencia energética de electrodomésticos, cocinas y ofimática, tanto en el sector residencial como en el de servicios. El consumo de energía final destinado a este uso fue en 2010 de 4.724,5 ktep, el 19% del consumo de edificios.

- OTRAS: Eliminación de bombillas de baja eficiencia, impulso de una norma que permita a empresas ferroviarias compensar en su factura la electricidad recuperada por frenada, disminución de energía eléctrica, etc.

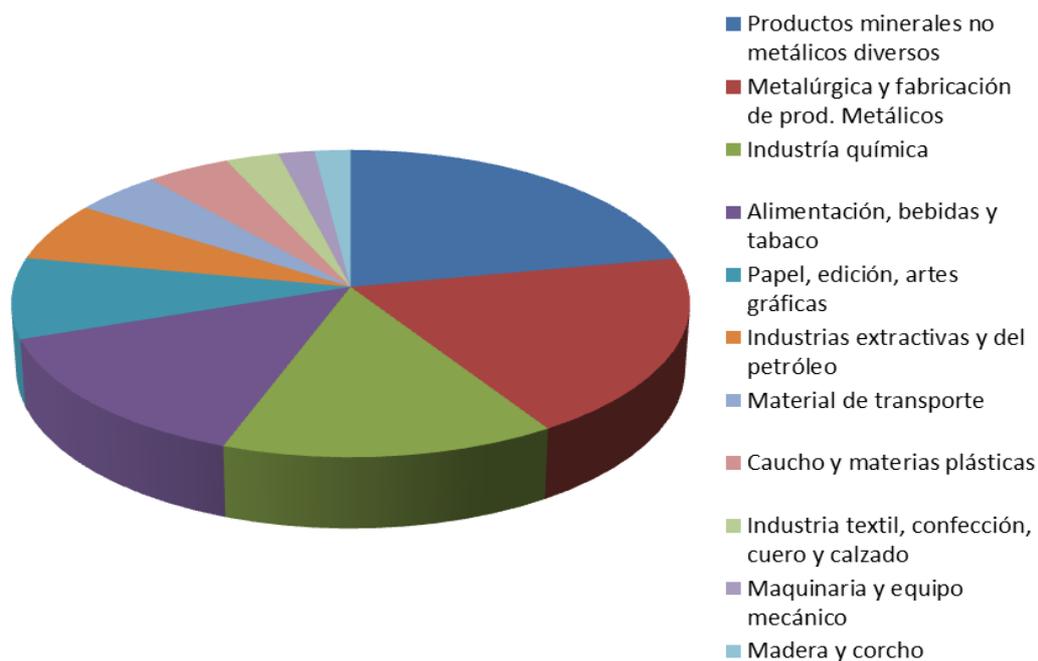


Figura 6: Porcentaje de consumos por sector (Fuente: Plan de acción 2008-2012 del IDAE) [6]

En cuanto al sector de industria, se trata de un sector con importantes emisiones de CO<sub>2</sub>, en donde las fuentes más importantes de emisiones son la industria del hierro y la del acero (26%), la producción de otros compuestos como el cemento, el vidrio y la cerámica (25%), y los productos químicos y petroquímicos (18%).

Si bien, ha disminuido porcentualmente su peso en el balance de energía, el sector ha pasado de un 37,8% en el 2000, al 35,7 % en el 2007, teniendo un crecimiento medio anual del 2,3%, frente al 3,5% final del total nacional.

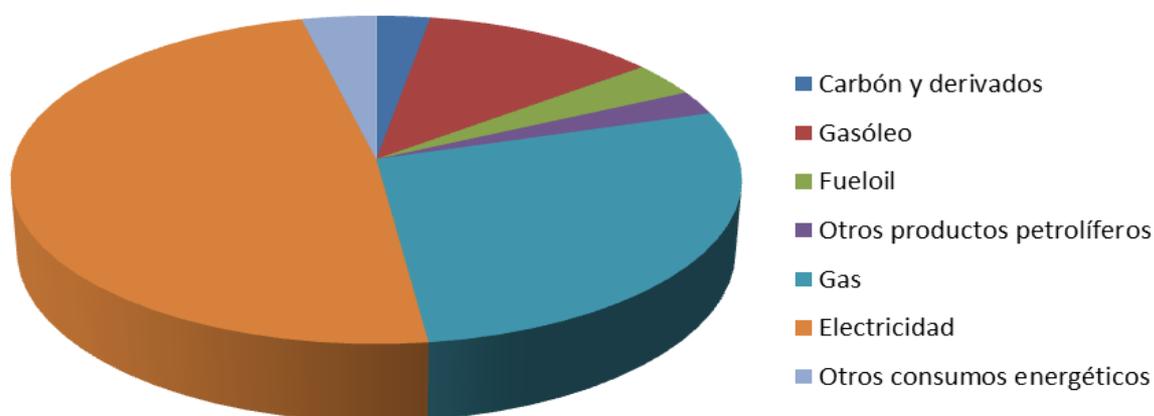


Figura 7: Porcentaje de consumos por energías (Fuente: Plan de acción 2008-2012 del IDAE) [6]

En el sector transporte, en 2003, España contaba con casi 215.000 empresas, representando el 19% del total de compañías de servicios. Este sector constituye el principal consumidor de energía en España, registrando una tendencia de crecimiento insostenible en los últimos años. Desde 1980 a 2007, el sector ha experimentado un crecimiento del consumo de energía final de casi el 180%. En el siguiente gráfico se aprecia como el

transporte ha venido aumentando su peso frente al resto de sectores de la economía, alcanzando en 2007 un 38% del total del consumo final, frente al 27% de la industria y el 33% de usos diversos.

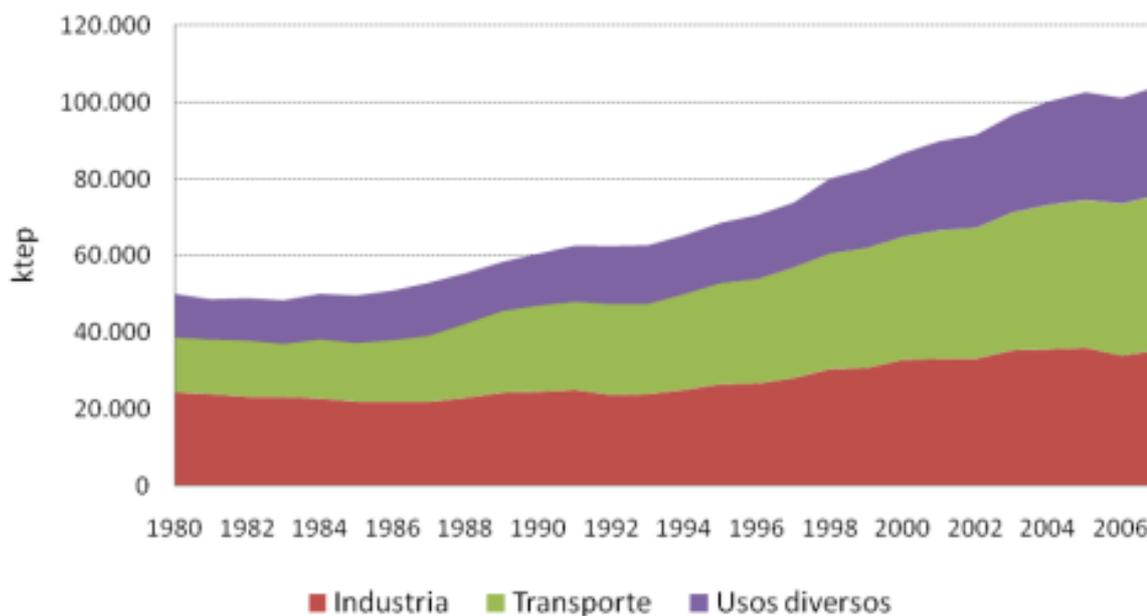


Figura 8: Evolución del consumo de energía final por sectores (ktep) (Fuente: MITyC) [30]

El consumo energético que origina el transporte en nuestro país se distribuye de la siguiente forma: el transporte por carretera consume el 81%, el avión el 13,5%, el marítimo el 3,7% y el ferrocarril el 1,3%.

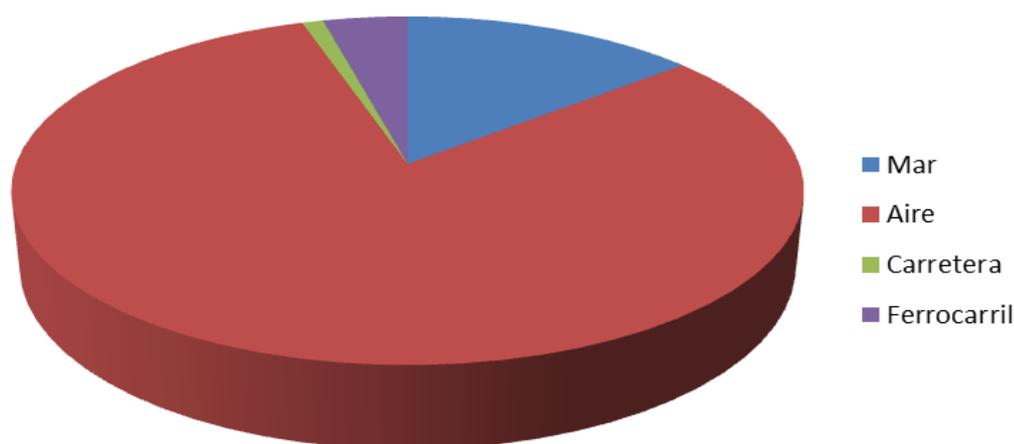


Figura 9: Consumo energético de transporte (Fuente: Monografía 1 de enertrans: El sistema español de transporte y sus impactos sobre la sostenibilidad)

El 98% del consumo en el transporte corresponde a derivados del petróleo, mientras que tan sólo el 1,2% del consumo es de electricidad. El 0,6% restante se debe a biocarburantes, que aunque su consumo es aún reducido, es el tipo de energía que más ha crecido, multiplicándose su uso por cuatro desde el año 2000.

Respecto al sector agrícola, el ahorro energético ha sido del 2% anual entre 2004 y 2010.

Centrándonos en el sector de la edificación, éste es uno de los de mayor impacto en el nivel de emisiones de CO<sub>2</sub> y sobre el cambio climático, siendo el responsable de cerca del 40% del total. El consumo de energía final del sector edificación en 2007 supuso el 28% del total del consumo de energía final nacional.

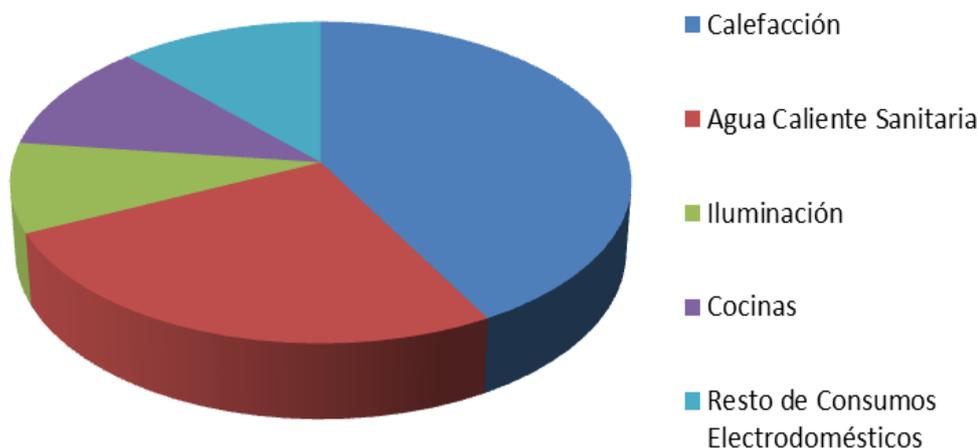


Figura 10: Reparto de consumos en el sector doméstico  
(Fuente: Plan de acción 2008-2012 del IDAE) [6]

Si evaluamos la intensidad energética, indicador económico que relaciona el consumo de energía frente al PIB del país, el sector residencial español está aproximadamente en torno al 60% de la media Europea. Esto se debe, principalmente, a una climatología más favorable que los países de nuestro entorno.

Con respecto a la intensidad energética del sector terciario, España está dentro de la media Europea como nos indica la figura siguiente:

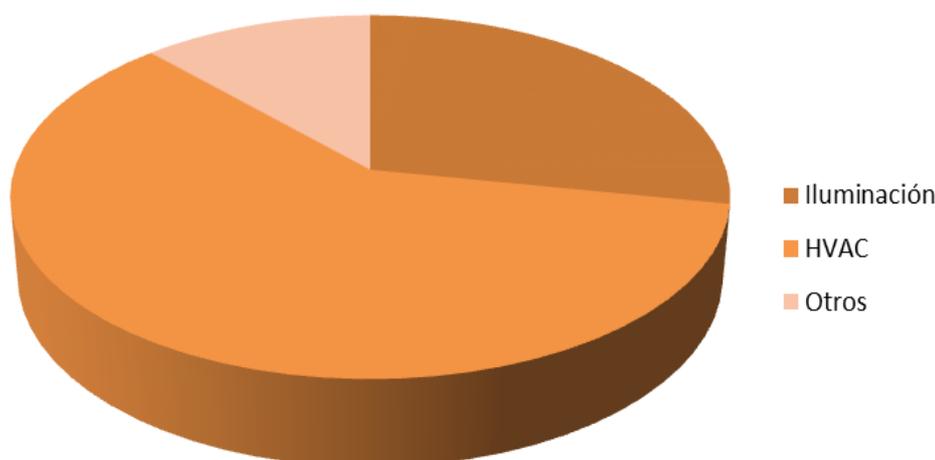


Figura 11: Reparto de consumos en el sector terciario  
(Fuente: Plan de acción 2008-2012 del IDAE) [6]

Algunas medidas destinadas a mejorar la información, sensibilización y posibilidades de los consumidores son:

- Campañas de información enfocadas a cuestiones específicas de eficiencia.
- Introducción de conceptos de EE en los materiales educativos.

- Etiquetado energético de equipamientos, con el ahorro económico que suponen.
- Inclusión en las facturas de información sobre consumos históricos, consumo estándar por equipo, etc.
- Financiación de equipos de bajo consumo.
- Fomento de la auditorías energéticas.

En cuanto a construcción, es el Código Técnico quien destaca los siguientes requerimientos:

- Envolvente que limite la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico.
- Establecimiento de estándares de rendimiento de las instalaciones térmicas.
- EE de las instalaciones de iluminación.
- Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.
- Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

### 1.3 Marco Normativo

Para entender mejor la normativa actual, debemos hacer una pequeña reseña a la evolución histórica que ésta ha sufrido en España en cuanto a eficiencia energética en la edificación.

- 1979: **NBE-CT79**. Es la primera normativa en España que exige un mínimo de aislamiento en los edificios. Solo trata el tema del aislamiento, dejando de lado temas como por ejemplo la inercia térmica, protecciones solares... Está inspirada en otras normativas europeas.
- 1980: **RICCA**. (Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y ACS). Primera Normativa de regulación de las instalaciones térmicas de los edificios. Define las condiciones que deben cumplir las instalaciones que consumen energía con fines térmicos no industriales para conseguir un uso racional de la misma, teniendo en cuenta la calidad y seguridad de las mismas y la protección del medio ambiente.
- 1993: **Directiva SAVE 76/93**. Primera Directiva Europea que propuso la certificación energética de viviendas como medida de información al usuario y promoción de viviendas eficientes.
- 1998: **RITE**. (Reglamento Instalaciones Térmicas de Edificios). El texto recogido en el Real Decreto 1751/1998 deroga a RICCA
- 1998: nace el primer software **Calener**, basado en la Directiva SAVE 76/93.
- 2002: **Directiva 2002/91/CE** [3], DEEE (Directiva de Eficiencia Energética en Edificios). Esta Directiva tiene como objetivo fomentar la eficiencia energética en los edificios de la Comunidad teniendo en cuenta las condiciones climáticas exteriores y las particularidades locales, así como los requisitos ambientales interiores y la relación coste-eficiencia.

La adaptación de la normativa española a estos requisitos se ha alcanzado por medio de tres sistemas:

1. El establecimiento del Código Técnico de la Edificación, en el incluye unas exigencias básicas de ahorro de energía en los edificios (DB HE).
  2. El desarrollo de un sistema de Certificación Energética de los edificios.
  3. La revisión del reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios, para establecer una metodología para la inspección periódica de calderas y sistemas de aire acondicionado.
- 2007: **Real Decreto 47/2007** [4]. (Certificación Energética de los edificios). Este Real Decreto, establece el formato de la etiqueta que expresa la eficiencia energética de los edificios, y el procedimiento para su obtención.

Se trata de una normativa que obliga desde el 1 de Noviembre de 2007, a certificar la eficiencia energética de los edificios de nueva planta y grandes reformas. A partir de este momento es obligatorio poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un Certificado de Eficiencia Energética. En este certificado, y mediante una etiqueta de eficiencia energética, se asigna a cada edificio una Clase Energética de eficiencia, que variará desde la clase A, para los energéticamente más eficientes, a la clase G, para lo menos eficientes.

Por otro lado, el RD 47/2007 establece el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.

En cuanto a la normativa actual:

A partir de 2006 se implanta el CTE, y en su DB-HE se establecen criterios mínimos que afectan a la eficiencia energética, así como también surgen nuevas directivas que afectan a dicha eficiencia energética, las más importantes son:

- 2006: **CTE** [5]. (Código Técnico de la Edificación): Surge como instrumento para fijar exigencias básicas de calidad en la edificación. Se divide en dos partes. En la primera se establecen las disposiciones de carácter general y las exigencias que deben cumplir los edificios. La segunda consta de una serie de Documentos Básicos, cuya aplicación garantiza el cumplimiento de las exigencias básicas. Como complemento para la aplicación del CTE se crean los documentos reconocidos, que son documentos técnicos externos e independientes del CTE cuya utilización facilita el cumplimiento de determinadas exigencias y contribuyen al fomento de la calidad de la edificación.

En lo referente al ahorro energético quedan reflejadas en su artículo 15 y cito textualmente:

1. El objetivo del requisito básico "Ahorro de energía" consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.
2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, utilizarán y mantendrán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
3. El Documento Básico "BD HE Ahorro de energía" especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de ahorro de energía.

Este Documento Básico establece cinco exigencias básicas:

- **Exigencia básica HE 1:** Limitación de demanda energética.  
Fija los mínimos normativos en cuanto a aislamiento, protección solar de los huecos, prevención de condensaciones y estanqueidad de ventanas.
- **Exigencia básica HE 2:** Rendimiento de las instalaciones térmicas.  
Queda desarrollado en el RITE.
- **Exigencia básica HE 3:** Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.  
Promueve el aprovechamiento de la luz natural, exigiendo factores de eficiencia energética en las instalaciones de iluminación artificial. Propone un plan de mantenimiento para las luminarias.
- **Exigencia básica HE 4:** Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.  
Exige un porcentaje de aportación de agua caliente de origen solar dependiendo de la zona climática en la que se encuentre, el uso al que está destinado el edificio y el tipo de combustible que lo constituya.
- **Exigencia básica HE 5.** Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.  
Exige según el uso del edificio incorporar una instalación eléctrica mediante paneles fotovoltaicos.

- 2006: nace el primer software **LIDER**. (Limitación de la Demanda Energética), creado para satisfacer los requisitos del CTE. Permite analizar los efectos del aislamiento, la inercia térmica y la radiación incidente en los huecos del edificio, verificando el cumplimiento de dichos requisitos mínimos.
- 2007: **Real Decreto 1027/2007 RITE** [8]. (Reglamento de Instalaciones térmicas en Edificios). El nuevo RITE deroga al anterior de 1998. Con este reglamento se incluyen y refuerzan aspectos de la eficiencia energética de las instalaciones, así como la inspección y mantenimiento de calderas y sistemas de aire acondicionado.

Las mayores exigencias en eficiencia energética que establece el RITE, se concretan en:

- Mayor rendimiento energético en los equipos de generación de calor y frío, así como los destinados al movimiento y transporte de fluidos.
- Mejor aislamiento en los equipos y conducciones de los fluidos térmicos.
- Mejor regulación y control para mantener las condiciones de diseño previstas en los locales climatizados.
- Utilización de energías renovables disponibles, en especial la energía solar y la biomasa.
- Incorporación de subsistemas de recuperación de energía y el aprovechamiento de energías residuales.
- Sistemas obligatorios de contabilización de consumos en el caso de instalaciones colectivas.
- Desaparición gradual de combustibles sólidos más contaminantes.
- Desaparición gradual de equipos generadores menos eficientes.

- 2010: **Directiva 2010/31/UE** [9]. (Relativa a la Eficiencia Energética de los Edificios). Tiene como objeto fomentar la eficiencia energética de los edificios sitos en la Unión Europea, teniendo en cuenta las condiciones climáticas exteriores y las particularidades locales, así como las exigencias ambientales interiores y la rentabilidad en términos coste-eficacia.

La presente Directiva establece requisitos en relación con:

- El marco común general de una metodología de cálculo de la eficiencia energética integrada de los edificios o de unidades del edificio.
  - La aplicación de requisitos mínimos a la eficiencia energética de:
    - Los edificios nuevos o de nuevas unidades del edificio.
    - Edificios y unidades y elementos de edificios existentes que sean objeto de reformas importantes.
    - Elementos de construcción que formen parte de la envolvente del edificio.
    - Instalaciones técnicas de los edificios cuando se instalen, sustituyan o mejoren.
  - Los planes nacionales destinados a aumentar el número de edificios de consumo de energía casi nulo.
  - La certificación energética de los edificios o de unidades del edificio.
  - La inspección periódica de las instalaciones de calefacción y aire acondicionado de edificios.
  - Los sistemas de control independiente de los certificados de eficiencia energética y de los informes de inspección.
- 2013: **Real Decreto 235/2013** [10]. (Procedimiento básico certificación eficiencia energética de edificios), España se adapta a la nueva directiva europea 2010/31/UE, y deroga el Real Decreto anterior 47/2007.

Este Real Decreto establece que a partir del 1 de Junio de 2013, cuando se construyan, vendan o alquilen edificios o unidades de éstos, el certificado de eficiencia energética o una copia de éste se deberá mostrar al comprador o nuevo arrendatario potencial y se entregará al comprador o nuevo arrendatario.

El promotor o propietario del edificio o de parte del mismo, ya sea de nueva construcción o existente, será el responsable de encargar la realización de la certificación de eficiencia energética del edificio, o de su parte, en los casos que venga obligado por este Real Decreto. También será responsable de conservar la correspondiente documentación. Deberá presentarlo, en su caso, al órgano competente de la Comunidad Autónoma en materia de certificación energética de edificios, para el registro de estas certificaciones en su ámbito territorial, y guardar copia en el Libro del edificio, en caso de ser este de aplicación, o custodiarlo en su poder.

Este procedimiento básico será de aplicación a:

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

- Edificios o partes de edificios en los que una autoridad pública ocupe una superficie útil total superior a 250 m<sup>2</sup> y que sean frecuentados habitualmente por el público.
- El certificado tendrá validez de 10 años.

Además, este certificado contendrá:

- Datos de identificación del edificio y del técnico certificador, indicación del procedimiento reconocido utilizado.
  - Referencia de normativa de eficiencia energética vigente en el momento de su construcción.
  - Descripción de las características energéticas del edificio.
  - Etiqueta de eficiencia energética.
  - Descripción de las pruebas y comprobaciones llevadas a cabo.
  - Cumplimiento de los requisitos medioambientales exigidos a las instalaciones térmicas.
- 2013: **Real Decreto 233/2013** [11], de 5 de Abril, por el que se regula el Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria, y la regeneración y renovación urbana, 2013-2016.
  - 2013: **Ley 8/2013** [12], de 26 de Junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas.
- Estas dos últimas contemplan la transformación de la inspección técnica de edificios (ITE) en el Informe de Evaluación del Edificio (IEE) que ya incluye la certificación energética del edificio además del estudio de los aspectos de accesibilidad del edificio. En este sentido hay que indicar que desde Abril de 2011 en la Comunitat Valenciana ya existe un procedimiento operativo (Informe de Conservación del Edificio, ICE) con esas características y además genera un fichero que puede abrirse posteriormente con la herramienta CERMA.
- 2013: Reconocimiento de la herramienta **CERMA** para la certificación de edificios residenciales “existentes” y nuevos por la Comisión Asesora Permanente del ministerios de Industria, Energía y Turismo y Ministerio de Fomento.

#### 1.4 Objetivos del TFG

La finalidad de este TFG es realizar un estudio exhaustivo de la demanda energética de una vivienda unifamiliar aislada, para ello deberíamos:

1. Recopilar la normativa específica.
2. Cuantificar la demanda energética de una vivienda existente.
3. Estudiar la envolvente de la vivienda.
4. Mejorar las instalaciones de la vivienda.
5. Aplicar sistemas activos de eficiencia energética.
6. Calificar y certificar las soluciones adaptadas.
7. Estudiar la viabilidad económica y constructiva de las soluciones.

El estudio de la vivienda nos cuantificará esa demanda energética, así podremos actuar en aquellos puntos donde se producen más pérdidas.

## 1.5 Conceptos básicos

Para un mejor entendimiento de lo desarrollado en este TFG, presentamos algunos conceptos básicos que utilizaremos más adelante.

En cuanto a las características térmicas de los materiales de construcción:

- a) La conductividad térmica de un material es una característica intrínseca del mismo que indica su comportamiento frente a la transmisión de calor. (Solé, J 2007).

Se define como:

$$\lambda = \frac{\Phi * e}{S * \Delta T}$$

Siendo:

$\Phi$ = Cantidad de calor que atraviesa el material

e= espesor

S= Superficie

$\Delta T$ = Diferencia de temperatura entre sus caras

Su unidad son los W / m·K.

El valor de la conductividad térmica de los materiales utilizados en obra debe ser facilitado por el fabricante o suministrador en su caso, de los materiales.

Como ejemplo, en la tabla siguiente encontramos algunos valores de conductividad térmica utilizados en este Proyecto:

MATERIAL	$\lambda$ (W/m · K)
Hormigón armado	2,3
Forjado unidir. Bovedilla de hormigón	1,128
Betún fieltro o lámina	0,23
Mortero de cemento	0,55
Tabicón de LH triple	0,621
Tabicón de LH doble	0,432
Arena y grava	2
Mármol	3,5
Enlucido de yeso	0,57
XPS Expandido	0,34

Tabla 1. Conductividad térmica de los materiales utilizados en el proyecto. [13]

- La resistencia térmica de un material cuantifica la dificultad que ofrece el paso de calor por el mismo. Su unidad es (m<sup>2</sup>·K / W).

Se obtiene:

$$R_t = \frac{e}{\lambda}$$

Siendo:

e= espesor

$\lambda$  = Conductividad Térmica

Como ejemplo, en la tabla siguiente encontramos algunos valores de resistencia térmica utilizados en este Proyecto:

MATERIAL	$\lambda$ (W/m · K)	e (m)	Rt (m <sup>2</sup> · K/W)
Mortero de cemento	0,4	0,02	0,05
XPS expandido	0,34	0,35	1,029
Enlucido de yeso	0,57	0,015	0,026
Tabicón de LH doble	0,432	0,07	0,162
Tabicón de LH triple	0,621	0,11	0,177
Mármol	3,5	0,03	0,008
Hormigón armado	2,3	0,25	0,108

Tabla 2. Resistencia térmica de algunos de los materiales utilizados en el proyecto. [13]

b) Características térmicas de los elementos constructivos:

- La transmitancia térmica indica la cantidad de calor que atraviesa un elemento constructivo homogéneo (sin discontinuidades ni puentes térmicos) de superficie unitaria cuando la diferencia de temperatura entre sus caras es también unitaria. Se denomina mediante el símbolo U y se expresa en W/m<sup>2</sup>·K. (Solé, J 2007) [14].

Como ejemplo, en la tabla siguiente encontramos algunos valores de transmitancia térmica utilizados en este Proyecto:

	U (W/m <sup>2</sup> K)
Fachada principal	0,59
Fachada posterior	0,59
Medianera	0,57
Forjado	4,76
Cubierta plana	0,48
Cubierta inclinada	0,59

Tabla 3. Coeficiente de transmitancia térmica de alguno de los materiales utilizados en el proyecto. [13]

Se define como factor solar de un cerramiento como la cantidad de energía solar transmitida al interior, tanto la directamente transmitida como por la transparencia del vidrio como la reenviada hacia el interior del edificio por el hecho de haber aumentado la temperatura del vidrio por radiación, en relación a la energía solar incidente. (Solé, J 2007) [14].

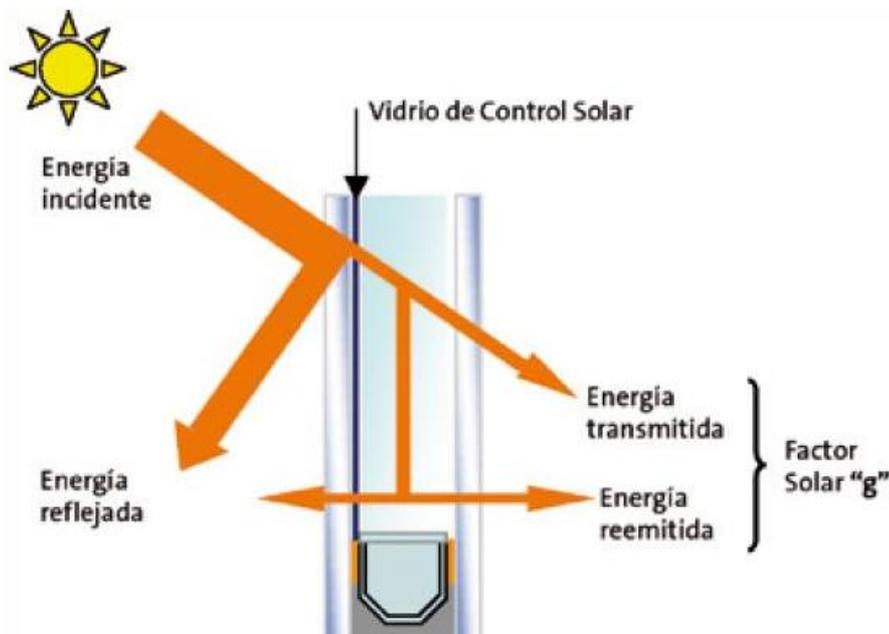


Figura 12: Factor Solar

El factor solar es un parámetro adimensional, que debe ser proporcionado por el suministrador.

Se considera punto térmico las zonas de la envolvente térmica en la que se produce una disminución de la resistencia térmica respecto al elemento. Se producen por penetraciones de un elemento constructivo respecto a otro, cambio de espesor o material de cerramiento, etc. En estos puntos aumenta la posibilidad de aparición de condensaciones, tanto superficiales como intersticiales, sobretodo en épocas frías.

La presión de vapor es la presión parcial ejercida por la máxima proporción de vapor de agua que puede existir en el aire húmedo.

La presión de saturación es la presión parcial ejercida por la máxima proporción de vapor de agua que puede existir en el aire húmedo.

La temperatura de rocío es a la cual el vapor de agua condensa si se enfría en el aire, sin cambiar la presión ni el grado de humedad.

El vapor de agua producido en el interior de un local aumenta la presión de vapor del aire ambiente, esto provoca una diferencia de presión entre el ambiente interno y externo, fenómeno por el cual se produce una difusión de vapor entre los dos ambiente. Si esta presión de vapor interior es superior a la presión de saturación se producirán condensaciones superficiales. Si durante la difusión de vapor en algún punto del interior del cerramiento, la presión de vapor es superior a la de saturación, o dicho de otro modo la temperatura del punto es inferior a la de rocío, se producirán condensaciones intersticiales.

- c) En cuanto a la demanda energética de los edificios, es la suma de las siguientes componentes:
- Transmisión térmica.
  - Captación solar.
  - Ventilación e infiltración de aire.
  - Aportaciones o generación interna de calor.

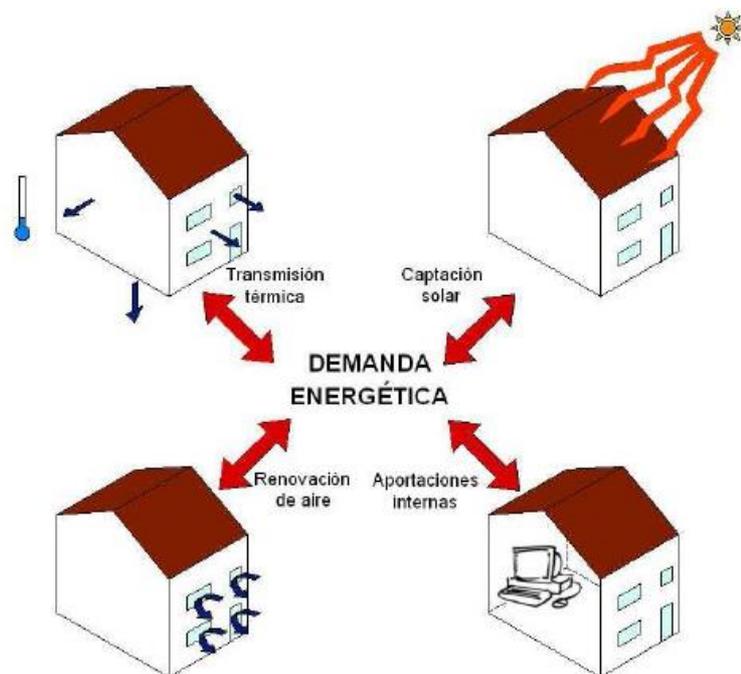


Figura 13: Demanda energética

Ahora desarrollaremos los cuatro conceptos por separado:

- **Transmitancia térmica:** es la cantidad de calor que el edificio intercambia con el ambiente a través de sus diferentes componentes, debido a la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior.

Este intercambio se puede dar tanto en huecos como en cerramientos y entre el interior y el exterior o entre el interior y un local no habitable, en contacto con el terreno...

El flujo de calor va siempre desde la parte más cálida a la más fría, por lo que en verano tendremos ganancias de calor al estar el exterior a mayor temperatura que el interior y en invierno pérdidas de calor, por estar el interior más cálido que el exterior.

Por esto, debemos conseguir que nuestros cerramientos y huecos tengan la menor transmitancia posible, para poder limitar este flujo de calor.

- **La captación solar:** es la cantidad de energía recogida por el edificio procedente de la radiación solar. Esta captación solar se produce mayoritariamente por los huecos, provocando un incremento de temperatura en el interior del edificio.

Este incremento de temperatura es beneficioso durante el invierno, ya que es un sistema de calefacción gratuito, pero sin embargo, durante el verano provoca un sobrecalentamiento del edificio. Para combatirlo, lo más eficaz son sistemas de sombreado móviles que eviten la entrada de energía solar durante el verano y si lo permitan durante el invierno.

- **Ventilación e infiltración del aire:** Para poder mantener las condiciones de salubridad dentro de un edificio es imprescindible ventilar, bien a través de ventilación natural o bien a través de sistemas híbridos o mecánicos. Esto provoca un aumento de la demanda energética del edificio, ya que todo el aire que introducimos en él nos varía las condiciones térmicas del interior, por lo tanto tendremos que acondicionar para conseguir las condiciones deseadas.

Los defectos de estanqueidad de la envolvente del edificio, los defectos de ejecución, la mala calidad de las carpinterías, o las rejillas necesarias para la ventilación, provocan una constante infiltración de aire desde el exterior al interior, que al igual que en la ventilación provoca un cambio en las condiciones de confort del interior del edificio.

La única solución es limitar la cantidad de infiltración de aire, regulada en el CTE DB HE, ya que no podemos reducir los valores de ventilación mínimos establecidos en el CTE DB HE.

- Aportaciones internas: Hay diversos factores como la ocupación, la iluminación, maquinarias... que generan una cierta cantidad de calor que contribuye a reducir la demanda energética en época de invierno, sin embargo en época de verano, esto genera un sobrecalentamiento que puede aumentar la demanda energética si queremos refrigerar la estancia.



## **2. DESCRIPCIÓN VIVIENDA OBJETO DE ESTUDIO**







10,25m, teniendo una superficie total aproximada de 297,25m<sup>2</sup>, de la que sólo se ocupará una superficie de 92,25 m<sup>2</sup>, es decir, el 31% de la superficie total de la parcela, y el resto se destinará a corral.

Su superficie presenta dos grandes terrazas horizontales escalonadas con relación a la rasante de la acera, con un desnivel máximo de 3,20m.

La orografía de la parcela es regular y plana y cuenta con todos los servicios urbanísticos: agua potable, energía eléctrica, red de alcantarillado, pavimentación, encintado de aceras y alumbrado público.

Destacar que la fachada principal está situada en la calle Marines proyectada acorde con las edificaciones colindantes, por tanto, su integración con el entorno no plantea discrepancia estética. Está orientada al sur. Además, la parcela también cuenta con piscina.



Figura 15: Situación vivienda en la parcela (Fuente: Catastro).[25]

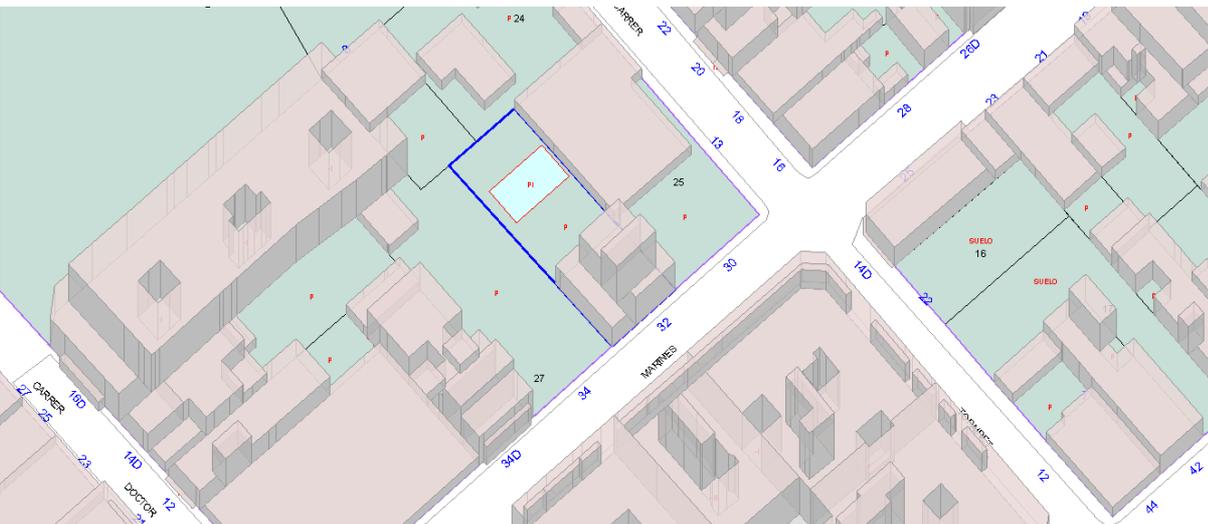


Figura 16: Situación vivienda en la parcela en 3D (Fuente: Catastro).[25]

### 2.1.2 Descripción general del edificio

La vivienda se construyó en 1988 y fue proyectada por el arquitecto Don Juan José Benlloch Cervera y como arquitecto técnico Don Luis Noriega de la Luna.

En 2008 dicho inmueble fue reformado, ampliando la superficie del baño de planta primera, ya que se le añadió el pasillo casi inutilizable a dicha instancia.

Se trata de una vivienda unifamiliar aislada, que se desarrolla en tres plantas. A cota  $\pm 0,00\text{m}$  se desarrolla la planta baja, donde se ubica el zaguán de acceso y la escalera, el resto está destinado a garaje-almacén, utilizando parte del almacén para el cuarto de calderas y depuradora de la piscina. A cota  $+2.80\text{m}$  se encuentra la planta primera, que contiene el distribuidor, cocina, baño, comedor y un dormitorio, además del acceso a la terraza y un paellero ubicado en ésta.

Finalmente, a cota  $+ 6,00\text{m}$  se encuentra la planta segunda en la cual se desarrolla un distribuidor, el dormitorio principal, dos dormitorios, un baño y la buhardilla, destinada a despacho.

A continuación se presentan la sección A' y la planta primera. Más información gráfica en el anexo 6.

#### SECCIÓN A-A'

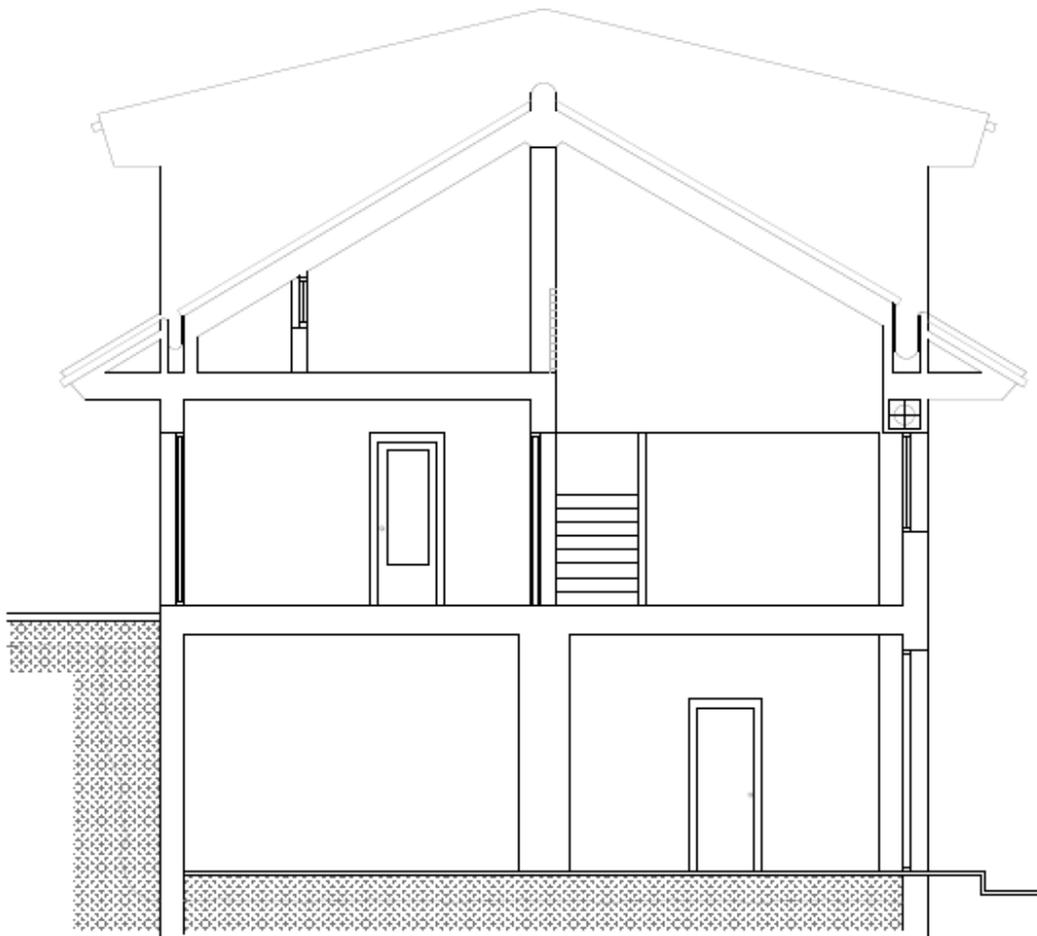


Figura 17: Sección aa' de la vivienda

## PLANTA PRIMERA

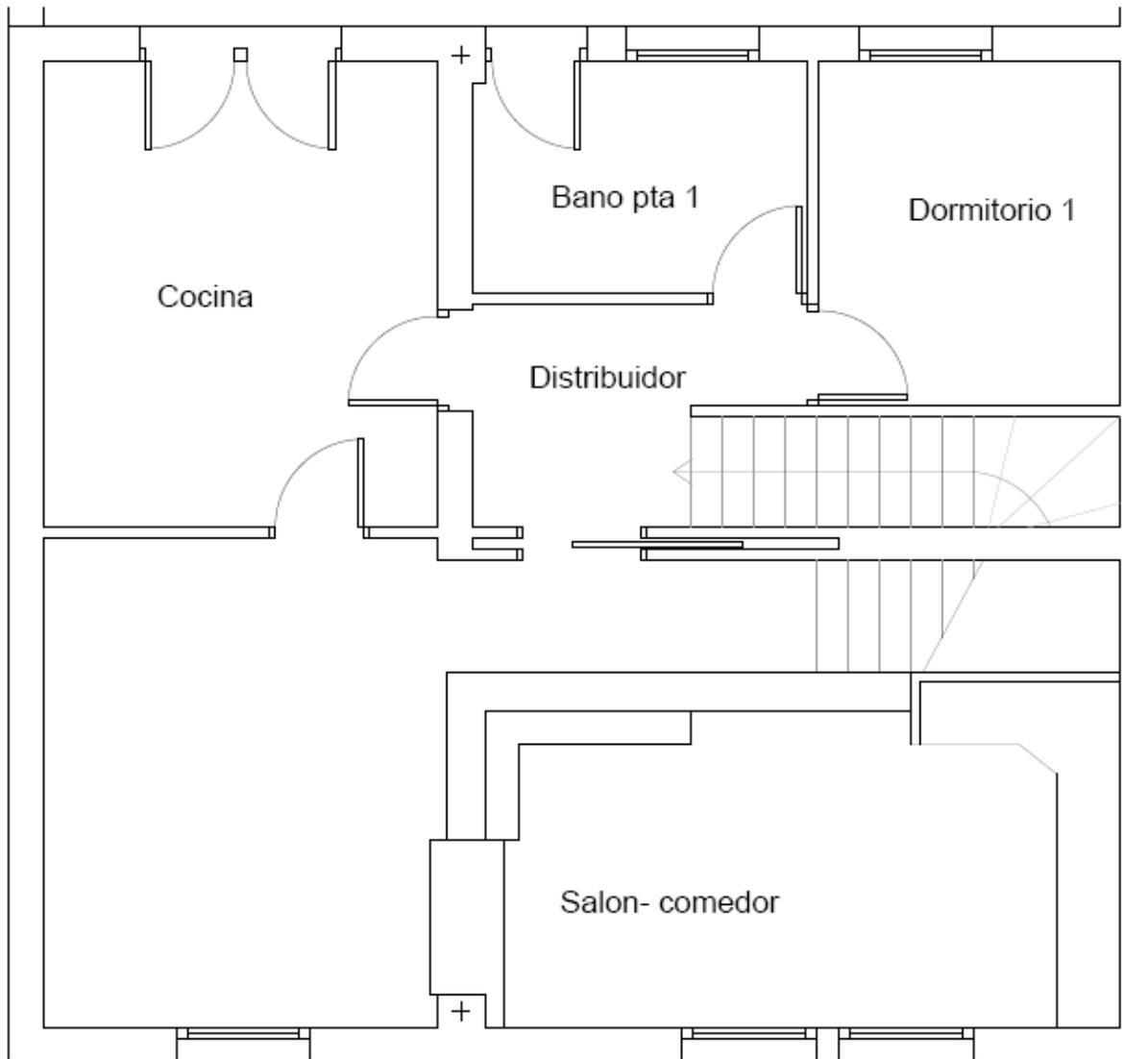


Figura 18: Planta primera de la vivienda.

Las superficies útiles y construidas por estancias de la vivienda son las siguientes:

Superficies totales		
Superficies	Útiles (m <sup>2</sup> )	Construidos (m <sup>2</sup> )
Planta baja	90,47	99,52
Planta primera	259,70	285,67
Planta segunda	52,99	58,29
<b>Total</b>	<b>403,16</b>	<b>443,48</b>

Tabla 4: Resumen superficies totales.

Superficies planta baja		
Superficies	Útiles (m <sup>2</sup> )	Construidos (m <sup>2</sup> )
Recibidor	6,85	7,54
Almacén-garaje	70,87	77,96
Cuarto de calderas	4,32	4,75
Cuarto depuradora	8,43	9,27
<b>Total</b>	<b>90,47</b>	<b>99,52</b>

Tabla 5: Superficies útiles y construidas planta baja.

Superficies planta primera		
Superficies	Útiles (m <sup>2</sup> )	Construidos (m <sup>2</sup> )
Distribuidor	4,86	5,35
Dormitorio 1	8,37	9,21
Baño	6,28	6,91
Salón-Comedor	40,32	44,35
Cocina	14,82	16,30
Paellero	4,28	4,71
Terraza	55,01	60,51
Jardín	39,10	43,01
Piscina	41,30	45,43
Terraza 1	45,36	49,90
<b>Total</b>	<b>259,7</b>	<b>285,67</b>

Tabla 6: Superficies útiles y construidas planta primera.

Superficies planta segunda		
Superficies	Útiles (m <sup>2</sup> )	Construidos (m <sup>2</sup> )
Distribuidor	3,38	3,72
Pasillo	2,55	2,81
Dormitorio principal	11,68	12,85
Dormitorio 2	9,3	10,23
Dormitorio 3	9,26	10,19
Baño	6,88	7,57
Buhardilla	9,94	10,93
<b>Total</b>	<b>52,99</b>	<b>58,29</b>

Tabla 7: Superficies útiles y construidas planta segunda.

## 2.2 Memoria constructiva [18]

A continuación se presentan los elementos más destacados de la memoria constructiva:

### 2.2.1 Sistema estructural

- **Cimentación:** Reconocido el terreno, no se consideró necesario proceder a la práctica de sondeos, adoptándose un coeficiente de trabajo para el terreno superior a 5kp/cm<sup>2</sup>.

La cimentación se resolvió con un sistema combinado de zapatas aisladas bajo pilastras y corridas bajo los muros de carga y contención, así como con las correspondientes vigas de atado de la misma.

Toda la cimentación es de hormigón armado y todas las zapatas y vigas de atado se rellenaron con hormigón de RC= 175kp/cm<sup>2</sup>, armado según plano de proyecto. Previamente se procedió a extender una capa de hormigón pobre de limpieza de unos 10 cm de espesor.

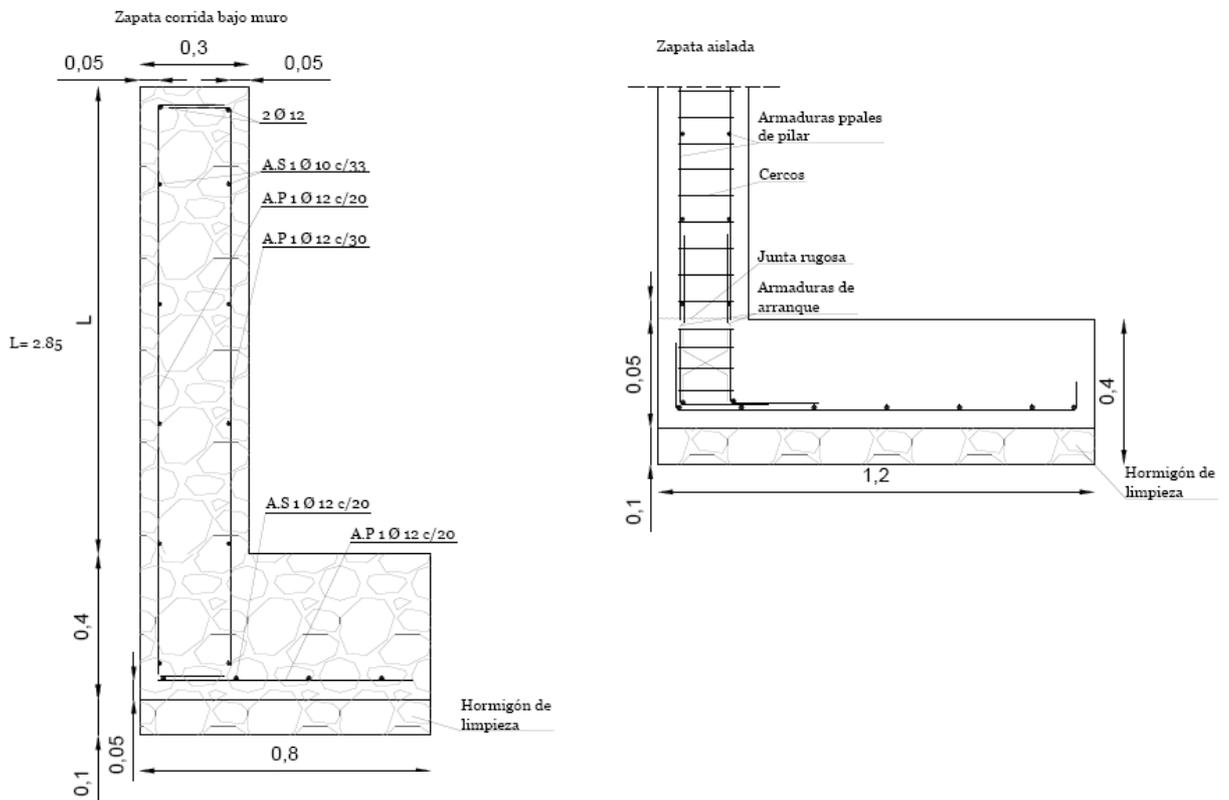


Figura 19: Detalle zapata corrida y aislada.

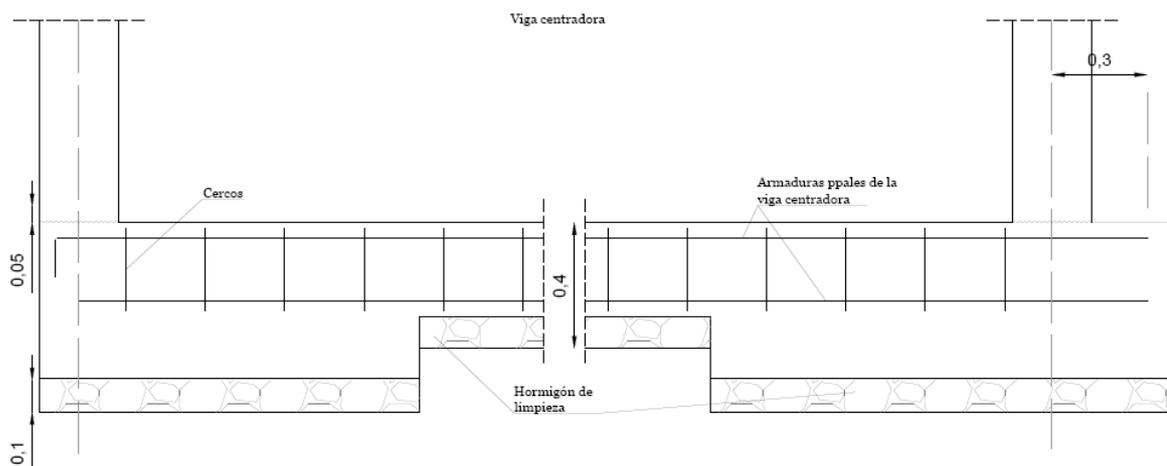


Figura 20: Detalle viga centradora.

- **Estructura:** El sistema estructural proyectado conjuga los muros de carga, que son de hormigón armado en la planta baja-semisótano y de bloque estructural de

mortero, tipo H-60 y formato 20x20x40 cm, en el resto de las plantas, con un pórtico a base de soportes apilastrados de 30x60cm, y vigas de canto de 35x60cm de hormigón armado, según plano de proyecto.

Se adopta un sistema de forjado a base de viguetas autorresistentes de hormigón pretensado y piezas de entrevigado de bovedillas de mortero, con las características señaladas en el plano al efecto, y con un canto total de 25+5 cm.

Las escaleras se ejecutaron con bóvedas tabicadas de dos roscas, la primera de ellas ejecutada con rasilla cerámica de 3x12x25cm, tomada con yeso negro y trabada a espinapez y la segunda realizada con la misma rasilla pero tomada con mortero de cemento y arena 1:4, con el mismo aparejo pero trabando con aquél, ambas roscas van rozadas en los paramentos que las encierran.

El peldaño de las escaleras se realizó con ladrillo hueco sencillo de 4x12x25cm, tomado con mortero de cemento y arena 1:6. Se rellenaron los descansillos con cascote de ladrillo y arena de río lavada.

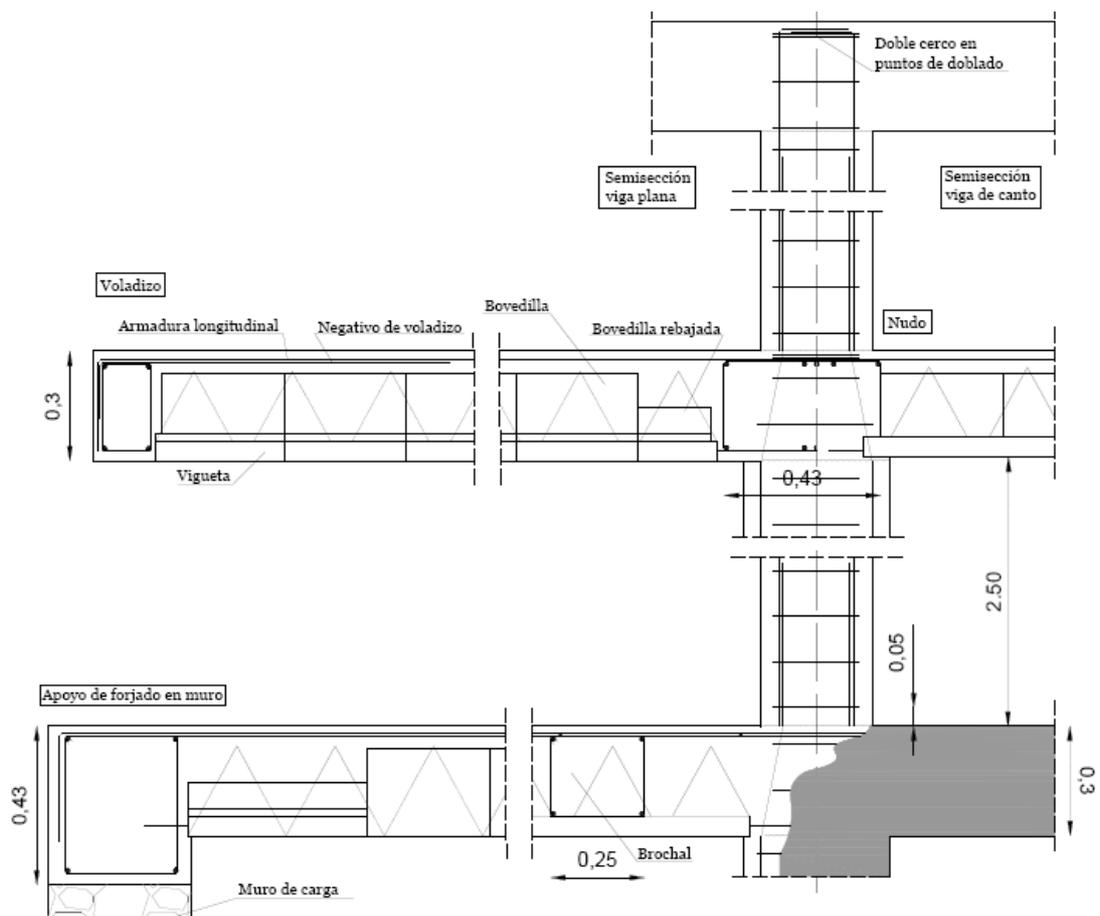


Figura 21: Detalle estructura.

## 2.2.2 Sistema envolvente

- **Cubierta:** Son de tejado de teja árabe, uno sobre forjado inclinado, ejecutado con extendido sobre el forjado de lámina asfáltica impermeabilizante de  $4\text{kg/m}^2$ , capa de mortero de cemento para protección de la lámina y colocación de las tejas según NTE. Y otro sobre forjado horizontal, ejecutado con maestras de ladrillo hueco de  $9\times 12\times 25\text{cm}$ , tomado con m.c.p, en forma de tabicón palomero, para la formación de pendientes, tablero de bardos cerámicos de  $4\times 25\times 100\text{ cm}$ , capa de mortero de cemento para regularización de  $2\text{cm}$  de espesor, lámina asfáltica impermeabilizante de  $4\text{kg/m}^2$ , capa de mortero de cemento para protección de lámina impermeable y colocación de la teja según NTE.

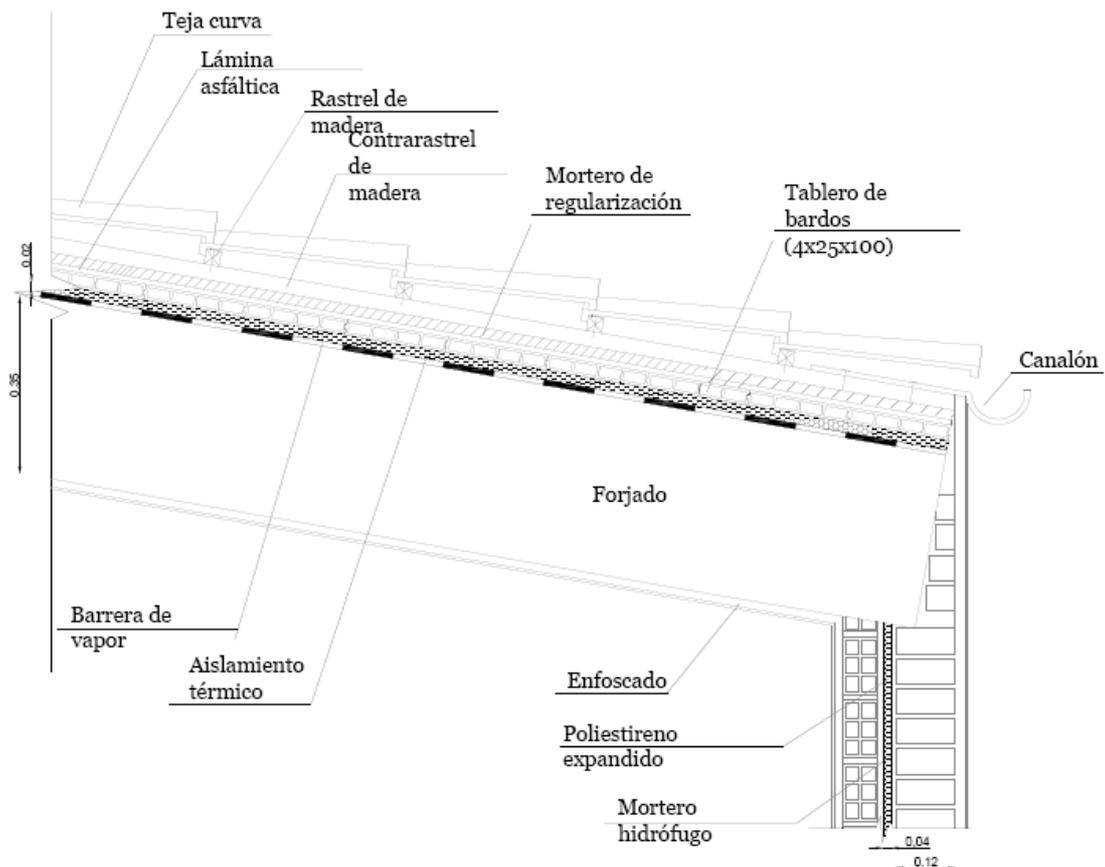


Figura 22: Detalle cubierta inclinada con forjado inclinado.

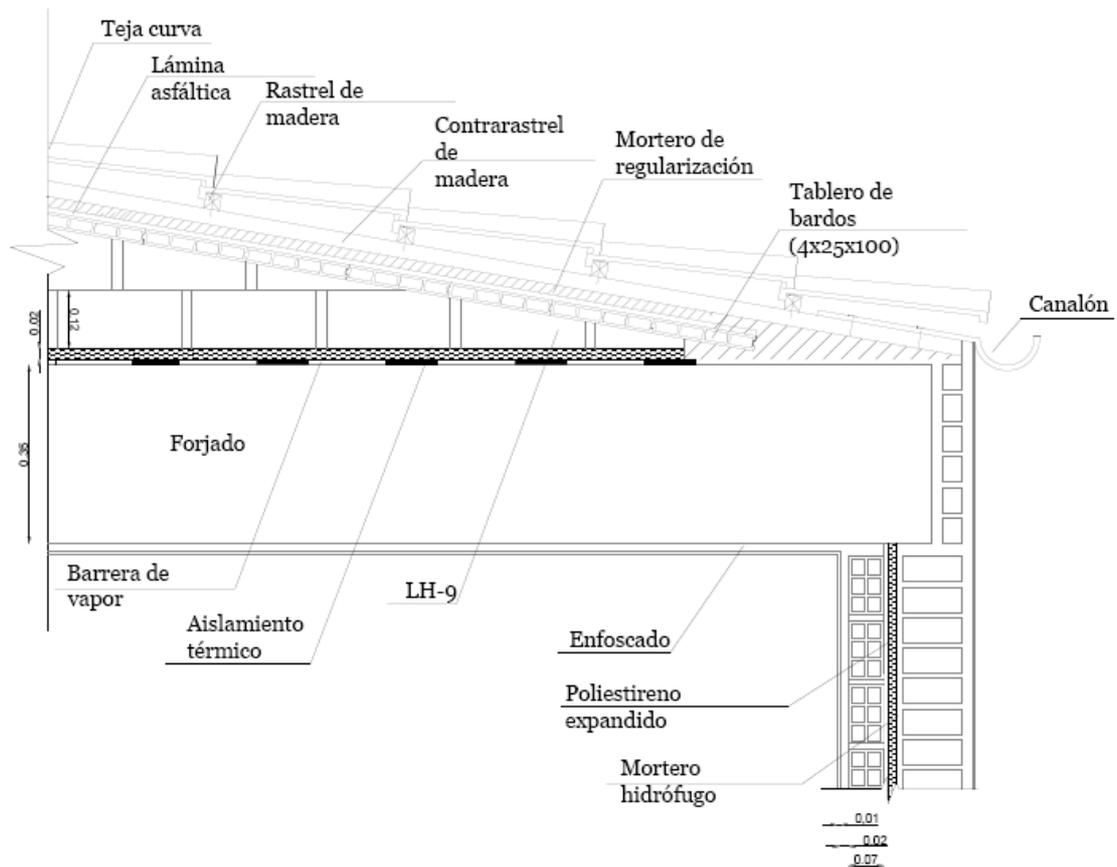


Figura 23: Detalle cubierta inclinada con forjado horizontal.

- **Cerramientos:** Se ejecutaron con fábrica de ladrillo hueco triple de 11x12x25cm, cámara de aire con aislante térmico y doblado interior con tabique panderete de ladrillo hueco doble de 7x12x25cm, ambas fábricas tomadas con mortero de cemento y arena 1:6.

El cerramiento de las medianeras y caja de escalera, se ejecutó con fábrica de bloque estructural de mortero, tipo H-60 de 20x20x40cm, con su cara interior enfoscada con mortero de cemento y arena 1:7, cámara de aire y tabicón panderete de ladrillo hueco doble de 7x12x25cm, ambas fábricas tomadas con mortero de cemento y arena 1:6.

Los petos del tejado se ejecutaron con fábrica de ladrillo hueco triple de 11x12x25cm, tomado con mortero de cemento y arena 1:6.

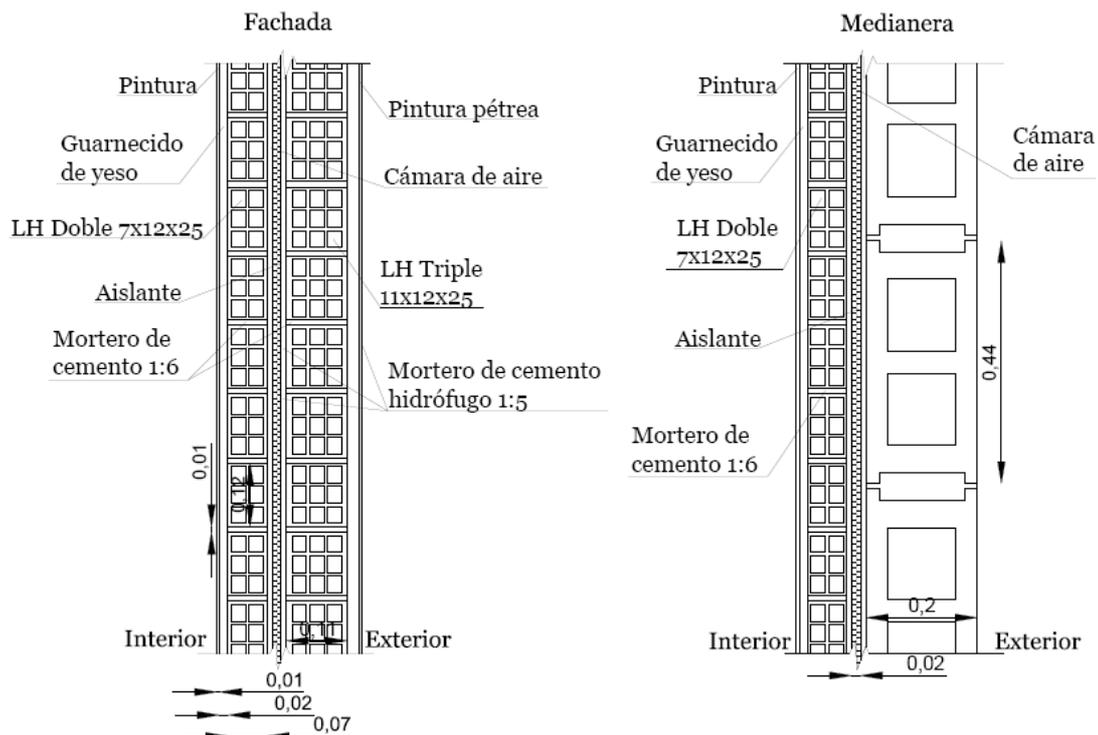


Figura 24: Detalle fachada y medianeras.

- Materiales aislantes:** Para paramentos verticales se emplearon paneles de aislante básico, flexibles o semirrígidos, con espesores entre 10 y 20 mm, con coeficiente de conductividad térmica no mayor de  $0,003 \text{ Kcal/hm}^2\text{°C}$ . En cualquier caso, su resistencia térmica deberá ser superior a  $1,00 \text{ hm}^2\text{°C/Kcal}$ . La densidad aparente de estos paneles no será inferior a  $12 \text{ Kg/m}^3$  y la resistencia al paso de vapor será superior a  $10 \text{ MN s/g}$ .

En la cubierta podrá emplearse fieltros de espesor no mayor a 20 mm y de características térmicas e higrotérmicas iguales a las anteriormente reseñadas.
- Carpintería exterior:** Toda la carpintería exterior es de aluminio anodizado, color a determinar y se ajustará en calidad, dimensiones y secciones a las que figuren en el correspondiente plano de proyecto o a las indicadas en el presupuesto.

Se utilizaron para el acristalamiento, vidrios dobles de 5mm de espesor, colocados con junta de goma. Son completamente planos, incoloros, sin aguas ni vetas y son inalterables a la acción de los ácidos, a excepción del fluorhídrico. El oscurecimiento se realizó por medio de persianas de PVC.

Su estanqueidad es la correspondiente a la de las clases A-1 y A-2.

La puerta de acceso es blindada de PVC y dimensiones  $0,90 \times 2,10 \text{ m}$ .

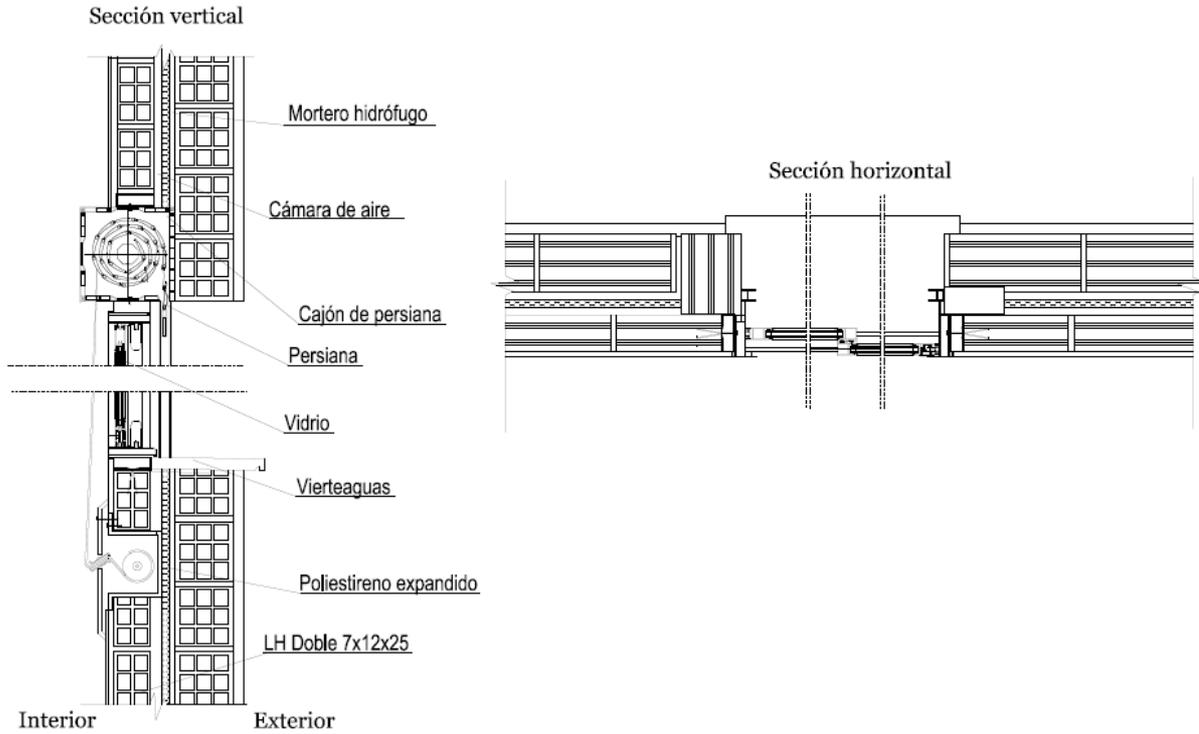


Figura 25: Detalle carpintería exterior.

### 2.2.3 Sistema de compartimentación

- **Particiones verticales:** Se componen de una hoja ejecutada con tabicón de ladrillo hueco doble de 7x12x25cm, tomado con mortero de cemento y arena 1:6.

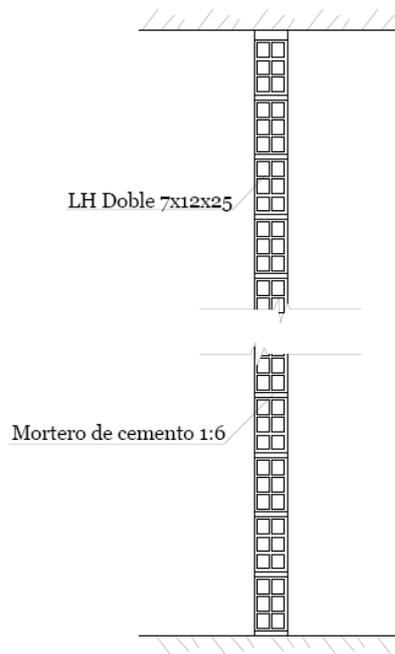


Figura 26: Detalle partición tipo.

- Revestimientos continuos:** En general, todos los paramentos exteriores e interiores de las fachadas, las medianeras y los interiores de la planta baja se enfoscaron con mortero de cemento y arena 1:5, hidrofugado y sin maestrar. El resto de paramentos verticales interiores de la vivienda se revistieron con un guarnecido de yeso a buena vista.
- Solados y pavimentos:** El pavimento de la planta baja se ejecutó con una solera de hormigón ruleteado de RC 125kp/cm<sup>2</sup> de espesor 10cm, armado con un mallazo de Ø 3mm de acero AEH-400N y cuadrícula de 15x15cm, vertido sobre una capa de arena lavada de río de espesor 10cm y separadas ambas por una lámina de polietileno. El solado de las plantas altas se ejecutó con un pavimento de terrazo de 40x40cm, de 1ª calidad y color a determinación por la Dirección Facultativa, tomado con mortero de cemento y arena 1:5 y colocado sobre un lecho de arena lavada de río, extendido sobre el forjado. El rodapié será de las mismas características y de 7x40cm.

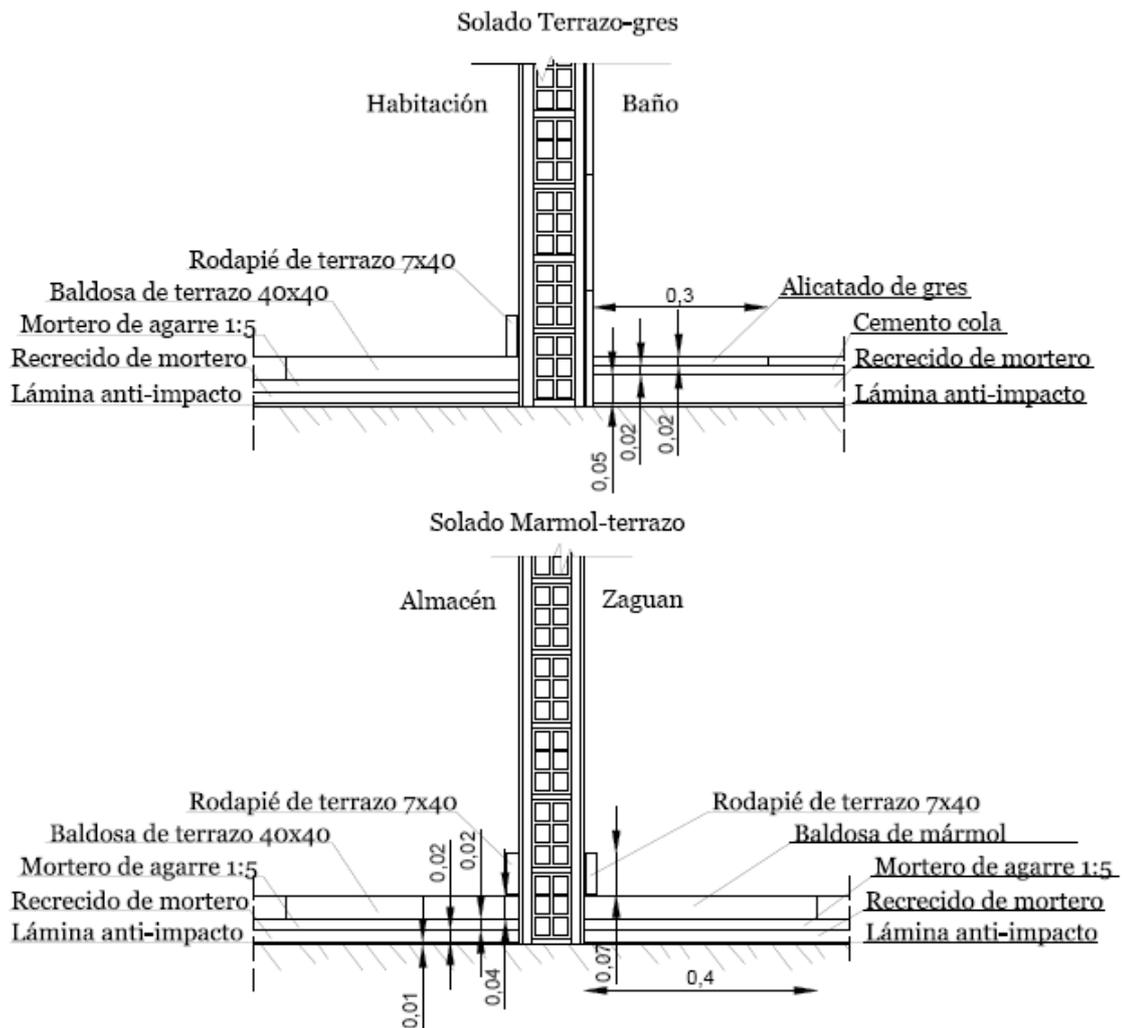


Figura 27: Detalle de los distintos solados.

- **Chapados y alicatados:** Los peldaños de la escalera se revistieron con piezas prefabricadas de piedra artificial de 3cm de espesor, compuestas de huella y tabica formando ángulo agudo, con el canto biselado y las superficies pulidas, recibidas con mortero de cemento y arena 1:5.

Los vierteaguas de las ventanas son de mármol crema marfil de espesor 3cm, con las caras vistas pulidas y el canto biselado, colocado con mortero de cemento y arena 1:5, con pendiente y goterón.

En la fachada de la planta baja se ejecutó un zócalo con placas de piedra caliza de espesor 3cm, con la cara vista abujardada y cantos biselados, sujetas con sus correspondientes garras y macizando sus trasdós con pasta de escayola.

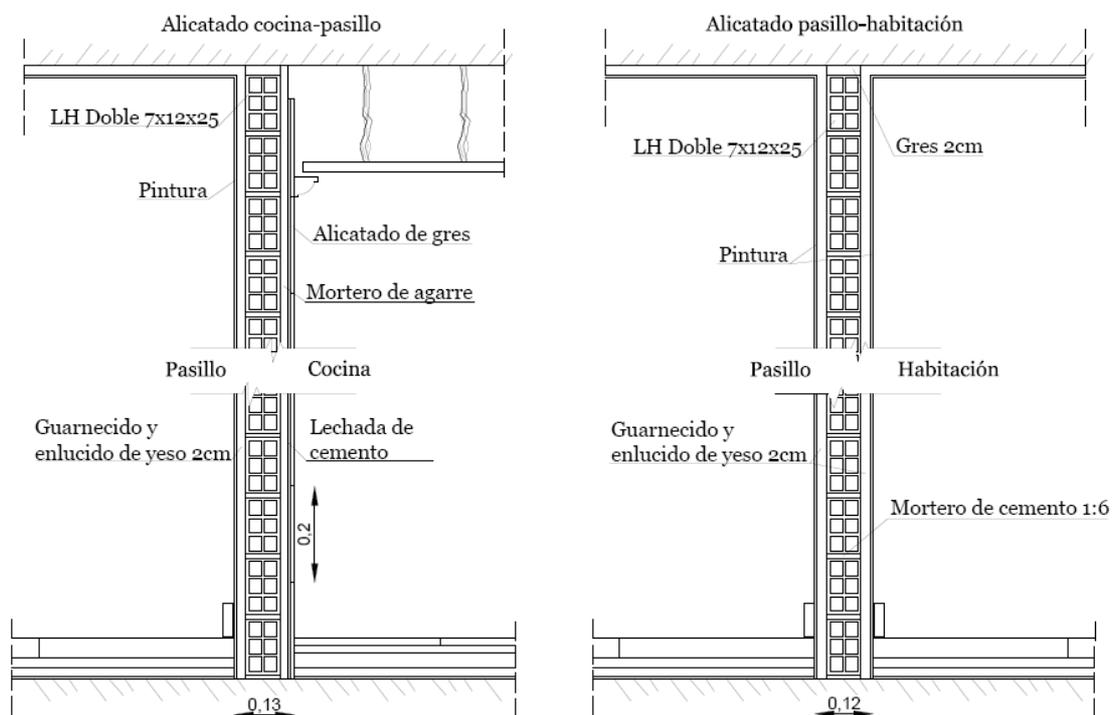


Figura 28: Detalle de los distintos alicatados.

- **Pintura:** Se empleó pintura pétreo rugosa en paramentos exteriores de las fachadas, pintura a la cal con silicona en paramentos enfoscados de la planta baja, al temple liso en paramentos horizontales e inclinados guarnecidos de yeso y esmalte sobre elementos metálicos, previa limpieza, cepillado y tendido de una mano de minio.
- **Carpintería interior:** Las puertas de paso interior son de madera maciza de pino gallego y forma indicada en la memoria de carpintería, colocadas sobre premarco de pino.

Las puertas de los armarios empotrados son también de madera maciza de pino gallego.

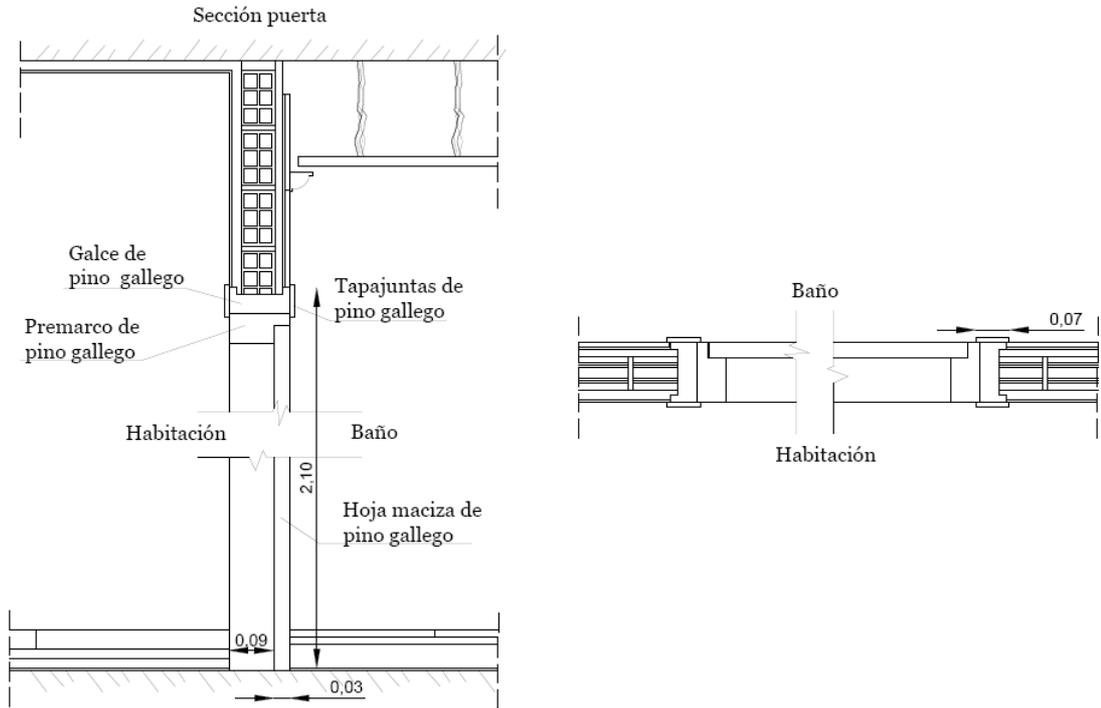


Ilustración 29: Detalle carpintería de

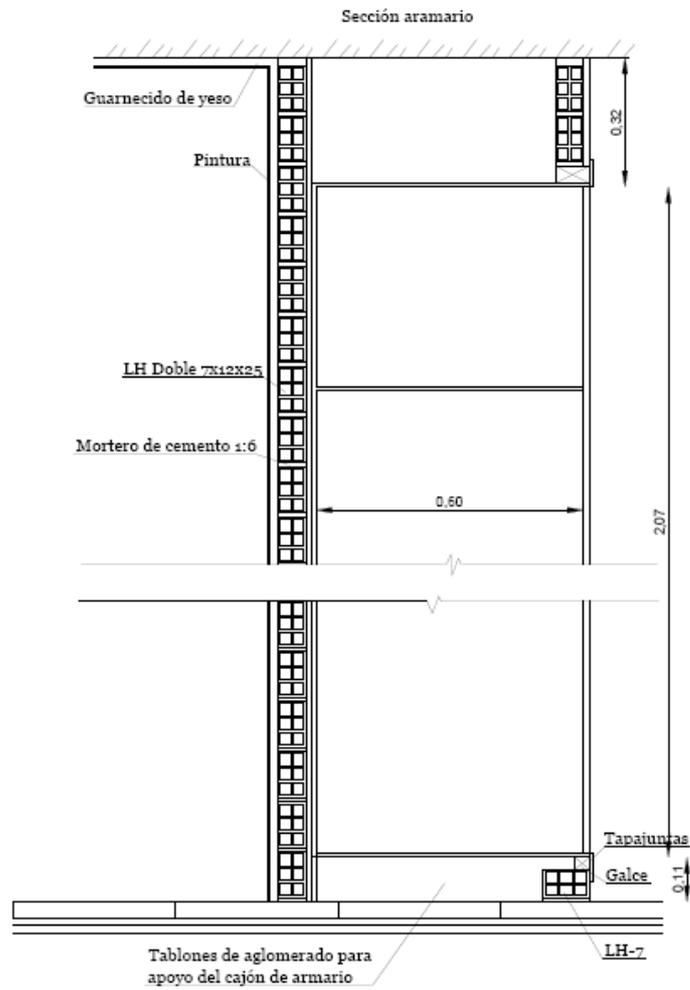


Figura 30: Detalle frente de armario.

## 2.4.4 Sistemas de acondicionamiento e instalaciones

- Instalación calefacción y ACS:** En este caso, se opta por una caldera mixta convencional de 25 KW y un rendimiento del 85%, que utiliza como combustible gasóleo y que sirve también para la producción de A.C.S. Este sistema se utiliza en toda la vivienda a través de radiadores. Cada estancia de la casa dispone de los radiadores que necesita según  $m^2$ , y situados debajo de las ventanas, que es la posición más adecuada de ubicarlos. Esto se consigue mediante un cálculo que nos permite saber la cantidad de radiadores y elementos que debe disponer dicho radiador para calefactar la habitación, por ejemplo:
  - Las dimensiones del baño de planta primera son: 3,00 x 2,10 x 2,50 (m), con lo que obtendremos el volumen, que es  $15,75 m^3$ . El siguiente paso es multiplicar el volumen por el calor calorífico del modelo de radiador que elijamos, es decir, las  $kcal/m^3$ , que son  $40 kcal/m^3$ , de manera que obtenemos  $630 kcal/m^3$ . Por último debemos dividir las  $kcal/m^3$  por el radiador que hemos elegido para la vivienda, en este caso es un MAGNO 600 cuyo valor son 10,33, de manera que no salen  $4,85 = 5$  elementos. En el anexo 1 podemos observar la ficha técnica del radiador.

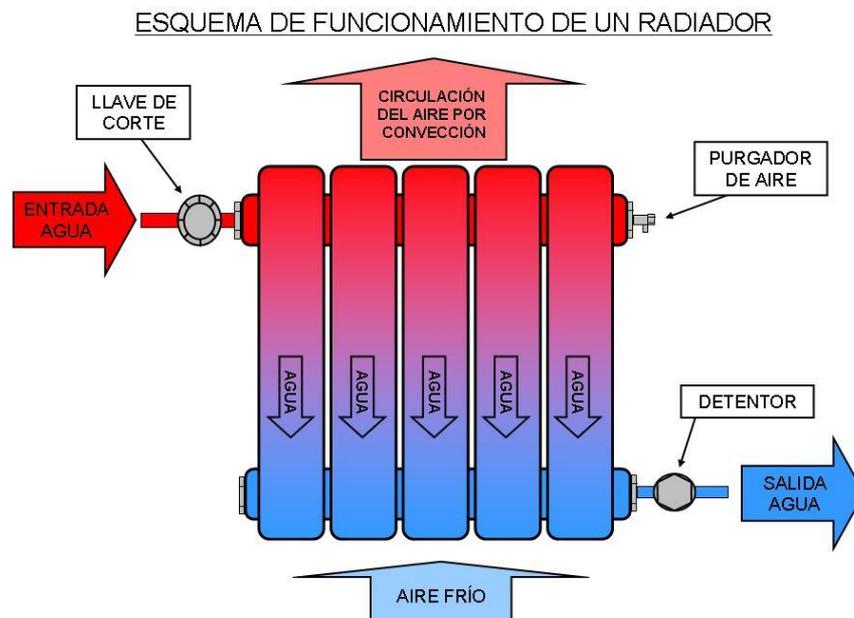
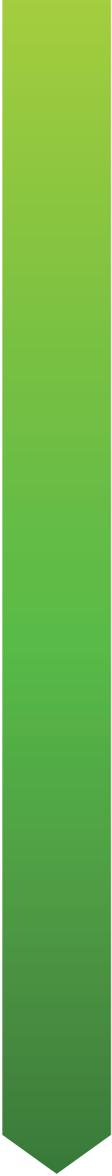


Figura 31: Esquema radiador. [26]





### **3. ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA EN SITUACIÓN ACTUAL**





### 3 ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA EN LA SITUACIÓN ACTUAL

#### 3.1 Introducción

La directiva 93/76/CEE relativa a la limitación de las emisiones de carbono mediante la mejora de la eficacia energética (SAVE), tiene como objetivo la disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub>, y como procedimiento para llegar a ello se propone la mejora de eficiencia energética de los inmuebles. (IDEA 2009) [22].

No obstante, para comenzar con el estudio energético, es necesario conocer los condicionantes del consumo, que son la demanda energética y el rendimiento de los sistemas, y viene dado por:

$$C = \frac{D}{\lambda}$$

Dónde:

C = Consumo energético

D = Demanda energética

$\mu$  = Rendimiento medio

De manera que si nuestro objetivo es reducir el consumo energético, tendremos que disminuir la demanda y/o aumentar el rendimiento de los sistemas instalados.

Los factores de los que depende la demanda energética se pueden englobar en cuatro grandes grupos:

- 1- Clima.
- 2- Envolvente.
- 3- Instalaciones.
- 4- Uso.

Ya que el clima es una variable que no depende de nosotros y el uso está limitado en el diseño del edificio, los únicos factores en los que podemos intervenir son la envolvente y las instalaciones, que serán sobre las que tenemos que trabajar para disminuir la demanda energética.

En cuanto a la envolvente, el CTE DB HE1, establece las condiciones mínimas de esta según la zona climática en la que se encuentre, para limitar la demanda energética. Además, también se establecen otros objetivos que tratar en este apartado como son:

- Verificar condensaciones superficiales.
- Verificar condensaciones intersticiales.
- Limitar la entrada de infiltración de aire.

Otro aspecto a destacar es que la demanda energética se limita en el DB HE1 dependiendo del clima de la localidad en la que se ubican los edificios objeto de estudio, de la zonificación climática y de la carga interna en sus espacios, delimitando así, la transmitancia térmica de la envolvente, donde los valores obtenidos serán inferiores a los indicados en la tabla 2.1 del DB HE1.

Para la zonificación climática se ha establecido una escala dependiendo de su severidad climática en invierno, con letras que van de la A a la E (cuanto más próximo a la letra E más severo es), y su severidad climática en verano con número del 1 al 4 (cuanto más cerca del 4, el clima es más severo).

El HE1 también establece dos procedimientos de verificación y son los siguientes:

- **Opción simplificada:** basada en el control indirecto de la demanda energética de los edificios mediante la limitación de los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen su envolvente térmica. La comprobación se realiza a través de la comparación de los valores obtenidos en el cálculo con los valores límite permitidos. Esta opción podrá aplicarse a obras de edificación de nueva construcción que cumplan los requisitos especificados en el apartado 3.2.1.2 del DB HE1.
- **Opción general:** está basada en la evaluación de la demanda energética de los edificios mediante la comparación de esta con la correspondiente a un edificio de referencia que define la propia opción. Esta opción podrá aplicarse a todos los edificios que cumplan con los requisitos especificados en 3.3.1.2 del DB HE1.

### 3.2 Análisis climatológico

La localidad de Benaguasil (Valencia) donde se ubica la vivienda, se encuentra a 110 m sobre el nivel del mar y tiene las siguientes características climatológicas:

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	11.5	16.1	7.0	36	63	4	0	0	1	0	9	169
Febrero	12.6	17.2	7.9	32	61	3	0	0	2	0	6	169
Marzo	13.9	18.7	9.0	35	61	4	0	1	1	0	7	212
Abril	15.5	20.2	10.8	37	60	5	0	1	1	0	5	229
Mayo	18.4	22.8	14.1	34	65	5	0	2	1	0	5	256
Junio	22.1	26.2	17.9	23	65	3	0	2	1	0	8	271
Julio	24.9	29.1	20.8	9	66	1	0	2	0	0	13	314
Agosto	25.5	29.6	21.4	19	68	2	0	3	1	0	10	285
Septiembre	23.1	27.6	18.6	51	67	4	0	3	1	0	7	237
Octubre	19.1	23.6	14.5	74	66	5	0	2	0	0	6	201
Noviembre	14.9	19.5	10.4	51	65	4	0	1	1	0	7	167
Diciembre	12.4	16.8	8.1	52	65	5	0	0	1	0	7	150
Año	17.8	22.3	13.4	454	65	44	0	18	10	0	91	2660

Tabla 8: Información climatológica anual de Benaguasil

Siendo:

T: Temperatura media mensual/anual (°C).

TM: Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C).

Tm: Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C).

R: Precipitación mensual/anual media (mm).

H: Humedad relativa media (%).

DR: Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1mm.

DN: Número medio mensual/anual de días de nieve.

DT: Número medio mensual/anual de días de tormenta.

DF: Número medio mensual/anual de días de niebla.

DH: Número medio mensual/anual de días de helada.

DD: Número medio mensual/anual de días despejados.

I: Número medio mensual/anual de horas de sol.

Como se observa en la tabla 8, la climatología de Benaguasil es moderada, con una temperatura media anual de 17,8 °C, indicando así que predominan los días fríos, que en invierno pueden llegar a mínimas de 7°C. No obstante, en verano también se alcanzan temperaturas muy elevadas, alcanzando casi los 30°C. También se aprecia la variedad en cuanto a máximas y a mínimas en el mismo mes, llegando a una diferencia de 9,7°C.

El clima de Benaguasil es seco, con pocas precipitaciones de Enero a Agosto y más intensas de Septiembre a Diciembre, y con ningún riesgo de días de heladas. Podemos observar, en las dos últimas columnas que existe un gran número de días despejados, con un 91% y esto conlleva a un número elevado de horas de sol en la población.

### **3.3 Determinación de la demanda energética por la opción general mediante la herramienta informática CERMA [38]**

#### *3.3.1 Descripción de la aplicación*

CERMA es una aplicación que permite la obtención de la calificación de la eficiencia energética en edificios de viviendas de nueva construcción para todo el territorio español, ofreciendo un estudio detallado para mejorar la calificación obtenida. Esta herramienta ha sido desarrollada por el Instituto Valenciano de la Edificación (IVE) y la Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR), con la colaboración técnica del grupo FRED SOL del departamento de Termodinámica Aplicada de la Universidad Politécnica de Valencia, y promovida por la Consellería de medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda de la Generalitat Valenciana.

CERMA es un Documento Reconocido para la certificación de eficiencia energética, según lo dispuesto en el artículo 3 del Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento Básico para la certificación energética de edificios residenciales de nueva construcción y para edificios residenciales existentes, según la resolución de la Comisión Asesora Permanente para la certificación energética de 27 de junio de 2013 del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

Los informes de este software son documentos reconocidos para la calidad en la edificación por la Consellería de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda de la Generalitat Valenciana según la resolución del 7 de julio de 2010 del Conseller de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda publicada en el DOGV en fecha 20 de agosto de 2010,

conforme al Decreto 132/2006, de 29 de septiembre, del Consell por que se regulan los Documentos Reconocidos.

Los objetivos del programa son los siguientes:

- Verificar si los cerramientos del edificio objeto de estudio cumplen con las transmitancias máximas.
- Verificar si las carpinterías de huecos cumplen las exigencias de permeabilidad al aire.
- Determinar la demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio objeto de estudio a partir de los parámetros de definición geométrica, constructiva y operacional, y con los datos climáticos representativos de la localidad en cuestión.
- Proporcionar un informe y dar la opción a proponer mejoras para la obtención de una mejor calificación energética.

El método se basa en:

- Una presimulación (mediante funciones de transferencia) del calor transferido por los cerramientos opacos y por los cerramientos semitransparentes.
- Una evaluación del balance de energía en cada hora para el edificio considerado como una única zona térmica.
- Una estimación de la energía total utilizada por los equipos para compensar las demandas de energía, en cada hora a lo largo del año, considerando tanto cargas parciales como condiciones operacionales (temperaturas exteriores/interiores).
- La necesaria conversación a emisiones de CO<sub>2</sub> en función del tipo y cantidad de energía consumida.
- Una asignación orientativa de las emisiones de CO<sub>2</sub> a los diferentes elementos que contribuyen a la producción total de CO<sub>2</sub> (en función de la demanda que aportan cuando están los equipos en funcionamiento).
- Una previsión del comportamiento del edificio/sistema ante diferentes mejoras referidas al edificio (aislamientos, acristalamientos,...) y a los sistemas (cambio de sistema, mejor prestaciones de los mismos en base a su rendimiento medio estacional,...).

CERMA al final nos proporciona:

- Más facilidad en la introducción de datos.
- Una respuesta inmediata.
- Un análisis de emisiones.
- Un análisis de mejoras.

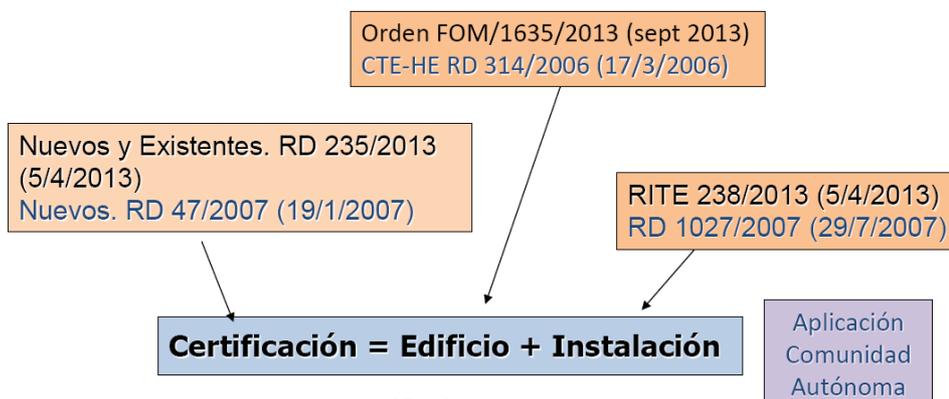


Figura 32: Referencia de leyes

### 3.3.2 Estructura de CERMA

CERMA presenta dos modos de trabajo que se escogen en la pestaña Título. Dependiendo del modo de trabajo que se escoja estarán disponibles ciertas informaciones para el manejo del programa así como serán distintos los informes que el programa produce.

La estructura de CERMA se compone de la siguiente serie de pestañas:

1. Título.
2. Ciudad/entorno
3. Global
4. Muros
5. Cubiertas
6. Suelos
7. Huecos
8. Equipos
9. Resultados
10. Análisis
11. Temperatura
12. Ahorros (en el caso de comparar dos estados de diseño)
13. HE1

Cabe destacar que desde la pestaña 1 a la 8 (ambas inclusive) se consideran las de entrada de datos, y se aconseja ir completándolas de izquierda a derecha, siguiendo el orden que presenta CERMA de pestañas, aunque se puede seguir cualquier orden.

En la esquina superior derecha existen los botones de: nuevo, abrir, guardar, crear edificio mejorado (duplica al actual), imprimir.

De manera general, cabe especificar que los campos con fondo en blanco son los que pueden completarse por el técnico, y los campos con fondo gris son aquellos que el programa calcula según los datos suministrados y no son modificables.

También existen botones de ayuda al lado de algunos de los campos que sirven de soporte en la utilización del programa.

### 3.3.3 Utilización y aplicación de CERMA a nuestro edificio

Empezamos a introducir dentro de cada pestaña los datos relativos a la vivienda objeto de estudio:

1. Título: Esta pestaña contiene los datos generales y administrativos como son:
  - Número de expediente.
  - Información administrativa del edificio.
  - Datos del promotor/propietario.
  - Datos del representante/persona de contacto.
  - Datos del proyectista.
  - Datos del certificador.

The screenshot shows the title screen of the CERMA software. The interface includes a menu bar with options like 'Título', 'Ciudad/Entorno', 'Global', 'Muros', 'Cubiertas', 'Suelos', 'Huecos', 'Equipos', 'Resultados', 'Análisis', 'Temp', and 'HE1'. Below the menu, there are tabs for 'Edificio' (with sub-options 'Nuevo' and 'Existente') and 'Modo de trabajo'. The 'Edificio' section contains fields for 'Nº de expediente', 'Nombre edificio' (Casa George), 'Año construcción' (1988), 'Dirección' (C/ Marines nº 32), and 'Municipio' (Benaguasil). The 'Propietario' section includes 'Nombre' (Jorge), 'Apellidos' (Montesinos Arrue), 'Dirección' (C/ Pallers nº 14), and 'Municipio' (Benaguasil). The 'Representante' section has fields for 'Nombre', 'Apellidos', and 'E-mail'. The 'Certificador' section includes 'Razón social' (Irmombur. S.A.), 'Nombre' (Irene), 'Apellidos' (Montesinos Burgos), 'Dirección' (C/ Barrio San José nº 33), 'Municipio' (La Poba de Vallbona), and 'Provincia' (ALAVA). A note at the bottom states: 'Los campos marcados con \* son imprescindibles para la emisión del certificado de eficiencia energética'.

Figura 33: Pantalla título

## 2. Ciudad/entorno

Se deberá seleccionar la localidad en la que se encuentra el edificio. En primer lugar se escoge la provincia y luego la ciudad. En el caso de que la ciudad no figure en la base de datos se escogerá "otra", y deberá introducirse la altitud sobre el nivel del mar correspondiente (a.s.n.m). El programa calculará entonces la zona climática correspondiente según D.1. del apéndice D del Documento Básico HE1. Para dicha localidad deberá introducirse el dato de la zona de "radiación".

En nuestro caso, nos encontramos en Benaguasil, a 110 metros sobre el nivel del mar y el programa nos indica que estamos en una zona climática B3 y con una radiación IV, y comprobándolo en el CTE verificamos que es correcto.

A continuación debemos proporcionarle al programa las características de los obstáculos del entorno, donde el técnico debe localizar y acotar los obstáculos situados en el entorno del edificio, para conocer las sombras que estos arrojan sobre los cerramientos opacos del mismo, para ello se seguirá el siguiente procedimiento:

- a) Trazar el Centro Hipotético del edificio objeto de estudio y situar las orientaciones según figura 3.1 del CTE HE1.
- b) Para cada orientación localizar el obstáculo remoto susceptible de ocasionar sombra en el edificio en estudio según este orden de prioridad:
  - i. el objeto más alto,
  - ii. a igualdad de alturas el más cercano a la bisectriz
- c) Para cada objeto (de cada orientación) hay que definir los parámetros:
  - D. distancia horizontal entre el edificio y el objeto
  - H. altura del obstáculo respecto al edificio

3. Global: En esta pestaña se introducen datos de descripción global del edificio.

Figura 34: Pantalla de descripción de datos globales

Dentro de esta pestaña encontramos:

- Tipo de edificio: donde podemos elegir entre edificio en bloque o vivienda unifamiliar.
- Generales:
  - o Volumen total de los espacios habitables ( $m^3$ ): superficie por la altura contabilizando las longitudes en planta tomadas desde el interior. La altura considerada será la correspondiente a “cara superior de suelo a cara superior de suelo”, es decir, contabilizando el espesor de los forjados.  
En nuestro caso, el volumen total es de  $657,20 m^3$  como se refleja en la figura 33.
  - o Suelo habitable ( $m^2$ ): corresponde a la superficie del recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. En general: viviendas y zonas comunes de circulación en el interior de los edificios.  
En nuestro caso, el suelo habitable es de  $230,60 m^2$ .
- Clase de higrometría. Se clasifica según norma EN ISO 13788:2002 en:
  - a) Clase 5: espacios en los que se prevea una gran producción de humedad, tales como lavanderías y piscinas.
  - b) Clase 4: espacios en los que se prevea una alta producción de humedad, tales como cocinas industriales, restaurantes, pabellones deportivos, duchas colectivas u otras de uso similar.

- c) Clase 3: espacios en los que no se prevea una alta producción de humedad. Se incluyen en esta categoría todos los espacios de edificios residenciales y el resto de los espacios no indicados anteriormente.

En general, para uso residencial, la clase de higrometría será la 3, de manera que en nuestro estudio hemos elegido dicha clase.

- Ayuda cálculo nº de renovaciones (CTE-HS3):

El técnico tiene la posibilidad de estimar el número de renovaciones de aire según el Documento HS3 del CTE a partir de una rutina que ofrece el programa. Para ello es necesario introducir el nº de tipologías de los edificios de viviendas, como el nº de viviendas de cada una de las tipologías.

Con el fin de simplificar el proceso, el técnico introducirá el nº de recintos para cada uso con un valor orientativo de superficies.

Se puede introducir el nº de renovaciones (caudal de aire en una hora ( $m^3/h$ ) dividido por el volumen total ( $m^3$ )), que puede ser calculado con la ayuda de CERMA o con otro recurso del técnico. En cualquier caso el programa utiliza por defecto el valor de 1.

- Puentes térmicos: Los puentes térmicos de los edificios presentan 3 opciones para su descripción:
- a) Mediante sus características constructivas (tipos de encuentros),
  - b) Fijando valores (una ventana flotante donde se introducen los valores para cada tipo), o finalmente,
  - c) Empleando los valores por defecto de LIDER.

#### 4. Muros

En esta pantalla se introducen los muros que forman parte de la envolvente térmica. Éstos pueden ser de dos tipos:

- o Exteriores: son los elementos de fachada, entendida como cerramiento exterior en contacto con el aire cuya inclinación es superior a  $60^\circ$  respecto a la horizontal.
- o Y otros muros: Se extiende a cada cerramiento cuya inclinación es superior a  $60^\circ$  respecto a la horizontal y no se encuentran en contacto con el ambiente exterior, es decir, los cerramientos que lindan con otros espacios no habitables, otros edificios, o que se encuentran en contacto con el terreno.

Cabe destacar que el técnico deberá fijar un valor para la transmitancia térmica del elemento constructivo de fachadas que se está analizando. Para el cálculo de la transmitancia del elemento se puede utilizar la herramienta “elección de cerramientos”, a partir del icono situado a la derecha del campo donde se introduce la transmitancia, o introducir directamente el valor previamente calculado.

En el caso de edificios existentes, existe una ayuda que indica los valores por defecto y estimado según ciertos condicionantes.

En nuestro caso, y como vemos en la figura 34, tenemos cuatro fachadas, ya que todas ellas están en contacto con el exterior y una partición interior en contacto con una zona no calefactada.

Destacamos que todas las fachadas se encuentran en el mismo plano.

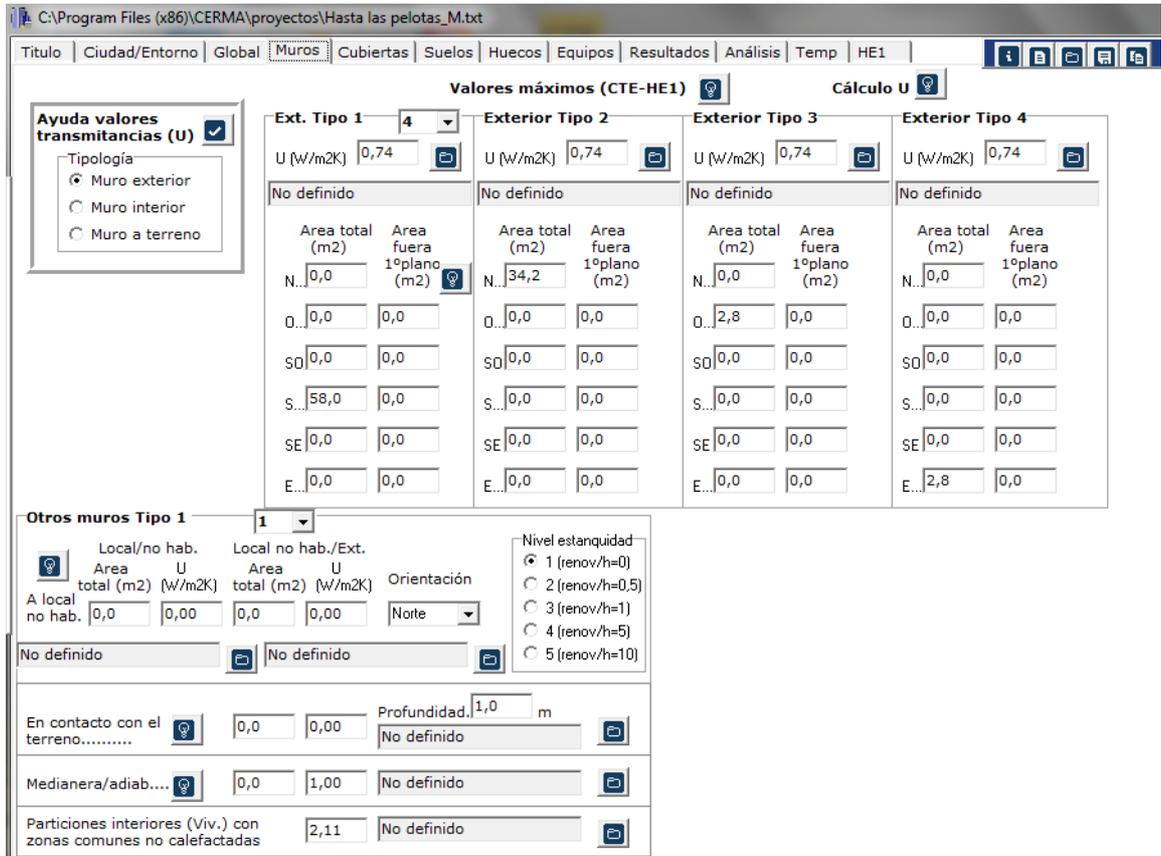


Figura 35: Pantalla de descripción de los muros

5. Cubiertas

En esta pantalla se introducen las cubiertas que forman parte de la envolvente térmica. Estas pueden ser:

- Exteriores: son aquellos cerramientos superiores en contacto con el aire cuya inclinación es inferior a 60° respecto a la horizontal.
- Otras cubiertas: Se extiende a cada cerramiento cuya inclinación es inferior a 60° respecto a la horizontal y no se encuentra en contacto con el ambiente exterior, es decir, los cerramientos que lindan con otros espacios no habitables, otros edificios, o que se encuentran en contacto con el terreno.

En cuanto a la transmitancia, su cálculo se realizará de igual forma que hemos descrito en el apartado anterior para muros.

En el caso de cubiertas inclinadas sobre forjado plano, donde el espacio no habitable superior al forjado plano sea aproximadamente no mayor de 1m, se debe indicar el área total (m<sup>2</sup>) del elemento de separación entre el espacio habitable y el no habitable, además de la transmitancia (en CERMA “exterior horizontal tipo1”).

En nuestro edificio, ambas cubiertas son inclinadas, una sobre forjado inclinado y otra sobre forjado horizontal, como redactamos en la memoria constructiva. Por ello en el programa CERMA hemos introducido ambos tipos.

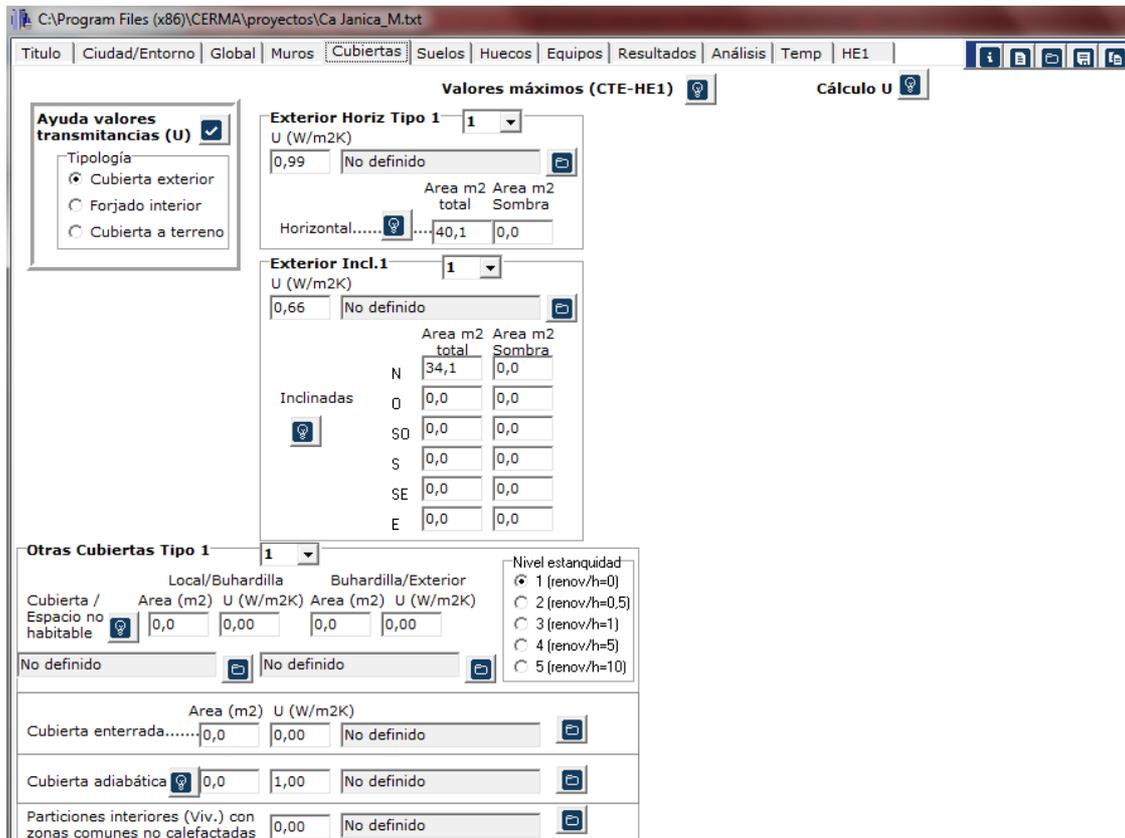


Figura 36: Pantalla de descripción de cubiertas

## 6. Suelos

En esta pantalla se introducen los suelos que forman parte de la envolvente térmica. Éstos pueden ser de varios tipos:

- En contacto con el terreno
- Otros suelos: en contacto con el exterior, vacío sanitario, adiabático.

Como en muros y cubiertas, el técnico deberá introducir el área del suelo ( $m^2$ ) y la transmitancia térmica  $U$  ( $W/m^2K$ ).

Además de cumplimentar el dato de su área, es necesario conocer el perímetro del suelo (m).

En nuestro caso, tenemos una losa, en la cual se apoyan las escaleras para acceder a la planta primera y un suelo en contacto con un local no habitable. Este se sitúa en el techo del garaje, que es a su vez el suelo de la planta primera.

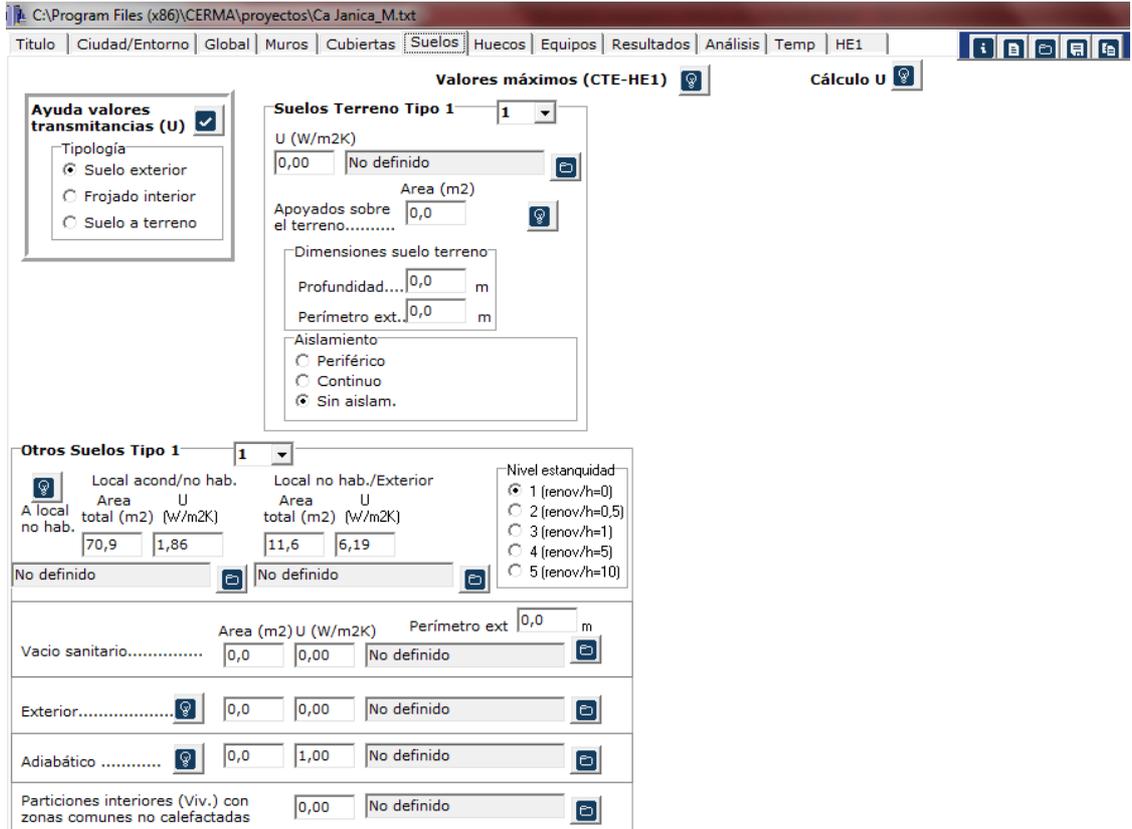


Figura 37: Pantalla de descripción de suelos

7. Huecos

En esta pestaña se introducen los grupos de cerramientos semitransparentes en contacto con el ambiente exterior, constituidos por ventanas y puertas de fachadas y lucernarios de cubiertas.

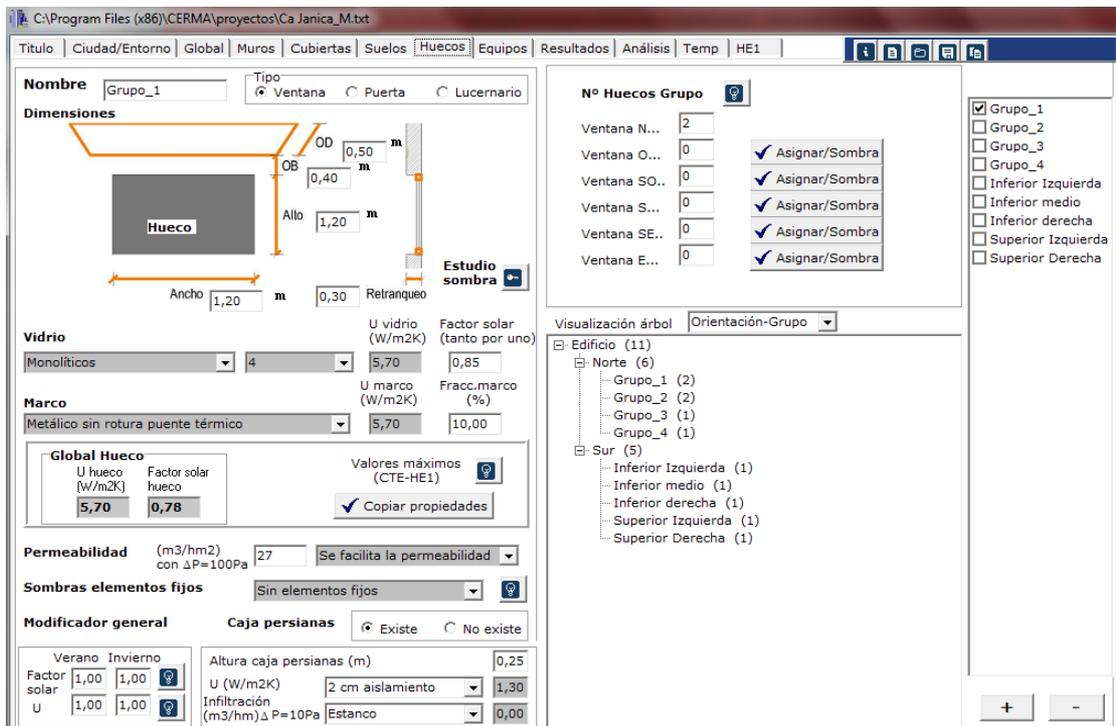


Figura 38: Pantalla de descripción de huecos

Se considera como grupo el conjunto de huecos que comparten las mismas características técnicas, dimensiones y situados en la misma vertical.

Para cada grupo de huecos, existen una serie de pautas para completar los datos de una manera sencilla y cómoda:

- Identificador de ventana/puerta y de lucernario:
  - o Nombre: Numeración correlativa por defecto de cada grupo. Se puede poner otra denominación.
  - o N° de huecos grupo: Indicar cuantos huecos presenta cada grupo en cada orientación. Se puede simplificar el proceso y los grupos pueden “agruparse” si son exactamente iguales, y luego describir las distintas orientaciones.
  - o Ubicación: Especificar cuál es la orientación.
  - o Características.
- Dimensiones:
  - o Características dimensionales de puertas y ventanas: ancho, alto, retranqueo, profundidad del vuelo de la protección solar –OD y distancia entre el marco y la protección solar OB. Todo en metros.
  - o Características dimensionales de lucernarios: Ancho, alto y “Z”. Todo en metros.
- Vidrio:
  - o Tipo de vidrio: Se selecciona el tipo de vidrio del grupo de hueco según las opciones más comunes (monolítico, doble o doble bajo emisivo).
  - o Espesor (mm): Se escoge de la tabla el espesor del vidrio de cada una de sus hojas y de las cámaras si las hubiese.
  - o Factor solar: Se introduce el valor del factor solar del vidrio en caso de que no sea el indicado según el tipo de vidrio escogido, siendo este el cociente entre la radiación solar a incidencia normal que se introduce en el edificio a través del acristalamiento y la que se introduciría si el acristalamiento se sustituyese por un hueco perfectamente transparente.
- Marco:
  - o Material: Se elige el tipo de material del grupo de hueco modelizado según la tabla de CERMA que incluye los materiales más comunes.
  - o Permeabilidad: Se pueden introducir los valores de la permeabilidad o se puede optar que el programa utilice unos valores estimados según el tipo de apertura del mismo.
- Hueco:
  - o Factor solar: El valor del factor solar del hueco (carpintería + vidrio) del grupo de hueco se calcula de manera automática.
  - o Transmitancia U ( $W/m^2K$ ): Se obtendrán los valores de la transmitancia para la carpintería, el vidrio y el hueco en su conjunto. Los valores de estas transmitancias se podrán obtener de manera automática siempre que se traten de carpinterías y vidrios definidos en la aplicación informática, o de forma manual, si se introduce un material o vidrio no incluido en las mismas.

- Factores modificadores:

El técnico deberá tener en cuenta todos aquellos factores externos a las características intrínsecas del grupo de hueco, que puedan afectar a los resultados finales de demanda energética y emisiones de CO<sub>2</sub> del edificio. Se han considerado los siguientes factores modificadores:

- Caja de persiana: Se puede asignar si tiene o no. En caso de que se disponga, se deben completar ciertas características de la misma.
- Sombras de elementos fijos: Se pueden asignar elementos de sombras fijos. Existe un apartado de ayuda con los valores asignados a los distintos tipos.
- Sombras por obstáculos remotos o del propio edificio: En función de la orientación de cada grupo de huecos, se han de identificar y analizar los obstáculos remotos y del propio edificio que son susceptibles de producir sombras proyectadas sobre dicho grupo.

- Estudio de sombras:

El programa ofrece la posibilidad de analizar la sombra que recibe el hueco, a partir de las condiciones geométricas introducidas, para cualquier orientación.

Nuestro edificio sólo ubica los huecos en dos fachadas, que dan a norte y a sur, de manera que solo hemos estudiado las sombras en ésta última. El resto de propiedades las hemos obtenido en el capítulo dos de dicho proyecto.

## 8. Equipos

Tanto el tipo de equipos contemplados, los datos que los definen, y el comportamiento fuera de las condiciones nominales son los mismos que los establecidos en el programa CALENERVYP.

En CERMA sólo se definen los equipos, no las unidades terminales.

Para cada servicio es posible indicar el suelo acondicionado por dicho servicio, y éste dato aparece de manera visible en la pantalla.

Para poder indicar el suelo acondicionado para ese servicio, hay que tener seleccionado el edificio en el árbol del esquema como se ha indicado anteriormente. Se deben seguir los siguientes pasos:

- a) Se escoge "edificio" en el esquema de la derecha.
- b) Se escoge el tipo de servicio.
- c) Se define el área de suelo acondicionada por este servicio y por el equipo.
- d) Se define el equipo. Existe la posibilidad de poner el nº de equipos (trabajan en paralelo para abastecer la demanda).
- e) Se agregan los equipos y aparece en el árbol esquema de la derecha.

El programa permite definir una gran cantidad de posibilidades cruzando el servicio y los equipos.

Figura 39: Pantalla de descripción de equipos

También existe la posibilidad de incorporar varios equipos en un mismo servicio, en este caso trabajan en serie, es decir, en primer lugar hasta alcanzarse la plena potencia sólo trabaja el equipo que haya sido definido en primer lugar, posteriormente se van poniendo en servicio el resto de equipos definidos (por orden de definición).

Para el ACS global, sólo es necesario introducir el aporte solar de la instalación del edificio en %. El resto de campos en gris son determinados por el programa de manera automática.

Para el cálculo de la calificación energética es imprescindible definir el equipo para el sistema de producción de agua caliente sanitaria. Para definir el equipo:

- Se escoge "edificio" en el esquema de la derecha.
- Se escoge el tipo de servicio. En este caso ACS.
- Se define el área de suelo acondicionada por este servicio y por el equipo.
- Se define el equipo. Existe la posibilidad de poner el nº de equipos.
- Se agregan los equipos y aparece en el árbol esquema de la derecha.
- Si se requiere modificar/borrar el equipo, se sitúa sobre el equipo a modificar, se alteran los valores, y con el submenú situado en la parte inferior derecha del cuadro esquema de las instalaciones del edificio se aceptan las modificaciones.

En el edificio en caso de no definir, ningún servicio de calefacción y/o refrigeración acondicionado con equipo, se adopta por defecto para calefacción un sistema con Gasóleo C y con un rendimiento medio estacional de 0,75 y para refrigeración un sistema eléctrico con un EER sensible medio estacional de 1,7 (de la misma manera que el programa oficial CALENERVYP).

En nuestro caso, se trata de un equipo mixto de calefacción y agua caliente sanitaria, el cual funciona con una caldera convencional de gasóleo. El sistema de calefacción será mediante radiadores de agua.

## 9. Resultados

CERMA proporciona una serie de resultados destacados: detalle de la estimación de la calificación global y de las calificaciones asignadas a calefacción, refrigeración y ACS; demanda mensual y anual de energía de calefacción, refrigeración y ACS; consumo de energía (energía final) mensual y anual de calefacción, refrigeración y ACS; emisiones de CO<sub>2</sub> fósil y anual de calefacción, refrigeración y ACS.

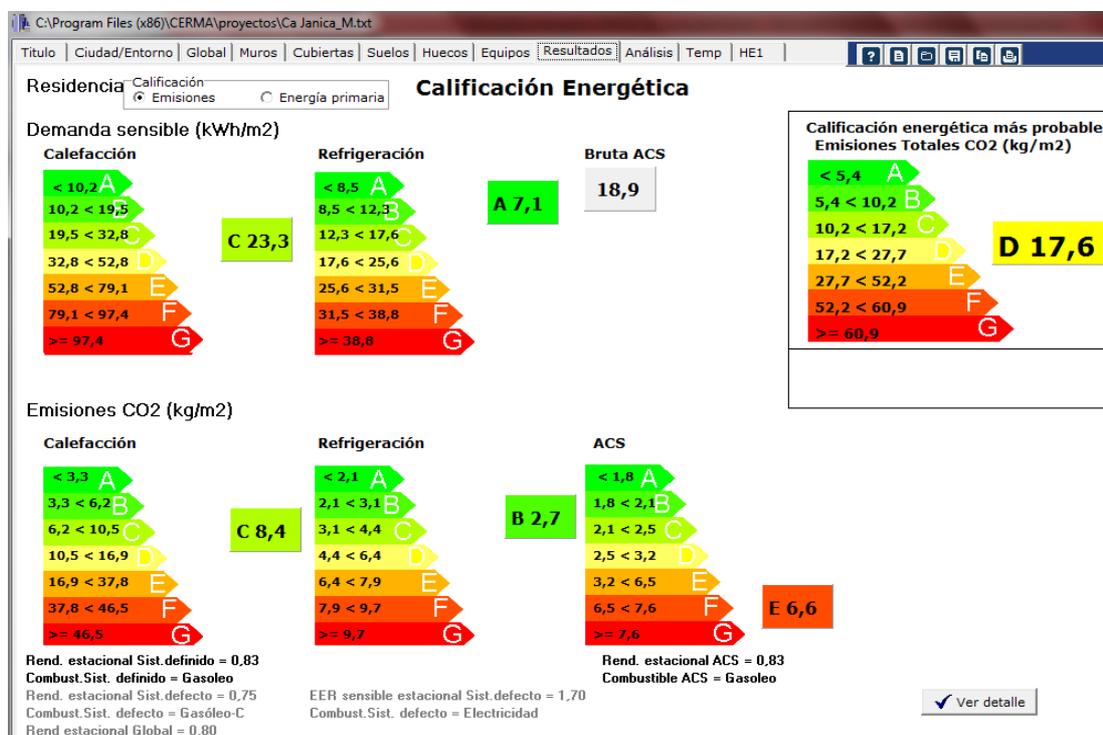


Figura 40: Calificación energética

En nuestro edificio se trata de una calificación D, con unas emisiones 4068,9 kg de CO<sub>2</sub> al año. Esta calificación es la mínima posible para una vivienda unifamiliar.

Como se observa en la figura 40, la demanda de calefacción de la vivienda es la que obtiene peor calificación, consiguiendo una C. En cuanto a emisiones, esto sucede en ACS, consiguiendo una E, y se debe a que el edificio queda penalizado por tener como combustible gasóleo.

Sin embargo, la demanda de refrigeración obtiene una buena calificación A.

Llama la atención que en los resultados se muestren unas emisiones de CO<sub>2</sub> en refrigeración y sin embargo no se le ha introducido ningún sistema de refrigeración. Esto se debe a que la aplicación, automáticamente inserta un equipo de refrigeración en caso de que esta sea necesaria. Si fuese así, las emisiones debidas a refrigeración no se deberían tener en cuenta, ya que aunque CERMA haya insertado un equipo, en la vivienda objeto de estudio no existe ningún equipo que suministre refrigeración.

## 10. Análisis

El uso de esta herramienta permite el análisis energético de las posibles actuaciones a realizar por el proyectista, esta utilidad se encuentra en la pestaña de "análisis".

Por una parte, al ofrecer de forma detallada las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a elementos constructivos, ventilación, puentes térmicos y otras cargas, se puede analizar las repercusiones de cambios en dichos elementos, detectar cuáles son más sensibles a mejorar debido a su influencia sobre el conjunto, etc. y tomar decisiones de mejora que indican directamente en la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Por otra parte, el programa propone, de una manera sencilla, diferentes situaciones de mejora (estándar), con una previsión del comportamiento del edificio/sistema ante esas diferentes mejoras referidas al edificio (aislamientos, vidrios,..) y a los sistemas (cambio de sistema, mejor prestaciones de los mismos en base a su rendimiento medio estacional,..). Esto permite analizar la repercusión de estas mejoras estándar en la producción de emisiones de CO<sub>2</sub>. Este análisis supone la rápida ejecución de un conjunto elevado de simulaciones.

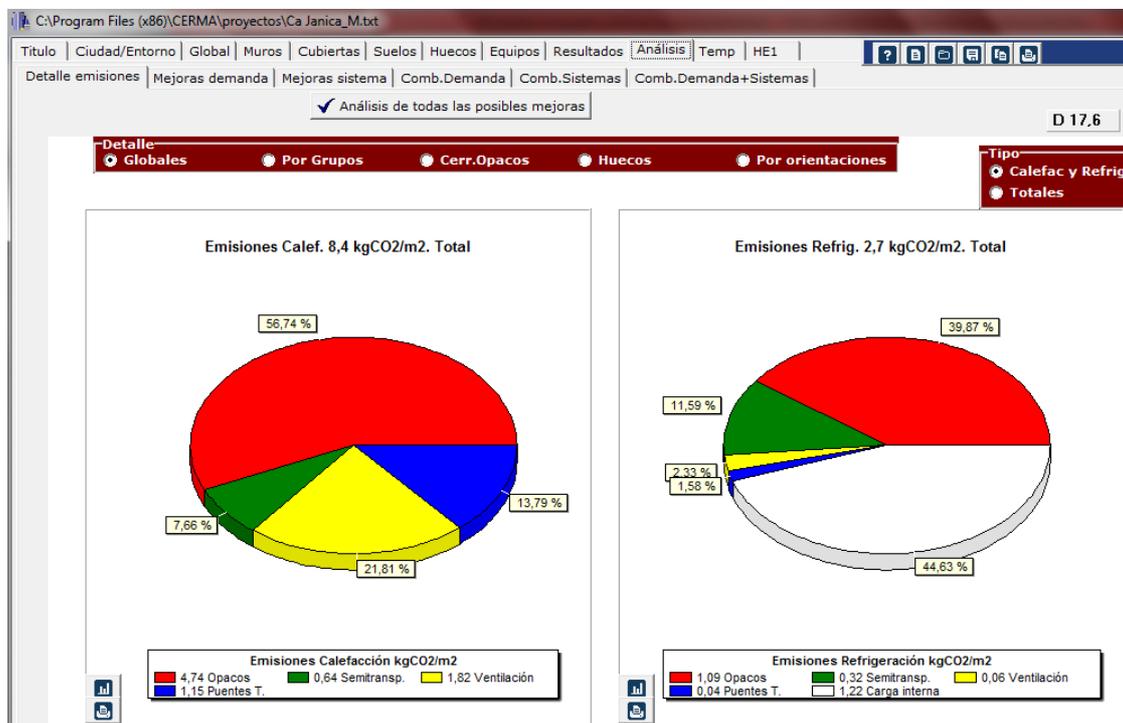


Figura 41: Detalle de emisiones globales para calefacción y refrigeración

En la figura 41 observamos más detalladamente las emisiones tanto de calefacción como de refrigeración de la vivienda objeto de estudio. Se aprecia que en calefacción, las emisiones más significativas son la de los elementos opacos, seguida por la ventilación y los puentes térmicos. De manera que se puede intuir donde va hacer falta intervenir para reducir dichas emisiones y conseguir una vivienda más eficiente en cuanto a eficiencia energética.

No obstante, en cuanto a refrigeración, destaca la carga interna, pero como hemos dicho anteriormente, no se van a tener en cuenta dichas emisiones.

Existe además de las mejoras sencillas de demanda y de sistemas, combinación de mejoras de demanda, combinación de mejoras de sistema, y combinación de demandas y sistemas.

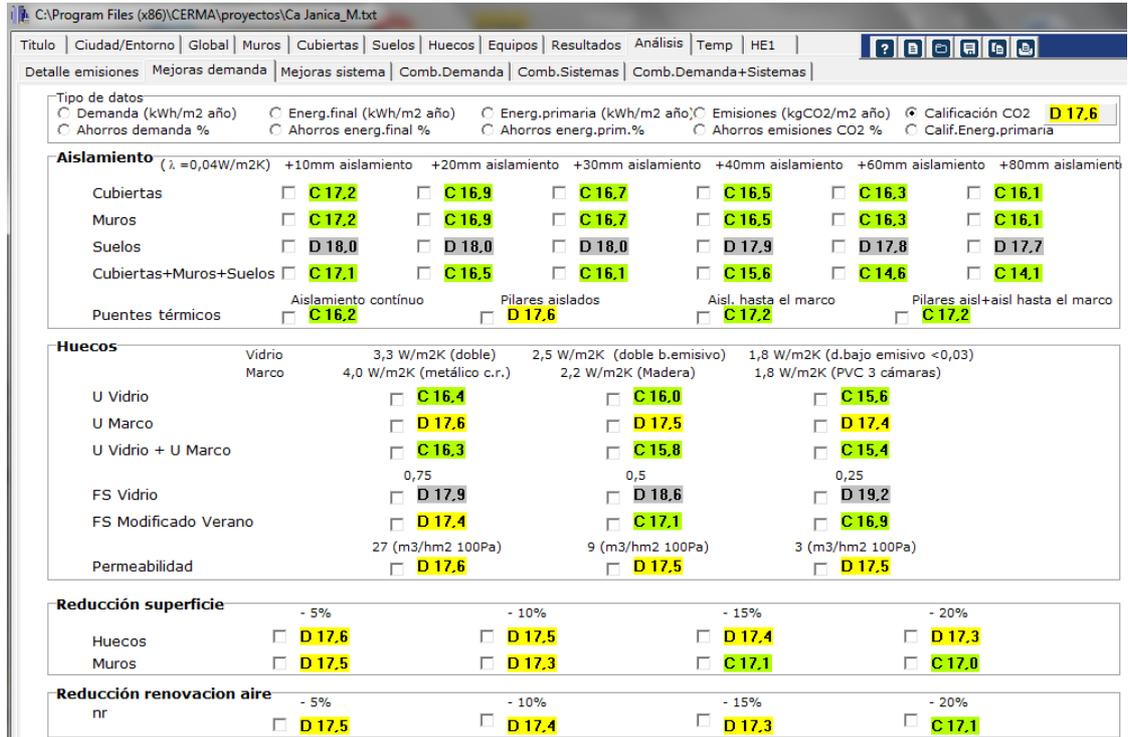


Figura 42: Detalle de mejoras estándar de los sistemas

Nótese que en gris aparecen las situaciones que no mejoran el diseño actual del edificio. En la parte superior derecha de la pantalla puede verse el valor del edificio actual, y en cada una de las mejoras el valor que supondría la mejora.

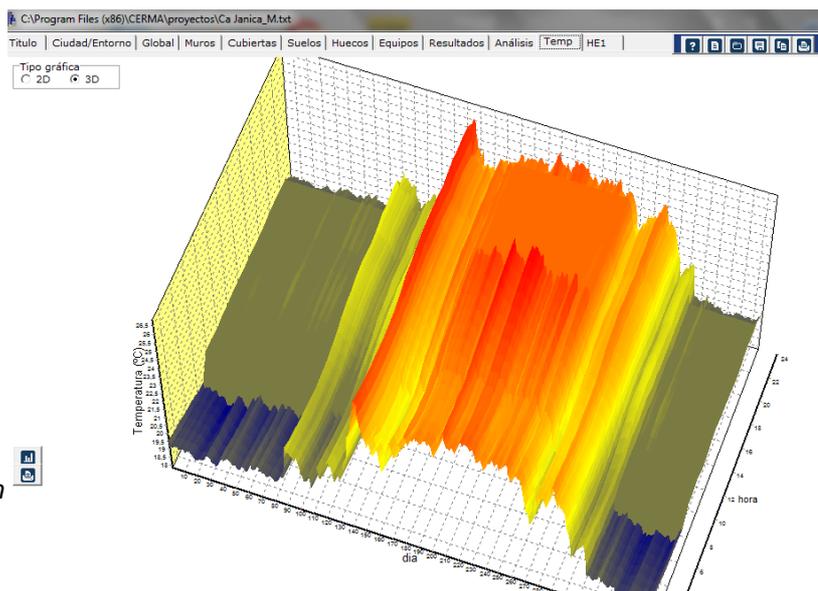
Como la iteración de las distintas mejoras puede suponer unos minutos de cálculo, se aconseja utilizar en la pestaña “detalle de emisiones” la utilidad de “análisis de todas las posibles mejoras”, para que el programa proceda con el cálculo de todas las pestañas de mejora. Se permite seleccionar en cada pestaña de mejoras que se desea que aparezcan en los impresos e informe.

### 11. Temperatura

Es posible obtener un gráfico (en 2D y 3D) de la evolución de la temperatura en el interior del edificio a lo largo del año.

En la figura 43 contemplamos que durante los meses de verano,

Figura 43: Estudio detallado de la evolución de la temperatura



(Junio, Julio y Agosto), y entre las 12:00 a.m y las 16:00 p.m es donde se alcanza más temperatura en el interior de la vivienda. Por el contrario, en invierno, (Entre Noviembre y Febrero) las temperaturas obtenidas en el interior no superan los 20 °C. De Marzo a Junio las temperaturas son más cálidas que en invierno pero no tanto como en el verano, y lo mismo ocurre los meses de Agosto a Noviembre.

12. Utilidad diseño: Ahorros

El programa permite crear a partir de la introducción de datos que describen el edificio, un segundo edificio, igual al existente, donde realizar cambios y así poder comparar ambos edificios. Esta utilidad es posible tanto para el modo de trabajo de nuevos edificios como para existentes.

El edificio original (estado actual) presenta las pantallas en gris, y el edificio mejorado (estado rehabilitado) presenta las pantallas en blanco. Importante: deben realizarse los cambios que se quieran en el segundo edificio (pantallas en blanco), así en el momento en que éste quiera borrarse, se elimina manteniendo el edificio original. Con esta herramienta de diseño, se genera una nueva pestaña “AHORRO” que permite una comparativa entre ambos estados, que permiten objetivar los ahorros producidos en el proceso de rehabilitación.

En la parte inferior derecha de la pantalla puede consultarse la letra asignada a la calificación energética del estado actual y del mejorado. Además de poder consultarse los ahorros de:

- Demanda de calefacción
- Demanda de refrigeración
- Emisiones de calefacción
- Emisiones de refrigeración
- Emisiones de ACS
- Emisiones totales

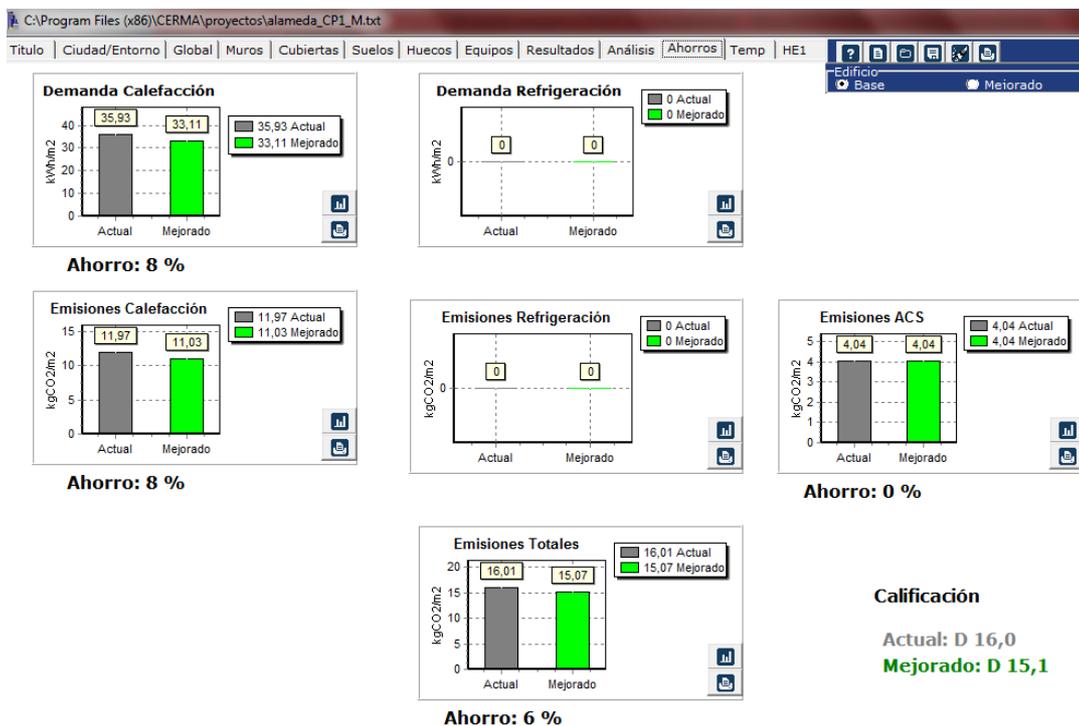


Figura 44: Pantalla de ahorros generada al duplicar el edificio

13. Calculo de HE1

Este apartado realiza la comprobación del cumplimiento del CTE-HE1 mediante dos procedimientos:

- Procedimiento simplificado (Rellena las fichas del HE1)
- Comparación de la demanda con el edificio de referencia (Procedimiento LIDER).(Este último procedimiento está pendiente de reconocimiento por el ministerio)

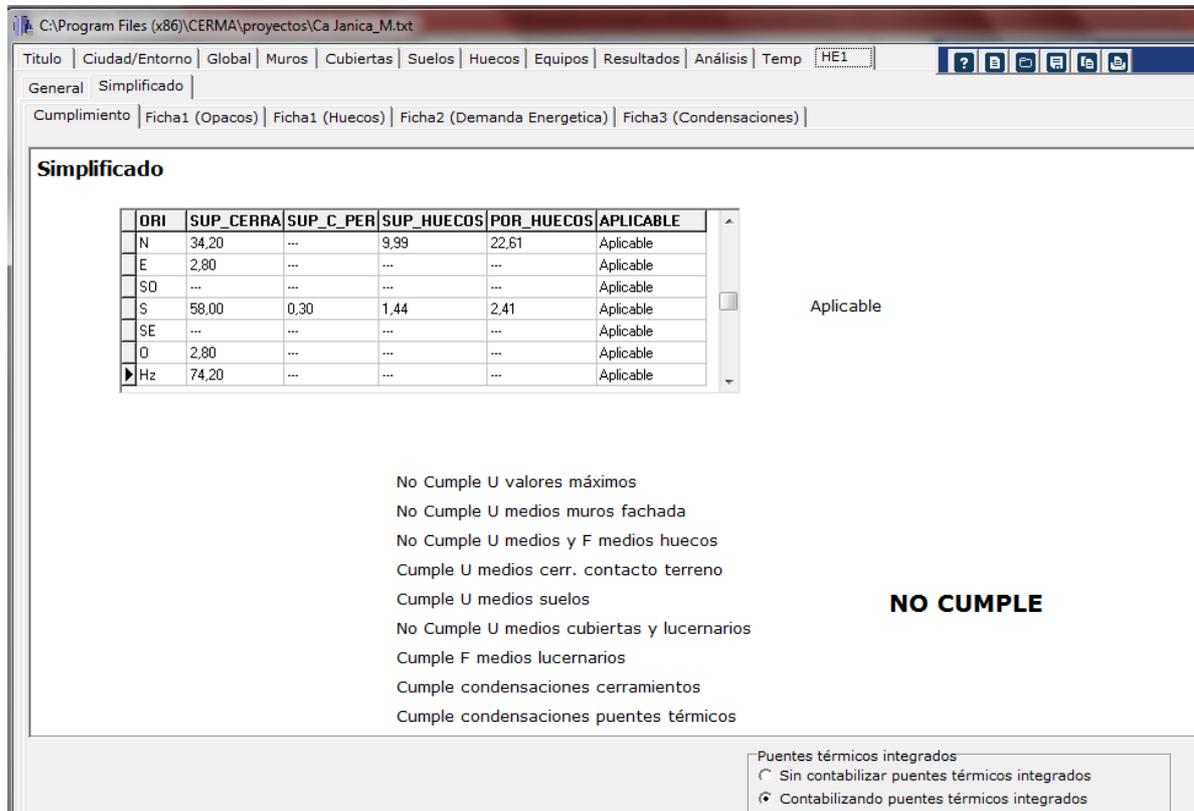


Figura 45: Pantalla de cumplimiento HE1

CERMA nos indica, como vemos en la figura 45, que la vivienda objeto de estudio no cumple con las condiciones mínimas del CTE, y más concretamente con las transmitancias térmicas tanto de las cubiertas como de los cerramientos y huecos. De manera que éste será nuestro punto de partida para mejorar la vivienda.

Destacar que en el anexo 2 podemos comprobar el cálculo de la transmitancias.

3.4 Resultado de la calificación energética

Una vez introducidos todos los datos de input del edificio objeto de estudio, procedemos a analizar los resultados que hemos obtenido. En los siguientes gráficos, se muestra la demanda tanto de calefacción, de refrigeración como de agua caliente sanitaria (ACS) durante todos los meses del año.

### 3. ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA EN SITUACIÓN ACTUAL

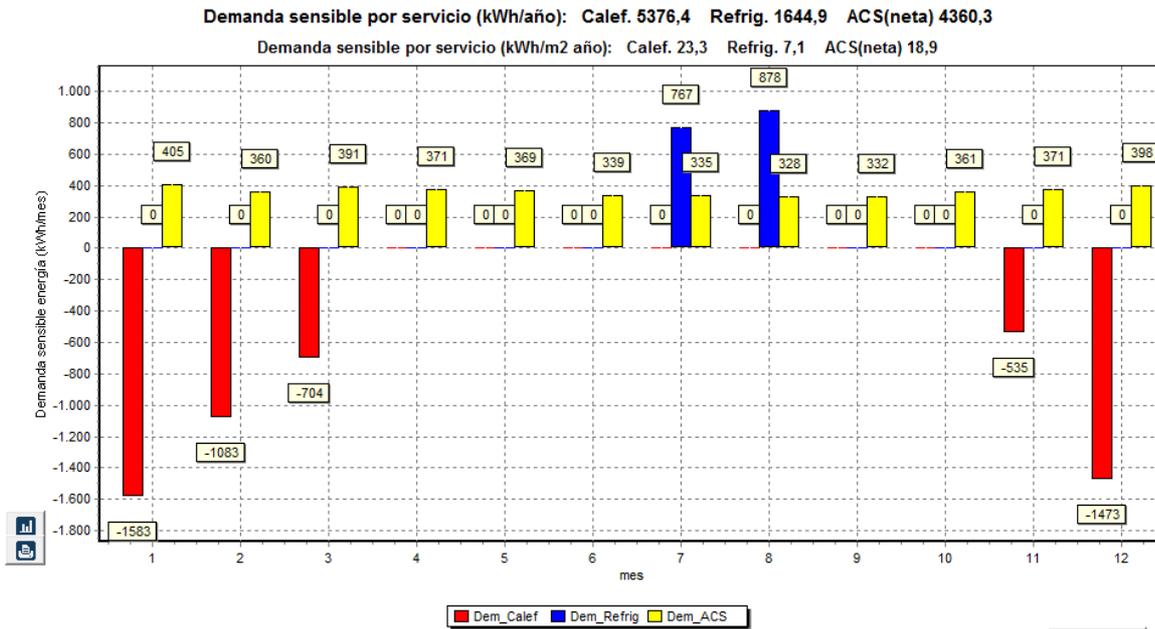


Figura 46: Detalle de demanda por servicio

Observamos en la figura 46 que durante los meses menos fríos (de Abril a Octubre) la calefacción no es necesaria, sin embargo, el ACS sería necesaria durante todo el año con similar demanda tanto en invierno como en verano.

Esto se debe a que la falta de aislamiento hace que haya pérdidas de calor hacia el exterior, y a pesar de las ganancias solares procedentes del sol, existe la necesidad de calefactar el interior durante más días. Por el contrario si el edificio estuviese bien aislado, habría más días durante los cuales no sería necesario calefactar el interior y se aprovecharía mejor la energía del sol, consiguiendo reducir la demanda de calefacción.

En cuanto a la refrigeración, sólo sería necesaria durante los meses de Julio y Agosto.

En este otro gráfico se muestra el consumo de energía final por servicio, de calefacción, refrigeración y de ACS.

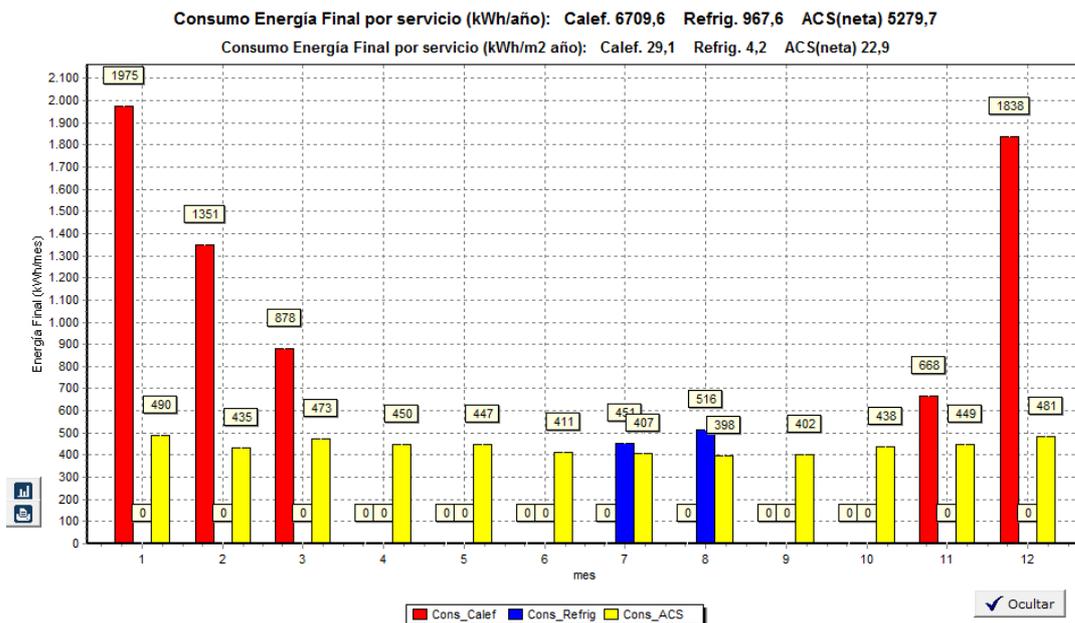


Figura 47: Detalle consumo de energía final

### 3. ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA EN SITUACIÓN ACTUAL

Queda evidente, como muestra la figura 47, que nuestro edificio consume mucha más energía de la necesaria, sobre todo desde Noviembre a Marzo, donde la demanda de calefacción es excesivamente superior a la que debería tener si el edificio tuviese unas buenas condiciones de aislamiento térmico.

El programa también nos ofrece otros dos gráficos que hacen referencia a la energía primaria total y a las emisiones de CO<sub>2</sub> totales:

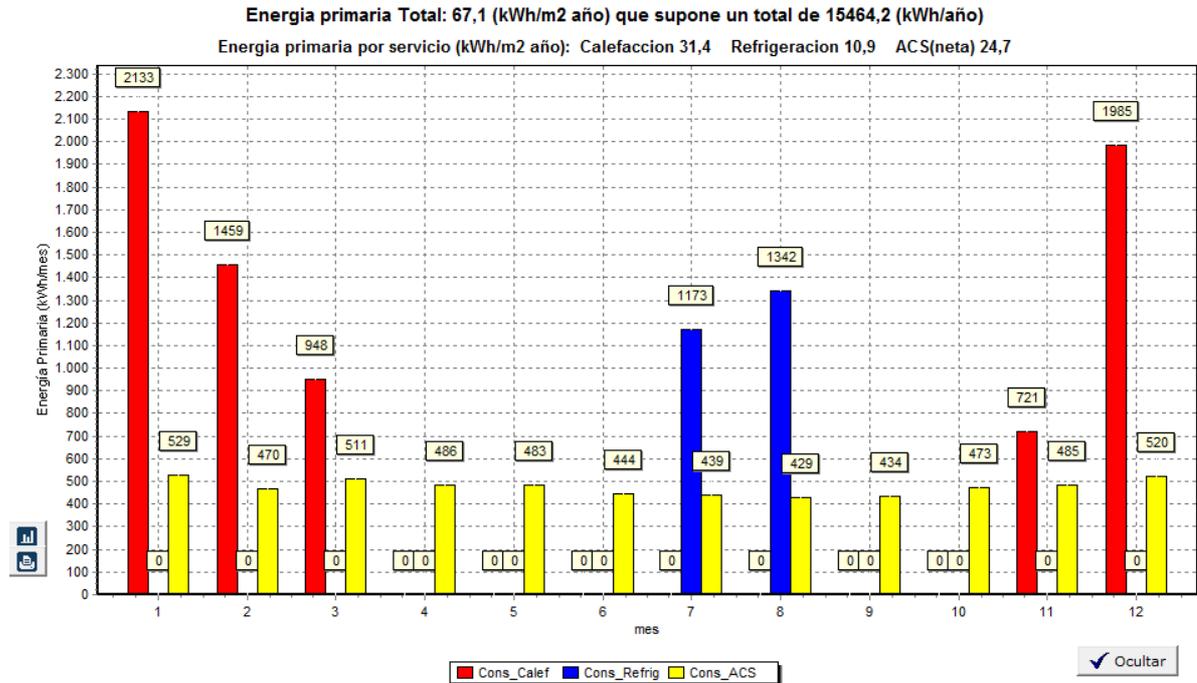


Figura 48: Detalle consumo de energía primaria

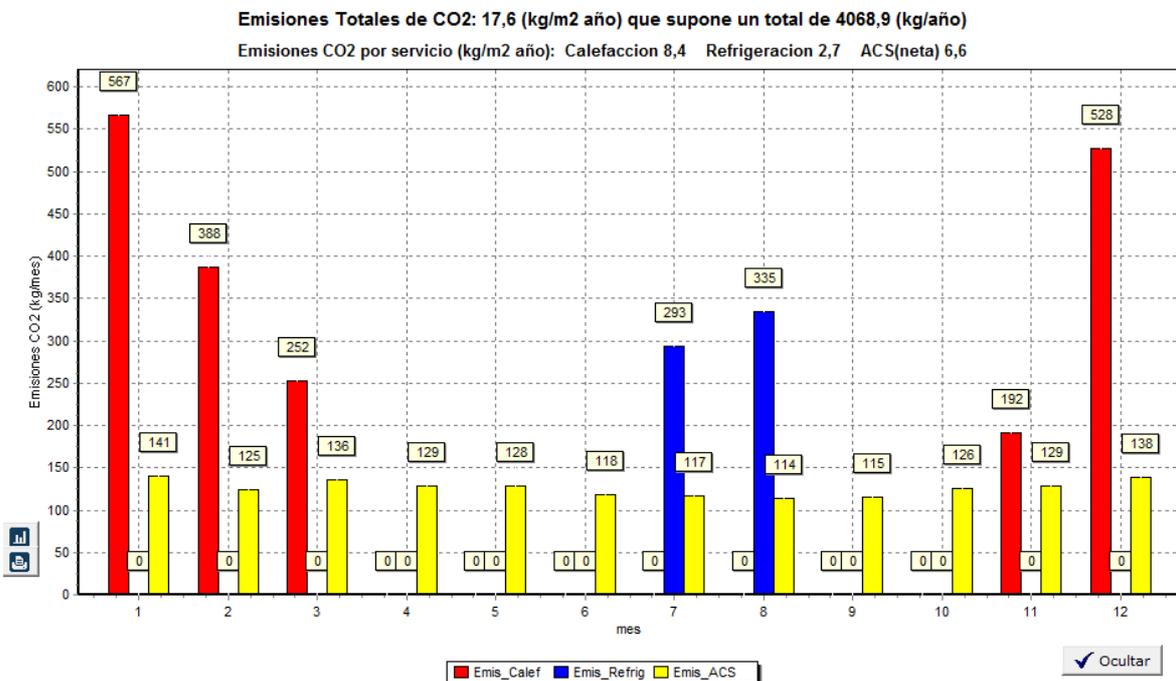


Figura 49: Detalle emisiones totales de CO<sub>2</sub>

Se puede observar de ambos gráficos anteriores que tanto la energía total como las emisiones son bastante superiores a las exigidas por el CTE durante todo el año, tanto en calefacción como en refrigeración. Esta diferencia se hace especialmente notable en los meses más extremos, de Noviembre a Marzo en calefacción, y en Julio y Agosto en refrigeración.

En la siguiente figura, recogemos los datos que nos proporcionan los gráficos anteriores, (figuras 46, 47, 48 y 49):

Energía final	kwh/m2	kwh/año	Demanda	kwh/m2	kwh/año
Calefacción	29,1	6709,6	Calefacción	23,3	5376,4
Refrigeración	4,2	967,6	Refrigeración	7,1	1644,9
ACS	22,9	5279,7	ACS	18,9	4360,3
Total	56,2	12956,9	Total	49,3	11381,6
<b>Energía primaria</b>			<b>Emisiones</b>		
Calefacción	31,4		Calefacción	8,4	
Refrigeración	10,9		Refrigeración	2,7	
ACS	24,7		ACS	6,6	
Total	67	15464,2	Total	17,7	4068,9

Figura 50: Recogida de datos. [41]

De estos resultados se puede extraer que la vivienda objeto de estudio necesita 12956,9 KWh/año, que corresponden a 15464,2 KWh/año en cuanto al Consumo de Energía. También calcula los datos en KWh/m<sup>2</sup> necesarios, que en este caso son 56,2 KWh/m<sup>2</sup>, quedando lejos de los 15 KWh/m<sup>2</sup> máximos para considerarse una Passiv House.

Por otro lado, se observa que la demanda de calefacción es la que obtiene peor calificación, emitiendo un 8,4 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> alcanzando la C en el estudio, sin embargo, el ACS, a pesar de que sus emisiones son menores, un 6,6 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> nos proporciona una peor calificación, alcanzando una E

Por lo que respecta a la refrigeración, se obtiene una buena calificación B.

En relación a las emisiones, esta vivienda emite 4068,9 kgCO<sub>2</sub>/año a la atmósfera, casi el doble de lo que debería emitir para conseguir una calificación buena, como sería la A.

### 3.5 Conclusión

Es evidente que hay que mejorar el comportamiento térmico de esta vivienda, ya que es necesario reducir la demanda. Disminuyendo el consumo de energía se resolverían las emisiones de CO<sub>2</sub>, el gasto económico en combustible y además se mejorará el confort térmico de la vivienda.

Para reducir la demanda lo más eficaz es mejorar la envolvente térmica del edificio, aumentando el aislamiento térmico. Por otra parte también es conveniente sustituir los equipos por otros más eficientes y cuidadosos con el medio ambiente.

Las soluciones que proponemos y que trataremos en el capítulo siguiente, son:

- Aumentar aislamiento en cubiertas,
- aumentar aislamiento en cerramientos,

### 3. ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA EN SITUACIÓN ACTUAL

- colocar aislamiento en partición interior y en forjado que están en contacto con la zona no calefactada,
- sustitución de ventanas por otras de mejor calidad,
- sustitución de caldera de calefacción + ACS y,
- combinación de todas las soluciones.





## **4. MEJORAS ENERGÉTICAS APLICADAS A LA VIVIENDA**





## **4 MEJORAS ENERGÉTICAS APLICADAS A LA VIVIENDA**

### **4.1 Introducción**

Como se ha podido ver en el capítulo anterior, la vivienda presenta algunas deficiencias en cuanto a la envolvente térmica y a los sistemas de calefacción y enfriamiento utilizados, de manera que es lógico proponer mejoras a estos aspectos para obtener una mejor calificación. Para ello hemos propuesto las siguientes mejoras:

- Aumentar aislamiento en cubiertas,
- aumentar aislamiento en cerramientos,
- colocar aislamiento en partición interior y en forjado que están en contacto con la zona no calefactada,
- sustitución de ventanas por otras de mejor calidad,
- sustitución de caldera de calefacción + ACS y,
- combinación de todas las soluciones.

Antes de introducirnos en dichas mejoras, mencionaremos que dentro del apartado “objetivos” del presente proyecto, se enumeraban los puntos a estudiar para la mejora energética de la vivienda objeto, donde uno de ellos era estudiar la orientación. Observando dicha orientación, cabe destacar que han sido cuidadosos a la hora de disponer las fachadas con huecos en la mejor orientación, que es la Norte-Sur, de manera que es un punto a favor en este estudio.

### **4.2 Mejora de la envolvente**

En este apartado, el planteamiento inicial es mejorar la envolvente para que cumpla con los criterios del programa CERMA. Para ello se deben modificar o mejorar los elementos que no cumplen con los criterios del CTE DB HE1. En primer lugar se ejecutará el aumento del aislamiento en cubierta, en segundo se realizará el aumento del aislamiento en cerramientos, y en tercer lugar, se sustituirán las ventanas.

#### 4.2.1 Colocación de aislamiento en cubiertas (Guía de rehabilitación energética de edificios de viviendas. Capítulo 3) [21]

Como acabamos de mencionar, es necesario aumentar el aislamiento térmico en la cubierta de la vivienda. Para elegir el lugar más adecuado se valoran las ventajas e inconvenientes de cada una de las posiciones:

Por el exterior: entre las ventajas que presenta, cabe destacar la ausencia de puentes térmicos, la posible reducción de condensaciones, y además no disminuye la altura libre de la última estancia de la vivienda y que no es necesario molestar a los usuarios de la vivienda. Un posible inconveniente es que en algunos casos modifica el aspecto exterior.

A continuación vamos a describir la posible solución con distintos tipos de aislamiento:

- Rehabilitación de la cubierta inclinada bajo teja con aislamiento por el exterior de poliestireno expandido (EPS):
  - o Debe asegurarse la ventilación de la cubierta para evitar la formación de condensaciones intersticiales (además de colocar la barrera de control de vapor).
  - o El aumento del aislamiento de la cubierta requiere medios añadidos de ventilación.
  - o Se debe asegurar el sellado en todos los encuentros de la nueva cubierta con los elementos que se encuentran en ella (chimeneas, ventanas, mansardas, etc.).
  - o En el proyecto debe tenerse en cuenta el cambio de dimensión de la cubierta (aumento del espesor), y se deben adaptar los remates del faldón donde se requiera.
- Rehabilitación de la cubierta inclinada con aislamiento por el exterior con proyección de espuma de poliuretano (PUR) sobre teja o pizarra y proyección con elastómero:
  - o Esta solución aporta rigidez a la cubierta, estanqueidad y continuidad en aislamiento e impermeabilización, eliminando las juntas.
- Rehabilitación de la cubierta inclinada con aislamiento por el exterior de espuma de poliuretano (PUR) bajo teja:
  - o Esta solución aporta rigidez a la cubierta, estanqueidad y continuidad en aislamiento.

Por el interior: Sólo mencionaremos una posible solución con sus propias ventajas e inconvenientes:

- Rehabilitación de cubiertas con aislamiento por el interior. Revestimientos autoportantes de placas de yeso laminado y aislamiento de lana mineral (lana de vidrio/ lana de roca):
  - o Aporta una mejora del aislamiento acústico a ruido aéreo del cerramiento y una reducción del ruido de impactos, dato a considerar en el caso de las cubiertas planas transitables.
  - o En regímenes higrotérmicos severos debe considerarse la necesidad de una barrera de vapor que debe incorporar el material aislante (papel kraft, aluminio kraft, etc.) o bien el soporte (placas de yeso laminado).
  - o Debe disponerse de una altura mínima de, aproximadamente, 10 cm, para facilitar el montaje de los sistemas de anclaje y su nivelación.

Considerando la vivienda, su ubicación y la climatología de la zona, se va a optar por la colocación del aislamiento por el exterior de poliestireno expandido (EPS), ya que evita las molestias a los usuarios de la vivienda además de evitar puentes térmicos y mantener la temperatura interior durante más tiempo gracias al aprovechamiento de la inercia térmica del cerramiento.

El sistema a emplear presenta el siguiente esquema:

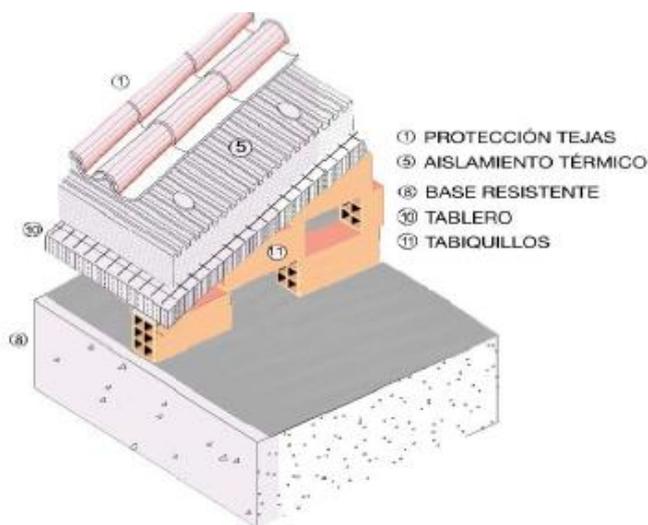


Figura 51: Esquema básico de cubierta inclinada

Esta aplicación se recomienda en los casos en que no es accesible el bajo cubierta o cuando se pretende aprovechar la reparación del tejado para incluir aislamiento térmico al faldón que forma la cubierta.

Esta operación exige que se levante el tejado y se realice una estructura que permita la fijación del aislante térmico antes de volver a colocar el nuevo tejado.

Una vez levantada la teja, sobre el soporte del faldón existente (forjado, panel de madera, metálico, etc.) se realiza una regularización para nivelar el faldón y se coloca una barrera de vapor para evitar condensaciones intersticiales en caso de que no existiera.

La fijación de los paneles de aislamiento térmico se recomienda que sea mecánica.

Los productos de EPS empleados en esta aplicación llevan un rasurado para facilitar la adherencia del mortero de fijación de la teja.

Las especificaciones del EPS empleado en esta aplicación deben ser, al menos, las especificadas en la tabla siguiente:

Tabla 9. Especificaciones mínimas del EPS para cubiertas inclinadas

CUBIERTA INCLINADA CON EPS		NIVEL
Especificación	Norma de ensayo	Mínimo
Tolerancia en largo	UNE-EN-822	L1
Tolerancia en ancho	UNE-EN-822	W1
Tolerancia en espesor	UNE-EN-823	T1
Rectangularidad	UNE-EN-824	S1
Planimetría	UNE-EN-825	P3
Estabilidad dimensional en condiciones normales	UNE-EN-1603	Ds(N)5
Estabilidad en condiciones específicas 48h 23 °C 90%HR	UNE-EN-1604	<1%
Resistencia a flexión	UNE-EN-12089	BS200
Reacción a fuego	UNE-EN-13501-1	E
Tensión de compresión (10% deformación)	UNE-EN-826	CS(10)150

En caso de que la cubierta sea ventilada, se debe colocar una estructura de madera que garantice la cámara de aire.

Si se emplea una lámina bajo cobertura (propio de zonas de montaña), debe colocarse sobre el aislamiento y por de bajo el enrastrelado. Su misión es proteger el bajo cubierta de la penetración de nieve derretida, asegurando la recogida del agua y su conducción al canalón para garantizar la evacuación. Es una cobertura en reserva en caso de rotura o levantamiento de la cobertura (teja o pizarra).

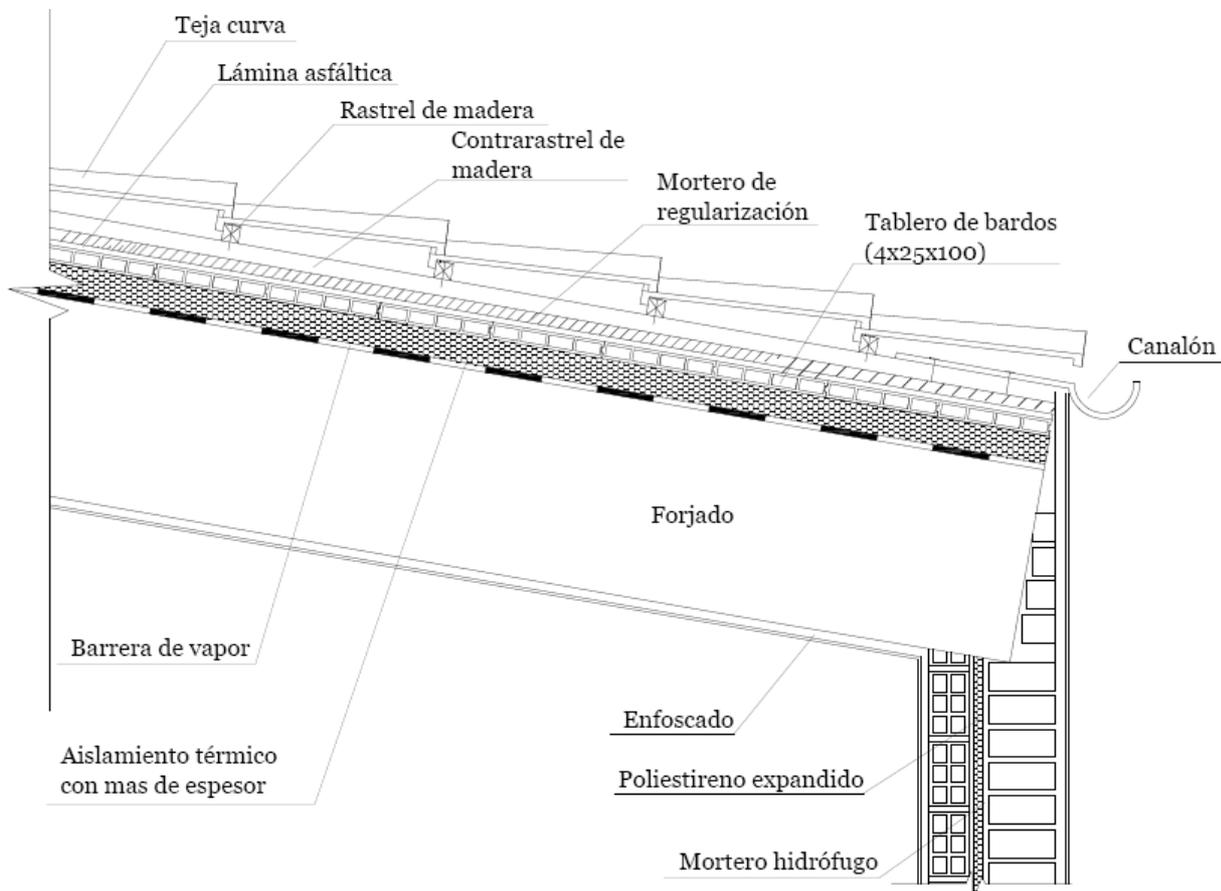


Figura 52: Detalle rehabilitación de cubierta. [40]

#### 4.2.1.1 Nueva calificación energética

Para realizar la nueva simulación de certificación, es suficiente con cambiar la base de datos del programa CERMA, la modificación realizada es la de cubierta, que nos proporciona la siguiente mejora:

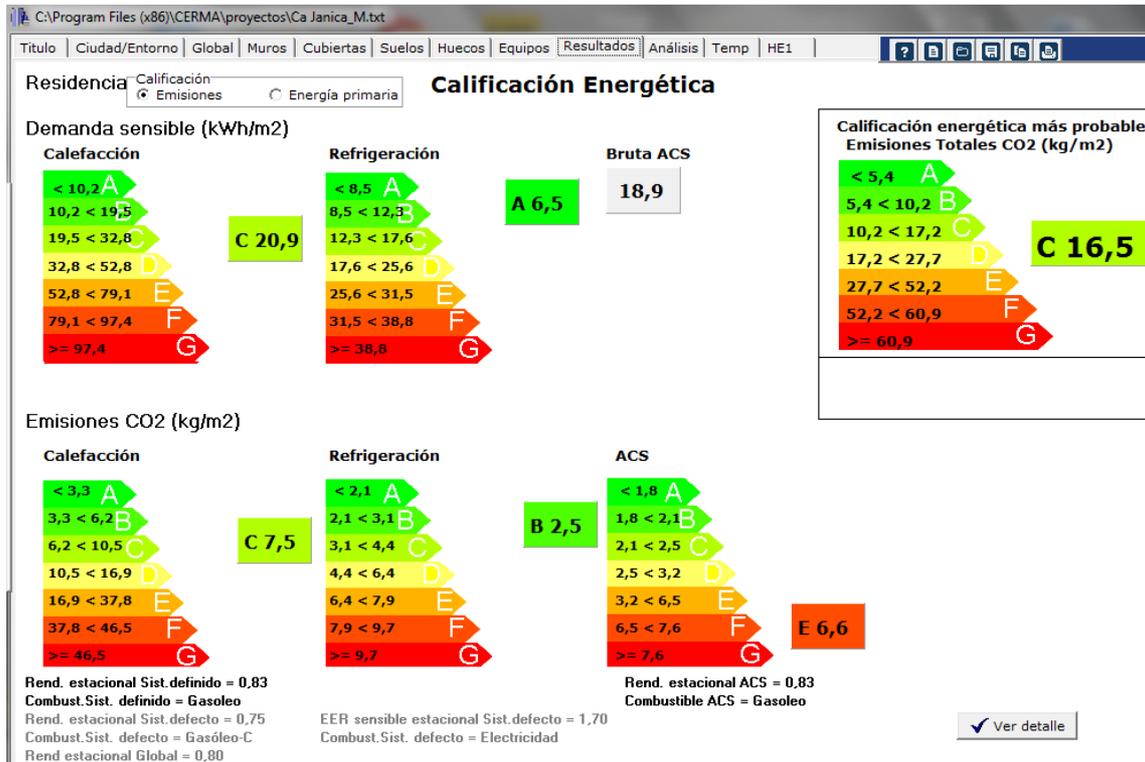


Figura 53. Calificación energética de la nueva cubierta. [38]

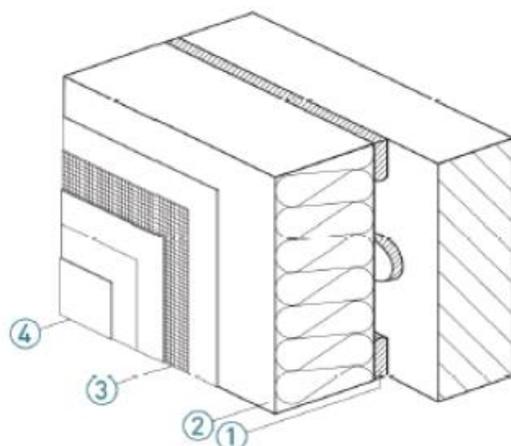
Como podemos observar, con la mejora obtenida ya cumpliríamos con los mínimos establecidos por el CTE DB HE1 en cuanto a cubiertas, y reducimos la demanda de calefacción de 23,3 kWh/m<sup>2</sup> año a 20,9 kWh/m<sup>2</sup>, un 2,4 kWh/m<sup>2</sup> menos.

#### 4.2.2 Colocación de aislamiento en cerramientos (Guía de rehabilitación energética de edificios de viviendas. Capítulo 2) [21]

Para seguir mejorando el comportamiento de la envolvente se plantea el mismo sistema que en cubierta, la colocación del aislamiento por el exterior ya que seguimos evitando las molestias a los usuarios de la vivienda y evitamos los puentes térmicos.

También son aplicables las ventajas e inconvenientes descritas anteriormente para las cubiertas.

El sistema a emplear lo podemos ver en el siguiente esquema:



1. Fijación
2. Aislamiento
3. Capa base de armadura(mortero de armadura más malla de fibra de vidrio)
4. Capa de acabado

Figura 54. Esquema sistema sate (IDAE) [22]

Antes de empezar la rehabilitación de la fachada es necesario prepararla. Para ello, retiraremos el zócalo para dejar una superficie uniforme. Una vez retirado, se enfoscará el cerramiento para conseguir una superficie uniforme. Una vez fraguado, se colocarán las planchas de poliestireno de 4cm de espesor adheridas al soporte mediante cemento cola. Al igual que en la cubierta se colocarán anclajes mecánicos, al menos uno en cada esquina de la pieza. En esta ocasión no es tan importante la colocación de anclajes intermedios ya que al estar colocados en vertical no tiene tantas posibilidades de pandeo como si estuviere colocado en horizontal.

Una vez colocadas las planchas de poliestireno, se enfoscará, colocando en su interior una malla de fibra de vidrio para mejorar su comportamiento mecánico. Para el correcto funcionamiento de la malla, es importante que se coloque una pequeña capa de enfoscado, entre 0,5 y 1 cm de espesor, se coloque la malla sobre el mortero y se termine de enfoscar con el resto de la capa necesaria. Esto es importante ya que así se asegura la correcta posición de la malla dentro del enfoscado.

Por último, una vez fraguado, se pintará con pintura mineral, que va a aumentar la estabilidad del conjunto, y además va a permitir la transpirabilidad del muro así como un acabado impermeable.

El esquema es el siguiente:

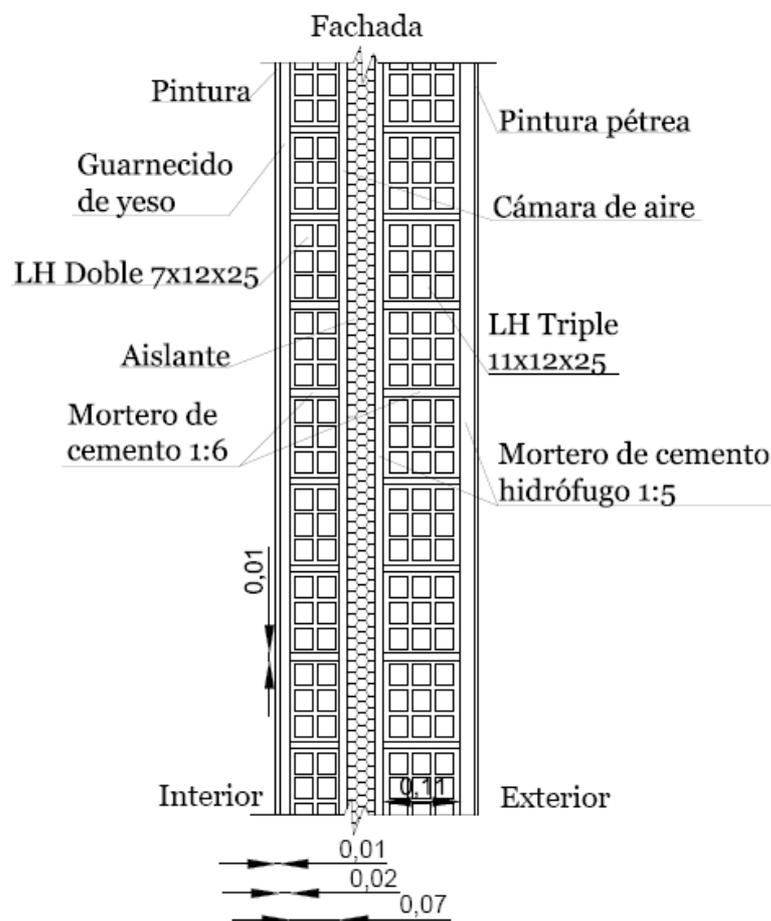


Figura 55. Detalle rehabilitación de fachada. [40]

4.2.1.1 Nueva calificación energética

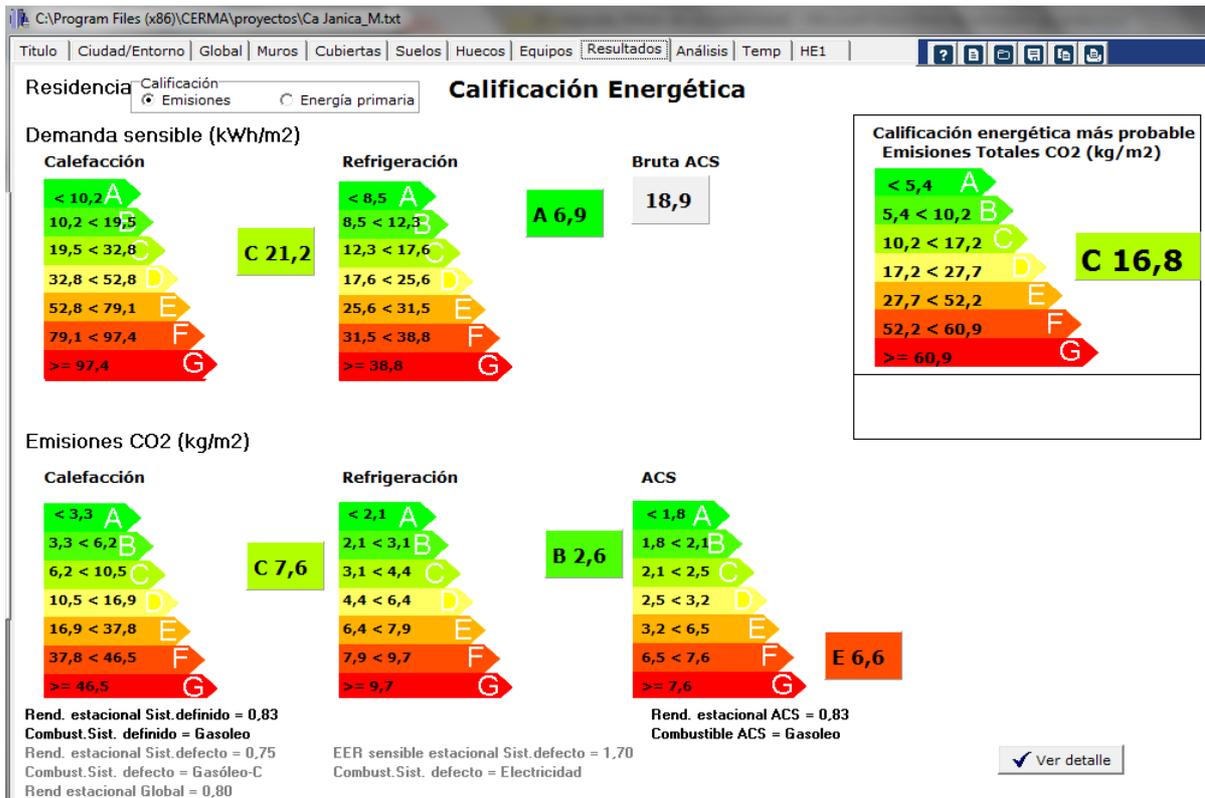


Figura 56. Calificación energética de los nuevos cerramientos. [38]

Como se observa en la figura 56, la mejora es similar al de cubierta, aunque un poco inferior, de manera que estudiaremos las dos en conjunto, siendo la calificación energética la siguiente:

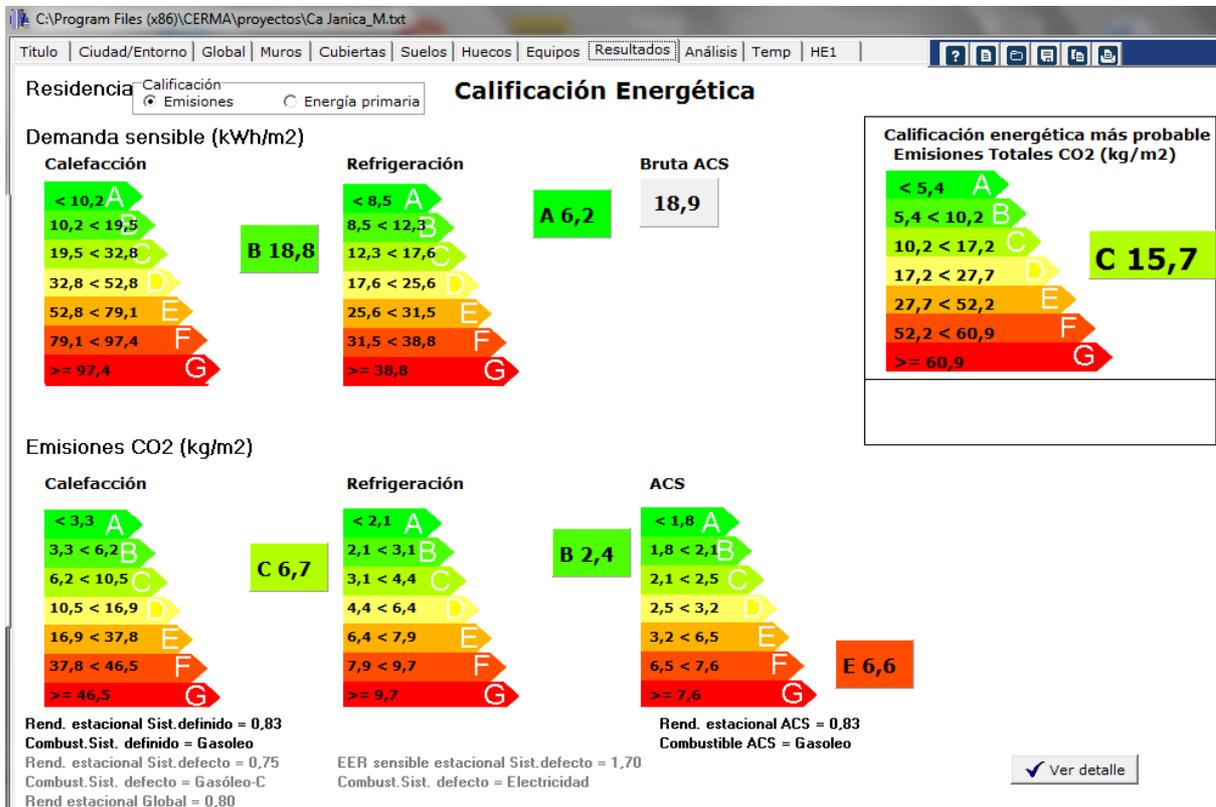


Figura 57. Calificación energética de los nuevos cerramientos y cubiertas. [38]

Como se puede observar en la figura 57, la nueva simulación energética reduciríamos mucho más la demanda que por separado, es decir, cubiertas por un lado y cerramiento por otro, y evidentemente cumpliríamos aún más con el CTE DB HE1. Cabe citar que los ahorros de demanda aquí también son superiores, pasaríamos de un 23,3 kWh/m<sup>2</sup> al año a un 18,8 kWh/m<sup>2</sup>, un 4,5 kWh/m<sup>2</sup> al año en total.

#### 4.2.3 Sustitución de las ventanas y puertas acristaladas

Se procede a la sustitución de las carpinterías de la vivienda por otras de mejores prestaciones. Se han elegido unas carpinterías de aluminio con rotura de puente térmico, con un coeficiente de transmitancia de 4 W/m<sup>2</sup>K. Para el acristalamiento, se ha elegido un cristal doble bajo emisivo para todas las ventanas y puertas de la vivienda, con un coeficiente de transmitancia térmica de 2,50 W/m<sup>2</sup>K y un factor solar del 70%.

Todo esto supone una gran mejora en la calidad de las carpinterías, ya que la vivienda disponía de ventanas correderas de aluminio lacado con un coeficiente de transmitancia térmica de 5,70 W/m<sup>2</sup>K y un acristalamiento monolítico, de 4mm de espesor, con una transmitancia térmica de 5,70 W/m<sup>2</sup>K y un factor solar del 85%.

Esta mejora se observa en la figura 58:

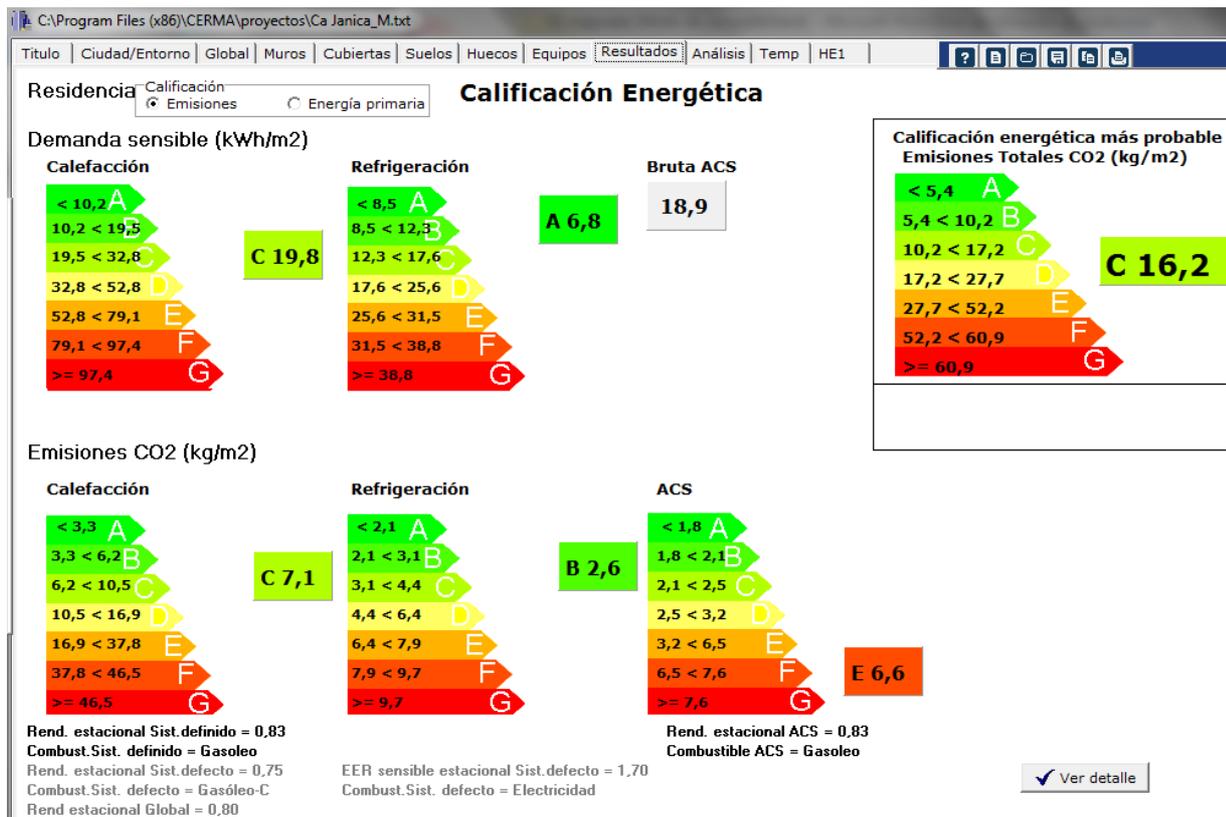


Figura 58 Calificación energética de la nueva carpintería. [38]

En la siguiente figura, hemos realizado una nueva simulación energética de las tres mejoras aplicadas, es decir, cubiertas, cerramientos y carpintería, y vamos viendo que poco a poco la calificación va mejorando, reduciendo así la demanda tanto de calefacción como de refrigeración. No obstante, aun no hemos alcanzado el objetivo, de manera que en el siguiente apartado estudiaremos la estructura.

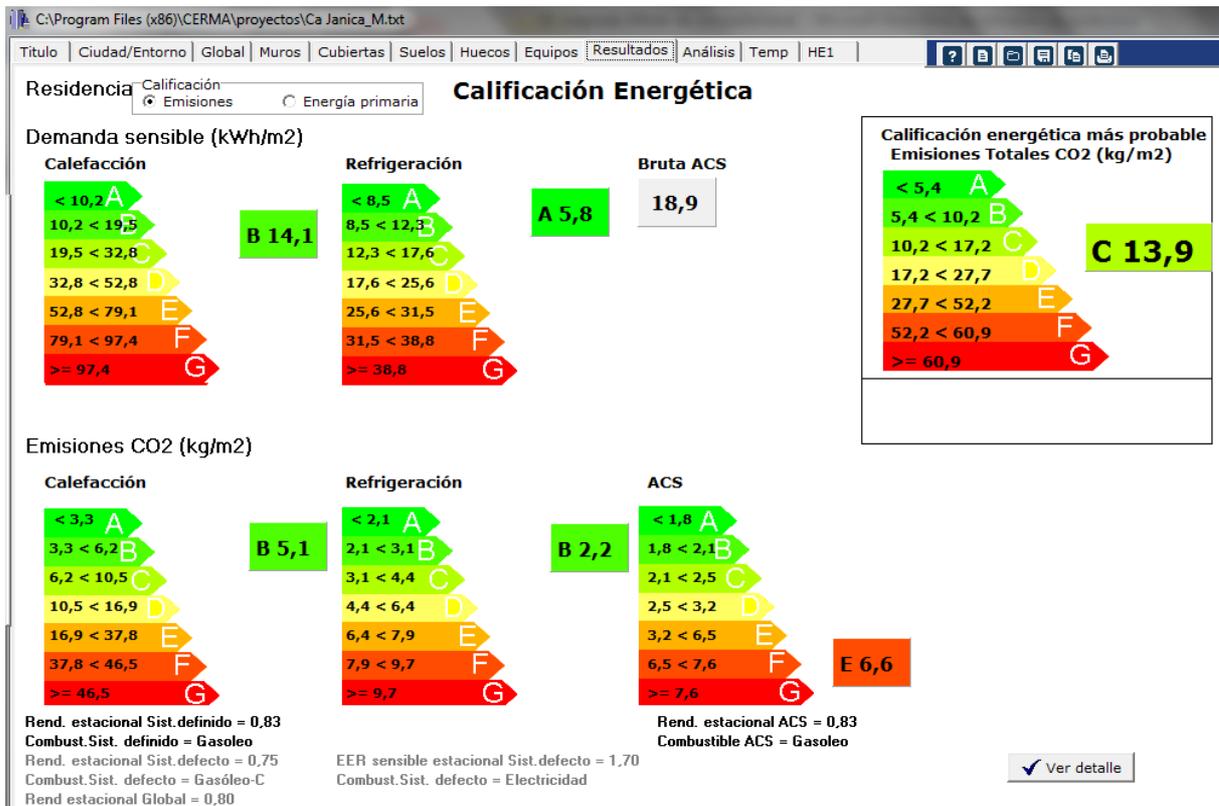


Figura 59. Calificación energética de la envolvente. [38]

### 4.3 Mejora de la estructura

El propósito de este apartado, como en el anterior, es mejorar la estructura para que cumpla con los criterios del programa CERMA. Para ello se deben modificar en primer lugar, la partición que delimita la zona calefactada con la que no lo es, colocando un aislamiento, y se en segundo lugar, realizar la misma ejecución pero en el forjado de la misma zona.

#### 4.3.1 Colocación de aislamiento en partición interior

Se ha creído conveniente aislar la partición en contacto con el habitáculo no calefactado porque al calcular la transmitancia térmica con CERMA observamos que no cumple con el CTE. Colocando el aislamiento térmico en las dimensiones adecuadas, mejoraremos el comportamiento térmico de dicho elemento.

La solución adoptada es la siguiente:

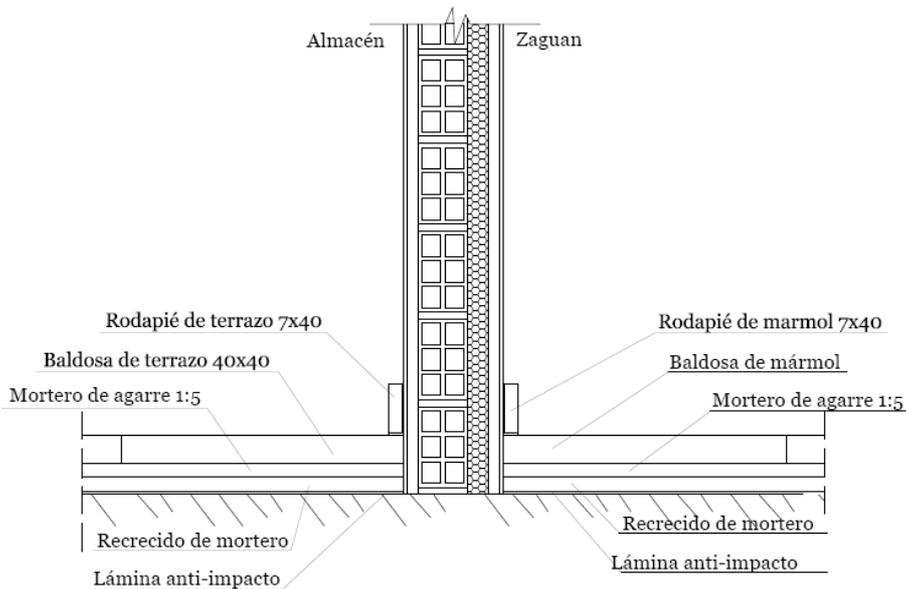


Figura 60: Detalle rehabilitación de la partición. [40]

El proceso a seguir para colocar el aislamiento será, en primer lugar, picar el enlucido y la lechada de cemento y seguidamente limpiar la zona de trabajo. Posteriormente se colocarán las planchas de 3 cm de espesor con cemento cola. La plancha no tendrá piel de extrusión para permitir el agarre del revestimiento. Una vez ancladas las planchas a la partición, se recomienda sellar las juntas entre planchas para evitar la futura aparición de grietas.

Posteriormente se colocará una capa reguladora de mortero de cemento y por último se le aplicará una capa de pintura mineral.

#### 4.3.2 Colocación de aislamiento en forjado

Se ha optado por esta opción porque al colocar el aislamiento en el forjado, se mejora el comportamiento térmico de dicho elemento. En este proyecto sólo se colocará en planta baja, por delimitar una zona acondicionada de otra que no lo está, y se realizará con una plancha de aislamiento anclado al forjado.

La solución adoptada para el forjado es la siguiente:

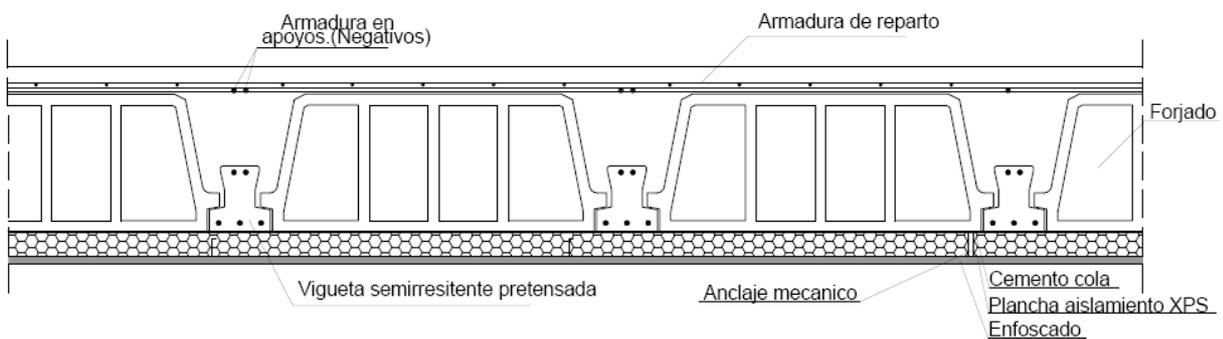


Figura 61: Detalle rehabilitación del forjado. [40]

Una vez se haya preparado la base, y esté limpia y sin rugosidades se fijarán al forjado planchas de 4 cm de espesor mediante cemento cola. Además se colocarán anclajes mecánicos en todas las planchas para garantizar la estabilidad durante el fraguado y aumentarla después. Se colocarán mínimo en las cuatro esquinas de la plancha, siendo recomendable la colocación de otros dos anclajes en la parte media de su lado de mayor dimensión. La plancha no tendrá piel de extrusión para permitir el agarre del revestimiento. Una vez ancladas las planchas al forjado se recomienda sellar las juntas entre planchas para evitar la futura aparición de grietas.

Posteriormente se colocará una capa reguladora de mortero de cemento, con una armadura de fibra de vidrio en su interior para soportar choques y movimientos.

Por último se le aplicará una capa de pintura mineral, para aumentar la estabilidad del conjunto y permitir la transpirabilidad del cerramiento.

Realizando esta modificación, se consigue mejorar bastante el comportamiento térmico del forjado.

En posteriores apartados se estudiará detenidamente el comportamiento térmico de la vivienda tras las modificaciones y la mejora aportada respecto a la situación actual.

### 4.3.3 Nueva calificación energética

Como hemos hecho en el apartado de la envolvente, vamos a realizar la nueva simulación energética tanto de la partición como del forjado, para observar si hemos mejorado la calificación.

El resultado tanto en la partición como en el forjado es el siguiente:

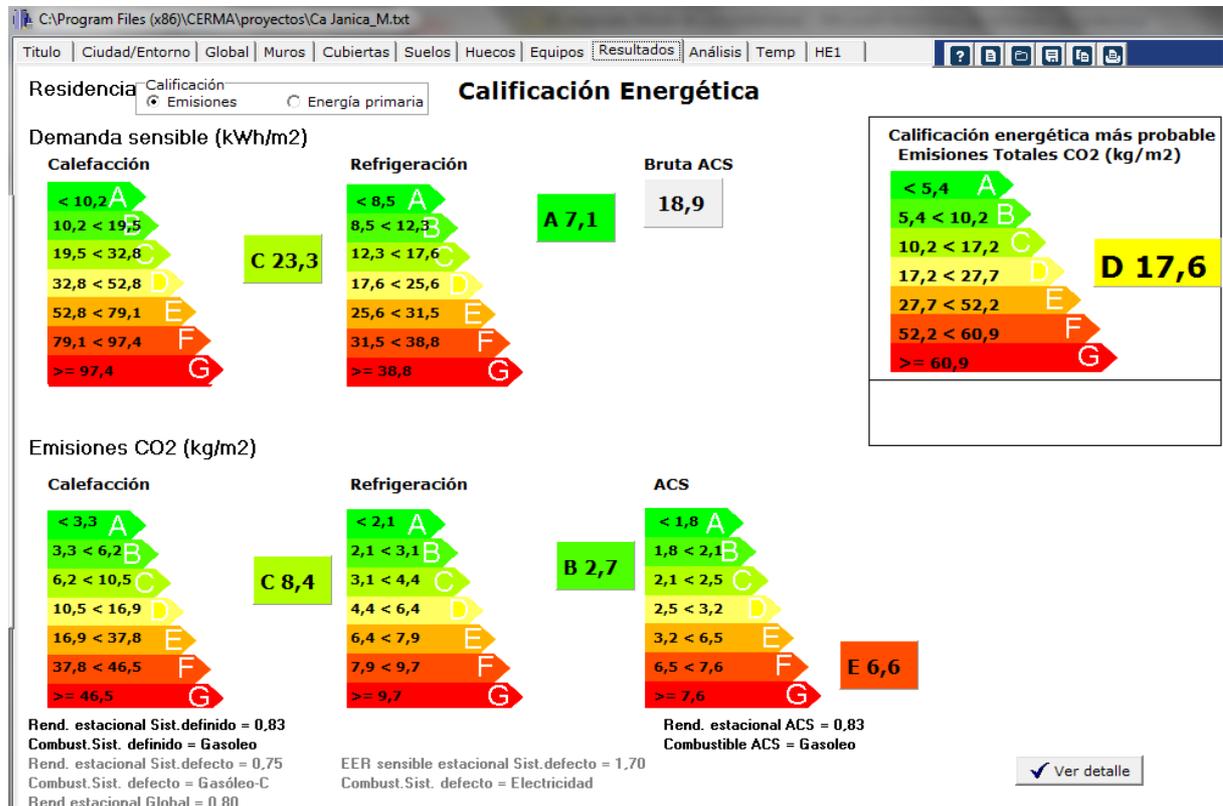


Figura 62: Nueva certificación de la estructura. [38]

La figura 62 nos permite observar que podemos prescindir de ambas mejoras, puesto que no afectan a la calificación energética, pero si afectaran en el presupuesto de ejecución, de manera que no se procederá a realizar dichos cambios.

#### 4.4 Mejora de las instalaciones

En este apartado, se estudiará las posibles mejoras que se puedan producir en los sistemas activos que afectan al edificio objeto. Estos sistemas comprenden aquellos que de una manera directa afectan a la eficiencia energética como pueden ser el tipo de caldera usada para abastecer de agua caliente sanitaria y calefacción, así como los equipos de refrigeración. Éste último lo descartaremos en nuestro caso ya que por la zona climática en la que se encuentra la vivienda no contempla dicha demanda.

La caldera que dispone la vivienda es de gasóleo, y como hemos mencionado anteriormente, es conveniente sustituirla por una de mejores prestaciones. Se ha optado por una caldera de biomasa, ya que dentro de las opciones existentes es la más rentable además de utilizar energía renovable.

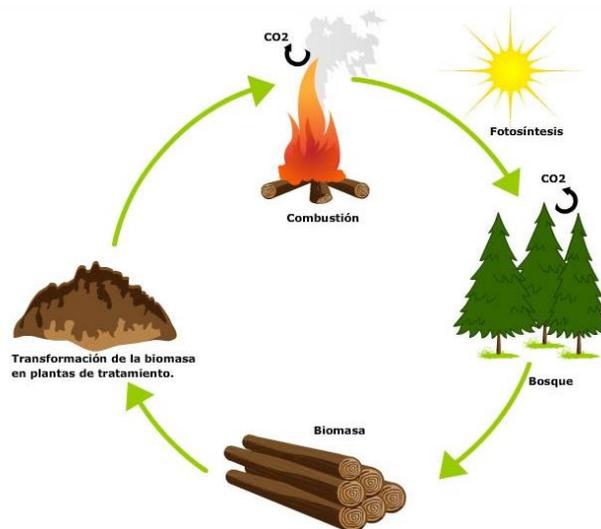


Figura 63: Ciclo de la biomasa forestal (docenariosostenible.com). [31]

##### 4.4.1 Funcionamiento de la biomasa (Guía Técnica: Instalaciones de biomasa térmica en edificios)[2]

Una caldera de biomasa funciona exactamente igual que una caldera de combustibles fósiles. La única diferencia es el no quemar combustibles fósiles y se consigue, por un lado un importante ahorro económico en la compra de combustibles y por el otro una gran disminución de emisiones de carbono y azufre. Según el tipo de combustible, las calderas se pueden dividir en varios tipos:

- Calderas de Biomasa Granulada: Son aquellas que únicamente consumen biomasa granulada e uniformes. Suelen ser de potencia domésticas y funcionan con Pellets, huesos de aceituna, cáscaras de frutos secos totalmente triturados (normalmente mezclados).

- Calderas de Biomasa de Policombustible: Son aquellas calderas que pueden consumir la mayoría de combustible siempre que esté triturada. Por lo tanto no es uniforme. Estas calderas suelen ser más grandes y tienen sondas que controlan constantemente los gases de combustión. Los sistemas de carga tienen elementos con componentes que facilitan la alimentación del quemador.
- Calderas de Troncos: Utilizan troncos para su combustión.

La caldera viene con una tolva incorporada. Es conveniente montar un depósito exterior (silo). La biomasa del silo alimentará la tolva a través de un tornillo sinfín o sistema de succión. El combustible entra de la tolva al quemador por medio de un tornillo sinfín. Para biomazas granuladas se utilizan tornillos sinfín o sistemas de succión. Se utilizan ballestas giratorias y tornillos sinfín conjuntamente para biomazas no uniformes (ejemplo: astillas). En ambos casos, los sistemas de carga funcionan de manera totalmente automática.

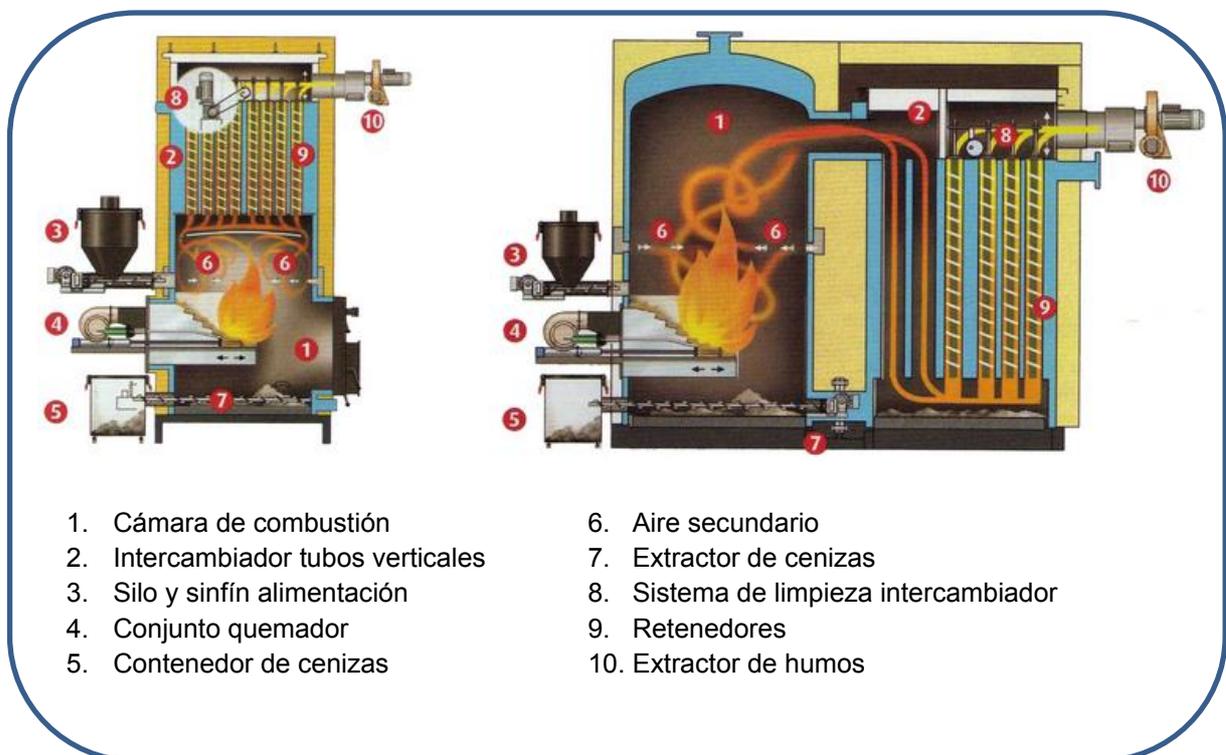


Figura 64: Funcionamiento caldera biomasa

El quemado de combustible se produce en la zona de combustión. El calor generado es transmitido al circuito de agua en el intercambiador incorporado en la caldera. Esta agua caliente se utiliza para calefacción, para producir agua caliente sanitaria, calefacción de piscinas, etc. La calefacción puede ser por cualquiera de los sistemas convencionales de agua, por ejemplo, suelo radiante, radiadores o fancoils.

Para conseguir una mayor eficiencia energética y por lo tanto disminuir el consumo de biomasa se recomienda el uso de un depósito de inercia. El depósito de inercia actúa como una "pila de calor". La caldera "carga" la pila y el sistema de calefacción, ACS, intercambiador de piscina, etc. toma el calor que necesita de la "pila" y no de la caldera directamente.

## 4.4.2 Selección del biocombustible

Dentro de las opciones disponibles de calderas de biomasa, se opta por calderas de combustibles sólidos, y encontramos los siguientes tipos de combustibles:

TIPO	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	INCONVENIENTES
PELLETS	Son un biocombustible estandarizado a nivel internacional. Se conforman como pequeños cilindros procedentes de la compactación de serrines y virutas, provenientes de serrerías, de otras industrias, o se producen a partir de astillas y otras biomásas de diversos orígenes, como los agropéllets.	Elevado poder calorífico. Muy bajo contenido en cenizas, reduciendo las necesidades de operación y mantenimiento. Alta eficiencia.	Elevado precio a comparación con otras biomásas. Menores beneficios para la economía local.
ASTILLAS DE MADERA	Son trozos pequeños de entre 5 y 100 mm de longitud cuya calidad depende fundamentalmente de la materia prima de la que proceden, su recogida y de la tecnología de astillado.	Coste de producción inferior a los pellets debido al menor proceso de elaboración. Alta calidad.	Al ser menos densas, el transporte sólo se justifica hasta una distancia corta (< 50 km). Precisan de un espacio mayor para el almacenamiento.
RESIDUOS AGROINDUSTRIALES	Adecuados para su uso como combustible en calderas de biomasa son fundamentalmente los provenientes de las industrias de la producción de aceite de oliva y aceituna, de las alcohólicas y la uva, y de los frutos secos.	Disponibilidad y tipos. Grandes producciones en España. Coste de producción menor. Elevado poder calorífico.	Su contenido en cenizas, aunque es aceptable, es superior al del pellet, por lo que las labores de mantenimiento tenderán a ser mayores.
LEÑA Y BRIQUETAS	Aunque su uso se da con menor frecuencia que el resto de los combustibles sólidos, existen también calderas modernas diseñadas para su uso con leña o briquetas. No obstante, su uso se reduce casi exclusivamente a calderas de viviendas unifamiliares y a geografías con alta disponibilidad de este tipo de biomasa.	Las briquetas producen menos cenizas, facilitando la limpieza y mantenimiento de calderas. Poder calorífico de las briquetas superior al de la leña.	Hay que introducir leña o briquetas varias veces al día. Coste de producción de las briquetas superior al de la leña.

Tabla 10. Esquema comparativo ventajas e inconvenientes de biocombustibles (Guía Técnica Instalaciones de biomasa en edificios [x])

Observando la tabla 11 se aprecia los poderes caloríficos de los distintos materiales, a pesar de los datos indicados en dicha tabla, hay que tener en cuenta que las prestaciones, el

rendimiento y el adecuado funcionamiento de la caldera se deben principalmente a la calidad del combustible, por lo tanto los datos mostrados en la tabla son estimativos para ayudar a la elección del biocombustible más idóneo.

	PCI (kJ/kg)	PCI (kWh/kg)	Humedad b.h. (%)
Pélets	17.000 – 19.000	4,7 – 5,3	< 15
Astillas	10.000 – 16.000	2,8 – 4,4	< 40
Hueso de aceituna	18.000 – 19.000	5,0 – 5,3	7 - 12
Cáscara de frutos secos	16.000 – 19.000	4,4 – 5,3	8 - 15
Leña	14.400 – 16.200	4,0 – 4,5	< 20
Briquetas	17.000 – 19.000	4,7 – 5,3	< 20

Tabla 11. Propiedades de los biocombustibles sólidos (Norma UNE-CEN/TS 14961EX[x])

Además de la calidad del biocombustible también hay que tener en cuenta el correcto tratamiento, el transporte, el almacenamiento y la manipulación para garantizar una combustión óptima. Hay que conservar el combustible a temperaturas suaves y constantes, con un grado de humedad no muy elevado. Además se debe evitar el contacto con metales, atmosferas contaminadas... ya que esto podría suponer o una disminución del poder calorífico, o un aumento del contenido de cenizas, lo que provocaría la necesidad de un mayor mantenimiento de la caldera.

Analizando ambas tablas, se considera para el caso de nuestra vivienda, utilizar una Caldera de biomasa de Policombustible, ya que como hemos mencionada anteriormente son aquellas que pueden consumir la mayoría de combustible siempre que esté triturado. En cuanto al sistema de almacenamiento no es un problema, ya que en la planta baja existe espacio suficiente para albergar tanto el sistema de caldera como el almacenaje del combustible. El suministro podrá ser a granel, siendo esta la forma más económica.

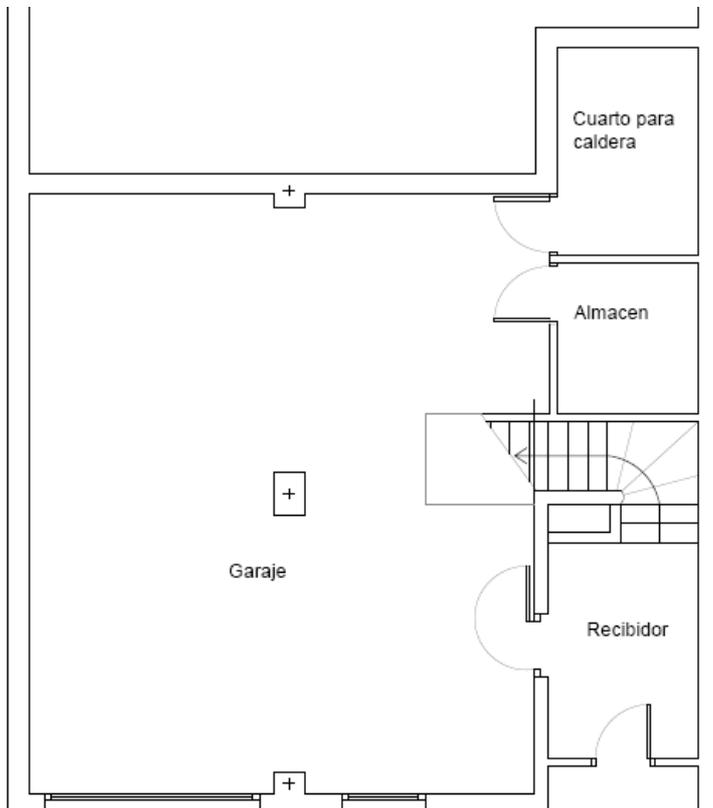


Figura 65: Espacios destinados a depósito y sala de máquinas. [40]

#### 4.4.3 Almacenamiento de la biomasa

El lugar destinado al almacenamiento de los biocombustibles sólidos debe estar destinado exclusivamente para este uso, pudiendo hallarse dentro o fuera del edificio. Cuando el almacenamiento esté situado fuera del edificio podrá construirse en superficie o subterráneo, pudiendo utilizarse también contenedores específicos de biocombustible. En nuestro caso y como ya se puede deducir en el apartado anterior, la solución más adecuada es disponer el depósito dentro del edificio.

Según La Guía Técnica de “Instalaciones de biomasa térmica en edificios” de IDAE, se necesita un volumen de silo de  $0,40\text{m}^3$  por KW de potencia instalada para tener almacenado combustible para toda la temporada, es decir, solo se realizaría un suministro al año. Dicho volumen podría ser reducido si aumentásemos el número de suministros, pero no es necesario ya que la vivienda dispone de espacio suficiente en planta baja.

Haciendo un cálculo estimativo, se dimensiona la caldera para ACS y Calefacción, necesitamos una potencia aproximada de 30 KW teniendo en cuenta un 90% de rendimiento de la caldera. Por lo tanto, necesitaríamos un volumen de silo de  $10\text{m}^3$  para el abastecimiento durante un año. Si consideramos una altura de llenado de 2,10 m, obtenemos una planta de  $4,76\text{m}^2$ , que sería una planta cuadrada de aproximadamente  $2,20 \times 2,20$  m. En la vivienda ya existe una estancia destinada a tal fin, de manera que se adaptará a las nuevas solicitudes.

El esquema de la instalación es el siguiente:

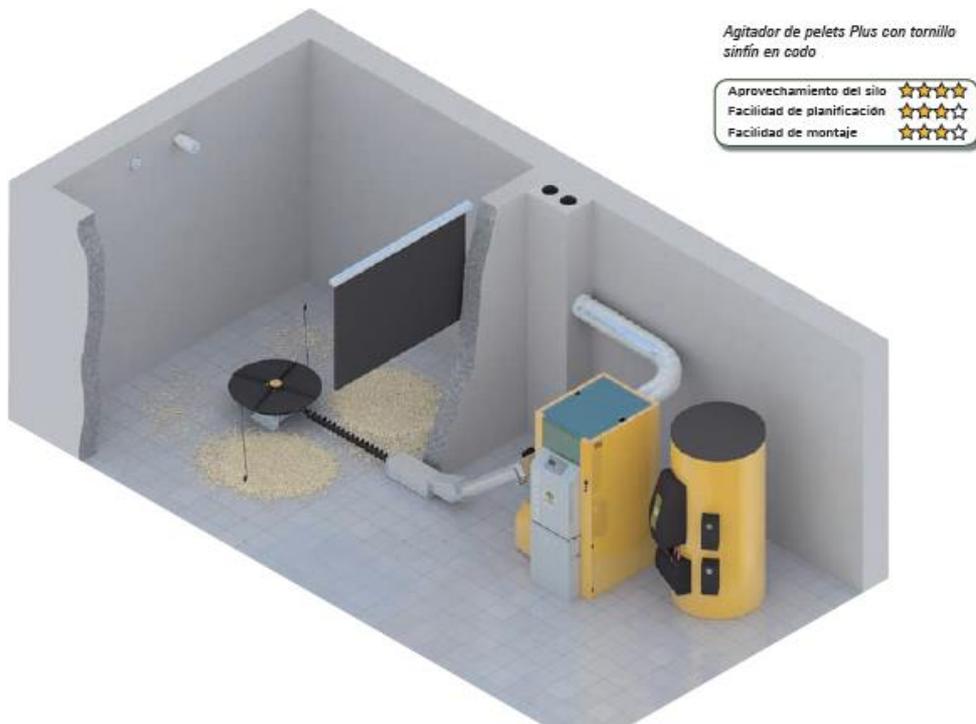


Figura 66. Esquema de instalación, con punto de suministro

#### 4.4.4 Características cuarto de calderas y almacén

Ambos recintos deben cumplir la normativa estatal contra incendios, CTE DB SI. Las paredes y el techo de dichos recintos tendrán una resistencia al fuego EI-90 y las puertas deben tener una resistencia al fuego EI<sub>2</sub> 45-C5.

- Cuarto de calderas: El cuarto de calderas deberá estar provisto de una solera de hormigón, sin recubrir o de baldosas, las irregularidades deberán ser niveladas. Todos los materiales utilizados en el suelo, paredes y techo tienen que ser ignífugos, con una resistencia al fuego de EI-920. Las puertas de la sala de calderas tienen que ser antiincendios (EI<sub>2</sub> 45-C5), abrir en la dirección de escape y deben cerrar automáticamente; la puerta de comunicación con el silo de combustible tiene que ser también antiincendios (EI<sub>2</sub> 45-C5) y tener cierre automático. Debe instalarse un sistema de iluminación fijo y una línea de alimentación eléctrica a la caldera; un interruptor de luz y el de parada de emergencia de la caldera debidamente señalizada, deben colocarse en el exterior de la sala de calderas, en un lugar fácilmente accesible junto a la puerta de la sala de calderas. Fuera de la sala de calderas y junto a la puerta de la misma, deberá estar disponible un extintor manual de 6 kg de eficacia 21A-113B. Tanto la sala de calderas como las tuberías de agua y de distribución de calor tiene que ser resistentes a las heladas.
- Silo de almacenamiento de combustible: Para este cuarto se rigen los mismos requisitos constructivos que para la sala de calderas. Al estar previsto el llenado con pellets mediante un camión neumático, las tuberías deberán estar conectadas a tierra y, en frente de las toberas de inyección, se colocará una pantalla de protección de impactos. El depósito deberá estar aislado herméticamente para evitar la entrada de polvo que pueda disminuir la calidad del combustible. Las paredes, las ventanas y las puertas tienen que resistir la sobrepresión que se genera durante el proceso de llenado. Queda prohibida cualquier instalación eléctrica en el depósito de pellets por ser una posible fuente de ignición. Ambos recintos estarán separados físicamente mediante un tabique con resistencia al fuego mínima R-90. El pasamuros para el sistema transportador, entre el silo y la sala de calderas, debe protegerse de forma segura contra incendios.

#### 4.4.5 Elementos de la instalación

Una instalación con caldera de biomasa se compone de los siguientes elementos:

- Una sala de almacenamiento de combustible, que contendrá un agitador, un engranaje y un tornillo sinfín para llevar el combustible a la sala de calderas.
- Una sala de calderas en la que se instalará la caldera, una chimenea de humos, y en la puerta se instalará el sistema de parada de emergencia, y un extintor de incendios, tal y como se ha indicado anteriormente.

En las figuras 67 y 68 aparecen dos esquemas de planta y sección de la zona habilitada para la instalación de la sala de almacenamiento y la sala de calderas.

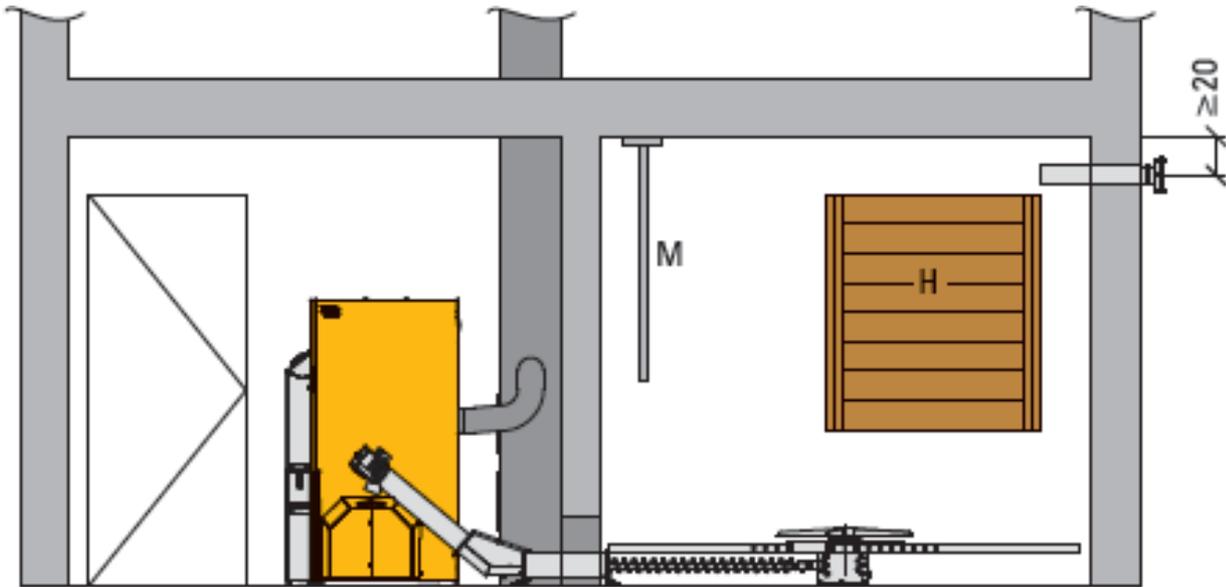


Figura 67. Sección sala de calderas

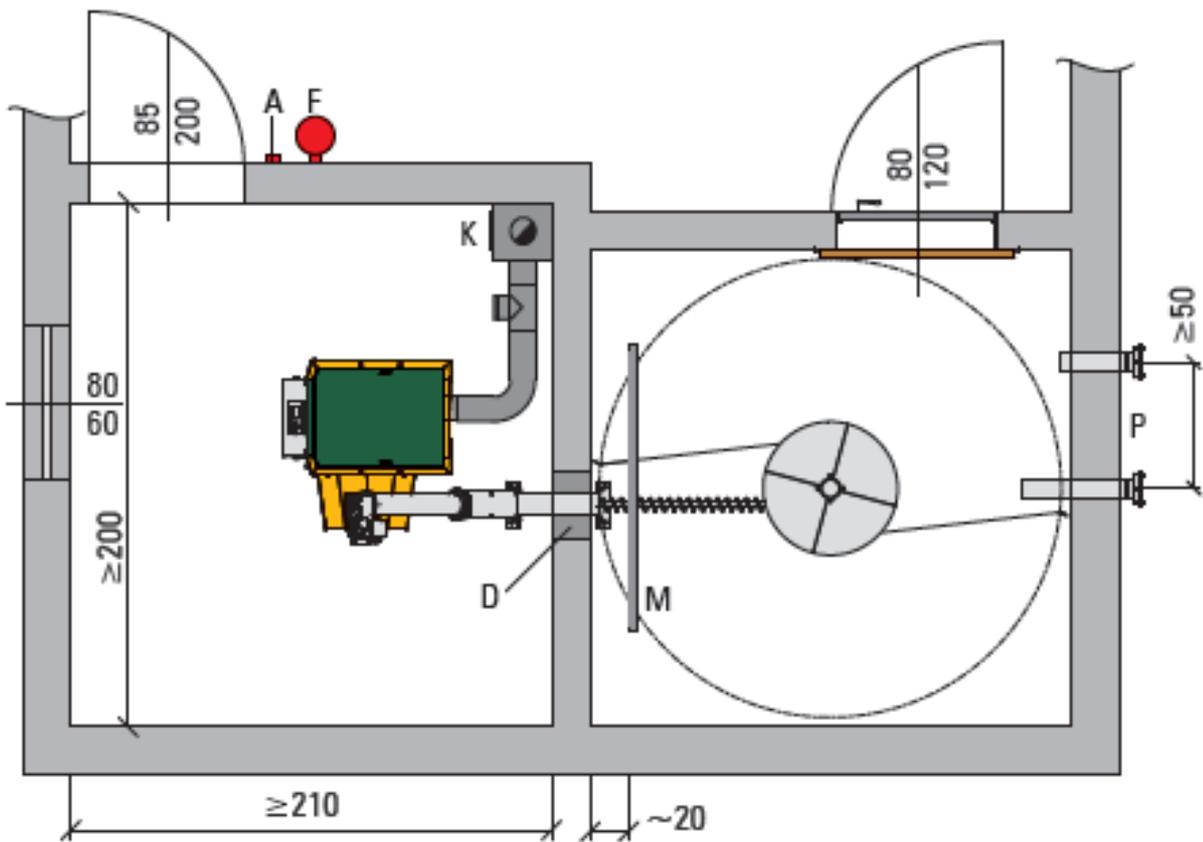


Figura 68. Planta de sala de calderas

LEYENDA	
A	Interruptor de parada de emergencia: La caldera no funciona sin corriente, pero se para la combustión - la disipación de calor continúa
D	Pasamuros 35x35cm: cerrar después del montaje - canal acústicamente aislado
F	Extintor de incendios
H	Tablas de madera
K	Despejar el acceso a la chimenea: mínimo 60 cm Tubo de salida de humos y la chimenea Montar el regulador de ahorro de energía con puerta de seguridad contra explosiones
M	Pantalla de protección de impactos
P	Toberas de inyección de pellets. Colocar las toberas de inyección en el centro de la sala y el tubo de aspiración $\geq 50$ cm en la parte lateral de las toberas de inyección, en dirección a la puerta del silo. El tubo de aspiración debe quedar interiormente lo más cerca posible de la pared (debe poderse montar la abrazadera de puesta a tierra). Los dos tubos deben colocarse a $\geq 50$ cm de las paredes laterales y a $\geq 20$ cm del techo.
INDICACIONES	Insertar ventilación y extracción de aire de la sala de calderas $\geq 400$ cm <sup>2</sup> Montar el accionamiento fuera del silo Tener en cuenta la carga del techo / las cargas estáticas Es imprescindible observar las disposiciones locales de protección contra incendios, así como las normas de construcción

La caldera a instalar es una caldera Calorintra, con una potencia nominal de 30 KW. En el anexo 3 se encuentra la ficha técnica.

#### 4.4.6 Nueva calificación energética

A continuación, realizamos una nueva simulación energética sólo de la caldera.

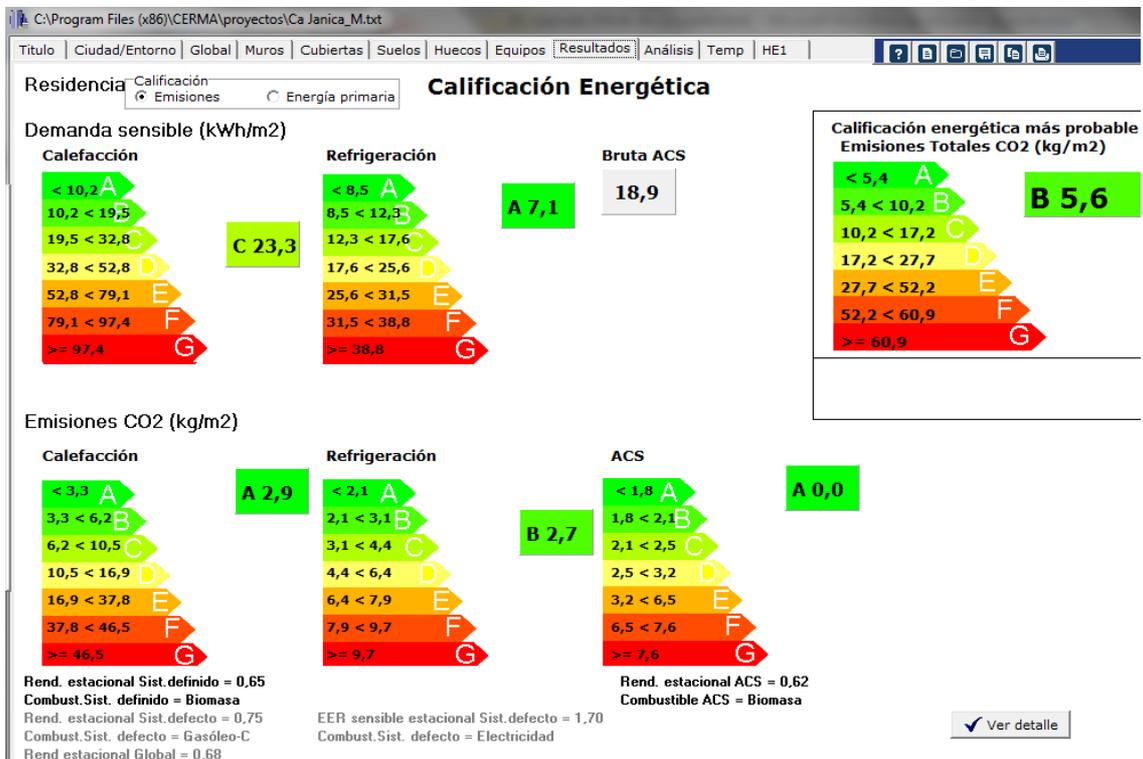


Figura 69: Nueva certificación de la caldera. [38]

Con este cambio de caldera se pretende mejorar las emisiones de CO<sub>2</sub> al ambiente, y como vemos en la figura 69, se ha conseguido reducir las emisiones alcanzando la más alta calificación que es una A.

No obstante, en el apartado siguiente vamos a comprobar las consecuencias que supone este cambio junto con las mejoras que hemos realizado en el conjunto de la vivienda y que hemos explicado en los apartados anteriores.

#### 4.5 Nueva calificación energética y análisis de las mejoras

En este apartado se va a calificar otra vez la vivienda tras realizar todas las mejoras posibles, de manera que pasamos a introducir todos los datos en conjunto, y así obtener la nueva calificación energética, que es la siguiente:

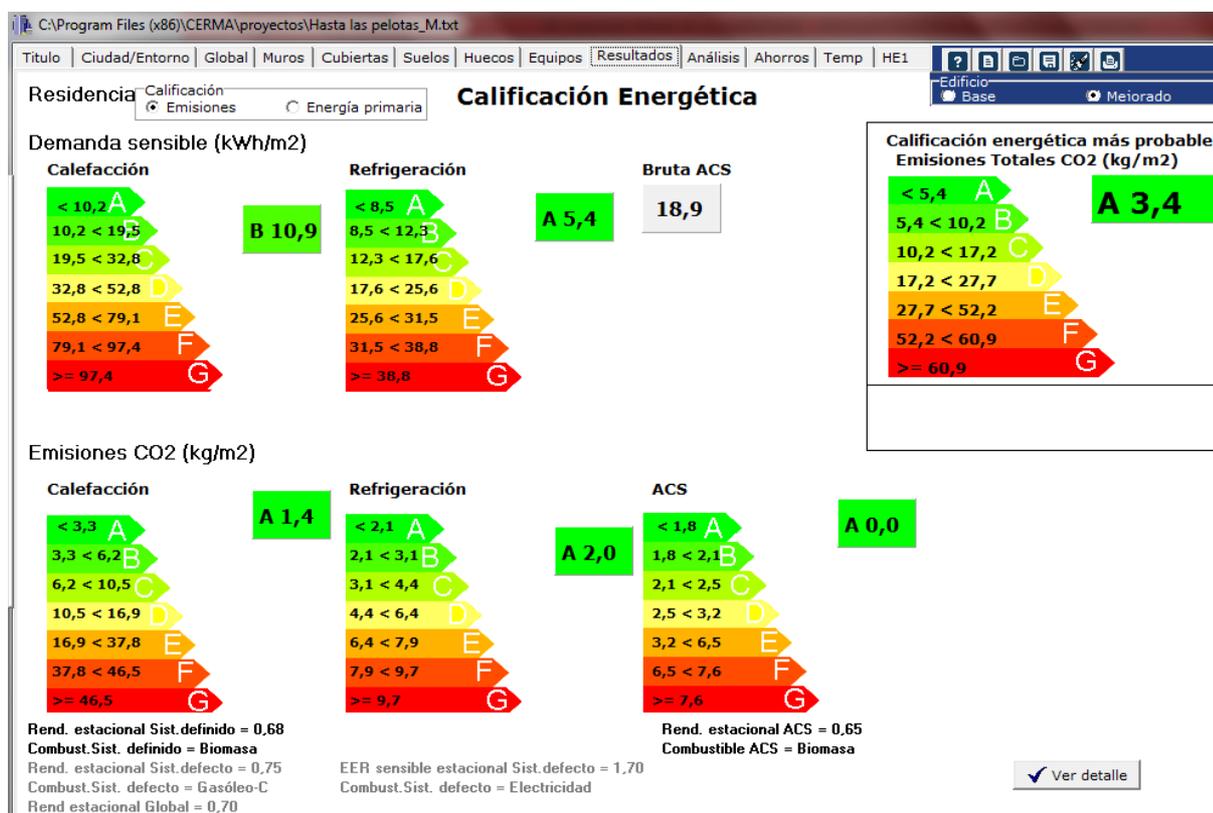


Figura 70: Nueva calificación energética. [38]

El resultado de la combinación de las cuatro mejoras es muy satisfactorio, ya que hemos pasado a la mejor calificación posible alcanzando una letra A.

Respecto a la refrigeración, al no haber puesto un sistema, ya que la vivienda realmente no posee, el programa por defecto introduce un sistema de calidades medias, como previsión del sistema que se pueda instalar en la vivienda, por eso se obtiene una calificación A en demanda de refrigeración.

Se puede observar también que las emisiones de calefacción y de ACS son prácticamente 0, esto se debe al tipo de caldera instalada, ya que como se ha mencionado anteriormente, el ciclo de vida de las plantas absorbe la cantidad de CO<sub>2</sub> que se emite cuando se quema, es decir, que las plantas y los árboles al crecer captaron el CO<sub>2</sub> de la atmósfera y ahora al quemarse lo liberan produciéndose un balance 0.

Además, el programa CERMA nos permite comparar la nueva calificación con la anterior, tras la pestaña de ahorros:

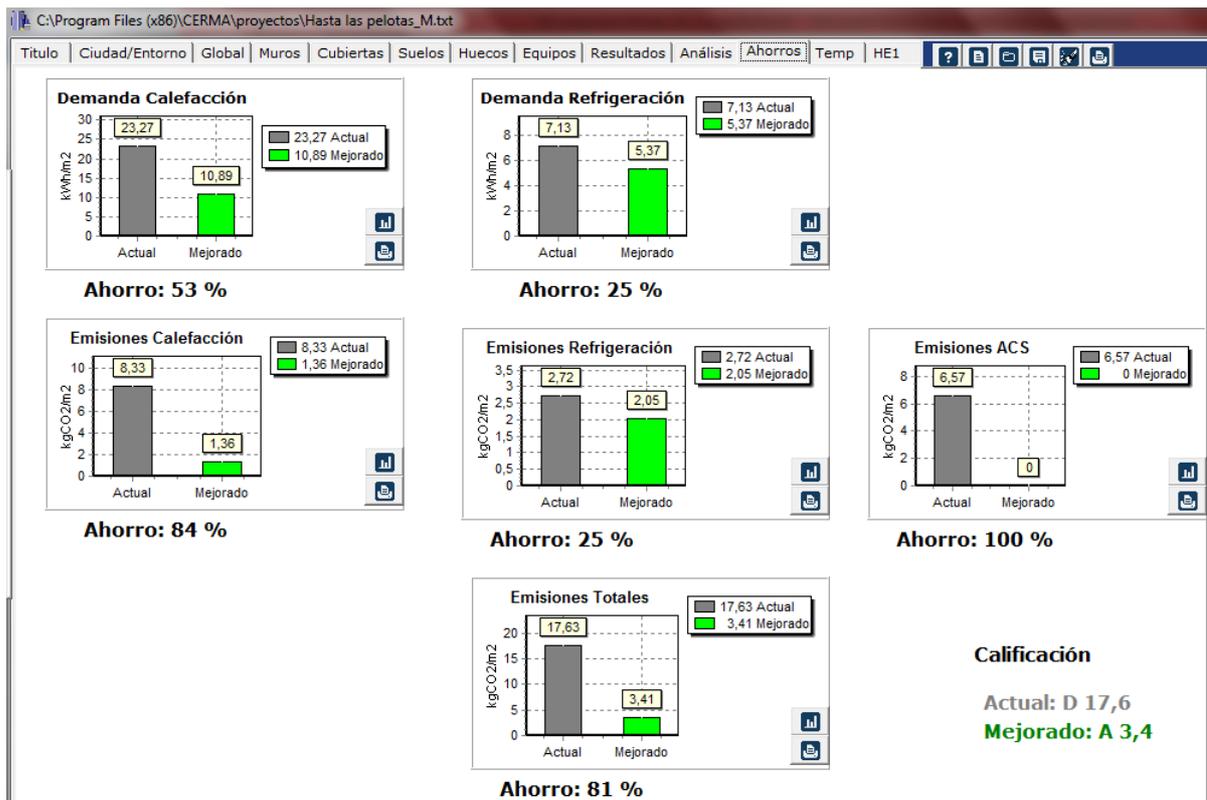


Figura 71: Pestaña ahorros. [38]

Observamos en la figura 71, que el ahorro de las emisiones en calefacción y ACS son bastante considerables, obteniendo un ahorro total del 84%, con lo que podemos estar satisfechos con las mejoras aplicables a la vivienda.

Energía final	kwh/m2	kwh/año
Calefacción	15,5	3597,6
Refrigeración	3,2	728,1
ACS	29,00	6681,5
Total	47,7	11007,2

Energía primaria	kwh/m2	kwh/año
Calefacción	16	
Refrigeración	8,2	
ACS	29,00	
Total	53,2	12259,6

Demanda	kwh/m2	kwh/año
Calefacción	10,9	2512,3
Refrigeración	5,4	1237,8
ACS	18,9	4360,3
Total	35,2	8110,4

Emisiones	kwh/m2	kwh/año
Calefacción	1,4	
Refrigeración	2,00	
ACS	0,00 €	
Total	3,4	786

Figura 72. Calificación energética final. [41]

En esta otra figura 72, se puede observar que si comparamos el consumo de energía final, con el consumo de energía primaria es prácticamente la misma, es decir, casi toda la energía que consume la vivienda es energía primaria. Esto es lógico, ya que el combustible utilizado son pellets de madera, que provienen de la naturaleza.

Para finalizar, el programa también dispone de la pantalla HE1, que nos proporciona la información de si cumplimos o no con el CTE, en este caso, y como se muestra en la siguiente figura, cumplimos con el CTE:

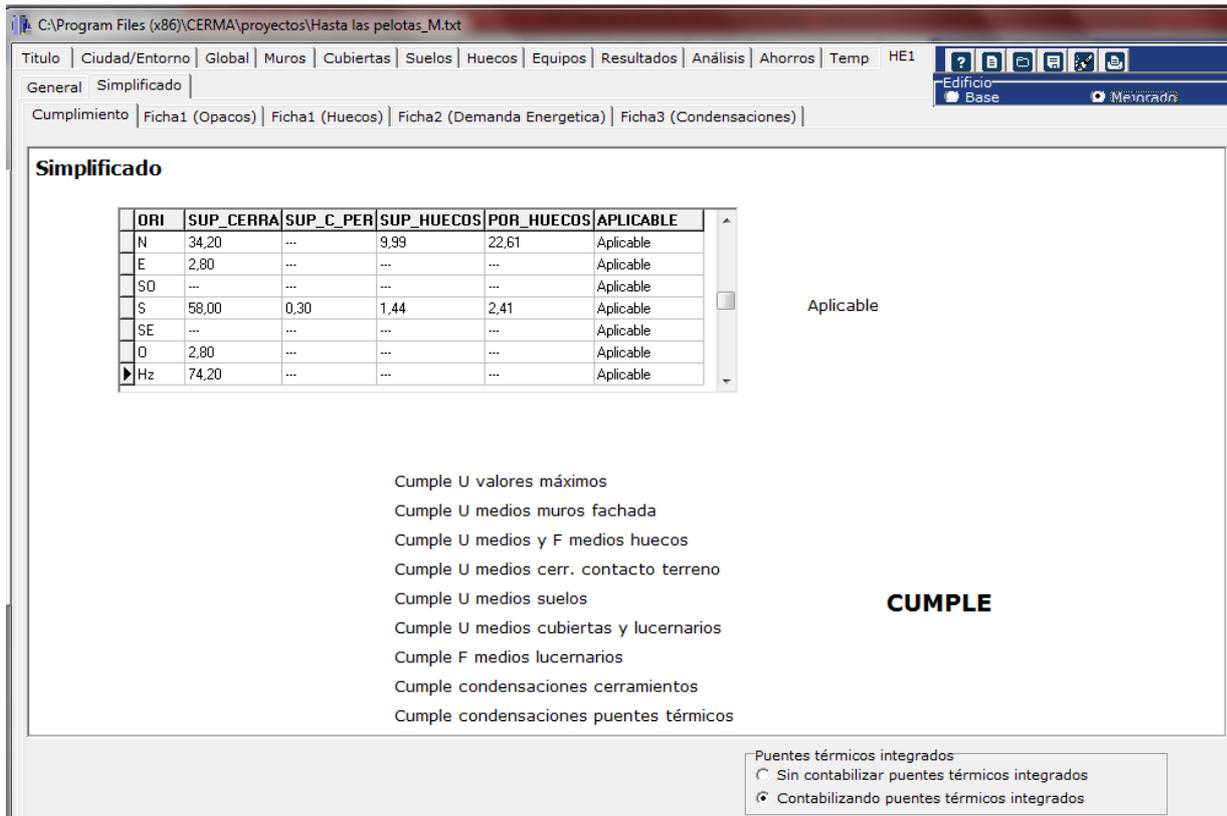


Figura 73. Cumplimiento HE1 del programa CERMA. [38]



# **5. ESTUDIO Y VIABILIDAD ECONÓMICAS**





## 5 ESTUDIO Y VIABILIDAD ECONÓMICA

### 5.1 Introducción

En este apartado se va a estudiar el impacto de las soluciones introducidas en la vivienda, analizando la inversión inicial y los ahorros económicos obtenidos gracias a las mejoras aplicadas.

Una vez presupuestada la inversión necesaria para ejecutar las mejoras aplicadas a la vivienda, se va a estudiar el tiempo necesario para amortizar las cantidades invertidas en la mejora de la vivienda.

CAPITULO	PRECIO
Cap 05: Albañilería	1.342,01 €
Cap 06: Cubierta	2.358,43 €
Cap 07: Aislamiento	600,03 €
Cap 12: Carp Metálica	2.435,43 €
Total	6.735,90 €
Cap 24: Caldera Biomasa	6.822,44 €
Total	13.558,34 €

*Tabla 12: Datos del presupuesto. [39]*

En la tabla 12 se muestran los gastos necesarios para mejorar la vivienda, que ascienden a 13.558,34€, para realizar todas las operaciones necesarias, incluida la preparación de la vivienda y la instalación de equipos. En el anexo 5 podemos consultar el presupuesto.

De la inversión total, 6735,90€ corresponden a la mejora de la envolvente y 6.822,44€ corresponden al cambio de los equipos, es decir, la mejora de la envolvente y particiones interiores requiere el 49,68% de la inversión total frente al 50,32% del cambio de los equipos.

En el capítulo anterior se comparaba la demanda energética de calefacción de la vivienda antes y después de realizar las mejoras en la envolvente térmica del edificio. Este va a ser el dato de partida para analizar el ahorro económico que conlleva el haber mejorado la

envolvente térmica del edificio. Además de comparar la demanda, también se va a estudiar el ahorro conseguido gracias al cambio de caldera, y al cambio de combustible.

La demanda de calefacción que requiere la vivienda en la situación actual, es decir, sin realizar las mejoras energéticas es de 7021,3 KWh/año. Sin embargo la demanda de calefacción una vez realizadas las mejoras se reduce a 3655,3 KWh/año.

Si comparamos el coste económico en calefacción durante un año en ambas situaciones obtenemos lo siguiente:

#### ANTES:

Poder calorífico Neto Gasóleo: = 9,945 KWh/l<sub>gasóleo</sub>

$7021,3 / 9,945 = 706,01$  gasóleo/año

$706,01$  gasóleo  $\cdot$  1,32 €/gasóleo = 931,93€ / año

#### DESPUÉS:

Poder calorífico Neto Pellets: = 4,9 KWh/kg

$3655,3 / 4,8 = 761,52$  kg<sub>pellets</sub> / año

$761,52$  kg<sub>pellets</sub>  $\cdot$  0,170 €/kg<sub>pellets</sub> = 129,45 €/año

Analizando estos datos se observa un ahorro anual de 802,51€. Si la inversión necesaria para poder realizar todos estos cambios es de 13.558,34€, la inversión se recuperará en aproximadamente 17 años.

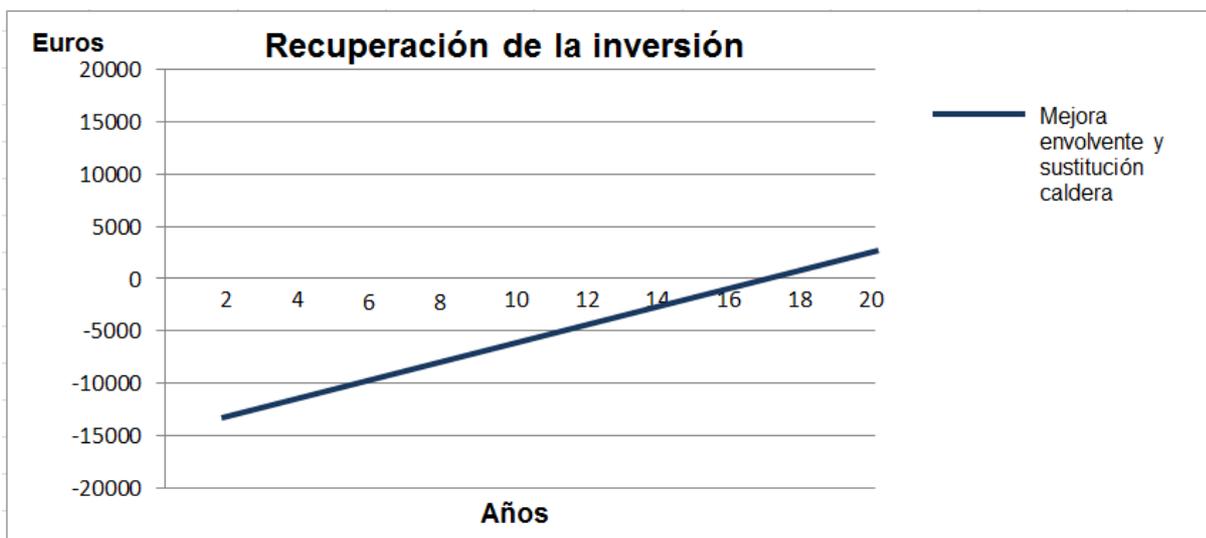


Figura 74: Recuperación de la inversión. [41]

La figura 74 nos indica la evolución de la inversión realizada en mejorar la vivienda, y como se observa, desde el primer año se empieza a recuperar la inversión, gracias al ahorro significativo tanto en consumo de energía como el abaratamiento producido por el cambio de combustible de la caldera. La inversión quedaría totalmente amortizada en 17 años, y a partir de aquí, se puede decir que son todo ganancias. Para la elaboración de la gráfica no se ha tenido en cuenta las previsibles y continuas subidas de precio de los combustibles fósiles como el gasóleo, con lo que el tiempo de amortización aún será menor.

Tras estudiar el ahorro y la amortización de las mejoras en su conjunto, ahora se estudiará por separado, es decir, por un lado la disminución de la demanda energética producida por la mejora de la envolvente y por otro el efecto de la sustitución de la caldera, con el fin de establecer cuál de las dos inversiones es la más rentable.

### REDUCCIÓN DE DEMANDA

Gracias a la mejora de la envolvente se ha conseguido reducir de 11.381,60 KWh/año a 8.110,40 KWh/año, lo que supone 3.271,20 KWh menos anuales, es decir, un 28,75%.

Si realizamos los mismos cálculos que anteriormente obtenemos que esta reducción supondría un ahorro de 434,18 €/año.

El coste necesario para ejecutar las mejoras en la envolvente térmica es de 6735.90 €, por lo que la inversión quedaría amortizada en aproximadamente 15 años.

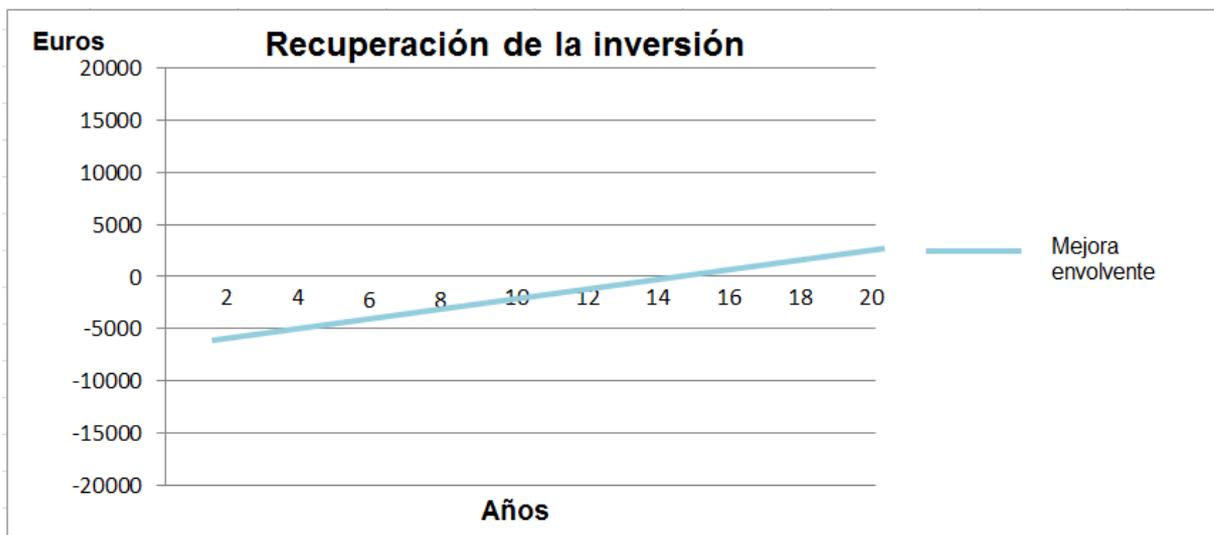


Figura 75: Recuperación de la inversión de mejora de la envolvente. [41]

En la figura 75 se puede observar, como a los 15 años la inversión está amortizada, y a partir de este momento todo lo ahorrado son beneficios.

### SUSTITUCIÓN DE EQUIPOS

El hecho de sustituir los equipos, supone un ahorro económico en el suministro de combustible, además de la reducción de emisiones CO<sub>2</sub>.

Para hacer esta comparativa se va a suponer la demanda de la vivienda en la situación actual, y se va a comparar el coste de los dos combustibles.

Gasóleo: 931,93€ / año

Pellets: 248,67€ / año

Esto supone un ahorro de 683,26 € al año. Si el coste de la sustitución de la caldera es de 6822,44€, la inversión quedaría amortizada en aproximadamente 10 años.

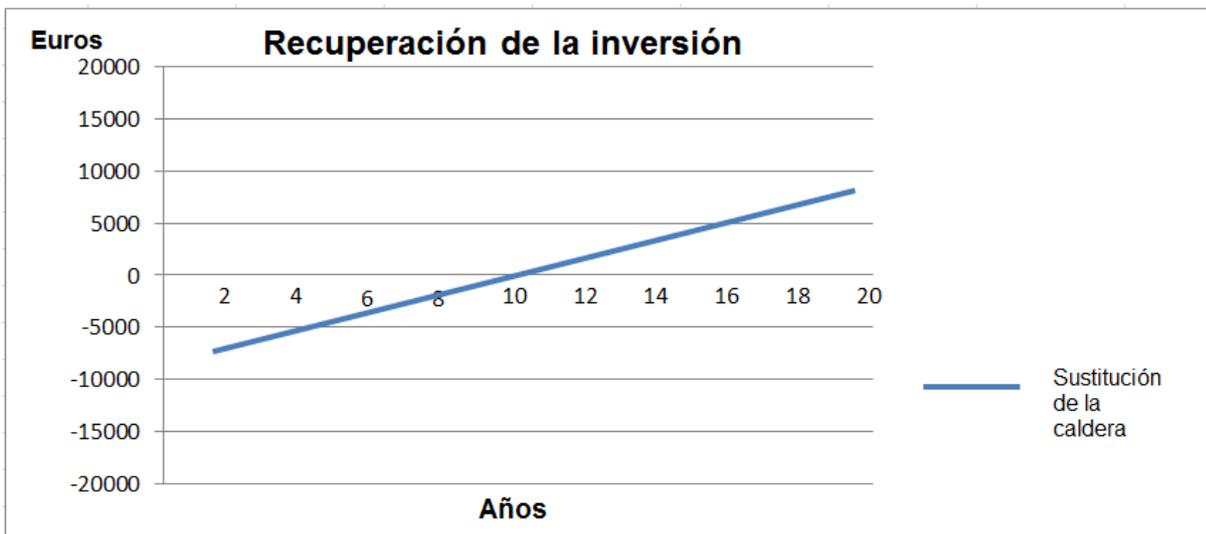


Figura 76: Recuperación de la inversión de sustitución de equipos. [41]

En la figura 76 se puede observar como la inversión quedaría amortizada algo antes de los 10 años. En este caso el desembolso inicial es un poco mayor que en el caso anterior, pero produce más beneficios más rápidamente.

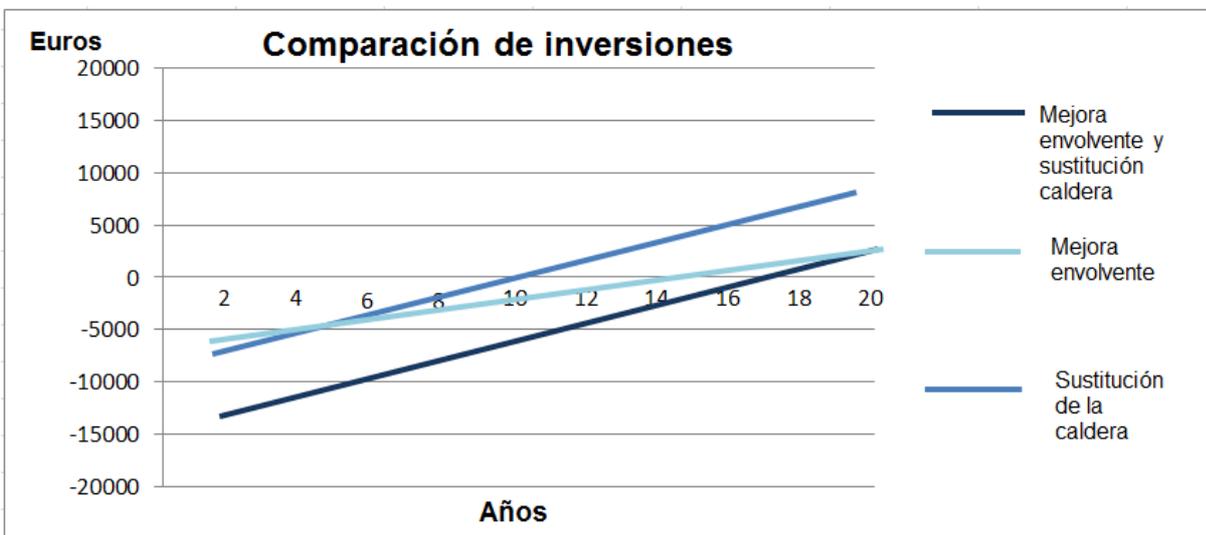


Figura 77: Comparación de las distintas inversiones. [41]

Como se puede observar en la figura 77, la inversión que antes se recupera es la de la mejora de la envolvente, aunque requiera menor inversión, sin embargo la mejora de la envolvente y la sustitución de equipos requiere una mayor inversión y tarda más en amortizarse.

No obstante, tanto la mejora completa como la sustitución de equipos, aunque requieren una mayor inversión inicial, producen mayores beneficios a la larga.



## **6. CONCLUSIONES**





## 6 CONCLUSIONES

Al inicio del presente proyecto se proponían como objetivos cuantificar la demanda energética de una vivienda existente, proponer mejoras de eficiencia energética, calificar y certificar las soluciones adoptadas y estudiar la viabilidad económica de las mismas.

Una vez desarrollado el proyecto y cumplido todos estos objetivos podemos hacer algunos comentarios al respecto.

Recordaremos que la vivienda es una unifamiliar aislada, que está situada en la calle Marines nº 32 del Municipio de Benaguasil, Valencia, y que se desarrolla en tres plantas. Las cubiertas son de tejado de teja árabe, uno sobre forjado inclinado y otro sobre forjado horizontal. Las fachadas són de fábrica de ladrillo hueco triple de 11x12x25cm, cámara de aire con aislante térmico y doblado interior con tabique panderete de ladrillo hueco doble de 7x12x25cm, ambas fábricas tomadas con mortero de cemento y arena 1:6.

A pesar de haber mejorado el comportamiento térmico de la vivienda, si quisiésemos conseguir una vivienda de consumo prácticamente 0, deberíamos seguir mejorando la envolvente. No obstante, al ser una vivienda existente, la dificultad para conseguir una reducción significativa de la demanda se incrementa ya que no se tuvieron en cuenta desde un principio criterios de ahorro energético.

También se debería considerar la instalación de sistemas de sombreado para evitar la necesidad de un sistema de refrigeración, ya que de ser así, al disminuir la demanda mejoraría la eficiencia energética de la vivienda. Además, mejoraría el comportamiento térmico en verano, disminuyendo el exceso de energía procedente del sol, especialmente de las fachadas con mayor índice de insolación que es la de orientación Sur.

Otra medida que se podría adoptar es la instalación de un depósito de inercia junto con la caldera de biomasa para poder conseguir una mayor eficiencia energética de la instalación.

Una objeción a resaltar es que se ha conseguido una vivienda con un comportamiento estándar en demanda energética pero con casi cero emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

También se podría plantear una instalación solar térmica, incluso aumentar aún más el espesor del aislamiento de la envolvente o colocar carpinterías con vidrio triple.

Se puede decir que la situación energética original de la vivienda en bastante mala, ya que tiene una importante falta de aislamiento en los elementos verticales, además de algunos puentes térmicos. Las carpinterías tienen unas calidades muy deficientes, con un cristal simple de 4mm, y una carpintería de aluminio poco estanco.

Además, también se ha analizado la viabilidad económica de las soluciones adaptadas como ya hemos mencionado, y se ha observado que las más rentable es el cambio de caldera por una que utilice como combustible las energías renovables, y aunque se tarden

algunos años en recuperar la inversión, es viable mejorar el comportamiento térmico de las viviendas, tanto por mejorar el confort interior como por obtener unos beneficios económicos a medio plazo.

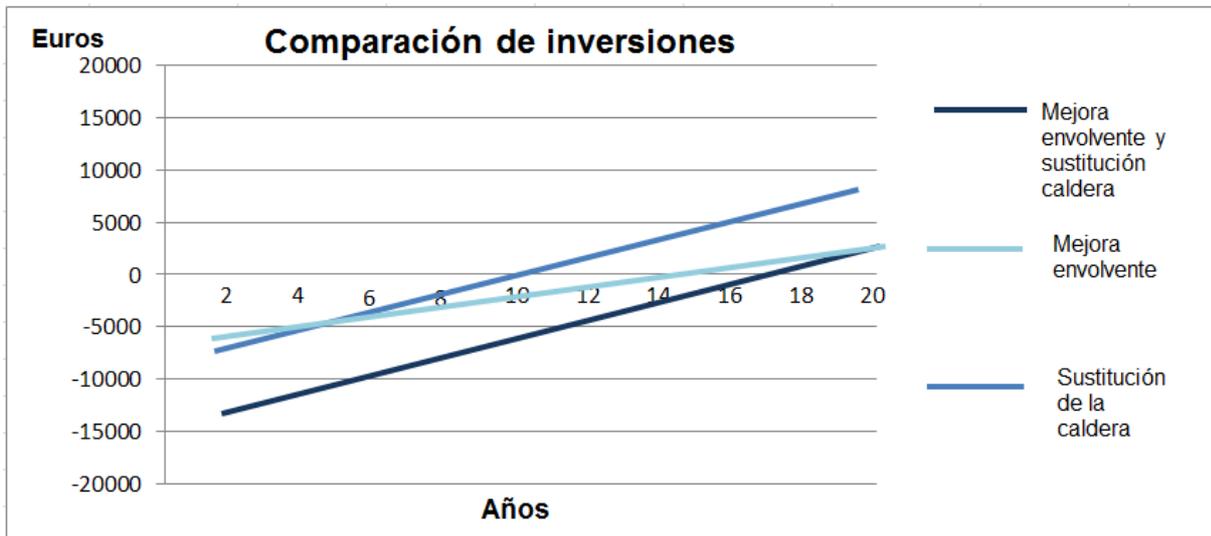


Figura 77: Comparación de las distintas inversiones. [41]

Pero sin duda, el motivo más importante y el impulsor de todas las medidas comentadas en éste proyecto, es el sentimiento cada vez más frecuente del compromiso con el planeta. El uso racional de las energías así como las apuestas por fuentes de energías limpias y renovables, nos permitirán dejar un buen legado a nuestros hijos, que les permitirá disfrutar de él como nosotros lo hemos hecho.



# **BIBLIOGRAFÍA**





## **BIBLIOGRAFÍA**

---

- [1] Creus Solé, A. (2004). Energías Renovables. Barcelona: CEYSA.
- [2] Guía Técnica instalaciones de biomasa térmica en edificios, (2009). Madrid.
- [3] Directiva 2002/91/CE del parlamento europeo y del consejo de 16 de Diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios.
- [4] Real Decreto 47/2007, de 19 de Enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.
- [5] CTE, Documento básico HE1.(2009) Limitación de demanda energética.
- [6] Plan de acción, ahorro y eficiencia energética 2008-2012. IDAE
- [7] Plan de acción, ahorro y eficiencia energética 2011-2020. IDAE
- [8] Real Decreto 1027/2007 RITE: "Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios"
- [9] Directiva 2010/31/UE del parlamento europeo y del consejo relativa a la eficiencia energética de los edificios.
- [10] Real Decreto 235/2013. (Procedimiento básico certificación eficiencia energética de edificios).
- [11] Real Decreto 233/2013, de 5 de Abril, por el que se regula el Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria, y la regeneración y renovación urbanas,2013-2016.
- [12] Ley 8/2013, de 26 de Junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas.
- [13] Documentación del area de eficiencia energética. (2012-2013)
- [14] Sole, J,(2007). Aislamiento térmico en la edificación. Limitación de la demanda energética DB HE1 e iniciación a la calificación energética.
- [15] Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, (1999). Fundamentos técnicos de la Calificación Energética de Viviendas. Madrid.
- [16] Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, (2012). Sistemas de Aislamiento Térmico Exterior (SATE) para la Rehabilitación de la Envoltura Térmica de los Edificios. Madrid.
- [17] Biomasa en edificios (IDAE).
- [18] Proyecto de la vivienda. (1988). Valencia.
- [19] Proyectos ya realizados de mis compañeros.
- [20] Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, (2012). Calefacción en grandes edificios con biomasa. Aspectos Técnicos... Madrid.
- [21] Guía de rehabilitación energética de edificios de viviendas. (2008). Madrid.

## **PÁGINAS WEB CONSULTADAS**

---

- [22] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. [www.idae.es](http://www.idae.es)
- [23] Eurosat. [www.eurosat.es](http://www.eurosat.es)
- [24] Google maps. [www.maps.google.es](http://www.maps.google.es)
- [25] Catastro. [www.catastro.meh.es](http://www.catastro.meh.es)
- [26] Bricosanitarios. [www.bricosanitarios.com](http://www.bricosanitarios.com)
- [27] Intergovernmental Panel on Climate Change. [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)
- [28] Erenovable. [www.erenovable.com](http://www.erenovable.com)
- [29] Instituto Valenciano de la Edificación. [www.five.es](http://www.five.es)
- [30] Ministerio de Industria, Energía y Turismo. [www.minetur.gob.es](http://www.minetur.gob.es)
- [31] Docenariosostenible. [www.docenariosostenible.com](http://www.docenariosostenible.com)

## **ARTÍCULOS**

---

- [32] Garcia Mozos, F. “ahorro y eficiencia energética en el sector de la edificación”. IDAE
- [33] Wadel, G. “Los edificios y la eficiencia energética”. Seminario gestión ambiental.2009
- [34] Solé, J. “Ejemplo aplicación calificación energética edificios en España”. URSA
- [35] ANDIMA e IDAE. “Guía práctica de la energía para la rehabilitación de edificios, el aislamiento la mejor solución”. M-15806-2008.
- [36] ISOVER. “Eficiencia energética en la rehabilitación de edificios”.
- [37] “La energía en España” 2008. MITyC.

## **PROGRAMAS UTILIZADOS**

---

- [38] CERMA
- [39] PRESTO
- [40] ACAD
- [41] EXCEL



# **ACRÓNIMOS**





## ACRÓNIMOS

---

Los acrónimos utilizados durante la redacción del TFG son los siguientes:

**ACS:** Agua Caliente Sanitaria

**ATECYR:** Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración

**CALENERVYP:** Programa Informático del Ministerio de Industria, Energía y Turismo

**CERMA:** Programa Informático del Ministerio de Industria, Energía y Turismo

**CMNUCC:** Convenio Marco de las Naciones Unidas

**CTE:** Código Técnico de la Edificación

**DEEE:** Directiva de Eficiencia Energética en Edificios

**DOGV:** Diario Oficial de la Comunidad Valenciana

**EE:** Eficiencia Energética

**FREDSOL:** Grupo de Ingeniería Térmica de Procesos Industriales

**ICE:** Informe de Conservación del Edificio

**IDAE:** Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

**IEE:** Informe de Evaluación del Edificio

**ITE:** Inspección Técnica de Edificios

**IVE:** Instituto Valenciano de la Edificación

**LIDER:** Limitación de la Demanda Energética

**ONU:** Organización de las Naciones Unidas

**PIB:** Producto Interior Bruto

**RD:** Real Decreto

**RICCA:** Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y ACS

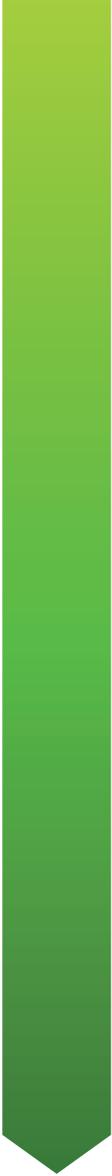
**RITE:** Reglamento Instalaciones Térmicas de Edificios

**TEP:** Toneladas Equivalentes de Petróleo

**TFG:** Trabajo Final de Grado

**UE:** Unión Europea





# **AGRADECIMIENTOS**





## AGRADECIMIENTOS

---

Me gustaría agradecer a todas aquellas personas que me han ayudado durante la realización de este Trabajo Final de Grado, acordarme de mis compañeros, profesores y amigos, por apoyarme en los momentos difíciles y por haberme hecho compartir momentos inolvidables con todos ellos y hacer que el estudio de esta carrera haya sido una experiencia inolvidable.

Agradecer en concreto a mi tutor académico, Andrea, por su tiempo y dedicación empleado en este proyecto.

Hacer una mención especial a mi familia, por su apoyo incondicional, por la comprensión mostrada, por enseñarme cada día a ser mejor persona y porque sin ellos este sueño no podría haberse cumplido. Por confiar en mí.

Y a ti, Vicente, por ser como eres, porque sin ti nada sería lo mismo y por la entereza que me has mostrado.

Gracias a todos.





# **ANEXOS**







## **ANEXO 1**





## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS RADIADOR CONVECTOR

### RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EFECTUADOS SEGUN NORMA EN-442

Radiador en aleación de aluminio inyectado

Presión de servicio: 6 bar

MODELOS	Altura total m/m	Distancia ejes m/m	Anchura frontal m/m	Profundidad lateral m/m	Capacidad de agua en litros	Peso en Kg	Ø de conexión	Exponente n=	Emisión con Δt=50° K según norma EN 442	
									W	Kcal/h.
<b>Magno /350</b>	350	260	80	95	0,350	0,907	1"	1,27	75,3	65,06
<b>Magno /425</b>	425	350	80	95	0,375	1,183	1"	1,31	96,4	83,29
<b>Magno /600</b>	580	500	80	95	0,490	1,62	1"	1,34	126	108,86
<b>Magno /700</b>	680	600	80	95	0,570	1,77	1"	1,34	145	125,28
<b>Magno /800</b>	780	700	80	95	0,650	1,99	1"	1,35	164	141,70

Para hallar correctamente los diversos factores de corrección para Δt 50 K debe utilizarse la fórmula siguiente:

$$P_{\Delta t} = P_{50} \left( \frac{\Delta t}{50K} \right)^n$$

$P_{\Delta t}$  = potencia térmica  
 $P_{50}$  = potencia térmica a At=50 K  
 n = exponente

Conociendo el valor de n (que figura en la tabla de medidas) creemos que no es necesario extenderse en cómo hallar dicho valor. De todas formas en el cuadro que figura a continuación, detallamos incluso las potencias a diferentes Δt para no tener que utilizar ninguna fórmula.

$$\Delta t \text{ en K} = \left( \frac{\text{temperatura de entrada del agua} + \text{temperatura de salida}}{2} \right) - \text{la temperatura ambiente}$$

#### FACTORES DE CORRECCIÓN PARA LOS MODELOS RAYCO NE/600 EXO. 1,326

Δt	-	1 °C	2 °C	3 °C	4 °C	5 °C	6 °C	7 °C	8 °C	9 °C
20 K	0,293	0,313	0,333	0,353	0,374	0,395	0,416	0,438	0,460	0,482
30 K	0,504	0,527	0,550	0,573	0,596	0,620	0,644	0,668	0,692	0,717
40 K	0,742	0,766	0,792	0,817	0,843	0,868	0,894	0,920	0,947	0,973
50 K	1,000	1,027	1,054	1,081	1,109	1,136	1,164	1,192	1,220	1,248
60 K	1,277	1,305	1,334	1,363	1,392	1,421	1,451	1,480	1,510	1,540
70 K	1,570	1,600	1,630	1,660	1,691	1,722	1,753	1,784	1,815	1,846

#### EJEMPLOS PRÁCTICOS:

temperatura de entrada del agua.....= 80°C  
 temperatura de salida del agua.....= 65°C  
 grados a elevar en el ambiente.....= 20,5°C

$$\Delta t = \left( \frac{80^\circ\text{C} + 65^\circ\text{C}}{2} \right) - 20,5^\circ\text{C} = 52\text{K}$$

FACTOR DE CORRECCIÓN A 52 K = 1,054  
 Emisión de un elemento RAYCO NE/600 en dichas condiciones = 108,86 x 1,054 = 114,73 Kcal/h

**SUMINISTRO** Los elementos de radiador del modelo MAGNO se suministran pintados con una primera capa de anafosis y posteriormente con polvo epoxi poliéster de color blanco, formando baterías de 2 hasta 12 elementos. Estas baterías van protegidas con cantoneras de poliestireno expandido y recubiertas de una funda de plástico retráctil que aparte de protegerlas durante el transporte, permite dejarlas instaladas con dicha protección hasta el final de la obra.

#### INSTRUCCIONES DE USO Y MONTAJE:

El radiador RAYCO-MAGNO puede ser utilizado en instalaciones con agua caliente o sobrecalentada hasta una temperatura máxima de 120 C.

La presión máxima de funcionamiento es de 6 bar (600 kPa). Deben ser instalados a una distancia mínima del suelo de 12cm.



De entre 3 y 5 cm. de la pared posterior y de 10 cm. del borde superior de la hornacina o de un cubre-radiador.

Es conveniente utilizar purgadores de tipo automático. De utilizar otro tipo de purgadores, NO CERRAR NUNCA LOS RETORNOS (Detectores) puesto que puede crear sobrepresión en la cámara de agua del radiador.

Con la válvula monotubular de cuatro vías manual, no cerrar totalmente el radiador para liberar la posible sobrepresión.

La válvula con cabeza termostática, si se cierra totalmente, si deja libre el retorno para liberar la posible sobrepresión.

La utilización de juntas de teflón y de plástico labiales para empalmar o taponar los radiadores, nos exime de cualquier responsabilidad ante cualquier tipo de reclamación.





## **ANEXO 2**





# CÁLCULOS DE TRANSMITANCIA TÉRMICA

## FACHADAS

CAPAS	ESPESOR(e)(mm)	CONDUCT.(λ)	RESISTENCIA (R=e/λ)
Rsi	0,01		0,130
Reves.yeso	0,015	0,04	0,375
L.H-7	0,07		0,160
AT	0,015 / 0,04	0,037 / 0,037	0,54 / 1,08
C.A	0,05		0,170
LH-11	0,11		0,230
Rev. Mortero	0,01	0,37	0,027
Rse	0,01		0,040
<b>Σ</b>			<b>1,34 / 1,88</b>

	Actual	Reforma
$\mu=1/R$	0,74	0,53

## MEDIANERAS

CAPAS	ESPESOR(e)(mm)	CONDUCT.(λ)	RESISTENCIA (R=e/λ)
Rsi			0,130
Reves.yeso	0,015	0,04	0,375
L.H-7	0,07		0,160
Enfoscado	0,015	0,55	0,027
AT	0,015 / 0,035	0,037 / 0,037	0,40 / 0,95
C.A	0,05		0,170
Bloque			0,032
Rse			0,040
<b>Σ</b>			<b>1,34 / 1,89</b>

	Actual	Reforma
$\mu=1/R$	0,74	0,53

## CUBIERTAS

. Inclinada

CAPAS	ESPESOR(e)(mm)	CONDUCT.(λ)	RESISTENCIA (R=e/λ)
Rsi			0,10
Forjado			0,21
Tela Afal.	0,01	0,23	0,04
A.T	0,02 / 0,04	0,037 / 0,037	0,54 / 1,22
Mortero	0,015	1,30	0,011
Teja Arabe	0,008	1,30	0,009
Rse			0,10
<b>Σ</b>			<b>1,01 / 2,25</b>

	Actual	Reforma
$\mu=1/R$	0,99	0,44

.Horizontal

CAPAS	ESPEJOR(e)(mm)	CONDUCT.( $\lambda$ )	RESISTENCIA (R=e/ $\lambda$ )
Rsi			0,10
Forjado			0,21
Lámina Asfal.	0,01	0,23	0,04
A.T	0,02 / 0,04	0,037 / 0,037	0,54 / 1,08
LH-9	0,09		0,21
Mortero	0,01	1,30	0,011
Bardo			0,29
Mortero	0,01	1,30	0,011
Teja Arabe	0,008	1,30	0,009
Rse			0,10
		$\Sigma$	1,52 / 2,06

	Actual	Reforma
$\mu=1/R$	0,66	0,45

NOTA: Se han colocado las capas bases.



## **ANEXO 3**





CARÁCTERÍSTICAS TÉCNICAS	35	55
Potencia nominal	31,38 Kw	44,26 Kw.
Rendimiento energético	89,75 %	87,08 %
Presión máxima de trabajo	2,5- bar	2,5- bar
Presión mínima de trabajo	1- bar	1 - bar
Tensión de trabajo	230 V	230 V
Temperatura máx. Trabajo	85 ° C	85 ° C
Temp. mín. trabajo	50 ° C	50 ° C
Capacidad agua caldera	110 l.	160 l.
Altura mínima chimenea	6 metros	6 metros
Consumo máx y min. De alimentación	Mínimo : 218 gr./h. Máximo : 10,90 Kg./h	Mínimo : 218 gr./h. Máximo : 10,90 Kg./h
Nivel sonoro	58 DB	58 DB
Potencias modulación	5	5
Rango de modulación	De 9 a 31,8 Kw.	De 11 a 51,7 Kw.
Diámetro conexiones	Ida 1" retorno 1"	Ida 1 <sup>1/4</sup> " retorno 1 <sup>1/4</sup> "
Diámetro llenado y vaciado	3/4"	3/4"
Toma válvula termostática de seguridad	1/2"	1/2"
Salida de humos	150 Mm.	150 Mm.
Capacidad de tolva	200 Kgs.+/-	268 Kgs.+/-
Peso	250 Kgs.	340 Kgs.
Potencia motorreductor alimentación	0,5 CV	0,5 CV
Potencia ventilador primario	71 W	100 W
Caudal ventilador mín./máx.	38-190 m3/h	70-350 m3/h
Potencia resistencia arranque	800 w	800 w
Potencia máxima de alimentador de combustible	0,75 Kw.	0,75 Kw.
Potencia máxima de bombas circuladoras	600 w	600 w
Protección contrasobrepresión máxima	3,2 kg	3,2 kg
Protección contrasobrepresión mínima	0,5 Kg.	0,5 Kg.
Granulometría max.adminisible	8 Mm.	8 Mm.

INTRAMEDER S.L  
 C/ CAMPO 114 · 13700 TOMELLOSO (C.REAL)  
 TELF Y FAX. 926 50 49 14  
 MÓVIL: 671 086 897  
 DEPARTAMENTO COMERCIAL@INTRAMEDER.COM  
 WWW.INTRAMEDER.COM

DISTRIBUIDOR



**CALORINTRA**  
 CALDERAS DE BIOMASA

EL CALOR QUE MENOS CUESTA

**CALDERAS DE BIOMASA  
 PARA CALEFACCIÓN.  
 REDUZCA HASTA UN 60%  
 SU FACTURA.**

**“UN AHORRO:  
 CONSTANTE, SEGURO  
 Y ECOLÓGICO”**







## **ANEXO 4**





# CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

## IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Casa George		
Dirección	C/ Marines nº 32		
Municipio	Benaguasil	Código postal	46180
Provincia	VALENCIA	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	1988
Normativa vigente (construcción/rehabilitación)	EH-82		
Referencia/s catastral/es	7070126YJ0876S0001GA		

## Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda <input checked="" type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input type="checkbox"/> Terciario <input type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local
--	--

## DATOS TÉCNICOS DEL CERTIFICADOR:

Nombre y apellidos	Irene Montesinos Burgos	NIF	48405662-T
Razón social	Irmonbur.S.A	CIF	48405662-T
Domicilio	C/ Barrio de San José nº33		
Municipio	La Pobla de Vallbona	Código Postal	46185
Provincia	VALENCIA	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail	Irene87.45@gmail.com		
Titulación habilitante según normativa vigente			
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CERMA v_2.5		

## CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



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

Fecha:25/06/2014

Firma del técnico certificador:

*Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.*

*Anexo II. Calificación energética del edificio.*

*Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.*

*Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.*

Registro del Órgano Territorial Competente:

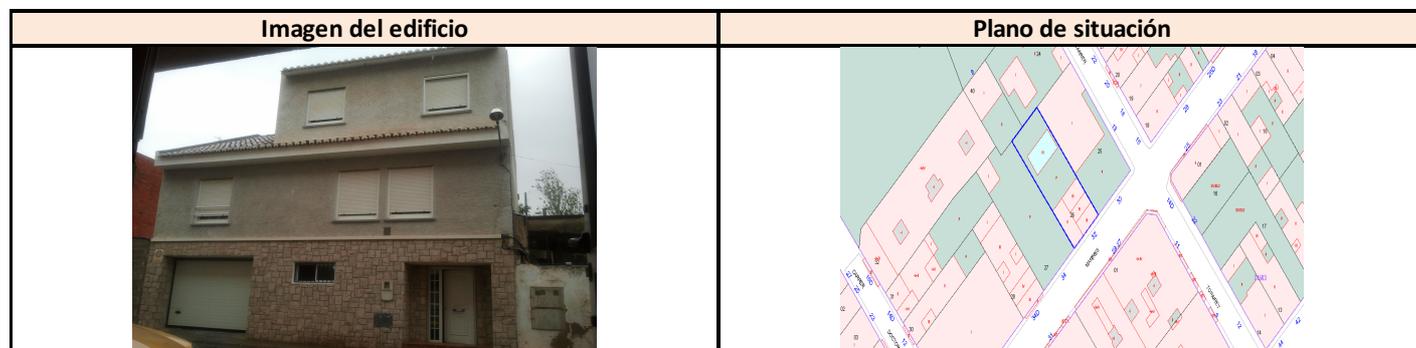
# ANEXO I

## DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

### 1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

<b>Superficie habitable [m<sup>2</sup>]</b>	230,6
---	-------



### 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/ m <sup>2</sup> K]	Modo de obtención
No definido	Cubierta Hz Exterior	40,1	0,99	Definido por el usuario
No definido	Cubierta Incl Exterior	34,1	0,66	Definido por el usuario
No definido	Muro Exterior	58	0,74	Definido por el usuario
No definido	Muro Exterior	34,2	0,74	Definido por el usuario
No definido	Muro Exterior	2,8	0,74	Definido por el usuario
No definido	Muro Exterior	2,8	0,74	Definido por el usuario
No definido	Suelo a local no acond.	70,9	1,86	Definido por el usuario

#### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/ m <sup>2</sup> K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Grupo 1	Ventanas Monolíticos	2,88	5,70	0,78	Función de su composición	Definido por usuario
Grupo 2	Ventanas Monolíticos	1,44	5,70	0,78	Función de su composición	Definido por usuario
Grupo 3	Puertas	1,89	5,70	0,78	Función de su composición	Definido por usuario
Grupo 4	Puertas	3,78	5,70	0,78	Función de su composición	Definido por usuario
Grupo 5	Ventanas Monolíticos	1,44	5,70	0,78	Función de su composición	Definido por usuario
Grupo 6	Ventanas Monolíticos	1,44	5,70	0,78	Función de su composición	Definido por usuario
Grupo 7	Ventanas Monolíticos	1,44	5,70	0,78	Función de su composición	Definido por usuario
Grupo 8	Ventanas Monolíticos	1,44	5,70	0,78	Función de su composición	Definido por usuario
Grupo 9	Ventanas Monolíticos	1,44	5,70	0,78	Función de su composición	Definido por usuario

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Energía	Modo de obtención
ACS+Calef	Caldera Convencional	25	85	Gasoleo	Definido por usuario

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Energía	Modo de obtención
--------	------	-----------------------	-----------------	---------	-------------------

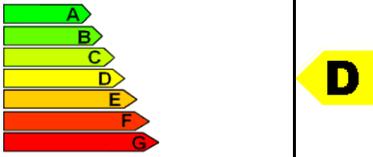
#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Energía	Modo de obtención
ACS+Calef	Caldera Convencional	25	85	Gasoleo	Definido por usuario

## ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

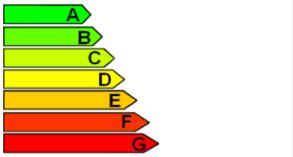
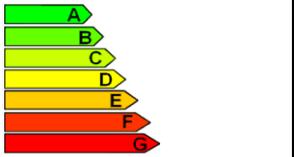
### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	D	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
		0,73	C	1,01	E
		<i>Emisiones calefacción [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>año]</i>		<i>Emisiones ACS [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>año]</i>	
		8,33		6,57	
		<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
<i>Emisiones globales [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>año]</i>		0,58	B		
17,63		<i>Emisiones refrigeración [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>año]</i>			
		2,72			

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

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

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

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
	C		A
<i>Demanda global de calefacción [kWh/m<sup>2</sup>año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m<sup>2</sup>año]</i>	
23,27		7,13	

### 3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

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

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	C	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
		0,61	C	0,92	E
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m<sup>2</sup>año]</i>		<i>Energía primaria ACS [kWh/m<sup>2</sup>año]</i>	
		31,36		24,73	
		<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m<sup>2</sup>año]</i>		0,57	B		
67,00		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m<sup>2</sup>año]</i>			
		10,91			

**ANEXO III**  
**RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA**

## ANEXO IV

### PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

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

EDIFICIO MEJORADO



# CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

## IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Casa George		
Dirección	C/ Marines nº 32		
Municipio	Benaguasil	Código postal	46180
Provincia	VALENCIA	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	1988
Normativa vigente (construcción/rehabilitación)	EH-82		
Referencia/s catastral/es	7070126YJ0876S0001GA		

## Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda <input checked="" type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input type="checkbox"/> Terciario <input type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local
--	--

## DATOS TÉCNICOS DEL CERTIFICADOR:

Nombre y apellidos	Irene Montesinos Burgos	NIF	48405662-T
Razón social	Irmonbur.S.A	CIF	48405662-T
Domicilio	C/ Barrio de San José nº33		
Municipio	La Pobla de Vallbona	Código Postal	46185
Provincia	VALENCIA	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail	Irene87.45@gmail.com		
Titulación habilitante según normativa vigente			
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CERMA v_2.5		

## CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



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

Fecha:25/06/2014

Firma del técnico certificador:

*Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.*

*Anexo II. Calificación energética del edificio.*

*Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.*

*Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.*

Registro del Órgano Territorial Competente:

# ANEXO I

## DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

### 1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

<b>Superficie habitable [m<sup>2</sup>]</b>	230,6
---	-------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

### 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/ m <sup>2</sup> K]	Modo de obtención
No definido	Cubierta Hz Exterior	40,1	0,45	Definido por el usuario
No definido	Cubierta Incl Exterior	34,1	0,44	Definido por el usuario
No definido	Muro Exterior	58	0,53	Definido por el usuario
No definido	Muro Exterior	34,2	0,53	Definido por el usuario
No definido	Muro Exterior	2,8	0,53	Definido por el usuario
No definido	Muro Exterior	2,8	0,53	Definido por el usuario
No definido	Suelo a local no acond.	70,9	1,86	Definido por el usuario

#### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/ m <sup>2</sup> K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Grupo 1	Ventanas Dob.bajo emisivo <0.03	2,88	2,65	0,64	Función de su composición	
Grupo 2	Ventanas Dob.bajo emisivo <0.03	1,44	2,65	0,64	Función de su composición	
Grupo 3	Puertas	1,89	2,65	0,64	Función de su composición	
Grupo 4	Puertas	3,78	2,65	0,64	Función de su composición	
Grupo 5	Ventanas Dob.bajo emisivo <0.03	1,44	2,65	0,64	Función de su composición	
Grupo 6	Ventanas Dob.bajo emisivo <0.03	1,44	2,65	0,64	Función de su composición	
Grupo 7	Ventanas Dob.bajo emisivo <0.03	1,44	2,65	0,64	Función de su composición	
Grupo 8	Ventanas Dob.bajo emisivo <0.03	1,44	2,65	0,64	Función de su composición	
Grupo 9	Ventanas Dob.bajo emisivo <0.03	1,44	2,65	0,64	Función de su composición	

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Energía	Modo de obtención
ACS+Calef	Caldera de Biomasa	30	90	Biomasa	Definido por usuario

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Energía	Modo de obtención
--------	------	-----------------------	-----------------	---------	-------------------

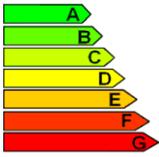
#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Energía	Modo de obtención
ACS+Calef	Caldera de Biomasa	30	90	Biomasa	Definido por usuario

## ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

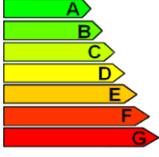
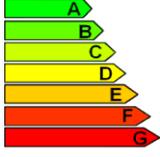
### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	A	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
		0,12	A	0,00	A
		<i>Emisiones calefacción [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>año]</i>		<i>Emisiones ACS [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>año]</i>	
		1,36		0,00	
		<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
<i>Emisiones globales [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>año]</i>		0,44	A		
3,41		<i>Emisiones refrigeración [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>año]</i>			
		2,05			

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

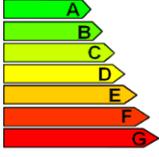
### 2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

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

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
	B		A
<i>Demanda global de calefacción [kWh/m<sup>2</sup>año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m<sup>2</sup>año]</i>	
10,89		5,37	

### 3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

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

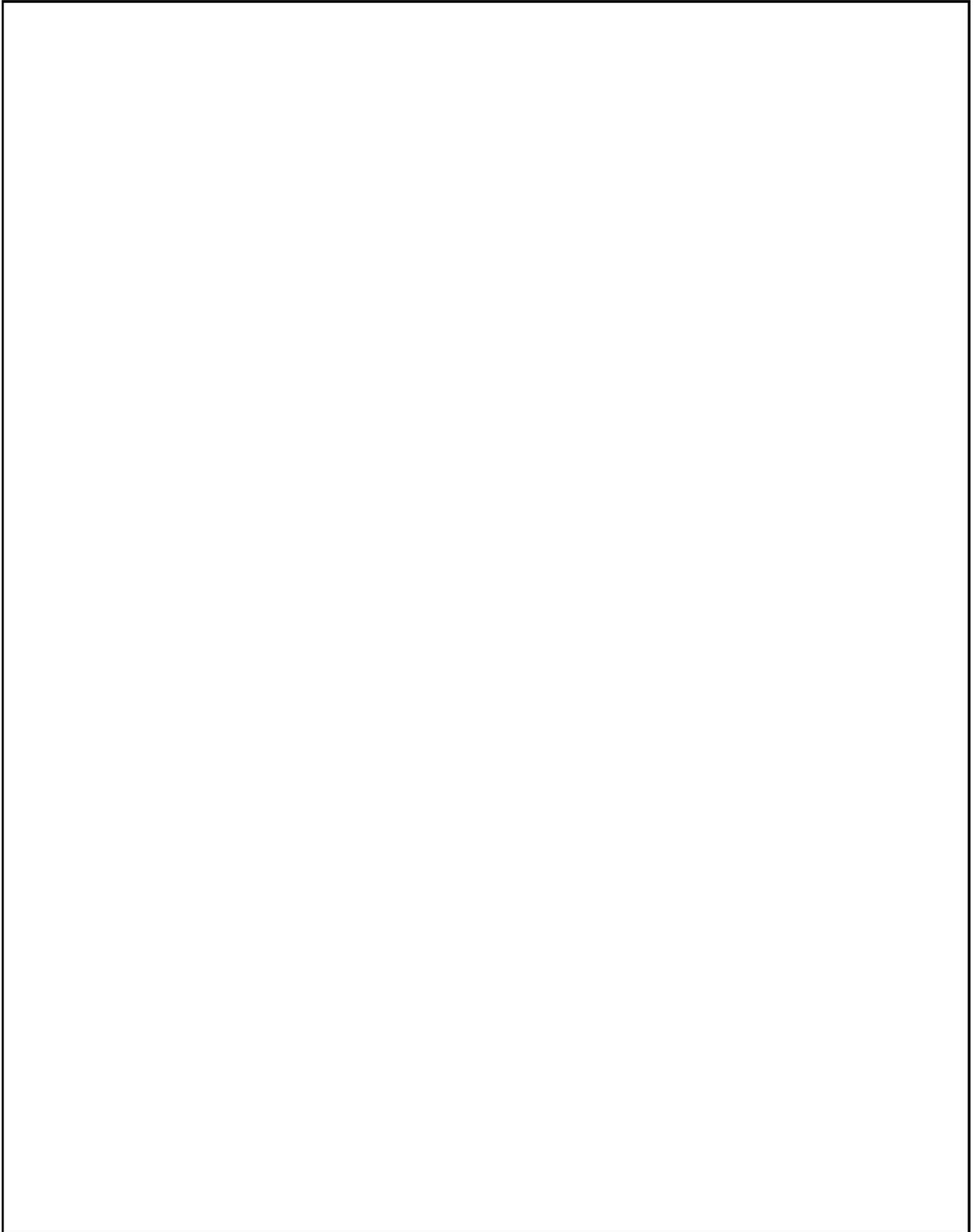
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	C	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
		0,31	B	1,08	E
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m<sup>2</sup>año]</i>		<i>Energía primaria ACS [kWh/m<sup>2</sup>año]</i>	
		15,98		28,97	
		<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m<sup>2</sup>año]</i>		0,43	A		
53,16		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m<sup>2</sup>año]</i>			
		8,21			

**ANEXO III**  
**RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA**

## ANEXO IV

### PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

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





## **ANEXO 5**





# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	
<b>CAPÍTULO 05 ALBAÑILERIA</b>										
EFCC.5abda	m2 30cm LH+LH7+ENL+EPS-0.003/15 Cerramiento compuesto por hoja principal de fábrica de 30cm de espesor, realizada con ladrillos cerámicos huecos, revestida por el exterior con enfoscado de mortero CSIV-W2 de 1.5cm de espesor, con cámara de aire ligeramente ventilada a efectos del DB-HE y sin ventilar a efectos del DB-HS, aislamiento térmico no hidrófilo por el interior a base de poliestireno expandido de 15mm de espesor, con una conductividad de 0.003 W/mK, doblado con tabique de 7cm de espesor, realizado con fábrica de ladrillos cerámicos huecos de 24x11.5x7cm, guarnecido y enlucido de yeso y acabado con revestimiento plástico delgado, incluso formación de dinteles y jambas, ejecución de encuentros, elementos especiales y recibido de carpintería, considerando un 3% de pérdidas y un 20% de mermas de mortero según DB SE-F del CTE, NTE-FFL, NTE-RPG y NTE-RPE. Tipo FC05a01S34030, según el Catálogo de elementos constructivos (Documento Reconocido por la Generalitat DRA 02/10). E= 295 mm M= 225 kg/m2 U= 0.62 W/m2K, según DB HE del CTE. Grado de impermeabilización (G.I.)= 4, según DB HS del CTE. Resistencia al fuego= EI120, según DB SI del CTE. Índice global de reducción acústica, ponderado A (RA)= 46 dBA, según DB HR del CTE. Índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido exterior dominante de automóviles o de aeronaves, (RA,tr)= 41 dBA, según DB HR del CTE.									
ACT0010	Cerramiento	2	10,25	2,50		51,25				
ACT0010	Cerramiento	2	6,50	2,50		32,50				
ACT0010	Cerramiento	1	10,25	2,90		29,73	113,48		8.373,69	
							113,48	73,79	8.373,69	
EFPC.1acc	m2 PT 1 hj LHD e 7cm enl-enl Partición y formación de cámaras en medianeras, de una hoja de ladrillo cerámico hueco de 7cm de espesor, realizada con piezas de 24x11.5x7 cm aparejadas de canto y recibidas con mortero de cemento M-5, con juntas de 1cm de espesor, con guarnecido maestreado y enlucido de yeso de 1.5cm por ambos lados, incluso replanteo, nivelación y aplomado, parte proporcional de enjarjes, mermas y roturas, humedecido de las piezas y limpieza, considerando un 3% de pérdidas y un 30% de mermas de mortero, según DB SE-F del CTE, NTE-PTL y NTE-RPG .									
ACT0010	Partición	1	2,20	2,50		5,50				
ACT0010	Partición	3	3,10	2,50		23,25				
ACT0010	Partición	1	7,50	2,50		18,75				
ACT0010	Partición	1	4,00	2,50		10,00				
ACT0010	Partición	1	8,60	1,40		12,04				
ACT0010	Partición	3	8,60	2,50		64,50				
ACT0010	Partición	1	4,30	2,50		10,75				
ACT0010	Partición	1	2,00	2,50		5,00				
ACT0010	Medianeras	2	6,00	2,50		30,00	179,79		8.018,63	
							179,79	44,60	8.018,63	
EFPC.1aeea	m2 PT 1 hj LHT e 11cm enl-sin Tabicón de ladrillo cerámico hueco de 11cm de espesor, realizada con piezas de 24x11.5x11 cm aparejadas de canto y recibidas con mortero de cemento M-5, con juntas de 1cm de espesor, en petos laterales del tejado medido a cinta corrida, incluso replanteo, nivelación y aplomado, parte proporcional de enjarjes, mermas y roturas, humedecido de las piezas y limpieza, considerando un 3% de pérdidas y un 30% de mermas de mortero, según DB SE-F del CTE, NTE-PTL y NTE-RPG .									
ACT0010	Tabicón	2	9,00	0,80		14,40	14,40		519,26	

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
							14,40	36,06	519,26
EEFC.9bbb	m2 Bóveda esca a 2R RASILLA 25x12x3 Bóveda tabicada en zancas de escalera a montacaballo, construida según SE-F del CTE, con dos roscas de rasillas cerámicas de 25x12x3cm, recibidos con pasta de yeso la primera, y la segunda rosca a matajunta, con mortero de cemento de M-5, incluso replanteo, apertura de roscas en muros, parte proporcional de mermas y roturas, humedecido de las piezas y limpieza.						14,40	36,06	519,26
ACT0010	Escalera	1	4,00	1,00		4,00			
ACT0010	Escalera	1	2,20	2,20		4,84	8,84		497,25
							8,84	56,25	497,25
EEFC15cbb	m2 Esc desc+rella 2rsc 24x11.5x3 Escalera de un tramo, construida según SE-F del CTE, con bóvedas tabicadas a montacaballo con descansillo y rellano, con dos roscas de ladrillos cerámicos huecos de 24x11.5x3 cm., recibidos con pasta de yeso la primera, y la segunda a matajunta y recibidos con mortero de cemento M-5, incluso replanteo, apertura de rozas por medios mecánicos, formación de peldaños, macizado de mesetas con cascote limpio y mortero de cemento, parte proporcional de mermas y roturas, humedecido de las piezas y limpieza.								
							10,54	87,32	920,35
<b>TOTAL CAPÍTULO 05 ALBAÑILERIA .....</b>									<b>18.329,18</b>

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD PRECIO IMPORTE

## CAPÍTULO 06 CUBIERTAS

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
EQTV.2ADAA	m2 Cub tej cer árabe rj s/rast Cubierta inclinada ventilada con forjado inclinado formada por tejado de teja árabe de 43x26cm roja con encajes frontal y lateral, clavada sobre listones de madera dispuestos en el sentido normal al de la máxima pendiente, clavados a su vez a rastreles paralelos al sentido la máxima pendiente fijados al soporte resistente mediante tirafondos cada 50cm, aislamiento térmico a base de poliestireno extruido (XPS) de 20mm de espesor y K=0,027 W/m°C dispuesto entre los rastreles dejando una cámara de ventilación de 30mm adherido al soporte mediante adhesivo bituminoso PB-II , incluso limpieza, replanteo, formación de alero, cumbre, limas y encuentros especiales.								
ACT0010	Sobre fdo inclinado	2	3,80	6,00		45,60	45,60		1.493,86
							45,60	32,76	1.493,86
EQTH.3bcb	m2 Tej tab alig tabl machh tej árabe Tejado compuesto por capa de aislamiento, tabicones aligerados tablero de machihembrados y cobertura con tejas árabes, recibidas con mortero de cemento, incluso parte proporcional de formación de aleros, cumbre, limas y encuentros especiales, según NTE/QTT. Según DB HS-1 del CTE.								
ACT0010	Sobre fdo horzta	2	6,50	5,50		71,50	71,50		4.022,59
							71,50	56,26	4.022,59
<b>TOTAL CAPÍTULO 06 CUBIERTAS.....</b>									<b>5.516,45</b>

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO                      RESUMEN                      UDS   LONGITUD   ANCHURA   ALTURA   PARCIALES                      CANTIDAD                      PRECIO                      IMPORTE

## CAPÍTULO 07 AISLAMIENTO

ENTQ.6aaa	m2    Aisl cub EPS 0.033 e20mm Aislamiento térmico en cubiertas planas no transitables, con poliestireno expandido (EPS) de 20 mm de espesor, mecanizado lateral recto y superficie lisa, con una conductividad térmica de 0.033 W/mK y resistencia térmica 0.60 m2K/W, reacción al fuego Euroclase E, código de designación EPS-EN 13163 - T1-L1-W1-S2-P3-DS(N)5-BS200-CS(10)150-DLT(1)5-MU30a70, incluso parte proporcional de elementos de sujeción y corte del aislante.	8,50	7,80	66,30
TOTAL CAPÍTULO 07 AISLAMIENTO .....				66,30



# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO      RESUMEN      UDS   LONGITUD   ANCHURA   ALTURA   PARCIALES   CANTIDAD      PRECIO      IMPORTE

del cerco y accesorios que garanticen su correcto funcionamiento, acabada en color blanco para recibir acristalamiento de hasta 33mm, recibida directamente en un hueco de obra de 90x210cm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50cm y a menos de 25cm de las esquinas tomadas con morteros de cemento, incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza, según NTE-FCL, con clasificación a la permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación a la estanquidad al agua según UNE-EN 12208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento según UNE-EN 12210.

	1,00	241,54	241,54
--	------	--------	--------

TOTAL CAPÍTULO 12 CARPINTERIA METALICA.....		1.935,50	
---	--	----------	--

TOTAL.....		25.847,43	
------------	--	-----------	--

PRESUPUESTO  
EDIFICIO MEJORADO



# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 05 ALBAÑILERÍA</b>									
EADF.2baa	m3 Demol fab ldr maz1pi man Demolición de fábrica de ladrillo macizo de 1 pie, a mano, con retirada de escombros y carga, incluido el transporte a vertedero, según NTE/ADD-9.						20,50	30,93	634,07
ERPE.1caba	m2 Enf M-15 bruñ vert ext Enfoscado sin maestrear bruñido, con mortero de cemento M-15 en paramento vertical exterior, según NTE-RPE-5.						22,02	5,08	111,86
ENTF.3eca	m2 Aisl fach EPS 0.033 40mm Aislamiento térmico por el exterior de fachadas con revoco directo, con poliestireno expandido (EPS) de 40 mm de espesor, con una conductividad térmica de 0.033 W/mK y resistencia térmica 1.20 m2K/W, reacción al fuego Euroclase E, con marcado CE, código de designación EPS-EN 13163 - T2-L2-W2-S2-P4-DS(N)2-BS50-TR100-WL(T)5, incluso parte proporcional de elementos de sujeción y corte del aislante.						22,02	5,46	120,23
ERPE.2a	m2 Enfoscado impermeabilizante Enfoscado sin maestrear y revoco fratasado, realizado con mortero de cemento M-15, con impermeabilizante hidrófugo, incluso lechada de cemento, indicado para la para la impermeabilización de depósitos de agua, piscinas, canales, etc, en interior de sótanos y exterior de muros enterrados.						22,02	16,89	371,92
ERPP.1ebbb	m2 Pint prmto ext res mt col Revestimiento de paramentos exteriores con resinas pliolite, impermeabilizante en base disolvente apto para la restauración de fachadas, de gran penetración en el soporte, baja retención de suciedad, con textura tipo liso y acabado mate, en colores, previa limpieza del soporte y eliminación de desconchados, aplicación de una mano con equipo airless o dos manos a rodillo.						22,02	4,72	103,93
<b>TOTAL CAPÍTULO 05 ALBAÑILERÍA .....</b>									<b>1.342,01</b>

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 06 CUBIERTAS</b>									
EADQ12a	m2 Demolición tabique palomero Demolición de tabique palomero en formación de cubierta, de ladrillo hueco, incluso retirada de escombros y carga, sin incluir transporte a vertedero, según NTE/ADD-9.						45,60	6,36	290,02
ERPE.2a	m2 Enfoscado impermeabilizante Enfoscado sin maestrear y revoco fratasado, realizado con mortero de cemento M-15, con impermeabilizante hidrófugo, incluso lechada de cemento, indicado para la para la impermeabilización de depósitos de agua, piscinas, canales, etc, en interior de sótanos y exterior de muros enterrados.						75,52	16,89	1.275,53
EQTH.3bcb	m2 Tej tab alig tabl machh tej árabe Tejado compuesto por capa de aislamiento, tabicones aligerados tablero de machihembrados y cobertura con tejas árabes, recibidas con mortero de cemento, incluso parte proporcional de formación de aleros, cumbrera, limas y encuentros especiales, según NTE/QTT. Según DB HS-1 del CTE.						75,52	8,30	626,82
EADQ.9a	m2 Demol enlistonado madera Demolición de enlistonado de madera colocadado sobre los cabios para soporte del revestimiento de cubierta o para soporte del cielo raso, con retirada de escombros y carga, sin incluir transporte a vertedero.						29,92	5,55	166,06
<b>TOTAL CAPÍTULO 06 CUBIERTAS.....</b>									<b>2.358,43</b>

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 07 AISLAMIENTO</b>									
ENTQ.2cba	m2 Aisl cub XPS 0.027 e40mm Aislamiento térmico en cubiertas inclinadas entre rastreles, con poliestireno extruido (XPS) de 40mm de espesor, mecanizado lateral recto y superficie lisa, con una conductividad térmica de 0.027 W/mK y resistencia térmica 1.15 m <sup>2</sup> K/W, reacción al fuego Euroclase E, código de designación XPS-EN 13164 - T1-CS(10\Y)150-DS(T+)-DS(TH)-DLT(1)5-WL(T)0, incluso parte proporcional de elementos de sujeción y corte del aislante.								
ACT0010	Sobre fdo inclinado	2	3,80	6,00		45,60	45,60		530,33
							45,60	11,63	530,33
ENTQ.6aab	m2 Aisl cub EPS 0.034 e40mm Aislamiento térmico en cubiertas planas no transitables, con poliestireno expandido (EPS) de 40mm de espesor, mecanizado lateral recto y superficie lisa, con una conductividad térmica de 0.034 W/mK y resistencia térmica 0.55 m <sup>2</sup> K/W, reacción al fuego Euroclase E, código de designación EPS-EN 13163 - T1-L1-W1-S2-P3-DS(N)5-BS200-CS(10)150-DLT(1)5-MU30a70, incluso parte proporcional de elementos de sujeción y corte del aislante.								
ACT0010	Solera planta baja	1	8,50	1,00		8,50	8,50		69,70
							8,50	8,20	69,70
<b>TOTAL CAPÍTULO 07 AISLAMIENTO .....</b>									<b>600,03</b>

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD PRECIO IMPORTE

## CAPÍTULO 12 CARPINTERIA METALICA

EFTL.4efba	u	Vent ab 1hj 120x60	Ventana abatible de una hoja, realizada con perfiles con rotura de puente térmico de aluminio anodizado de 15 micras con sello de calidad Ewaa-Euras con canal europeo, junta de estanqueidad interior, sellante en esquinas del cerco y accesorios que garanticen su correcto funcionamiento, acabada en color natural para recibir acristalamiento de hasta 38mm, recibida directamente en un hueco de obra de 120x60cm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50cm y a menos de 25cm de las esquinas tomadas con morteros de cemento, incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza, según NTE-FCL.					
						3,00	119,06	357,18
EFTL.4gffa	u	Vent crra 2hj 120x120	Ventana corredera de dos hojas, realizada con perfiles con rotura de puente térmico de aluminio anodizado de 15 micras con sello de calidad Ewaa-Euras con canal europeo, junta de estanqueidad interior, sellante en esquinas del cerco y accesorios que garanticen su correcto funcionamiento, acabada en color natural para recibir acristalamiento de hasta 26mm, recibida directamente en un hueco de obra de 120x120cm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50cm y a menos de 25cm de las esquinas tomadas con morteros de cemento, incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza, según NTE-FCL.					
						7,00	195,36	1.367,52
EFTL.4gfb	u	Vent crra 2hj 120x60	Ventana corredera de dos hojas, realizada con perfiles con rotura de puente térmico de aluminio anodizado de 15 micras con sello de calidad Ewaa-Euras con canal europeo, junta de estanqueidad interior, sellante en esquinas del cerco y accesorios que garanticen su correcto funcionamiento, acabada en color natural para recibir acristalamiento de hasta 26mm, recibida directamente en un hueco de obra de 120x60cm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50cm y a menos de 25cm de las esquinas tomadas con morteros de cemento, incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza, según NTE-FCL.					
						1,00	168,77	168,77
EFTL.4adla	u	Prta ab 1hj 90x210	Puerta balconera abatible de una hoja, realizada con perfiles con rotura de puente térmico de aluminio anodizado de 15 micras con sello de calidad Ewaa-Euras con canal europeo, junta de estanqueidad interior, sellante en esquinas del cerco y accesorios que garanticen su correcto funcionamiento, acabada en color natural para recibir acristalamiento de hasta 38mm, recibida directamente en un hueco de obra de 90x210cm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50cm y a menos de 25cm de las esquinas tomadas con morteros de cemento, incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza, según NTE-FCL.					
						1,00	225,82	225,82
EFTL.4bjla	u	Prta ab 2hj 180x210	Puerta balconera abatible de dos hojas, realizada con perfiles con rotura de puente térmico de aluminio anodizado de 15 micras con sello de calidad Ewaa-Euras con canal europeo, junta de estanqueidad interior, sellante en esquinas del cerco y accesorios que garanticen su correcto funcionamiento, acabada en color natural para recibir acristalamiento de hasta 38mm, recibida directamente en un hueco de obra de 180x210cm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50cm y a menos de 25cm de las esquinas tomadas con morteros de cemento,					

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza, según NTE-FCL.						1,00	316,14	316,14
TOTAL CAPÍTULO 12 CARPINTERIA METALICA.....									2.435,43

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 24 INSTALACIÓN CALDERA BIOMASA</b>									
E024	u Caldera acero combustible						1,00	4.847,15	4.847,15
E021	u Alimentación de policombustible						1,00	659,10	659,10
E023	u Elementos de insercción en pared						2,00	50,00	100,00
E022	u Tubos de succión						1,00	214,00	214,00
E027	u Deflector de impacto						1,00	60,00	60,00
E026	u Extintor						1,00	40,00	40,00
E025	u Unidad de protección contra incendios						1,00	57,00	57,00
EIEM11baaa	u Intr simple nor emp con visor Interruptor empotrado de calidad media con mecanismo completo de 10A/250 V con tecla, y visor luminoso y con marco, incluso pequeño material y totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.						1,00	16,25	16,25
EIIP.1bbbb	u Prta ctfue 60 1hj a 80x205 mir Puerta cortafuegos abatible de acero de 1 hoja, para evitar la propagación del fuego en edificios con resistencia al fuego EI2 60-C instalada en hueco de 80x205 cm, formada por un cerco de perfil laminado en forma de Z, corte a 45° soldado a tope, dos chapas de acero de 1mm de espesor, plegadas, ensambladas y montadas con una cámara entre ambas de manterial aislante ignífugo, bisagras reforzadas con discos templados antidesgaste de la hoja, manilla antifuego con alma de acero y recubrimiento de material plástico, cierre automático especial antifuego reversible según norma UNE-EN 1154, con acabado de polvo epoxidico polimerizado al horno, en color beige, todo ello conforme a las especificaciones dispuestas en la norma UNE-EN 1634, incluso retenedor electromagnético y selector de cierre y mirilla lacada de 245mm de diámetro con vidrio no mallado de alta calidad, totalmente instalada, comprobada y en correcto funcionamiento según DB SI-1 del CTE.						1,00	568,92	568,92
EILI.2ba	u Rgfl flu estn 2x18W encd electrn Regleta fluorescente estanca IP66 con carcasa de poliéster reforzado con fibra de vidrio y difusor acrílico, para fijación a techo o montaje suspendido, con lámparas fluorescentes de 2x18 W y equipo de encendido electromagnético, incluido anclajes de fijación a techo, instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.						1,00	58,27	58,27
EFPC.1addd	m2 PT 1 hj LHD e 9 cm enf-enf Partición de una hoja de ladrillo cerámico hueco de 9 cm de espesor, realizada con piezas de 24x11.5x9 cm aparejadas de canto y recibidas con mortero de cemento M-5, con juntas de 1 cm de espesor, con enfoscado de mortero maestreado y fratasado de 1.5 cm de espesor por ambos lados, incluso replanteo, nivelación y aplomado, parte proporcional de enjarjes, mermas y roturas, humedecido de las piezas y limpieza, considerando un 3% de pérdidas y un 30% de mermas de mortero, según DB SE-F del CTE, NTE-PTL y NTE-RPE.						4,25	47,47	201,75

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	TOTAL CAPÍTULO 24 INSTALACIÓN CALDERA BIOMASA .....								6.822,44
	TOTAL.....								13.558,34





## **ANEXO 6**



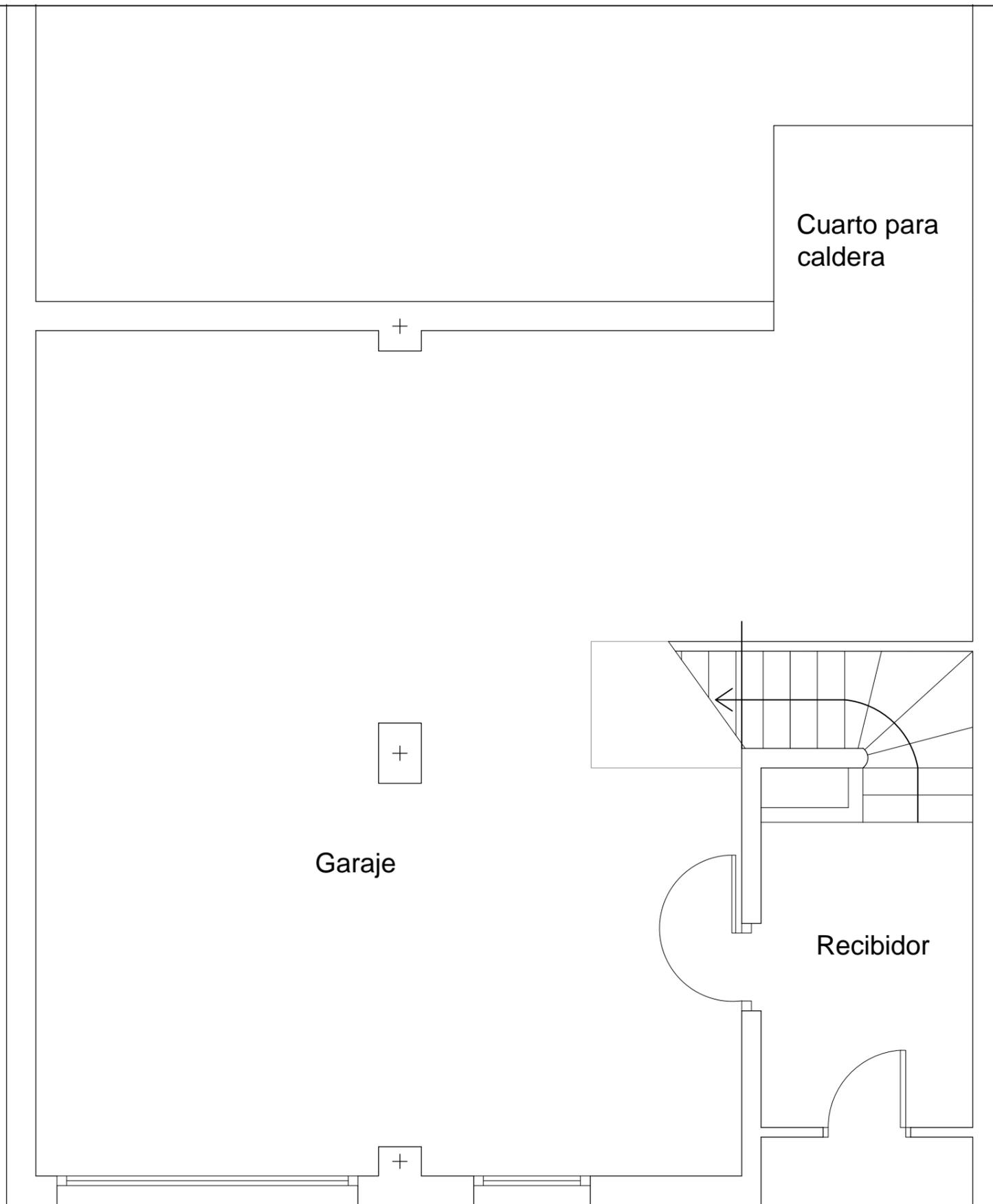


## ÍNDICE DE PLANOS

---

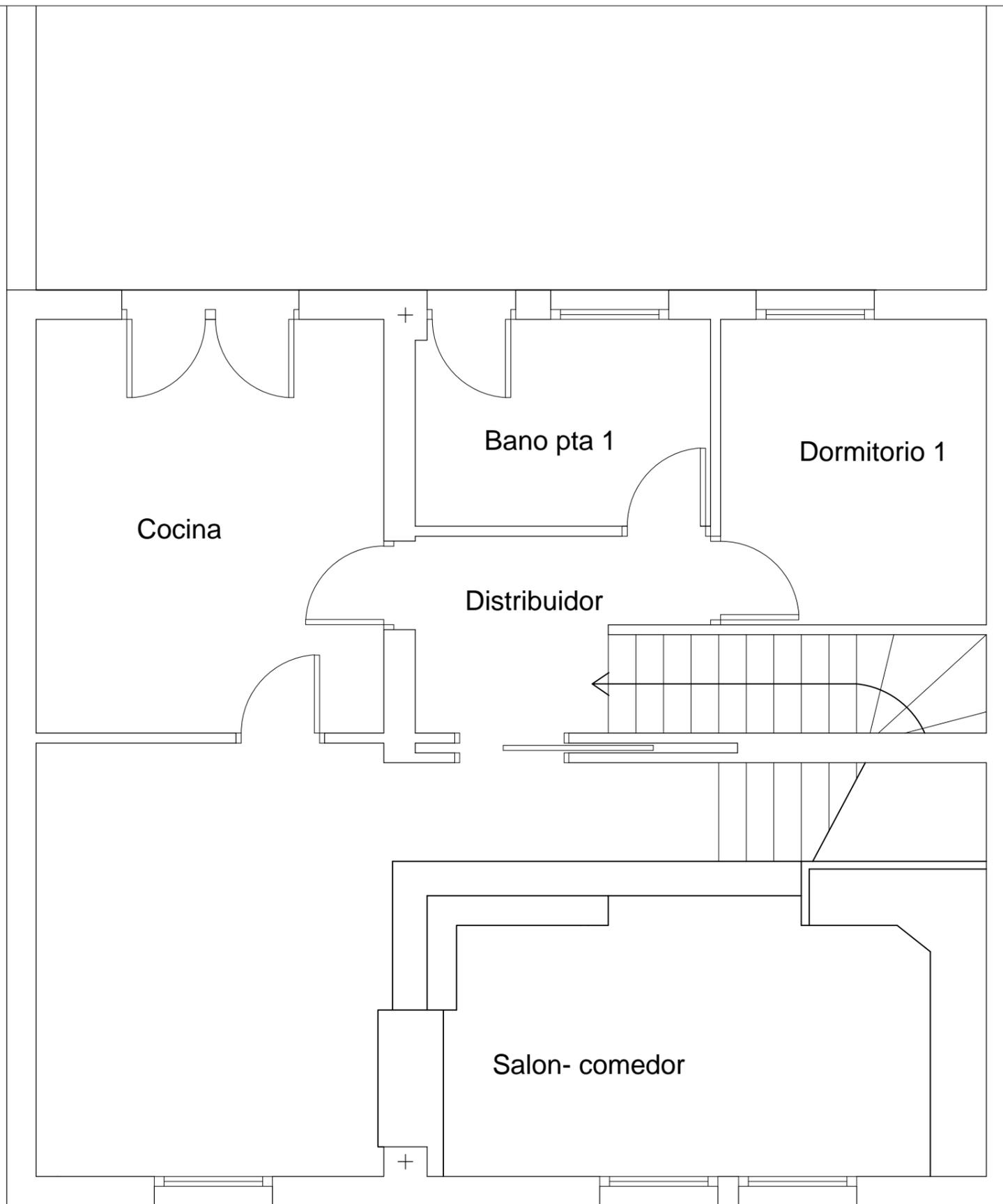
01. Plano de superficies planta baja
02. Plano de superficies planta primera
03. Plano de superficies planta segunda
04. Plano de cotas planta baja
05. Plano de cotas planta primera
06. Plano de cotas planta segunda
07. Plano de cubierta
08. Memoria de carpintería
09. Alzado principal
10. Alzado posterior
11. Sección AA'
12. Sección BB'
13. Detalle solados y alicatados
14. Detalle carpintería de madera y armario
15. Detalle estructura
16. Detalle de cimentación
17. Detalle cerramientos
18. Plano cuarto de calderas





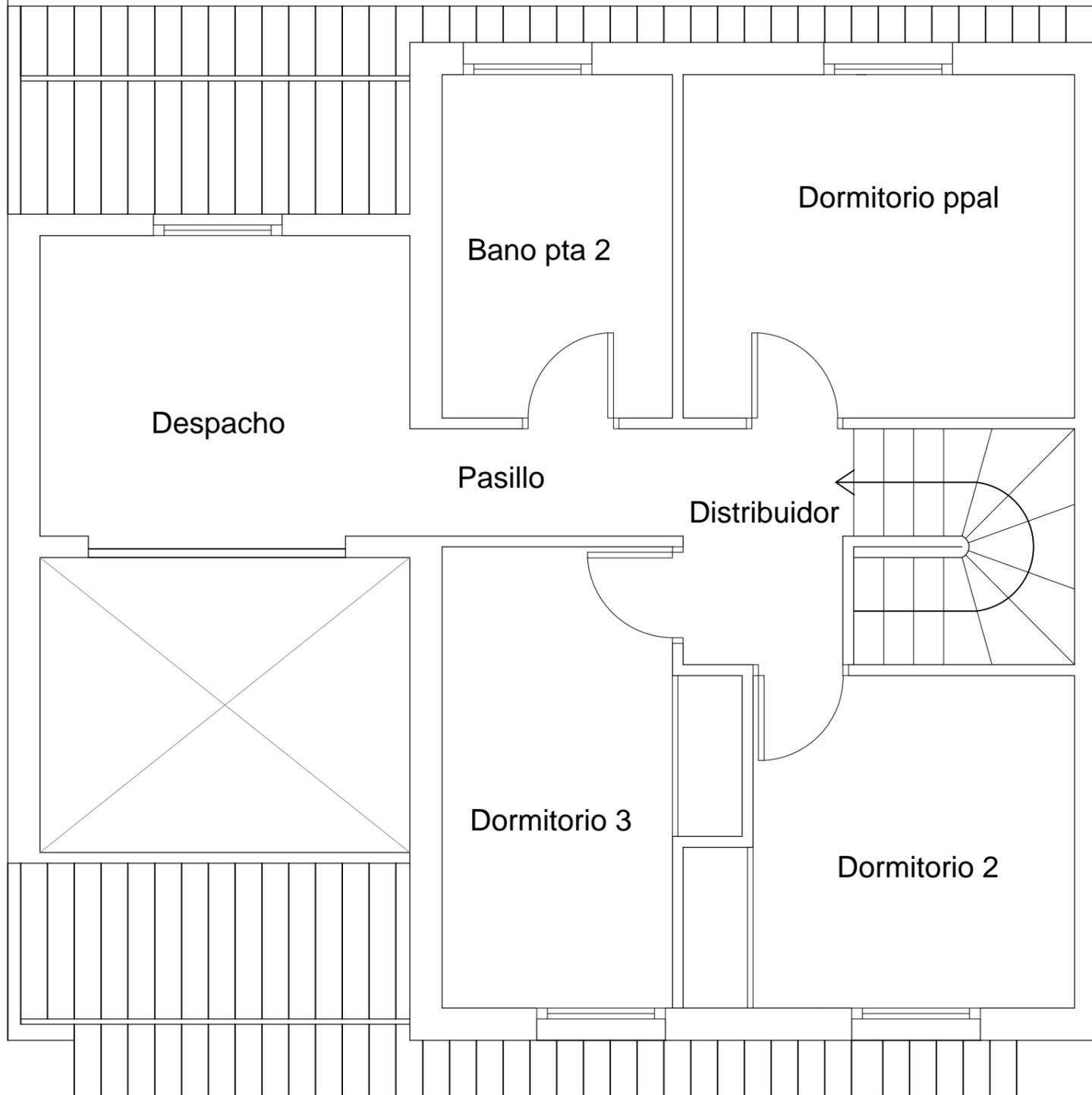
PLANTA BAJA		(m <sup>2</sup> )
Recibidor		6,85
Garaje		70,87
Cuarto para caldera		4,32
<b>TOTAL</b>		<b>82,04</b>

Desarrollo PTC	PLANO DE SUPERFICIES PLANTA BAJA	E: 1/50
 UNIVERSITAT POLITÀCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNA: MONTESINOS BURGOS, IRENE	CURSO 13-14
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	TRABAJO FINAL DE GRADO	Nº PLANO: 01



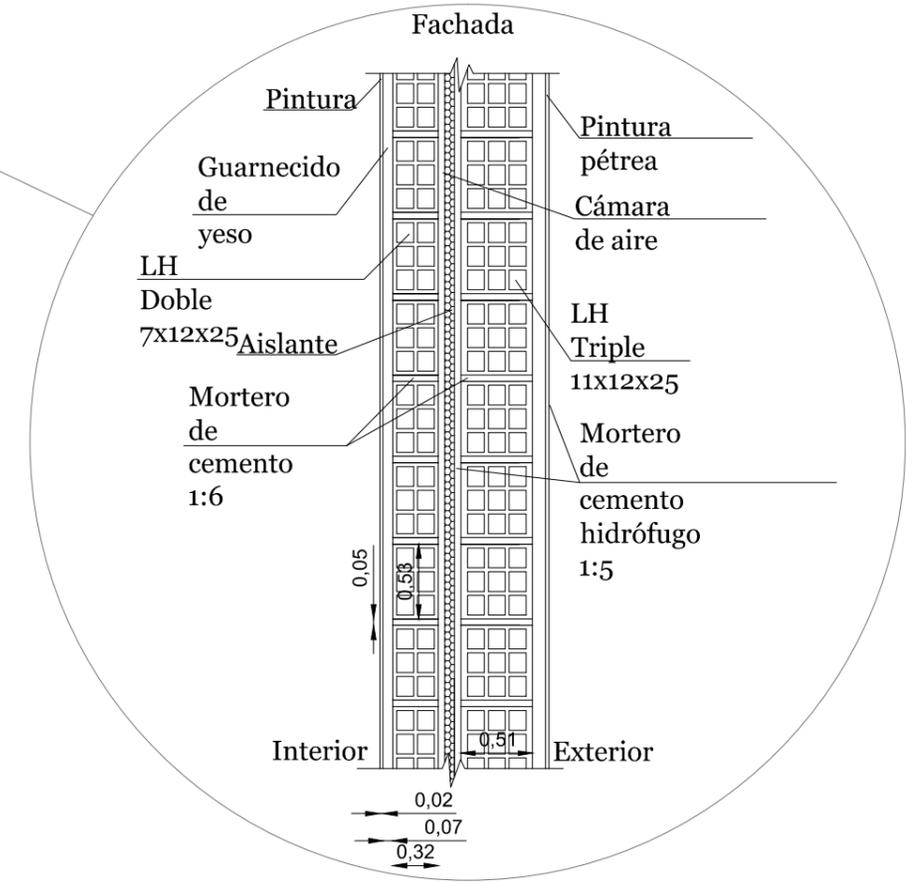
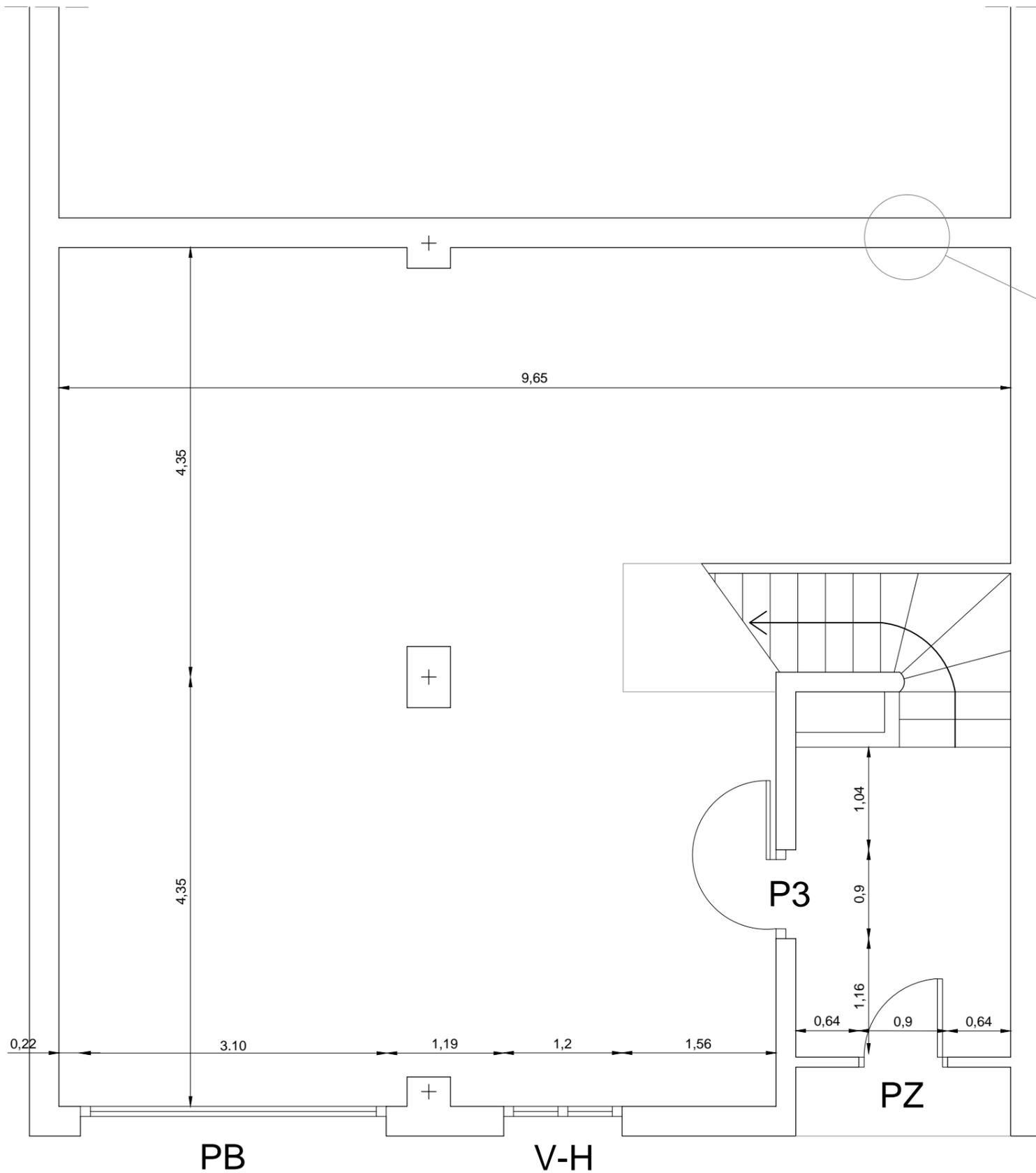
PLANTA PRIMERA		(m <sup>2</sup> )
Distribuidor		4,86
Dormitorio 1		8,37
Bano Planta 1		6,28
Cocina		14,82
Salon-Comedor		40,32
<b>TOTAL</b>		<b>74,65</b>

Desarrollo PTC	PLANO DE SUPERFICIES PRIMERA PLANTA	E: 1/50
 UNIVERSITAT POLITÀCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNA: MONTESINOS BURGOS, IRENE	CURSO 13-14
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	TRABAJO FINAL DE GRADO	Nº PLANO: 02

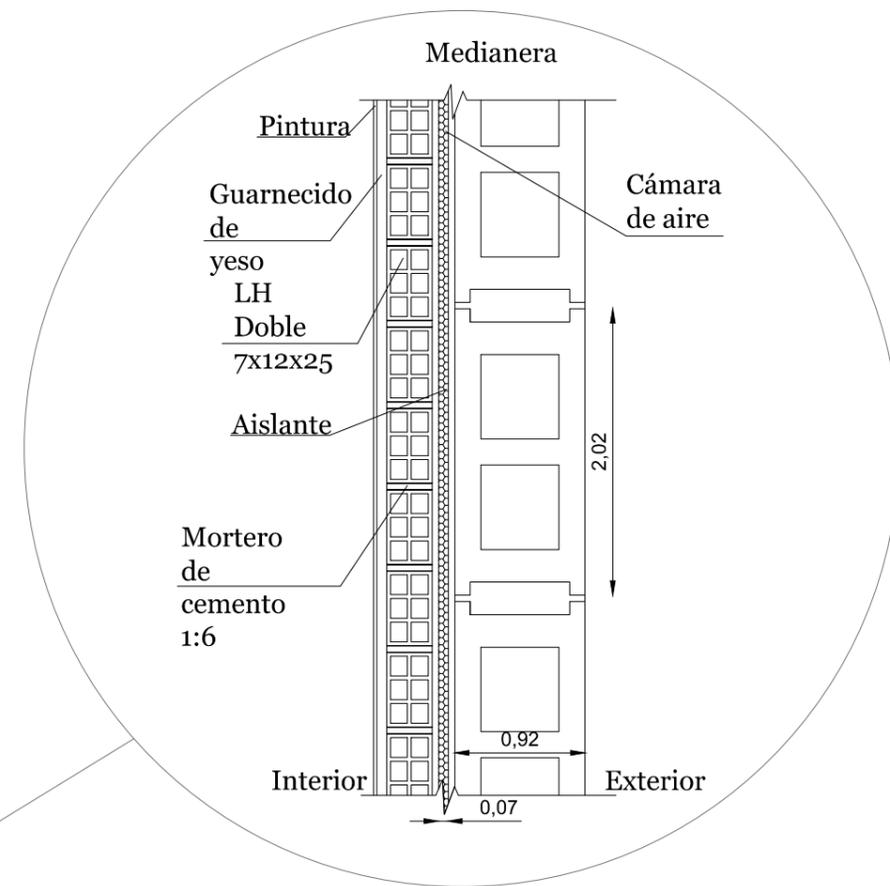
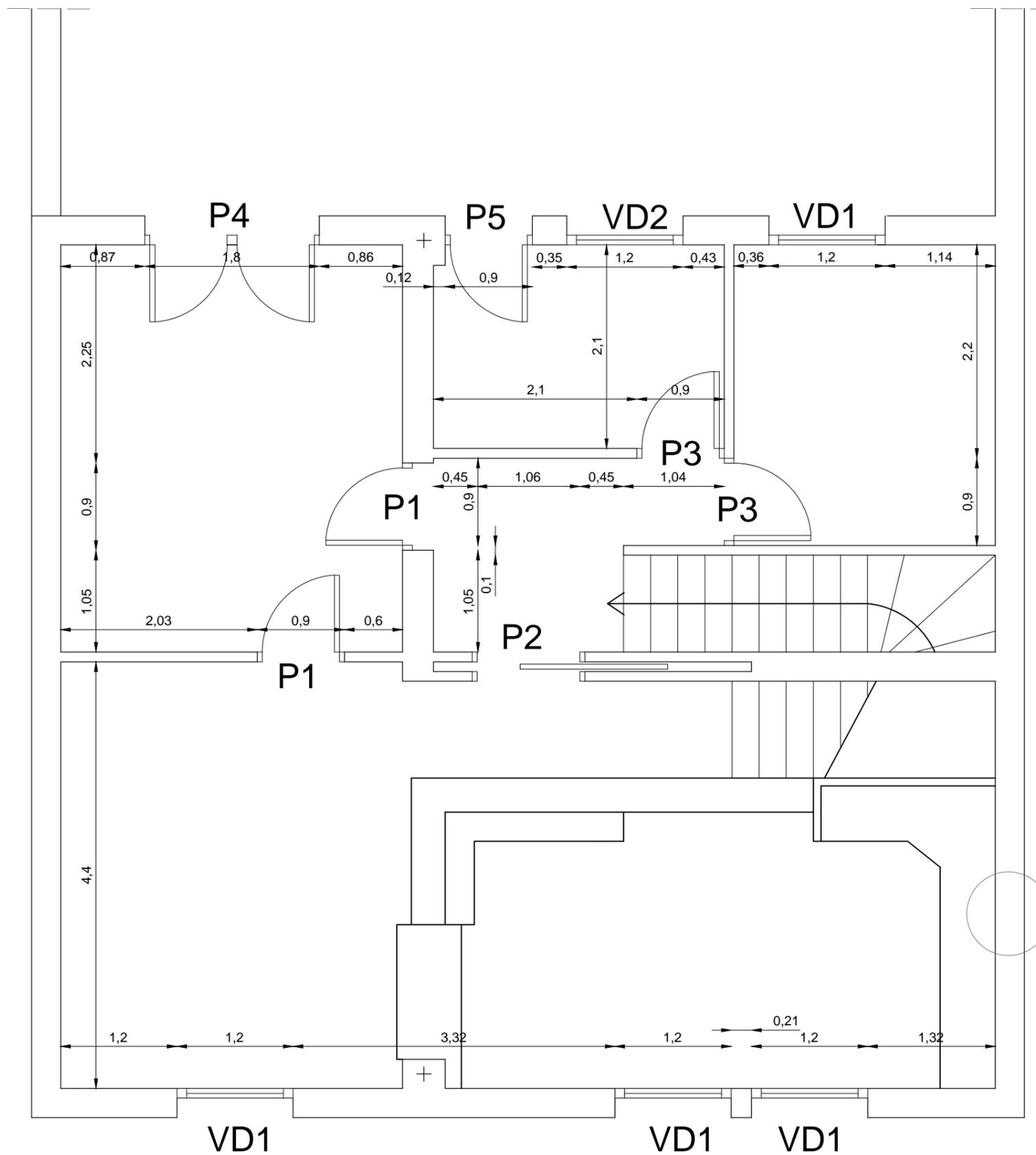


PLANTA PRIMERA	(m <sup>2</sup> )
Distribuidor	3,38
Pasillo	2,55
Dormitorio Principal	11,68
Dormitorio 2	9,30
Dormitorio 3	9,26
Bano planta 2	6,88
Despacho	9,94
<b>TOTAL</b>	<b>52,99</b>

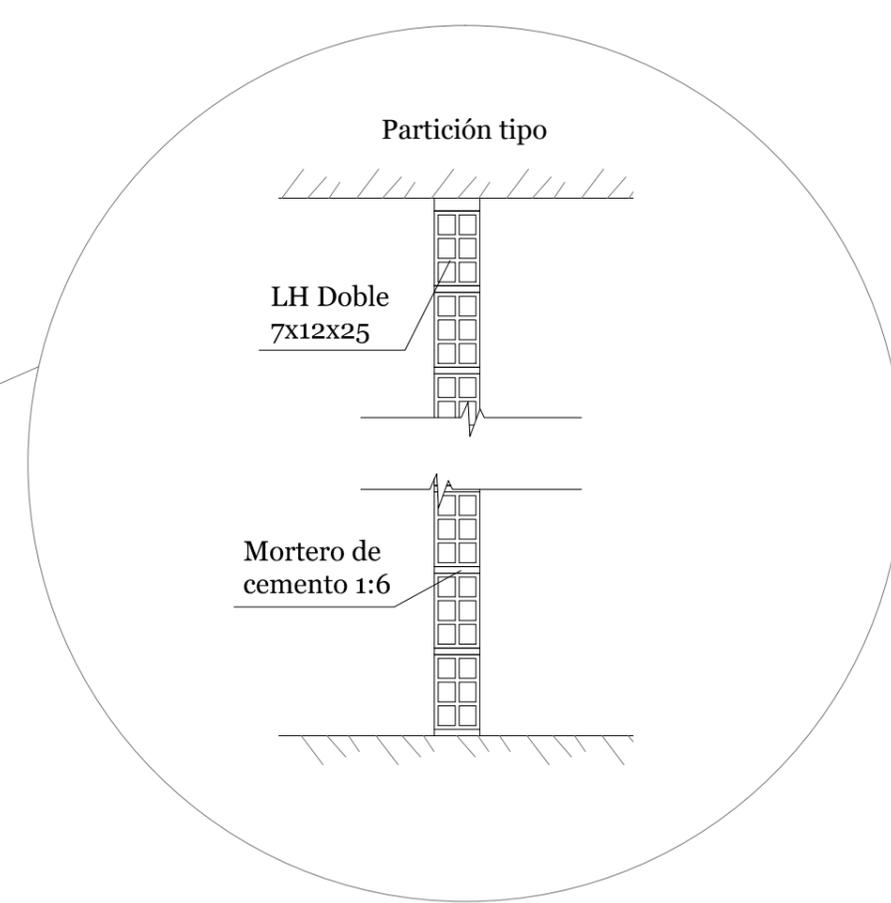
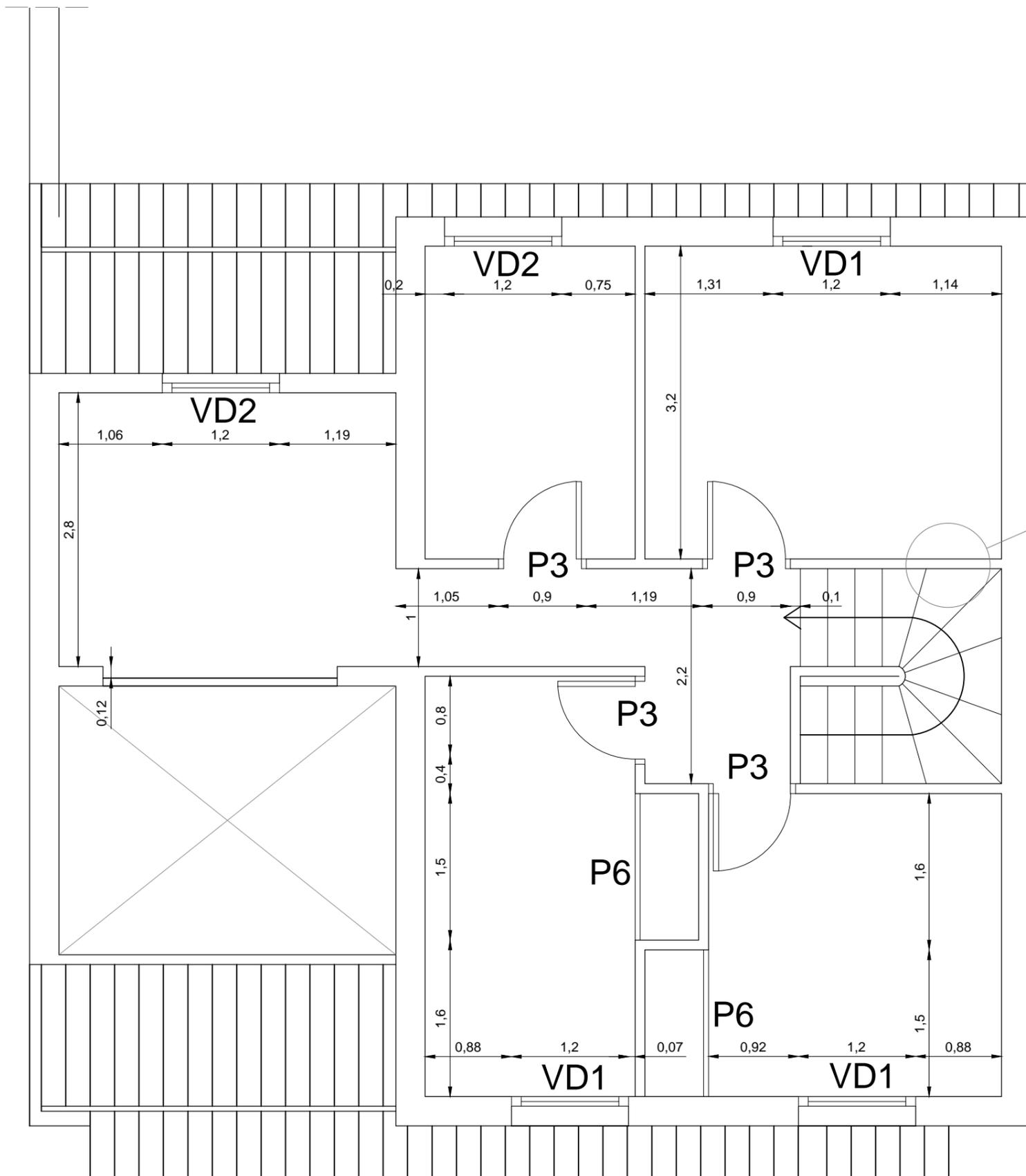
Desarrollo PTC	PLANO DE SUPERFICIES SEGUNDA PLANTA	E: 1/50
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNA: MONTESINOS BURGOS, IRENE	CURSO 13-14
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	TRABAJO FINAL DE GRADO	Nº PLANO: 03



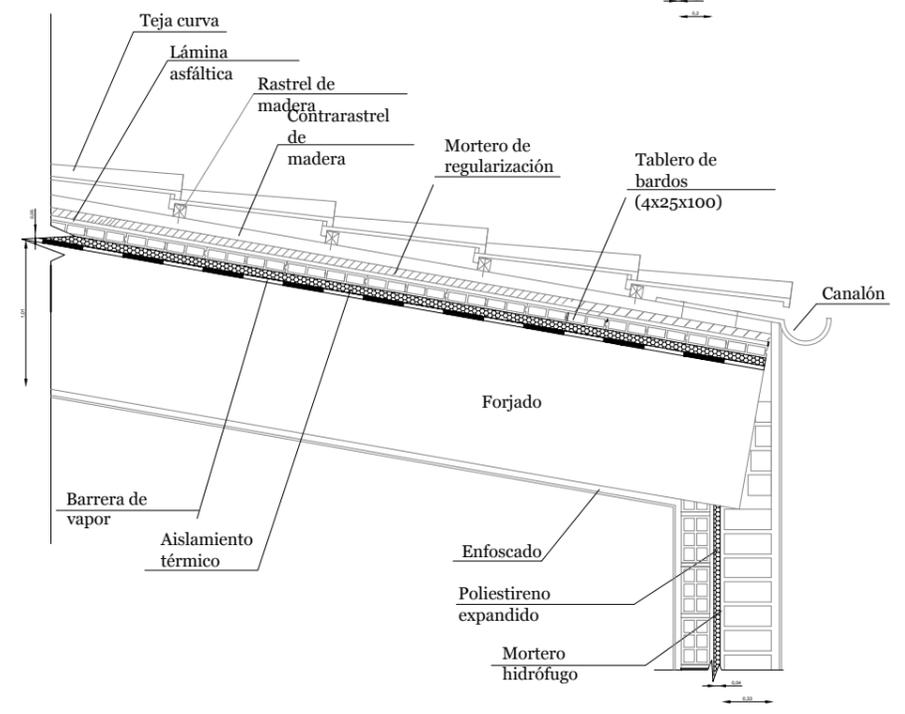
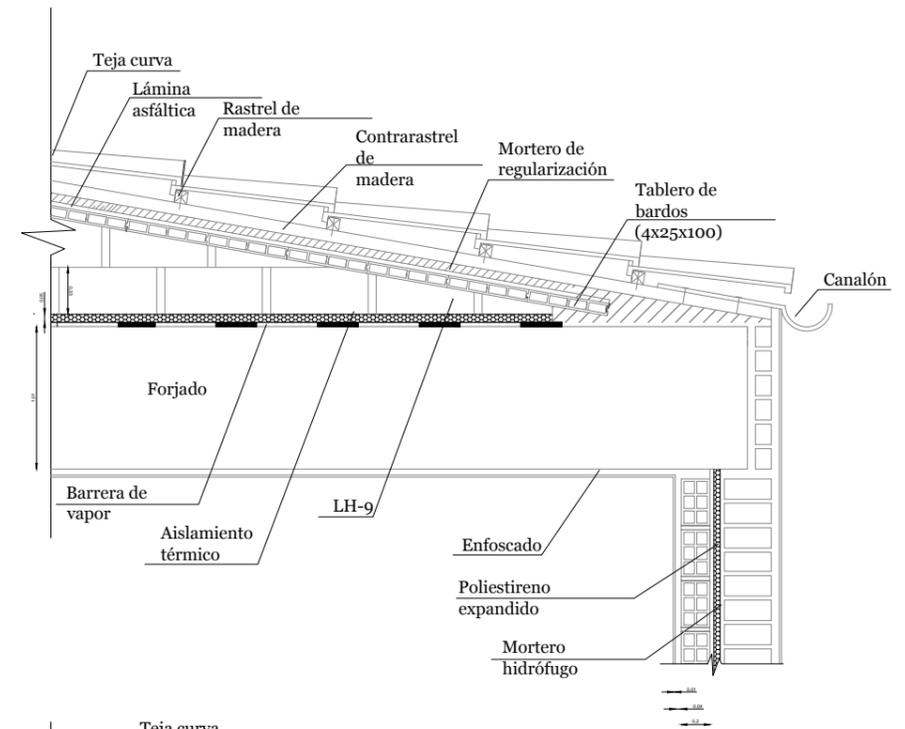
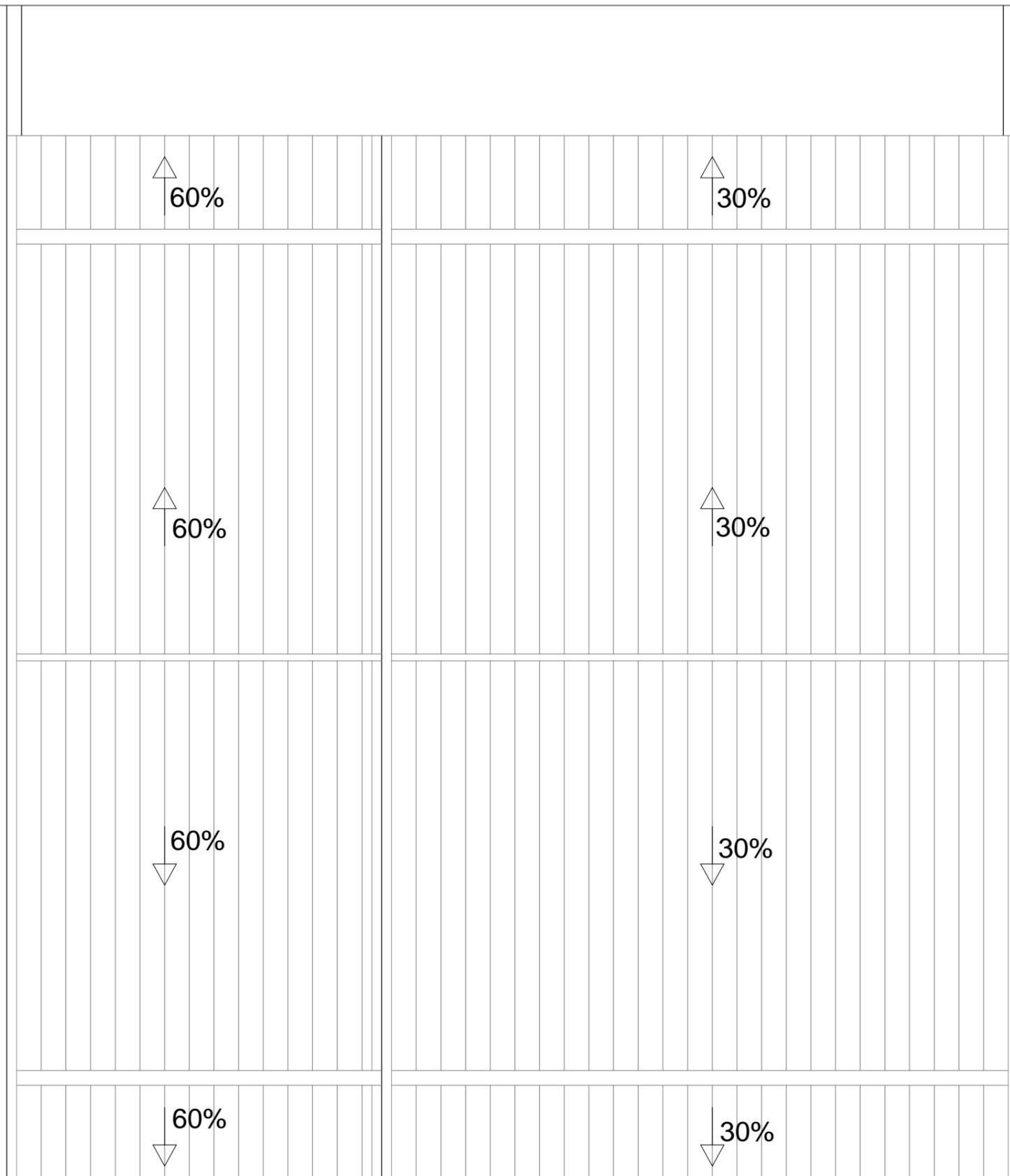
Desarrollo PTC	PLANO DE COTAS PLANTA BAJA	E: 1/50
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNA: MONTESINOS BURGOS, IRENE	CURSO 13-14
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	TRABAJO FINAL DE GRADO	Nº PLANO: 04



Desarrollo PTC	PLANO DE COTAS PRIMERA PLANTA	E: 1/50
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNA: MONTESINOS BURGOS, IRENE	CURSO 13-14
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	TRABAJO FINAL DE GRADO	Nº PLANO: 05



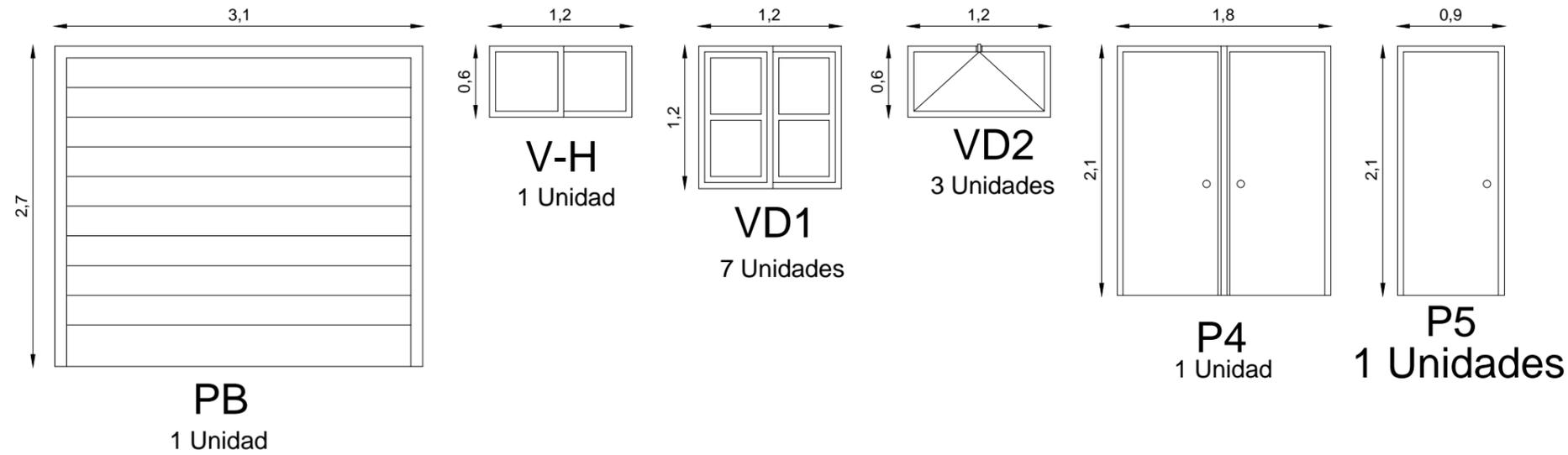
Desarrollo PTC	PLANO DE COTAS SEGUNDA PLANTA	E: 1/50
 UNIVERSITAT POLITÀCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNA: MONTESINOS BURGOS, IRENE	CURSO 13-14
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	TRABAJO FINAL DE GRADO	Nº PLANO: 06



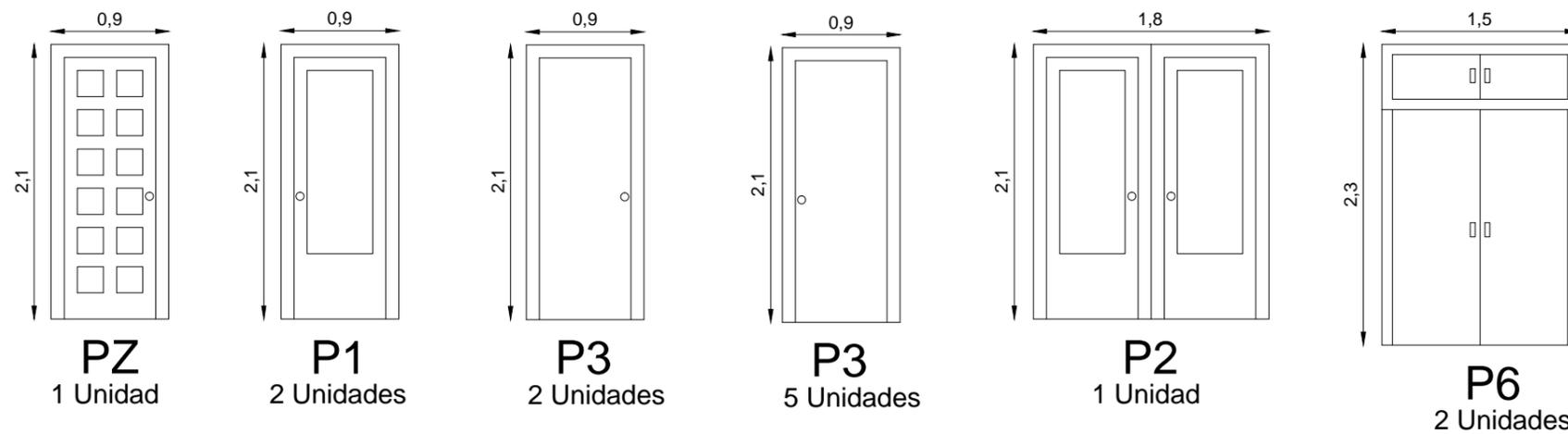
Desarrollo PTC	PLANO DE CUBIERTA	E: 1/50
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNA: MONTESINOS BURGOS, IRENE	CURSO 13-14
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	TRABAJO FINAL DE GRADO	Nº PLANO: 07

# MEMORIA DE CARPINTERIA

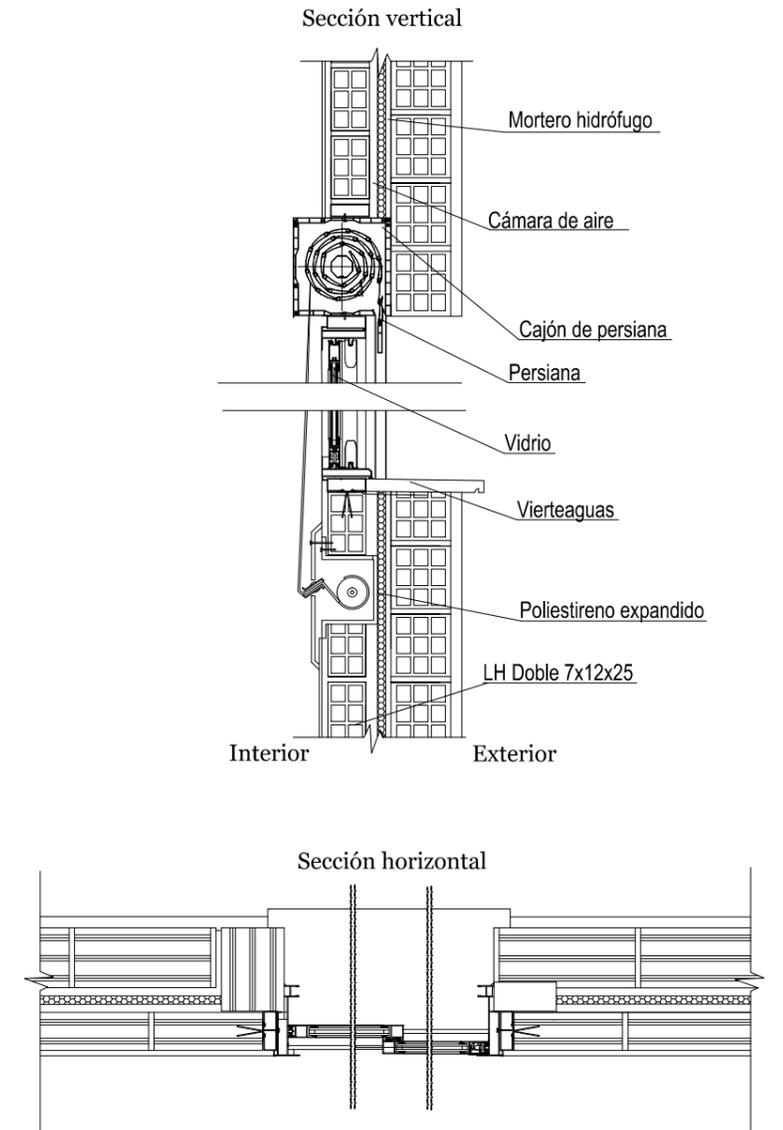
## CARPINTERIA EXTERIOR DE ALUMINIO ANODIZADO



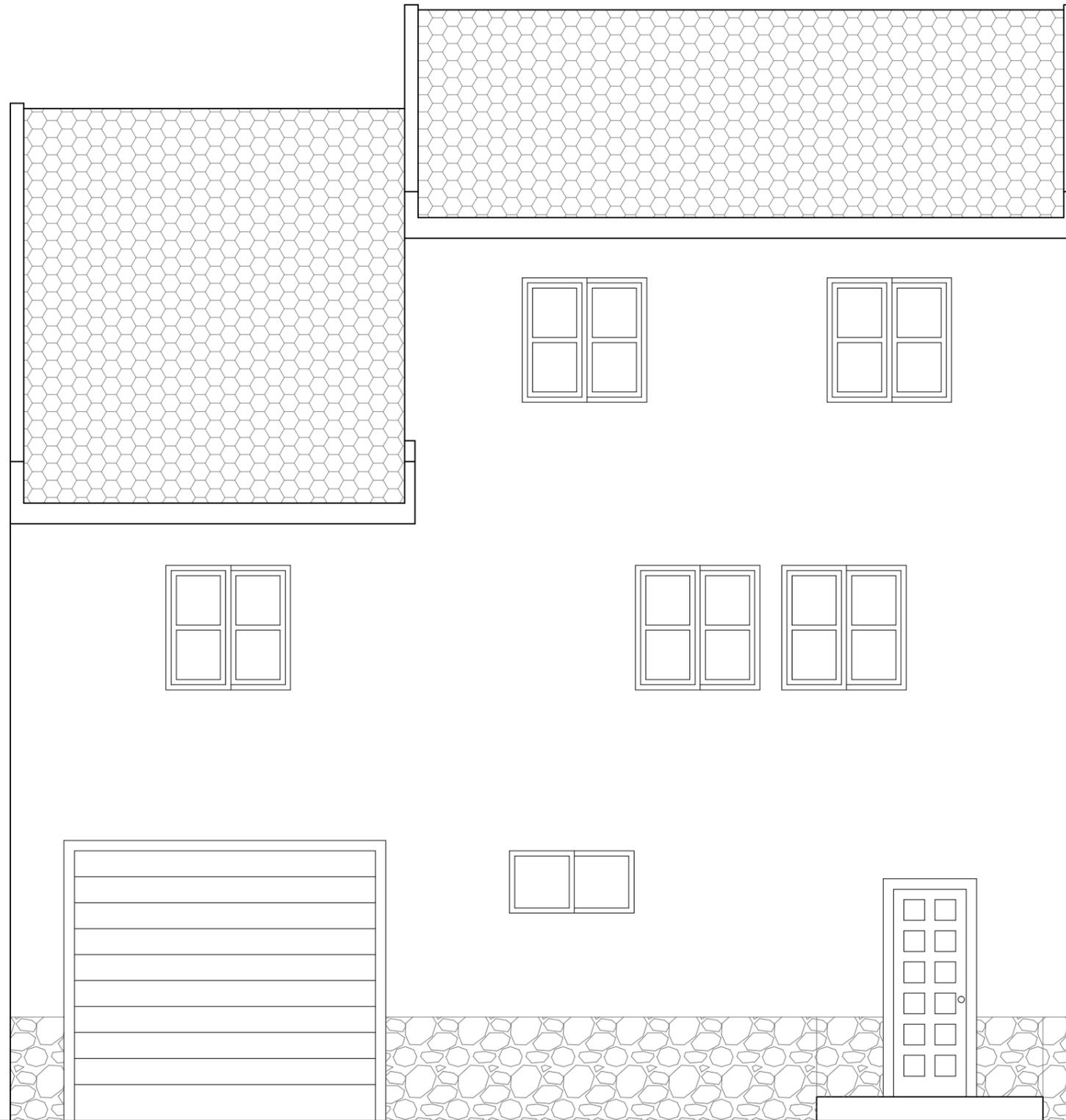
## CARPINTERIA INTERIOR DE MADERA



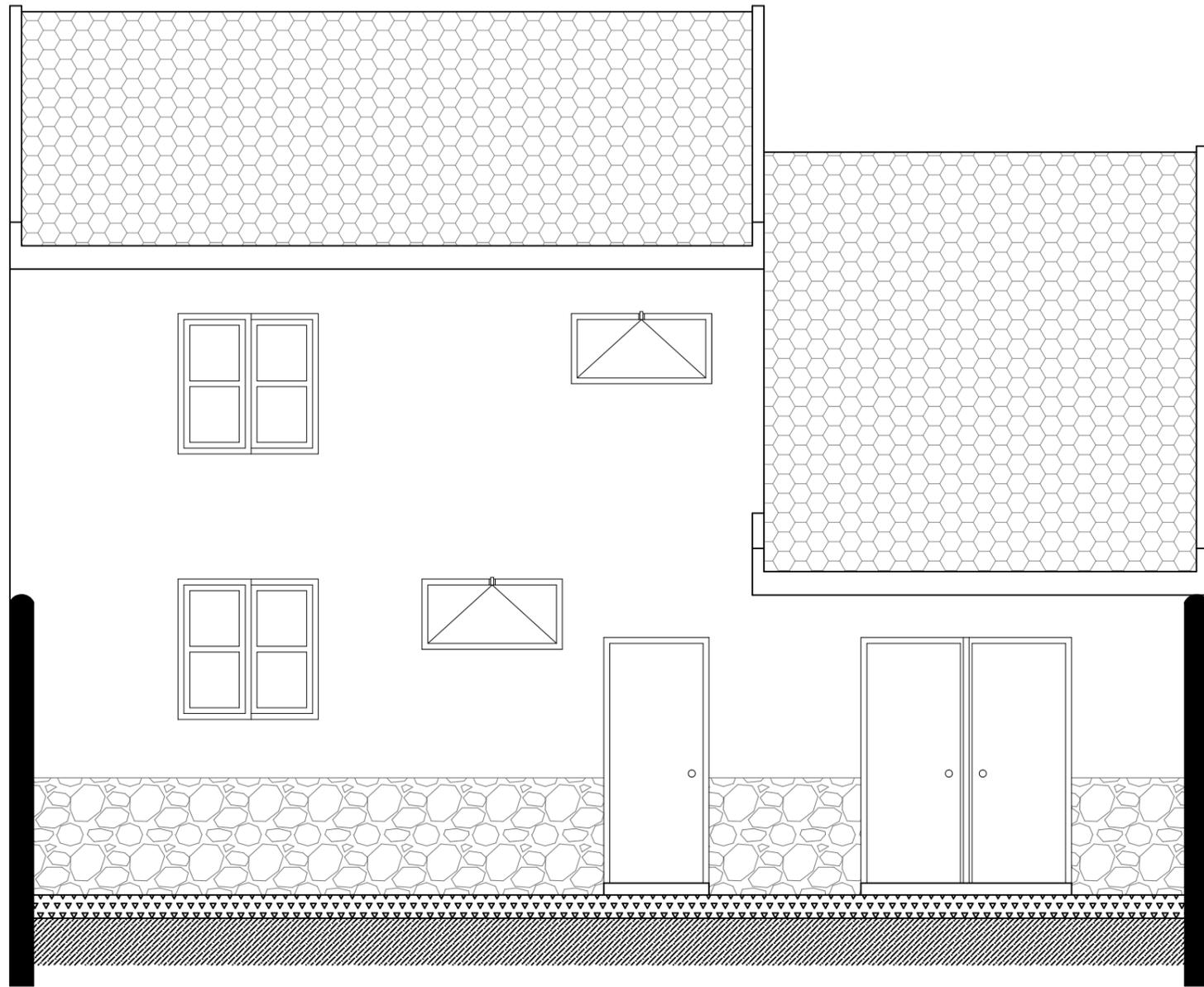
### DETALLE CARPINTERIA



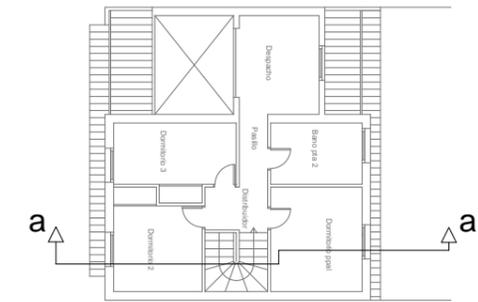
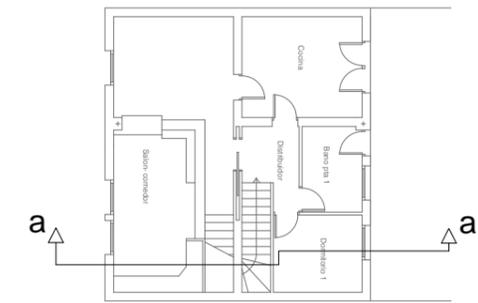
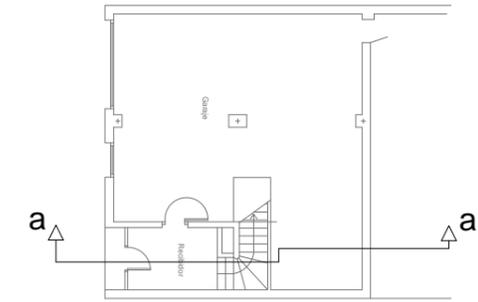
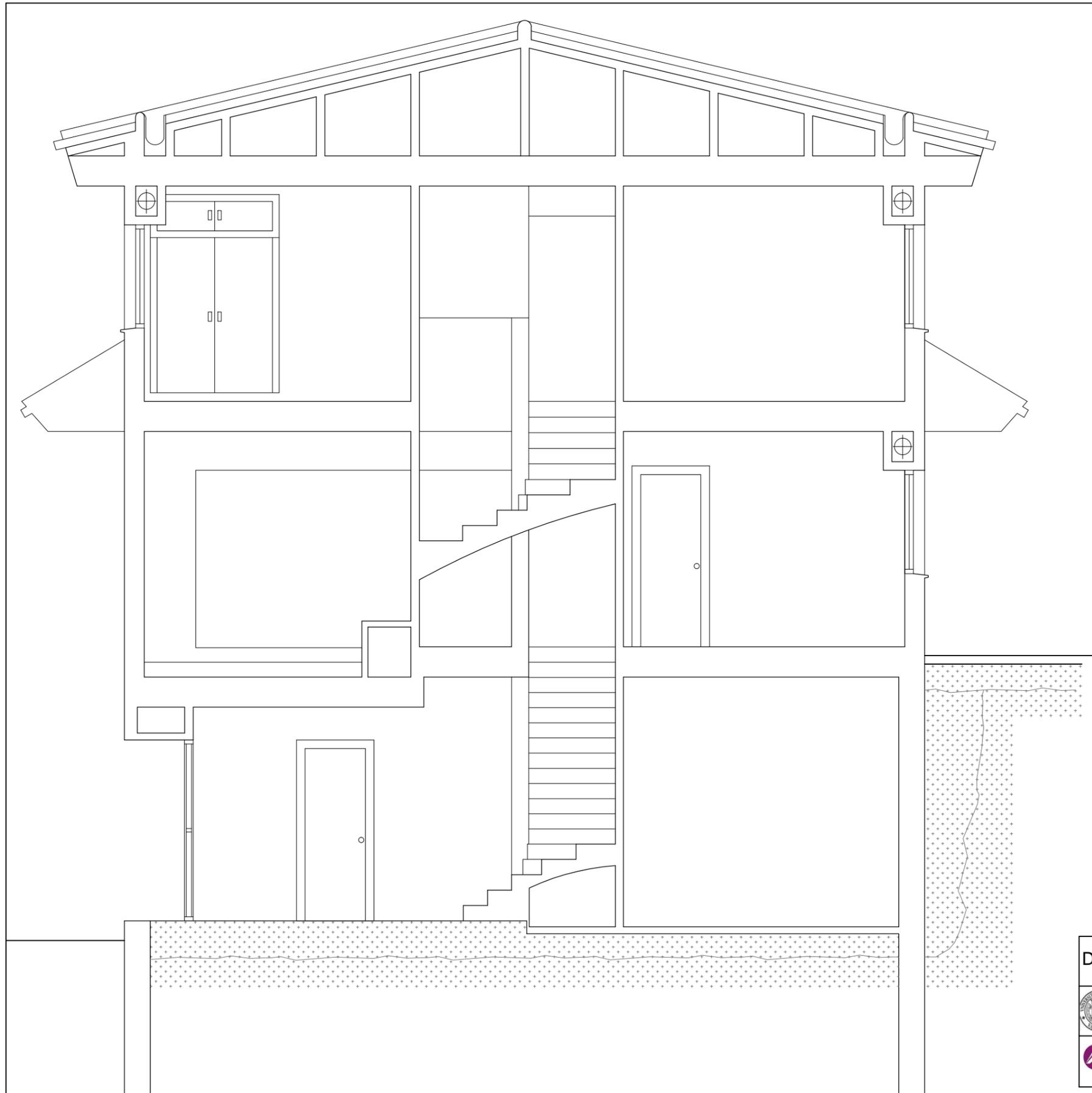
Desarrollo PTC	MEMORIA DE CARPINTERIA	E: 1/50
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNA: MONTESINOS BURGOS, IRENE	CURSO 13-14
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	TRABAJO FINAL DE GRADO	Nº PLANO: 08



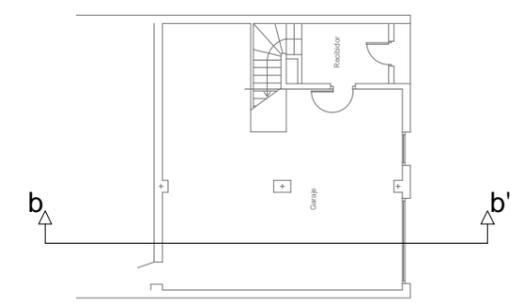
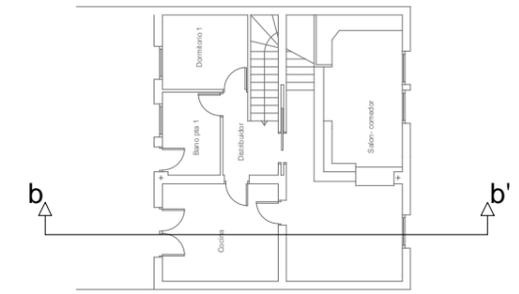
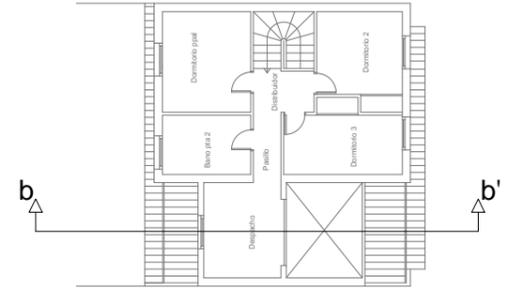
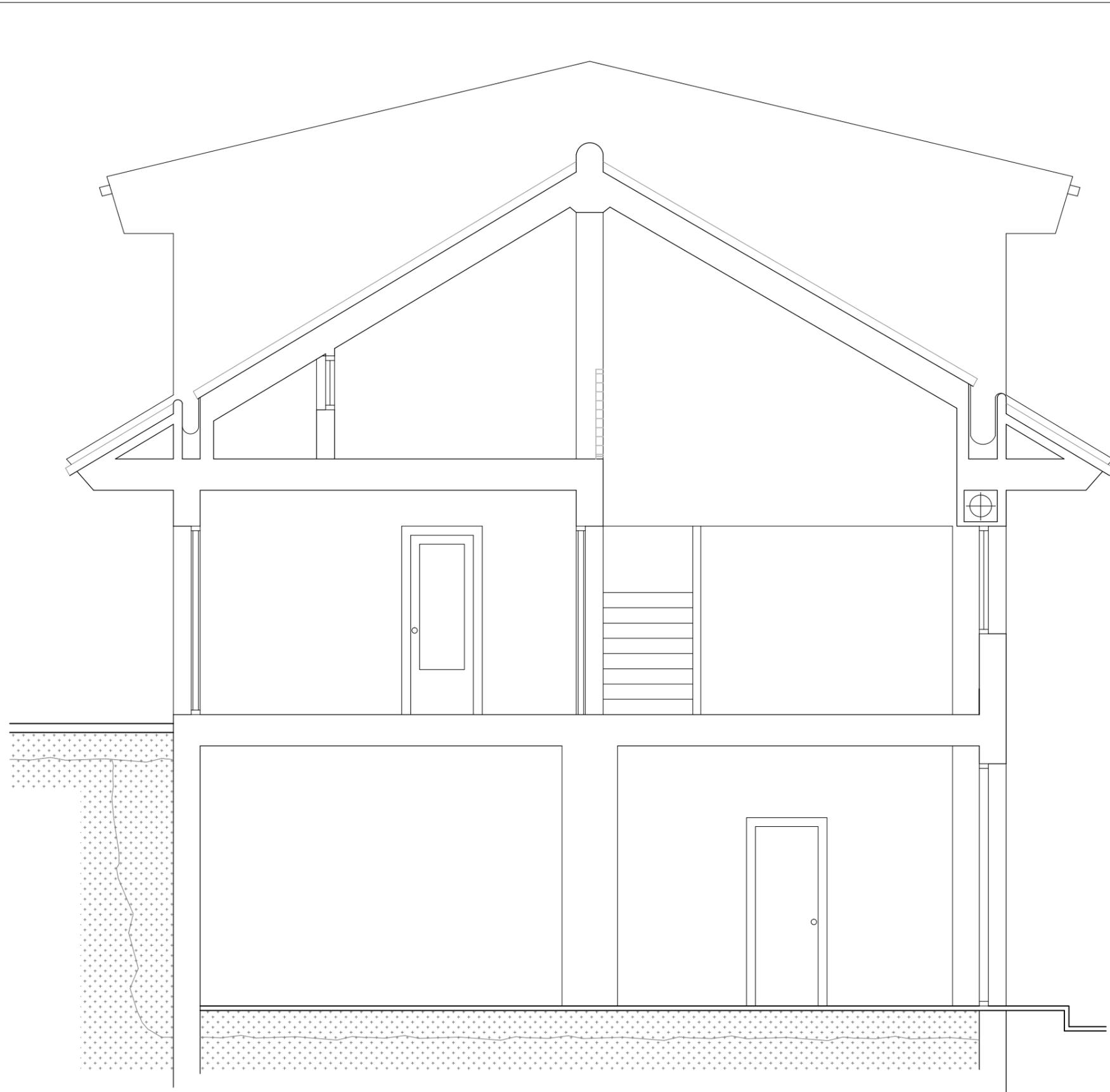
Desarrollo PTC	ALZADO PRINCIPAL	E: 1/50
 UNIVERSITAT POLITÀCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNA: MONTESINOS BURGOS, IRENE	CURSO 13-14
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	TRABAJO FINAL DE GRADO	Nº PLANO: 09



Desarrollo PTC	ALZADO POSTERIOR	E: 1/50
 UNIVERSITAT POLITÀCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNA: MONTESINOS BURGOS, IRENE	CURSO 13-14
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	TRABAJO FINAL DE GRADO	Nº PLANO: 10

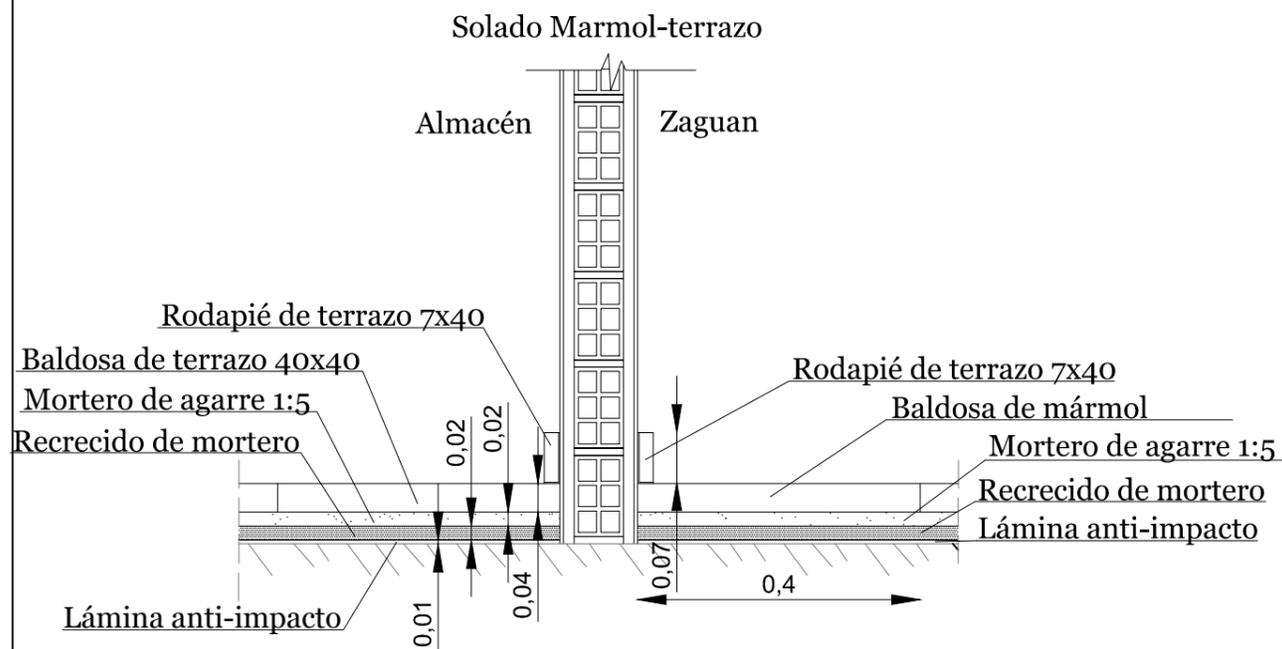
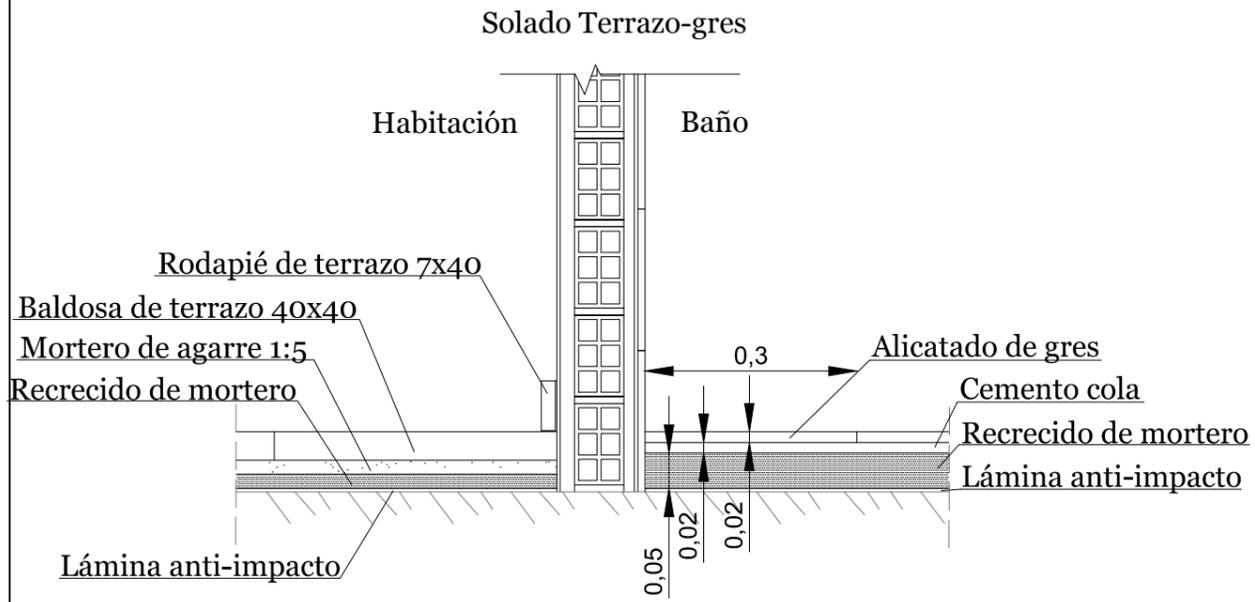


Desarrollo PTC	SECCION AA'	E: 1/50
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNA: MONTESINOS BURGOS, IRENE	CURSO 13-14
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	TRABAJO FINAL DE GRADO	NºPLANO: 11

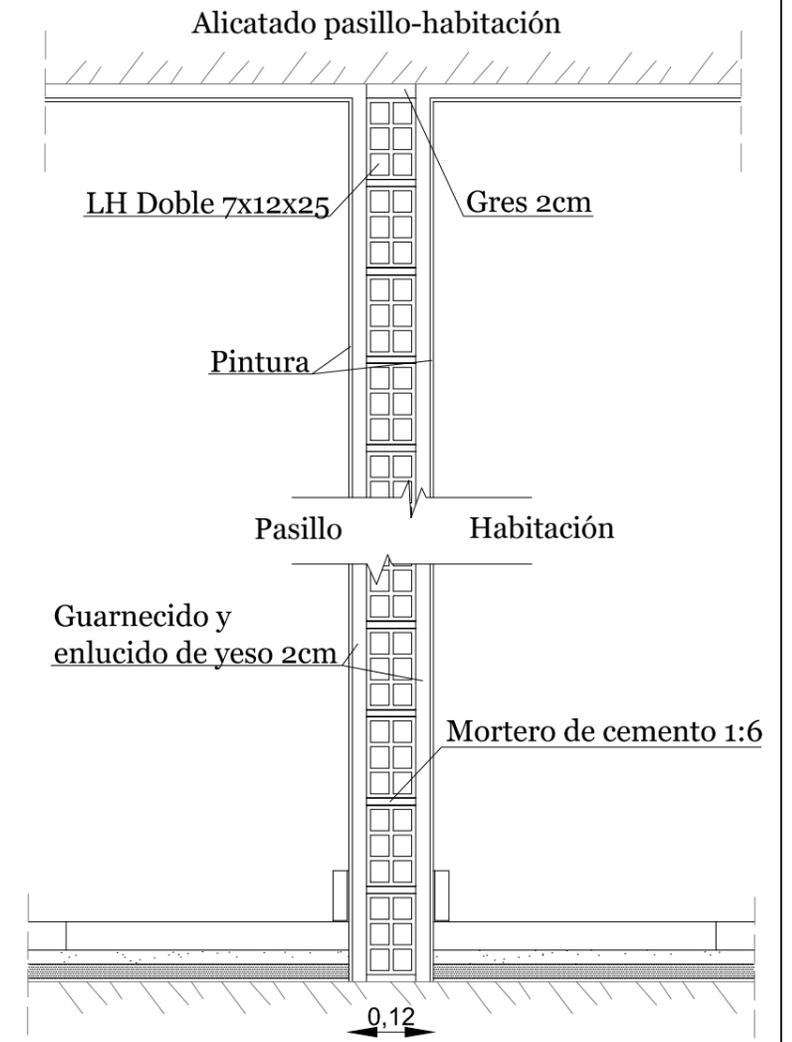
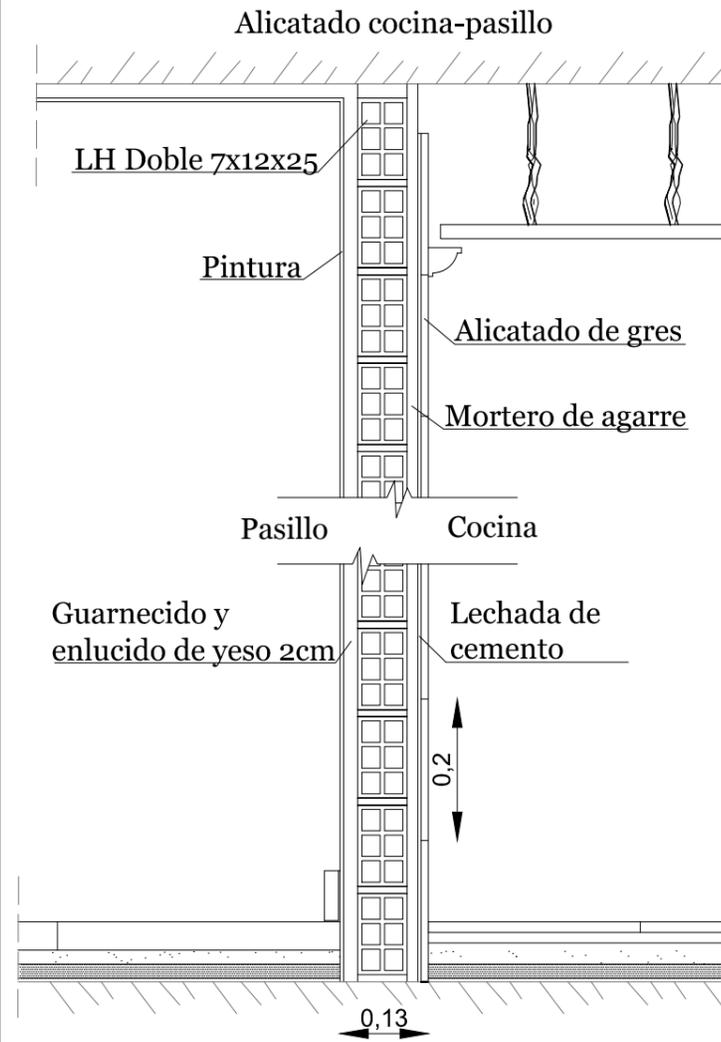


Desarrollo PTC	SECCION BB'	E: 1/50
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNA: MONTESINOS BURGOS, IRENE	CURSO 13-14
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	TRABAJO FINAL DE GRADO	Nº PLANO: 12

DETALLES SOLADOS DE LA VIVIENDA

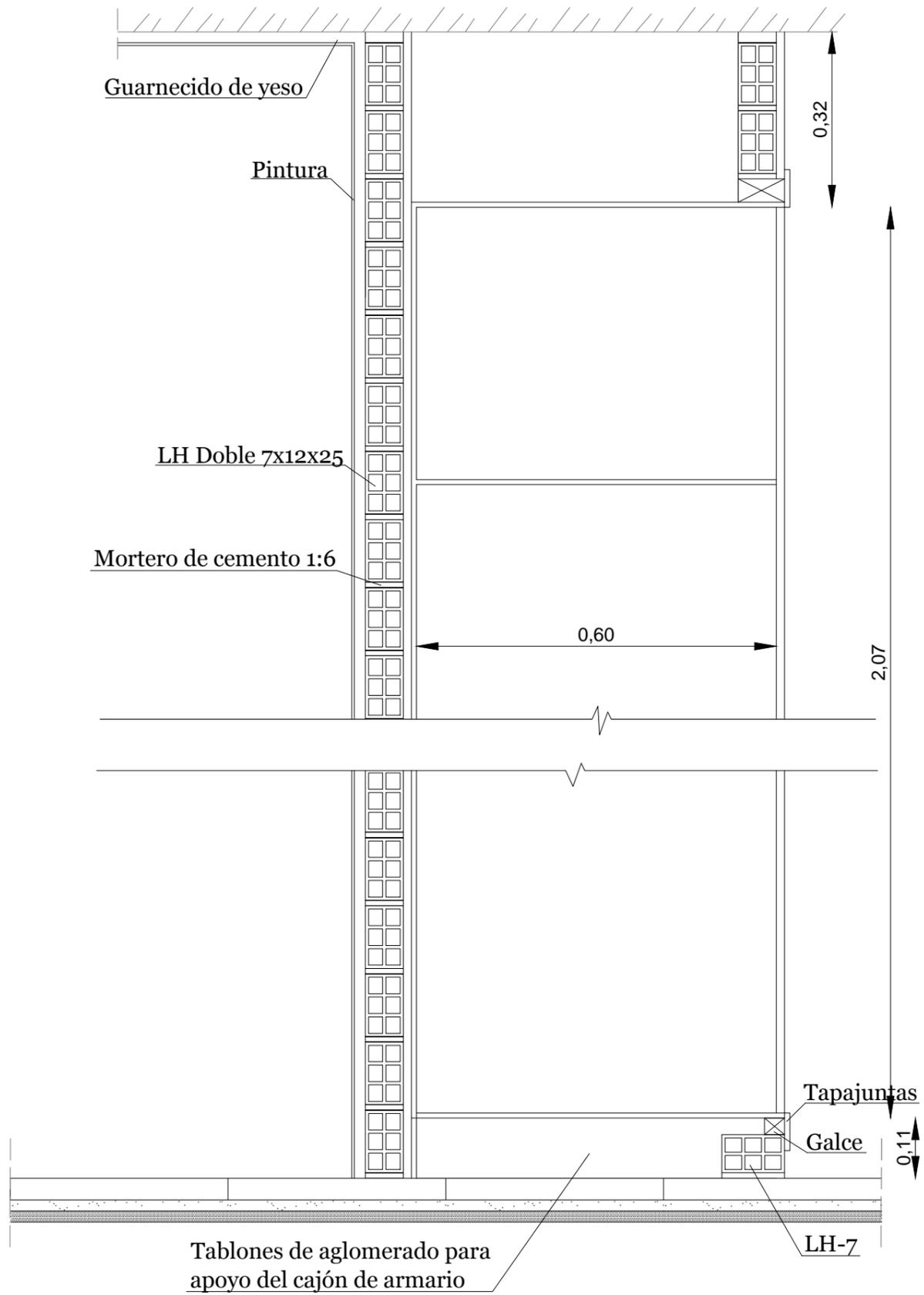


DETALLES ALICATADOS DE LA VIVIENDA

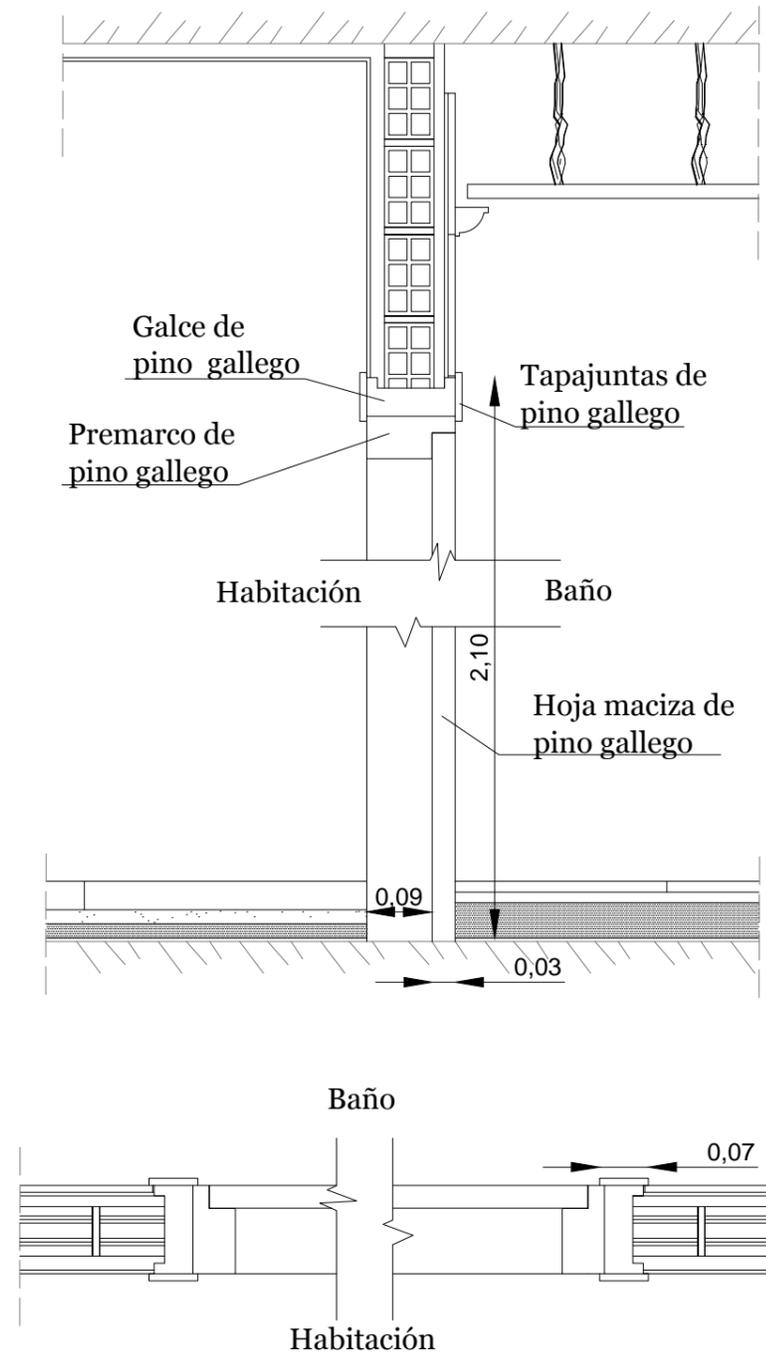


Desarrollo PTC	DETALLE SOLADOS Y ALICATADOS	E: 1/10
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNA: MONTESINOS BURGOS, IRENE	CURSO 13-14
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	TRABAJO FINAL DE GRADO	Nº PLANO: 13

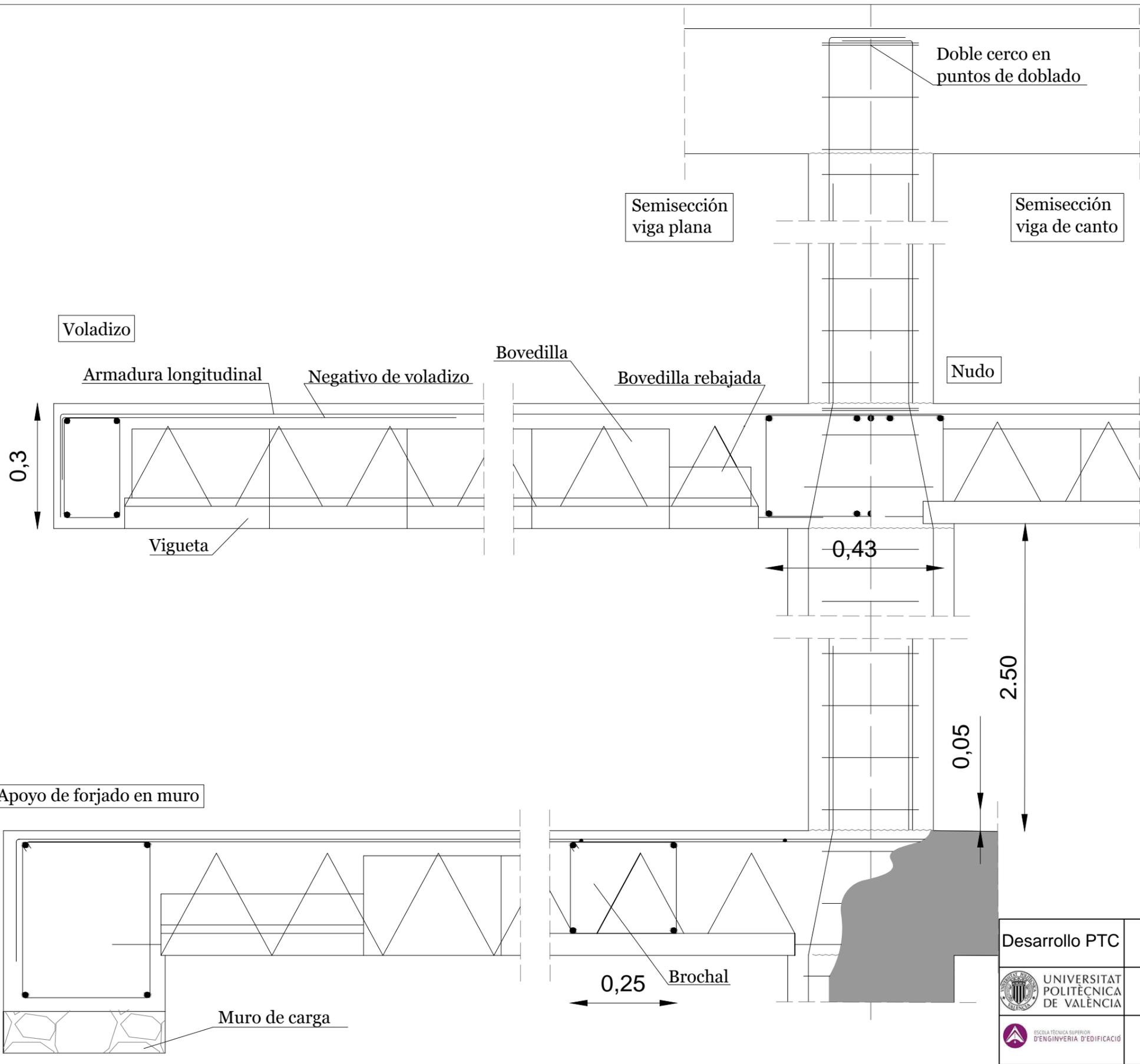
Sección armario



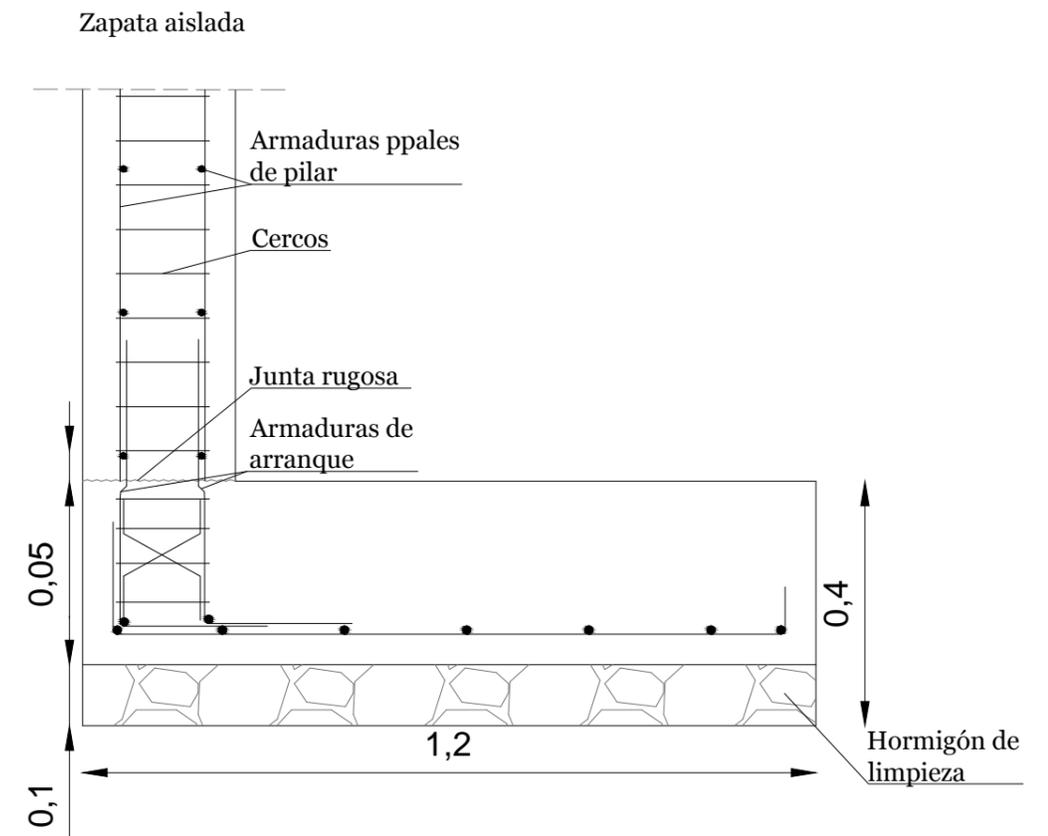
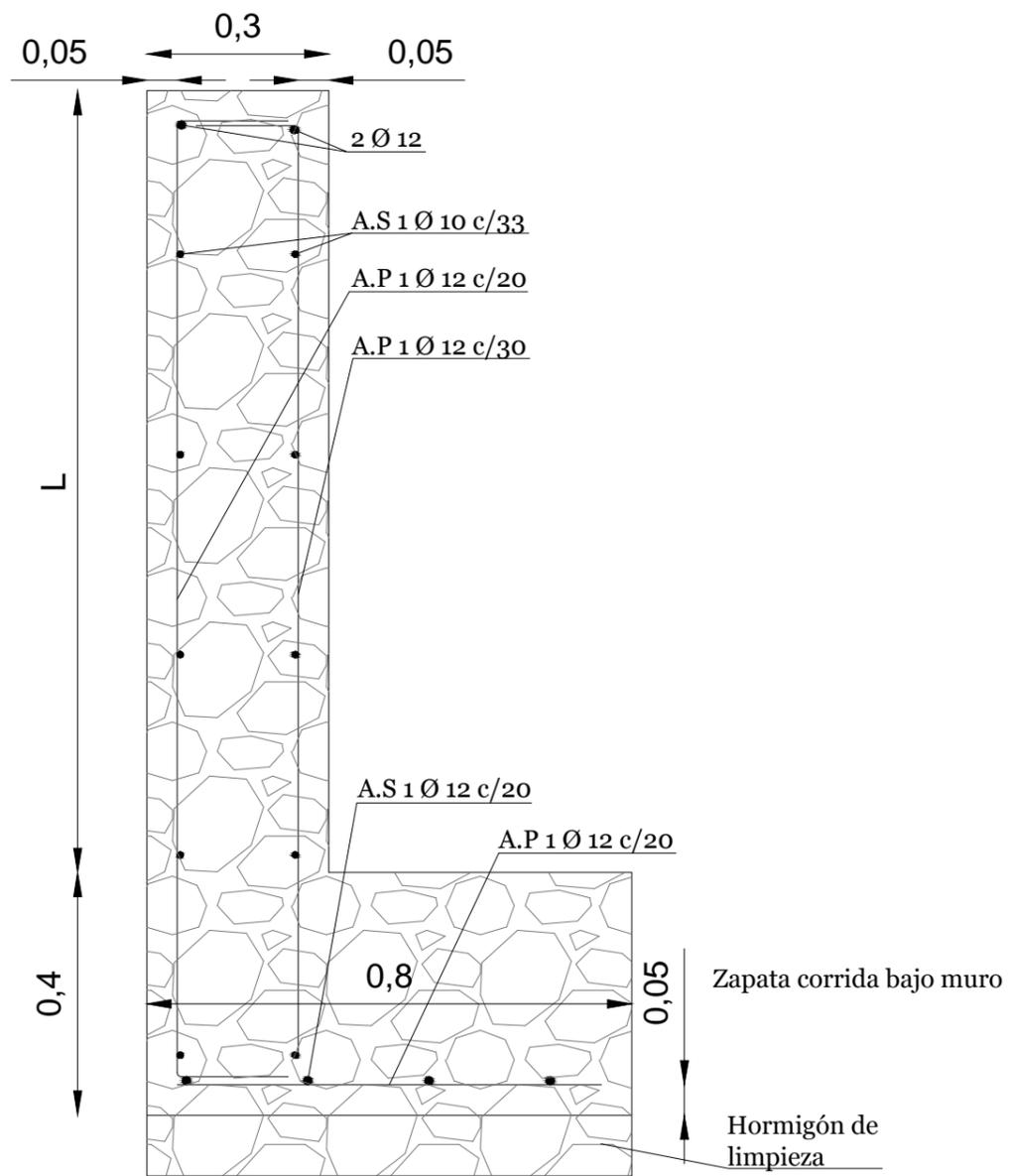
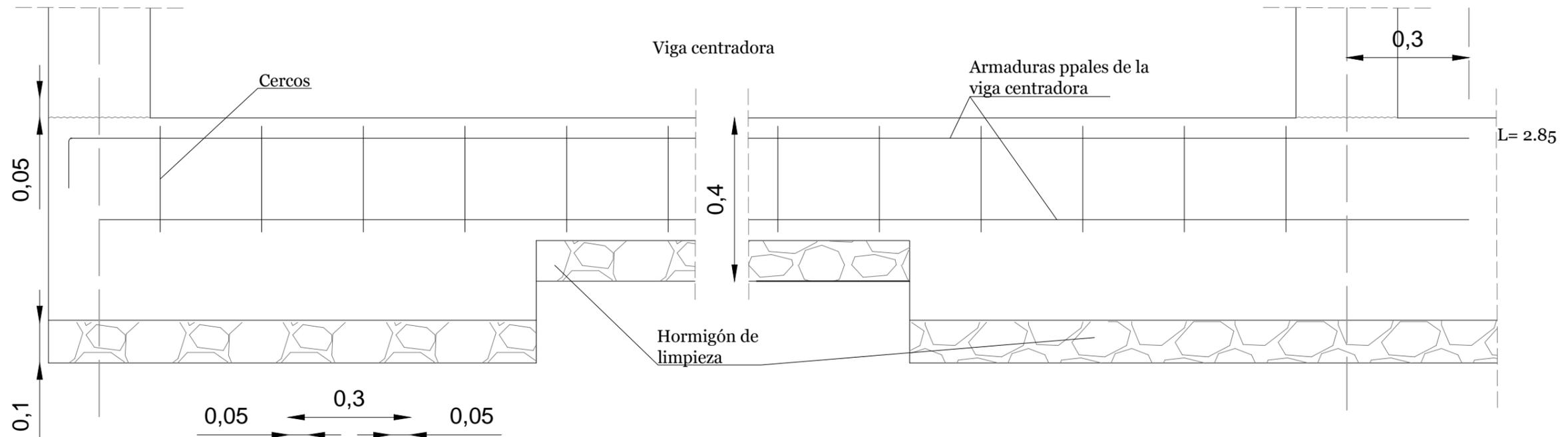
Sección puerta



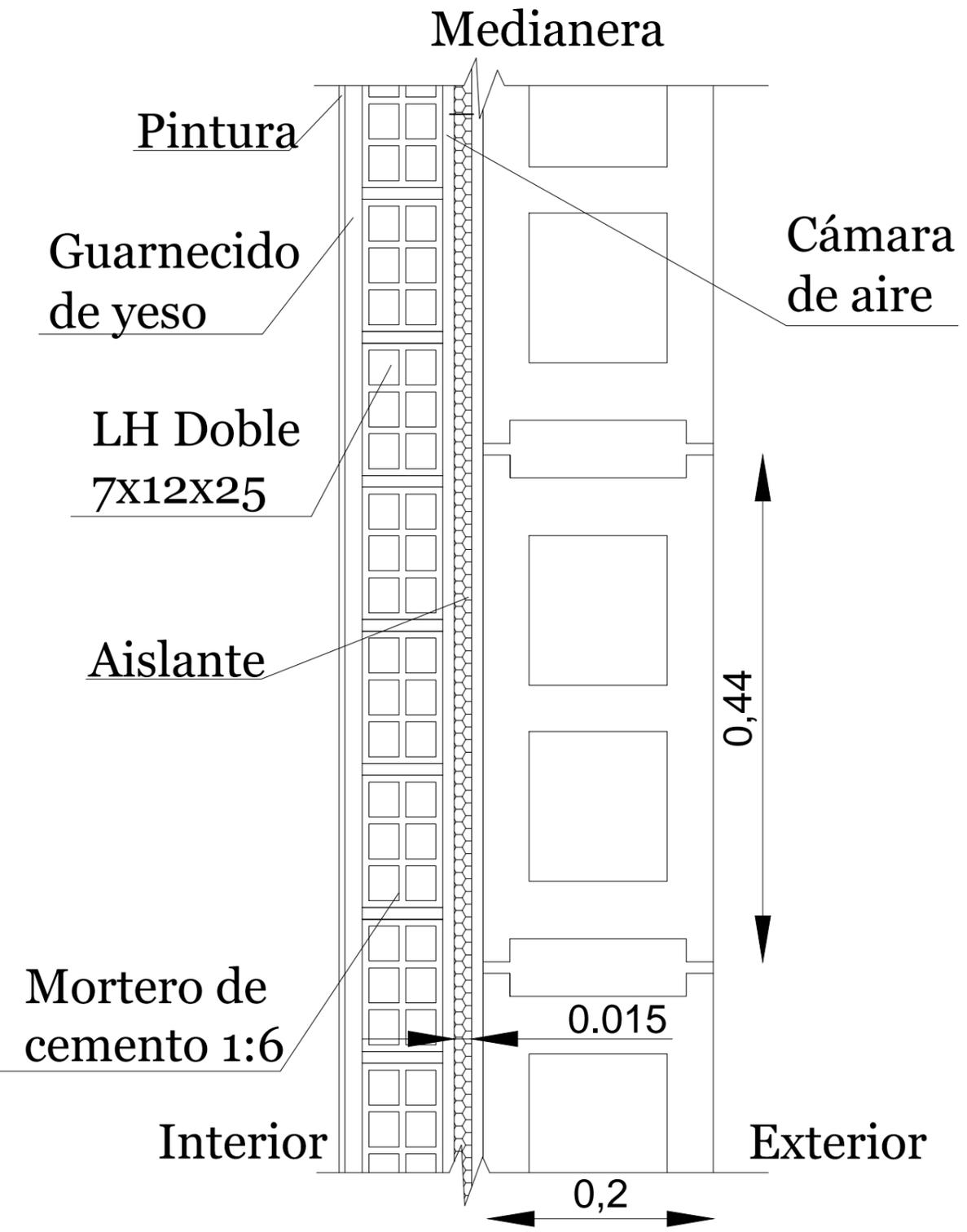
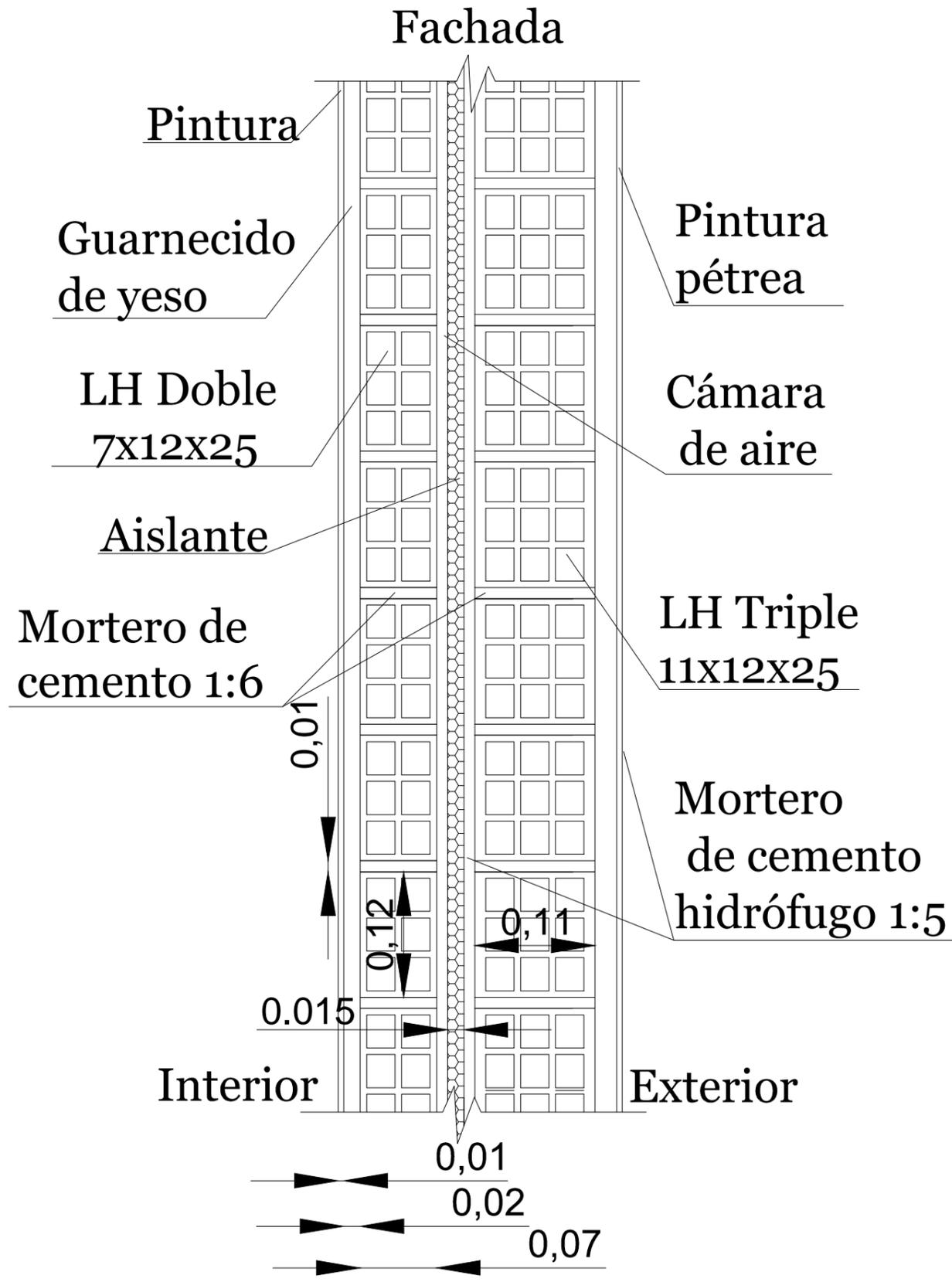
Desarrollo PTC	DETALLE CARPINTERIA DE MADERA Y ARMARIO	E: 1/10
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNA: MONTESINOS BURGOS, IRENE	CURSO 13-14
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	TRABAJO FINAL DE GRADO	Nº PLANO: 14



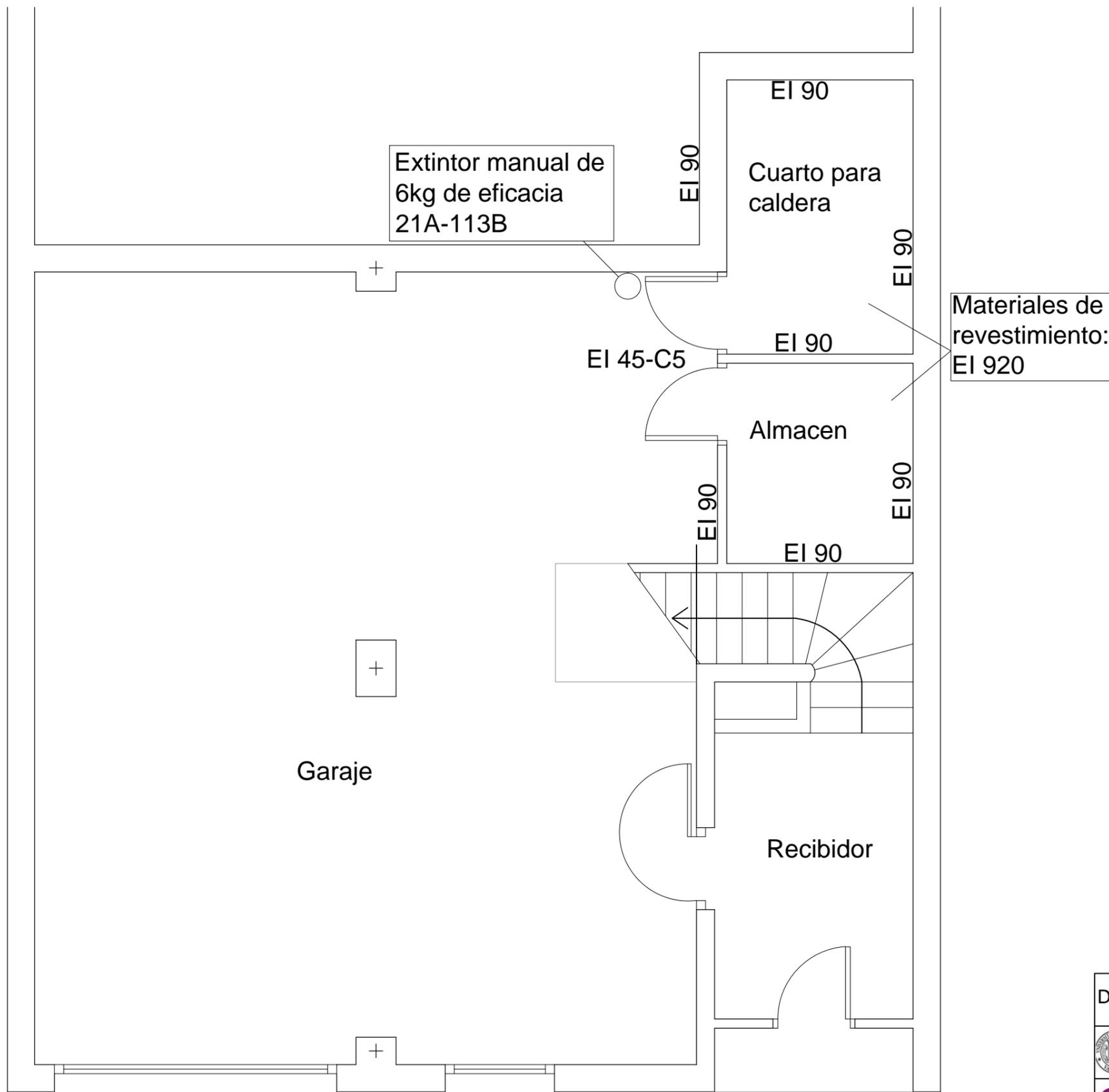
Desarrollo PTC	DETALLE ESTRUCTURA	E: 1/10
 UNIVERSITAT POLITÀCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNA: MONTESINOS BURGOS, IRENE	CURSO 13-14
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	TRABAJO FINAL DE GRADO	Nº PLANO: 15



Desarrollo PTC	DETALLE DE CIMENTACION	E: 1/10
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNA: MONTESINOS BURGOS, IRENE	CURSO 13-14
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	TRABAJO FINAL DE GRADO	Nº PLANO: 16



Desarrollo PTC	DETALLE CERRAMIENTOS	E: 1/5
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNA: MONTESINOS BURGOS, IRENE	CURSO 13-14
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	TRABAJO FINAL DE GRADO	Nº PLANO: 17



Desarrollo PTC	PLANO CUARTO DE CALDERAS	E: 1/50
 UNIVERSITAT POLITÀCNICA DE VALÈNCIA	ALUMNA: MONTESINOS BURGOS, IRENE	CURSO 13-14
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA D'EDIFICACIÓ	TRABAJO FINAL DE GRADO	Nº PLANO: 18