



Universitat de Lleida
Escola Politècnica Superior

COMPARACIÓN DE SOFTWARES DE CÁLCULO: ESTUDIO ENERGÉTICO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR ENTRE MEDIANERAS

PROYECTO FINAL DE GRADO
GRAU EN ARQUITECTURA TÈCNICA
Curso 2012/13

Projectista: Jesús Arribas Ibarz
Director PFG: Jérôme Barrau

INDICE

1 OBJETIVOS	13
2 RESUMEN	15
2.1 RESUM.....	16
2.2 ABSTRACT.....	17
3 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	19
3.1 CARACTERISTICAS GENERALES.....	19
3.2 CIMENTACIONES.....	22
3.3 ESTRUCTURA.....	22
3.4 CUBIERTA.....	22
3.5 ENVOLVENTE TÉRMICA.....	22
3.5.1 CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL AIRE.....	23
3.5.1.1 PARTE OPACA.....	23
3.5.1.1.1 <i>Cerramientos de fachada:</i>	23
3.5.1.1.2 <i>Cerramientos de Planta Baja (No habitable):</i>	23
3.5.1.1.3 <i>Cerramientos de Planta Baja Cubierta (Habitable No Calefactada):</i>	24
3.5.1.1.4 <i>Cerramientos de medianera:</i>	25
3.5.1.1.5 <i>Cubierta inclinada:</i>	26
3.5.1.1.6 <i>Cubierta plana:</i>	27
3.5.1.2 PARTE SEMITRANSARENTE.....	28
3.5.1.2.1 <i>Vidrio:</i>	28
3.5.1.2.2 <i>Marco:</i>	29
3.5.1.2.3 <i>Tipos de aberturas:</i>	29
3.5.2 CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO.....	31
3.5.2.1 SUELOS.....	31
3.5.2.2 MUROS EN CONTACTO CON EL TERRENO.....	31
3.5.3 PARTICIONES INTERIORES EN CONTACTO CON ESPACIOS NO HABITABLES.	32
3.5.4 PARTICIONES INTERIORES EN CONTACTO CON ESPACIOS HABITABLES.....	32
3.5.5 PUENTES TÉRMICOS.....	33
3.5.5.1 PUENTES TÉRMICOS INTEGRADOS EN LOS CERRAMIENTOS.....	33
3.5.5.2 PUENTES TÉRMICOS POR ENCUENTRO DE CERRAMIENTOS.....	33
3.6 ACABADOS.....	33
3.6.1 PAVIMENTOS.....	33
3.6.2 FALSOS TECHOS.....	33
3.6.3 ALICATADOS.....	34
3.6.4 ENYESADOS.....	34
3.6.5 ENFOCADOS.....	34
3.7 INSTALACIONES.....	34
3.7.1 SANEAMIENTO.....	34
3.7.2 AGUA.....	34
3.7.3 ELECTRICIDAD.....	34
3.7.4 CLIMATIZACIÓN.....	35

4 METODOLOGÍA SOFTWARES DE CÁLCULO.....	37
4.1 LIDER/CALENER VYP.....	37
4.1.1 LIDER.....	38
4.1.1.1 PROCESO.....	39
4.1.1.2 CÁLCULO, RESULTADOS Y OBTENCIÓN DEL INFORME.....	45
4.1.2 CALENER VYP.....	47
4.1.2.1 PROCESO.....	49
4.1.2.2 CÁLCULO, RESULTADOS Y OBTENCIÓN DEL INFORME.....	54
4.2 CE3X.....	56
4.2.1 PROCESO.....	58
4.2.2 CÁLCULO, RESULTADOS Y OBTENCIÓN DEL INFORME.....	62
4.3 PHPP 2007.....	64
4.3.1 PROCESO.....	66
4.3.2 CÁLCULO, RESULTADOS Y OBTENCIÓN DEL INFORME.....	68
5 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL.....	69
5.1 LIDER/CALENER VYP.....	70
5.2 CE3X.....	70
5.3 PHPP 2007.....	71
5.4 ANÁLISIS DE CONSUMOS REALES.....	72
5.5 COMPARATIVA DE RESULTADOS DEL ESTADO ACTUAL.....	75
6 PROPUESTAS DE MEJORA.....	77
6.1 PROPUESTA: MEJORA DE LA ENVOLVENTE.....	78
6.1.1 PROPUESTA: THERMABEAD.....	78
6.1.1.1 PRESUPUESTO.....	80
6.1.2 PROPUESTA: SATE.....	81
6.1.2.1 PUENTES TÉRMICOS INTEGRADOS EN LOS CERRAMIENTOS.....	82
6.1.2.2 PUENTES TÉRMICOS POR ENCUENTRO DE CERRAMIENTOS.....	82
6.1.2.3 PRESUPUESTO.....	83
6.1.3 PROPUESTA: SATE forjados.....	85
6.1.3.1 PRESUPUESTO.....	87
6.1.4 PROPUESTA: CAMBIO DE CARPINTERÍA.....	90
6.1.4.1 PRESUPUESTO.....	91
6.2 PROPUESTA: CAPTADORES SOLARES TÉRMICOS.....	93
6.2.1 PRESUPUESTO.....	95
6.3 PROPUESTA: CAMBIO DE CALDERA.....	96
6.3.1 PRESUPUESTO.....	97
6.4 RESULTADOS.....	99
6.4.1 LIDER/CALENER VYP.....	100
6.4.2 CE3X.....	100
6.4.3 PHPP 2007.....	101

6.5 COMPARATIVA DE RESULTADOS DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA.....	102
6.5.1 PROPUESTA 1.1: THERMABEAD.....	102
6.5.2 PROPUESTA 1.2: COTETERM.....	103
6.5.3 PROPOUESTA 1.3: COTETERM FORJADOS.....	104
6.5.4 PROPUESTA 1.4: CARPINTERIA.....	105
6.5.5 PROPUESTA 2: CAPTADORES SOLARES TÉRMICOS.....	105
6.5.6 PROPUESTA 3: CALDERA BIOMASA.....	106
7 CONCATENACIÓN PROPUESTAS DE MEJORA.....	107
7.1 RESULTADOS.....	107
7.2 MEJORES CONCATENACIONES.....	111
7.2.1 LIDER/CALENER VYP.....	112
7.2.2 CE3X.....	112
7.2.3 PHPP 2007.....	113
7.3 COMPARATIVA DE RESULTADOS DE LAS MEJORES CONCATENACIONES.....	114
7.3.1 CONCATENACIÓN 1: COTETERM + COTETERM FORJADOS + CARPINTERIA + CAPTADORES SOLARES TÉRMICOS.....	114
7.3.2 CONCATENACIÓN 2: COTETERM + COTETERM FORJADOS + CARPINTERIA + CAPTADORES SOLARES TÉRMICOS + CALDERA BIOMASA.....	115
7.3.3 CONCATENACIÓN 3: COTETERM + COTETERM FORJADOS + CARPINTERIA. .	116
8 COMPARATIVA GENERAL.....	117
8.1 FINALIDAD Y RÉGIMEN DE CÁLCULO.....	117
8.2 DATOS GENERALES.....	118
8.3 DEFINICIÓN DEL EDIFICIO.....	119
8.4 RESULTADOS.....	122
8.4.1 COMPARATIVA DE RESULTADOS:.....	123
8.4.2 DEMANDA DE CALEFACCIÓN:.....	125
8.4.3 DEMANDA DE REFRIGERACIÓN:.....	126
8.4.4 CONSUMO DE ENERGÍA FINAL:.....	127
8.4.5 PORCENTAJE DE MEJORA DEL CONSUMO DE ENERGÍA FINAL:.....	128
8.4.6 EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA DE CALEFACCIÓN RESPECTO DEL COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSMITANCIA TÉRMICA (UA).....	129
8.4.7 RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES APLICADO:.....	130
8.5 FACILIDAD DE USO.....	132
8.6 VALORACIÓN PERSONAL.....	133
9 CONCLUSIONES.....	135
10 AGRADECIMIENTOS.....	139
11 ANEXO I: CÁLCULO DE GRADOS DIA ANUALES.....	141
11.1 GRADOS DIA ANUALES PARA CALEFACCIÓN:.....	141
11.2 GRADOS DIA ANUALES PARA REFRIGERACIÓN:.....	151
12 ANEXO II: DOCUMENTACIÓN GRÁFICA DE LA VIVIENDA.....	161

01 SITUACIÓN. EMPLAZAMIENTO.....	161
02 SITUACIÓN. SITUACIÓN Y SUPERFICIES.....	161
03 ESTADO ACTUAL. PLANTA BAJA. DISTRIBUCIÓN.....	161
04 ESTADO ACTUAL. PLANTA PRIMERA. DISTRIBUCIÓN.....	161
05 ESTADO ACTUAL. PLANTA SEGUNDA. DISTRIBUCIÓN.....	161
06 ESTADO ACTUAL. BAJOCUBIERTA Y P. CUBIERTA. DISTRIBUCIÓN.....	161
07 ESTADO ACTUAL. ALZADO PRINCIPAL Y TRASERO.....	161
08 ESTADO ACTUAL. SECCIONES GENERALES.....	161
09 ESTADO ACTUAL. SECCIÓN A-A'.....	161
10 ESTADO ACTUAL. SECCIÓN B-B'.....	161
11 ESTADO ACTUAL. SECCIÓN CONSTRUCTIVA.....	161
12 PROPUESTA 1: THERMABEAD.....	161
13 PROPUESTA 2: SATE COTETERM.....	161
14 PROPUESTA 3: SATE FORJADOS.....	161
15 PROPUESTAS 4, 5 Y 6: CARPINTERÍA, CAPT. SOLARES, CAMBIO CALDERA.....	161

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Situación del edificio objeto.....	19
Ilustración 2: Sección de la vivienda objeto.....	20
Ilustración 3: LIDER: Llimitación de Demanda enERgética.....	38
Ilustración 4: Definición de datos de partida en Lider.....	39
Ilustración 5: Definición de cerramiento en Lider.....	40
Ilustración 6: Vista del edificio modelizado en LIDER.....	44
Ilustración 7: Resultados LIDER,.....	45
Ilustración 8: Resultados LIDER por espacios.....	46
Ilustración 9: CALENER VYP: Calificación energética de edificios. Viviendas y edificios terciarios pequeños y medianos.....	47
Ilustración 10: Definición de la demanda de ACS en CALENER VYP.....	49
Ilustración 11: Resultados CALENER VYP.....	54
Ilustración 12: Esquema de proceso de "cálculo" de CE3X.....	56
Ilustración 13: Esquema de los pasos del proceso de "cálculo" de CE3X.....	57
Ilustración 14: CE3X: Datos Generales.....	58
Ilustración 15: CE3X: Envolvente térmica.....	59
Ilustración 16: CE3X: Instalaciones.....	60
Ilustración 17: CE3X: Definición de sombras mediante proyección cilíndrica.....	61
Ilustración 18: CE3X: Definición de sombras mediante el método simplificado.....	61
Ilustración 19: CE3X: Calificación Energética.....	62
Ilustración 20: PHPP 2007: PassivHaus Planning Package 2007.....	64
Ilustración 21: Detalle de la inyección del sistema Thermabead.....	79
Ilustración 22: Presupuesto Propuesta 1.1: Sistema Thermabead.....	80
Ilustración 23: Presupuesto Propuesta 1.2: SATE Coteterm - Página 1.....	83
Ilustración 24: Presupuesto Propuesta 1.2: SATE Coteterm - Página 2.....	84
Ilustración 25: Sección con la propuesta de SATE en los forjados.....	85
Ilustración 26: Presupuesto Propuesta 1.3: SATE Coteterm forjados - Página 1.....	87
Ilustración 27: Presupuesto Propuesta 1.3: SATE Coteterm forjados - Página 2.....	88
Ilustración 28: Presupuesto Propuestaa 1.3: SATE Coteterm forjados - Página 3.....	89
Ilustración 29: Detalle de la propuesta de la carpintería Gaulhofer.....	90
Ilustración 30: Presupuesto Propuesta 1.4: Cambio de carpintería – Página 1.....	91
Ilustración 31: Presupuesto Propuesta 1.4: Cambio de carpintería – Página 2.....	92
Ilustración 32: Resultados Captadores Solares con aplicación "Ferroli Solar".....	94
Ilustración 33: Presupuesto Propuesta 1.5: Captadores Solares.....	95
Ilustración 34: Presupuesto Propuesta 1.6: Cambio de Caldera.....	97
Ilustración 35: Presupuesto Propuesta 1.6: Cambio de Caldera.....	98

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro de Superficies.....	21
Tabla 2: Descripción Cerramientos de fachada.....	23
Tabla 3: Descripción Cerramientos de Planta Baja fachada principal.....	23
Tabla 4: Descripción Cerramientos de Planta Baja fachada trasera.....	24
Tabla 5: Descripción Cerramientos de Planta Bajo Cubierta.....	24
Tabla 6: Descripción Voladizos de Planta Bajo Cubierta fachada principal.....	24
Tabla 7: Descripción Voladizos de Planta Bajo Cubierta fachada trasera.....	25
Tabla 8: Descripción Cerramientos de medianera interiores.....	25
Tabla 9: Descripción Cerramientos de medianera terraza trasera.....	25
Tabla 10: Descripción Cerramientos de medianera terraza superior.....	26
Tabla 11: Descripción Cubierta inclinada.....	26
Tabla 12: Descripción Cubierta plana.....	27
Tabla 13: Descripción Características vidrios dobles.....	28
Tabla 14: Descripción Características vidrios simples.....	28
Tabla 15: Descripción Características Pavés.....	28
Tabla 16: Descripción Características Marco fachada principal.....	29
Tabla 17: Descripción Características Marco fachada trasera.....	29
Tabla 18: Descripción Características Marco metálico.....	29
Tabla 19: Descripción de las aberturas.....	30
Tabla 20: Descripción Cerramientos en Contacto con el terreno.....	31
Tabla 21: Descripción Muros en Contacto con el terreno.....	31
Tabla 22: Descripción Particiones Interiores en Contacto con Espacios No Habitables.....	32
Tabla 23: Descripción Particiones Interiores en Contacto con Espacios Habitables.....	32
Tabla 24: Descripción de los puentes térmicos integrados en los cerramientos.....	33
Tabla 25: Descripción de los puentes térmicos por encuentro de cerramientos.....	33
Tabla 26: Descripción Características Caldera.....	35
Tabla 27: Descripción Características Bomba Calor.....	35
Tabla 28: Descripción Características Aire Acondicionado.....	35
Tabla 29: Factores de conversión de Energía final a Energía primaria.....	69
Tabla 30: Resultados Estado Actual LIDER/CALENER VYP.....	70
Tabla 31: Resultados Estado Actual CE3X.....	70
Tabla 32: Resultados Estado Actual PHPP 2007.....	71
Tabla 33: Datos de las facturas de suministro de Gasóleo C.....	72
Tabla 34: Datos de cálculo de las demandas reales.....	74
Tabla 35: Comparación resultados Estado Actual.....	75
Tabla 36: Gráfica comparativa de resultados del Estado Actual.....	76
Tabla 37: Descripción Cerramientos Fachada con propuesta del sistema Thermabead.....	78
Tabla 38: Cerramientos de fachada con la propuesta del SATE.....	81
Tabla 39: Puentes térmicos integrados en los cerramientos con la propuesta del SATE.....	82
Tabla 40: Puentes térmicos por encuentro de cerramientos con la propuesta del SATE.....	82
Tabla 41: Forjados con SATE inferior.....	85
Tabla 42: Cubierta inclinada con propuesta de SATE interior.....	86
Tabla 43: Cubierta plana con propuesta de mejora del aislamiento.....	86
Tabla 44: Propuesta 1.4: Descripción de las aberturas.....	90
Tabla 45: Factores de conversión de Energía final a Energía primaria (biomasa).....	99

Tabla 46: Lider / Calener VYP: Resultados propuestas de mejora.....	100
Tabla 47: CE3X: Resultados propuestas de mejora.....	100
Tabla 48: PHPP 2007: Resultados propuestas de mejora.....	101
Tabla 49: Comparación resultados Propuesta 1.1: Thermabead.....	102
Tabla 50: Comparación resultados Propuesta 1.2: Coteterm.....	103
Tabla 51: Comparación resultados Propuesta 1.3: Coteterm forjados.....	104
Tabla 52: Comparación resultados Propuesta 1.4: Carpinteria.....	105
Tabla 53: Comparación resultados Propuesta 2: Captadores solares térmicos.....	105
Tabla 54: Comparación resultados Propuesta 3: Caldera biomasa.....	106
Tabla 55: Resultados de la concatenación de las propuestas de mejora (CE3X).....	107
Tabla 56: Resultados de la concatenación de las propuestas de mejora (CE3X).....	108
Tabla 57: Resultados de la concatenación de las propuestas de mejora (CE3X).....	109
Tabla 58: Resultados de la concatenación de las propuestas de mejora (CE3X).....	110
Tabla 59: Lider/Calener VYP: Resultados de las mejores concatenaciones.....	112
Tabla 60: CE3X: Resultados de las mejores concatenaciones.....	112
Tabla 61: PHPP 2007: Resultados de las mejores concatenaciones.....	113
Tabla 62: Comparación resultados Concatenación 1: Coteterm + Coteterm forjados + Carpinteria + Captadores solares térmicos.....	114
Tabla 63: Comparación resultados Concatenación 2: Coteterm + Coteterm forjados + Carpinteria + Captadores solares térmicos + Caldera biomasa.....	115
Tabla 64: Comparación resultados Concatenación 3: Coteterm + Coteterm forjados + Carpinteria.....	116
Tabla 65: Comparativa: Régimen de cálculo y finalidad del software.....	117
Tabla 66: Comparación: Datos generales.....	118
Tabla 67: Comparación: Definición del edificio (Características principales y envolvente térmica).....	120
Tabla 68: Comparación: Definición del edificio (Instalaciones).....	121
Tabla 69: Comparación: Resultados.....	122
Tabla 70: Gráfica comparativa de la demanda respecto del consumo.....	123
Tabla 71: Gráfica comparativa de los resultados de demanda de calefacción.....	125
Tabla 72: Gráfica comparativa de los resultados de demanda de refrigeración.....	126
Tabla 73: Gráfica comparativa de los resultados de consumo de energía final.....	127
Tabla 74: Gráfica comparativa del porcentaje de mejora del consumo de energía final.....	128
Tabla 75: Gráfica comparativa de la evolución de la demanda de calefacción respecto la UA.....	129
Tabla 76: Gráfica comparativa del rendimiento aplicado a las instalaciones.	130
Tabla 77: Valoración personal softwares de cálculo.....	133
Tabla 78: ANEXO I: Cálculo de GD anuales para calefacción.....	141
Tabla 79: ANEXO I: Cálculo de GD anuales para calefacción.....	142
Tabla 80: ANEXO I: Cálculo de GD anuales para calefacción.....	143
Tabla 81: ANEXO I: Cálculo de GD anuales para calefacción.....	144
Tabla 82: ANEXO I: Cálculo de GD anuales para calefacción.....	145
Tabla 83: ANEXO I: Cálculo de GD anuales para calefacción.....	146
Tabla 84: ANEXO I: Cálculo de GD anuales para calefacción.....	147
Tabla 85: ANEXO I: Cálculo de GD anuales para calefacción.....	148
Tabla 86: ANEXO I: Cálculo de GD anuales para calefacción.....	149
Tabla 87: ANEXO I: Cálculo de GD anuales para calefacción.....	150
Tabla 88: ANEXO I: Cálculo de GD anuales para refrigeración.....	151

Tabla 89: ANEXO I: Cálculo de GD anuales para refrigeración.....	152
Tabla 90: ANEXO I: Cálculo de GD anuales para refrigeración.....	153
Tabla 91: ANEXO I: Cálculo de GD anuales para refrigeración.....	154
Tabla 92: ANEXO I: Cálculo de GD anuales para refrigeración.....	155
Tabla 93: ANEXO I: Cálculo de GD anuales para refrigeración.....	156
Tabla 94: ANEXO I: Cálculo de GD anuales para refrigeración.....	157
Tabla 95: ANEXO I: Cálculo de GD anuales para refrigeración.....	158
Tabla 96: ANEXO I: Cálculo de GD anuales para refrigeración.....	159
Tabla 97: ANEXO I: Cálculo de GD anuales para refrigeración.....	160

1 OBJETIVOS

El objetivo final del proyecto es realizar una comparación de cómo diferentes softwares (Lider/Calener VYP, CE3X y PHPP 2007) realizan el cálculo del consumo energético en construcciones de uso residencial. Para ello, se decide realizar el análisis de eficiencia energética de una vivienda unifamiliar entre medianeras, presentando varias propuestas de mejora (y su correspondiente concatenación), para obtener los resultados de los programas con diferentes configuraciones, tanto de envolvente, como de los sistemas utilizados, en un edificio real del que se conocen los consumos de los 10 últimos años.

No se pretende realizar un análisis económico, ni tampoco medioambiental del consumo de la vivienda objeto. En el presente proyecto se valorará objetivamente el consumo de energía final, derivada de la climatización y del consumo de ACS, de la vivienda objeto obtenido por cada uno de los programas, para intentar hallar a qué se deben las posibles diferencias en los resultados. Es necesario destacar que el consumo de energía derivado de la iluminación y aparatos eléctricos que no sirvan para climatizar la vivienda no será objeto de estudio en el presente proyecto, ya que en las construcciones de uso residencial éste consumo es un porcentaje menor respecto al que se deriva de la climatización y ACS.

La comparación de los softwares se realizará teniendo en cuenta todos los aspectos que influyen en el proceso de funcionamiento de los programas, desde la introducción de datos y su proceso, que información requiere para realizar los cálculos, hasta una comparativa de resultados, siendo cada uno de éstos puntos objetivos parciales del proyecto.

Para poder alcanzar el objetivo de comparar éstos cuatro softwares, es necesario mantener una perspectiva constante que promueva el ahorro de energía y la eficiencia energética. Si se deseara llevar a acabo una evaluación completa sería necesario proponer más edificios de estudio (edificios de consumo energético casi nulo, viviendas aisladas, plurifamiliares,... e incluso edificaciones de ámbito no residencial), más propuestas de mejora (fachada ventilada, más cambios en las instalaciones,...), y realizar la concatenación de todas ellas con todos los softwares; es decir, sería necesario obtener una base de resultados mucho más amplia y mucho más variada. Debido a esto, el presente proyecto se trata de una comparación inicial de dichos programas.

Comentar también, que los informes generados en cada una de las variantes estudiadas con cada uno de los softwares de cálculo, se pueden encontrar en el CD adjunto, así como los archivos de los programas utilizados para realizar los cálculos, las fichas técnicas de algunos de los materiales o sistemas tanto de la vivienda actual como de las propuestas de mejora presentadas. El último apartado del proyecto es la documentación gráfica del edificio objeto utilizado para realizar la comparación.

2 RESUMEN

El objetivo del proyecto es realizar una comparación de cómo diferentes softwares (Lider/Calener VYP, CE3X y PHPP 2007) realizan el cálculo del consumo energético en construcciones de uso residencial. Para ello, se realiza el análisis de eficiencia energética de una vivienda unifamiliar entre medianeras, presentando varias propuestas de mejora (y su correspondiente concatenación), para obtener los resultados de los programas con diferentes configuraciones, tanto de envolvente, como de los sistemas utilizados, en un edificio real del que se conocen los consumos de los 10 últimos años.

En primer lugar se realiza una descripción del edificio objeto, explicando con especial atención la envolvente y las instalaciones de éste, ya que serán puntos clave a tratar durante el estudio.

A continuación se presentan los 3 softwares que se compararán (Lider/Calener VYP, CE3X y PHPP 2007), explicando los usos principales de cada uno de ellos, su metodología, su funcionamiento básico, y los principales resultados que presentarán.

En el tercer apartado del proyecto se realiza el análisis de los resultados del estado actual que presentan cada uno de los programas, así como la comparación entre éstos resultados y los consumos reales conocidos.

A partir de éste análisis, se explican las propuestas de mejora (y la valoración económica de éstas), que están orientadas a reducir la demanda (mejora de la envolvente), el consumo (instalaciones), o a poder realizar una mejor evaluación de los softwares. Se realiza un análisis de los resultados aplicando cada una de éstas propuestas de mejora por separado.

En el apartado quinto del proyecto se realiza la concatenación de las propuestas de mejora mediante la aplicación CE3X, ya que, como se explica en el apartado correspondiente, es la aplicación más adecuada para realizar ésta concatenación. Una vez obtenidos los resultados de todas las combinaciones posibles, se eligen tres de ellas para calcularlas con todos los softwares que evaluamos, y así poder realizar una nueva comparación de resultados.

En el último punto del proyecto antes de las conclusiones se realiza una comparativa general, tanto del uso de los programas, del proceso de cálculo que realizan, de la presentación de resultados, así como una interpretación de éstos.

2.1 RESUM

L'objectiu del projecte és realitzar una comparació de com diferents programes (Lider/Calener VYP, CE3X i PHPP 2007) realitzen el càlcul del consum energètic en edificacions d'ús residencial. Per dur a terme aquesta tasca es fa l'anàlisi d'eficiència energètica d'un habitatge unifamiliar entre mitgeres, presentant diverses propostes de millora (i la seva corresponent concatenació), per aconseguir així els resultats dels programes amb diferents configuracions tant d'envolupant tèrmica, com dels sistemes utilitzats, en un edifici real del qual es coneixen els consums dels 10 últims anys.

Primer de tot es realitza una descripció de l'edifici objecte, explicant amb especial cura l'envolupant tèrmica i les instal·lacions, ja que seran punts clau a tractar durant l'estudi.

A continuació es presentaran els 3 softwares que es compararan (Lider/Calener VYP, CE3X i PHPP 2007), explicant els usos principals de cadascun d'ells, la seva metodologia, el seu funcionament bàsic, i els principals resultats que presentaran.

Al tercer apartat del projecte es fa l'anàlisi dels resultats de l'estat actual que presenten cadascun dels programes, així com la comparació entre aquests resultats i els consums reals coneguts.

A partir d'aquest anàlisi, s'expliquen les propostes de millora (i la valoració econòmica d'aquestes) que estaran orientades a reduir la demanda (millora de l'envolupant tèrmica), el consum (instal·lacions), o a poder fer una millor avaluació dels programes. En aquest punt es fa un anàlisi de resultats aplicant cadascuna d'aquestes propostes per separat.

En el cinquè apartat del projecte es fan les concatenacions de les propostes de millora mitjanant l'aplicació CE3X, ja que, com s'explica en l'apartat corresponent, és l'aplicació més adient per a fer aquesta concatenació. Un cop obtinguts els resultats de totes les combinacions possibles, es trien tres d'aquestes per a calcular-les amb tots els programes que s'avaluen, i així poder portar a terme una nova comparació de resultats.

A l'últim punt del projecte abans de les conclusions es realitza una comparativa general, tant de l'ús dels programes, del procés de càlcul d'aquests, de la presentació de resultats i la interpretació d'aquests.

2.2 ABSTRACT

The main objective of this Project is to achieve an assessment of how different Software (Lider/Calener VYP, CE3X y PHPP 2007) calculate energy consumption on residential use constructions. In order to achieve this, the analysis has been conducted on a single family home between party walls, following various improvement proposals (and its corresponding concatenation), to obtain results with software in different configurations, surroundings as well as used systems, in an actual building of which energy consumption over the past ten years is known.

In the first section of the project, the writer proceeds to a detailed description of the building, taking special attention to the surroundings and its installations since these will be key subjects to be studied along the report.

Next are presented the three software that will be compared (Lider/Calener VYP, CE3X y PHPP 2007), providing an explanation of their main use, methodology, basic operative, and the main results to be presented.

In the third section, the analysis of the results of the actual state are analysed separately for all different programmes, as well as the comparison among results and the actual consumptions previously known.

From this analysis, improvement proposals are explained, providing financial assessment, leaning to reduce demand (improving the surroundings), the consumption (installations) or to be able to realise a better evaluation of the software. An analysis of the results is conducted applying improvement proposal independently.

In the fifth chapter of the Project, a concatenation of the improvement proposals is done through the application of CE3X, since as it is explained in the related section, it the most adequate application to perform this concatenation. Once results have been obtained through all feasible combinations, three of them are chosen to be calculated using the three software programmes for its evaluation, hence being able to conduct a new comparison.

In the last section of the project, the writer presents a general comparison of the software use, the calculation processes performed, the presentation of the results and the interpretation of the same. At the end of the section, the writer presents some conclusions drawn from the accomplishment of this project.

3 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

En este primer apartado, pretendo realizar una descripción global del edificio, destacando los puntos que considere más importantes, para que se pueda comprender el análisis de la eficiencia energética.

Para empezar, realizaré una descripción de las características generales e iré profundizando en la descripción para llegar a cada sistema constructivo (sistema estructural, envolvente, acabados, e instalaciones).

3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

El edificio objeto del análisis, proyectado en 1999 por el arquitecto Juan José Florensa Mateu y terminada la fase de ejecución a principios de 2001, está situado en la localidad de Fraga (Huesca), en la C/Massarrabal, 10.

La vivienda se alinea con su fachada principal a la calle. Los dos edificios medianeros de los lados son de características similares. En la parte trasera limita con la parte posterior de una vivienda plurifamiliar de 4 plantas (PB+4, 16 m).



Ilustración 1: Situación del edificio objeto

El edificio objeto tiene **4 niveles** sobre rasante:

- Planta Baja: con una zona de acceso al edificio, un parking, y un jardín en la parte posterior de la parcela. **No habitable**.
- Planta Primera: zona de día de la vivienda, con una habitación de invitados y una terraza en la parte trasera. **Habitable**.
- Planta Segunda: zona de noche de la vivienda, donde se encuentran las habitaciones y un pequeño estudio. **Habitable**.
- Planta Bajo Cubierta: zona de almacén. **Habitable No Calefactada**.

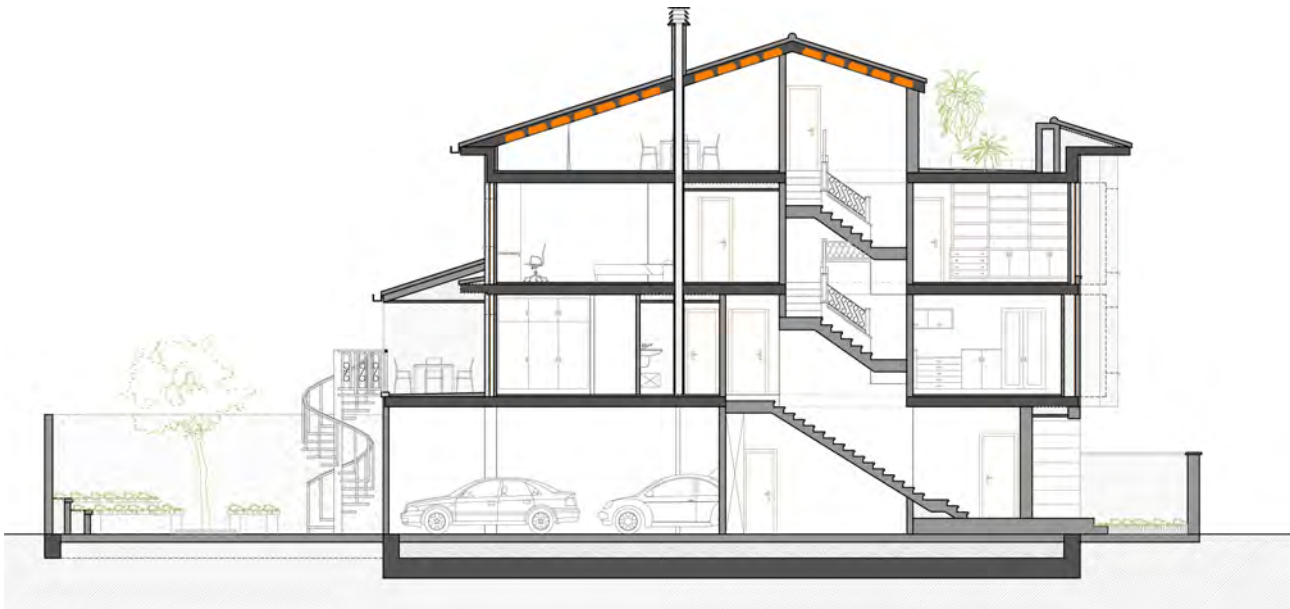


Ilustración 2: Sección de la vivienda objeto

La parcela del edificio tiene unas dimensiones de 29x6 m, con una superficie total de 174 m². La zona de acceso al edificio, 4,2x6 m, y el jardín posterior, 8,5x6 m, hacen que la ocupación de la parcela sea del 56,2 %.

A continuación se adjunta el cuadro de superficies construidas por plantas:

CUADRO DE SUPERFICIES	
PLANTA BAJA	
Entrada	4,80 m ²
Almacen	3,50 m ²
Aparcamiento	79,30 m ²
PLANTA PRIMERA	
Salón-Comedor	29,40 m ²
Distribuidor	10,60 m ²
Lavadero	5,30 m ²
Entrada	1,30 m ²
Baño 01	3,90 m ²
Habitación 01	11,90 m ²
Cocina	13,80 m ²
Terraza 01 (50%)	6,85 m ²
PLANTA SEGUNDA	
Habitación 02	18,10 m ²
Habitación 03	13,50 m ²
Habitación 04	12,10 m ²
Habitación 05	4,60 m ²
Pasillo	6,50 m ²
Estudio	13,10 m ²
Baño 02	8,10 m ²
PLANTA BAJO CUBIERTA	
Buhardilla	50,90 m ²
Terraza 02 (50%)	7,95 m ²
TOTAL SUPERFICIE ÚTIL	
Planta baja	87,60 m²
Planta primera	83,00 m²
Planta segunda	76,00 m²
Planta Bajocubierta	58,90 m²
TOTAL	305,50 m²
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA	
Jardín delantero (50%)	11,35 m²
Jardín trasero (50%)	23,25 m²
Planta baja	97,80 m²
Planta primera	100,85 m²
Planta segunda	94,00 m²
Planta Bajocubierta	71,25 m²
TOTAL	398,50 m²

Tabla 1: Cuadro de Superficies

A efectos de cálculo, según el CTE HE-1, la zona climática de la vivienda es D2, ya que es la misma de la capital de provincia (Huesca, h=432 m) porque la altitud de la localidad de la vivienda objeto (Fraga, h=118 m) está por debajo.

3.2 CIMENTACIONES

La cimentación está compuesta por losa de hormigón armado de 50 cm de canto (HA-25/B20/I; B400S, según datos del proyecto). Sobre la losa, un encachado de piedra caliza (40/80 mm) que sirve de base para una solera de 20 cm de espesor (HM-30/B/20/IIa+Qb).

3.3 ESTRUCTURA

Se trata de una estructura de paredes de carga (medianeras), con forjados unidireccionales, de viguetas de hormigón pretensadas.

La tipología de las paredes de carga, predomina la pared de obra de fábrica de arcilla aligerada (termoarcilla) de 15,5x19x14 cm., reforzadas con pilares de 30x30 cm de HA en todas las plantas en la fachada principal y con los mismos en planta baja en la fachada trasera.

En los forjados unidireccionales, viguetas de hormigón pretensadas autorresistentes, separadas 60 cm entre ejes, con bovedillas cerámicas de 60x25x25 cm y con capa de compresión de 4 cm.

En la caja de escaleras, unos pilares de acero laminado HEB-120 para soportar el tramo de escalera intermedio y reforzar el forjado en los huecos de ésta.

3.4 CUBIERTA

Se trata de una cubierta a 2 aguas con un 30% de pendiente. Está realizada con con viguetas de hormigón pretensadas autorresistentes, separadas 60 cm entre ejes, con bovedillas de poliestireno expandido de 60x25x25 cm, y con capa de compresión de 4 cm sobre la están colocadas tejas de hormigón rojas fijadas con mortero.

3.5 ENVOLVENTE TÉRMICA

Se define la envolvente del edificio como los sistemas constructivos encargados de proteger, desde un punto de vista acústico, térmico y funcional, el conjunto interior del edificio del medio exterior. La envolvente térmica, según el CTE DB-HE1 3.1.3.1, *“está compuesta por todos los cerramientos que limitan espacios habitables con el ambiente exterior (aire o terreno u otro edificio) y por las particiones interiores que limitan los espacios habitables con los espacios no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.”*

Se clasifican los cerramientos de los espacios según su comportamiento térmico en las siguientes categorías:

3.5.1 CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL AIRE

3.5.1.1 PARTE OPACA

3.5.1.1.1 Cerramientos de fachada:

Material	Espesor e, (m)	Cond. Térm. λ , (W/(K·m))	Densidad ρ , (kg/m ³)	Cal. Espec. Cp, (J/(kg·K))	Res. Térmica Rt, (m ² ·K/W)
½ pie de ladrillo perforado cara vista	0,120	0,667	1140	1000	0,180
XPS Poliestireno Extruido	0,030	0,032	38	1000	0,938
Cámara de aire vertical sin ventilar	0,080	-	-	-	0,187
Tabique de ladrillo hueco sencillo	0,060	0,445	1000	1000	0,135
Enlucido de Yeso	0,012	0,570	1150	1000	0,021
Res. Térmica TOTAL (m²·K/W)					1,460
U-Transm. Térmica (W/(m²·K))					0,685

Tabla 2: Descripción Cerramientos de fachada

Formado por fábrica de ½ pie de espesor de ladrillo perforado cara vista rojo de 25x5x12 cm (12 cm de espesor, $\lambda=0,667$ W/(K·m)), placas de poliestireno extruido (XPS) de 3 cm de grosor ($\lambda=0,032$ W/(K·m)), una cámara de aire de 8 cm, tabique de ladrillo hueco sencillo de 25x12x6 cm (6 cm de espesor, $\lambda=0,445$ W/(K·m)), y un guarnecido de yeso de 1,2 cm de espesor ($\lambda=0,57$ W/(K·m)). En zona de la primera planta de la fachada principal, debido a los retranqueos exteriores, existe una cámara de aire mayor, de 30 cm de media, pero que debido a la convección que se produce en su interior considero que no tiene efecto sobre la transmisión térmica, ya que el aire interior transporta (mediante la citada convección) el calor de una capa a la otra, sin oponer ninguna resistencia.

3.5.1.1.2 Cerramientos de Planta Baja (No habitable):

Material	Espesor e, (m)	Cond. Térm. λ , (W/(K·m))	Densidad ρ , (kg/m ³)	Cal. Espec. Cp, (J/(kg·K))	Res. Térmica Rt, (m ² ·K/W)
Caliza dura	0,030	1,700	2095	1000	0,018
Mortero de cemento	0,020	1,000	1525	1000	0,020
Termoarcilla	0,140	0,443	1170	1000	0,316
Mortero de cemento	0,020	1,000	1525	1000	0,020
Res. Térmica TOTAL (m²·K/W)					0,374
U-Transm. Térmica (W/(m²·K))					2,676

Tabla 3: Descripción Cerramientos de Planta Baja fachada principal

El cerramiento de la fachada principal, formado por chapado de piedra caliza dura de 3 cm ($\lambda=1,7$ W/(K·m)) recibido con 2 cm de mortero de cemento y arena ($\lambda=1$ W/(K·m)), fábrica de cerámica de arcilla aligerada (termoarcilla) de 15,5x19x14 cm ($\lambda=0,324$ W/(K·m)), y enfoscado con mortero de cemento de 2 cm ($\lambda=1$ W/(K·m)).

Material	Espesor e, (m)	Cond. Térm. λ , (W/(K·m))	Densidad ρ , (kg/m ³)	Cal. Espec. Cp, (J/(kg·K))	Res.Térmica Rt, (m ² ·K/W)
Mortero de cemento	0,020	1,000	1525	1000	0,020
Termoarcilla	0,140	0,443	1170	1000	0,316
Mortero de cemento	0,020	1,000	1525	1000	0,020
Res. Térmica TOTAL (m²·K/W)					0,356
U-Transm. Térmica (W/(m²·K))					2,809

Tabla 4: Descripción Cerramientos de Planta Baja fachada trasera

El cerramiento de la fachada trasera, formado por Enfoscado de mortero de cemento de 2 cm ($\lambda=1$ W/(K·m)), fábrica de cerámica de arcilla aligerada (termoarcilla) de 15,5x19x14 cm ($\lambda=0,433$ W/(K·m)), y enfoscado con mortero de cemento de 2 cm ($\lambda=1$ W/(K·m)).

3.5.1.1.3 Cerramientos de Planta Bajo Cubierta (Habitable No Calefactada):

Material	Espesor e, (m)	Cond. Térm. λ , (W/(K·m))	Densidad ρ , (kg/m ³)	Cal. Espec. Cp, (J/(kg·K))	Res.Térmica Rt, (m ² ·K/W)
Mortero de cemento	0,020	1,000	1525	1000	0,020
1 pie de ladrillo hueco sencillo	0,240	0,567	1150	1000	0,423
XPS Poliestireno Extruido	0,030	0,032	38	1000	0,938
Cámara de aire vertical sin ventilar	0,050	-	-	-	0,180
Tabique de ladrillo hueco sencillo	0,060	0,445	1000	1000	0,135
Enlucido de Yeso	0,012	0,570	1150	1000	0,021
Res. Térmica TOTAL (m²·K/W)					1,697
U-Transm. Térmica (W/(m²·K))					0,589

Tabla 5: Descripción Cerramientos de Planta Bajo Cubierta

Formado por enfoscado de 2 cm de mortero de cemento y arena ($\lambda=1$ W/(K·m)), fábrica de 1 pie de espesor de ladrillo hueco sencillo ($\lambda=0,567$ W/(K·m)), placas de poliestireno extruido (XPS) de 3 cm de espesor ($\lambda=0,032$ W/(K·m)), una cámara de aire de 5 cm, tabique de ladrillo perforado sencillo de 25x12x6 cm (6 cm de espesor, $\lambda=0,445$ W/(K·m)), y guarnecido de yeso de 1,2 cm de espesor ($\lambda=0,57$ W/(K·m)).

Material	Espesor e, (m)	Cond. Térm. λ , (W/(K·m))	Densidad ρ , (kg/m ³)	Cal. Espec. Cp, (J/(kg·K))	Res.Térmica Rt, (m ² ·K/W)
½ pie de ladrillo perforado caravista	0,120	0,667	1140	1000	0,180
Hormigón armado	0,300	2,300	2400	1000	0,130
Res. Térmica TOTAL (m²·K/W)					0,310
U-Transm. Térmica (W/(m²·K))					3,222

Tabla 6: Descripción Voladizos de Planta Bajo Cubierta fachada principal

Material	Espesor e, (m)	Cond. Térm. λ , (W/(K·m))	Densidad ρ , (kg/m ³)	Cal. Espec. Cp, (J/(kg·K))	Res.Térmica Rt, (m ² ·K/W)
½ pie de ladrillo perforado caravista	0,120	0,667	1140	1000	0,180
Hormigón armado	0,300	2,300	2400	1000	0,130
Enlucido de yeso	0,012	0,570	1150	1000	0,021
Res. Térmica TOTAL (m²·K/W)					0,331
U-Transm. Térmica (W/(m²·K))					3,018

Tabla 7: Descripción Voladizos de Planta Bajo Cubierta fachada trasera

La zona de los voladizos, tanto delantero como trasero, llevan una zona de hormigón armado que une el forjado con el voladizo. El hormigón armado ($\lambda=0,57$ W/(K·m)) tiene un espesor de 30 cm.

3.5.1.1.4 Cerramientos de medianera:

Material	Espesor e, (m)	Cond. Térm. λ , (W/(K·m))	Densidad ρ , (kg/m ³)	Cal. Espec. Cp, (J/(kg·K))	Res.Térmica Rt, (m ² ·K/W)
Termoarcilla	0,140	0,443	1170	1000	0,316
Enlucido de yeso	0,012	0,570	1150	1000	0,021
Res. Térmica TOTAL (m²·K/W)					0,337
U-Transm. Térmica (W/(m²·K))					2,967

Tabla 8: Descripción Cerramientos de medianera interiores

Formado por fábrica de cerámica de arcilla aligerada (termoarcilla) de 15,5x19x14 cm ($\lambda=0,443$ W/(K·m)), y guarnecido de yeso de 1,2 cm de espesor ($\lambda=0,57$ W/(K·m)).

Material	Espesor e, (m)	Cond. Térm. λ , (W/(K·m))	Densidad ρ , (kg/m ³)	Cal. Espec. Cp, (J/(kg·K))	Res.Térmica Rt, (m ² ·K/W)
Termoarcilla	0,140	0,443	1170	1000	0,316
Mortero de cemento	0,020	1,000	1525	1000	0,020
½ pie de ladrillo perforado caravista	0,120	0,667	1140	1000	0,180
Res. Térmica TOTAL (m²·K/W)					0,516
U-Transm. Térmica (W/(m²·K))					1,938

Tabla 9: Descripción Cerramientos de medianera terraza trasera

La medianera de la terraza trasera está formada por fábrica de ½ pie de espesor de ladrillo perforado cara vista rojo de 25x5x12 cm (12 cm de espesor, $\lambda=0,667$ W/(K·m)), enfoscado de 2 cm de mortero de cemento y arena ($\lambda=1$ W/(K·m)), y fábrica de cerámica de arcilla aligerada (termoarcilla) de 15,5x19x14 cm ($\lambda=0,443$ W/(K·m)).

Material	Espesor e, (m)	Cond. Térm. λ , (W/(K·m))	Densidad ρ , (kg/m ³)	Cal. Espec. Cp, (J/(kg·K))	Res. Térmica Rt, (m ² ·K/W)
Termoarcilla	0,140	0,443	1170	1000	0,316
Mortero de cemento	0,020	1,000	1525	1000	0,020
Res. Térmica TOTAL (m²·K/W)					0,336
U-Transm. Térmica (W/(m²·K))					2,976

Tabla 10: Descripción Cerramientos de medianera terraza superior

La medianera de la terraza superior está formada por enfoscado de 2 cm de mortero de cemento y arena ($\lambda=1$ W/(K·m)), y fábrica de cerámica de arcilla aligerada (termoarcilla) de 15,5x19x14 cm ($\lambda=0,443$ W/(K·m)).

3.5.1.1.5 Cubierta inclinada:

Material	Espesor e, (m)	Cond. Térm. λ , (W/(K·m))	Densidad ρ , (kg/m ³)	Cal. Espec. Cp, (J/(kg·K))	Res. Térmica Rt, (m ² ·K/W)
Teja de hormigón	0,020	1,500	2100	1000	0,013
Cám. aire horizontal ligeramente ventilada	-	-	-	-	0,080
Mortero de cemento	0,020	1,000	1525	1000	0,020
FU Entrevigado de EPS moldeado	0,300	0,341	740	1000	0,880
Enlucido de yeso	0,012	0,570	1150	1000	0,021
Res. Térmica TOTAL (m²·K/W)					1,014
U-Transm. Térmica (W/(m²·K))					0,986

Tabla 11: Descripción Cubierta inclinada

Formado por teja de hormigón de 2 cm ($\lambda=1,5$ W/(K·m)), recibidas con 2 cm de mortero de cemento y arena ($\lambda=1$ W/(K·m)), con cámara de aire ligeramente ventilada de 5 cm de media, viguetas de hormigón pretensadas autorresistentes, separadas 60 cm entre ejes, con bovedillas de poliestireno expandido (EPS) de 60x25x25 cm, y con capa de compresión de 4 cm (30 cm de espesor, $\lambda=0,341$ W/(K·m)), y guarnecido de yeso de 1,2 cm de espesor ($\lambda=0,57$ W/(K·m)).

3.5.1.1.6 Cubierta plana:

Material	Espesor e, (m)	Cond. Térm. λ , (W/(K·m))	Densidad ρ , (kg/m ³)	Cal. Espec. Cp, (J/(kg·K))	Res. Térmica Rt, (m ² ·K/W)
Plaqueta o baldosa de gres	0,020	2,300	2500	1000	0,009
Mortero de áridos ligeros	0,020	0,410	900	1000	0,049
Hormigón con arcilla expandida	0,050	0,350	1000	1000	0,143
Arcilla expandida	0,050	0,148	538	1000	0,338
FU Entrevigado cerámico	0,300	0,846	1110	1000	0,355
Enlucido de yeso	0,012	0,570	1150	1000	0,021
Res. Térmica TOTAL (m²·K/W)					0,914
U-Transm. Térmica (W/(m²·K))					1,094

Tabla 12: Descripción Cubierta plana

Formado por solado de baldosa de gres antideslizante de 2 cm ($\lambda=2,3$ W/(K·m)), recibido con 2 cm mortero de cemento y arena ($\lambda=1$ W/(K·m)), 5 cm de media de hormigón aligerado para formación de pendientes ($\lambda=0,35$ W/(K·m)), 5 cm de media de cama de arlita ($\lambda=0,148$ W/(K·m)), viguetas de hormigón pretensadas autorresistentes, separadas 60 cm entre ejes, con bovedillas cerámicas de 60x25x25 cm, y con capa de compresión de 4 cm (30 cm de espesor, $\lambda=0,846$ W/(K·m)), y guarnecido de yeso de 1,2 cm de espesor ($\lambda=0,57$ W/(K·m)).

3.5.1.2 PARTE SEMITRASPARENTE

Primero definiré los diferentes composiciones de materiales que encontramos en la vivienda, y a continuación las diferentes aberturas que encontramos.

3.5.1.2.1 Vidrio:

Transmitancia Térmica (U)	3,300 W/(m ² ·K)
Factor solar (g)	0,750

Tabla 13: Descripción Características vidrios dobles

Zona habitable y Planta Bajo Cubierta: Climalit con dos lunas incoloras de 4 mm y cámara de aire de 6 mm con junta plástica y sellado con silicona incolora (U=3,30 W/m²·K, ρ=0,750).

Transmitancia Térmica (U)	5,700 W/(m ² ·K)
Factor solar (g)	0,850

Tabla 14: Descripción Características vidrios simples

Planta Baja: Carglas de 4 mm incoloro (U=5,7 W/m²·K, ρ=0,850).

Transmitancia Térmica (U)	3,020 W/(m ² ·K)
Factor solar (g)	0,500

Tabla 15: Descripción Características Pavés

Planta Bajo Cubierta: Pavés de 120 mm (U=3,02 W/m²·K, ρ=0,500).

3.5.1.2.2 Marco:

Transmitància Térmica (U)	2,500 W/(m ² ·K)
Absortivitat (α)	0,750

Tabla 16: Descripción Características Marco fachada principal

Transmitància Térmica (U)	2,500 W/(m ² ·K)
Absortivitat (α)	0,200

Tabla 17: Descripción Características Marco fachada trasera

Carpintería de madera ($U=2,5$ W/m²·K) barnizada en la fachada principal (color marrón medio, $\alpha=0,75$), y lacada en blanco en la fachada trasera (color blanco claro, $\alpha=0,20$). En cuanto a la permeabilidad a aire, son unas ventanas de clase 3 (9 m³/(h·m²) a 100 Pa según UNE-EN 12207).

Transmitància Térmica (U)	5,700 W/(m ² ·K)
Absortivitat (α)	0,700

Tabla 18: Descripción Características Marco metálico

Carpintería metálica sin rotura del puente térmico ($U=5,7$ W/m²·K, $\alpha=0,70$) para la puerta de acceso al jardín trasero en Planta Baja.

3.5.1.2.3 Tipos de aberturas

A continuación paso a describir las aberturas del edificio objeto.

- Puerta de entrada en la planta Baja (140x230 cm), con vidrio simple y marco de color marrón.
- Puerta del garaje en la planta Baja de la fachada principal (325x270 cm).
- Ventanas de la primera planta de la fachada principal (90x163 cm), con vidrio doble y marco de color marrón.
- Balconeras de la segunda planta de la fachada principal (140x210 cm), con vidrio doble y marco de color marrón.
- Balconera de la planta Bajo Cubierta de la fachada principal (90x200 cm), con vidrio doble y marco de color marrón.
- Ventana de la planta Bajo Cubierta de la fachada principal (150x140 cm), con vidrio doble y marco de color marrón.
- Abertura de pavés de la planta Bajo Cubierta de la fachada principal (100x180 cm).

- Puerta de acceso al jardín de la planta Baja en la fachada trasera (100x210 cm), con marco metálico sin rotura del puente térmico.
- Ventana de la planta Baja de la fachada trasera (110x120 cm), con vidrio simple y marco de madera de color blanco.
- Ventana de la cocina de la primera planta de la fachada trasera (70x95 cm), con vidrio doble y marco de madera de color blanco.
- Balconera de la cocina de la primera planta de la fachada trasera (90x210 cm), con vidrio doble y marco de madera de color blanco.
- Balconera de la habitación de la primera planta de la fachada trasera (150x210 cm), con vidrio doble y marco de madera de color blanco.
- Ventanas de la segunda planta de la fachada trasera (140x120 cm), con vidrio doble y marco de madera de color blanco.

A continuación presento una tabla resumen con la descripción de las ventanas:

	Orientación	Dimensiones (cm)	Cantidad	Vidrio		Marco		FM (%)	Permeabilidad al aire (m ³ /h·m ² a 100 Pa)	Utotal (W/ (m ² ·K))
				Uv (W/ (m ² ·K))	Factor solar (g)	Um (W/ (m ² ·K))	Absort. (α)			
Puerta Entrada	Est	140x230	1	5,70	0,85	2,50	0,75	71%	60	3,43
Puerta Garaje	Est	325x270	1	-	-	2,50	0,75	100%	60	2,50
Ventanas P1	Est	90x163	3	3,30	0,75	2,50	0,75	31%	27	3,05
Balconera P2	Est	140x210	2	3,30	0,75	2,50	0,75	29%	27	3,07
Balconera PBC	Est	90x200	1	3,30	0,75	2,50	0,75	29%	27	3,07
Ventana PBC	Est	150x140	1	3,30	0,75	2,50	0,75	31%	27	3,05
Pavés PBC	Est	100x180	1	3,02	0,50	-	-	0%	27	3,02
Puerta PB	Oest	100x210	1	-	-	5,70	0,70	100%	60	5,70
Ventana PB	Oest	110x120	1	5,70	0,85	2,50	0,20	39%	27	4,45
Ventana P1	Oest	70x95	1	3,30	0,75	2,50	0,20	44%	27	2,95
Balconera P1	Oest	90x210	1	3,30	0,75	2,50	0,20	30%	27	3,06
Balconera P1	Oest	150x210	1	3,30	0,75	2,50	0,20	27%	27	3,08
Ventana P2	Oest	140x120	2	3,30	0,75	2,50	0,20	34%	27	3,03

Tabla 19: Descripción de las aberturas

3.5.2 CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO

3.5.2.1 SUELOS

Material	Espesor e, (m)	Cond. Térm. λ , (W/(K·m))	Densidad ρ , (kg/m ³)	Cal. Espec. Cp, (J/(kg·K))	Res. Térmica Rt, (m ² ·K/W)
Hormigón en masa	0,200	1,650	2150	1000	0,121
Encachado de piedra caliza	0,400	2,000	1450	1050	0,200
Hormigón armado	0,500	2,300	2400	1000	0,217
Res. Térmica TOTAL (m²·K/W)					0,539
U-Transm. Térmica (W/(m²·K))					1,857

Tabla 20: Descripción Cerramientos en Contacto con el terreno

Formado por losa de hormigón armado de 50 cm de canto ($\lambda=2,3$ W/(K·m)), 40 cm de encachado de piedra caliza ($\lambda=2$ W/(K·m)) y solera de 20 cm de hormigón en masa ($\lambda=1,65$ W/(K·m)) que a su vez hace de pavimento.

3.5.2.2 MUROS EN CONTACTO CON EL TERRENO

Material	Espesor e, (m)	Cond. Térm. λ , (W/(K·m))	Densidad ρ , (kg/m ³)	Cal. Espec. Cp, (J/(kg·K))	Res. Térmica Rt, (m ² ·K/W)
Termoarcilla	0,140	0,443	1170	1000	0,316
Mortero de cemento	0,020	1,000	1525	1050	0,020
Res. Térmica TOTAL (m²·K/W)					0,336
U-Transm. Térmica (W/(m²·K))					2,976

Tabla 21: Descripción Muros en Contacto con el terreno

Formado por fábrica de cerámica de arcilla aligerada (termoarcilla) de 15,5x19x14 cm ($\lambda=0,443$ W/(K·m)), y enfoscado con mortero de cemento de 2 cm ($\lambda=1$ W/(K·m)).

3.5.3 PARTICIONES INTERIORES EN CONTACTO CON ESPACIOS NO HABITABLES

Material	Espesor e, (m)	Cond. Térm. λ , (W/(K·m))	Densidad ρ , (kg/m ³)	Cal. Espec. Cp, (J/(kg·K))	Res. Térmica Rt, (m ² ·K/W)
Terrazo	0,050	1,150	1800	1000	0,043
Mortero de cemento	0,020	1,000	1525	1000	0,020
Cama de arena	0,020	2,000	1450	1050	0,010
FU Entrevigado cerámico	0,300	0,846	1110	1000	0,355
Enlucido de yeso	0,012	0,570	1150	1000	0,021
Res. Térmica TOTAL (m²·K/W)					0,449
U-Transm. Térmica (W/(m²·K))					2,226

Tabla 22: Descripción Particiones Interiores en Contacto con Espacios No Habitables

Formado por solado de terrazo de 5 cm de espesor ($\lambda=1,15$ W/(K·m)), recibido con 2 cm de mortero de cemento y arena ($\lambda=1$ W/(K·m)), cama de arena de 2 cm ($\lambda=2$ W/(K·m)), forjado unidireccional de viguetas de hormigón pretensadas autorresistentes, separadas 60 cm entre ejes, con bovedillas cerámicas de 60x25x25 cm y con capa de compresión de 4 cm (30 cm de espesor, $\lambda=0,256$ W/(K·m)), y guarnecido de yeso de 1,2 cm de espesor ($\lambda=0,57$ W/(K·m)).

3.5.4 PARTICIONES INTERIORES EN CONTACTO CON ESPACIOS HABITABLES

Material	Espesor e, (m)	Cond. Térm. λ , (W/(K·m))	Densidad ρ , (kg/m ³)	Cal. Espec. Cp, (J/(kg·K))	Res. Térmica Rt, (m ² ·K/W)
Terrazo	0,050	1,150	1800	1000	0,043
Mortero de cemento	0,020	1,000	1525	1000	0,020
Cama de arena	0,020	2,000	1450	1050	0,010
FU Entrevigado cerámico	0,300	0,846	1110	1000	0,355
Enlucido de yeso	0,012	0,570	1150	1000	0,021
Res. Térmica TOTAL (m²·K/W)					0,449
U-Transm. Térmica (W/(m²·K))					2,226

Tabla 23: Descripción Particiones Interiores en Contacto con Espacios Habitables

Formado por solado de terrazo de 5 cm de espesor ($\lambda=1,15$ W/(K·m)), recibido con 2 cm de mortero de cemento y arena ($\lambda=1$ W/(K·m)), cama de arena de 2 cm ($\lambda=2$ W/(K·m)), forjado unidireccional de viguetas de hormigón pretensadas autorresistentes, separadas 60 cm entre ejes, con bovedillas cerámicas de 60x25x25 cm y con capa de compresión de 4 cm (30 cm de espesor, $\lambda=0,846$ W/(K·m)), y guarnecido de yeso de 1,2 cm de espesor ($\lambda=0,57$ W/(K·m)).

3.5.5 PUNTES TÉRMICOS

En el CTE-HE 1 se consideran puentes térmicos las zonas de la envolvente del edificio en las que se presenta una variación de la uniformidad de la construcción que conlleva necesariamente una minoración de la resistencia térmica respecto al resto del cerramiento.

Para terminar de describir la envolvente térmica también se deben definir los puentes térmicos que se encuentran en el edificio objeto:

3.5.5.1 PUNTES TÉRMICOS INTEGRADOS EN LOS CERRAMIENTOS

	Cantidad	ϕ (W/(m·K))	longitud (m)
Pilares en la fachada			
Planta 1ª	2	0,83	2,5
Planta 2ª	2	0,83	2,5
Contorno de aberturas (montaje)	-	0,48	-
Cajas de persiana	-	0,85	-

Tabla 24: Descripción de los puentes térmicos integrados en los cerramientos.

3.5.5.2 PUNTES TÉRMICOS POR ENCUENTRO DE CERRAMIENTOS

	Cantidad	ϕ (W/(m·K))	longitud (m)
Frentes de forjados			
Planta 1ª	2	1,1	6
Planta 2ª	2	1,1	6
Cubierta – fachada			
Planta Bajo Cubierta	2	1,4	6

Tabla 25: Descripción de los puentes térmicos por encuentro de cerramientos.

3.6 ACABADOS

3.6.1 PAVIMENTOS

En el edificio objeto se encuentran 3 tipos diferentes de pavimentos: hormigón lavado en la zona de acceso y en el jardín trasero, baldosas de terrazo de 40x40 cm en el interior de la vivienda y baldosas de gres antideslizante de 31x31 cm en las terrazas superior y trasera.

3.6.2 FALSOS TECHOS

Se encuentran instalados falsos techos continuos de placas de yeso laminado de 12,5 mm de espesor en el baño y el lavadero de la primera planta, y en la habitación 05 de la segunda planta. Estas habitaciones están situadas debajo de espacios con conexiones de aparatos sanitarios a la red de saneamiento; estas conexiones se realizan en el falso techo de dichas estancias.

3.6.3 ALICATADOS

Se encuentran alicatados los dos baños, la cocina, y parte del lavadero. El baño de la primera planta, la cocina, y el lavadero están alicatados con azulejos de 30x30 cm. El baño de la segunda planta, con azulejos de 20x40 cm.

3.6.4 ENYESADOS

Se encuentran enyesados los cerramientos interiores de la zona habitable y de la Planta Bajo Cubierta, los tabiques interiores, así como la zona de entrada al edificio de la planta baja y la escalera.

3.6.5 ENFOSCADOS

Se encuentran enfoscados los paramentos verticales del garaje de la Planta Baja, la fachada de la Planta Baja que da al jardín trasero, la valla del perímetro de éste, y la fachada de la terraza superior.

3.7 INSTALACIONES

3.7.1 SANEAMIENTO

Las bajantes pluviales están separadas de las de aguas negras, aunque en la red horizontal de saneamiento se juntan. La instalación de pluviales es de acero lacado (ya que parte de ella se encuentra vista) y de PVC, y la de aguas negras es de PVC.

3.7.2 AGUA

La instalación de agua fría es de polietileno desde la acometida hasta el contador; a partir de ese punto está realizada con tubos de cobre con montaje superficial en el techo del garaje, y de PVC hasta llegar a los aparatos sanitarios.

Para calentar el agua para la instalación de ACS, se utiliza una caldera de gasoil, conectada a un acumulador de 100 l. Los tubos de la instalación son de cobre con montaje superficial en el techo del garaje y de PVC hasta llegar a los puntos de consumo.

3.7.3 ELECTRICIDAD

La vivienda objeto tiene contratada una potencia de 6,6 kW, y un consumo medio anual de 5688,87 kW·h en el periodo comprendido entre los años 2006 y 2012.

3.7.4 CLIMATIZACIÓN

Calefacción: La instalación de calefacción es de radiadores de aluminio con agua. El modelo del radiador es el TROPICAL T 500 de la casa FARAL. Los tubos de la instalación son de PVC, y van instalados entre el forjado y el pavimento de terrazo.

Para calentar el agua, se utiliza una caldera de gasoil, situada en el garaje, conectada a un acumulador de 100 l. El modelo de la caldera es NGO 50/20 GTA de la casa ROCA.

Capacidad Total	21,00 kW
Rendimiento nominal	0,90
Tipo Energía	Gasóleo C

Tabla 26: Descripción Características Caldera

Refrigeración: Para la refrigeración se utiliza una bomba de calor en la Planta primera, situada en la sala estar/comedor. Ésta bomba de calor se utiliza básicamente para refrigeración en verano, ya que en invierno la instalación de calefacción es suficiente para calentar la vivienda.

Capacidad Total de refrigeración nominal	4,00 kW
Capacidad Sensible de refrigeración nominal	2,60 kW
Consumo de refrigeración nominal	1,75 kW
Capacidad calorífica nominal	4,80 kW
Consumo de calefacción nominal	1,83 kW
Caudal de impulsión nominal	1500,00 m ³ /h
Tipo Energía	Eléctrica

Tabla 27: Descripción Características Bomba Calor

En la Planta segunda se utiliza un aparato de aire acondicionado más pequeño:

Capacidad Total de refrigeración nominal	3,50 kW
Capacidad Sensible de refrigeración nominal	2,20 kW
Consumo de refrigeración nominal	1,30 kW
Caudal de impulsión nominal	1500,00 m ³ /h
Tipo Energía	Eléctrica

Tabla 28: Descripción Características Aire Acondicionado

4 METODOLOGÍA SOFTWARES DE CÁLCULO

Esta es la segunda parte del proyecto, en la que se pretende explicar las hipótesis realizadas en cada uno de los programas de cálculo, el funcionamiento básico haciendo una pequeña descripción de cada uno de ellos, y una descripción de los resultados que nos muestran en el informe.

Lo softwares analizados son los siguientes:

- Lider / Calener VYP
- CE3X
- PHPP 2007

4.1 LIDER/CALENER VYP

El primer software de cálculo que explicaré se compone de dos aplicaciones: LIDER y CALENER VYP. Son unas aplicaciones que ha patrocinado el Ministerio de Vivienda y el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).

La primera aplicación, LIDER, sirve para verificar que el edificio estudiado cumple con la normativa vigente. Esta primera aplicación calcula la demanda del edificio objeto y la compara con un edificio de referencia (edificio que cumple los requisitos mínimos del CTE).

La segunda aplicación, CALENER VYP, es la aplicación destinada a la definición de los sistemas del edificio, así como de realizar los cálculos de los consumos, y de realizar la certificación energética del edificio. Esta aplicación es la que presenta los resultados tanto de demanda, consumos (energía final y primaria) y de emisiones de CO₂.

Son aplicaciones de cálculo en régimen estacionario dinámico: no parten de una media anual de temperaturas, sino que para afinar más en el cálculo utilizan temperaturas medias mensuales.

4.1.1 LIDER

Lider (Limitación de la Demanda enERgética), es un programa de cálculo para verificar que se cumplen las exigencias de la Limitación de demanda energética (HE 1) establecida en el Documento Básico de Habitabilidad y Energía del Código Técnico de la Edificación.



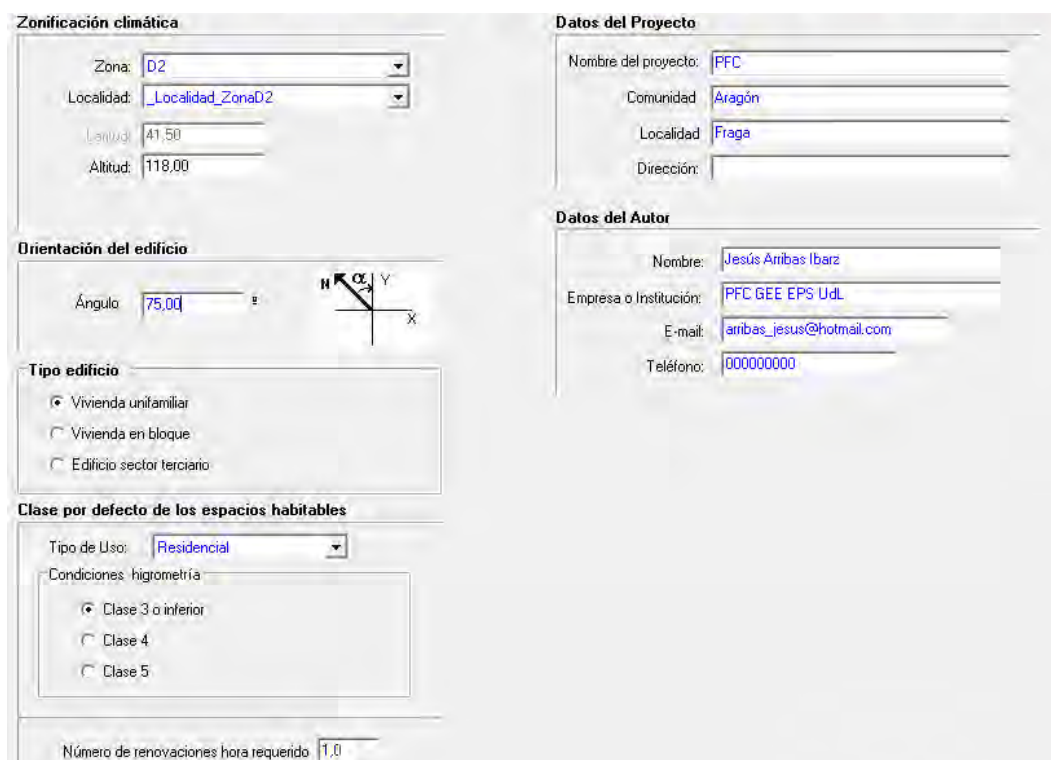
Ilustración 3: LIDER: Limitación de Demanda enERgética

Para ello, se debe describir el edificio a estudiar, introduciendo su geometría, sus características constructivas y operacionales. Asimismo, se debe seguir el anteriormente mencionado documento básico (Limitación de demanda energética) para realizar una correcta interpretación de los términos que se utilizan como pueden ser la zona climática, higrometría,...etc. Tras la introducción de todos los datos, el mismo programa realiza el cálculo de las exigencias que se deben verificar para cumplir con lo establecido en el Código Técnico de la Edificación. En los resultados de cálculo, se refleja la comparación entre la demanda de calefacción y refrigeración del edificio objeto con el de referencia (el que cumpliría con los mínimos de la normativa). Dicha comparación se visualiza gráficamente mediante barras, donde la de color azul y situada a la derecha es la del edificio de referencia y la situada a la izquierda sera de color verde o rojo, según cumpla o no con la normativa. Asimismo, se muestran los resultados por espacios, detallando la información correspondiente a cada uno de los espacios. Para finalizar, y posteriormente a la obtención de los resultados, se puede ver e imprimir el informe de verificación del cumplimiento del DB HE-1. Dicho informe, será el que servirá como justificación administrativa del cumplimiento de la normativa, conteniendo en cada una de sus páginas un número de control único para evitar la impresión de paginas sueltas que sustituyan a otras anteriores.

4.1.1.1 PROCESO

Al iniciar el proceso para obtener la demanda de refrigeración y calefacción del edificio estudiado, el programa informático LIDER solicita unos datos de partida:

1. Zona climática de la vivienda. En este apartado se demandan la zona, localidad, latitud y altitud. En el edificio objeto es D2.
2. Orientación del edificio. Se debe definir el ángulo en sentido antihorario que formará el norte con el eje vertical de coordenadas Y. En el caso estudiado es de 75°.
3. Tipo de edificio. Indicaremos en este apartado el tipo de edificio que estemos trabajando. Elijo vivienda unifamiliar.
4. Clase por defecto de los espacios habitables. Se debe definir el tipo de uso del edificio así como la clase de higrometría de los espacios habitables del mismo. El programa asignará a los espacios que se creen las características que se indiquen en este punto. Siguiendo el CTE, la clase de higrometría sera la 3, ya que según su descripción en esta clase de higrometría no se produce gran cantidad de vapor y en esta clasificación incluye edificios residenciales y similares.
5. Por ultimo, se introducirán los Datos del Proyecto, Datos del Autor los cuales únicamente sirven para documentar el proyecto, sin afectar a los cálculos.



Zonificación climática

Zona: D2
Localidad: _Localidad_ZonaD2
Latitud: 41,50
Altitud: 118,00

Datos del Proyecto

Nombre del proyecto: PFC
Comunidad: Aragón
Localidad: Fraga
Dirección:

Datos del Autor

Nombre: Jesús Arribas Ibarz
Empresa o Institución: PFC GEE EPS UdL
E-mail: arribas_jesus@hotmail.com
Teléfono: 000000000

Orientación del edificio

Ángulo: 75,00

Tipo edificio

Vivienda unifamiliar
 Vivienda en bloque
 Edificio sector terciario

Clase por defecto de los espacios habitables

Tipo de Uso: Residencial

Condiciones higrometría

Clase 3 o inferior
 Clase 4
 Clase 5

Número de renovaciones hora requerido: 1,0

Ilustración 4: Definición de datos de partida en Lider

Una vez finalizado el proceso de Descripción General del edificio, es imprescindible el botón aceptar, pues en caso de no activarlo, se perderían los datos introducidos previamente.

Durante el proceso de cálculo, se debe seguir de izquierda a derecha la barra de herramientas aportada por el programa, por tanto, siguiendo los pasos que indica LIDER, accederemos a la Base de Datos. En esta opción, es donde se gestionan las bases de datos de materiales, vidrios, marcos y se generaran los elementos constructivos del edificio como son los cerramientos y huecos. La propia aplicación aporta materiales y productos de construcción, así como vidrios y marcos, y posteriormente es el usuario quien define tanto los cerramientos y particiones de la envolvente del edificio y los que separan espacios como los huecos y lucernarios.

El proceso de definición de cerramientos y particiones se realiza mediante materiales, creando primero el “Grupo de Cerramiento” dentro de la carpeta “Cerramientos y particiones interiores” que aporta el propio programa ya que LIDER no suministra ninguna base de datos de cerramientos. Durante la creación de cerramientos, primero se le da un nombre al cerramiento con el fin de poder referenciarlo en el proyecto, y posteriormente se introducen las capas de materiales que forman cada cerramiento que queremos crear, siempre siguiendo el orden desde el exterior hacia el interior en cerramientos verticales y de arriba hacia abajo en los horizontales. En el caso que no se encuentre en la base de datos el material que colocamos, se puede crear este introduciendo su nombre, espesor (d) en metros, conductividad (λ) en $W/(m \cdot K)$, densidad (ρ) en kg/m^3 y calor específico (C_p) en $J/(kg \cdot K)$, o bien introduciendo su resistencia térmica. Y por ultimo, se introduce el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua. En el caso de crearse un material no existente en la base de datos, los datos introducido en el programa se deberán justificar para que se acepte la limitación de la demanda por parte de la Administración.

Materiales y productos: Cerramientos y particiones interiores

Grupo: Fachadas

Nombre: Cerramiento de fachada

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

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	0,1200	0,667	1140	1000	
2	XPS Expandido con hidrofluorcarbonos HFC [0.032	0,0300	0,032	38	1000	
3	C aire sin ventilar vert 8 cm					0,187
4	Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor < 60 mm]	0,0600	0,445	1000	1000	
5	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,0120	0,570	1150	1000	
6						

Grupo Material: Aislantes

Material: Arcilla Expandida [árido suelto] 0,020 Espesor (m)

U: 0,61 w/(m²K)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

Aceptar




Ilustración 5: Definición de cerramiento en Lider

Tras finalizar la definición de los elementos de la envolvente térmica del edificio y siguiendo la barra de herramientas del programa, se accede a las “Opciones”. En este punto del proceso, se solicita el “Espacio de Trabajo”, indicando las dimensiones del espacio de trabajo, donde quedará ubicado el edificio y los elementos que lo rodean y pueden crear sombras sobre el mismo, así como su cota, que será en la que el programa empezará a construir el edificio. Asimismo, se define el color del espacio de trabajo y las esferas de atracción, que formarán los vértices de los elementos que representan. Para finalizar con la descripción del espacio de trabajo, se seleccionan las casillas de “Representación de Cubiertas” para que se muestren las esferas que forman los límites y las cubiertas así como la descomposición de los cerramientos en triángulos para tener la certeza de que los vértices están contenidos en un plano. Y por último, se puede activar la casilla “Continuar cálculos aunque no se cumplan los requisitos mínimos” gracias a la cual LIDER sigue ejecutando los cálculos de demanda energética aunque no se respeten los valores máximos de los cerramientos (Tabla 2.1 del DB HE-1) o los factores de temperatura superficial de los puentes térmicos (Tabla 3.2 del DB HE-1) o las condiciones límite de condensaciones superficiales.

Dentro del espacio de opciones, la pestaña “Construcción” se divide en “Cerramientos y particiones interiores” y “Puentes térmicos”.

En el primer punto, cerramientos y particiones interiores, se indicará, de entre los cerramientos y particiones que hemos creado en la base de datos, cuál será el tipo de muro, hueco, cerramiento horizontal en contacto con el aire exterior, cerramiento o partición interior geoméricamente singular, medianera, suelo en contacto con el terreno, muro en contacto con el terreno, partición interior horizontal y partición interior vertical que el programa utilizara de forma automática (por defecto) cuando estemos modelando el edificio.

Posteriormente, en el punto de puentes térmicos, se debe seleccionar dentro de un menú desplegable y observando el esquema de la solución propuesta para los puentes térmicos, eligiendo la que se adapte a nuestro caso. La aplicación distingue tres pestañas, una referente a los puentes térmicos de los forjados, una segunda que hace referencia a los puentes térmicos en los cerramientos verticales y una tercera y última que hace referencia a los cerramientos en contacto con el terreno. Para cada uno de los puentes térmicos propuestos por el programa, presenta un valor de coeficiente lineal (ϕ , W/(m·K)) por defecto, que puede ser modificado. En el caso estudiado, los valores de los coeficientes lineales de los puentes térmicos han sido modificados para que coincidan en todos los programas, y así poder evaluarlos correctamente.

En la pestaña de “Forjados” se debe definir los puentes térmicos referentes al encuentro de los forjados con la fachada, del suelo exterior con la fachada y de la cubierta con la fachada. En la de “Cerramiento vertical” se definen la esquina saliente, esquina entrante, hueco ventana y pilar. Por último en la de “Contacto terreno” únicamente se solicita el puente térmico de la unión de la solera con la pared exterior.

Una vez hemos definido los apartados anteriores, el proceso continúa con la opción 3D de la aplicación informática. En este punto del proceso, se empieza a efectuar el modelado del edificio objeto de estudio y que posteriormente será sometido a cálculo. Tal y como ocurre con las opciones de la barra de herramientas superior, se debe seguir en este apartado la que se sitúa a la izquierda del programa, con la intención de no cometer errores y seguir el procedimiento. Por tanto, se inicia el proceso creando la primera planta accediendo a la herramienta “Crear planta”, donde aparece un formulario en el que se le indicará al programa cuál es la planta anterior, el número de plantas idénticas a la que estamos creando existentes, la altura de los espacios desde el suelo del inferior hasta el suelo del inmediatamente superior y la cota por encima o bajo el terreno a la que se sitúa. Por último, pregunta cuántas plantas iguales habrá, si se quieren colocar

los mismos espacios que en alguna planta anterior y si deseamos crear un mismo espacio para toda la planta. Una vez se ha rellenado el formulario, se activa la opción “Definir vértices” de la barra superior y se indican mediante coordenadas el perímetro de la planta que se desea dibujar. Se deben indicar los puntos en sentido antihorario, y en cada coordenada que se indica aparece una esfera roja. Durante el transcurso del procedimiento de definición de la planta, conviene indicar vértices que posteriormente nos pueden ser útiles para definir los diferentes espacios de las plantas. Asimismo, y con la finalidad de definir los diferentes espacios de las plantas, se pueden crear lo que el programa llama “Lineas 2D”, las cuales se crean en color gris y sirven de apoyo para crear cerramientos o delimitar espacios como ya se ha comentado.

Los espacios se crean tras activar la opción “Crear espacios” de la barra de herramientas vertical del programa, y seleccionando los vértices que definen los espacios. La citada selección de los vértices se debe hacer tal y como ocurre a la hora de definir el perímetro de las plantas, en sentido contrario a las agujas del reloj. Inmediatamente después de generar un espacio, este se edita a fin de adaptar sus características a las del proyecto. Pulsando en el menú “Árbol” se selecciona el espacio que se desea editar, en el que se rellenará el siguiente formulario:

- Nombre: se lo asigna el mismo programa sin que pueda ser modificado.
- Tipo de espacio: elegimos si se trata de un espacio “habitable” o “no habitable”.
- Tipo de uso: debemos seleccionar el tipo de perfil de uso.
- Nº de Pilares: en este punto, hemos de indicar cuantos pilares verticales existen en los cerramientos que forman el perímetro exterior del espacio.
- Multiplicador: únicamente se debe indicar el número de espacios idénticos y evitar así introducirlos todos.
- Altura, superficie y volumen: no se pueden modificar estos datos, sirven a título informativo y de verificación en caso que exista un error grave en la definición del espacio.
- Condiciones higrométricas interiores: se determina la clase higrométrica del espacio en base al DB-HE1.
- Redistribución interior de la radiación: los manuales recomiendan no modificar lo que viene seleccionado en el programa, correspondiente a la opción Prefijada.
- Número de renovaciones hora requerido: se introduce la tasa de ventilación del espacio de forma coherente con lo que establece el DB-HS.

Tras la creación y definición de los espacios de una planta, y no antes, se procede a crear los cerramientos accionando la opción “Crear cerramientos” y la aplicación genera automáticamente los cerramientos verticales.

Se modificarán los tipos de cerramientos exteriores cuando sean del tipo medianeras. Siempre es necesario adecuar la construcción de los cerramientos si no coincide con lo definido por defecto en Opciones y posteriormente verificar sistemáticamente que se han asignado correctamente las construcciones del proyecto a los cerramientos. Una vez finalizada la edición de los diferentes cerramientos, pueden situarse los huecos en la posición adecuada ya que estos, son objetos dependientes de los cerramientos. A la hora de colocar los diferentes huecos de los cerramientos, se ha de colocar previamente el esquema gráfico de forma que el cerramiento en el que se va a colocar el hueco sea visible. El procedimiento consiste en seleccionar la herramienta “Crear Hueco” y se pica en la zona del cerramiento donde se situara el hueco aproximadamente tantas veces como huecos existan.

Una vez creados los huecos y ya que no son todos iguales en lo referente a su forma y su construcción, se accede al menú “árbol”, desde donde se editan todos los huecos creados. Los datos a rellenar con la finalidad de situar el hueco en el lugar correcto del cerramiento son los siguientes:

1. Definición de hueco: en este punto le indicamos al programa, de entre los diferentes huecos que hayamos creado en el proceso de creación de las capas de los distintos cerramientos, la tipología constructiva que presenta dicho hueco.
2. La posición X, desde el borde izquierdo del cerramiento. Se debe decir, que el programa, cuando va a situar los huecos, considera siempre como si el cerramiento se viera desde el exterior del edificio.
3. La cota Y. Dicha cota, es la que define la altura a la que se encuentra el hueco, tomando la distancia desde el suelo del cerramiento hasta el alfeizar del hueco.
4. Altura y Anchura. Estos dos datos permiten modificar el largo y el alto del propio hueco, ya que no todos han de ser de las mismas medidas que las definidas por defecto aunque coincidan en sus características constructivas.
5. Retranqueo. Esta casilla nos deja singularizar cada uno de los huecos, dependiendo de su posición en el grueso del cerramiento.

En el caso que alguno de los huecos tuviera protecciones, se accedería desde este mismo formulario en las pestañas de “Salientes laterales y voladizos” o de “Dispositivos basados en lamas”, donde se pueden definir paramentos laterales o voladizos superiores que puedan generar sombras sobre la abertura, así como posibles lamas verticales u horizontales y sus características geométricas y ópticas.

Por último, para finalizar el modelado de una planta, y tras haber ejecutado los cerramientos verticales con sus correspondientes huecos, se puede proceder a la creación de los cerramientos horizontales de la vivienda, ya que hasta ahora únicamente hemos separado la planta en los diferentes espacios que la forma sin definir en el programa el tipo de cerramiento que es, ni su composición.

Se acciona la herramienta “Crear forjados” y aparecen las esferas de atracción que delimitan los diferentes espacios de la planta de color azul. En este momento, se pincha con el botón derecho del ratón en cualquier punto del espacio de trabajo y se selecciona la opción “suelo” o “techo”, según lo que estemos creando, y seguidamente el tipo de suelo o techo que se desea. El programa da 4 opciones, tanto para suelos como para techos: contacto con el terreno, otro espacio, exterior, adiabático.

Tras la elección y definición del tipo de cerramiento horizontal que hemos creado, se pincha con el botón izquierdo del ratón en cualquier punto del suelo del espacio en el que estamos creando los suelos, y a continuación se desactiva la herramienta “crear Suelos”.

Mediante el procedimiento descrito, creamos planta por planta, cerramiento a cerramiento y hueco a hueco, todo el conjunto edificatorio que forma la vivienda.

En el caso de un bloque de viviendas o una vivienda unifamiliar en la que las plantas sean idénticas, el procedimiento es mucho más sencillo gracias a las ayudas del programa para repetir plantas y espacios iguales. No obstante, como ya se ha comentado anteriormente, lo importante

realmente para el cálculo de la demanda energética son las superficies y los volúmenes, pues el programa trabaja en base a estos.

Por último, y para concluir la creación del modelo geométrico de la vivienda objeto de estudio, se procederá al modelado de las cubiertas de la misma. Previamente, se realizarán tantas líneas auxiliares como sean necesarias.

Tras efectuar las líneas auxiliares, se selecciona la herramienta “Crear Cerramientos Singulares”, y tras apretar el botón derecho en el espacio de trabajo, se elige en el menú contextual el tipo de cerramiento, el cual, en este caso, será “Cubierta”. Asimismo, y previa colocación del modelo de forma que se vea toda la superficie a crear y no se superpongan esferas, se deben picar las esferas de forma ordenada en sentido contrario a las agujas del reloj, y sin repetir la esfera inicial, y a continuación se selecciona la opción “Fin” tras pulsar con el botón derecho en el espacio de trabajo.

Antes de proceder al cálculo de la demanda, se deben definir los objetos, edificios, vegetación,... que generan sombras sobre el edificio objeto. Los objetos vienen definidos como planos, por tanto se deben definir su posición (X, Y, Z), altura y anchura, inclinación sobre la horizontal y orientación (azimut).

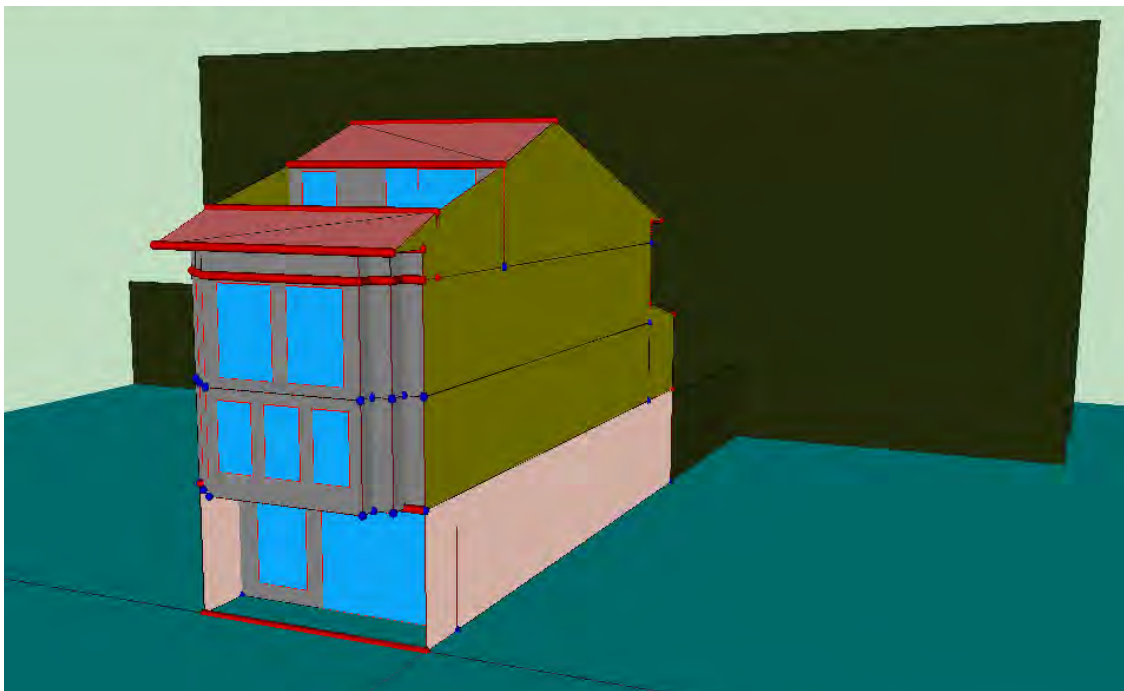


Ilustración 6: Vista del edificio modelizado en LIDER

Una vez se ha cubierto la vivienda, estamos en disposición de proceder al cálculo de la demanda energética de la vivienda, a la obtención de los resultados y a la generación de un informe que servirá de justificación del cumplimiento del DB HE-1.

4.1.1.2 CÁLCULO, RESULTADOS Y OBTENCIÓN DEL INFORME

Tras la finalizar la definición de la totalidad de la construcción y su geometría, se procede a efectuar el cálculo. En la barra de herramientas horizontal disponible en la aplicación informática, se halla el botón “Calcular”, el cual, tras pulsarse, realizara todos los cálculos y verificaciones necesarias para garantizar el cumplimiento de las exigencias contempladas en el DB HE-1. Si el cálculo no se realiza tras pulsar el botón, esto quiere decir que en algún punto del proceso existe un error. Por este motivo, a fin de detectar los incumplimientos normativos y los errores antes de finalizar, es conveniente verificar el calculo al finalizar cada planta. De esta manera, se corrige el error en un momento del proceso en el que es más sencillo de detectar y subsanar. No obstante, antes de iniciar el cálculo, es recomendable guardar.

Una vez LIDER finaliza el cálculo ofrece una ventana con los resultados obtenidos en porcentaje y en un diagrama de barras. En el caso que el proyecto no cumpliera algunos de los requisitos mínimos, aparecería un cuadro informativo, citando los incumplimientos detectados, así como el elemento en el que se esta dando dicho incumplimiento.

Se debe decir, que la aplicación informática LIDER da como resultado el porcentaje que representa la demanda del edificio proyectado en relación al de referencia y no la Demanda del edificio Proyecto y el de Referencia. Asimismo, expone los valores en porcentaje, que representa la calefacción y la refrigeración, en relación al total (siendo el total un 100%). En la vivienda objeto del presente Proyecto los porcentajes representativos de la demanda del edificio, así como los de la calefacción y refrigeración son los siguientes:

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	129,3	119,6
Proporción relativa calefacción refrigeración	97,2	2,8

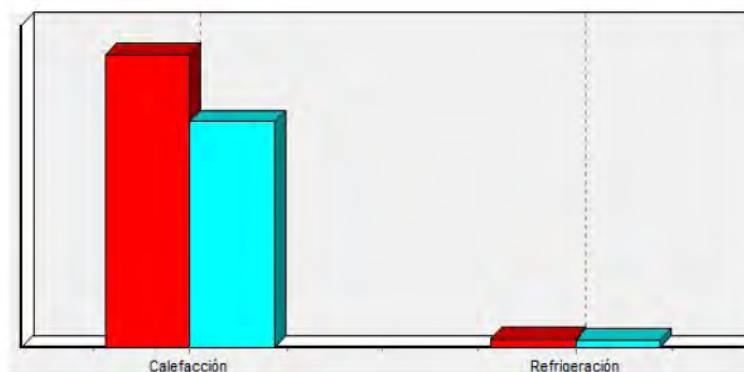


Ilustración 7: Resultados LIDER,

Cuando la demanda de Calefacción y la de Refrigeración del edificio en proyecto son inferiores a la del edificio de Referencia quiere decir que la vivienda estudiada CUMPLE con la reglamentación.

Por otro lado, el programa ofrece los resultados por espacios habitables, ubicándolos en una tabla donde se distribuyen los espacios desde el situado a menor cota hasta el de mayor cota. En dicha tabla se indican los siguientes datos:

- Espacios: se hallan los espacios habitables, desde el que tiene menor cota, hasta el de mayor, indicados mediante el nombre que asigna el programa.
- m²: se indica la superficie de cada uno de los espacios.
- nº de espacios iguales: muestra la veces que se repite dicho espacio.
- % de máx.: indica el porcentaje del máximo valor hallado entre todos los espacios, tanto para calefacción como refrigeración. El espacio con mayor demanda aparece con el numero 100; el resto con el porcentaje respecto al valor máximo. Dicha columna ayuda a localizar los espacios que mayor contribución tienen a la demanda.
- % de ref.: indica el porcentaje de la demanda respecto a la de referencia. Un valor superior a 100 indica una demanda superior a la de referencia.

Una vez se han efectuado los cálculos y se ha obtenido el resultado de cumplimiento de las exigencias contenidas en la normativa, la aplicación, ofrece una herramienta con el nombre "PDF", gracias a la cual se puede generar un archivo pdf, informe con los resultados obtenidos por el software de cálculo.

Espacios	Área (m ²)	Nº espacios iguales	Calefacción % de max	Calefacción % de ref	Refrigeración % de max	Refrigeración % de ref
P02_E01	94,3	1	99,9	121,1	0,0	0,0
P03_E01	94,3	1	100,0	138,7	100,0	119,6

Ilustración 8: Resultados LIDER por espacios

Los datos que se exponen en el informe son:

- La descripción general del edificio y los espacios en que se ha subdividido.
- La características técnicas de los materiales y productos utilizados que se encuentran en la base de datos. El último punto del informe, "5.Lista de comprobación", aparecen los materiales creados que no aparecían en la base de datos y que deben ser justificados.
- La descripción constructiva de cerramientos (materiales y espesores) y su caracterización térmica.
- La descripción de los huecos (vidrios, marcos y estanqueidad) y sus características térmicas.
- Los valores de la transmitancia térmica lineal y factor de temperatura de los puentes térmicos integrados y de encuentro.
- Los resultados de la comparación de la demanda y el cumplimiento de proyecto.

4.1.2 CALENER VYP

CALENER VYP (CALificación de la Eficiencia eNERgética de Viviendas y Edificios Terciarios Medianos y Pequeños) es una aplicación informática, gratuita, y disponible en la página web del código técnico, mediante la cual, se puede obtener la Calificación energética de la vivienda.

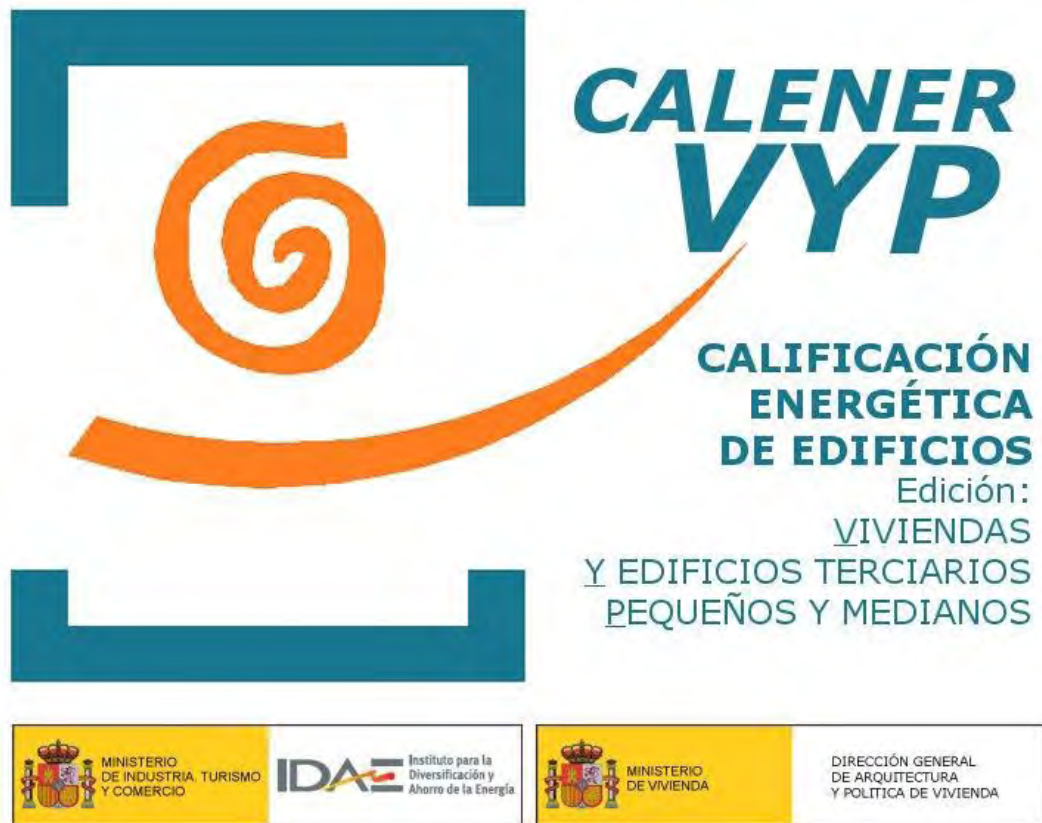


Ilustración 9: CALENER VYP: Calificación energética de edificios. Viviendas y edificios terciarios pequeños y medianos.

El alcance de la aplicación está limitado a los edificios de viviendas y a los edificios terciarios pequeños y medianos climatizados mediante los tipos de equipos incluidos en este programa. Se debe decir, que el comportamiento de los equipos se rigen por unas curvas de comportamiento frente a las condiciones de contorno. Asimismo, la definición de los edificios es compatible con la requerida por el programa LIDER.

Los pasos a seguir en CALENER, desarrollados en el siguiente apartado, con la finalidad de obtener la calificación energética son los siguientes:

1. Estudiar el sistema de acondicionamiento instalado en el edificio, decidiendo la combinación de elementos del programa (sistemas, equipos, unidades terminales, factores de corrección) que serán necesarios para definirlo. En el caso del edificio objeto, deberán considerarse los sistemas de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS), y los sistemas de refrigeración de la vivienda, no siendo considerables los sistemas de iluminación, al no tratarse de un edificio terciario.

2. Recopilar la información relativa al dimensionado (potencias, rendimientos nominales, caudales, temperaturas de impulsión, rendimientos a carga parcial, etc.) requeridos por los elementos del programa como son: los equipos, las unidades terminales y factores de corrección.
3. Cargar en el programa el archivo de definición geométrica y constructiva obtenido con LIDER.
4. Completar la definición del edificio, con el tipo de edificio. En nuestro caso no es necesario introducirle al programa las características del sistema de iluminación, ya que no es un edificio terciario.
5. Definir la demanda de Agua Caliente Sanitaria (ACS).
6. Definir los factores de corrección requeridos por los equipos utilizados en el sistema o bien importar los disponibles en la base de datos del programa y modificar, si es necesario, sus propiedades.
7. Definir los equipos y/o unidades terminales requeridos. Tal y como ocurre en el caso anterior, existe una base de datos en el propio programa, la cual se puede importar y editar si es necesario.
8. Definir los sistemas, incluyendo el de ACS, asociando los equipos y unidades terminales a los espacios acondicionados del edificio.
9. Calcular la calificación y obtener el informe emitido por el programa.

Una vez finalizado el proceso, se dispone de la calificación energética de la vivienda, estando esta comprendida, entre las letras A y F, en función del valor de la demanda energética del edificio objeto.

También presenta resultados de consumos energéticos de la vivienda, así como de emisiones de CO₂, ambos separadas por sistemas.

4.1.2.1 PROCESO

Del mismo modo que ocurre con la aplicación informática LIDER, en el caso de la presente aplicación, utilizada para conocer la calificación energética del edificio, se deben seguir de forma ordenada, los botones de la barra de herramientas.

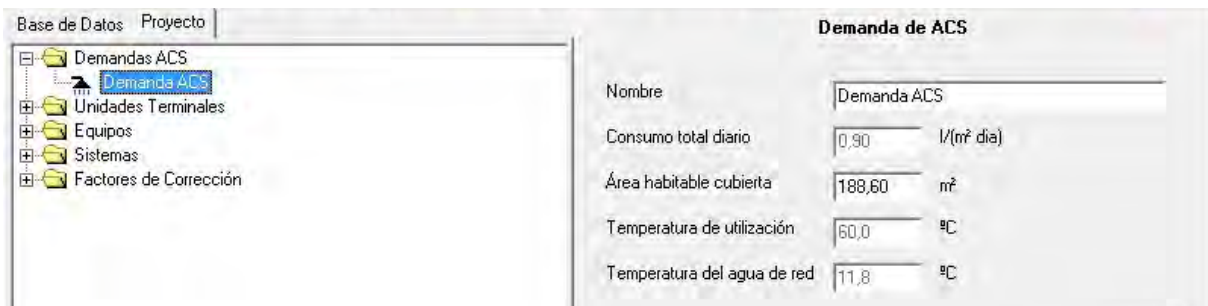
Una vez queda definido correctamente el edificio estudiado (pasos realizados en LIDER), se puede empezar el proceso de definición de los diferentes sistemas que forman las instalaciones de agua caliente sanitaria y calefacción de la vivienda, accediendo al botón "Sistemas".

Tras pulsar el citado botón, aparece en la zona izquierda dos lengüetas, "Base de Datos" y "Proyecto". En la primera, como su nombre indica, se halla la base de datos de componentes de los sistemas de acondicionamiento y producción de ACS, que facilita la definición de nuevos sistemas. En la pestaña contigua, se deberán definir los sistemas que servirán para la producción de agua caliente sanitaria y proporcionar el acondicionamiento interior de la vivienda.

Al acceder a la lengüeta "Proyecto", aparece un árbol con una serie de carpetas que se deberán rellenar a lo largo del proceso a fin de definir los sistemas, equipos, unidades terminales y factores de corrección de los equipos.

Asimismo, lo primero que se solicita es la **demanda de ACS** del edificio estudiado. Cuando se desea introducir la citada demanda, el programa muestra el siguiente formulario:

- Nombre: Demanda ACS. Se puede poner el nombre que se desee, aunque se deberá recordar para posteriores referencias.
- Consumo total diario (l/m² día): el programa muestra el valor de 0,90 l/m² día y no se puede modificar este dato.
- Área habitable cubierta: es la superficie útil de la vivienda. Dicha superficie, en caso que el programa no ofrezca por defecto la correcta (la obtiene del modelo realizado en LIDER), puede ser modificada.
- Temperatura de utilización: el programa, por defecto, le da un valor de 60°C a la temperatura de utilización. No se puede modificar este dato.
- Temperatura del agua de red: la aplicación la obtiene de la media de las temperaturas mensuales. En el caso estudiado aporta un valor de 11,8 °C.



Demanda de ACS	
Nombre	Demanda ACS
Consumo total diario	0,90 l/(m ² día)
Área habitable cubierta	188,60 m ²
Temperatura de utilización	60,0 °C
Temperatura del agua de red	11,8 °C

Ilustración 10: Definición de la demanda de ACS en CALENER VYP

Seguidamente, determinaremos las unidades terminales o los equipos que forman la instalación de climatización de la vivienda en función de los sistemas. CALENER VYP permite simular sistemas de refrigeración, calefacción y agua caliente sanitaria, no obstante, previamente, seleccionaremos todos los componentes y la relación entre ellos, a fin de poder modelar lo más parecido posible el sistema.

Las **unidades terminales** que permite definir el software son las siguientes:

- Unidad terminal de agua caliente: Unidades que utilicen agua caliente para combatir la carga de calefacción en los locales. Ejemplos: radiadores, suelos radiantes, convectores de agua caliente,...
- Unidad terminal de expansión de aire: Este objeto se utilizará para modelar la impulsión de aire procedente de una red de conductos. Ejemplos: rejillas de impulsión de aire, difusores,...
- Unidad en expansión directa o unidad interior: Objeto utilizado en expansión directa multizona para modelar las unidades interiores que suministran frío o calor.

También es necesario definir los **equipos**. Si se utilizan equipos que estén en la base de datos no hace falta definir los factores de corrección. La base de datos de la aplicación contiene los siguientes tipos de equipos:

- Equipo caldera eléctrica o combustible: Se definen todos los equipos que producen agua caliente para calefacción o para uso sanitario, usando como fuente de energía un combustible o mediante la disipación de calor por efecto Joule. Ejemplos: Calderas pirotubulares estándar, calderas murales en paso, calentadores de agua eléctricos, calderas con combustible sólido, líquido o gaseoso o mediante resistencias eléctricas.
- Equipo de calefacción eléctrica unizona: Se definen todos los equipos que producen calefacción debido a la disipación de calor por efecto Joule de sus resistencias eléctricas, para una sola zona térmica. Ejemplos: calefactores eléctricos de resistencia, ventiloconvectores, calefactores eléctricos de resistencia con aceite, hilo caliente (suelo caliente eléctrico), acumulación eléctrica,...
- Equipo en expansión directa aire-aire sólo frío: Incluye a todos los equipos que producen frío, de manera autónoma, evaporando un refrigerante para enfriar el aire de una zona y evacuando el calor de la condensación del refrigerante al aire exterior. Ejemplos: autónomos compactos verticales/horizontales solo frío de descarga directa, autónomos partidos (split de consola,...) solo frío de descarga directa, autónomos compactos y partidos solo frío de descarga a conductos,...
- Equipo en expansión directa aire-aire bomba de calor: Incluye a todos los equipos que producen frío y calor de manera autónoma por cambio de fase de un refrigerante, utilizando la inversión del ciclo en régimen de invierno para producir calor. Ejemplos: autónomos compactos verticales/horizontales reversibles de descarga directa, autónomos partidos (split de consola,...) reversibles de descarga directa, autónomos compactos y partidos reversibles de descarga a conductos,...
- Equipo en expansión directa bomba de calor aire-agua: Se definen todos los equipos que producen agua caliente para calefacción o para uso sanitario, utilizando la expansión directa de un refrigerante. El evaporador de la unidad obtiene la energía de aire exterior.

- Equipo unidad en expansión directa: Incluye a todas las unidades de sistemas con múltiples unidades interiores que producen frío y calor de manera autónoma por cambio de fase de un refrigerante, utilizando la inversión del ciclo en régimen de invierno para producir calor.

Además de los anteriores, existen los siguientes tipos de equipos, de los cuales no aparecen ejemplos en la base de datos por la sencillez de su definición:

- Equipo de acumulación de agua caliente: Objeto usado en los sistemas de producción de agua caliente sanitaria que dispongan de un depósito de acumulación de la misma.
- Equipo de rendimiento constante: Objeto que permite definir un equipo de refrigeración y/o calefacción con rendimiento constante. Se concibe este equipo como una posible salida a todos aquellos equipos que no se encuentren explícitamente incluidos en el alcance del programa.

Para definir los sistemas se relacionan las unidades terminales y los equipos con las zonas del edificio. La aplicación define los siguientes sistemas:

- Sistema de climatización unizona: Este sistema se utiliza para la climatización mediante equipos unizona de una sola zona térmica. Listado de datos requeridos:
 - *Zona*: Nombre de la zona acondicionada por este sistema.
 - *Equipo*: Nombre del equipo asociado a la zona que la calefactará/refrigerará.
- Sistema de calefacción multizona por agua: Este objeto se utiliza para definir aquellos sistemas que proporcionan calefacción a un conjunto de zonas mediante unidades terminales de agua caliente.
 - *Tª impulsión (°C)*: Temperatura de impulsión a la que el equipo generador impulsa el agua (de 20 a 100, 80 por defecto).
 - *Multiplicador*: Número de sistemas iguales que existen en el edificio.
 - *Equipo*: Nombre del equipo, asociado al sistema, encargado de calentar el agua hasta la temperatura de impulsión.
 - *Unidades Terminales*: Nombre de los emisores asociados a las zonas que calentaran.
- Sistema de climatización multizona por expansión directa: Este objeto se utiliza para definir aquellos sistemas que proporcionan refrigeración y/o calefacción a un conjunto de zonas mediante unidades interiores en expansión directa conectadas, a través de tuberías de refrigerante, con una unidad exterior.
 - *Multiplicador*: Número de sistemas iguales que existen en el edificio.
 - *Equipo*: Nombre del equipo asociado al sistema.
 - *Unidades Terminales*: Nombre de los emisores asociados a las zonas.
- Sistema de climatización multizona por conductos: Este objeto se utiliza para definir aquellos sistemas que proporcionan refrigeración y/o calefacción a un conjunto de zonas mediante una red de conductos que impulsan aire para abastecer la demanda en diferentes zonas.
 - *Zona de control*: Nombre de la zona que controla el funcionamiento del sistema; es



decir, se supone que el termostato de control se encuentra en dicha zona.

- *Multiplicador*: Número de sistemas iguales que existen en el edificio.
- *Equipo*: Nombre del equipo asociado al sistema.
- *Unidades Terminales*: Nombre de los emisores asociados a las zonas.
- Sistema de agua caliente sanitaria: Este sistema simulará el consumo del equipo seleccionado para producir el agua caliente sanitaria, que podrá ser una o más calderas o una o más bombas de calor aire-agua. Y contendrá una lista de demandas de ACS correspondientes a los diferentes servicios que debe abastecer. Podrá incluirse opcionalmente un acumulador de agua caliente.
 - *Porcentaje energía solar*: Porcentaje de la demanda abastecida con un sistema de energía solar. Esta cantidad será descontada de la demanda que abastece el sistema.
 - *Contribución HE-4*: Contribución solar mínima que debería ser abastecida por energía solar según el CTE DB HE-4. Este valor será el aplicado al edificio de referencia.
 - *Acumulador*: En caso de que exista un acumulador, se debe seleccionar el acumulador definido en los equipos.
 - *Multiplicador*: Número de sistemas iguales que existen en el edificio.
 - *Equipo*: Nombre del equipo, asociado al sistema, encargado de calentar el agua hasta la temperatura de impulsión.
 - *Demanda de ACS*: Nombre de la demanda de ACS anteriormente.
- Sistema mixto de calefacción y agua caliente sanitaria: Este tipo de objeto se utiliza para simular los sistemas que suministran de forma conjunta calefacción y ACS a través de una instalación de agua caliente. El sistema contiene una o más unidades terminales de agua caliente, y cada una de estas unidades terminales apunta a una zona a la que abastece. También contiene una lista de demandas de ACS a abastecer.
 - *Acumulador*: En caso de que exista un acumulador, se debe seleccionar el acumulador definido en los equipos.
 - *Porcentaje energía solar*: Porcentaje de la demanda abastecida con un sistema de energía solar. Esta cantidad será descontada de la demanda que abastece el sistema.
 - *Contribución HE-4*: Contribución solar mínima que debería ser abastecida por energía solar según el CTE DB HE-4. Este valor será el aplicado al edificio de referencia.
 - *Tª impulsión ACS (°C)*: Temperatura de impulsión a la que el sistema distribuye el agua caliente sanitaria.
 - *Tª impulsión (°C)*: Temperatura de impulsión a la que el equipo generador impulsa el agua (de 20 a 100, 80 por defecto).
 - *Multiplicador*: Número de sistemas iguales que existen en el edificio.
 - *Equipo*: Nombre del equipo, asociado al sistema, encargado de calentar el agua



hasta la temperatura de impulsión.

- *Demanda de ACS*: Nombre de la demanda de ACS anteriormente.
- *Unidades Terminales*: Nombre de los emisores asociados a las zonas.

En el caso del edificio objeto se definen unas unidades terminales de 4,5 kW para las plantas primera y segunda. Los equipos definidos son los descritos en el apartado de descripción del edificio 3.7.4 *Climatización*: acumulador de 100 l, caldera de gasoil C de 21 kW y 0,9 de rendimiento nominal, bomba de calor en la primera planta y aparato de aire de refrigeración para la segunda planta.

Los sistemas de la vivienda objeto en el programa se definen como “Sistema mixto de calefacción y ACS”, un “Sistema de climatización unizona” con la bomba de calor como equipo para la primera planta y otro “Sistema de climatización unizona” con el split de aire de refrigeración para la segunda planta.

Cuando se termina de definir los sistemas, se puede pulsar el icono “C.Calif” de la barra de herramientas superior de la aplicación, que será la acción que permita al software calcular la calificación energética de la vivienda.

4.1.2.2 CÁLCULO, RESULTADOS Y OBTENCIÓN DEL INFORME

El último paso que se debe seguir en el proceso de calificación energética con CALENER VYP, es similar al utilizado en LIDER para el cálculo del cumplimiento de las exigencias básicas del DB HE-1. Tras realizar la descripción de todos los elementos que componen los sistemas de climatización de la vivienda se pulsa la herramienta “C.Calif”.

Una vez activado el citado icono, el motor de cálculo del programa inicia el proceso: calcula la demanda energética del edificio en las condiciones estándar requeridas por la certificación energética, es por este motivo que LIDER esta vinculado a CALENER VYP, ya que se ha de generar el edificio de referencia nuevamente y calcular la demanda del citado edificio de referencia. Esto sucede, como se observa en la figura inferior, debido a que el programa tras simular el comportamiento del sistema de acondicionamiento del edificio objeto y el cálculo de la calificación, muestra los resultados comparando el edificio objeto y el de referencia.

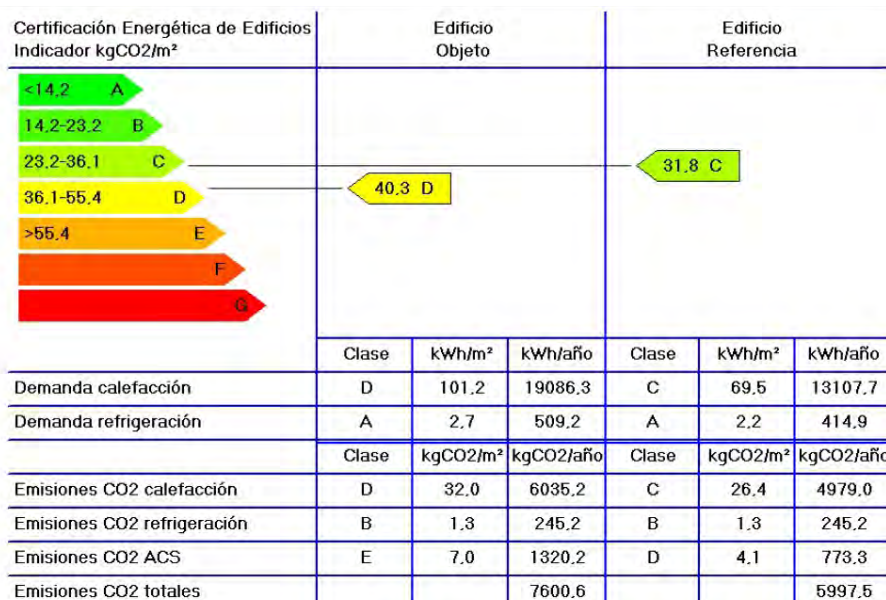


Ilustración 11: Resultados CALENER VYP

Así pues, el proceso seguido por la aplicación informática antes de la obtención de los resultados es el siguiente:

1. Cálculo de la demanda del edificio objeto en condiciones normales. Generación del edificio de referencia y cálculo de la demanda de éste. (LIDER)
2. Simulación del comportamiento del sistema de acondicionamiento del edificio objeto.
3. Cálculo de la calificación energética de la vivienda.
4. Presentación de resultados en pantalla.

Los resultados, tal y como se observa en la figura anterior, se muestran en la escala oficial, quedando incluidos por cada metro cuadrado habitable del edificio estudiado (edificio objeto) y del edificio de referencia los indicadores de emisiones de CO₂, tanto para los sistemas de calefacción como para los de refrigeración y agua caliente sanitaria (ACS), así como las totales.

En la parte inferior de la figura anterior también se muestran, tanto para el edificio objeto como el de referencia, las calificaciones parciales tanto de las demandas como de los sistemas de climatización de la vivienda, compuestos por la calefacción y refrigeración, y expresados en kW·h/m² y en kW·h/año.

Una vez realizado este proceso ya estamos en disposición de imprimir el informe: la aplicación nos genera un fichero pdf por defecto. El informe está dividido en 7 partes:

1. Datos Generales: Presenta la información general de la vivienda objeto, como la localización de ésta, el técnico certificador,...
2. Descripción geométrica y constructiva: En este apartado se nos presentan los diferentes espacios que se han definido en la vivienda, los materiales y la composición de los cerramientos (opacos y semitransparentes).
3. Sistemas: Se describen los sistemas definidos, así como los nombres dados en el programa, la zona en la que se aplican,...
4. Equipos: Se definen los equipos de la vivienda así como sus principales características: potencia, rendimiento, tipo de energía, volumen, temperaturas,...
5. Unidades terminales: Definición de las características principales como potencia, zona abastecida,...
6. Justificación: En este apartado aparecen los puntos que deben ser justificados en un anexo que se deberá adjuntar al documento generado por el software.
7. Resultados: En el informe se presentan los ya comentados resultados de demanda de calefacción y refrigeración y emisiones de CO₂ de calefacción, refrigeración y ACS, así como los resultados de consumo de energía final y primaria y emisiones de CO₂ totales, tanto del edificio objeto como del de referencia.

4.2 CE3X

Este software de cálculo es una herramienta reconocida por el Ministerio de energía, Industria y Trabajo para realizar certificaciones energéticas de viviendas existentes, por tanto es una aplicación destinada a realizar certificaciones, pero que se incluye en el presente proyecto ya que los resultados que se obtienen son de demanda, consumos (energía primaria) y de emisiones de CO₂. Es un programa gratuito que se puede encontrar en la página web del código técnico.

Este software permite obtener certificaciones de edificaciones de ámbito residencial, pequeño y gran terciario.

La calificación energética del edificio objeto se obtiene de forma automática por la comparación de los datos introducidos en el programa con una gran base de datos, que ha sido elaborada para cada una de las ciudades representativas de las zonas climáticas, con los resultados obtenidos a partir de realizar un gran número de simulaciones con el programa CALENER.

El software tiene parametrizadas todas las variables (zona climática, tipo de edificio, orientación, compacidad, ventilación, transmitancias térmicas, porcentaje de huecos en fachadas, puentes térmicos,...) de forma que se puedan comparar edificios con características similares. Cuando el usuario introduce los datos del edificio objeto, el programa parametriza dichas variables y las compara con las más parecidas de las recogidas en la base de datos. Una vez escogido el edificio de la base de datos que más se parece al edificio objeto, el programa realiza una interpolación de las demandas de calefacción y refrigeración, obteniendo así las demandas del edificio objeto.

A modo de resumen se presenta el esquema que se proporciona en el mismo manual del programa en el que podemos observar el proceso que lleva a cabo el programa para realizar los "cálculos":

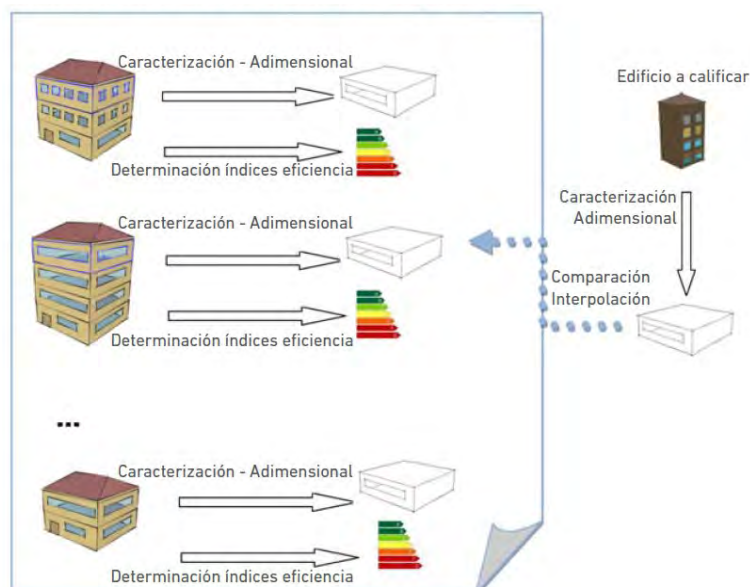


Ilustración 12: Esquema de proceso de "cálculo" de CE3X.

Tras realizar la descripción del edificio objeto, el programa caracteriza adimensionalmente los parámetros del edificio, para ser comparados con los de la base de datos (edificios calculados con CALENER y caracterizados adimensionalmente).

La estructura para obtener la certificación energética con este programa es la siguiente:

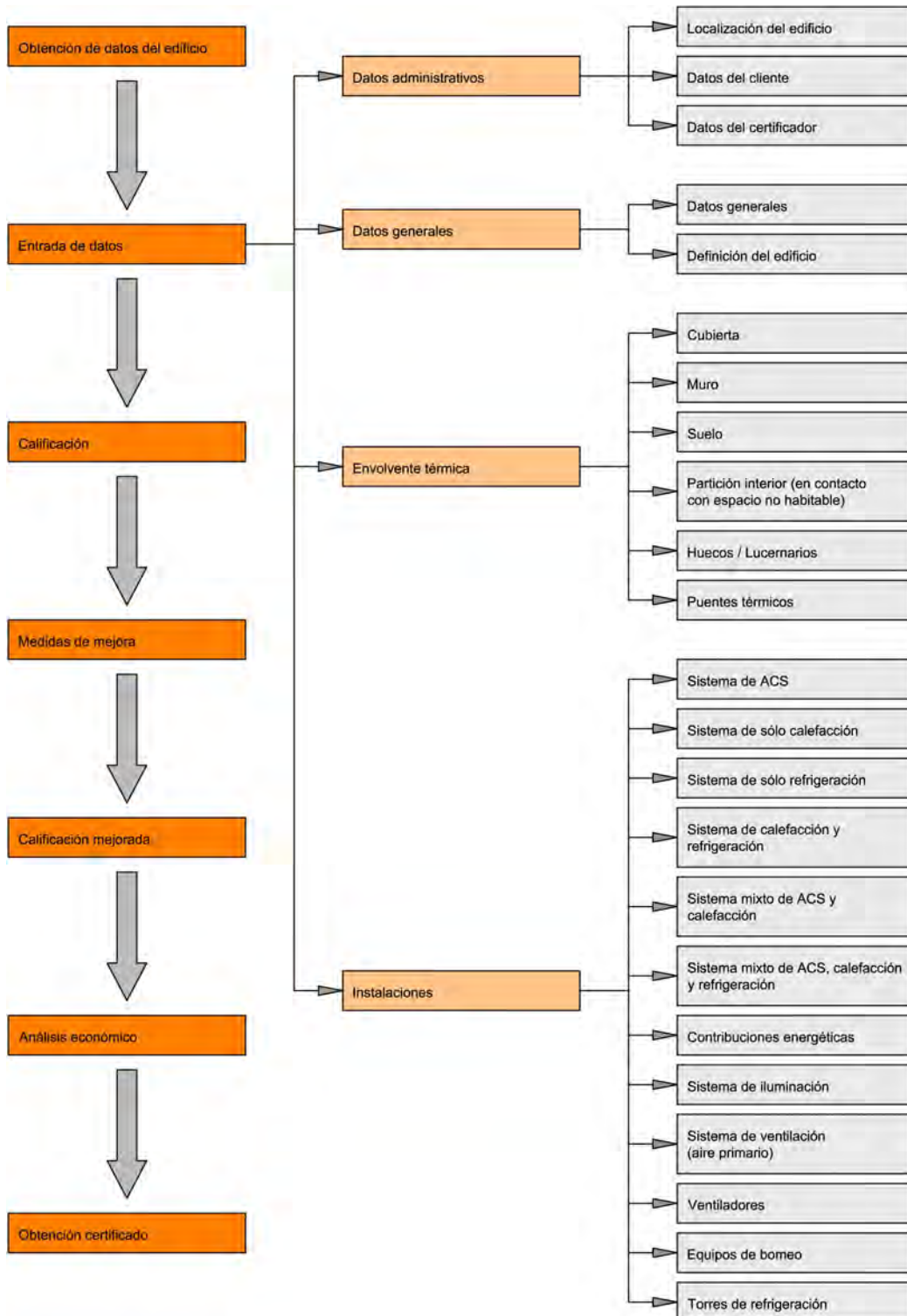


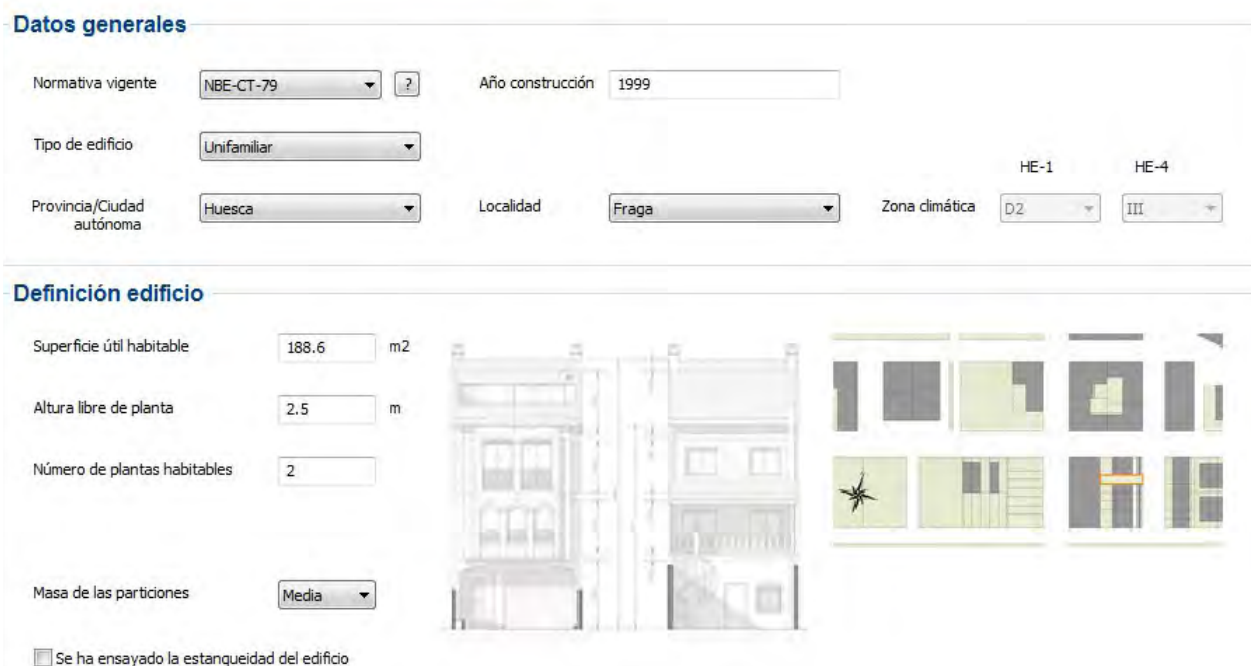
Ilustración 13: Esquema de los pasos del proceso de "cálculo" de CE3X.

4.2.1 PROCESO

Se deben ir rellenando las pestañas que aparecen en la pantalla principal de la aplicación: Datos administrativos, datos generales, envolvente térmica e instalaciones. Después se definirán las sombras del entorno y ya se podría realizar el cálculo de la certificación energética.

En la pestaña de “**Datos administrativos**” se nos pide la información referente a la localización del edificio, referencia catastral, datos del cliente que encarga la certificación, y datos del técnico certificador que asume la responsabilidad de la misma. Es donde se registra la información administrativa relativa al edificio objeto que no influye en el valor de calificación.

La segunda pestaña, “**Datos generales**”, engloba información fundamental para la calificación del edificio, como el tipo de edificio (unifamiliar, bloque de viviendas o vivienda individual) la zona climática, el año de construcción así como la normativa vigente cuando se construyó, superficie útil, altura libre entre plantas, número de plantas, masa de las particiones (ligera, media o pesada) y los resultados del Blower Door Test en caso de que éste se haya realizado. También nos permite insertar una imagen del edificio y un plano de situación que aparecerán en el informe.



Datos generales

Normativa vigente: NBE-CT-79 ? Año construcción: 1999

Tipo de edificio: Unifamiliar

Provincia/Ciudad autónoma: Huesca Localidad: Fraga Zona climática: D2 HE-1 HE-4 III

Definición edificio

Superficie útil habitable: 188.6 m²

Altura libre de planta: 2.5 m

Número de plantas habitables: 2

Masa de las particiones: Media

Se ha ensayado la estanqueidad del edificio

The interface also includes a 3D architectural rendering of a house and a 2D site plan with a compass rose.

Ilustración 14: CE3X: Datos Generales

En la tercera pestaña es donde se describe la “**Envolvente térmica**” del edificio, no las partes no habitables ni las habitables no calefactadas (ya que al definir las instalaciones, éstas no permiten hacer ésta diferencia) que se define mediante los distintos elementos que la componen: cubiertas, muros, suelos, particiones interiores en contacto con espacios no habitados, huecos/lucernarios y puentes térmicos.

La aplicación permite definir zonas para ordenar y agrupar los datos introducidos, además de resultar útil para asignar las instalaciones. La finalidad de las zonas es poder introducir cuantos espacios habitables y sistemas de instalación se deseen. Para definir las zonas se les debe asignar un nombre, el elemento raíz (si es una zona del edificio objeto o si depende de otra zona) y la superficie habitable asociada a la zona.

Para introducir los datos de la envolvente, en función del grado de conocimiento de las características térmicas del edificio existen 3 maneras de definirlos:

- **Valores por defecto:** para aquellos edificios de los que se desconozcan las características térmicas de los cerramientos y demás parámetros que afectan a la eficiencia energética del edificio. Son valores, en la mayoría de los casos, establecidos por la normativa vigente durante el desarrollo del proyecto.
- **Valores estimados:** se deducen a partir de las características del elemento (tipo de fachada: de doble hoja, simple, fachada ventilada,...; tipo de cubierta: plana, inclinada, ajardinada,...;...), de si existe aislamiento térmico (permite definirlo), y, en caso de que exista, de la cámara de aire.
- **Valores conocidos:** si se conocen con exactitud las características de los elementos que componen los cerramientos. La propia aplicación aporta una base de datos de materiales y productos de la construcción, así como vidrios y marcos, que puede ser utilizada si se desea. El programa guarda los cerramientos ya creados en otros proyectos para que puedan ser cargados para el proyecto actual, de tal forma que se va generando una base de cerramientos automáticamente.

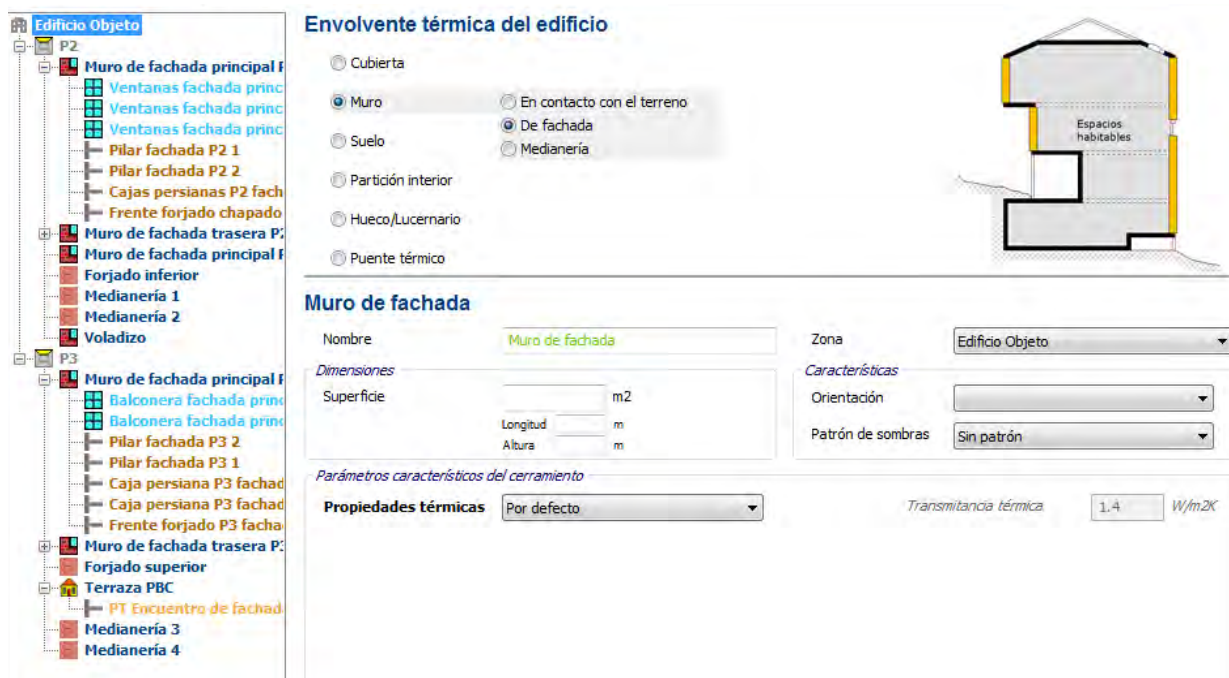


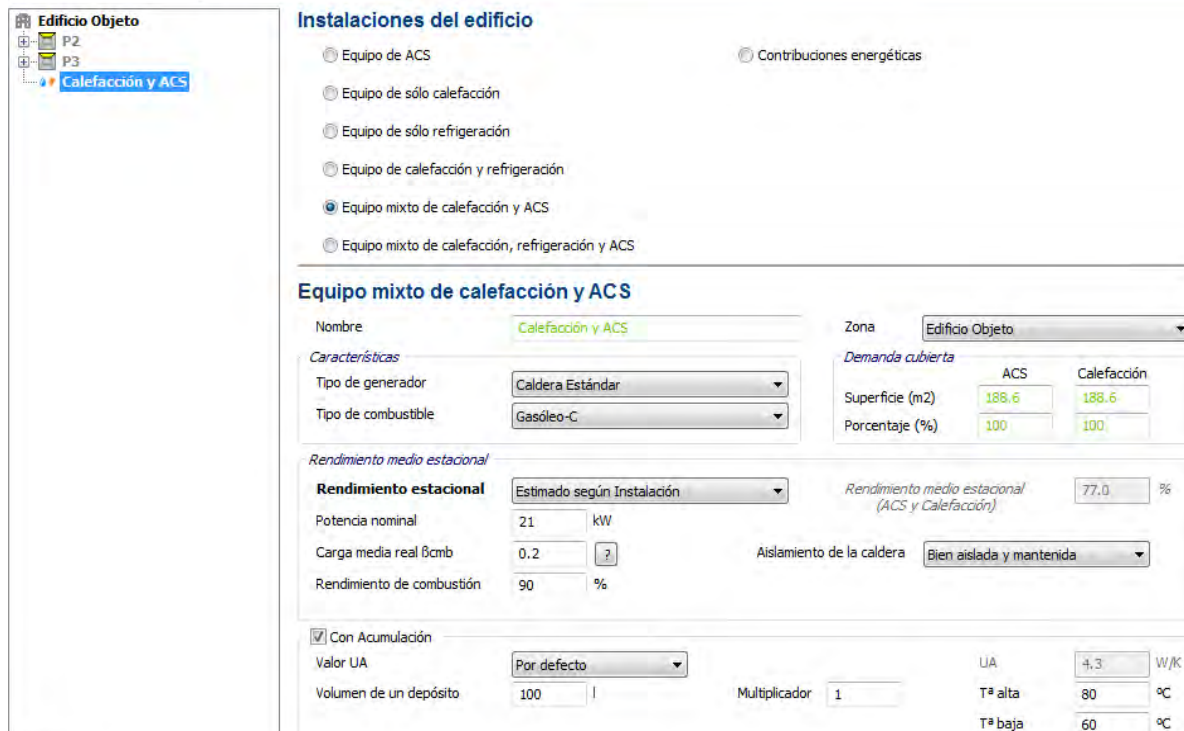
Ilustración 15: CE3X: Envlovente térmica.

En la pestaña de “**Instalaciones**” es dónde se deben introducir los sistemas de ACS, calefacción, refrigeración, contribuciones energéticas y, en los casos de edificio terciario, iluminación, aire primario, ventiladores, sistemas de bombeo y/o torres de refrigeración.

En edificios residenciales se pueden definir sistemas de sólo ACS, sólo calefacción, sólo refrigeración, de calefacción y refrigeración, mixtos de calefacción y ACS, y mixtos de calefacción, refrigeración y ACS.

En cuanto a las contribuciones energéticas, se permiten introducir sistemas de generación de electricidad y establecer los porcentajes de contribución en ACS, calefacción y refrigeración.

Cuando ya hemos elegido el sistema, se le debe dar un nombre y aplicarlo a una de las zonas definidas o al edificio objeto entero. A continuación se le deben dar las características del sistema: tipo de generador, tipo de combustible, rendimiento medio, potencia, mantenimiento y estado de la instalación,... Se debe añadir cada uno de los sistemas al edificio objeto para terminar de definirlo.



Edificio Objeto

- P2
- P3
- Calefacción y ACS**

Instalaciones del edificio

Equipo de ACS Contribuciones energéticas
 Equipo de sólo calefacción
 Equipo de sólo refrigeración
 Equipo de calefacción y refrigeración
 Equipo mixto de calefacción y ACS
 Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS

Equipo mixto de calefacción y ACS

Nombre: Zona:

Características

Tipo de generador:

Tipo de combustible:

Demanda cubierta

	ACS	Calefacción
Superficie (m2)	188.6	188.6
Porcentaje (%)	100	100

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional:

Potencia nominal: kW

Carga media real β_{comb}:

Rendimiento de combustión: %

Rendimiento medio estacional (ACS y Calefacción): %

Aislamiento de la caldera:

Con Acumulación

Valor UA:

Volumen de un depósito: l Multiplicador:

UA: W/K

Tª alta: °C

Tª baja: °C

Ilustración 16: CE3X: Instalaciones

Una vez definida la envolvente térmica del edificio, su ubicación, y las instalaciones, ya podemos establecer los patrones de sombra, es decir, los perfiles de obstáculos que proyectan sombras sobre las superficies de estudio. Esto se realiza en el icono “**Definición sombras**”.

Los patrones se pueden definir mediante proyección cilíndrica (definiendo los ángulos desde la base del hueco) o por el método simplificado para obstáculos remotos (se define la distancia a la

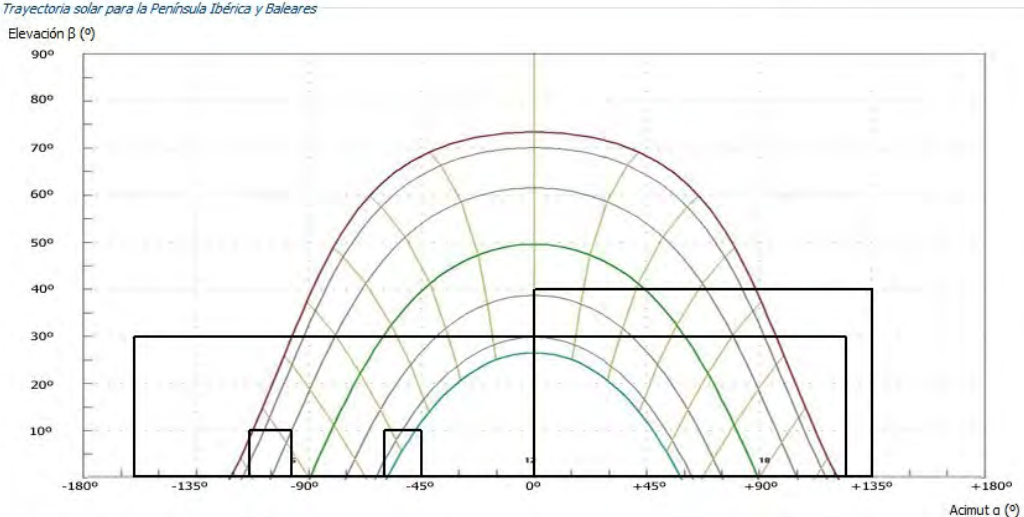
que se encuentra el objeto, la anchura y la altura de éste). En el caso del edificio objeto estudiado se ha definido un patrón de sombras para todo el edificio, ya que se considera que los objetos del entorno están a suficiente distancia como para considerar que generan sombras por igual a las diversas oberturas.

Nombre del patrón de sombras: ENTORNO

Patrones de sombra definidos: ENTORNO

Trayectoria solar para la Península Ibérica y Baleares

Elevación β (°)



Acimut α (°)

Definir polígonos

α 1 ° β 1 °

α 2 ° β 2 °

α 3 ° β 3 °

α 4 ° β 4 °

Introducción simplificada

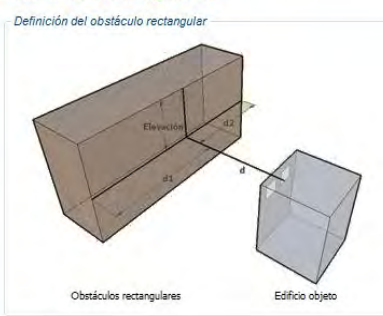
α 1	β 1	α 2	β 2	α 3	β 3	α 4	β 4
-97.0	10.0	-114.0	10.0	-114.0	0.0	-97.0	0.0
0.0	40.0	135.0	40.0	135.0	0.0	0.0	0.0
-45.0	10.0	-60.0	10.0	-60.0	0.0	-45.0	0.0
125.0	30.0	-160.0	30.0	-160.0	0.0	125.0	0.0

Sitúese en el centro del elemento sombreado mirando al sur; Ángulos al este negativos

Ilustración 17: CE3X: Definición de sombras mediante proyección cilíndrica.

Obstáculos rectangulares

Definición del obstáculo rectangular



Orientación

d m

d1 m

d2 m

Elevación m

Polígono definido

Acimut 1 ° Elevación 1 °

Acimut 2 ° Elevación 2 °

Acimut 3 ° Elevación 3 °

Acimut 4 ° Elevación 4 °

Ilustración 18: CE3X: Definición de sombras mediante el método simplificado.

4.2.2 CÁLCULO, RESULTADOS Y OBTENCIÓN DEL INFORME

Una vez definidos todos los parámetros del edificio, ya podemos proceder al cálculo de la certificación: pulsamos el botón “califica el proyecto” e inmediatamente aparece una nueva pestaña con el nombre “**Calificación Energética**”, en la que se nos muestran los resultados de demanda de calefacción y refrigeración, y las emisiones de CO₂ de calefacción, refrigeración y ACS, así como la calificación global de la vivienda.

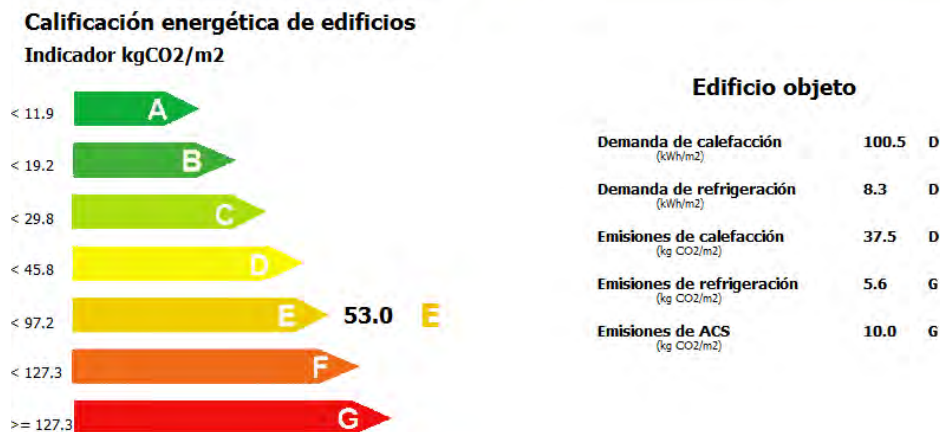


Ilustración 19: CE3X: Calificación Energética.

El software CE3X te permite analizar medidas individuales y conjuntos de “**Medidas de mejora**” aplicables al edificio, así como realizar el “**Análisis económico**” de éstas. Cada conjunto de medidas proporciona un nuevo valor de calificación y/o eficiencia energética del edificio analizado. Cada una de las medidas o conjuntos de mejora se pueden introducir “por defecto” o definida “por el usuario”. Para el análisis económico es necesario introducir los datos de las facturas de los consumos actuales de la vivienda, así como los precios de los combustibles, el incremento anual del precio de la energía y el tipo de interés. También es imprescindible introducir el coste de las medidas o conjuntos de medidas de mejora propuestas.

El software presenta los periodos de amortización a partir de los consumos reales (facturas), y a partir de los consumos de cálculo (demandas calculadas del edificio).

A continuación ya estamos en disposición de generar el informe, en el que nos permite incluir 3 medidas de mejora de todas las propuestas (con su análisis económico en caso de que se haya generado) y modificar la fecha de la generación del informe.

El informe generado (archivo pdf) presenta la es el certificado de eficiencia energética de la vivienda, con unos anexos:

- Certificado de eficiencia energética de edificios existentes: Se identifica el edificio objeto (dirección, zona climática, referencia catastral,...), se incluyen los datos del técnico certificador, la calificación energética obtenida, un índice de anexos y la firma del certificador y la fecha de ésta.
- 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.
- Anexo II, calificación energética del edificio: Se presentan desglosados los resultados obtenidos:
 - *Calificación energética del edificio*: Emisiones de CO₂ globales, de calefacción, refrigeración e iluminación.
 - *Calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración*: Demanda de energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio, expresada en kW·h/(m²·año), y calificada con la letra correspondiente.
 - *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, expresada en kW·h/(m²·año), y calificada con la letra correspondiente.
- Anexo III, recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética: Presenta los mismos resultados que para el estado actual, es decir, calificación energética del edificio, calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración y calificación parcial del consumo de energía primaria. También se presenta una descripción de la medida de mejora.
- Anexo IV, pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador: en este anexo presenta las pruebas 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.

4.3 PHPP 2007

El siguiente software de cálculo que explicaré es el PHPP 2007, y se trata de una aplicación de excel utilizada por el "Passivhaus Institute" para certificar edificios pasivos. Es un programa que proviene de Alemania, y ésta es la primera traducción al castellano que se ha hecho.



Fachinformation PHI-2007/1

Passivhaus Projektierungs Paket 2007

PHPP 2007

Anforderungen an
qualitätsgeprüfte Passivhäuser

*Ilustración 20: PHPP 2007: PassivHaus Planning Package
2007*

El estándar Passivhaus es una guía para diseñar edificios de consumo energético casi nulo. Los principios básicos es partir de una buena envolvente, bien aislada y con un control riguroso de las infiltraciones de aire indeseadas y de los puentes térmicos, con un óptimo aprovechamiento de la energía del sol para reducir al máximo la demanda de energía, de tal forma que mediante la ventilación mecánica a través de un recuperador de calor se consigue el aporte necesario para su climatización, sin necesidad de recurrir a ningún otro sistema.

Las casas pasivas se empezaron a estudiar en Alemania en los años ochenta y en el año 1988 los profesores Bo Adamson y Wolfgang Feist formularon oficialmente el estándar. Desde entonces, más de 10 ciudades, entre ellas Frankfurt y Hannover, en Alemania obligan a que todos sus edificios públicos nuevos o a rehabilitar sean realizados en el estándar. La región de Vorarlberg en

Austria tiene establecido que todos los nuevos bloques de viviendas estén realizados en estándar Passivhaus. Se estima que en la actualidad hay unos 35.000 edificios Passivhaus construidos en Europa.

Los principios básicos de las casas pasivas son:

- Superaislamiento: Espesores que doblan e incluso triplican los utilizados tradicionalmente en nuestro país.
- Eliminación de los puentes térmicos: Un correcto planteamiento en el diseño de un edificio permite eliminar los puentes térmicos y minimizar así las pérdidas de energía.
- Control de las infiltraciones: Durante la fase de ejecución se controla que ésta sea correcta para evitar las infiltraciones de aire no deseadas.
- Ventilación mecánica con recuperación de calor: Recoge el calor que transporta el aire viciado interior y lo trasfiere al aire fresco que se recoge del exterior, sin mezclar los flujos para conseguir un aire en perfectas condiciones higiénicas.
- Ventanas y puertas de altas prestaciones: Las carpinterías son las zonas más débiles de la envolvente por lo que sus secciones están muy estudiadas, con dobles juntas de estanqueidad y vidrios bajo emisivos dobles o triples.
- Optimización de las ganancias solares y del calor interior: El aprovechamiento de las ganancias de calor internas generadas por las personas, los electrodomésticos y la iluminación forman parte del balance energético del edificio. De igual modo, la protección en verano frente al exceso de radiación solar es imprescindible.

Para cumplir con el estándar se deben cumplir varias exigencias, y el programa que explico a continuación es el que se utiliza para certificar que se cumplen los siguientes parámetros:

- Limitar la **demanda** de energía a $15 \text{ kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{año})$ tanto para calefacción como para refrigeración.
- La **energía primaria** total demandada por el edificio no debe superar los $120 \text{ kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{año})$.
- Superar un **test de presión** (Blower Door Test) que confirme un valor no superior a 0,6 renovaciones por hora con una presión/depresión de 50 Pa, asegurando así una elevada estanqueidad al aire.

Superar el Blower Door Test es una de las partes más complicadas, ya que requiere de una ejecución en obra muy cuidadosa. A parte de aportar los resultados del programa de cálculo, para que la certificación sea válida se deben aportar fotografías conforme las hipótesis introducidas en el software de cálculo es lo que realmente se ha construido.

4.3.1 PROCESO

Se trata de un archivo excel con diversas hojas que se deben ir rellenando para obtener resultados finales. El software sirve tanto para edificios de uso residencial como para edificios de uso no residencial, y en función del tipo de edificio se rellenan unas hojas de cálculo u otras.

Las hojas de cálculo son las siguientes:

- Comprobación: En esta hoja se introducen los datos relativos al edificio, como la tipología del edificio, volumen, previsión de ocupación, clima, temperatura interior,... y otras informaciones como la dirección del edificio, el promotor, el proyectista,... En ésta hoja también se presentan los resultados obtenidos y es la que se utiliza para la certificación.
- Superficies: Se introducen los datos de la envolvente del edificio, teniendo en cuenta que simplemente se tienen en cuenta las superficies de la envolvente térmica, por tanto no es necesario introducir las particiones interiores, como tabiques, techos,... Se puede decidir si la superficie está en contacto con el exterior o con espacios no habitables o no calefactados, y se le asigna el tipo de cerramiento. En esta hoja de cálculo también se introducen la información de los puentes térmicos.
- Lista-U: Se recopilan en un cuadro resumen los tipos de cerramientos que se han creado, así como los ya creados en la base de datos del programa.
- Valores-U: Sirve para el cálculo de las transmitancias térmicas (valores U) de los elementos constructivos.
- Terreno: Esta hoja permite el cálculo de las pérdidas de calor de elementos constructivos en contacto con el terreno. Se definen las características térmicas del terreno y los datos geométricos del edificio, así como la clase de espacio que está en contacto con el terreno (sótano calefactado, no calefactado, losa o solera, forjado sanitario). En el cálculo se incluyen los efectos de la inercia térmica estacional en el terreno.
- Ventanas: Se determinan las superficies y valores U, la radiación solar y factores de reducción de los vidrios. En la parte superior se indican las pérdidas y las ganancias a través de éstas.
- Tipos de ventanas: En esta hoja se definen los vidrios y los marcos de la vivienda.
- Sombras: Se determinan las sombras de las ventanas, es decir, profundidad de las jambas y dinteles, posibles voladizos, y objetos exteriores que generan sombras.
- Ventilación: Se definen los tipos de ventilación que hay en la vivienda, si es natural, o si es mecánica como exige el estándar Passivehaus.
- Calefacción: En esta hoja se importan automáticamente los valores introducidos en las otras hojas y se calcula el balance de la demanda de calefacción mediante el método anual.
- M-Mensual: Se determinan los balances parciales de calefacción para cada mes del año.
- Carga-C: Esta hoja sirve para el cálculo de la carga de calefacción máxima del edificio.
- Verano: Se define la temperatura interior de referencia para el verano, así como la ventilación natural que realiza el usuario en los meses calurosos.

- Sombras-V: Permite modificar los valores de sombra para el verano, para en el caso de que se instalen protecciones solares temporales, poder tener en cuenta.
- Ventilación-V: Sirve para estimar los caudales de aire para una configuración de ventanas abiertas, de forma que averiguamos la ventilación natural que el usuario puede realizar y así poder introducirla en la hoja de Verano.
- Refrigeración: En esta hoja se calcula la demanda de refrigeración.
- Aparatos-R: Se elige el sistema de refrigeración.
- Carga-R: Sirve para calcular la potencia de refrigeración necesaria.
- Distribución-AC: Esta hoja calcula las pérdidas de calor del sistema de distribución de calefacción y ACS. Es posible considerar diferentes tramos de tubería con diferentes temperaturas del entorno.
- AC-Solar: Calcula la contribución solar de una instalación de producción de ACS en edificios residenciales unifamiliares o plurifamiliares pequeños.
- Electricidad: Sirve para calcular la demanda eléctrica del edificio. No se tienen en cuenta en ésta hoja la demanda eléctrica de elementos auxiliares, tales como bombas de agua,... , ni la del suministro eléctrico para la preparación de agua caliente, como pueden ser calentadores eléctricos de agua.
- Electricidad-NR: Sirve para calcular la demanda eléctrica en edificios no residenciales, teniendo en cuenta los elementos de iluminación. Tampoco se tienen en cuenta los elementos auxiliares ni la del suministro eléctrico para la preparación de agua caliente.
- Electricidad-Aux: Calcula la demanda de electricidad para elementos auxiliares, entendiendo como tales a: sistemas de ventilación, bombas de circulación de los sistemas de agua, energía auxiliar para la caldera,...
- Valor-EP: Cálculo de la demanda de energía primaria y las emisiones equivalentes de CO₂. Este valor característico indica la cantidad de energía primaria no renovable que es necesaria para proporcionar la demanda de energía. Este valor de Energía Primaria se corresponde con lo que en el presente proyecto se entiende por Energía Final.
- Unidad Compacta: Sirve para calcular las bombas de calor con un recuperador de calor incorporado.
- Caldera: En esta hoja de cálculo se introducen las características de la caldera (rendimiento, combustible,...)
- Calefacción Urbana: Cálculo del aporte de calor de las centrales de calefacción urbana.
- Datos climáticos: En esta hoja de cálculo se pueden introducir los datos climáticos necesarios para el cálculo energético del edificio, en el caso de necesitar unos datos climáticos no incluidos en la base de datos.
- GIC (Ganancias internas de calor): Esta hoja calcula las ganancias caloríficas internas para edificios residenciales producidas por los electrodomésticos y las personas.
- GIC-NR (Ganancias internas de calor en edificios No Residenciales): Con esta hoja se pueden planificar las ganancias caloríficas internas de edificios no residenciales.
- Uso-NR: En esta hoja se definen los usos no residenciales.

4.3.2 CÁLCULO, RESULTADOS Y OBTENCIÓN DEL INFORME

El programa PHPP 2007 posee dos modalidades de cálculo de los resultados: Método mensual y método anual. El método mensual utiliza datos climáticos medios mensuales para calcular las demandas tanto de calefacción como de refrigeración, y el método anual lo hace con datos climáticos medios anuales. Los resultados que se presentan en un método u otro son bastante similares, siendo los del método anual más aproximados. Para los resultados del presente proyecto he utilizado el método mensual.

Los resultados que presenta el informe son diferentes a los que presentan los otros dos programas ya explicados, debido a que las diferentes finalidades de las aplicaciones estudiadas, ya comentadas en los apartados correspondientes.

El certificado que genera el propio programa (archivo pdf) presenta los siguientes resultados:

- Información de la vivienda estudiada (ubicación, año de construcción, volumen, número de personas que la habitan, temperatura interior de referencia, volumen construido, superficie de referencia energética) y del técnico redactor.
- Resultados de demanda de calefacción y de refrigeración, así como las cargas mínimas necesarias para cumplirlas.
- Resultados del ensayo de presión, en caso de que éste se haya realizado y se haya incluido el dato para realizar el cálculo.
- Valor específico de energía primaria (Calefacción, refrigeración, electricidad y electricidad auxiliar).
- Valor específico de energía primaria (ACS, calefacción y electricidad auxiliar).
- Ahorro de energía primaria por la producción propia de energía solar fotovoltaica.
- Frecuencia de sobrecalentamiento en verano por encima de 25 °C. En caso de no haber introducido equipos de refrigeración.
- También presenta los límites de demanda de calefacción, del ensayo de presión y del consumo de energía primaria para cumplir con el estándar Passivhaus, y si se cumplen o no.

Comentar que todos los resultados que aparecen en el informe generado están redondeados al entero superior, y que si se desea saber los resultados exactos (con decimales) hay que buscarlos en las páginas de resultados parciales dentro del software.

5 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL

En este tercer apartado del proyecto, correspondiente al estudio del Estado Actual del edificio objeto, presento los resultados obtenidos con cada uno de los softwares estudiados.

Para realizar la comparación de resultados utilizaré los valores de demandas, tanto de calefacción como de refrigeración, y los de consumo de energía final. Como alguno de los programas no presenta resultados de energía final, la calculo o bien a partir de las emisiones de CO₂ en el caso del CE3X, o a partir de la energía primaria en PHPP 2007. Para ello utilizo los siguientes factores, obtenidos de cada uno de los programas y, en el caso de Lider/Calener VYP y CE3X, comparándolos con la documentación del IDAE (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía), y utilizando los factores que se utilizan en Alemania en el caso del PHPP 2007, ya que es el país de procedencia del programa, y que están extraídos de DIN V 4701-10/DEMIS 4,14 (Global emission model for integrated systems):

Electricidad peninsular
Gasóleo, fuel-oil y GLP

0,224 tep primaria/MW·h final
0,093 tep primaria/MW·h final

1 tep = 11630 kW·h

LIDER/CALENER VYP – CE3X			
Fuente energética	Energía Final kW·h	Energía primaria kW·h	Emisiones CO2 g/kW·h
Gasóleo C	1,00	1,081	287,00
Electricidad	1,00	2,605	649,00

PHPP 2007			
Fuente energética	Energía Final kW·h	Energía primaria kW·h	Emisiones CO2 g/kW·h
Gasóleo C	1,00	1,100	310,00
Electricidad	1,00	2,600 *	680,00

* Referido al mix eléctrico alemán. Se utiliza igualmente ya que es similar al español.

Tabla 29: Factores de conversión de Energía final a Energía primaria



5.1 LIDER/CALENER VYP

CAL	Demanda	101,20 kW·h/(m ² ·a)
REF	Demanda	2,70 kW·h/(m ² ·a)
Em. CO2 calef.		32,00 kg/(m ² ·a)
Em. CO2 refr.		1,30 kg/(m ² ·a)
Em. CO2 ACS		7,00 kg/(m ² ·a)
Consumo EF		137,00 kW·h/(m ² ·a)
Consumo EP		151,00 kW·h/(m ² ·a)
Emisiones CO2		40,30 kg/(m ² ·a)
Certificación		D

ENERGÍA FINAL	137,89 kW·h/(m²·a)
----------------------	--------------------------------------

Tabla 30: Resultados Estado Actual LIDER/CALENER VYP

5.2 CE3X

CAL	Demanda	100,53 kW·h/(m ² ·a)
REF	Demanda	8,33 kW·h/(m ² ·a)
Con. EP Cal		141,00 kW·h/(m ² ·a)
Con. EP ACS		37,52 kW·h/(m ² ·a)
Con. EP Ref		22,32 kW·h/(m ² ·a)
Consumo EP		200,84 kW·h/(m ² ·a)
Em. CO2 Cal.		37,47 kg/(m ² ·a)
Em. CO2 ACS		9,97 kg/(m ² ·a)
Em. CO2 Ref.		5,55 kg/(m ² ·a)
Emisiones CO2		52,99 kg/(m ² ·a)
Certificación		E

ENERGÍA FINAL	173,85 kW·h/(m²·a)
----------------------	--------------------------------------

Tabla 31: Resultados Estado Actual CE3X



5.3 PHPP 2007

CAL	Demanda	96,00 kW·h/(m ² ·a)
	Carga	45,00 W/m ²
REF	Demanda	3,00 kW·h/(m ² ·a)
	Carga	19,00 W/m ²
Ensayo de presión		3,00 l/h
Con. EP Cal.+ACS		174,00 kW·h/(m ² ·a)
Consumo EP		243,00 kW·h/(m ² ·a)

ENERGÍA FINAL	161,29 kW·h/(m²·a)
----------------------	--------------------------------------

Tabla 32: Resultados Estado Actual PHPP 2007

5.4 ANÁLISIS DE CONSUMOS REALES

Recogidas las facturas de combustible (Gasóleo C) de la caldera del periodo comprendido entre 2001 y 2012, se analiza el consumo para poder hacer la comparación de los resultados teóricos de cálculo obtenidos de los diferentes softwares y éstos datos reales.

El consumo obtenido de los datos reales se estima al 100% en periodos de invierno, ya que en los periodos de verano el usuario baja la temperatura de salida del agua de la caldera para que ésta apenas se encienda, y se caliente simplemente con el termo-acumulador.

Estos son los datos recogidos en las facturas del combustible:

Gasóleo C			
Fecha	Cantidad (l)	Precio (€/l)	Importe (€)
30/04/12	692,00	0,802	554,984
15/01/12	497,00	0,732	363,804
13/08/11	550,00	0,703	386,650
02/02/11	600,00	0,662	397,200
15/12/10	661,00	0,591	390,651
15/05/10	550,00	0,604	332,200
15/01/10	567,00	0,533	302,211
31/10/09	488,00	0,497	242,536
31/05/09	500,00	0,447	223,500
15/01/09	646,00	0,397	256,462
30/09/08	452,00	0,703	317,756
15/05/08	500,00	0,727	363,500
31/12/07	333,00	0,639	212,787
23/11/07	740,00	0,638	472,120
08/02/07	800,00	0,481	384,800
28/09/06	791,00	0,530	419,230
09/01/06	650,00	0,516	335,400
01/09/05	780,00	0,543	423,540
03/02/05	476,00	0,409	194,684
03/01/05	732,00	0,405	296,460
20/02/04	793,00	0,319	252,967
18/12/03	612,00	0,324	198,288
02/06/03	856,00	0,299	255,944
16/01/03	775,00	0,366	283,650
24/10/02	615,00	0,350	215,250
29/01/02	725,00	0,318	230,550
21/12/01	800,00	0,359	287,200
13/09/01	700,00	0,418	292,600
05/02/01	778,00	0,392	304,976

Tabla 33: Datos de las facturas de suministro de Gasóleo C

A partir de éstos datos, y utilizando la ecuación mostrada a continuación, se ha obtenido la UA (sumatorio de las U parciales de cada paramento multiplicada por sus áreas):

$$UA = \frac{N_c \cdot PCI_c \cdot \eta}{GD_{anuales} \cdot u \cdot i}$$

$UA = \sum U_i \cdot A_i$, sumatorio de $U \cdot A$ parciales de cada paramento

$N_c =$ Unidades de combustible

$PCI_c =$ Poder calorífico inferior del combustible

$\eta =$ Rendimiento de la instalación

$GD_{anuales} =$ Grados día anuales

$u =$ Coeficiente de uso

$i =$ Coeficiente de intermitencia

Conocidas las unidades de combustible reales consumidas a lo largo de 10 años, obtenemos una media aritmética y conocemos el consumo de los litros de gasóleo C anuales.

Como ya he explicado en el apartado de climatización, la calefacción se realiza mediante radiadores de agua que se calienta con una caldera de Gasóleo C, y la refrigeración se realiza con bombas eléctricas de aire frío, por lo que los poderes caloríficos inferiores son conocidos en cada caso.

Para el rendimiento de la instalación tomamos como valor el rendimiento de la caldera (90%) y se ha descontado un 10% debido a las pérdidas que se producen en el resto de la instalación (conducciones por fuera de la envolvente, falta de aislamiento de éstas, etc.).

Para realizar los cálculos de los GD anuales se han obtenido en las temperaturas medias diarias de la localidad de la vivienda durante todo el 2011, y se han sumado las diferencias de éstas con la temperatura de referencia interior. Se ha tenido en cuenta una temperatura de referencia interior de 21°C para la calefacción y de 23°C para la refrigeración. En el Anexo I se encuentran las temperaturas máximas y mínimas diarias recogidas en la localidad de la vivienda objeto así como los cálculos realizados para obtener los resultados de GD anuales.

En cuanto a los coeficientes de uso se utilizan los estimados, aunque debido a la existencia de un termostato y del uso que se le da a éste por las horas que pasan en la vivienda los usuarios, deberían ser más bajos.

Con todos éstos valores ya podemos conocer la UA de la vivienda objeto, y a partir de ésta y teniendo en cuenta que el sistema de refrigeración es mediante bombas eléctricas (rendimiento de la instalación 1,00, y potencia calorífica inferior 1,00 kW·h), se obtienen los resultados tanto de demanda como de consumo para la refrigeración.

Para éstos cálculos se han despreciado las facturas de los años 2001 y 2012 por ser años de consumo incompleto.

A continuación se presentan los resultados obtenidos, así como los valores conocidos utilizados:

años	litros	Nc (l/año)
10	15992,00	1599,20

u	1,00
i	0,85

Nc	1599,20 l/año
PClc	8550,00 kcal/l
PClc	9,94 kW·h/l
GD anuales (21)	2013,33 °C anuales
η	0,80

PClc	860,00 kcal
PClc	1,00 kW·h
GD anuales (23)	290,15 °C anuales
η	1,00

UA	7,43 kW/°C
Superficie	188,60 m ²

Calefacción	
Demanda	67,45 kW·h/m ² ·año
Consumo	84,32 kW·h/m ² ·año

Refrigeración	
Demanda	9,72 kW·h/m ² ·año
Consumo (Nc)	9,72 kW·h/m ² ·año

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA	
Consumo	118,02 kW·h/m ² ·año

CONSUMO DE ENERGÍA FINAL	
Consumo	94,04 kW·h/m ² ·año

Tabla 34: Datos de cálculo de las demandas reales

Los consumos que aquí se obtienen son los referentes a la climatización de la vivienda y al ACS (ya que la caldera de Gasóleo C calienta el agua para el sistema de calefacción y el de ACS).

5.5 COMPARATIVA DE RESULTADOS DEL ESTADO ACTUAL

Presento una tabla y una gráfica resumen de los principales resultados obtenidos que pueden ser comparables entre sí. A partir de éstos, se realizará la comparación de resultados:

	REAL	LIDER/ CALENER VYP	CE3X	PHPP 2007
DEMANDA CALEFACCIÓN (kW·h/(m ² ·a))	67,45	101,20	100,53	96,00
DEM. REFRIGERACIÓN (kW·h/(m ² ·a))	9,72	2,70	8,33	3,00
CONSUMO ENERGÍA FINAL (kW·h/(m ² ·a))	94,04	137,89	173,85	161,29

Tabla 35: Comparación resultados Estado Actual

Como se puede observar, tanto la demanda como el consumo Real es mucho menor que los resultados de cálculo de los diversos softwares. Esta diferencia es debida a varios factores: la instalación de calefacción del edificio objeto posee termostatos en cada planta que permiten programar diversas temperaturas de confort en función de la agenda de los usuarios, que junto con la inercia térmica de los paramentos pesados de la vivienda, y una utilización concienciada de los usuarios, disminuyen la demanda final respecto el teórico calculado.

El hecho de que haya termostatos en la instalación de calefacción, permite regular la temperatura interior por zonas, y programarla para que se active a partir de cierta temperatura, así como de realizar programas horarios con diversas temperaturas. Los programas que hay definidos en la vivienda objeto son de temperatura de mantenimiento en las horas nocturnas y en las que los usuarios están fuera de ésta, en el trabajo, (18° C) y temperatura de confort (21° C) durante las horas del mediodía y final de la tarde, que es cuando los usuarios están en la vivienda.

Ninguno de los softwares estudiados tiene en cuenta la inercia térmica de los paramentos de la vivienda, ni permite regular las temperaturas, estableciendo programas como hacen los usuarios en la vivienda.

Comparando los resultados obtenidos con los programas entre sí, diferenciaremos entre las demandas y los consumos. Las demandas tanto de calefacción como de refrigeración son similares en todos los programas, con diferencias poco significativas. La principal diferencia que existe en los resultados se encuentra en los consumos, cuando los programas aplican los rendimientos de las instalaciones:

ESTADO ACTUAL

Comparativa de resultados

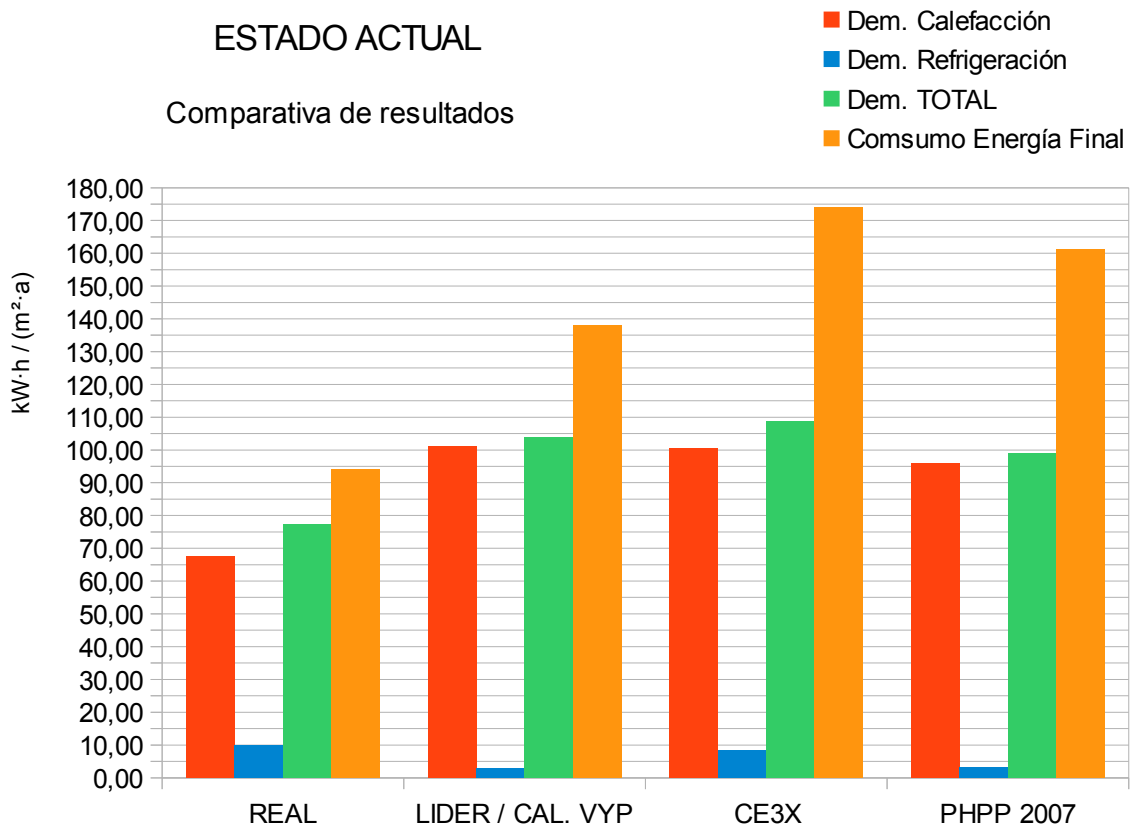


Tabla 36: Gráfica comparativa de resultados del Estado Actual

- El resultado que presenta **Calener VYP** es inferior respecto a los demás, ya que es un programa para certificar edificios de nueva planta, por lo que considera instalaciones nuevas con un rendimiento elevado, por lo que prácticamente solo aplica el rendimiento de los equipos.
- **CE3X** al ser un software para certificación de edificios existentes, el rendimiento de las instalaciones es mucho menor que en el software anterior, de hecho el programa cuando defines las instalaciones te pregunta por el estado de mantenimiento y aislamiento de éstas.
- **PHPP 2007** calcula el rendimiento de las instalaciones a partir de los datos introducidos de éstas ya comentados en el apartado correspondiente (Apartado 4.3.1), ya que permite calcular las pérdidas energéticas del sistema de distribución de calefacción y ACS, permitiendo definir los diferentes tramos de tubería, con diferentes temperaturas del entorno en función del espacio por el que está circulando la tubería.

De esta primera comparación de resultados puedo extraer que la principal diferencia que existe entre los softwares de cálculo estudiados es la importancia que asignan a los rendimientos de las instalaciones, y que las pequeñas diferencias que existen a la hora de definir la envolvente no afectan al cálculo de las demandas de la vivienda objeto.

6 PROPUESTAS DE MEJORA

Las propuestas de mejora que se presentan están orientadas para reducir la demanda o el consumo, así como para poder compararlas entre ellas y poder realizar la correcta evaluación de los programas de cálculo.

Las propuestas son las siguientes:

- Mejora de la envolvente para reducir la **demanda**:
 - Thermabead: Inyección de perlas grafitadas de poliestireno expandido en las cámaras de aire de los cerramientos verticales de fachada. En esta propuesta no se eliminan los puentes térmicos de los encuentros de la fachada con los forjados y cubierta.
 - SATE: Sistema de aislamiento térmico por el exterior de la casa Coteterm colocado en las fachadas de la vivienda objeto. Se incorporará el mismo tipo y la misma cantidad de aislamiento térmico que en la propuesta de la inyección de perlas de poliestireno expandido con la intención de observar el efecto de los puentes térmicos en los programas de cálculo, ya que en esta propuesta éstos se eliminan.
 - SATE forjados: Colocación del sistema de aislamiento térmico por el exterior en el forjado horizontal que separa la planta primera y el garaje, en el voladizo de éste mismo forjado, en la parte inferior de la cubierta inclinada, así como aislamiento térmico en las cubiertas planas.
 - Carpintería y estanqueidad: Cambio de carpintería de la vivienda (Gaulhofer), y mejora de la estanqueidad al aire. Esta propuesta tiene el propósito de reducir las infiltraciones, así como poder evaluar la importancia de éstas en los diferentes softwares evaluados.
- Captadores solares térmicos: Introducción de las placas para reducir el **consumo** de combustible.
- Caldera de biomasa: Cambio del combustible para reducir el **valor económico del consumo**, ya que la biomasa es más económica que el gasoil C.

Estas propuestas también se concatenarán entre ellas para estudiar el efecto conjunto.

6.1 PROPUESTA: MEJORA DE LA ENVOLVENTE

Para reducir la demanda, debemos reducir la transmitancia térmica tanto de las partes opacas, como de las semitransparentes, y reducir las infiltraciones para evitar las pérdidas energéticas. Para ello, las propuestas serán mejorar el aislamiento térmico de las partes opacas y cambiar los cerramientos practicables.

6.1.1 PROPUESTA: THERMABEAD

Es un proceso de inyección de perlas grises expandidas de poliestireno (Neopor de BASF) con un adhesivo químico en la cámara de aire de las fachadas. Una vez seco el adhesivo, el resultado adquiere las características de una plancha aislante térmica.

Las perlas de poliestireno expandido, son grises ya que contienen grafito, que según resultados estadísticos aumenta la capacidad de aislamiento térmico un 20% respecto al mismo poliestireno expandido sin grafito, debido a que se reducen las pérdidas por radiación infrarroja, ya que el grafito es un reflector de la radiación. Este mejor comportamiento no se puede incluir en ninguno de los programas de cálculo, ya que son resultados de pruebas realizadas por el fabricante, que no tienen efecto alguno en la conductividad térmica del material.

La estructura de las perlas es de célula cerrada, por lo que se impiden las condensaciones en su interior y se evita así la disminución de las propiedades aislantes térmicas, cuya conductividad térmica es de $\lambda=0.032 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

Cerramientos de fachada					
Material	Espesor e, (m)	Cond. Térm. λ , (W/(K·m))	Densidad ρ , (kg/m ³)	Cal. Espec. C_p , (J/(kg·K))	Res. Térmica R_t , (m ² ·K/W)
½ pie de ladrillo perforado cara vista	0,120	0,667	1140	1000	0,180
XPS Poliestireno Extruido	0,030	0,032	38	1000	0,938
THERMABEAD	0,080	0,032	15	1000	2,500
Tabique de ladrillo hueco sencillo	0,060	0,445	1000	1000	0,135
Enlucido de Yeso	0,012	0,570	1150	1000	0,021
Res. Térmica TOTAL (m²·K/W)					3,773
U-Transmitancia Térmica (W/(m²·K))					0,265
Mejora					61,30%

Tabla 37: Descripción Cerramientos Fachada con propuesta del sistema Thermabead

La mejora respecto el estado actual es notable, ya que al llenar la cámara de aire (Resistencia térmica de 0,187 m²·K/W) con aislante térmico, se aumenta la resistencia térmica del paramento en 2,313 m²·K/W, lo que supone una mejora del 61,3% respecto el estado actual ($U_{EA}=0,685 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$; $U_{PI}=0,265 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$).

El primer paso para realizar la inyección es una inspección de la cámara de aire, para comprobar el espesor de ésta, y analizar el interior de ésta utilizando una cámara endoscópica. También se deben controlar los conductos de humo, para no perforarlos, ni inyectar perlas en su interior, así como las cajas de persiana, ya que puede ser que comuniquen con la cámara de aire, y en tal caso se deben sellar, ya que si no se llenarían de perlas. En el caso de nuestro edificio objeto no hay problema ya que las cajas de persiana no comunican con las cámaras de aire.

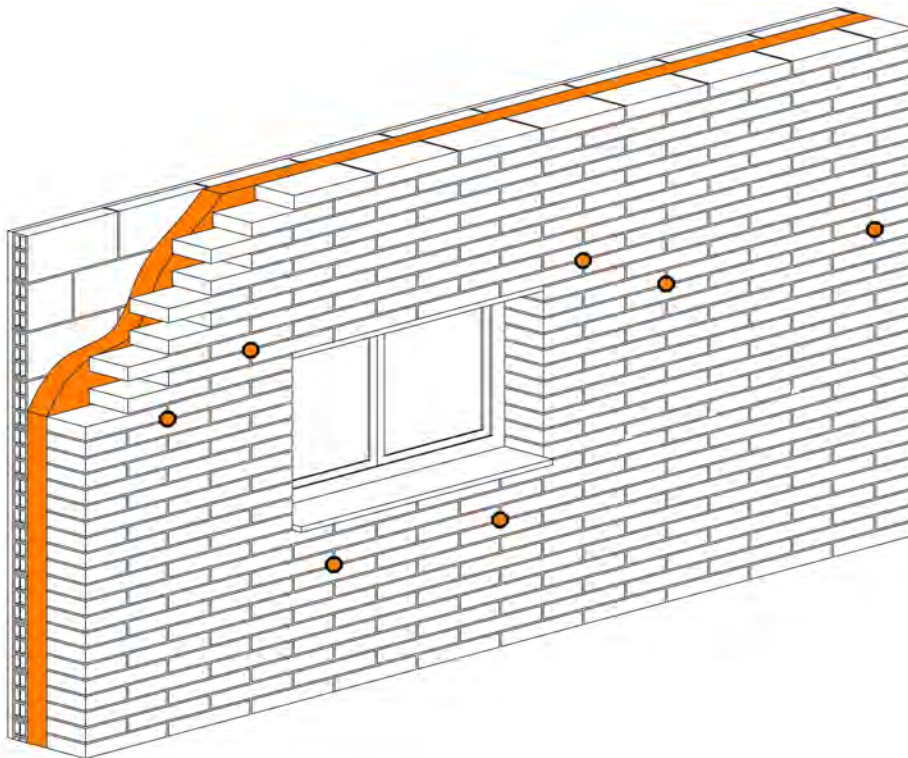


Ilustración 21: Detalle de la inyección del sistema Thermabead

Para el llenado de la cámara de aire se realizan perforaciones en la fachada cada 70 cm. y entre 1.80 y 2.00 m de altura. Si las ventanas tienen una anchura superior a 1 m, se deben hacer perforaciones a los lados del dintel, y en el inferior de ésta, para así asegurar un correcto llenado. Una vez realizada la inyección, se procede a tapar las perforaciones realizadas con mortero de cemento.

6.1.1.1 PRESUPUESTO



Pol. Ind. El Camí dels Frares, c/F, parc 53, nau 8 - 25190 LLEIDA.
tel. 973206936 fax 973257836

www.domussegría.es

CLIENT: Jesús Arribas Ibarz
C/Masarrabal 10
22520 Fraga (HueSCA)

arribas_jesus@hotmail.com

REF: 02-120991
DATA: 21/12/2012
PRESSUPOST: Sistema Thermabeat a vivenda unifamiliar entre mitjaneres

DADES DE L'OBRA: C/Masarrabal, 10
22520 Fraga (HUESCA)

PRESSUPOST

CAPÍTOL N°1: SISTEMA THERMABEAD

UT.	DESCRIPCIÓ	m ²	PREU	IMPORT
m ²	SISTEMA THERMABEAT A CAMBRA D'AIRE Aïllament de cambres d'aire de 15 cm o menys de gruix mitjançant injecció bicomponent de perles grafitades de poliestirè expandit i adhesiu específic per el sistema. L'aïllament té una conductivitat tèrmica de 0,032 w/MK per una densitat de 15 kg/m3. Tot muntat i acabat, mitjans d'elevació inclosos.	86,97	25,00 €	2.174,25 €
TOTAL PA				2.174,25 €

UT.	DESCRIPCIÓ	ut.	PREU	IMPORT
ut.	SECTORITZACIÓ DE CAIXES DE PERSIANA. Tapat lateral i frontal de calaixos de persiana amb plaques de poliestirè expandit i escuma de poliuretà. Repassat de juntes de les tapes i col·locació de gomes de tancament si és necessari.	9,00	45,00 €	405,00 €
TOTAL PA				405,00 €

TOTAL CAP. N°1 SISTEMA THERMABEAD.....	2.579,25 €
---	-------------------

TOTAL IMPORT AMB 10 % IVA....	2.837,18 €
--------------------------------------	-------------------

CONDICIONS DE CONTRACTACIÓ I NOTES ADDICIONALS.

Disposem de pòlissa de responsabilitat civil, així com la formació de tots els treballador en matèria de seguretat. Treballs amb garantia sotmesos a la normativa vigent. Pressupost definitiu llevat d'error o omissió en la redacció del mateix.

Validesa de l'oferta 30 dies.

AMIDAMENTS:

L'amidament es realitzarà a cinta correguda descomptant els forats de finestres:
- Buit menor de 4 m² es comptabilitzaran en la seva totalitat.
- Buits entre 4 m² i 8 m² es comptabilitzaran un 50%.
- Buits superiors a 8 m² no es comptabilitzaran.

A CÀRREC DE LA PROPIETAT:

- Presa elèctrica o equivalent per a la realització de les obres.

FORMA DE PAGAMENT:

Serà del 30% al comptat a l'acceptació del pressupost i la resta en certificacions mensuals al comptat.

CONFORME:	CONFORME: CONSTRUCCIONS DOMUS SEGRÍA S.L.
FORMA DE PAGAMENT:	Veure clàusula Lleida a 21 de Decembre de 2012

DOMUS SEGRÍA, S.L. - N.I.F. B-25598046 - inscrita al R. M. de Lleida, volum 987, foli 154, (foli núm. L19357, inscripció 1a.

Il·lustració 22: Presupuesto Propuesta 1.1: Sistema Thermabeat

6.1.2 PROPUESTA: SATE

Sistema SATE de aislamiento térmico por el exterior de la marca Coteterm, ya que es un sistema homologado con certificaciones de montaje.

Se colocarían placas de 8 cm de Neopor, de la casa BASF, un poliestireno expandido grafitado que reduce las pérdidas por radiación infrarroja, ya que el grafito es un reflector de la radiación. La conductividad térmica es de $\lambda=0.032 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Estas placas van adheridas con mortero de cemento (Coteterm M) y fijadas mecánicamente con espigas de plástico. Una vez seco el mortero, se rebozan las placas con el mismo mortero de fijación en el que se embebe una malla de 4x4 mm de fibra de vidrio revestida con resinas sintéticas para no ser atacada por los álcalis del mortero de cemento. La capa de acabado es otro mortero a elegir, ya que los hay de diferentes tipos, granulometrías, colores,... El grosor total del mortero de cemento (base y acabado) será de 2 cm. El sistema tiene también perfiles de aluminio para el arranque de la fachada, perfiles de esquina, coronación y alféizar.

En esta propuesta se debe incluir también el cambio de los vierteaguas de las ventanas, ya que deben ser más grandes al aumentar el grosor de la fachada en 10 cm.

Cerramientos de fachada					
Material	Espesor e, (m)	Cond. Térm. λ , (W/(K·m))	Densidad ρ , (kg/m ³)	Cal. Espec. Cp, (J/(kg·K))	Res. Térmica Rt, (m ² ·K/W)
MORTERO DE CEMENTO	0,020	1,000	1525	1000	0,020
EPS GRAFITADO (Neopor)	0,080	0,032	15	1000	2,500
½ pie de ladrillo perforado cara vista	0,120	0,667	1140	1000	0,180
XPS Poliestireno Extruido	0,030	0,032	38	1000	0,938
Cámara de aire vertical sin ventilar	0,080	-	-	-	0,187
Tabique de ladrillo hueco sencillo	0,060	0,445	1000	1000	0,135
Enlucido de Yeso	0,012	0,570	1150	1000	0,021
Res. Térmica TOTAL (m²·K/W)					3,980
U-Transmitancia Térmica (W/(m²·K))					0,251
Mejora					63,32%

Tabla 38: Cerramientos de fachada con la propuesta del SATE



La principal ventaja de esta propuesta respecto la anterior es que se consigue suprimir la mayoría de los puentes térmicos (encuentros de los forjados con la fachada). Al mismo tiempo, esta diferencia entre las dos propuestas hará que se pueda evaluar el efecto de los puentes térmicos en los programas de cálculo.

Los valores utilizados para definir los puentes térmicos en esta propuesta de mejora son:

6.1.2.1 PUENTES TÉRMICOS INTEGRADOS EN LOS CERRAMIENTOS

	Cantidad	ϕ (W/(m·K))	longitud (m)
Pilares en la fachada			
Planta 1ª	2	0,1	2,5
Planta 2ª	2	0,1	2,5
Contorno de aberturas (montaje)	-	0,02	-
Cajas de persiana	-	0,65	-

Tabla 39: Puentes térmicos integrados en los cerramientos con la propuesta del SATE

6.1.2.2 PUENTES TÉRMICOS POR ENCUENTRO DE CERRAMIENTOS

	Cantidad	ϕ (W/(m·K))	longitud (m)
Frentes de forjados			
Planta 1ª	2	0,16	6
Planta 2ª	2	0,16	6
Cubierta – fachada			
Planta Bajo Cubierta	2	0,26	6

Tabla 40: Puentes térmicos por encuentro de cerramientos con la propuesta del SATE

6.1.2.3 PRESUPUESTO



Pol. Ind. El Camí dels Frares, c/F, parc. 53, nau 8 - 25190 LLEIDA
tel. 973206936 fax 973257836

www.domussegría.es

CLIENT: *Jesús Arribas Ibarz*
C/Masarrabal 10
22520 Fraga (HueSCA)
620767277
arribas_jesus@hotmail.com

REF: 02-120992
DATA: 21/12/2012
PRESSUPOST: Sistema SATE tipus COTETERM a vivenda unifamiliar entre mitjaneres.
DADES DE L'OBRA: C/Masarrabal, 10
22520 Fraga (HUESCA)

PRESSUPOST

CAPÍTOL N°1: SISTEMA SATE COTETERM

UT.	DESCRIPCIÓ	m ²	PREU	IMPORT
m ²	SISTEMA COTETERM 8 cm Sistema d'aïllament i revestiment exterior aplicat a paraments tipus COTETERM a base de plaques de poliestirè expandit grafitat tius NEOPOR de 8 cm de gruix, amb una conductivitat tèrmica de 0,032 W/(m·K), de dimensions 50x100 cm, col·locades sobre parament existent amb morter i tacs i suports de nilo, per a parament de formigó, rascat dels junts de les plaques i col·locació de malla de fibra de vidre revestida d'estirè o butadiè o resines sintètiques modificades, cavalcada 10cm, de 4x4mm, embeguda amb morter adhesiu i ciment. Acabat final mitjançant revestiment de morter tipus GR.			
	<i>Façana Principal</i>	49,47	65,00 €	3.215,55 €
	<i>Façana Trasera</i>	37,50	65,00 €	2.437,50 €
	TOTAL			5.653,05 €

UT.	DESCRIPCIÓ	m	PREU	IMPORT
m	REMATS ALUMINI Ampit de finestres amb xapa d'alumini de 1,2 mm de gruix i segons detall. Els remats es col·locaran amb fixacions químiques o mecàniques ocultes.			
		9,00	55,00 €	495,00 €
	TOTAL			495,00 €

UT.	DESCRIPCIÓ	m ²	PREU	IMPORT
m ²	MITJANTS D'ELEVACIÓ Subministre i col·locació dels mitjans d'elevació necessaris per la correcta execució dels treballs.			
	<i>Façana Principal</i>	37,50	11,00 €	412,50 €
	TOTAL			412,50 €

TOTAL CAP. N°1 SISTEMA SATE COTETERM.....	6.560,55 €
--	-------------------

TOTAL IMPORT AMB 10 % IVA....	7.216,61 €
--------------------------------------	-------------------

DOMUS SEGRÍA, S.L. - N.I.F. B-25591046 - inscrita al R. N. de Lleida, volum 987, foli 154, full nòm. L-19357, inscripció 1a.



CLIENT: Jesús Arribas Ibarz
C/Masarrabal 10
22520 Fraga (HueSCA)
620767277

arribas_jesus@hotmail.com

REF: 02-120992
DATA: 21/12/2012
PRESSUPOST: Sistema SATE tipus COTETERM a vivenda unifamiliar entre mitjaneres.
DADES DE L'OBRA: C/Masarrabal, 10
22520 Fraga (HUESCA)

CONDICIONS DE CONTRACTACIÓ I NOTES ADDICIONALS.

Disposem de pòlissa de responsabilitat civil, així com la formació de tots els treballadors en matèria de seguretat. Treballs amb garantia sotmesos a la normativa vigent. Aquest pressupost s'ha calculat en condicions òptimes de planejament del parament de suport. Pressupost definitiu llevat d'error o omisió en la redacció del mateix.

Validesa de l'oferta 30 dies.

En el cas de que es decideixi de fer menys metres que els pressupostats un cop s'hagi encomanat el material, aquest ens serà abonat com a subministre per part del contractant.

AMIDAMENTS:

L'amidament es realitzarà a cinta correguda descomptant els forats de finestres:
- Buit menor de 4 m² es comptabilitzaran en la seva totalitat.
- Buits entre 4 m² i 8 m² es comptabilitzaran un 50%.
- Buits superiors a 8 m² no es comptabilitzaran.

Els retorns, brancals i dintells es comptabilitzaran segons el següent criteri:

- Si no es descompte el buit, no es compten els retorns, brancals i dintells.
 - Iguals o menors de 50 cm es comptabilitzaran a 50 cm a multiplicar per la seva longitud total.
 - Entre 50 cm i 100 cm es comptabilitzaran a 100 cm a multiplicar per la seva longitud total.
- Tots els treballs que no estiguin contemplats en aquest pressupost es facturaran per administració.

A CÀRREC DE LA PROPIETAT:

- Presa elèctrica o equivalent per a la realització de les obres.
- Custòdia del material a càrrec de la propietat.

FORMA DE PAGAMENT:

Serà del 30% al comptat a l'acceptació del pressupost i la resta en certificacions mensuals al comptat, o al final de l'obra.

CONFORME:

CONFORME:

CONSTRUCCIONS DOMUS SEGRÀ S.L

FORMA DE PAGAMENT:

Veure clàusula

Lleida a 21 de Decembre de 2012

DOMUS SEGRÀ, S.L. - N.I.F. B-25590016 - Inscrita al R. M. de Lleida, volum 987, full 154, full núm. L-19357, inscripció 1a.

6.1.3 PROPUESTA: SATE forjados

Sistema SATE en el forjado que separa la planta primera del garaje y en el voladizo de éste, en la cara interior de la cubierta, y en la terraza superior. Ésta propuesta es necesaria ya que ésta parte de la envolvente está sin aislar, y no cumple con la limitación de la demanda (CTE DB HE-1). Además, con ella podemos evaluar el efecto en los cálculos que tienen la relación entre la zona habitable y las zonas no calefactadas/no habitables en los diferentes softwares de cálculo.

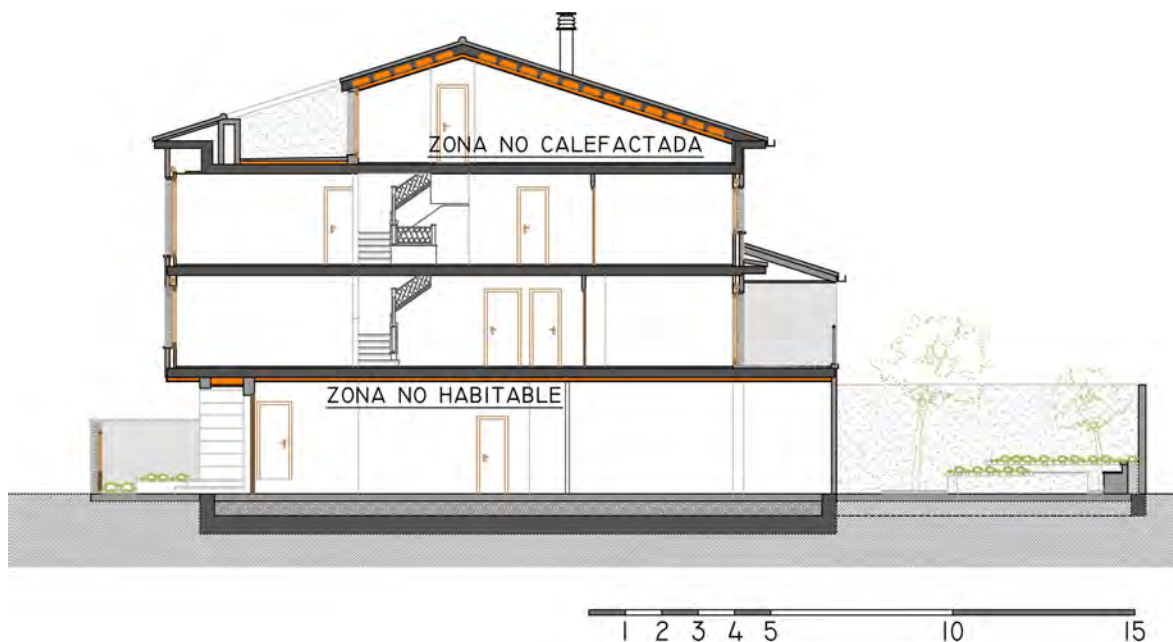


Ilustración 25: Sección con la propuesta de SATE en los forjados

El Sate sería igual que el de la Propuesta anterior, de la marca Coteterm, 10 cm de EPS grafitado de aislamiento térmico fijado con mortero de cemento Coteterm M y mecánicamente mediante espigas de plástico, capa de mortero con malla embebida, y capa de acabado.

Forjados					
Material	Espesor e, (m)	Cond. Térm. λ , (W/(K·m))	Densidad ρ , (kg/m ³)	Cal. Espec. Cp, (J/(kg·K))	Res. Térmica Rt, (m ² ·K/W)
Terrazo	0,050	1,150	1800	1000	0,043
Mortero de cemento	0,020	1,000	1525	1000	0,020
Cama de arena	0,020	2,000	1450	1050	0,010
FU Entrevigado cerámico	0,300	0,846	1110	1000	0,355
Enlucido de yeso	0,012	0,570	1150	1000	0,021
EPS GRAFITADO (Neopor)	0,100	0,032	15	1000	3,125
MORTERO DE CEMENTO	0,020	1,000	1525	1000	0,020
Res. Térmica TOTAL (m²·K/W)					3,594
U-Transmitancia Térmica (W/(m²·K))					0,278
Mejora					87,50%

Tabla 41: Forjados con SATE inferior

Cubierta inclinada					
Material	Espesor e, (m)	Cond. Térm. λ , (W/(K·m))	Densidad ρ , (kg/m ³)	Cal. Espec. Cp, (J/(kg·K))	Res. Térmica Rt, (m ² ·K/W)
Teja de hormigón	0,020	1,500	2100	1000	0,013
Cám. aire horizontal ligeramente ventilada	-	-	-	-	0,080
Mortero de cemento	0,020	1,000	1525	1000	0,020
FU Entrevigado de EPS moldeado	0,300	0,341	740	1000	0,880
Enlucido de yeso	0,012	0,570	1150	1000	0,021
EPS GRAFITADO (Neopor)	0,100	0,032	15	1000	3,125
MORTERO DE CEMENTO	0,020	1,000	1525	1000	0,020
Res. Térmica TOTAL (m²·K/W)					4,159
U-Transmitancia Térmica (W/(m²·K))					0,240
Mejora					75,62%

Tabla 42: Cubierta inclinada con propuesta de SATE interior

Para incorporar aislamiento térmico en la terraza superior, primero se deberían arrancar las baldosas de gres que hay actualmente, colocar el poliestireno expandido de 10 cm de espesor, y volver a colocar unas nuevas baldosas de gres.

Cubierta plana					
Material	Espesor e, (m)	Cond. Térm. λ , (W/(K·m))	Densidad ρ , (kg/m ³)	Cal. Espec. Cp, (J/(kg·K))	Res. Térmica Rt, (m ² ·K/W)
Plaqueta o baldosa de gres	0,020	2,300	2500	1000	0,009
Mortero de áridos ligeros	0,020	0,410	900	1000	0,049
EPS GRAFITADO (Neopor)	0,100	0,032	15	1000	3,125
Hormigón con arcilla expandida	0,050	0,350	1000	1000	0,143
Arcilla expandida	0,050	0,148	538	1000	0,338
FU Entrevigado cerámico	0,300	0,846	1110	1000	0,355
Enlucido de yeso	0,012	0,570	1150	1000	0,021
Res. Térmica TOTAL (m²·K/W)					4,039
U-Transmitancia Térmica (W/(m²·K))					0,248
Mejora					77,37%

Tabla 43: Cubierta plana con propuesta de mejora del aislamiento

Con esta propuesta, a parte de adaptar estos cerramientos a la normativa actual, se consiguen unas mejoras en las transmitancias de un 87,5 % en el forjado de la primera planta así como del voladizo exterior de éste, un 75,62 % en la cubierta inclinada y un 77,37 % en la cubierta plana.



6.1.3.1 PRESUPUESTO



Pol. Ind. El Camí dels Frares, c/F, parc. 53, nau 8 - 25190 LLEIDA.
Tel. 973206936 fax 973257836

www.domussegría.es

CLIENT: *Jesús Arribas Ibarz*
C/Masarrabal 10
22520 Fraga (HueSCA)
620767277

arribas_jesus@hotmail.com

REF: 02-120993
DATA: 21/12/2012
PRESSUPOST: Sistema SATE tipus COTETERM a sostres de vivenda unifamiliar entre mitjaneres.
DADES DE L'OBRA: C/Masarrabal, 10
22520 Fraga (HUESCA)

PRESSUPOST

CAPÍTOL N°1: SISTEMA SATE COTETERM A SOSTRES

DOMIUS SEGRÍA, S.L. - N.I.F. B-25591046 - inscrita al R. M. de Lleida, volum 907, foli 151, full nòm. L-19357, inscripció 1a.

UT.	DESCRIPCIÓ	m ²	PREU	IMPORT
m ²	SISTEMA COTETERM 8 cm Sistema d'aïllament i revestiment exterior aplicat a paraments tipus COTETERM a base de plaques de poliestirè expandit grafitat tipus NEOPOR de 8 cm de gruix, amb una conductivitat tèrmica de 0,032 W/(m·K), de dimensions 50x100 cm, col·locades sobre parament existent amb morter i tacs i suports de nilo, per a parament de formigó, rascat dels junts de les plaques i col·locació de malla de fibra de vidre revestida d'estirè o butadiè o resines sintètiques modificades, cavalcada 10cm, de 4x4mm, embeguda amb morter adhesiu i ciment. Acabat final mitjançant revestiment de morter tipus GR.			
	Voladiu Planta Baixa	4,30	65,00 €	279,50 €
	TOTAL			279,50 €

UT.	DESCRIPCIÓ	m ²	PREU	IMPORT
m ²	SISTEMA COTETERM 8 cm Sistema d'aïllament i revestiment exterior aplicat a paraments tipus COTETERM a base de plaques de poliestirè expandit grafitat tipus NEOPOR de 8 cm de gruix, amb una conductivitat tèrmica de 0,032 W/(m·K), de dimensions 50x100 cm, col·locades sobre parament existent amb morter i tacs i suports de nilo, per a parament de formigó, rascat dels junts de les plaques i col·locació de malla de fibra de vidre revestida d'estirè o butadiè o resines sintètiques modificades, cavalcada 10cm, de 4x4mm, embeguda amb morter adhesiu i ciment.			
	Sostre Planta Baixa	79,30	55,00 €	4.361,50 €
	Sostre Planta Sota Coberta	61,08	55,00 €	3.359,40 €
	TOTAL			7.720,90 €

UT.	DESCRIPCIÓ	m	PREU	IMPORT
m	REMATS ALUMINI Remat per al frontal del voladiu amb L de xapa d'alumini de 1,2 mm de gruix i segons detall. Els remats es col·locaran amb fixacions químiques o mecàniques ocultes.			
		7,90	55,00 €	434,50 €
	TOTAL			434,50 €

TOTAL CAP. N°1 SISTEMA SATE COTETERM A SOSTRES.....	8.434,90 €
--	-------------------



CLIENT: Jesús Arribas Ibarz
C/Masarrabal 10
22520 Fraga (Huesca)
620767277

arribas_jesus@hotmail.com

REF: 02-120993
DATA: 21/12/2012
PRESSUPOST: Sistema SATE tipus COTETERM a sostres de vivenda unifamiliar entre mitjaneres.
DADES DE L'OBRA: C/Masarrabal, 10
22520 Fraga (HUESCA)

PRESSUPOST

CAPÍTOL N°2: AÏLLAMENT DE TERRASSES

UT.	DESCRIPCIÓ	m²	PREU	IMPORT
m²	ARRENCADA DE PAVIMENT CERÀMIC Arrencada de paviment ceràmic, amb mitjans manuals i càrrega manual de runa sobre camió o contenidor.			
	<i>Terrassa superior</i>	15,90	7,70 €	122,43 €
TOTAL				122,43 €

UT.	DESCRIPCIÓ	m²	PREU	IMPORT
m²	AÏLLAMENT AMB PLANXES DE POLIESTIRÈ EXPANDIT Subministraçió i col·locació d'aïllament amb planxes de poliestirè expandit grafitat tipus NEOPOR, de 80 mm de gruix, amb una conductivitat tèrmica de 0,032 W/(m·K), de dimensions 50x100 cm, sense adherir, sobre parament horitzontal existent.			
	<i>Terrassa superior</i>	15,90	21,30 €	338,67 €
TOTAL				338,67 €

UT.	DESCRIPCIÓ	m²	PREU	IMPORT
m²	PAVIMENT DE RAJOLA DE GRES Subministraçió i col·locació de paviment exterior antilliscant de rajola de gres extruït sense esmaltar de forma quadrada, col·locat a truc de maceta amb morter adhesiu i rejuntat amb beurada.			
	<i>Terrassa superior</i>	15,90	46,50 €	739,35 €
TOTAL				739,35 €

TOTAL CAP. N°2 AÏLLAMENT DE TERRASSES.....	1.200,45 €
---	-------------------

TOTAL ACUMULAT CAPÍTOLS

1 CAP. N°1 SISTEMA SATE COTETERM A SOSTRES.....	8.434,90 €
2 CAP. N°2 AÏLLAMENT DE TERRASSES.....	1.200,45 €

TOTAL PRESSUPOST 02-120993.....	9.635,35 €
--	-------------------

TOTAL IMPORT AMB 10 % IVA....	10.598,89 €
--------------------------------------	--------------------

DOMUS SEGRÍA, S.L. - N.I.F. B-25591066 - Invençia al R. N. de Lleida, volum 987, fòli 154, full nòm. L-19357, inscripció 1a.



CLIENT: Jesús Arribas Ibarz
C/Masarrabal 10
22520 Fraga (HueSCA)
620767277

arribas_jesus@hotmail.com

REF: 02-120993
DATA: 21/12/2012
PRESSUPOST: Sistema SATE tipus COTETERM a sostres de vivenda unifamiliar entre mitjaneres.
DADES DE L'OBRA: C/Masarrabal, 10
22520 Fraga (HUESCA)

PRESSUPOST

CONDICIONS DE CONTRACTACIÓ I NOTES ADDICIONALS.

Disposem de pòlissa de responsabilitat civil, així com la formació de tots els treballadors en matèria de seguretat. Treballs amb garantia sotmesos a la normativa vigent. Aquest pressupost s'ha calculat en condicions òptimes de planejament del parament de suport. Pressupost definitiu llevat d'error o omisió en la redacció del mateix.

Validesa de l'oferta 30 dies.

En el cas de que es decideixi de fer menys metres que els pressupostats un cop s'hagi encomanat el material, aquest ens serà abonat com a subministre per part del contractant.

AMIDAMENTS:

L'amidament es realitzarà a cinta correguda descomptant els forats de finestres:

- Buit menor de 4 m2 es comptabilitzaran en la seva totalitat.
- Buits entre 4 m2 i 8 m2 es comptabilitzaran un 50%.
- Buits superiors a 8 m2 no es comptabilitzaran

Els retorns, brancals i dintells es comptabilitzaran segons el següent criteri:

- Si no es descompte el buit, no es compten els retorns, brancals i dintells.
- Iquals o menors de 50 cm es comptabilitzaran a 50 cm a multiplicar per la seva longitud total.
- Entre 50 cm i 100 cm es comptabilitzaran a 100 cm a multiplicar per la seva longitud total.

Tots els treballs que no estiguin contemplats en aquest pressupost es facturaran per administració.

A CÀRREG DE LA PROPIETAT:

- Presa elèctrica o equivalent per a la realització de les obres.
- Custòdia del material a càrreg de la propietat.

FORMA DE PAGAMENT:

Serà del 30% al comptat a l'acceptació del pressupost i la resta en certificacions mensuals al comptat, o al final de l'obra.

CONFORME:	CONFORME: CONSTRUCCIONS DOMUS SEGRÀ S.L
FORMA DE PAGAMENT:	Veure clàusula Lleida a 21 de Decembre de 2012

DOMUS SEGRÀ, S.L. - N.I.F. B-25590046 - Invençió al R. M. de Lleida, volum 987, full 154, full núm. L-19357, inscripció 1a.

6.1.4 PROPUESTA: CAMBIO DE CARPINTERÍA

Esta propuesta es claramente para evaluar el comportamiento de los programas de cálculo, ya que tanto la carpintería como la estanqueidad al aire actual cumplen con las exigencias de la normativa actual.

Se propone un cambio de carpintería: la nueva carpintería será del modelo Fusionline 108 de la marca Gaulhofer, un tipo de ventana con marco de madera y marco exterior de aluminio con una transmitancia térmica de $1,15 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ (la absortividad no varía al no cambiar el color, marrón medio en la fachada principal y blanco en la fachada trasera). La composición del vidrio es 4-18-4-18-4, siendo un triple vidrio con doble cámara de aire ($UV=0,65 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$; $g=0,50$). En cuanto a la permeabilidad a aire, son unas ventanas de clase 4 ($3 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ a 100 Pa según UNE-EN 12207).

Se cambiarían las aberturas de la zona habitable, tanto la calefactada como la de la no calefactada.



Ilustración 29: Detalle de la propuesta de la carpintería Gaulhofer

	Vidrio		Marco		FM (%)	Permeabilidad al aire ($\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$ a 100 Pa)	Utotal (W/($\text{m}^2 \cdot \text{K}$))	Uea (W/($\text{m}^2 \cdot \text{K}$))	Mejora
	Uv (W/($\text{m}^2 \cdot \text{K}$))	Factor solar (g)	Um (W/($\text{m}^2 \cdot \text{K}$))	Absort. (α)					
Ventanas P1	0,65	0,50	1,15	0,75	33%	27	0,82	3,05	73%
Balconera P2	0,65	0,50	1,15	0,75	31%	27	0,81	3,07	74%
Balconera PBC	0,65	0,50	1,15	0,75	31%	27	0,81	3,07	74%
Ventana PBC	0,65	0,50	1,15	0,75	33%	27	0,82	3,05	73%
Ventana P1	0,65	0,50	1,15	0,20	46%	27	0,88	2,95	70%
Balconera P1	0,65	0,50	1,15	0,20	32%	27	0,81	3,06	74%
Balconera P1	0,65	0,50	1,15	0,20	30%	27	0,80	3,08	74%
Ventana P2	0,65	0,50	1,15	0,20	36%	27	0,83	3,03	73%

Tabla 44: Propuesta 1.4: Descripción de las aberturas



6.1.4.1 PRESUPUESTO



Pol. Ind. El Camí dels Freres, c/F, parc. 53, nau 8 - 25190 LLEIDA.
Tel: 973206936 fax 973257836

www.domussegría.es

CLIENT: Jesús Arribas Ibarz
C/Masarrabal 10
22520 Fraga (HueSCA)
620767277
arribas_jesus@hotmail.com

REF: 02-120994
DATA: 21/12/2012
PRESSUPOST: Canvi de finestres actuals a fusteria tipus GAULHOFER.
DADES DE L'OBRA: C/Masarrabal, 10
22520 Fraga (HUESCA)

PRESSUPOST

CAPÍTOL N°1: ARRANCADA DE FUSTERIES ACTUALS

ut.	DESCRIPCIÓ	ut.	PREU	IMPORT
ut.	ARRANCADA DE FINESTRES BATENTS Arrancada de fulls i bastiment de finestra amb mitjans manuals i càrrega manual sobre camió o contenidor.			
		8,00	18,00 €	144,00 €
TOTAL				144,00 €

ut.	DESCRIPCIÓ	ut.	PREU	IMPORT
ut.	ARRANCADA DE BALCONERES BATENTS Arrancada de fulls i bastiment de balconera amb mitjans manuals i càrrega manual sobre camió o contenidor.			
		5,00	21,50 €	107,50 €
TOTAL				107,50 €

TOTAL CAP. N°1 ARRANCADA DE FUSTERIES ACTUALS.....				251,50 €
---	--	--	--	-----------------

CAPÍTOL N°2: FINESTRES TIPUS GAULHOFER

ut.	DESCRIPCIÓ	ut.	PREU	IMPORT
ut.	FINESTRES TIPUS GAULHOFER Subministre i col·locació de finestres tipus GAULHOFER, model Fusionline 108, col·locada sobre bastiment de base, de fulles batents, amb marc de fusta amb revestiment exterior d'alumini amb una transmissió tèrmica de 1,15 W/(m²·K), i amb un triple envidrament amb doble cambra d'aire (4-18-4-18-4) amb transmissió tèrmica de 0,65 W/(m²·K), amb una classificació classe 4 de permeabilitat a l'aire segons UNE-EN 12207, classificació 9A d'estanquitat a l'aigua segons UNE-EN 12208 i classificació C5 de resistència al vent segons UNE-EN 12210, amb bastiment de caixa de persiana i guies.			
	<i>Finestra d'una fulla batent, 70x95 cm.</i>	1,00	324,70 €	324,70 €
	<i>Finestra d'una fulla batent, 90x160 cm.</i>	3,00	385,60 €	1.156,80 €
	<i>Finestra de dues fulles batents, 110x120 cm.</i>	1,00	687,75 €	687,75 €
	<i>Finestra de dues fulles batents, 140x120 cm.</i>	2,00	879,75 €	1.759,50 €
	<i>Finestra de dues fulles batents, 150x140 cm.</i>	1,00	938,40 €	938,40 €
	<i>Balconera d'una fulla batent, 90x200 cm.</i>	1,00	864,55 €	864,55 €
	<i>Balconera d'una fulla batent, 90x210 cm.</i>	1,00	899,55 €	899,55 €
	<i>Balconera de dues fulles batents, 140x210 cm.</i>	2,00	1.374,90 €	2.749,80 €
	<i>Balconera de dues fulles batents, 150x210 cm.</i>	1,00	1.402,20 €	1.402,20 €
TOTAL				10.783,25 €

TOTAL CAP. N°2 FINESTRES TIPUS GAULHOFER.....				10.783,25 €
--	--	--	--	--------------------

DOMUS SEGRÍA, S.L. - N.I.F. B-25591016 - inscrita al R. N. de Lleida, volum 987, foli 154, full nòm. L-19357, inscripció 1a.



CLIENT: Jesús Arribas Ibarz
C/Masarrabal 10
22520 Fraga (HueSCA)
620767277

arribas_jesus@hotmail.com

REF: 02-120994
DATA: 21/12/2012
PRESSUPOST: Canvi de finestres actuals a fusteria tipus GAULHOFER.

DADES DE L'OBRA: C/Masarrabal, 10
22520 Fraga (HUESCA)

PRESSUPOST

TOTAL ACUMULAT CAPÍTOLS

1 CAP. N°1 ARRENCADA DE FUSTERIES ACTUALS..... 251,50 €
2 CAP. N°2 FINESTRES TIPUS GAULHOFER..... 10.783,25 €

TOTAL PRESSUPOST 02-120994..... 11.034,75 €

TOTAL IMPORT AMB 10 % IVA.... 12.138,23 €

CONDICIONS DE CONTRACTACIÓ I NOTES ADDICIONALS.

Disposem de pòlissa de responsabilitat civil, així com la formació de tots els treballadors en matèria de seguretat.
Treballs amb garantia sotmesos a la normativa vigent.
Aquest pressupost s'ha calculat en condicions òptimes de planejament del parament de suport.
Pressupost definitiu llevat d'error o omisió en la redacció del mateix.

Validesa de l'oferta 30 dies.

En el cas de que es decideixi de fer menys metres que els pressupostats un cop s'hagi encomanat el material, aquest ens serà abonat com a subministre per part del contractant.

AMIDAMENTS:

- L'amidament es realitzarà a cinta correguda descomptant els forats de finestres:
- Buit menor de 4 m2 es comptabilitzaran en la seva totalitat.
 - Buits entre 4 m2 i 8 m2 es comptabilitzaran un 50%.
 - Buits superiors a 8 m2 no es comptabilitzaran
- Els retorns, brancals i dintells es comptabilitzaran segons el següent criteri:
- Si no es descompte el buit, no es compten els retorns, brancals i dintells.
 - Iguals o menors de 50 cm es comptabilitzaran a 50 cm a multiplicar per la seva longitud total.
 - Entre 50 cm i 100 cm es comptabilitzaran a 100 cm a multiplicar per la seva longitud total.
- Tots els treballs que no estiguin contemplats en aquest pressupost es facturaran per administració.

A CÀRREC DE LA PROPIETAT:

- Presa elèctrica o equivalent per a la realització de les obres.
- Custòdia del material a càrrec de la propietat.

FORMA DE PAGAMENT:

Serà del 30% al comptat a l'acceptació del pressupost i la resta en certificacions mensuals al comptat, o al final de l'obra.

CONFORME:	CONFORME: CONSTRUCCIONS DOMUS SEGRÀ S.L
FORMA DE PAGAMENT: Veure clàusula	Lleida a 21 de Decembre de 2012

DOMUS SEGRÀ, S.L. - N.I.F. B-25590016 - Inscrita al R. N. de Lleida, volum 907, foli 154, full nòm. L-19357, inscripció 1a.

6.2 PROPUESTA: CAPTADORES SOLARES TÉRMICOS

La introducción de placas solares térmicas hará que se reduzca el consumo de combustible necesario para la producción de ACS de la vivienda objeto. Para ello, y según DB HE-4: Contribución Solar mínima, se calcula a continuación la superficie necesaria de captadores solares.

Fraga está en la zona climática III, y según la tabla 3.1, tenemos que prever una demanda de 30 l/día por persona. El edificio está previsto para una ocupación de 6 personas, por tanto prevemos una demanda de 180 l/día.

Según la zona climática, y la demanda que tenemos, por normativa debería alcanzar un 50% del ACS mediante captadores solares térmicos, siendo más permisiva en función de las pérdidas que se pueden producir por orientación e inclinación de la placa.

La orientación idónea es el sur, de forma que, aunque la cubierta sera inclinada y al estar esta orientada al suroeste, las montaremos sobre soportes para poder orientarlas al sur y con la inclinación óptima. Al tener un edificio de una altura superior al edificio objeto, se generaran sombras sobre los captadores, de forma que según el CTE se puede reducir la contribución mínima un 10%.

Para hacer el cálculo de la superficie de captadores necesaria se utiliza la aplicación “Ferrol Solar”, y los resultados se muestran a continuación.

Se instalarán dos captadores modelo Ecotop V F 2,8 y un acumulador de 300 l, obteniendo así una superficie total de 5,38 m² de captación solar, con una contribución del 89% de la demanda estimada por el CTE, un valor muy superior al mínimo exigible por normativa (40%).

Memoria de Proyecto



PROYECTO
Proyecto
Cliente: UdL
Fecha: 02/01/2013

Criterios de diseño	
V / A	111,52
M / V	0,60
M / A	33,46
A / M	2,99



LOCALIDAD	Huesca
Latitud localidad	41,4
Radiación mínima exigida	60
Mínima Histórica (°C)	-14,0

Paneles usados	
Tipo	Ecotop V F 2.8
Número	2
Orientación	0
Inclinación	42,1

	Tª ext media	Tª media agua	Radiación solar	Consumo mensual	Necesidades energéticas (kWh)	Producción energética (kWh)	Cobertura solar
Enero	7,00	5,00	6,10	5580,00	356,81	173,05	0,485
Febrero	8,00	6,00	9,60	5040,00	316,42	224,97	0,711
Marzo	12,00	8,00	14,30	5580,00	337,35	312,05	0,925
Abril	15,00	10,00	18,70	5400,00	313,91	324,90	1,035
Mayo	18,00	11,00	20,30	5580,00	317,89	331,56	1,043
Junio	22,00	12,00	22,10	5400,00	301,36	329,39	1,093
Julio	25,00	13,00	23,10	5580,00	304,91	352,17	1,155
Agosto	25,00	12,00	20,90	5580,00	311,40	361,22	1,160
Septiembre	21,00	11,00	16,90	5400,00	307,63	339,32	1,103
Octubre	16,00	10,00	11,30	5580,00	324,38	296,16	0,913
Noviembre	11,00	8,00	7,20	5400,00	326,47	212,53	0,651
Diciembre	7,00	5,00	5,10	5580,00	356,81	153,07	0,429

ANUAL	15,58	9,25	14,63	5475,00	322,95	284,20	0,89
--------------	-------	------	-------	---------	--------	--------	------

Frac. no ahorrada	0,108	Cobertura Solar Anual	Consumo diario	180
% de pérdidas	0,00	89%	Volumen acumulador	300,0
Ahorro CO2 kg/año	865,33		Superficie captadores	5,38

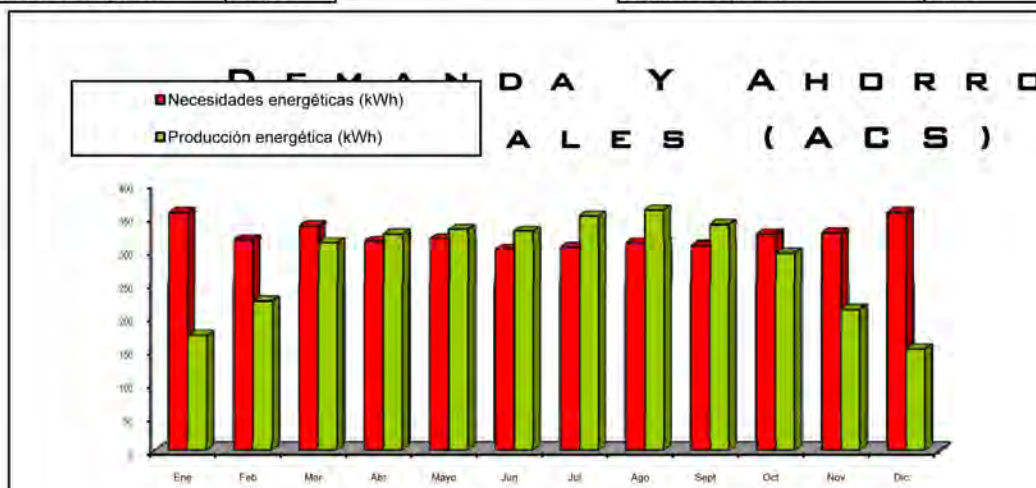


Ilustración 32: Resultados Captadores Solares con aplicación "Ferrolí Solar"

6.2.1 PRESUPUESTO



Pol. Ind. El Camí dels Frares, c/F, parc. 53, nau 8 - 25190 LLEIDA
tel. 973206936 fax 973257836

www.domussegria.es

CLIENT: Jesús Arribas Ibarz
C/Masarrabal 10
22520 Fraga (HueSCA)
620767277
arribas_jesus@hotmail.com

REF: 02-120995
DATA: 21/12/2012
PRESSUPOST: Caldera de biomassa amb dipòsit acumulador de pellets.
DADES DE L'OBRA: C/Masarrabal, 10
22520 Fraga (HUESCA)

PRESSUPOST

CAPÍTOL N°1: CAPTADORS SOLARS

ut.	DESCRIPCIÓ	ut.	PREU	IMPORT
ut.	INSTAL·LACIÓ SOLAR TÈRMICA Instal·lació solar tèrmica, amb 2 captadors solars plans amb una superfície activa de 5,38 m ² , amb acumulador vitrificat de capacitat 300 l, amb una distància de 15 m entre els captadors i l'acumulador, amb estació hidràulica i de control, amb vàlvules i tots els elements de connexió necessaris per a la seva instal·lació. <i>Captadors tipus Fèrrolí Ecotop V F 2,8: Sup. 2,69 m²; η=0,77.</i>			
		1,00	4.317,49 €	4.317,49 €
TOTAL				4.317,49 €

TOTAL CAP. N°1 CAPTADORS SOLARS.....	4.317,49 €
---	-------------------

TOTAL IMPORT AMB 10 % IVA....	4.749,24 €
--------------------------------------	-------------------

CONDICIONS DE CONTRACTACIÓ I NOTES ADDICIONALS.

Disposem de pòlissa de responsabilitat civil, així com la formació de tots els treballadors en matèria de seguretat.
Treballs amb garantia sotmesos a la normativa vigent.
Pressupost definitiu llevat d'error o omisió en la redacció del mateix.

Validesa de l'oferta 30 dies.

A CÀRREG DE LA PROPIETAT:

- Presa elèctrica o equivalent per a la realització de les obres.
- Custòdia del material a càrrec de la propietat.

FORMA DE PAGAMENT:

Serà del 30% al comptat a l'acceptació del pressupost i la resta en certificacions mensuals al comptat, o al final de l'obra.

CONFORME:	CONFORME: CONSTRUCCIONS DOMUS SEGRÍA S.L.
FORMA DE PAGAMENT:	Veure clàusula Lleida a 21 de Decembre de 2012

DOMUS SEGRÍA, S.L. - N.I.F. B-25599046 - Inscrita al R. M. de Lleida, volum 987, foli 154, full nòm. L-19357, inscripció 1a.

6.3 PROPUESTA: CAMBIO DE CALDERA

Cambiar el combustible también debe ser una propuesta, ya que al cambiarlo por uno que tenga un menor coste, también se puede obtener un ahorro económico. Esta propuesta no tiene efecto alguno sobre la demanda.

Para elegir el nuevo combustible se opta por la biomasa, ya que es un combustible más ecológico y más novedoso, con lo que se puede evaluar también como responden los diversos softwares.

En comparación aproximada:

$$2 \text{ kg de Pellets de madera} = 1 \text{ l de Gasóleo} = 1 \text{ m}^3 \text{ Gas Natural}$$

El precio del pellet es aproximadamente de 0,2 €/kg, frente a los 1,085 €/l de gasoil. Si lo comparamos con el Gas Natural 0,3 €/m³ no encontramos tanta diferencia, a nivel económico pero si a nivel ambiental, ya que los pellets están considerados de emisiones-CO₂ neutros, porque durante el proceso de crecimiento de los árboles transforman (consumen) CO₂ del aire, el cual es el que posteriormente se libera durante la combustión en exactamente la misma proporción. Siendo así, las emisiones de CO₂ durante la combustión no son superiores a aquellas emisiones que vendrán emitidas en el transcurso de la descomposición natural de los árboles en el bosque.

Para realizar el cambio de caldera se debe sustituir la actual, así como su depósito. Éstos se pueden vender de segunda mano, ya que el instalador de la nueva caldera se hace cargo.

La nueva caldera tendrá una potencia nominal de 30 kW, y un depósito de acero para los pellets con un tornillo sin fin para suministrarlos a la caldera.

6.3.1 PRESUPUESTO



Pol. Ind. El Camí dels Frares, c/F, parc. 53, nau 8 - 25190 LLEIDA
tel. 973206936 fax 973257836

www.domussegría.es

CLIENT: *Jesús Arribas Ibarz*
C/Masarrabal 10
22520 Fraga (HueSCA)
620767277

arribas_jesus@hotmail.com

REF: 02-120996
DATA: 21/12/2012
PRESSUPOST: Canvi de finestres actuals a fusteria tipus GAULHOFER.

DADES DE L'OBRA: C/Masarrabal, 10
22520 Fraga (HUESCA)

PRESSUPOST

CAPÍTOL N°1: ARRANCADA DE CALDERA ACTUAL

ut.	DESCRIPCIÓ	ut.	PREU	IMPORT
ut.	DESMUNTATGE DE CALDERA Desmuntatge de caldera mixta, amb mitjans manuals i aplec per a posterior aprofitament.			
		1,00	34,00 €	34,00 €
TOTAL				34,00 €

ut.	DESCRIPCIÓ	ut.	PREU	IMPORT
ut.	VENTA DE CALDERA ACTUAL Venta de caldera actual ROCA NGO 50/20 GTA, i de dipòsit de gasoil.			
		1,00	600,00 €	600,00 €
TOTAL				600,00 €

TOTAL CAP. N°1 ARRENCADA DE CALDERA ACTUAL.....			-	566,00 €
--	--	--	---	-----------------

CAPÍTOL N°2: CALDERA

ut.	DESCRIPCIÓ	ut.	PREU	IMPORT
ut.	CALDERA DE BIOMASSA de 30 Kw Caldera de biomassa de 30 kW de potència nominal, funcionament amb pellets, cos de planxa d'acer amb aïllament de 80 mm de gruix, pressió màxima de treball 3 bar i temperatura màxima d'impulsió 95°C, alimentada directament per cargol sense fi flexible amb sistema d'extinció per ruixador i vàlvula termostàtica; cremador basculant amb calaix contenidor de cendres de gran capacitat, amb sistema de regulació variable del flux d'aire; mòdul d'intercanvi de calor a base de bescanviador de tubs d'acer sense soldadura amb calaix contenidor de cendres volàtils; aspirador de gasos de combustió amb regulació de la velocitat; sistema de control de la caldera amb funcions de regulació de la combustió (entrada d'aire i de combustible) en combinació amb sonda lambda. Inclou dipòsit de pellets d'acer situat horitzontalment, elevat.			
		1,00	13.239,85 €	13.239,85 €
TOTAL				13.239,85 €

TOTAL CAP. N°2 CALDERA.....				13.239,85 €
------------------------------------	--	--	--	--------------------

DOMUS SEGRÍA, S.L. - N.I.F. B-2559046 - Inscripció al R. M. de Lleida, volum 987, foli 154, full núm. L-19357, inscripció Ja.



CLIENT: Jesús Arribas Ibarz
C/Masarrabal 10
22520 Fraga (Huesca)
620767277

arribas_jesus@hotmail.com

REF: 02-120996
DATA: 21/12/2012
PRESSUPOST: Canvi de finestres actuals a fusteria tipus GAULHOFER.

DADES DE L'OBRA: C/Masarrabal, 10
22520 Fraga (HUESCA)

PRESSUPOST

TOTAL ACUMULAT CAPÍTOLS	
1 CAP. N°1 ARRENCADA DE CALDERA ACTUAL.....	566,00 €
2 CAP. N°2 CALDERA.....	13.239,85 €
TOTAL PRESSUPOST 02-120996.....	12.673,85 €
TOTAL IMPORT AMB 10 % IVA.... 13.941,24 €	

CONDICIONS DE CONTRACTACIÓ I NOTES ADDICIONALS.

Disposem de pólissa de responsabilitat civil, així com la formació de tots els treballador en matèria de seguretat.
Treballs amb garantia sotmesos a la normativa vigent.
Pressupost definitiu llevat d'error o omissió en la redacció del mateix.

Validesa de l'oferta 30 dies.

A CÀRREC DE LA PROPIETAT:

- Presa elèctrica o equivalent per a la realització de les obres.
- Custodia del material a càrreg de la propietat.

FORMA DE PAGAMENT:

Serà del 30% al comptat a l'acceptació del pressupost i la resta en certificacions mensuals al comptat, o al final de l'obra.

CONFORME:	CONFORME: CONSTRUCCIONS DOMUS SEGRÍA S.L.
FORMA DE PAGAMENT:	Veure clàusula Lleida a 21 de Decembre de 2012

DOMUS SEGRÍA, S.L. - N.I.F. B-25590016 - Inscrita al R. N. de Lleida - volum 987, full 154, full núm. L-19357, inscripció 1a.

Ilustración 35: Presupuesto Propuesta 1.6: Cambio de Caldera

6.4 RESULTADOS

A continuación presentaré los resultados del estado actual del edificio objeto y de las propuestas de mejora a través de los diferentes softwares de cálculo.

Al igual que en el Estado Actual, compararé las demandas (de refrigeración y calefacción) y el consumo final. Tal y como ya he explicado en el Apartado 5, en alguno de los softwares (CE3X y PHPP 2007) no se presentan los resultados de energía final, la calculo o bien a partir de las emisiones de CO₂ en el caso del CE3X, o a partir de la energía primaria en PHPP 2007. Añado los factores necesarios para la biomasa (en el Apartado 5 está explicado de dónde extraigo los valores de los factores):

LIDER/CALENER VYP – CE3X			
Fuente energética	Energía Final kW·h	Energía primaria kW·h	Emisiones CO2 g/kW·h
Biomasa	1,000	1,000	neutro

PHPP 2007 *			
Fuente energética	Energía Final kW·h	Energía primaria kW·h	Emisiones CO2 g/kW·h
Biomasa	1,000	0,200	50,000

Tabla 45: Factores de conversión de Energía final a Energía primaria (biomasa)

6.4.1 LIDER/CALENER VYP

		ESTADO ACTUAL	ENVOLVENTE								CAPT. SOLARES TÉRMICAS		CALDERA BIOMASA	
			THERMABEAD	COTETERM		COTETERM FORJADOS		CARPINTERIA						
CAL	Demanda (kW·h/(m ² ·a))	101,20	96,50	4,64%	75,20	25,69%	80,00	20,95%	91,70	9,39%	101,20	0,00%	101,20	0,00%
REF	Demanda (kW·h/(m ² ·a))	2,70	2,70	0,00%	2,60	3,70%	2,70	0,00%	2,50	7,41%	2,70	0,00%	2,70	0,00%
	Em. CO2 calef. (kg/(m ² ·a))	32,00	30,60	4,38%	24,20	24,38%	25,60	20,00%	29,20	8,75%	31,90	0,31%	0,00	100,00%
	Em. CO2 refr. (kg/(m ² ·a))	1,30	1,20	7,69%	1,20	7,69%	1,30	0,00%	1,20	7,69%	1,30	0,00%	1,30	0,00%
	Em. CO2 ACS (kg/(m ² ·a))	7,00	7,00	0,00%	7,00	0,00%	7,00	0,00%	7,00	0,00%	1,40	80,00%	0,00	100,00%
	Consumo EF (kW·h/(m ² ·a))	137,00	132,00	3,65%	109,60	20,00%	114,70	16,28%	127,10	7,23%	117,40	14,31%	137,00	0,00%
	Consumo EP (kW·h/(m ² ·a))	151,00	145,50	3,64%	121,30	19,67%	126,90	15,96%	140,10	7,22%	129,80	14,04%	140,00	7,28%
	Emissiones CO2 (kg/(m ² ·a))	40,30	38,80	3,72%	32,40	19,60%	33,90	15,88%	37,40	7,20%	34,60	14,14%	1,30	96,77%
Certificación		D	D		C		C		D		C		A	

* Los porcentajes se refieren a la mejora que se produce respecto del Estado Actual calculada en el software.

Tabla 46: Lider / Calener VYP: Resultados propuestas de mejora.

6.4.2 CE3X

		ESTADO ACTUAL	ENVOLVENTE								CAPT. SOLARES TÉRMICAS		CALDERA BIOMASA	
			THERMABEAD	COTETERM		COTETERM FORJADOS		CARPINTERIA						
CAL	Demanda (kW·h/(m ² ·a))	100,53	96,57	3,94%	83,38	17,06%	81,86	18,57%	93,24	7,25%	100,53	0,00%	100,53	0,00%
REF	Demanda (kW·h/(m ² ·a))	8,33	8,67	-4,08%	6,63	20,41%	8,50	-2,04%	6,52	21,73%	8,33	0,00%	8,33	0,00%
	Con. EP Cal (kW·h/(m ² ·a))	141,00	135,45	3,94%	116,95	17,06%	114,81	18,57%	130,78	7,25%	141,00	0,00%	129,55	8,12%
	Con. EP ACS (kW·h/(m ² ·a))	37,52	37,52	0,00%	37,52	0,00%	37,52	0,00%	37,52	0,00%	4,13	88,99%	34,47	8,13%
	Con. EP Ref (kW·h/(m ² ·a))	22,32	23,22	-4,03%	17,77	20,39%	22,77	-2,02%	17,46	21,77%	22,32	0,00%	22,32	0,00%
	Consumo EP (kW·h/(m ² ·a))	200,84	196,19	2,32%	172,24	14,24%	175,10	12,82%	185,76	7,51%	167,45	16,63%	186,34	7,22%
	Em. CO2 Cal. (kg/(m ² ·a))	37,47	35,99	3,95%	31,08	17,05%	30,51	18,57%	34,75	7,26%	37,47	0,00%	0,00	100,00%
	Em. CO2 ACS (kg/(m ² ·a))	9,97	9,97	0,00%	9,97	0,00%	9,97	0,00%	9,97	0,00%	1,10	88,97%	0,00	100,00%
	Em. CO2 Ref. (kg/(m ² ·a))	5,55	5,78	-4,14%	4,42	20,36%	5,66	-1,98%	4,34	21,80%	5,55	0,00%	5,55	0,00%
	Emissiones CO2 (kg/(m ² ·a))	52,99	51,74	2,36%	45,47	14,19%	46,14	12,93%	49,07	7,40%	44,12	16,74%	5,55	89,53%
Certificación		E	E		D		E		E		D		A	
E. FINAL (kW·h/(m²·a)) *		173,85	169,05	2,76%	149,84	13,81%	149,77	13,85%	162,51	6,52%	142,94	17,78%	173,85	0,00%

* El programa no presenta resultados de Energía Final, los resultados de presentados en ésta tabla se han obtenido a partir de las emisiones de CO2 aplicando los factores correspondientes (explicado en el Apartado 5 y en el 6.4).

** Los porcentajes se refieren a la mejora que se produce respecto del Estado Actual calculada en el software.

Tabla 47: CE3X: Resultados propuestas de mejora.

6.4.3 PHPP 2007

		ESTADO ACTUAL	ENVOLVENTE								CAPT. SOLARES TÉRMICAS	CALDERA BIOMASA		
			THERMABEAD		COTETERM		COTETERM FORJADOS		CARPINTERIA					
CAL	Demanda (kW·h/(m ² ·a))	96,00	90,00	6,25%	78,00	18,75%	72,00	25,00%	84,00	12,50%	96,00	0,00%	96,00	0,00%
	Carga (W/m ²)	45,00	43,00	4,44%	39,00	13,33%	37,00	17,78%	41,00	8,89%	45,00	0,00%	45,00	0,00%
REF	Demanda (kW·h/(m ² ·a))	3,00	3,00	0,00%	2,00	33,33%	2,00	33,33%	2,00	33,33%	3,00	0,00%	3,00	0,00%
	Carga (W/m ²)	19,00	19,00	0,00%	18,00	5,26%	17,00	10,53%	17,00	10,53%	19,00	0,00%	19,00	0,00%
Ensayo de presión (1/h)		3,00	3,00	0,00%	3,00	0,00%	3,00	0,00%	3,00	0,00%	3,00	0,00%	3,00	0,00%
Con. EP Cal.+ACS (kW·h/(m ² ·a))		174,00	165,00	5,17%	149,00	14,37%	141,00	18,97%	157,00	9,77%	152,00	12,64%	31,00	82,18%
Consumo EP (kW·h/(m ² ·a))		243,00	235,00	3,29%	219,00	9,88%	210,00	13,58%	226,00	7,00%	222,00	8,64%	101,00	58,44%
E. FINAL (kW·h/(m²·a)) *		161,29	153,10	5,08%	137,55	14,72%	130,27	19,23%	144,83	10,21%	141,32	12,38%	158,00	2,04%

* El programa no presenta resultados de Energía Final, los resultados de presentados en ésta tabla se han obtenido a partir de los resultados de energía primaria aplicando los factores correspondientes (explicado en el Apartado 5 y en el 6.4).

** Los porcentajes se refieren a la mejora que se produce respecto del Estado Actual calculada en el software.

Tabla 48: PHPP 2007: Resultados propuestas de mejora.

6.5 COMPARATIVA DE RESULTADOS DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA

6.5.1 PROPUESTA 1.1: THERMABEAD

PROPUESTA 1.1: THERMABEAD	LIDER/ CALENER VYP	CE3X	PHPP 2007
DEMANDA CALEFACCIÓN (kW·h/(m ² ·a))	96,50	96,57	90,00
DEM. REFRIGERACIÓN (kW·h/(m ² ·a))	2,70	8,67	3,00
CONSUMO ENERGÍA FINAL (kW·h/(m ² ·a))	132,86	169,05	153,10
MEJORA DEL CONSUMO DE ENERGÍA FINAL	3,65%	2,76%	5,08%

Tabla 49: Comparación resultados Propuesta 1.1: Thermabead

Comparando los resultados obtenidos por los diferentes programas, puedo observar que se mantiene la misma tendencia apuntada en la comparación de resultados del estado actual: demandas de calefacción y refrigeración similares, y que los consumos de energía son diferentes debido al diferente tratamiento de las instalaciones que realizan los softwares, como ya he apuntado en la comparación de resultados del Estado Actual.

Los porcentajes de mejora también son bastante similares, aunque se puede ver que el PHPP 2007 presenta una mayor mejora que los otros softwares estudiados. Un posible explicación es que al tratarse de un programa de cálculo de edificaciones de consumo energético casi nulo le da más importancia a las pérdidas energéticas a través de los cerramientos que a las producidas por los puentes térmicos, ya que para conseguir una casa pasiva, se presupone la eliminación de éstos.

6.5.2 PROPUESTA 1.2: COTETERM

PROPUESTA 1.2: COTETERM	LIDER/ CALENER VYP	CE3X	PHPP 2007
DEMANDA CALEFACCIÓN (kW·h/(m ² ·a))	75,20	83,38	78,00
DEM. REFRIGERACIÓN (kW·h/(m ² ·a))	2,60	6,63	2,00
CONSUMO ENERGÍA FINAL (kW·h/(m ² ·a))	110,56	149,84	137,55
MEJORA DEL CONSUMO DE ENERGÍA FINAL	19,82%	13,81%	14,72%

Tabla 50: Comparación resultados Propuesta 1.2: Coteterm

En los resultados de esta propuesta (SATE en fachadas) se observa una disminución muy importante de las demandas y del consumo respecto a la propuesta anterior (Sistema Thermabead), y ésta diferencia es debida a la eliminación de los puentes térmicos, ya que en ambas propuestas se incorpora el mismo tipo de aislamiento y del mismo espesor.

Las demandas también son muy parecidas en todos los resultados, y el consumo final sigue siendo diferente debido al diferente tratamiento, ya comentado, que realiza cada programa de los rendimientos de las instalaciones.

Llama la atención que el porcentaje de mejora en la aplicación Calener VYP es superior a los demás debido a la importancia que le da a los puentes térmicos, algo significativo ya que a la hora de definirlos es la aplicación que peor tratamiento les da.

Comprobar también que el porcentaje de mejora del PHPP 2007, comparándolo con los otros softwares y los resultados de la propuesta anterior, ahora no se produce una mayor mejora significativa que en los demás, hecho que confirma el diferente tratamiento de los puentes térmicos que realiza la aplicación.

6.5.3 PROPOUESTA 1.3: COTETERM FORJADOS

PROPOUESTA 1.3: COTETERM FORJADOS	LIDER/ CALENER VYP	CE3X	PHPP 2007
DEMANDA CALEFACCIÓN (kW·h/(m ² ·a))	80,00	81,86	72,00
DEM. REFRIGERACIÓN (kW·h/(m ² ·a))	2,70	8,50	2,00
CONSUMO ENERGÍA FINAL (kW·h/(m ² ·a))	115,59	149,77	130,27
MEJORA DEL CONSUMO DE ENERGÍA FINAL	16,17%	13,85%	19,23%

Tabla 51: Comparación resultados Propuesta 1.3: Coteterm forjados

Esta propuesta es seguramente la que es más necesaria en la vivienda objeto, ya que mejora los cerramientos que actualmente están peor aislados, por lo que se actúa sobre la parte más débil de la envolvente, por lo que no es de extrañar que presente unos resultados muy positivos.

El PHPP 2007 es el programa que obtiene unos resultados más positivos tanto a nivel de demanda como de mejora respecto al estado actual.

Calener VYP presenta unos mejores resultados que CE3X porque una de las acciones que se llevarían a cabo en esta propuesta se ejecuta en la planta bajo cubierta, una zona habitable no calefactada, que, como ya he comentado anteriormente, no se puede definir en el segundo software.

6.5.4 PROPUESTA 1.4: CARPINTERIA

PROPUESTA 1.4: CARPINTERIA	LIDER/ CALENER VYP	CE3X	PHPP 2007
DEMANDA CALEFACCIÓN (kW·h/(m ² ·a))	91,70	93,24	84,00
DEM. REFRIGERACIÓN (kW·h/(m ² ·a))	2,50	6,52	2,00
CONSUMO ENERGÍA FINAL (kW·h/(m ² ·a))	127,98	162,51	144,83
MEJORA DEL CONSUMO DE ENERGÍA FINAL	7,19%	6,52%	10,21%

Tabla 52: Comparación resultados Propuesta 1.4: Carpintería

Cambiando la carpintería de la vivienda el software que presenta mejores resultados es el PHPP 2007, tanto a nivel de demandas como de porcentaje de mejora. Esto es debido, entre otras, a que este software permite definir los puentes térmicos derivados de la colocación de las carpinterías. Hay que recordar también que una carpintería de altas prestaciones es un requisito indispensable para obtener los niveles que demanda el “estándar passivhaus”.

6.5.5 PROPUESTA 2: CAPTADORES SOLARES TÉRMICOS

PROPUESTA 1.3: COTETERM FORJADOS	LIDER/ CALENER VYP	CE3X	PHPP 2007
DEMANDA CALEFACCIÓN (kW·h/(m ² ·a))	101,20	100,53	96,00
DEM. REFRIGERACIÓN (kW·h/(m ² ·a))	2,70	8,33	3,00
CONSUMO ENERGÍA FINAL (kW·h/(m ² ·a))	118,03	142,94	141,32
MEJORA DEL CONSUMO DE ENERGÍA FINAL	14,40%	17,78%	12,38%

Tabla 53: Comparación resultados Propuesta 2: Captadores solares térmicos

Esta propuesta que tiene como objetivo reducir el consumo, y presenta unos muy buenos resultados en todas las aplicaciones, siendo los mejores los del CE3X que, como ya se apuntaba en la comparación de los resultados del estado actual, es el que más se preocupa por realizar un correcto tratamiento del cálculo de las instalaciones.



6.5.6 PROPUESTA 3: CALDERA BIOMASA

PROPUESTA 1.3: COTETERM FORJADOS	LIDER/ CALENER VYP	CE3X	PHPP 2007
DEMANDA CALEFACCIÓN (kW·h/(m ² ·a))	101,20	100,53	96,00
DEM. REFRIGERACIÓN (kW·h/(m ² ·a))	2,70	8,33	3,00
CONSUMO ENERGÍA FINAL (kW·h/(m ² ·a))	137,89	173,85	158,00
MEJORA DEL CONSUMO DE ENERGÍA FINAL	0,00%	0,00%	2,04%

Tabla 54: Comparación resultados Propuesta 3: Caldera biomasa

En esta propuesta se observa como en todos los softwares no hay ningún cambio en en el consumo, a pesar de cambiar la caldera por una con un rendimiento mayor.

La pequeña mejora que presenta el PHPP 2007 es debida a que, como ya he comentado el Apartado 4.3.2, el programa presenta los resultados con números enteros, sin decimales, redondeando al entero inferior o superior. En las hojas de cálculo de resultados parciales se pueden obtener los resultados sin redondear con los cuales se han realizando los cálculos de nuevo y se comprueba como la mejora porcentual tiende a 0.

7 CONCATENACIÓN PROPUESTAS DE MEJORA

También se presentarán los resultados obtenidos de la concatenación de todas las propuestas de mejora compatibles entre ellas. Estas concatenaciones se han realizado con el programa de cálculo CE3X, ya que es el más adecuado para realizarlas.

Además de presentar los resultados habituales del programa, si se introducen los presupuestos de cada una de las propuestas de mejora, y los datos de las facturas reales del edificio, también calcula los periodos de amortización: uno a partir de las facturas, y otro basado en los resultados de cálculo del estado actual.

En los resultados que aquí presento, también calculo la energía final, para poder ser comparada con el resto de los apartados. La amortización que utilizaré para comparar las concatenaciones es la obtenida a partir de los resultados de cálculo, no la real, ya que se compara el consumo de energía final (y el porcentaje de mejora de ésta) de las concatenaciones con el de cálculo.

7.1 RESULTADOS

		ESTADO ACTUAL	COTETERM + C.FORJADOS + CARPINTERIA + CAPT.SOLARES	COTETERM + C.FORJADOS + CARPINTERIA + CAPT.SOLARES + CAL.BIOMASA	COTETERM + C.FORJADOS + CARPINTERIA + CAL.BIOMASA	COTETERM + C.FORJADOS + CAPT.SOLARES	COTETERM + C.FORJADOS + CAPT.SOLARES + CARPINTERIA
CAL	Demanda (kW·h/(m ² ·a))	100,53	53,33	53,33	53,33	62,31	53,33
REF	Demanda (kW·h/(m ² ·a))	8,33	5,76	5,79	5,76	6,79	5,76
Con. EP Cal	(kW·h/(m ² ·a))	141,00	74,80	68,73	68,73	87,39	74,80
Con. EP ACS	(kW·h/(m ² ·a))	37,52	4,13	3,79	34,47	4,13	37,52
Con. EP Ref	(kW·h/(m ² ·a))	22,32	15,44	15,44	15,44	18,20	15,44
Consumo EP	(kW·h/(m ² ·a))	200,84	94,37	87,96	118,63	109,72	127,76
Emisiones CO2	(kg/(m ² ·a))	52,99	24,81	3,84	3,84	28,85	33,69
Certificación		E	C	A	A	C	D
AMORTIZACIÓN		-	15,80	16,00	16,30	11,90	20,00
E. FINAL	(kW·h/(m²·a))	173,85	83,65	84,33	97,40	97,85	97,88
MEJORA DE E. FINAL		-	51,88%	51,49%	43,97%	43,72%	43,70%

Tabla 55: Resultados de la concatenación de las propuestas de mejora (CE3X)



		COTETERM + C.FORJADOS + CAPT.SOLARES + CAL.BIOMASA	THERMABEAD + C.FORJADOS + CARPINTERIA + CAPT.SOLARES	THERMABEAD + C.FORJADOS + CARPINTERIA + CAPT.SOLARES + CAL.BIOMASA	C.FORJADOS + CARPINTERIA + CAPT.SOLARES	COTETERM + C.FORJADOS + CAL.BIOMASA	COTETERM + CARPINTERIA + CAPT.SOLARES
CAL	Demanda (kW·h/(m ² ·a))	62,31	68,86	68,86	73,53	62,30	75,33
REF	Demanda (kW·h/(m ² ·a))	6,79	6,19	6,19	6,51	6,79	5,66
Con. EP Cal (kW·h/(m ² ·a))		80,29	96,58	88,73	103,14	80,28	105,66
Con. EP ACS (kW·h/(m ² ·a))		3,79	4,13	3,79	4,13	34,47	4,13
Con. EP Ref (kW·h/(m ² ·a))		18,20	16,59	16,59	17,44	18,27	15,16
Consumo EP (kW·h/(m ² ·a))		102,29	117,30	109,12	124,70	132,96	124,95
Emisiones CO2 (kg/(m ² ·a))		4,53	30,89	4,13	32,84	4,53	32,95
Certificación		A	D	A	D	A	D
AMORTIZACIÓN		12,70	17,60	15,80	17,40	12,60	15,50
E. FINAL (kW·h/(m²·a))		98,65	104,86	105,48	111,72	111,78	111,94
MEJORA DE E. FINAL		43,26%	39,68%	39,33%	35,74%	35,70%	35,61%

		COTETERM + C.FORJADOS	C.FORJADOS + CARPINTERIA + CAPT.SOLARES + CAL.BIOMASA	COTETERM + CARPINTERIA + CAPT.SOLARES + CAL.BIOMASA	THERMABEAD + C.FORJADOS + CARPINTERIA + CAL.BIOMASA	THERMABEAD + CARPINTERIA + C.FORJADOS	THERMABEAD + C.FORJADOS + CAPT.SOLARES
CAL	Demanda (kW·h/(m ² ·a))	62,31	73,53	75,33	68,86	68,86	77,80
REF	Demanda (kW·h/(m ² ·a))	6,79	6,51	5,66	6,19	6,19	8,83
Con. EP Cal (kW·h/(m ² ·a))		87,39	94,76	97,08	88,73	96,58	109,12
Con. EP ACS (kW·h/(m ² ·a))		37,52	3,79	3,79	34,47	37,52	4,13
Con. EP Ref (kW·h/(m ² ·a))		18,20	17,44	15,16	16,59	16,59	23,65
Consumo EP (kW·h/(m ² ·a))		143,11	115,99	116,03	139,80	150,69	136,90
Emisiones CO2 (kg/(m ² ·a))		37,72	4,34	3,77	4,13	39,76	35,98
Certificación		D	A	A	A	D	D
AMORTIZACIÓN		14,90	15,20	14,00	16,10	25,10	13,40
E. FINAL (kW·h/(m²·a))		112,08	111,36	112,40	118,55	119,09	123,00
MEJORA DE E. FINAL		35,53%	35,37%	35,35%	31,81%	31,50%	29,25%

Tabla 56: Resultados de la concatenación de las propuestas de mejora (CE3X)



		THERMABEAD + C.FORJADOS + CAPT.SOLARES + CAL.BIOMASA	COTETERM + CAPT.SOLARES	COTETERM + CAPT.SOLARES + CAL.BIOMASA	C.FORJADOS + CARPINTERIA + CAL.BIOMASA	COTETERM + CARPINTERIA + CAL.BIOMASA	C.FORJADOS + CARPINTERIA
CAL	Demanda (kW·h/(m ² ·a))	77,80	83,38	83,38	73,53	75,33	73,53
REF	Demanda (kW·h/(m ² ·a))	8,83	6,63	6,63	6,51	5,66	6,51
Con. EP Cal (kW·h/(m ² ·a))		100,26	116,95	107,45	94,76	97,08	103,14
Con. EP ACS (kW·h/(m ² ·a))		3,79	4,13	3,79	34,47	34,47	37,52
Con. EP Ref (kW·h/(m ² ·a))		23,65	17,77	17,77	17,44	15,16	17,44
Consumo EP (kW·h/(m ² ·a))		127,70	138,85	129,01	146,67	146,71	158,09
Emisiones CO2 (kg/(m ² ·a))		5,88	36,59	4,42	4,34	3,77	41,71
Certificación		A	D	A	A	A	D
AMORTIZACIÓN		12,50	9,40	10,10	15,50	14,00	26,10
E. FINAL (kW·h/(m²·a))		124,07	124,80	125,38	125,43	125,47	125,95
MEJORA DE E. FINAL		28,63%	28,21%	27,88%	27,85%	27,83%	27,55%

		COTETERM + CARPINTERIA	C.FORJADOS + CAPT.SOLARES	C.FORJADOS + CAPT.SOLARES + CAL.BIOMASA	THERMABEAD + CARPINTERIA + CAPT.SOLARES	THERMABEAD + CARPINTERIA + CAPT.SOLARES + CAL.BIOMASA	THERMABEAD + CARPINTERIA + CAL.BIOMASA
CAL	Demanda (kW·h/(m ² ·a))	75,33	81,86	81,86	89,29	89,29	89,29
REF	Demanda (kW·h/(m ² ·a))	5,66	8,50	8,50	6,20	6,20	6,20
Con. EP Cal (kW·h/(m ² ·a))		105,66	114,81	105,49	125,24	115,07	115,07
Con. EP ACS (kW·h/(m ² ·a))		37,52	4,13	3,79	4,13	3,79	34,47
Con. EP Ref (kW·h/(m ² ·a))		15,16	22,77	22,77	16,61	16,61	16,61
Consumo EP (kW·h/(m ² ·a))		158,34	141,71	132,05	145,98	135,47	166,15
Emisiones CO2 (kg/(m ² ·a))		41,82	37,27	5,66	38,51	4,13	4,13
Certificación		D	D	A	D	A	A
AMORTIZACIÓN		22,80	12,30	11,60	17,60	13,50	13,50
E. FINAL (kW·h/(m²·a))		126,17	127,45	128,42	131,40	131,84	135,05
MEJORA DE E. FINAL		27,43%	26,69%	26,13%	24,42%	24,16%	22,32%

Tabla 57: Resultados de la concatenación de las propuestas de mejora (CE3X)



		THERMABEAD + C.FORJADOS + CAL.BIOMASA	THERMABEAD + C.FORJADOS	CARPINTERIA + CAPT.SOLARES	CARPINTERIA + CAPT.SOLARES + CAL.BIOMASA	COTETERM + CAL.BIOMASA	C.FORJADOS + CAL.BIOMASA
CAL	Demanda (kW·h/(m ² ·a))	77,80	77,80	93,24	93,24	83,38	81,86
REF	Demanda (kW·h/(m ² ·a))	8,83	8,83	6,52	6,52	6,63	8,50
Con. EP Cal (kW·h/(m ² ·a))		100,26	109,12	130,78	120,16	107,45	105,49
Con. EP ACS (kW·h/(m ² ·a))		34,47	37,52	4,13	3,79	34,47	34,47
Con. EP Ref (kW·h/(m ² ·a))		23,65	23,65	17,46	17,46	17,77	22,77
Consumo EP (kW·h/(m ² ·a))		158,38	170,29	152,37	141,40	159,69	162,73
Emisiones CO2 (kg/(m ² ·a))		5,88	44,85	40,19	4,34	4,42	5,66
Certificación		A	D	D	A	A	A
AMORTIZACIÓN		12,40	20,50	17,00	12,70	9,50	11,30
E. FINAL (kW·h/(m²·a))		137,14	137,22	137,31	137,78	138,45	141,49
MEJORA DE E. FINAL		21,11%	21,07%	21,02%	20,75%	20,36%	18,61%

		THERMABEAD + CAPT.SOLARES + CAL.BIOMASA	CARPINTERIA + CAL.BIOMASA	CAPT.SOLARES + CAL.BIOMASA	THERMABEAD + CARPINTERIA	THERMABEAD + CAPT.SOLARES	THERMABEAD + CAL.BIOMASA
CAL	Demanda (kW·h/(m ² ·a))	96,57	93,24	100,53	89,29	96,57	96,57
REF	Demanda (kW·h/(m ² ·a))	8,67	6,52	8,33	6,20	8,67	8,67
Con. EP Cal (kW·h/(m ² ·a))		124,44	120,16	129,55	125,24	135,45	124,44
Con. EP ACS (kW·h/(m ² ·a))		3,79	34,47	3,79	37,52	4,13	34,47
Con. EP Ref (kW·h/(m ² ·a))		23,22	17,46	22,32	16,61	23,22	23,22
Consumo EP (kW·h/(m ² ·a))		151,46	172,09	155,66	179,37	162,80	182,14
Emisiones CO2 (kg/(m ² ·a))		5,78	4,34	5,55	47,38	42,87	5,78
Certificación		A	A	A	E	D	A
AMORTIZACIÓN		7,30	12,60	8,30	36,10	9,40	8,60
E. FINAL (kW·h/(m²·a))		1477,82	150,85	153,32	156,25	158,84	160,89
MEJORA DE E. FINAL		14,97%	13,23%	11,81%	10,12%	8,63%	7,45%

Tabla 58: Resultados de la concatenación de las propuestas de mejora (CE3X)

7.2 MEJORES CONCATENACIONES

Las mejores concatenaciones de todas las estudiadas con el software CE3X, también las calcularé con el resto de los softwares, ya que así podré evaluar como se comportan al modificar varios puntos de la misma vivienda, de esta forma conseguiré realizar una mejor evaluación de los programas.

Las concatenaciones elegidas para realizar esta nueva comparación son las siguientes:

- **Concatenación 1:**

- Mejora de la envolvente: SATE en fachadas (Propuesta 1.2:Coteterm), aislar el forjado inferior y la cubierta (Propuesta 1.3: Coteterm forjados) y cambio de carpinterías del edificio (Propuesta 1.4: Carpintería).
- Reducción del consumo: Instalación de captadores solares térmicos (Propuesta 2: Captadores solares térmicos).

- **Concatenación 2:**

- Mejora de la envolvente: SATE en fachadas (Propuesta 1.2:Coteterm), aislar el forjado inferior y la cubierta (Propuesta 1.3: Coteterm forjados) y cambio de carpinterías del edificio (Propuesta 1.4: Carpintería).
- Reducción del consumo: Instalación de captadores solares térmicos (Propuesta 2: Captadores solares térmicos).
- Cambio del combustible: Propuesta 3: Caldera biomasa.

- **Concatenación 3:**

- Mejora de la envolvente: SATE en fachadas (Propuesta 1.2:Coteterm), aislar el forjado inferior y la cubierta (Propuesta 1.3: Coteterm forjados) y cambio de carpinterías del edificio (Propuesta 1.4: Carpintería).

La elección de éstas concatenaciones se debe a que las tres poseen la misma configuración de la envolvente, y lo que las diferencia son las instalaciones. Como ya he comentado anteriormente, los rendimientos que aplican los diferentes programas a las instalaciones es una de las principales diferencias, por lo que éstas tres concatenaciones me ayudarán a realizar una mejor evaluación de los softwares.

A continuación presento los resultados obtenidos por cada uno de los programas para cada una de las concatenaciones:

7.2.1 LIDER/CALENER VYP

		E. ACTUAL	CONCAT. 1: COTETERM + C.FORJADOS + CARPINTERIA + CAPT.SOLARES		CONCAT. 2: COTETERM + C.FORJADOS + CARPINTERIA + CAPT.SOLARES + CALBIOMASA		CONCAT. 3: COTETERM + CARPINTERIA + C.FORJADOS	
CAL	Demanda (kW·h/(m ² ·a))	101,20	64,30	36,46%	64,30	36,46%	64,30	36,46%
REF	Demanda (kW·h/(m ² ·a))	2,70	2,60	3,70%	2,60	3,70%	2,60	3,70%
Em.	CO2 calef. (kg/(m ² ·a))	32,00	20,80	35,00%	0,00	100,00%	20,80	35,00%
Em.	CO2 refr. (kg/(m ² ·a))	1,30	1,20	7,69%	1,20	7,69%	1,20	7,69%
Em.	CO2 ACS (kg/(m ² ·a))	7,00	1,40	80,00%	0,00	100,00%	7,00	0,00%
Consumo	EF (kW·h/(m ² ·a))	137,00	78,50	42,70%	78,50	42,70%	98,10	28,39%
Consumo	EP (kW·h/(m ² ·a))	151,00	87,70	41,92%	81,40	46,09%	108,90	27,88%
Emisiones	CO2 (kg/(m ² ·a))	40,30	23,40	41,94%	1,20	97,02%	29,00	28,04%
Certificación		D	C		A		C	

* Los porcentajes se refieren a la mejora que se produce respecto del Estado Actual calculada en el software.

Tabla 59: Lider/Calener VYP: Resultados de las mejores concatenaciones.

7.2.2 CE3X

		E. ACTUAL	CONCAT. 1: COTETERM + C.FORJADOS + CARPINTERIA + CAPT.SOLARES		CONCAT. 2: COTETERM + C.FORJADOS + CARPINTERIA + CAPT.SOLARES + CALBIOMASA		CONCAT. 3: COTETERM + CARPINTERIA + C.FORJADOS	
CAL	Demanda (kW·h/(m ² ·a))	100,53	53,33	46,95%	53,33	46,95%	53,33	46,95%
REF	Demanda (kW·h/(m ² ·a))	8,33	5,76	30,85%	5,79	30,49%	5,76	30,85%
Con.	EP Cal (kW·h/(m ² ·a))	141,00	74,80	46,95%	68,73	51,26%	74,80	46,95%
Con.	EP ACS (kW·h/(m ² ·a))	37,52	4,13	88,99%	3,79	89,90%	37,52	0,00%
Con.	EP Ref (kW·h/(m ² ·a))	22,32	15,44	30,82%	15,44	30,82%	15,44	30,82%
Consumo	EP (kW·h/(m ² ·a))	200,84	94,37	53,01%	87,96	56,20%	127,76	36,39%
Emisiones	CO2 (kg/(m ² ·a))	52,99	24,81	53,18%	3,84	92,75%	33,69	36,42%
Certificación		E	C		A		D	
CONSUMO EF (kW·h/(m²·a))		173,85	83,65	51,88%	84,33	51,49%	97,88	43,70%

* El programa no presenta resultados de Energía Final, los resultados de presentados en ésta tabla se han obtenido a partir de las emisiones de CO2 aplicando los factores correspondientes (explicado en el Apartado 5 y en el 6.4).

** Los porcentajes se refieren a la mejora que se produce respecto del Estado Actual calculada en el software.

Tabla 60: CE3X: Resultados de las mejores concatenaciones.

7.2.3 PHPP 2007

		E ACTUAL	CONCAT_1: COTETERM + C.FORJADOS + CARPINTERIA + CAPT.SOLARES		CONCAT_2: COTETERM + C.FORJADOS + CARPINTERIA + CAPT.SOLARES + CAL.BIOMASA		CONCAT_3: COTETERM + CARPINTERIA + C.FORJADOS	
CAL	Demanda (kW·h/(m ² ·a))	96,00	42,00	56,25%	42,00	56,25%	42,00	56,25%
	Carga	45,00	26,00	42,22%	26,00	42,22%	26,00	42,22%
REF	Demanda (kW·h/(m ² ·a))	3,00	1,00	66,67%	1,00	66,67%	1,00	66,67%
	Carga	19,00	14,00	26,32%	14,00	26,32%	14,00	26,32%
Ensayo de presión (1/h)		3,00	3,00	0,00%	3,00	0,00%	3,00	0,00%
Con. EP Cal.+ACS (kW·h/(m ² ·a))		174,00	79,00	54,60%	15,00	91,38%	100,00	42,53%
Consumo EP (kW·h/(m ² ·a))		243,00	147,00	39,51%	83,00	65,84%	168,00	30,86%
CONSUMO EF (kW·h/(m²·a))		161,29	72,90	54,80%	74,40	53,87%	91,97	42,98%

* El programa no presenta resultados de Energía Final, los resultados de presentados en ésta tabla se han obtenido a partir de los resultados de energía primaria aplicando los factores correspondientes (explicado en el Apartado 5 y en el 6.4).

** Los porcentajes se refieren a la mejora que se produce respecto del Estado Actual calculada en el software.

Tabla 61: PHPP 2007: Resultados de las mejores concatenaciones.

7.3 COMPARATIVA DE RESULTADOS DE LAS MEJORES CONCATENACIONES

7.3.1 CONCATENACIÓN 1: COTETERM + COTETERM FORJADOS + CARPINTERIA + CAPTADORES SOLARES TÉRMICOS

CONCATENACIÓN 1: COTETERM + C.FORJADOS + CARPINTERIA + CAPT. SOLARES	LIDER/ CALENER VYP	CE3X	PHPP 2007
DEMANDA CALEFACCIÓN (kW·h/(m ² ·a))	64,30	53,33	42,00
DEM. REFRIGERACIÓN (kW·h/(m ² ·a))	2,60	5,76	1,00
CONSUMO ENERGÍA FINAL (kW·h/(m ² ·a))	78,50	83,65	72,90
MEJORA	42,70%	51,88%	54,80%

Tabla 62: Comparación resultados Concatenación 1: Coteterm + Coteterm forjados + Carpinteria + Captadores solares térmicos

En los resultados presentados para éstas 3 concatenaciones se puede observar como no se mantienen algunas de las tendencias apuntadas en las anteriores comparaciones.

No presentan resultados similares de demandas, sino que el PHPP 2007 presenta unos excelentes resultados que influyen en un consumo de energía menor. Recordar que PHPP 2007 se trata de un software de cálculo de edificios de consumo energético casi nulo, por lo que presenta mejores resultados cuando mejor es la envolvente.

Sin embargo, la observación de que el CE3X hace un tratamiento más conservador del rendimiento de las instalaciones se sigue cumpliendo, ya que es el que presenta un consumo de energía más elevado sin ser el que mayor demanda presenta.

Lider/Calener VYP presenta unos resultados más pesimistas, dato curioso, ya que al presentar las propuestas del SATE en la fachada y el SATE en los forjados era el programa con mejores resultados. Éste hecho se analiza en profundidad en el próximo apartado del presente proyecto.

Cabe recordar que CE3X ofrece la posibilidad de calcular las propuestas de mejora sobre el mismo archivo, y que en los otros programas se trata de archivos diferentes, por tanto, para las aplicaciones se tratan de edificio distintos.



7.3.2 CONCATENACIÓN 2: COTETERM + COTETERM FORJADOS + CARPINTERIA + CAPTADORES SOLARES TÉRMICOS + CALDERA BIOMASA

CONCATENACIÓN 2: COTETERM + C.FORJADOS + CARPINTERIA + CAPT. SOLARES + C. BIOMASA	LIDER/ CALENER VYP	CE3X	PHPP 2007
DEMANDA CALEFACCIÓN (kW·h/(m ² ·a))	64,30	53,33	42,00
DEM. REFRIGERACIÓN (kW·h/(m ² ·a))	2,60	5,79	1,00
CONSUMO ENERGÍA FINAL (kW·h/(m ² ·a))	78,50	84,33	74,40
MEJORA	42,70%	51,49%	53,87%

Tabla 63: Comparación resultados Concatenación 2: Coteterm + Coteterm forjados + Carpinteria + Captadores solares térmicos + Caldera biomasa

En esta segunda concatenación se presentan prácticamente los mismos resultados que en la anterior, ya que la única diferencia que se produciría sería en el aspecto económico, al cambiar el combustible por uno de menor precio.

Las pequeñas diferencias, respecto la concatenación anterior, que presentan los resultados son debidas al redondeo de los decimales que producen los softwares durante los cálculos.

7.3.3 CONCATENACIÓN 3: COTETERM + COTETERM FORJADOS + CARPINTERIA

CONCATENACIÓN 3: COTETERM + C.FORJADOS + CARPINTERIA	LIDER/ CALENER VYP	CE3X	PHPP 2007
DEMANDA CALEFACCIÓN (kW·h/(m ² ·a))	64,30	53,33	42,00
DEM. REFRIGERACIÓN (kW·h/(m ² ·a))	2,60	5,60	1,00
CONSUMO ENERGÍA FINAL (kW·h/(m ² ·a))	98,10	97,88	91,97
MEJORA	28,39%	43,70%	42,98%

Tabla 64: Comparación resultados Concatenación 3: Coteterm + Coteterm forjados + Carpinteria

Comparando los resultados de ésta concatenación con los de la primera, podemos observar el efecto que tendrían los captadores solares sobre la vivienda objeto según cada uno de los softwares:

- Lider / Calener VYP: En este software es en el que más aporta el uso de captadores, ya que comparando los porcentajes de mejora, en esta tercera concatenación sin los captadores, la reducción de éste es muy pronunciada.
- CE3X: Es el software que menor importancia les da a los captadores solares, ya que la reducción de la mejora porcentual es mucho menor que en el resto de programas.
- PHPP 2007: Presenta unos resultados un poco más optimistas que el CE3X. Cabe recordar que éste software posee una hoja de cálculo específica para calcular la aportación de los captadores a la vivienda de estudio.

8 COMPARATIVA GENERAL

En este último apartado del presente estudio, se realiza una comparativa general de los softwares de cálculo estudiados. En esta comparativa se analiza tanto el uso de los programas como los resultados que presentan y la forma de calcularlos.

8.1 FINALIDAD Y RÉGIMEN DE CÁLCULO

La primera diferencia importante entre los softwares de cálculo es la finalidad para la que han sido creados los programas. La segunda diferencia, pero no por ello menos importante, es la forma de realizar los cálculos energéticos que utiliza cada software, ya que influye directamente en los resultados que presentan cada uno de ellos.

	LIDER/CALENER VYP	CE3X	PHPP 2007
Régimen de cálculo	Estacionario dinámico	Comparativo	Estacionario estático o dinámico
Finalidad	Certificación energética (nueva planta)	Certificación energética (existentes)	Certificación Passivhaus

Tabla 65: Comparativa: Régimen de cálculo y finalidad del software.

Lider/Calener VYP es un programa específico para edificios de nueva planta, con la finalidad de obtener un informe para cursar la certificación energética. Calcula en régimen estacionario dinámico, es decir, calcula la demanda necesaria para cada mes del año, teniendo en cuenta las diferentes temperaturas medias mensuales, y acumula estas demandas mensuales para conseguir la anual.

CE3X tiene la misma finalidad que el software anterior pero es específico para edificios ya existentes. La principal diferencia es a la hora de realizar los cálculos, ya que, como ya he comentado en el Apartado 4.2, parametriza todas las variables introducidas del edificio objeto para compararlas con una base de resultados que posee, de ésta manera presenta los resultados con los que concuerdan los parámetros de las variables. Podríamos decir que no calcula, que compara el edificio con los que posee en la base de datos y presenta los resultados del más similar.

PHPP 2007 es una aplicación para realizar cálculos energéticos obligatoria para obtener la certificación Passivhaus. Puedes elegir el método de cálculo estacionario: estático (anual) o dinámico (mensual).

8.2 DATOS GENERALES

En la introducción de los datos generales de la edificación también encontramos diferencias, así como en el tipo de edificio y sus usos que pueden calcular.

Datos Generales	LIDER/CALENER VYP	CE3X	PHPP 2007
Localización del edificio	Dirección	Dirección	Dirección, coordenadas
Climatología	Zona climática corregida por la altura	Zona climática en función de las principales localidades de la provincia	Zona climática o introducción de datos climáticos
Uso edificio	Residencial, Pequeño y Mediano Terciario	Residencial, Pequeño Terciario y Gran Terciario	Residencial y No Residencial
Tipo de edificio	Unifamiliar, bloque de viviendas, edificio pequeño o mediano sector terciario	Unifamiliar, bloque de viviendas, vivienda individual; edificio completo, local	Vivienda, residencia, oficina, administración, escuela, otros

Tabla 66: Comparación: Datos generales.

PHPP 2007 permite introducir datos climáticos, o definir la zona climática del edificio, como el resto de softwares estudiados. La principal restricción que posee Lider/Calener VYP es que no puede calcular Gran Terciario, para ello se debería utilizar la primera aplicación del programa, Lider, y sustituir la segunda por Calener GT.

8.3 DEFINICIÓN DEL EDIFICIO

En cuanto a la definición del edificio, la principal diferencia entre los programas estudiados reside en la descripción o no de las zonas no habitables o no calefactadas, a parte del modelado 3D de Lider/Calener VYP, que es el que permite definir las zonas no habitables. La descripción de la envolvente térmica es similar en todos los softwares, siendo el PHPP 2007 el que más datos demanda, sobretodo en muros y suelos en contacto con el terreno llegando incluso a necesitar conductividad y capacidad térmica del terreno.

Los tres softwares poseen bases de datos, o la posibilidad de crearlas, de cerramientos tanto opacos como transparentes. PHPP 2007 no posee base de datos de materiales, ni la posibilidad de crearla, ya que los datos de los diversos materiales se introducen directamente cuando se crea el cerramiento.

Otra deficiencia de PHPP 2007 es que no se pueden crear diferentes zonas dentro del edificio para aplicar sistemas de calefacción o refrigeración diferentes, por lo que los sistemas definidos son los mismos para toda la edificación.

Por contrapartida, PHPP 2007 ofrece la posibilidad de definir diferentes sombras para verano e invierno, en lugar de un simple patrón anual como se definen las sombras en los otros dos softwares.

Lider/Calener no ofrece la posibilidad de incluir los resultados reales de ensayos de presión, que afectarían a las infiltraciones a la hora de realizar los cálculos energéticos. Otro apunte sobre este programa es algo que ya he ido comentando en las comparaciones de resultados, el software no permite definir los puentes térmicos (permite definir el valor de coeficiente de unos determinados puentes térmicos, pero no su longitud, ni su existencia o no), ya que los detecta automáticamente a partir del modelado 3D introducido.



Definición edificio	LIDER/CALENER VYP	CE3X	PHPP 2007
Zona NO habitable	SI	NO	NO
Zona habitable NO calefactada	SI, zona NO habitable	NO	NO
Zona habitable calefactada	SI	SI	SI
Modelado 3D	SI	NO	NO

Envolvente térmica			
Muro en contacto con el aire	SI	SI	SI
Muros en contacto con el terreno	SI	SI	SI, datos adicionales
Cubierta en contacto con el aire	SI	SI	SI
Cubierta enterrada	SI	SI	SI
Vidrio en contacto con el aire exterior	SI	SI	SI
Marco en contacto con el aire exterior	SI	SI	SI
Suelos en contacto con el terreno	SI	SI	SI, datos adicionales
Particiones interiores verticales con espacios no habitables	SI	SI	SI
Particiones interiores verticales con espacios habitables	SI	NO	NO
Particiones interiores horizontales con espacios no habitables	SI	SI	SI
Particiones interiores horizontales con espacios habitables	SI	SI	NO
Puentes térmicos	SI, con limitaciones	SI, predefinidos	SI

Zonas del edificio	SI	SI	NO
--------------------	----	----	----

Base de materiales	SI	SI	NO
Base de cerramientos	SI, creada por usuario	SI, creada por usuario	SI
Base de cerramientos semitransparentes	SI	SI	SI

Resultados ensayo de presión (Blower Door Test)	NO	SI	SI
---	----	----	----

Definición de sombras	SI	SI	SI, verano e invierno
-----------------------	----	----	-----------------------

Tabla 67: Comparación: Definición del edificio (Características principales y envolvente térmica).

Definición edificio	LIDER/CALENER VYP	CE3X	PHPP 2007
Instalaciones			
Demanda ACS	Automática	Automática	Automática
Contribución solar térmica	SI	SI	SI, calcula el software
Unidades Terminales	SI	NO	SI, refrigeración
Potencia	SI	NO	NO
Equipos	SI, editar o importar	SI	SI
Tipo de equipo	SI	SI	SI
Combustible	SI	SI	SI
Potencia	SI	SI	SI
Rendimiento	SI	SI	SI
Estado (Mantenimiento)	NO	SI	NO
Sistemas	SI	SI	SI
Definición instalación	NO	NO	SI
Fuentes internas	SI	SI	SI, definidas usuario
Ventilación natural	NO	NO	SI
Contribuciones energéticas	Contribución solar térmica	Contr. solar térmica, generación eléctrica	Contr. solar térmica, generación eléctrica

Tabla 68: Comparación: Definición del edificio (Instalaciones).

En cuanto a la definición de las instalaciones en los diferentes softwares, punto importante como ya se ha adelantado en las comparativas de resultados, en función del grado de definición de éstas, los rendimientos aplicados en el cálculo varían mucho, y ésto hace que los resultados presentados por Lider/Calener VYP difieran de los resultados de los otros dos programas.

CE3X y PHPP 2007 demandan un dato extra de la instalación: CE3X pide el estado de mantenimiento (bien aislada y mantenida, antigua con aislamiento medio, antigua con mal aislamiento o sin aislamiento), y PHPP 2007 te permite definir todas las canalizaciones de la instalación, así como su ubicación y grado de aislamiento.

Comentar también que PHPP 2007 calcula la aportación por energía solar térmica, introduciendo los datos de la ubicación, orientación, sombras,... de los captadores solares. Este software permite también definir las fuentes internas que tienen un aporte energético en la vivienda, así como información respecto a la ventilación natural que se realiza en la vivienda.

8.4 RESULTADOS

Resultados	LIDER/CALENER VYP	CE3X	PHPP 2007
Informe	Certificado	Certificado	Certificado
Datos Generales	SI	SI	SI
Localización del edificio	SI	SI	SI
Técnico redactor	SI	SI	SI
Zona climática	NO	SI	-
Descripción	SI	SI	NO
Constructiva	SI	SI	NO
Sistemas	SI	SI	NO
Equipos	SI	SI	NO
Unidades Terminales	SI	NO	NO
Resultados			
Demanda calefacción	SI	SI	SI
Demanda refrigeración	SI	SI	SI
Demanda ACS	NO	NO	NO
Demanda total	SI	SI	NO
Emisiones CO2 calefacción	SI	SI	NO
Emisiones CO2 refrigeración	SI	SI	NO
Emisiones CO2 ACS	SI	SI	NO
Emisiones CO2 totales	SI	SI	NO
Energía final	SI	NO	NO
Energía primaria	SI	SI	SI

Tabla 69: Comparación: Resultados.

Al ser programas diseñados para hacer certificaciones, el informe que emiten es un documento que permite el sellado y el validado para ejercer de certificación. En este documento se presentan los principales resultados obtenidos por el software.

El documento que presenta PHPP 2007 es el más escueto de los tres, ya que no incluye la descripción de los elementos que definen el edificio, ni sus instalaciones. Como las condiciones que debe cumplir una edificación para ser certificada como casa pasiva no incluyen ninguna limitación en cuanto a las emisiones de CO₂, en el informe no se presentan resultados de emisiones.

En la mayoría de los informes se presentan resultados de energía primaria, ya que es a partir de ésta sobre la que se calculan las emisiones de CO₂, aunque desde el punto de vista del propietario, recordar que normalmente no es un técnico, sería más interesante que se presentase la energía final que es la que realmente repercute en él.

8.4.1 COMPARATIVA DE RESULTADOS:

Comparación de softwares de cálculo

Demanda / Consumo

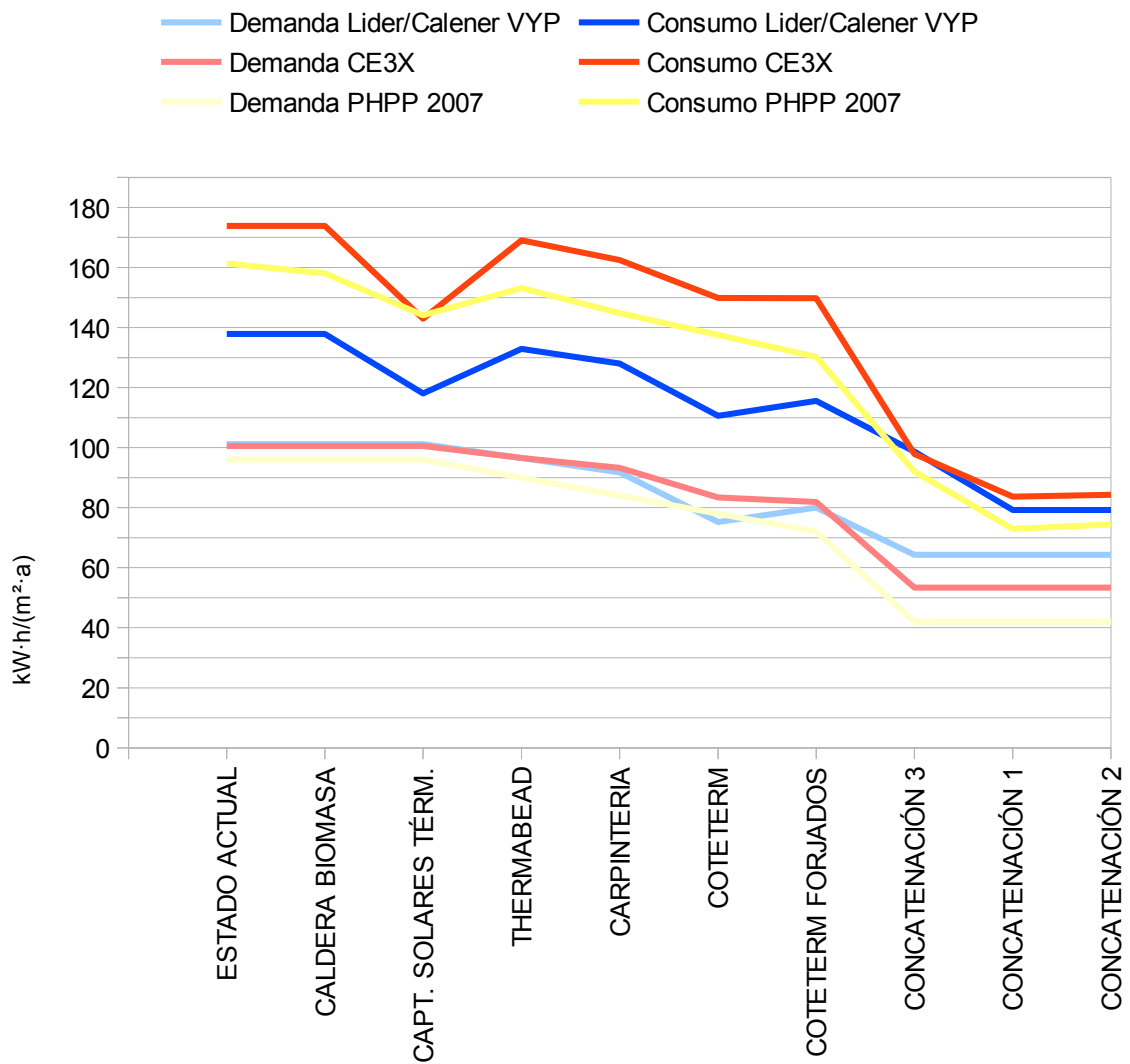


Tabla 70: Gráfica comparativa de la demanda respecto del consumo.

En cuanto a la comparativa de los resultados que presentan los diferentes softwares, como ya se ha apuntado en las comparativas del estado actual, de las propuestas y de las concatenaciones, explicar que las diferencias se producen en cuanto a consumos, ya que los resultados de las demandas son muy similares, tal y como se puede observar en la gráfica de la página anterior. Remarcar que éstas diferencias se deben a la posibilidad que ofrecen tanto CE3X como PHPP 2007 de definir el estado de las instalaciones o las canalizaciones de éstas, datos que influyen en el rendimiento total de la instalación. Lider/Calener VYP solamente te ofrece la posibilidad de introducir el rendimiento de la caldera.

8.4.2 DEMANDA DE CALEFACCIÓN:

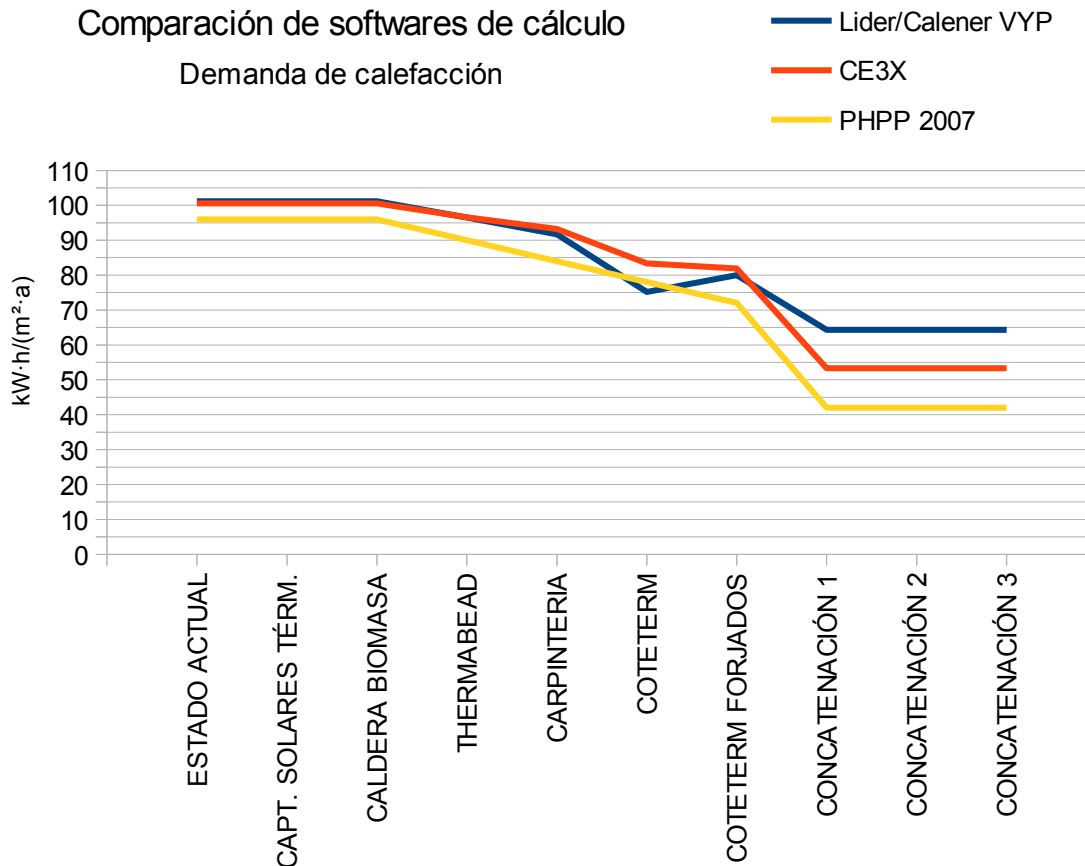


Tabla 71: Gráfica comparativa de los resultados de demanda de calefacción.

Se observa el apunte ya detectado sobre el Lider/Calener VYP sobre la importancia que el programa le da a los principales puentes térmicos que encontramos en las fachadas, dato curioso debido que el usuario no define los puentes térmicos en ningún momento, simplemente le dice el coeficiente a aplicar en cada caso, y es el software el que los detecta de forma automática a partir de la geometría introducida.

Observar también lo ya apuntado en las comparativas parciales ya realizadas, que las demandas son muy similares en los tres programas, exceptuando en las concatenaciones, que si que presentan divergencias importantes. CE3X es un software que ofrece la posibilidad de aplicar medidas de mejora en el mismo archivo del edificio objeto, mientras que en las otras dos aplicaciones se generan archivos nuevos. Recordar también que PHPP 2007 es un programa de cálculo de edificaciones de consumo energético casi nulo, y se observa que los resultados mejoran cuando mejor es la envolvente.

8.4.3 DEMANDA DE REFRIGERACIÓN:

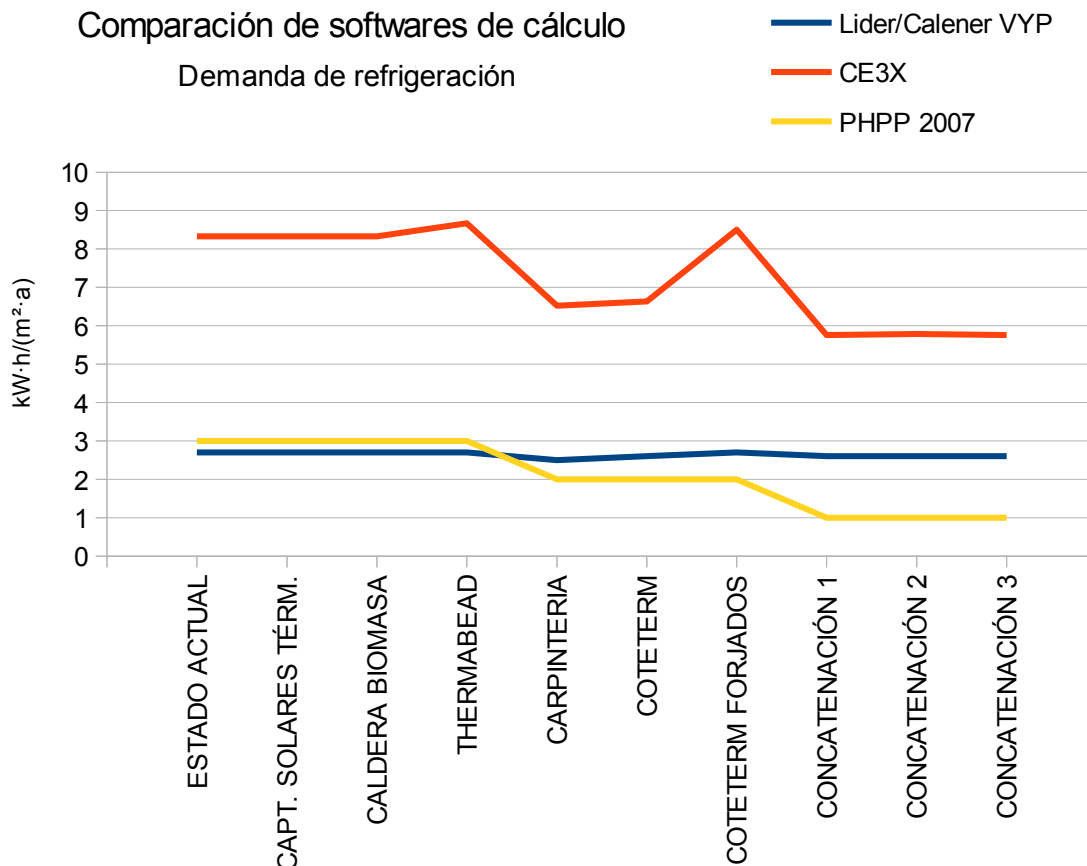


Tabla 72: Gráfica comparativa de los resultados de demanda de refrigeración.

En ésta gráfica de resultados podemos observar que el Lider/Calener VYP, aunque mejoremos la envolvente, presenta unos resultados constantes, por lo que podríamos decir que posee una demanda mínima de refrigeración, y que el edificio ya la posee.

Los resultados del PHPP 2007 son muy similares, pero éstos si que van mejorando conforme se mejora la envolvente.

CE3X presenta unos resultados muy superiores que el resto de softwares de cálculo, pero en el caso del Estado Actual son muy parecidos a los calculados a partir de los consumos reales. Los resultados también mejoran paralelamente a las mejoras introducidas en la envolvente, exceptuando algún pico detectado.

8.4.4 CONSUMO DE ENERGÍA FINAL:

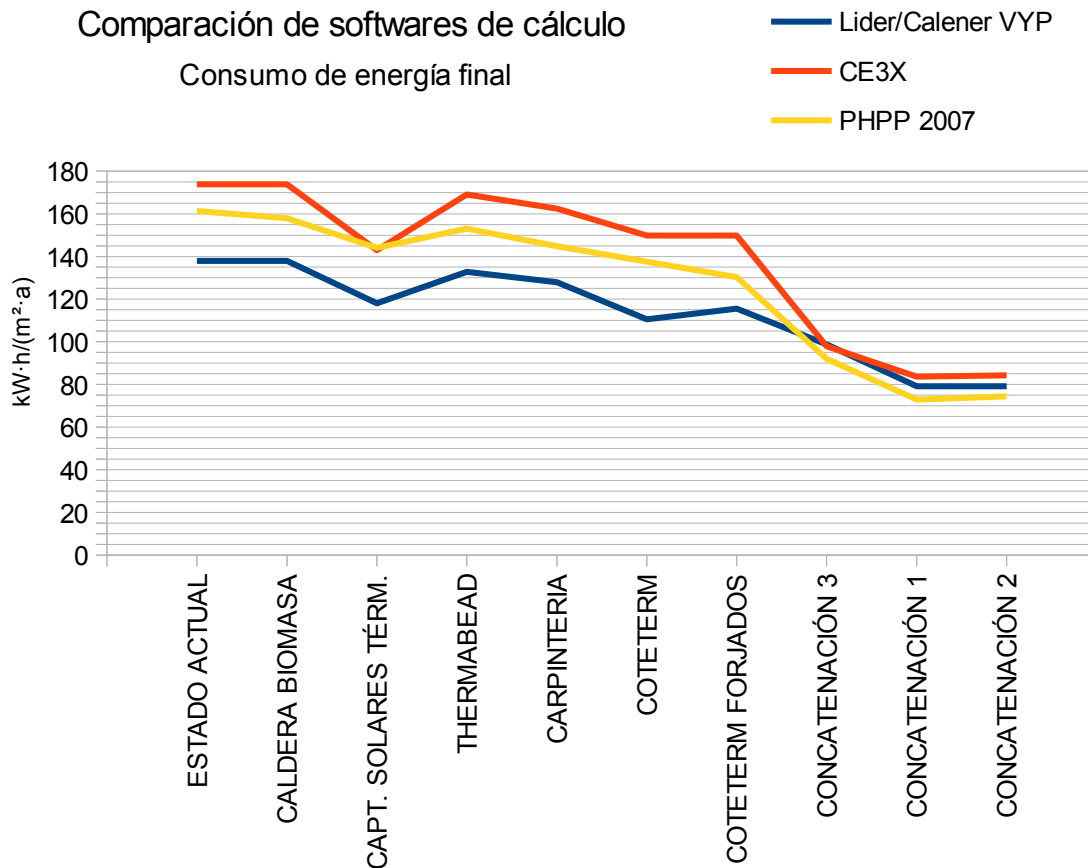


Tabla 73: Gráfica comparativa de los resultados de consumo de energía final.

Las propuestas ubicadas en el eje X de la gráfica están ordenadas de mayor a menor en función del coeficiente de transmitancia térmica global (UA) que posee cada una de ellas. Se puede observar la reducción del consumo producida por los captadores solares térmicos tanto en la propuesta de mejora individual como en las concatenaciones 1 y 2 respecto la 3.

En ésta gráfica se observa que cuando se aplican las concatenaciones, no se cumplen las tendencias observadas en las otras comparaciones: las demandas eran similares en el estado actual y en las propuestas de mejora por separado, pero en éstas ocurre al contrario, las demandas son diferentes, pero los consumos muy similares.

8.4.5 PORCENTAJE DE MEJORA DEL CONSUMO DE ENERGÍA FINAL:

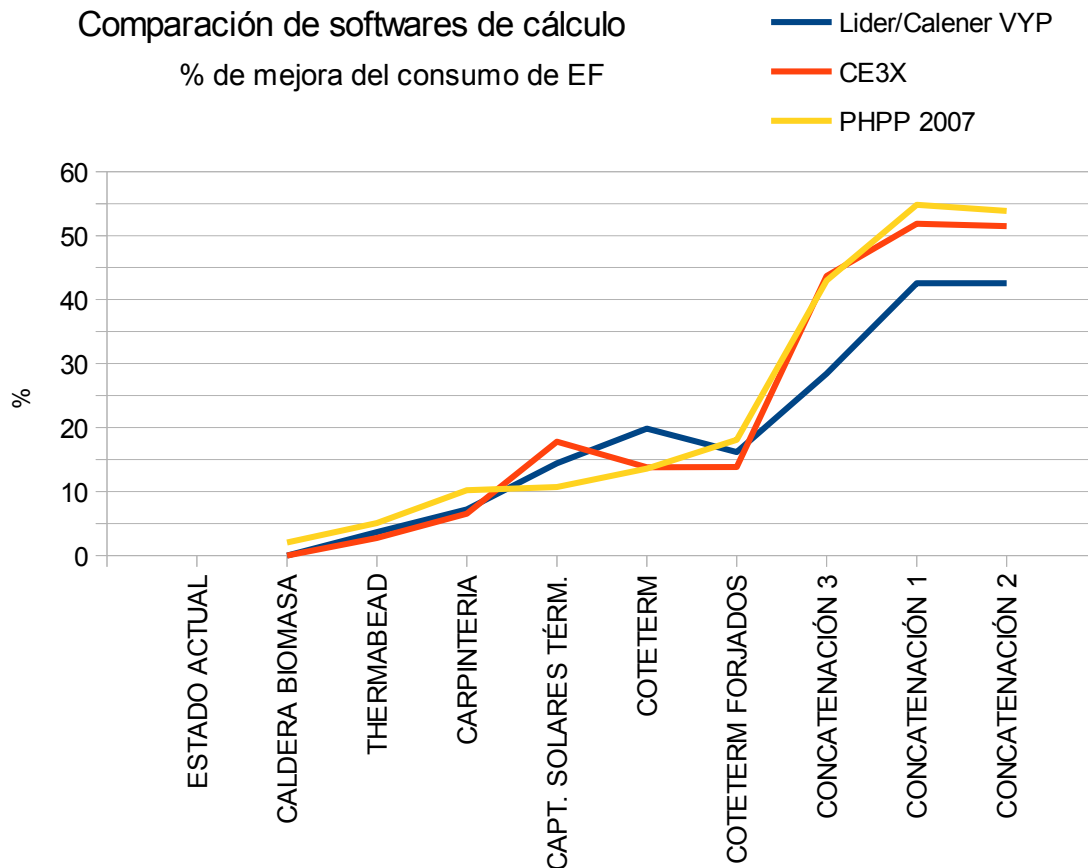


Tabla 74: Gráfica comparativa del porcentaje de mejora del consumo de energía final.

En ésta gráfica se observa a la perfección como las diferencias significativas en los resultados de los programas se obtienen cuando se aplican los rendimientos de las instalaciones, ya que las principales divergencias se producen en la propuesta de mejora de los captadores solares, y en las concatenaciones 1 (también lleva los captadores solares) y 2 (captadores solares y caldera de biomasa). La otra divergencia observada en ésta gráfica se produce en la propuesta de mejora del SATE en las fachadas (COTETERM) que como ya he comentado se debe al diferente tratamiento de los puentes térmicos realizado por el Lider/Calener VYP.

8.4.6 EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA DE CALEFACCIÓN RESPECTO DEL COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSMITANCIA TÉRMICA (UA)

Comparación de softwares de cálculo

Evolución de la demanda de calefacción respecto la UA

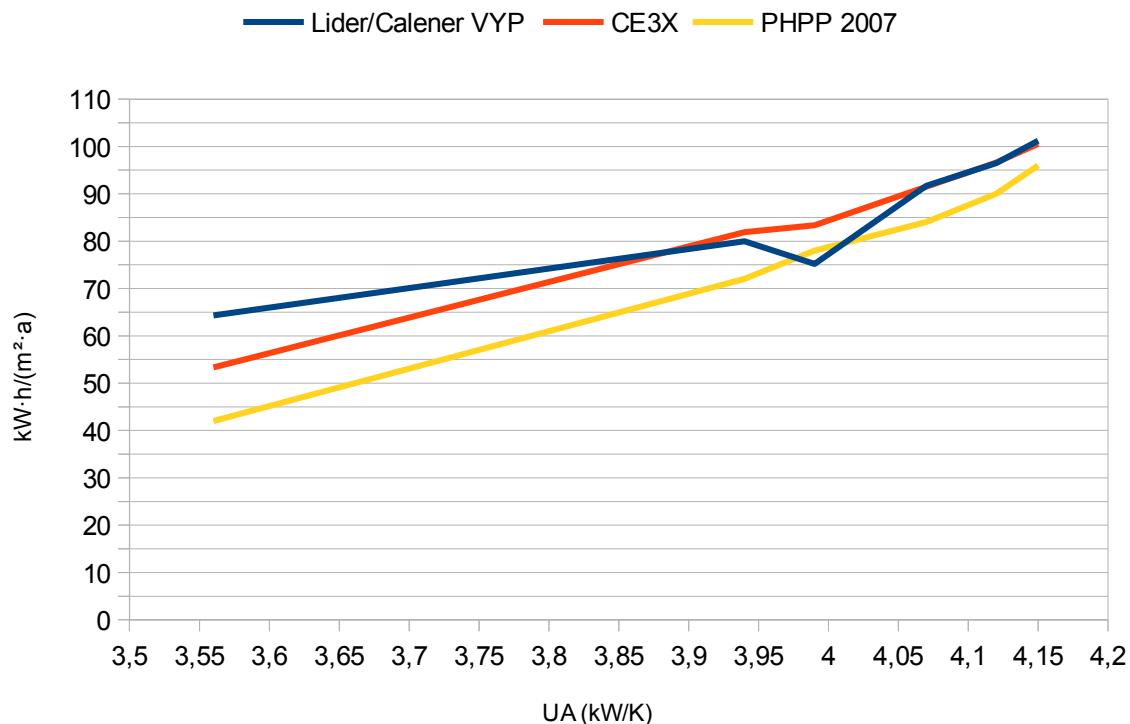


Tabla 75: Gráfica comparativa de la evolución de la demanda de calefacción respecto la UA

Ésta gráfica es muy interesante porque se observan dos detalles muy curiosos: las diferentes pendientes de las curvas, y el pico, ya comentado, que se produce en Lider/Calener VYP en la propuesta de mejora del SATE exterior.

Las tres curvas de los programas parten del mismo punto en el Estado Actual y la demanda de calefacción va descendiendo más en unos softwares que otros cuanto mejor es la envolvente de la vivienda.

El pico que se produce en el Lider/Calener es debido a que el programa detecta automáticamente los puentes térmicos, y define más que los que se han definido manualmente en los otros dos programas. Por eso, al aplicar un SATE que elimina prácticamente todos los puentes térmicos, se produce una significativa reducción de la demanda, y en consecuencia del consumo.

8.4.7 RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES APLICADO:

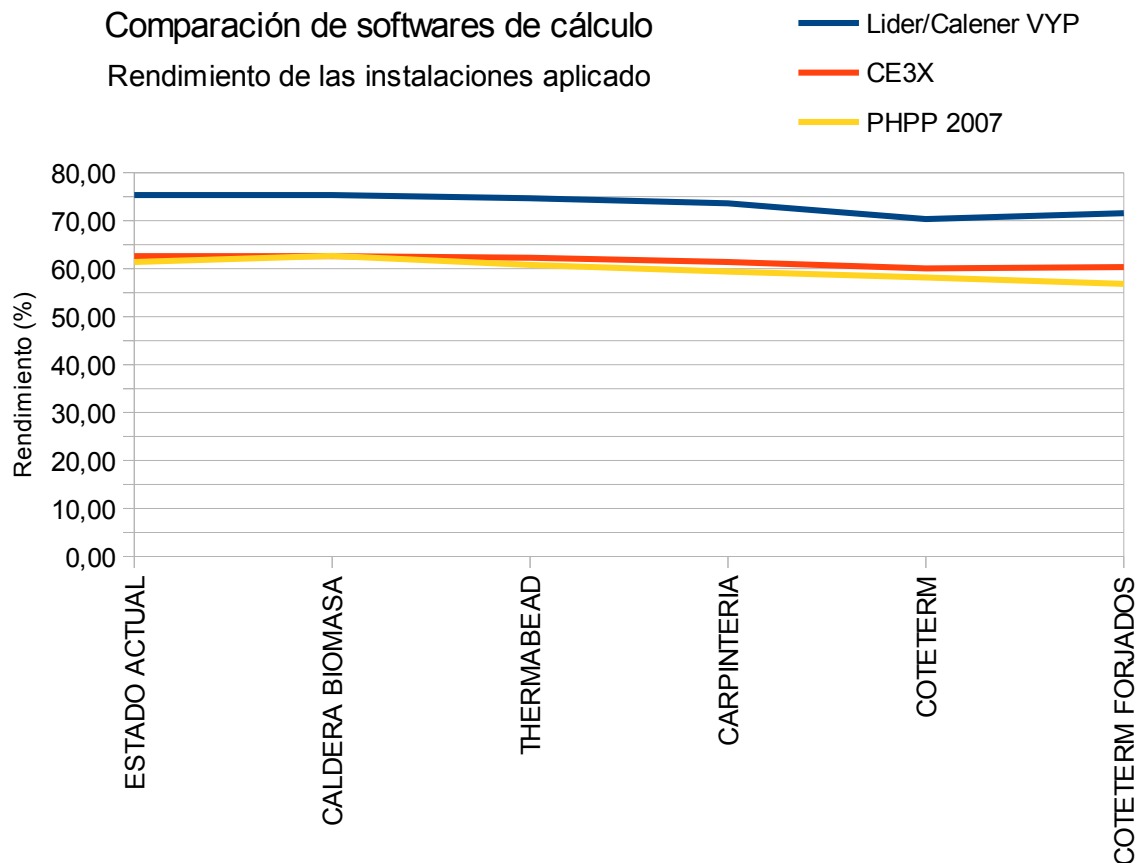


Tabla 76: Gráfica comparativa del rendimiento aplicado a las instalaciones.

Al encontrar las principales diferencias cuando se aplican los rendimientos de las instalaciones, he calculado cuál es el rendimiento real que aplica cada uno de los programas a partir de los resultados de demanda total y del de consumo final.

Como todos los softwares tienen definido el mismo rendimiento en los equipos y simplemente difieren en si demandan o no información sobre el estado de aislamiento o de mantenimiento de las canalizaciones, ésta gráfica resulta esclarecedora, ya que se observa que Lider/Calener VYP es el programa que mayor rendimiento aplica a las instalaciones, debido a que se trata de un software de certificación energética de edificios de nueva planta, y las instalaciones se supone que se encuentran en óptimas condiciones. En el caso del edificio objeto aplica un rendimiento medio total de las instalaciones de un 76,56 %. Es el programa que no demanda ningún tipo de información sobre el estado de mantenimiento o de aislamiento de las canalizaciones.

CE3X permite definir el estado de las instalaciones (bien aislada y mantenida, antigua con aislamiento medio, antigua con mal aislamiento o sin aislamiento). En el caso del edificio estudiado aplica un rendimiento medio total de las instalaciones de un 64,66 %.



PHPP 2007 es la aplicación que mejor tratamiento les da a las instalaciones, ya que permite definir la cantidad de canalizaciones que están fuera de la envolvente térmica (de las que están en el interior no cuenta como pérdidas energéticas su disminución de temperatura), el grado de aislamiento de éstas,... Aplica un rendimiento medio total de las instalaciones de un 59,14 %.

8.5 FACILIDAD DE USO

Este es el punto de la comparativa más subjetivo de todos, debido a que se trata de opiniones y puntos de vista completamente personales.

Lider/Calener VYP es un programa de cálculo que debe desarrollarse más, ya que tiene algunos problemas que deben solucionarse (por ejemplo: no se puede deshacer una acción en el proceso de modelado 3D). La definición de las instalaciones puede resultar un poco complicada.

El proceso de introducción de datos es bastante intuitivo, además, posee una base de datos propia y la posibilidad de crear una por el usuario. El principal problema del programa es el modelado 3D, ya que es un proceso lento, complicado, y con muchos problemas y errores. Es una parte del programa que ralentiza mucho la utilización de éste.

CE3X es una aplicación más sencilla que los otros softwares, ya que, como ya he explicado, no realiza cálculos, sino que compara los datos introducidos con una base de datos y resultados.

Es un programa muy fácil de utilizar y de aprender. Posee soluciones basadas en datos estadísticos para la definición de prácticamente todos los elementos de la envolvente.

Como no es necesario realizar un modelo 3D el edificio, hace que el proceso completo desde que se empiezan a introducir los datos hasta que se obtiene el resultado sea realmente rápido, sin afectar esto a los resultados que presenta.

PHPP 2007 es un archivo de excel con muchas hojas de cálculo, que necesita de la definición de muchos datos del edificio y que hay que saber introducir en las respectivas hojas. No es un programa sencillo de utilizar, pero es el programa en el que más parámetros del edificio se definen.

Al igual que CE3X, no necesita modelado 3D del edificio, por lo que el proceso de cálculo es mucho más rápido que con Lider/Calener VYP.

Comentar también que ofrece la posibilidad de calcular la aportación energética de los captadores solares térmicos, así como de la ventilación natural que se produce en la vivienda.