



industriales
etsii

Escuela Técnica
Superior
de Ingeniería
Industrial

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Certificación Energética de la Casa del Estudiante

Análisis de Resultados y Propuesta de Mejoras

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



Universidad
Politécnica
de Cartagena

Autor: **Oscar Baño Lorenzo**
Director: **Dr. Fernando Illán Gómez**

Cartagena, a 27 de Julio de 2015

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.***Índice de contenido**

1. Presentación y alcance del proyecto	11
2. Introducción a la Certificación de eficiencia energética	12
2.1. Legislación aplicable (RD 235/2013).....	13
2.2. Instrumentos de mejora de la eficiencia energética.....	16
3. Análisis del edificio con CALENER VYP	17
3.1. Situación y emplazamiento	17
3.2. Descripción del edificio	18
3.2.1. Tipo de edificio	19
3.2.2. Zona climática.....	19
3.2.3. Orientación.....	20
3.3. Geometría del edificio.....	21
3.4. Composición de los cerramientos del edificio	25
3.4.1. Cerramientos opacos	25
3.4.2. Cerramientos semitransparentes	32
3.4.2.1. Vidrios	32
3.4.2.2. Marcos y permeabilidad de la carpintería	34
3.4.2.3. Huecos.....	36
3.4.3. Casa del estudiante en CALENER VYP	39
3.5. Resultados CALENER VYP	40
4. Análisis del edificio con CALENER GT	43
4.1. Sistemas de climatización	43
4.1.1. Subsistema primario	44
4.1.1.1. Características de las planta enfriadora	45
4.1.1.2. Características del sistema de bombeo primario y circuito hidráulico.	45
4.1.2. Subsistemas secundarios	49
4.1.2.1. Características de los Fan - Coils	49
4.1.2.2. Agrupación de los Fan-coils.....	50
4.1.3. Casa del estudiante en CALENER GT.....	54
4.2. Resultados CALENER GT.....	55

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

4.2.1.	Análisis de las emisiones del edificio	57
4.2.2.	Sobre-Dimensionado de la climatización del edificio.....	59
5.	Análisis del edificio con CE3X.....	61
5.1.	Datos administrativos	62
5.2.	Datos generales	63
5.2.1.	Definición del edificio	64
5.3.	Envolvente térmica	65
5.3.1.	Composición de los cerramientos	65
5.3.2.	Cerramientos	66
5.3.3.	Puentes térmicos	67
5.4.	Definición de las instalaciones	68
5.5.	Resultados con CE3X y comparación con CALENER GT	72
6.	Mejoras propuestas	75
6.1.	Análisis de las mejoras	75
6.1.1.	Mejora de la envolvente	75
6.1.2.	Mejora del aislamiento caja persiana.....	76
6.1.3.	Mejora de los sistemas de climatización	76
6.1.4.	Resultado de las mejoras con CE3X.....	82
7.	Bibliografía.....	86
	<i>ANEXO I: Espacios en CALENER VYP</i>	88
1.	Descripción de una planta	89
2.	Plantas y espacios	89
	<i>ANEXO II: Horarios</i>	94
1.	Introducción.....	95
2.	Horarios	95
2.1.	Horarios diarios	95
2.2.	Horario anual.....	96
3.	Definición de los horarios	97
3.1.	Horario de ocupación.....	97
3.1.1.	Ocupación de la casa del estudiante	97

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

3.1.2.	Ocupación de los despachos	99
3.1.3.	Ocupación de las salas de estudio	100
3.1.4.	Ocupación salón de actos	101
3.2.	Horario de iluminación.....	102
3.2.1.	Iluminación de la casa del estudiante.....	102
3.2.2.	Iluminación de los despachos	104
3.2.3.	Iluminación de las aulas de estudio.....	105
3.2.4.	Iluminación del salón de actos	105
3.3.	Horario de infiltraciones	106
3.4.	Horario de funcionamiento de equipos de climatización.....	107
ANEXO III: <i>Ocupación, Infiltraciones y Fuentes Internas de Calor</i>		111
1. Ocupación, infiltraciones y fuentes internas de calor		112
1.1.	Densidad de ocupación	112
1.2.	Infiltraciones	115
1.3.	Fuentes internas de calor	115
1.3.1.	Calculo de cargas por tipo de espacio	116
ANEXO IV: <i>Iluminación</i>		119
1. Iluminación Artificial.....		120
2. Potencia de iluminación por zonas		122
ANEXO V: <i>Instalación Solar Térmica</i>		126
1. Objetivo		127
2. Descripción de la instalación.....		127
2.1.	Sistema de captación	128
2.1.1.	Inclinación óptima de los colectores	129
2.1.2.	Aplicación método f-chart.....	133
7.1.1.1.	Cálculo distancia colectores solares	134
7.1.1.2.	Parámetros de interés del colector	136
7.1.1.3.	Necesidades térmicas de calefacción	137
7.1.1.4.	Cálculo del factor de aporte anual	137
7.1.1.5.	Estudio económico	140

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

2.2. Sistema de acumulación	144
2.3. Sistema de intercambio	145
2.4. Fluido de trabajo.....	146
2.5. Circuito hidráulico.....	147
2.5.1. Bomba circuito primario	149
2.5.2. Vaso de expansión	151
ANEXO VI: Viabilidad Económica	154
1. Análisis de viabilidad	155
1.1. ALTERNATIVA 1: Máquina de absorción de llama directa.	155
1.2. ALTERNATIVA 2: Caldera de biomasa y máquina de absorción accionada por agua caliente.....	157
ANEXO VII: Informe CALENER VYP	162
ANEXO VIII: Informe CALENER GT	176
ANEXO IX: Informe CALENER CE3X.....	197

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.***Índice de ilustraciones**

Ilustración 1: Calificación energética de edificios (Indicador kgCO ₂ /m ²)	12
Ilustración 2: Datos de la finca donde se encuentra el inmueble	17
Ilustración 3: Catálogo PGOU	18
Ilustración 4: Ley 16/1985	18
Ilustración 5: Definición zona climática	20
Ilustración 6: Orientación de las fachadas	20
Ilustración 7: Planta Sótano -2 de la Casa del Estudiante	21
Ilustración 8: Planta Sótano -1 de la Casa del Estudiante	22
Ilustración 9: Planta Baja de la Casa del Estudiante	22
Ilustración 10: Primera planta de la Casa del Estudiante	23
Ilustración 11: Segunda Planta de la Casa del Estudiante	24
Ilustración 12: Tercera Planta de la Casa del Estudiante	24
Ilustración 13: Extracto de la memoria del proyecto	25
Ilustración 14: Resistencia cámara de aire	27
Ilustración 15: Cubierta Inclined	28
Ilustración 16: Muros Exteriores Fachada Principal y lateral	29
Ilustración 17: Muro Exterior Fachada Trasera	29
Ilustración 18: Ventana Casa del Estudiante	32
Ilustración 19: Factor solar catálogo de elementos constructivos	33
Ilustración 20: Propiedades Ventanas	33
Ilustración 21: Puerta principal	33
Ilustración 22: Catalogo de elementos constructivos	34
Ilustración 23: Características del vidrio puerta principal	34
Ilustración 24: Características de los marcos	34
Ilustración 25: Casa del Estudiante en CALENER VYP	39
Ilustración 26: Etiqueta CALENER VYP	40
Ilustración 27: Demandas CALENER VYP	41
Ilustración 28: Etiqueta CALENER VYP - Sin Sombras	41
Ilustración 29: Demandas CALENER VYP – Sin Sombras	42
Ilustración 30: Planta enfriadora en la cubierta del edificio	44
Ilustración 31: Placa características planta enfriadora	44
Ilustración 32: 30RH-160	45
Ilustración 33: Tabla potencia frigorífica	46
Ilustración 34: Tabla potencia de calefacción	46
Ilustración 35: Presión estática bomba	47
Ilustración 36: Pérdida de carga módulo hidrónico	47
Ilustración 37: Bomba en CALENER GT	48
Ilustración 38: Potencia Efectiva bomba primario	48

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Ilustración 39: Definición Bomba Calener GT.....	48
Ilustración 40: Bomba módulo hidrónico.....	49
Ilustración 41: Fan-coils Planta baja	52
Ilustración 42: Fan-coils Primera Planta.....	52
Ilustración 43: Fan-coils Segunda Planta.....	53
Ilustración 44: Fan-coils Tercera Planta	53
Ilustración 45: Casa del Estudiante CALENER GT.....	54
Ilustración 46: Calificación energética CALENER GT	55
Ilustración 47: Indicadores energéticos	56
Ilustración 48: Fuentes de emisiones anuales de CO ₂	57
Ilustración 49: Emisiones en Kg de CO ₂	57
Ilustración 50: Fuentes de emisiones mensuales	58
Ilustración 51: Cargas de refrigeración	59
Ilustración 52: Cargas de calefacción.....	60
Ilustración 53: Estructura del procedimiento de certificación CE3X	61
Ilustración 54: Localización e identificación del edificio	62
Ilustración 55: Datos del cliente	62
Ilustración 56: Datos del técnico administrador	62
Ilustración 57: Datos generales	63
Ilustración 58: Definición del edificio	64
Ilustración 59: Composición cerramientos casa del estudiante.....	65
Ilustración 60. Definición fachada de chapa lateral	66
Ilustración 61: Definición fachadas del edificio	66
Ilustración 62: Ejemplo definición hueco fachada principal de ladrillo.....	67
Ilustración 63: Puentes térmicos fachada principal	67
Ilustración 64: Definición de las instalaciones	68
Ilustración 65: Equipo de calefacción y refrigeración.....	68
Ilustración 66: Fan Coils en modo calefacción	69
Ilustración 67: Fan Coils en modo refrigeración.....	69
Ilustración 68: Estimación del número de horas de demanda	69
Ilustración 69: Equipos de bombeo	70
Ilustración 70: Iluminación CE3X	71
Ilustración 71: Etiqueta CE3X	72
Ilustración 72: Comparativa Emisiones CO ₂	73
Ilustración 73: Propiedad aislante Supafil.....	75
Ilustración 74: Mejora en el aislamiento térmico	75
Ilustración 75: Aislamiento de la persiana	76
Ilustración 76: Especificación técnica de enfriadora de absorción	77
Ilustración 77: Especificación técnica panel solar	77
Ilustración 78: Medida de mejora refrigeración	78

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Ilustración 79: Consumo eléctrico máquina de absorción.....	78
Ilustración 80: Medida de mejora calefacción	78
Ilustración 81: Etiqueta emisiones calefacción colectores solares	79
Ilustración 82: Consumo energía de calefacción.....	79
Ilustración 83: Medida de mejora calefacción modificado.....	80
Ilustración 84: Especificación técnica máquina absorción.....	80
Ilustración 85: Caldera de Biomasa	81
Ilustración 86: Máquina de absorción accionada por agua	81
Ilustración 87: Mejora caldera de pellets	82
Ilustración 88: Calificación energética conjunto de mejoras	82
Ilustración 89: Mejora aislamiento cámara aire.....	83
Ilustración 90: Mejora aislamiento caja de las persianas	83
Ilustración 91: Mejora de los sistemas de climatización	84
Ilustración 92: Mejora Máquina de Absorción y Caldera de Pellets	84
Ilustración 93: Espacios Sótano -2	89
Ilustración 94: Espacios Sótano -1	90
Ilustración 95: Espacios Planta Baja.....	91
Ilustración 96: Espacios Primera Planta	91
Ilustración 97: Espacios Segunda Planta	92
Ilustración 98: Espacios Tercera Planta.....	93
Ilustración 99: Primer cuatrimestre curso académico 2014/15.....	96
Ilustración 100: Segundo cuatrimestre curso académico 2014/15.....	96
Ilustración 101: Horarios anuales casa del estudiante	97
Ilustración 102: Ocupación de la casa del estudiante en días laborables	97
Ilustración 103: Ocupación de la casa del estudiante en días festivos.....	98
Ilustración 104: Ocupación semanal de la casa del estudiante	98
Ilustración 105: Ocupación semanal de la casa del estudiante en periodos vacacionales	98
Ilustración 106: Ocupación de los despachos consejo de estudiantes	99
Ilustración 107: Ocupación semanal del consejo de estudiantes	99
Ilustración 108: Ocupación diaria aulas de estudio.....	100
Ilustración 109: Ocupación semanal aulas de estudio	100
Ilustración 110: Ocupación diaria Salón de Actos	101
Ilustración 111: Horario semanal ocupación Salón de Actos.....	101
Ilustración 112: Iluminación diaria de la casa del estudiante	102
Ilustración 113: Iluminación diaria en festivos y periodos vacacionales	102
Ilustración 114: Iluminación semanal de la casa del estudiante	103
Ilustración 115: Iluminación semanal en periodo vacacional	103
Ilustración 116: Iluminación diaria de los despachos del consejo de estudiantes	104
Ilustración 117: Iluminación semanal de los despachos.....	104

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Ilustración 118: Iluminación diaria laboral de las aulas de estudio	105
Ilustración 119: Iluminación semanal normal de las aulas de estudio	105
Ilustración 120: Iluminación diaria salón de actos	106
Ilustración 121: Iluminación semanal salón de actos	106
Ilustración 122: Horario diario de infiltraciones.....	107
Ilustración 123: Horario semanal de infiltraciones.....	107
Ilustración 124: Horario diario equipos de climatización	108
Ilustración 125: Horario diario de equipos de climatización en periodo vacacional ...	108
Ilustración 126: Horario semanal de equipos de climatización	108
Ilustración 127: Horario semanal de climatización en periodo vacacional	109
Ilustración 128: Horario anual climatización frio	109
Ilustración 129: Horario anual climatización calor	110
Ilustración 130: Horario anual fan coils	110
Ilustración 131: Cargas CALENER GT.....	112
Ilustración 132: Calor sensible y calor latente por ocupante ASHRAE	112
Ilustración 133: Densidad de ocupación	113
Ilustración 134: Densidad de ocupación almacén	113
Ilustración 135: Valores típicos renovaciones/hora de aire en espacios	115
Ilustración 136: Potencia calorífica impresoras y fotocopiadoras	116
Ilustración 137: Potencia calorífica ordenador	116
Ilustración 138: Iluminación en CALENER GT	120
Ilustración 139: Modelo de luminaria de techo	120
Ilustración 140: Cálculo de la potencia máxima de entrada de los circuitos balasto- lámpara	121
Ilustración 141: Luminarias planta baja	121
Ilustración 142: Valor de eficiencia energética	122
Ilustración 143: Iluminación media mantenida (Lux)	122
Ilustración 144: Valor limite de eficiencia energética	123
Ilustración 145: Efecto invernadero colector solar	128
Ilustración 146: Inclinación óptima colector solar	133
Ilustración 147: Estudio de diferentes captadores. Fuente Gas Natural.	134
Ilustración 148: Esquema para el cálculo de la distancia de separación entre captadores.	136
Ilustración 149: Superficie óptima colectores solares.....	143
Ilustración 150: Especificación técnica acumulador MV-2000-SB	144
Ilustración 151: Especificación técnica intercambiador de calor	146
Ilustración 152: Porcentaje de propilenglicol en función de la Tª de congelación	146
Ilustración 153: Distribución en planta de la instalación solar en cubierta del edificio.	147
Ilustración 154: Diámetros aproximados	148

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Ilustración 155: Curva bomba primario	150
Ilustración 156: Especificación técnica de la bomba	150
Ilustración 157: Esquema vaso de expansión.....	151
Ilustración 158: Especificación técnica VASOFLEX	153

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.***1. Presentación y alcance del proyecto**

Se redacta el siguiente proyecto a petición de la Universidad Politécnica de Cartagena, el Ingeniero técnico que lo suscribe, procede a obtener el certificado de eficiencia energética del edificio de la Casa del Estudiante de la UPCT, siendo la realización del mismo requisito indispensable para finalizar los estudios correspondientes al Grado en Ingeniería Mecánica, y ejerciendo como director del presente proyecto el profesor de la UPCT D. Fernando Illán Gómez.

Para ello se plantean dos objetivos que se desarrollan de forma sucesiva y que serán expuestos a continuación:

Certificación energética*Método general*

- Definición geométrica del edificio empleando el software CALENER VYP.
- Realizar la definición de las instalaciones del edificio empleando el software CALENER GT.
- Realizar la definición de las condiciones de ocupación del edificio empleando el software CALENER GT.

Método simplificado

- Realizar la definición del edificio empleando el software CE3X.

Propuestas de mejora

- Proponer medidas de mejora mediante el método general.
- Proponer medidas de mejora mediante el método simplificado.

La obtención del certificado de eficiencia energética otorgará el derecho de utilización, durante el periodo de validez del mismo, de la etiqueta de eficiencia energética. Este certificado recogerá la información sobre las características energéticas y la calificación de eficiencia energética del edificio.

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.***2. Introducción a la Certificación de eficiencia energética**

La certificación energética de edificios es un requisito legal que desde el 1 de julio de 2013 es obligatorio para cualquier edificio (nuevo o existente) que se venda o alquile y para edificios propiedad de la administración pública de más de 500 m² y lo es también a partir del 9 de julio de 2015 para edificios públicos de más de 250 m² y a partir del 31 de diciembre de 2015 para edificios públicos alquilados de más de 250 m². Lo que implica que para el edificio objeto de estudio es obligatorio disponer de la etiqueta de certificación energética desde Julio de 2013. Casi el 30 % del consumo de energía primaria es debido a los edificios, y por ello las normativas europeas han intentado incidir sobre el consumo energético de las construcciones, en este caso creando una herramienta similar a la ya empleada en el caso de los electrodomésticos.

El Real Decreto 235/2013 obliga a clasificar las construcciones existentes con una etiqueta que informe los compradores del grado de eficiencia del edificio. Se trata de que cada edificio disponga de una etiqueta con su calificación energética, similar a la empleada en los electrodomésticos, y en la que se incluya su consumo estimado de energía y a las emisiones de CO₂ asociadas.

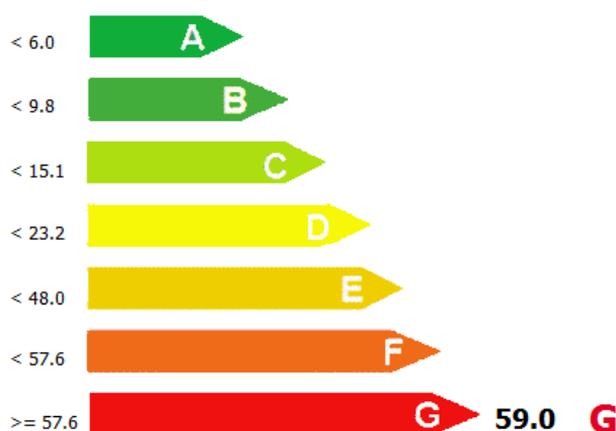


Ilustración 1: Calificación energética de edificios (Indicador kgCO₂/m²)

El objetivo de la certificación de edificios es incentivar a los promotores a construir edificios más eficientes y animar a la remodelación de edificios para que consuman menos energía. Esto se consigue porque, en primer lugar, una promoción con una calificación más eficiente tendría una mejor imagen, sumará otro argumento para su venta y, en segundo lugar, la existencia de un etiquetaje facilitará que el consumo de energía se convierta en un criterio más de compra por parte del consumidor.

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.***2.1. Legislación aplicable (RD 235/2013)**

Las exigencias relativas a la certificación energética de edificios establecidas en la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, se transpusieron en el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, mediante el que se aprobó un Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.

Con posterioridad, la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, ha sido modificada mediante la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios, circunstancia que ha obligado a transponer de nuevo al ordenamiento jurídico español las modificaciones que introduce con respecto a la Directiva modificada.

Si bien esta transposición podría realizarse mediante una nueva disposición que modificara el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, y que a la vez completara la transposición contemplando los edificios existentes, parece pertinente que se realice mediante una única disposición que refundiendo lo válido de la norma de 2007, la derogue y complete, incorporando las novedades de la nueva directiva y amplíe su ámbito a todos los edificios, incluidos los existentes.

En consecuencia, mediante este real decreto se transpone parcialmente la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, en lo relativo a la certificación de eficiencia energética de edificios, refundiendo el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, con la incorporación del Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios existentes.

Este Real Decreto 235/2013 , de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios, entró en vigor el día siguiente de su publicación en el Boletín Oficial del Estado nº 89 (13/04/2013), siendo voluntaria su aplicación hasta el 1 de junio de 2013. A partir de ese momento, la presentación o puesta a disposición de los compradores o arrendatarios del certificado de eficiencia energética de la totalidad o parte de un edificio, según corresponda, será exigible para los contratos de compraventa o arrendamiento celebrados a partir de dicha fecha.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

A continuación se expone un breve resumen de la legislación aplicable para la certificación de eficiencia energética en edificios:

a) Directrices Europeas que han ido marcando las líneas que se deben seguir las normativas de cada país:

- DIRECTIVA 2012/27/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE

- DIRECTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios.

- DIRECTIVA 2002/91/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 16 de diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios.

- DIRECTIVA 2009/28/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 23 de abril de 2009 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE.

b) Normativa fundamental de obligado cumplimiento en España:

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, en concreto el Documento Básico HE.

HE-1 Limitación de demanda energética.

HE-2 Rendimiento de las instalaciones térmicas.

HE-3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.

HE-4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.

HE-5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

- Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción (Vigente hasta el 14 de Abril de 2013).

- Real decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

- Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.

- Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.

c) Órdenes:

- España. Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE "Ahorro de Energía", del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, Boletín Oficial del Estado, de 12 de septiembre de 2013, núm. 219, pp. 67137 a 67209.

- España. Orden de 24 de mayo de 2013 por la que se crea y regula el Registro de Certificados de Eficiencia Energética de Edificios de la Región de Murcia. Boletín Oficial de la Región de Murcia, Martes, 28 de mayo de 2013, núm. 121, pp. 21867 a 21869.

d) Reglamentos:

- Unión Europea. Reglamento Delegado (UE) nº 244/2012 de la Comisión, de 16 de enero de 2012, que complementa la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la eficiencia energética de los edificios, estableciendo un marco metodológico comparativo para calcular los niveles óptimos de rentabilidad de los requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios y de sus elementos. Diario Oficial de la Unión Europea, de 21 de marzo de 2012, núm. 81, pp. 18 a 36.

e) Manuales de los software empleados en el trabajo:

- Manual de usuario de LIDER. Documento Básico HE de ahorro de Energía.
- Manual de usuario CALENER GT V-2013/04/10.
- Manual técnico CALENER GT V-2013/04/10.
- Manual curvas CALENER GT V-2013/04/10.
- Documentación proporcionada en el curso de certificación energética en edificios del curso de verano 2003/14.

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.***2.2. Instrumentos de mejora de la eficiencia energética**

El Ministerio de la Vivienda y Ministerio de Industria, Turismo y Comercio desarrollaron una serie de herramientas de uso gratuito pero en la actualidad estas herramientas dependen del Mº de Fomento y Mº de Industria, Energía y Turismo. Así de una forma fácil y relativamente rápida se puede obtener la certificación mediante dos procedimientos expuestos a continuación.

Procedimiento General para la Certificación Energética de edificios en proyecto y terminado

El Programa informático CALENER es una herramienta informática promovida por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, a través del IDAE, y por el Ministerio de Fomento, que permiten obtener la certificación de eficiencia energética de un edificio, tanto en su fase de proyecto como del edificio terminado. El programa consta de dos herramientas informáticas para una utilización más fácil por el usuario (CALENER VYP y CALENER GT).

Procedimientos Simplificados para la Certificación Energética de edificios existentes

Los Programas informáticos CE3 y CE3X, son herramientas informáticas promovidas por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, a través del IDAE, y por el Ministerio de Fomento, que permiten obtener la certificación de eficiencia energética de un edificio existente.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

3. Análisis del edificio con CALENER VYP

El programa CALENER VYP (Vivienda y Pequeño edificio terciario) es una de las herramientas informáticas y legislativas que da cuerpo al método general de la Certificación Energética según el RD 235/2013. Con ella, por tanto, podemos calificar todos los edificios de viviendas, y aquellos edificios del sector terciario, cuyas instalaciones térmicas se puedan simular con alguno de los modelos que el programa trae adscritos.

3.1. Situación y emplazamiento

El edificio donde se encuentra la Casa del Estudiante pertenece a la Universidad Politécnica de Cartagena, con la siguiente dirección: Calle Ángel, 26, 30202, CARTAGENA (Murcia).

Se encuentra ubicada en la Sede Electrónica del Catastro registrado por la referencia 8337702XG7683N0001FK. Los datos de la finca en la que se integra el bien inmueble son los mostrados en la Ilustración 2: Datos de la finca donde se encuentra el inmueble.


Sede Electrónica del Catastro

HASTA EL 30/10/2015, EL **PROCEDIMIENTO DE REGULARIZACIÓN CATASTRAL** ES DE APLICACIÓN EN EL MUNICIPIO EN EL QUE SE ENCUENTRA ESTE INMUEBLE

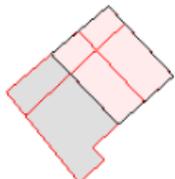
Fecha y hora	Fecha 4/7/2015
	Hora 16:00:58
Datos del Bien Inmueble	
	Referencia catastral 8337702XG7683N0001FK
	Localización CL ANGEL 26 30202 CARTAGENA (CARTAGENA) (MURCIA)
	Clase Urbano
	Superficie (*) 1.573 m ²
	Coefficiente de participación 100,000000 %
	Uso Cultural
	Año construcción local principal 2013
Datos de la Finca en la que se integra el Bien Inmueble	
	Localización CL ANGEL 26 CARTAGENA (CARTAGENA) (MURCIA)
	Superficie construida 1.573 m ²
	Superficie suelo 245 m ²
	Tipo Finca Parcela construida sin división horizontal

Ilustración 2: Datos de la finca donde se encuentra el inmueble

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

3.2. Descripción del edificio

El edificio de la Casa del Estudiante de la UPCT está ubicado en una parcela dentro del conjunto PERI CA-4 conocido como “Barrio Universitario”, junto al Campus de la Muralla del Mar.

La casa del estudiante se ubica en una edificación existente, sita en la calle del Angel nº 26, dónde el edificio está catalogado como tipo “P” en el Plan General de Ordenación Urbana, de la que se conserva su fachada.

16.144	Casa nº 15	C/ del Angel	-	XX	*	3
16.145	Casa nº 26	*	-	XX	*	P

Ilustración 3: Catálogo PGOU

Los edificios que estén incluidos en el catálogo de bienes protegidos de acuerdo con el PGOU del municipio y con la Ley 16/1985, del Patrimonio Histórico Español, son el caso de la excepción del artículo del RD 235/2013 que señala que deben de tener su certificado de eficiencia energética desde Julio de 2013.

5.- Para los Bienes de Interés Cultural y los incluidos en el Catálogo con los grados 1, 2, y 3 son aplicables los art. 36 y 24 de la Ley 16/85 del Patrimonio Histórico Español. En ningún caso un inmueble catalogado con los grados 1, 2 y 3 podrá ser demolido sin previa declaración firme de ruina y autorización de la Administración conforme al art. 24 de la Ley 16/85. El resto de inmuebles, se considera que pueden ser demolidos sin necesidad de seguir dicho procedimiento con la salvedad de que para los catalogados “P” y los incluidos en los entornos, se precisa informe de la Administración competente.

Ilustración 4: Ley 16/1985

La ley 16/85 es aplicable a los catalogados con los grados 1, 2 o 3, pero no a los catalogados “P”. Por lo que debe de tener su certificado de eficiencia energética.

El arquitecto Martín Lejarraga fue el encargado de diseñar el edificio en el año 2007 cuya finalización fue en el año 2009.

Dicho proyecto se planteó dando solución a un edificio para el alumnado universitario, donde se puedan desarrollar actividades de diferente condición, tanto culturales como de esparcimiento, ocio y tiempo libre.

Para ello se propone, de forma genérica, espacios susceptibles de diferentes usos, distribuidos en los niveles del nuevo edificio:

- Sala polivalente
- Salas de actividades y usos múltiples
- Despachos para las diferentes asociaciones universitarias
- Salas de reuniones complementarias
- Salas de exposiciones

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.***3.2.1. Tipo de edificio**

El edificio de la Casa del Estudiante tiene una finalidad de prestación de servicios al público lo que engloba al edificio de uso terciario, en su mayor parte dicho servicio está destinado al disfrute y uso de los estudiantes, en concreto al ocio, al entretenimiento, al encuentro y a la formación extraacadémica.

El edificio se encuentra abierto desde las ocho de la mañana a las nueve de la noche en horario ininterrumpido por tanto los espacios que se definen como acondicionados mostrarán una carga interna alta 12h. Los espacios con carga interna alta según el Documento Básico de Ahorro de Energía son espacios en los que se genera gran cantidad de calor por causa de su ocupación, iluminación o equipos existentes. El conjunto de estos espacios conforma la zona de alta carga interna del edificio.

A efectos de comprobación de la limitación de condensaciones en los cerramientos, los espacios habitables se caracterizan por el exceso de humedad interior. En ausencia de datos más precisos y de acuerdo con la clasificación que se expresa en el Documento Básico de Ahorro de Energía:

- a) Espacios de clase de higrometría 5: son espacios en los que se prevea una gran producción de humedad, tales como lavanderías y piscinas.
- b) Espacios de clase de higrometría 4: son espacios en los que se prevea una alta producción de humedad, tales como cocinas industriales, restaurantes, pabellones deportivos, duchas colectivas u otros de uso similar.
- c) Espacios de clase de higrometría 3 o inferior: son espacios en los que no se prevea una alta producción de humedad. Se incluyen en esta categoría todos los espacios de edificios residenciales y el resto de los espacios no indicados anteriormente.

Por tanto podemos concluir que el edificio objeto de estudio se trata de un edificio de higrometría 3, donde se no se prevea una alta producción de humedad.

3.2.2. Zona climática

Para poder definir la zona climática se ha recurrido al Documento Básico de Ahorro de Energía Apéndice B. Zonas Climáticas del Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico de Ahorro de Energía (CTE-HE1).

Para localizar la zona climática de la localidad de Cartagena localizamos la provincia de Murcia. La altitud de Cartagena respecto al nivel del mar es de 10m, según esto pertenece a una zona climática B3.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Zonas climáticas Península Ibérica																		
Capital	Z.C.	Altitud	A4	A3	A2	A1	B4	B3	B2	B1	C4	C3	C2	C1	D3	D2	D1	E1
Albacete	D3	677										h < 450			h < 950			h ≥ 950
Alicante/Alacant	B4	7					h < 250					h < 700			h ≥ 700			
Almería	A4	0	h < 100				h < 250	h < 400				h < 800			h ≥ 800			
Ávila	E1	1054														h < 550	h < 850	h ≥ 850
Badajoz	C4	168									h < 400	h < 450			h ≥ 450			
Barcelona	C2	1										h < 250			h < 450	h < 750	h ≥ 750	
Bilbao/Bilbo	C1	214											h < 250					h ≥ 250
Burgos	E1	861															h < 600	h ≥ 600
Cáceres	C4	385									h < 600				h < 1050			h ≥ 1050
Cádiz	A3	0		h < 150				h < 450				h < 600	h < 850			h ≥ 850		
Castellón/Castelló	B3	18						h < 50				h < 500			h < 600	h < 1000		h ≥ 1000
Ceuta	B3	0						h < 50										
Ciudad Real	D3	630									h < 450	h < 500			h ≥ 500			
Córdoba	B4	113					h < 150				h < 550							
Coruña, La/ A Coruña	C1	0												h < 200		h ≥ 200		
Cuenca	D2	975													h < 800	h < 1050		h ≥ 1050
Gerona/Girona	D2	143										h < 100			h < 600			h ≥ 600
Granada	C3	754	h < 50				h < 350				h < 600	h < 800			h < 1300			h ≥ 1300
Guadalajara	D3	708													h < 950	h < 1000		h ≥ 1000
Huelva	A4	50	h < 50				h < 150	h < 350				h < 800			h ≥ 800			
Huesca	D2	432										h < 200			h < 400	h < 700		h ≥ 700
Jaén	C4	436						h < 350			h < 750				h < 1250			h ≥ 1250
León	E1	346																h < 1250
Lérida/Lleida	D3	131									h < 100				h < 600			h ≥ 600
Logroño	D2	379										h < 200			h < 700			h ≥ 700
Lugo	D1	412														h < 500		h ≥ 500
Madrid	D3	589										h < 500			h < 950	h < 1000		h ≥ 1000
Málaga	A3	0						h < 300				h < 700			h ≥ 700			
Melilla	A3	130																
Murcia	B3	25						h < 100				h < 550			h ≥ 550			
Orense/Ourense	D2	327										h < 150	h < 300		h < 800			h ≥ 800

Ilustración 5: Definición zona climática

3.2.3. Orientación

Según el Apéndice A. Terminología del Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico de Ahorro de Energía (CTE-HE1) se denomina al ángulo que forma la fachada con respecto al norte como α_0 . La orientación de una fachada se caracteriza mediante el ángulo α que es el formado por el norte geográfico y la normal exterior de la fachada, medido en sentido horario.

La puerta de acceso se encuentra situada en la fachada principal, que forma un ángulo de 50° con respecto al Norte medido en sentido antihorario. En el programa CALENER VYP debe introducirse un ángulo de 230° con respecto al eje Y.

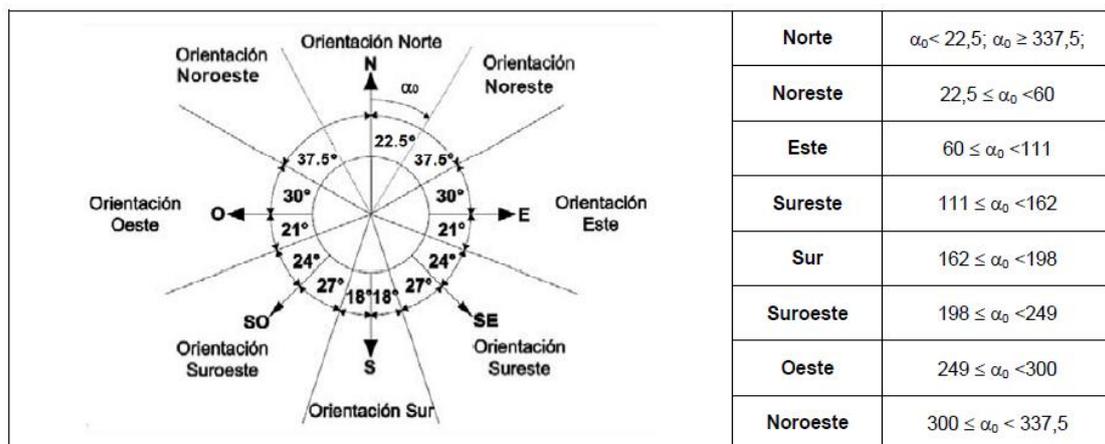


Ilustración 6: Orientación de las fachadas

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.***3.3. Geometría del edificio**

La descripción de la geometría del edificio se expone desde la planta sótano -2 hasta la planta superior. En cada apartado se hará una breve exposición de los distintos espacios.

Sótano -2

La planta Sótano -2 del edificio objeto tiene una altura de 4,15m con una superficie total de 105,31 m². Esta planta aloja los locales técnicos de los servicios generales del edificio, tanto los eléctricos (C.T., grupo electrógeno, cuadros de B.T.) como los hidráulicos así como un almacén general para contener mobiliario y equipos. Cabe destacar que esta planta es no habitable.

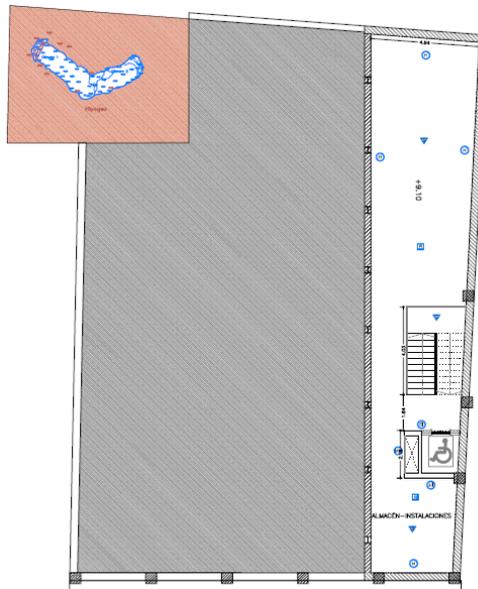


Ilustración 7: Planta Sótano -2 de la Casa del Estudiante

Sótano -1

Esta planta tiene una altura de 4,15m con una superficie total de 436,50 m². La planta sótano de la Casa del Estudiante alberga el Salón de Actos de la misma. Tiene una capacidad para un máximo de 150 personas y está totalmente adaptado para la realización de conferencias, reuniones, presentaciones, etc.

Entre los medios disponibles se encuentran:

- Megafonía fija en mesa y micrófonos portátiles.
- Cañón de video con conexión para ordenador portátil.
- Conexión del sistema de sonido a ordenadores portátiles.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

El espacio está dividido en dos partes: una primera, con sillas móviles dispuestas en forma de teatro y otra parte, con mesas y sillas. Esta segunda zona puede utilizarse, en periodos de exámenes y siempre y cuando la programación de actividades de la Casa lo permita, como zona de estudio.

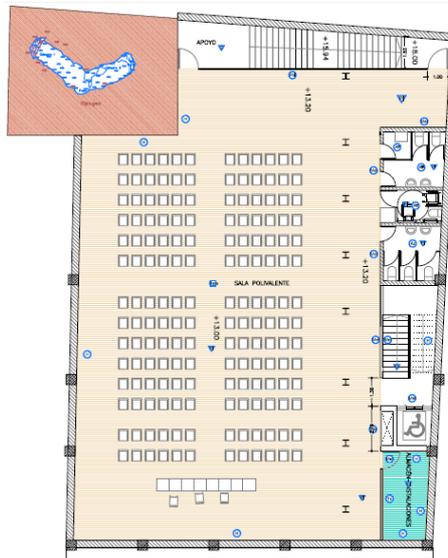


Ilustración 8: Planta Sótano -1 de la Casa del Estudiante

Planta Baja

La planta baja del edificio tiene una superficie de 214,48 m² con una altura de 4,15m. En la fachada principal es donde se encuentra el acceso de la casa del estudiante, desde su interior de la planta baja de la Casa del Estudiante sirve de acceso a las plantas superiores e inferior.

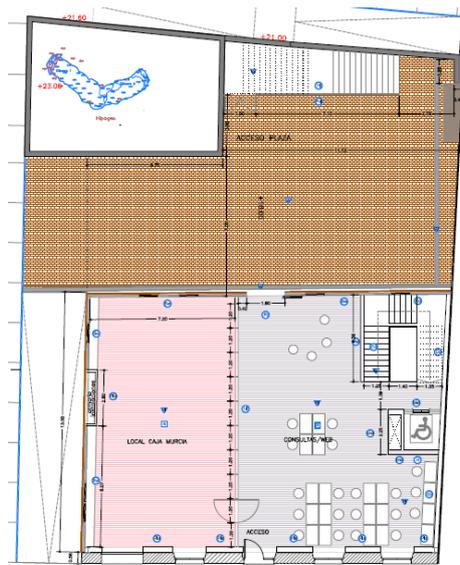


Ilustración 9: Planta Baja de la Casa del Estudiante

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

En la planta baja se pueden encontrar los siguientes servicios:

- Recepción Zona de lectura
- Ordenadores de libre acceso
- PlayStation 4
- Sala Social

Donde la sala social es un espacio anexo al distribuidor con una separación de cristales se encuentra la zona dedicada al tenis de mesa, un billar y una mesa de fútbolín.

Inicialmente iba proyectado un local que iba a ser ocupado por Caja Murcia.

Primera Planta

La primera planta del edificio tiene una superficie de 214,48 m² con una altura de 3,3m.



Ilustración 10: Primera planta de la Casa del Estudiante

En esta planta podemos encontrar los siguientes servicios:

- Punto de Información y Préstamo (PIP)
- Servicio de Información al Estudiante
- Sala Quirón

La Sala Quirón es una sala acondicionada para un máximo de 10 personas. Puede ser utilizada para reuniones, trabajos en grupo, presentaciones, etc.

- Despachos del Consejo de Estudiantes

En esta planta se encuentra el espacio de la representación de los estudiantes de la Universidad Politécnica de Cartagena. Está formada por el Consejo de Estudiantes de la UPCT, donde se encuentran los despachos de los representantes de estudiantes de la UPCT, incluido el despacho del Presidente del Consejo de Estudiantes.

Además, en la misma planta se encuentra la gestión técnica y administrativa de la Casa del Estudiante.

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.**Segunda Planta*

La segunda planta del edificio tiene una superficie de 214,48 m² con una altura de 3,3m.

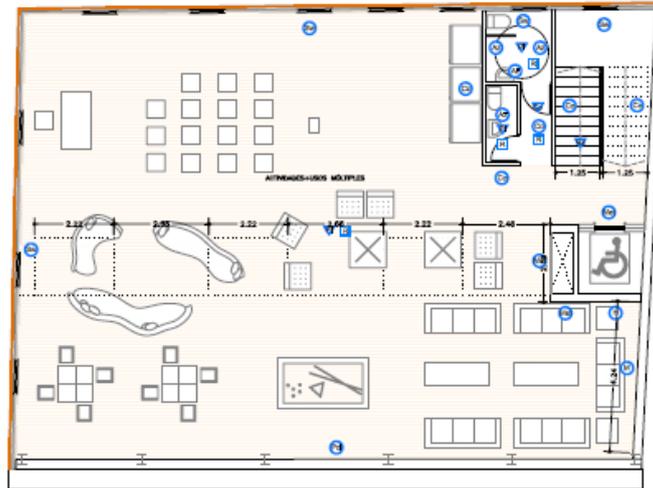


Ilustración 11: Segunda Planta de la Casa del Estudiante

En este espacio se pueden realizar diversas actividades de tipo lúdico, comer, charlar, trabajar en grupo..

A su vez se dispone de una máquina expendedora de café, comida y bebida así como un microondas con grill.

Tercera Planta

La segunda planta del edificio tiene una superficie de 135,83 m² con una altura de 3,7m.

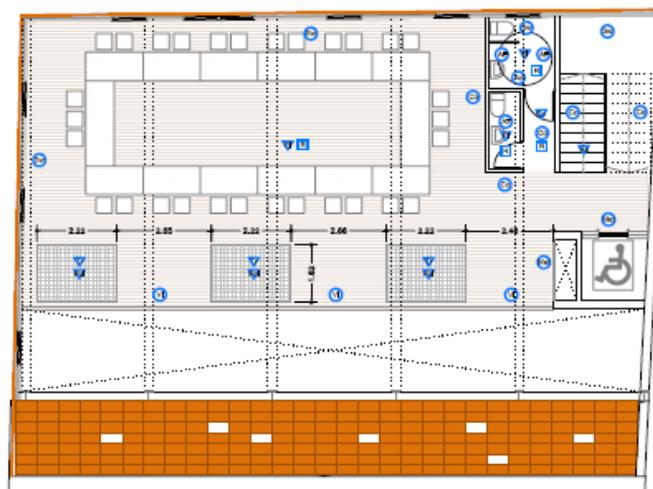


Ilustración 12: Tercera Planta de la Casa del Estudiante

La tercera planta de la Casa del Estudiante es una planta multiusos, destinada para albergar reuniones de hasta un máximo de 50 personas y es utilizada como Sala de

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Plenos del Consejo de Estudiantes. Dispone de Cañón de video con conexión para ordenador portátil.

Esta sala puede ser utilizada como Sala de Juntas o como aula de formación.

3.4. Composición de los cerramientos del edificio

El edificio tratado está delimitado por una serie de cerramientos y particiones interiores conformados por diferentes materiales con espesores concretos en cada caso.

Para poder detallar la composición de los cerramientos del edificio se debe recurrir a la documentación del proyecto de obra y del edificio de la cual se ha obtenido toda la información de la composición de todos los cerramiento del edificio.

CERRAMIENTOS – PARTICIONES INTERIORES

Fachada cerámica ventilada formado por piezas de 152x21,70x4 cm de medidas totales modelo Piterak de Terreal o similar, fijado mecánicamente por medio de grapas de inox a montantes metálicos, anclado a estructura primaria y pasos de forjado, con colocación de cuñas de anclaje, formada mediante placas cerámicas de geometría y medidas modular, i/p.p. de remates de esquinas y encuentros horizontales. Totalmente terminada.

Ilustración 13: Extracto de la memoria del proyecto

En la actualidad la envolvente térmica del edificio debe cumplir con el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico de Ahorro de Energía (CTE-HE1).

El edificio está dentro del Catálogo de edificios protegidos del P.G.O.U. de Cartagena por lo que se ve excluido del cumplimiento de la HE-1, pero servirá conocer las características de los cerramientos para localizar posibles factores de mejora en la demanda energética.

Para la composición de los cerramientos, CALENER VYP diferencia entre opacos para cerramientos, particiones y semitransparentes para los huecos. Siguiendo esta clasificación se han creado las diferentes composiciones que se han ido utilizando para definir el edificio.

3.4.1. Cerramientos opacos

A continuación se resume una tabla con la composición de los cerramientos de la envolvente térmica del edificio. Los materiales se ordenan de exterior a interior para cerramientos verticales y de arriba abajo para cerramientos horizontales.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Solera

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Hormigón armado d > 2500	0,150	2,500	2600	1000	
2	EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	0,040	0,046	30	1000	
3	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,150	2,000	1950	1045	
4						

$$U = 0,85 \frac{W}{m^2K}$$

Forjados

Forjado Planta -2:

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Hormigón en masa 2000 < d < 2300	0,050	1,650	2150	1000	
2	losa de hormigón d = 2000 y canto 300 mm	0,300	1,667	2000	1000	

$$U = 2,63 \frac{W}{m^2K}$$

Forjado Planta -1 (Interior):

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Hormigón en masa 2000 < d < 2300	0,050	1,650	2150	1000	
2	losa de hormigón d = 2500 y canto 300 mm	0,300	2,500	2500	1000	
3	Camara de Aire 400 mm					0,180
4	Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0,020	0,250	825	1000	

$$U = 1,72 \frac{W}{m^2K}$$

Forjado Planta -1 (Exterior):

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Teja de arcilla cocida	0,020	1,000	2000	800	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,020	0,550	1125	1000	
3	Hormigón en masa 2000 < d < 2300	0,050	1,650	2150	1000	
4	losa de hormigón d = 2000 y canto 300 mm	0,300	1,667	2000	1000	
5	Camara de Aire 400 mm					0,180
6	Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0,020	0,250	825	1000	

$$U = 1,44 \frac{W}{m^2K}$$

Para obtener el valor de la Resistencia térmica de la cámara se aire se ha recurrido a la norma UNE-EN ISO6946 - Componentes y elementos para la edificación: Resistencia térmica y transmitancia térmica:

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Espesor de la cámara de aire mm	Resistencia térmica m ² ·K/W		
	Dirección del flujo de calor		
	Ascendente	Horizontal	Descendente
0	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,11	0,11
7	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,15	0,15
15	0,16	0,17	0,17
25	0,16	0,18	0,19
50	0,16	0,18	0,21
100	0,16	0,18	0,22
400	0,16	0,18	0,23

NOTA Pueden obtenerse valores intermedios por interpolación lineal.

Ilustración 14: Resistencia cámara de aire

Forjado Planta Baja y Primera Planta:

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Hormigón en masa 2000 < d < 2300	0,050	1,650	2150	1000	
2	losa de hormigón d = 2000 y canto 300 mm	0,300	1,667	2000	1000	

$$U = 2,63 \frac{W}{m^2K}$$

Forjado Segunda Planta:

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Hormigón en masa 2000 < d < 2300	0,050	1,650	2150	1000	
2	losa de hormigón d = 2500 y canto 350 mm	0,320	2,500	2500	1000	

$$U = 3,05 \frac{W}{m^2K}$$

Cubierta:

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Teja de arcilla cocida	0,015	1,000	2000	800	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,040	0,550	1125	1000	
3	EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	0,040	0,046	30	1000	
4	Hormigón en masa 2000 < d < 2300	0,050	1,650	2150	1000	
5	losa de hormigón d = 2500 y canto 400 mm	0,400	2,500	2500	1000	

$$U = 0,76 \frac{W}{m^2K}$$

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.***Cubierta Inclinada:**

La segunda planta del edificio cuenta con una cubierta inclinada de policarbonato y teja de arcilla, en la documentación técnica del proyecto no se encuentra ninguna referencia a la composición de sus materiales, así que se ha considerado espesores estándar:



Ilustración 15: Cubierta Inclinada

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Teja de arcilla cocida	0,020	1,000	2000	800	
2	Camara de Aire 250 mm					0,160
3	Policarbonatos [PC]	0,020	0,200	1200	1200	

$$U = 2,22 \frac{W}{m^2K}$$

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Muros exteriores

La envolvente exterior térmica del edificio se clasifica en tres tipos de muros que se pueden observar en las siguientes fotografías:



Ilustración 16: Muros Exteriores Fachada Principal y lateral



Ilustración 17: Muro Exterior Fachada Trasera

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Muro exterior ladrillo:

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	1 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50	0,240	1,529	2140	1000	
2	Cámara de aire sin ventilar vertical 10 cm					0,190
3	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070	0,469	930	1000	
4	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020	0,250	825	1000	
5	Camara de Aire 250 mm					0,160
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020	0,250	825	1000	

$$U = 1,01 \frac{W}{m^2K}$$

Muro exterior mortero de arena:

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Arenisca [2200 < d < 2600]	0,020	3,000	2400	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,010	0,550	1125	1000	
3	1 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50	0,240	1,529	2140	1000	
4	Cámara de aire sin ventilar vertical 10 cm					0,190
5	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070	0,469	930	1000	
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020	0,250	825	1000	
7	Camara de Aire 250 mm					0,160
8	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020	0,250	825	1000	

$$U = 0,99 \frac{W}{m^2K}$$

Fachada exterior lateral y trasera:

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Teja de arcilla cocida	0,020	1,000	2000	800	
2	Camara de Aire 250 mm					0,160
3	Acero	0,001	50,000	7800	450	
4	EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,060	0,029	30	1000	
5	Acero	0,001	50,000	7800	450	
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020	0,250	825	1000	
7	Camara de Aire 250 mm					0,160
8	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020	0,250	825	1000	

$$U = 0,37 \frac{W}{m^2K}$$

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.*Compartimentación interior

Al realizar las visitas al edificio se observa que, aunque la composición de las particiones interiores es prácticamente la misma para todos los espacios pero se observan variaciones debido a una parte de superficie acristalada.

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,015	0,250	825	1000	
2	Cámara de aire sin ventilar vertical 10 cm					0,190
3	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,015	0,250	825	1000	

$$U = 2,08 \frac{W}{m^2K}$$

También cabe destacar que en el edificio hay varios espacios que han sido divididos con una pared de vidrio. En ese caso se ha adoptado la siguiente solución:

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Vidrio prensado	0,020	1,200	2000	750	

$$U = 5,36 \frac{W}{m^2K}$$

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.***3.4.2. Cerramientos semitransparentes**

Es necesario conocer los huecos existentes en el edificio, así como los materiales de los que están compuestos, vidrio y marco, y el porcentaje en el que se encuentran. Conociendo estos datos se determinará el valor de su transmitancia en apartados siguientes. Para conocer las características de los cerramientos semitransparentes se ha recurrido al proyecto del edificio. En este proyecto aparece toda la información de todas las ventanas y puertas del edificio, con su correspondiente carpintería metálica. Cabe destacar que se han realizado mediciones in situ de las ventanas para poder obtener el porcentaje de hueco ocupado por el marco.

3.4.2.1. VidriosVidrio de las ventanas de la casa del estudiante

En la memoria del proyecto de remodelación encontramos las características de las ventanas del edificio. Se trata de un conjunto de vidrio doble aislante, compuesto por vidrio incoloro 4 mm en el interior, cámara de aire deshidratado de 9 mm, sellada perimetralmente, y vidrio incoloro 4 mm en el exterior, con doble sellado de butilo y polisulfuro, sellado con silicona incolora. Alfeizar y recercados son de chapa galvanizada lacada perimetrales a la ventana, debidamente anclada a elementos existentes y sellado estanco para evitar la entrada de agua.

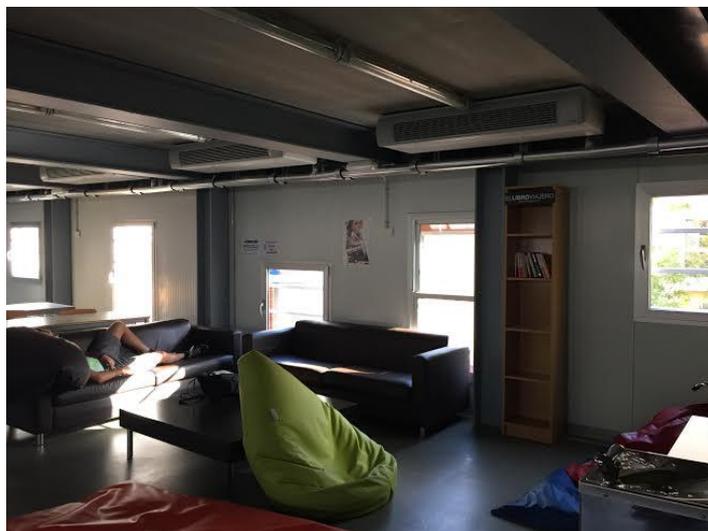


Ilustración 18: Ventana Casa del Estudiante

En la librería de CALENER VYP se encuentra definido este tipo de vidrio de emisividad normal. El nombre del material a cargar será VER_DC_4-9-4. La transmitancia térmica que lleva asociada en CALENER VYP es:

$$U = 3,00 \frac{W}{m^2K}$$

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

El factor solar se va toma catálogo de elementos constructivos que, para vidrios dobles normales da un valor de 0.76 .

Unidades de vidrio aislante (6)	4-6-(4...10)	0,76
	4-9-(4...10)	
	4-12-(4...10)	
	4-15-(4...10)	
	4-20-(4...10)	

Ilustración 19: Factor solar catálogo de elementos constructivos

Para el edificio de estudio se ha introducido lo siguiente en CALENER VYP:

Grupo Dobles en posición vertical

Nombre VER_DC_4-9-4

Propiedades

Transmitancia térmica (U) W/m²K

Factor Solar (g) Adimensional

Ilustración 20: Propiedades Ventanas

Vidrio de la puerta principal y puerta trasera

En la memoria del proyecto de remodelación del edificio se considera que la puerta de entrada principal es una puerta en su mayoría acristalada. El vidrio que la compone es un vidrio laminar de 12mm. Para poder obtener el valor de su transmitancia y su factor solar se ha recurrido al catálogo de elementos constructivos del CTE.

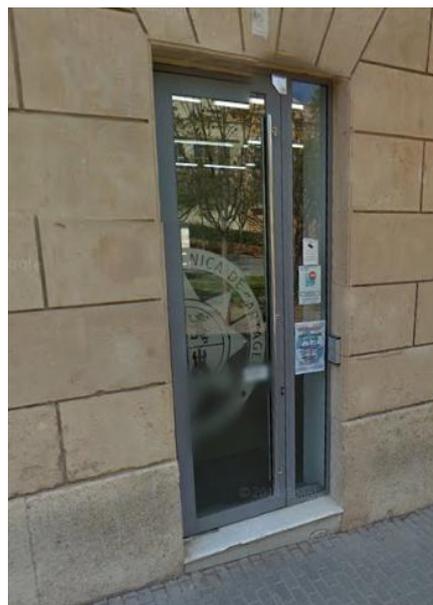


Ilustración 21: Puerta principal

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Acrilamientos incoloros				
Composición		Vidrios normales		
Tipo	Espesor (mm)	g _L	$\epsilon = 0,89$	
			U _{H,V} Horiz (1) (4) W/m ² ·K	U _{H,V} Vert (2) (4) W/m ² ·K
Vidrio sencillo	4	0,8-0,85	6.9	5.7
	6		6.8	5.7
Vidrio Laminar ⁽⁵⁾	3+3	0,8-0,85	6.8	5.6
	3+3, a		6.8	5.6
	4+4, a		6.7	5.6
	5+5, a		6.6	5.5
	6+6, a		6.5	5.4

Ilustración 22: Catalogo de elementos constructivos

Para el edificio de estudio se ha introducido lo siguiente en CALENER VYP:

Grupo Dobles en posición vertical

Nombre Vidrio PP y PT

Propiedades

Transmitancia térmica (U) 5,40 W/m²K

Factor Solar (g) 0,850 Adimensional

Ilustración 23: Características del vidrio puerta principal

3.4.2.2. Marcos y permeabilidad de la carpintería

En el caso de los marcos de los huecos son metálicos y sin rotura de puente térmico, por lo que únicamente es necesaria la definición de un marco de estas características. En el Catálogo de Elementos Constructivos del CTE se obtiene el valor de la transmitancia térmica y la absorptividad.

Producto	Marcos		
	ρ kg / m ³	U _{H,m} (W/m ² ·K) vertical	U _{H,m} (W/m ² ·K) horizontal
Metálico			
Normal	-	5,7	7,2
Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm	-	4	4,5
Con rotura de puente térmico > 12 mm	-	3,2	3,5
Madera			
Madera de densidad media alta	700	2,2	2,4
Madera de densidad media baja	500	2	2,1
PVC			
PVC (dos cámaras)	-	2,2	2,4
PVC (tres cámaras)	-	1,8	1,9

Ilustración 24: Características de los marcos

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

En referencia a la permeabilidad el documento HE-1 nos dice que la permeabilidad al aire de las carpinterías, medida con una sobrepresión de 100 Pa, tendrá unos valores inferiores a $50 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ para las zonas climáticas A y B. Este criterio se va a seguir en todos los huecos del edificio.

Para obtener el porcentaje ocupado por el marco se ha hecho una tabla Excel donde se calcula ese valor considerando la medida total del hueco restando la medida total del cristal:

Puerta Principal		
Superficie total (mm^2)		
Alto	335	53600
Ancho	160	
Superficie vidrio (mm^2)		
Alto	325	13000
Ancho	40	
Alto	325	13000
Ancho	40	
% Ocupado por el marco		51,5

Ventana Caja Murcia		
Superficie total (mm^2)		
Alto	290	59740
Ancho	206	
Superficie vidrio (mm^2)		
Alto	250	49250
Ancho	197	
% Ocupado por el marco		17,6

Ventanas Fachada Principal		
Superficie total (mm^2)		
Alto	254	39624
Ancho	156	
Superficie vidrio (mm^2)		
Alto	230	11500
Ancho	50	
Alto	230	11500
Ancho	50	
% Ocupado por el marco		12,9

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Ventana Tipo A			Ventana Tipo B		
	Superficie total (mm ²)			Superficie total (mm ²)	
Alto	150	15000	Alto	100	9500
Ancho	100		Ancho	95	
	Superficie vidrios (mm ²)			Superficie vidrio (mm ²)	
Alto	135	10800	Alto	85	7225
Ancho	80		Ancho	85	
	% Ocupado por el marco			% Ocupado por el marco	
		28			23,9

Ventana Tipo A (Doble Hoja)			Ventana Tipo B (Doble Hoja)		
	Superficie total (mm ²)			Superficie total (mm ²)	
Alto	150	15000	Alto	100	9500
Ancho	100		Ancho	95	
	Superficie vidrios (mm ²)			Superficie vidrios (mm ²)	
Alto	70	6300	Alto	85	3400
Ancho	90		Ancho	40	
Alto	70	6300	Alto	85	3400
Ancho	90		Ancho	40	
	% Ocupado por el marco			% Ocupado por el marco	
		16			28,4

3.4.2.3. Huecos

En este apartado se van a resumir la composición de cada uno de los huecos del edificio que se han introducido en CALENER VYP.

Puerta PP y PT

Acristalamiento Vidrio PP y PT

Marco VER_Normal sin rotura de puente térmico

% Hueco 51,5

Permeabilidad m³/hm² a 100Pa 60,00

U (W/m²K) 5,48

Factor solar 0,66

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Ventanas Fachada PPIAL

Acristalamiento VER_DC_4-6-4

Marco VER_Normal sin rotura de puente térmico

% Hueco 12,90

Permeabilidad m^3/hm^2 a 100Pa 60,00

U ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$) 3,61

Factor solar 0,67

Ventana Tipo A (Simple)

Acristalamiento VER_DC_4-6-4

Marco VER_Normal sin rotura de puente térmico

% Hueco 28,0

Permeabilidad m^3/hm^2 a 100Pa 60,00

U ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$) 3,87

Factor solar 0,61

Ventana Tipo A (Doble)

Acristalamiento VER_DC_4-6-4

Marco VER_Normal sin rotura de puente térmico

% Hueco 16,0

Permeabilidad m^3/hm^2 a 100Pa 60,00

U ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$) 3,98

Factor solar 0,58

Ventana Tipo B (Simple)

Acristalamiento VER_DC_4-6-4

Marco VER_Normal sin rotura de puente térmico

% Hueco 23,9

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Permeabilidad m^3/hm^2 a 100Pa 60,00

U ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$) 3,97

Factor solar 0,58

Ventana Tipo B (Doble)

Acrilamiento Vidrio PP y PT

Marco VER_Normal sin rotura de puente térmico

% Hueco 28,4

Permeabilidad m^3/hm^2 a 100Pa 60,00

U ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$) 5,45

Factor solar 0,74

Puerta Trasera

Acrilamiento Vidrio PP y PT

Marco VER_Normal sin rotura de puente térmico

% Hueco 6,30

Permeabilidad m^3/hm^2 a 100Pa 60,00

U ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$) 5,42

Factor solar 0,81

Ventana Caja Murcia

Acrilamiento Vidrio Caja Murcia

Marco VER_Normal sin rotura de puente térmico

% Hueco 17,60

Permeabilidad m^3/hm^2 a 100Pa 60,00

U ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$) 5,5

Factor solar 0,73

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.***3.4.3. Casa del estudiante en CALENER VYP**

Una vez introducido en la base de datos la composición de los cerramientos, huecos y la geometría del edificio, la casa del estudiante queda de la siguiente manera en CALENER VYP:

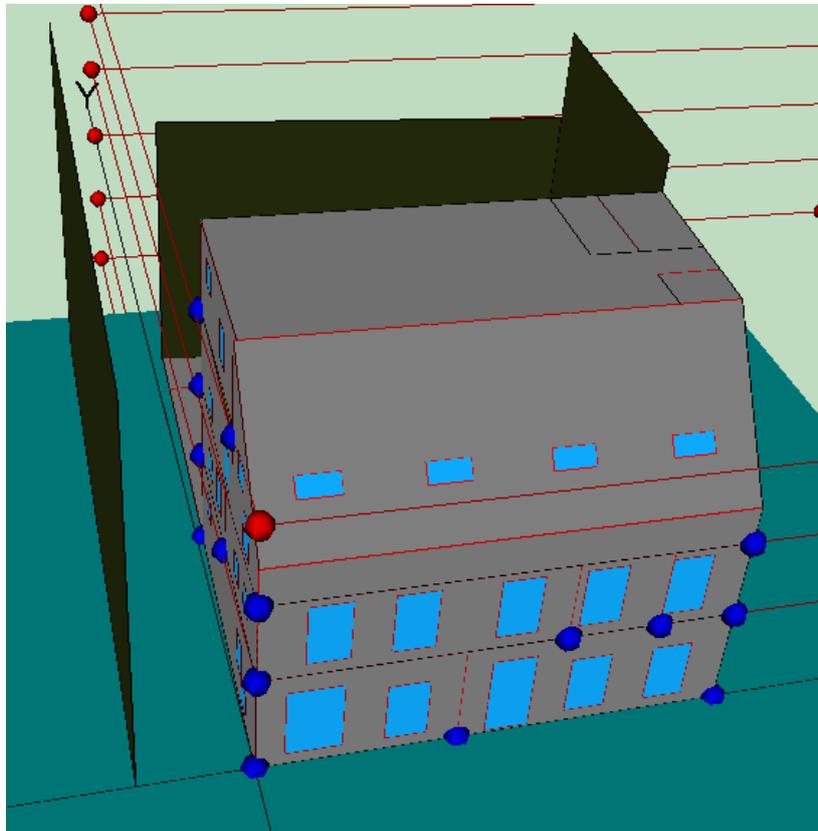


Ilustración 25: Casa del Estudiante en CALENER VYP

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

3.5. Resultados CALENER VYP

Antes de poder valorar o comparar los resultados obtenidos, se debe saber interpretar la etiqueta. Esta da tres valores de suma importancia.

Consumo de energía anual: es la energía final que es consumida por el inmueble, es decir, los kWh que consumen las instalaciones. Es un parámetro que marcará el costo que supone mantener la instalación en las condiciones estudiadas.

Emisiones de dióxido de carbono (CO₂) anuales: hace referencia a las emisiones de CO₂ vertidas a la atmósfera, derivadas del uso del inmueble. Este dato, no es siempre proporcional al consumo energético. Si el inmueble objeto de estudio, tiene una alta demanda energética (poco aislamiento en los cerramientos, ventanas y marcos de baja calidad, mala orientación...), pero tiene una fuente de energía renovable para las demandas de ACS y calefacción (por ejemplo, una caldera de biomasa), las emisiones de CO₂ serán muy bajas pero con un alto consumo energético. Y derivado de este consumo, tendremos un costo mensual de energía alta.

Letra asignada al inmueble: una vez el proceso de certificación del inmueble ha finalizado, se le asigna una letra de la “A” a la “G”. Se determina en función de las emisiones. Cuanto mayor sea la cantidad de emisión, la letra será más cercana a la “G”.

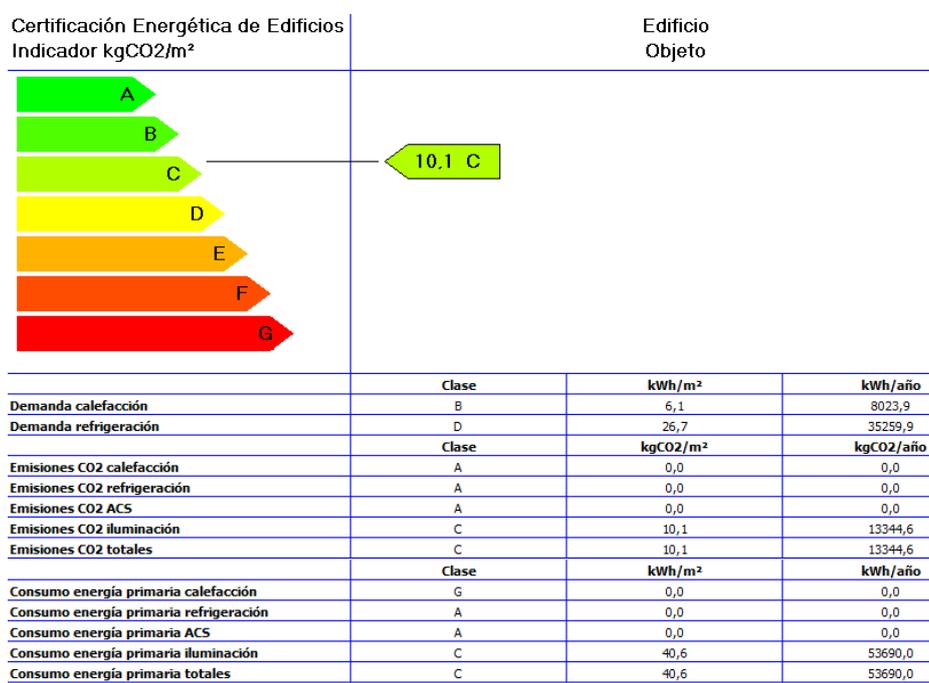


Ilustración 26: Etiqueta CALENER VYP

La letra asignada a la Casa del estudiante es del tipo C lo que implica:

$$10,1 \frac{\text{Kg de CO}_2}{\text{m}^2 \cdot \text{año}}$$

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

También del informe generado con el programa de cálculo podemos obtener la siguiente tabla:

* Demandas	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	kWh/m ²	kWh/año	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	6,1	8023,9	13,8	18243,6
Refrigeración	26,7	35259,9	26,1	34460,4

Ilustración 27: Demandas CALENER VYP

El edificio demanda más refrigeración (81,4%) que calefacción (18,6%), lo que puede explicarse teniendo en cuenta la zona climática o el uso del edificio, pues se ha definido como un edificio con alta carga interna.

Además es posible que la demanda de refrigeración del edificio se vea influenciada por las sombras que han sido definidas en CALENER VYP. Una de ellas es debida al ELDI y otra muro que hay enfrente de la fachada trasera. Con el fin de determinar la influencia de las sombras tiene en el comportamiento global del edificio, se calificó de nuevo el edificio sin tener en cuenta estas sombras. Los resultados obtenidos son los que se muestran a continuación:

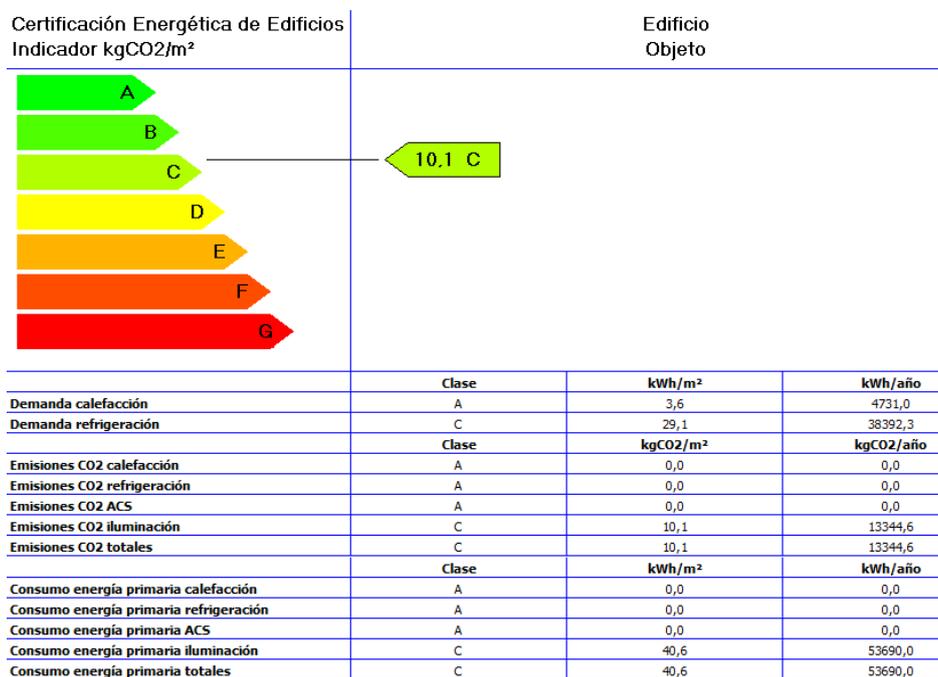


Ilustración 28: Etiqueta CALENER VYP - Sin Sombras

La letra asignada a la Casa del estudiante es del tipo C lo que implica:

$$10,1 \frac{\text{Kg de CO}_2}{\text{m}^2 \cdot \text{año}}$$

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

También del informe generado con el programa de cálculo podemos obtener la siguiente tabla:

* Demandas	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	kWh/m ²	kWh/año	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	3,6	4731,0	11,2	14766,9
Refrigeración	29,1	38392,3	29,1	38438,6

Ilustración 29: Demandas CALENER VYP – Sin Sombras

Analizando los resultados que proporciona el programa, el edificio demanda más refrigeración (88,9%) que calefacción (11,1%), comparando con los resultados anteriores, la ausencia de sombras se aprecia que la demanda de calefacción baja sustancialmente pasado de de 6,1 kWh/m² a 3,6 kWh/m², lo que implica una diferencia de 2,5 kWh/m², casi un 41 % y la de refrigeración sube casi el mismo valor, 2,4 kWh/m², aunque porcentualmente tiene mucha menor importancia ya no llega al 9 % de aumento. Estos resultados pero no son significativos como para poder concluir que las sombras a las que se ve afectado el edificio hace que se produzca la alta demanda de refrigeración.

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.***4. Análisis del edificio con CALENER GT**

CALENER es un entorno de aplicaciones y documentos informáticos destinado a la Calificación Energética de edificios. La versión GT de CALENER realiza la calificación de “Grandes Edificios Terciarios”.

Los tipos de edificios cubiertos por CALENER GT son:

- Oficinas: Proyecto cuyo uso principal es el de oficinas.
- Destinado a la enseñanza: Colegios, institutos de enseñanza secundaria, universidades, academias y todo proyecto destinado principalmente a una finalidad docente.
- Hospitales, clínicas y ambulatorios: Proyecto destinado principalmente al uso sanitario.
- Hoteles y restaurantes: Hoteles, moteles, albergues, pensiones, restaurantes, bares, etc.
- Comercio: Proyecto destinado al uso comercial al mayor y al menor, tales como grandes centros comerciales, supermercados, pequeños comercios, etc.
- Otros: Proyecto no clasificable como ninguno de los tipos anteriores.

Estos tipos son los sugeridos en el anexo de la Directiva europea del Parlamento europeo y del Consejo relativa a la eficiencia energética de los edificios (2002/91/CE).

4.1. Sistemas de climatización

Al tratarse de un edificio pequeño el sistema de climatización está formado por un único circuito de agua, el circuito primario, al que están conectados tanto los equipos de generación –enfriadora Carrier 30RH-160 – como los equipos de transporte - bomba Carrier – y las unidades terminales –fan coils Eurofred– . El intercambio térmico entre el circuito primario y las unidades terminales se produce en el evaporador de la planta enfriadora. En los siguientes apartados se proporciona una descripción más detallada de cada uno de los equipos que componen el sistema.

En este apartado se realiza la distinción de los equipos de climatización en dos grupos que se describen a continuación:

- Subsistemas primarios: Se entiende en CALENER GT por sistemas primarios todos aquellos equipos y dispositivos encargados de la generación de la energía térmica, calorífica y frigorífica, así como de su transporte y distribución desde los equipos generadores hasta los consumidores. Obviamente, aquellos equipos que no emplean el agua como fluido caloportador, los equipos autónomos por ejemplo, no requieren la definición de ningún circuito hidráulico.

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.***4.1.1. Subsistema primario**

Las planta enfriadora se encuentra en la cubierta del edificio, se tiene en cuenta de que es el único subsistema primario disponible en el edificio, ya que no se dispone de sistema de agua caliente sanitaria.



Ilustración 30: Planta enfriadora en la cubierta del edificio

La instalación consta de un circuito primario formado por una enfriadora de la marca Carrier, modelo 30RH-160 con refrigerante R407C:



Ilustración 31: Placa características planta enfriadora

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

4.1.1.1. Características de las planta enfriadora

Como puede verse en la tabla obtenida del catálogo de la planta enfriadora Carrier 30RH-160, las características que se introducen en CALENER GT son:

	30RH-160
Capacidad Nominal Refrigeración (kW)	142
Capacidad Nominal Calefacción (kW)	153
EER	3,34
COP	3,34

Physical data

30RH		040	050	060	070	080	090	100	120	140	160	200	240
Nominal cooling capacity*	kW	38.3	43.6	54.0	66.0	71.0	83.0	92.0	106.0	132.0	142.0	179.0	210.0
Nominal heating capacity**	kW	38.4	44.6	57.0	65.0	78.0	85.0	96.0	116.0	130.0	153.0	194.0	229.0
Seasonal energy efficiency (ESEER)	kW/kW	3.01	2.58	2.85	3.58	3.21	3.72	3.47	3.71	3.64	3.34	3.20	3.09
Operating weight, with hydronic module	kg												
Single pump		566	624	647	661	691	1183	1196	1238	1312	1368	2233	2405
Dual pump		646	704	727	741	768	1260	1273	1338	1412	1468	2321	2493
Unit without hydronic module		542	600	623	637	665	1152	1165	1200	1274	1330	2086	2258
Refrigerant charge	kg	R-407C											
Circuit A		10.9	11.5	15.1	16.7	19.5	11.4	11.8	15.6	17.4	20.3	22.5	29.5
Circuit B		-	-	-	-	-	12.0	15.6	15.6	17.4	20.3	29.5	29.5
Compressors		Hermetic scroll compressor, 48.3 r/s											
Quantity, circuit A		1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	3
Quantity, circuit B		-	-	-	-	-	2	2	2	2	2	3	3
No. of capacity steps		1	2	2	2	2	3	3	4	4	4	5	6
Minimum capacity	%	100	46	42	50	50	25	25	21	25	25	20	16.5
Control type		PRO-DIALOG Plus											
Air heat exchangers		Grooved copper tubes, aluminium fins											
Fans		Axial Flying Bird II fans with rotating shroud											
Quantity		1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	4	4
Total air flow (high speed)	l/s	3870	3660	4080	5600	5600	7350	7950	8160	11200	11200	17343	20908
Speed (high/low speed)	r/s	11.5/5.8	11.5/5.8	11.5/5.8	15.6/7.8	15.6/7.8	11.5/5.8	11.5/5.8	11.5/5.8	15.6/7.8	15.6/7.8	11.5/5.8	15.6/7.8
Water heat exchangers		Direct-expansion welded plate heat exchanger											
Water volume	l	3.6	4.6	5.9	6.5	7.6	7.2	8.2	9.8	11.4	13.0	26.8	26.8
Max. water-side operating pressure	kPa												
Option without hydronic module		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Unit with hydronic module		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	400	400
Hydronic module		Monocell composite pump											
Pump (single centrifugal, 48.3 r/s)		Monocell pump											
Quantity		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Expansion tank volume	l	12	12	12	12	12	35	35	35	35	35	50	50
Expansion tank pressure	kPa	100	100	100	100	100	150	150	150	150	150	150	150

Ilustración 32: 30RH-160

4.1.1.2. Características del sistema de bombeo primario y circuito hidráulico.

Las enfriadora tiene un módulo hidrónico incorporado, en el que se incluye la bomba del sistema primario que se encarga de mover el agua de toda la instalación, con las siguientes características:

- Marca: CARRIER
- Tipo: Centrifuga monocelular

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Se sabe por el catálogo técnico de la bomba que en función del caudal nominal en la tabla de potencia frigorífica (para las condiciones nominales, agua impulsada a 7 °C y aire exterior a 35 °C):

30RH Temperatura del aire a la entrada del condensador, °C								
LWT	35							
ES	CAP	COMP	UNIT	COOL	COOL	PRES	PRES	
..						(1)	(2)	
°C	kW	kW	kW	l/s	kPa	kPa	kPa	
040	7	38,3	13,3	14,5	1,83	27	143	191
050	7	43,6	18,2	19,4	2,08	22	145	195
060	7	54	20,3	21,5	2,58	22	139	193
070	7	66	23,3	25,8	3,15	27	122	184
080	7	71	29,2	31,7	3,4	24	162	183
090	7	83	30,3	32,7	3,95	32	139	169
100	7	92	33,6	36	4,41	30	126	164
120	7	106	40,7	43,1	5,05	27	181	177
140	7	132	46,5	52	6,3	30	152	167
160	7	142	58	63	6,79	28	142	165
200	7	179	67	75	8,55	16	214	211
240	7	210	81	91	10,1	22	203	200

Ilustración 33: Tabla potencia frigorífica

El caudal por tanto es 6.79 l/s y la altura a la presión del equipo 142 kPa (en calefacción algo mayor, 7.3 l/s con menos presión, 124 kPa)

7						
CAP	COMP	UNIT	COND		PRES	PRES
					(1)	(2)
kW	kW	kW	l/s	kPa	kPa	kPa
38,4	13,9	15,1	1,84	28	142	191
44,6	18,7	19,9	2,13	23	143	194
57	20,8	22	2,71	24	134	190
65	23,3	25,8	3,1	26	124	185
78	28,1	30,6	3,72	29	149	175
85	31,4	33,8	4,05	34	134	166
96	34,7	37,1	4,57	32	118	160
116	41,5	43,9	5,53	32	167	170
130	46,7	52	6,19	29	155	168
153	56	61	7,3	32	124	157
194	65	73	9,28	19	209	206
229	78	88	11	25	195	191

Ilustración 34: Tabla potencia de calefacción

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Por tanto los datos coinciden con la información que proporciona de la bomba:

Presión estática del sistema disponible Bomba única

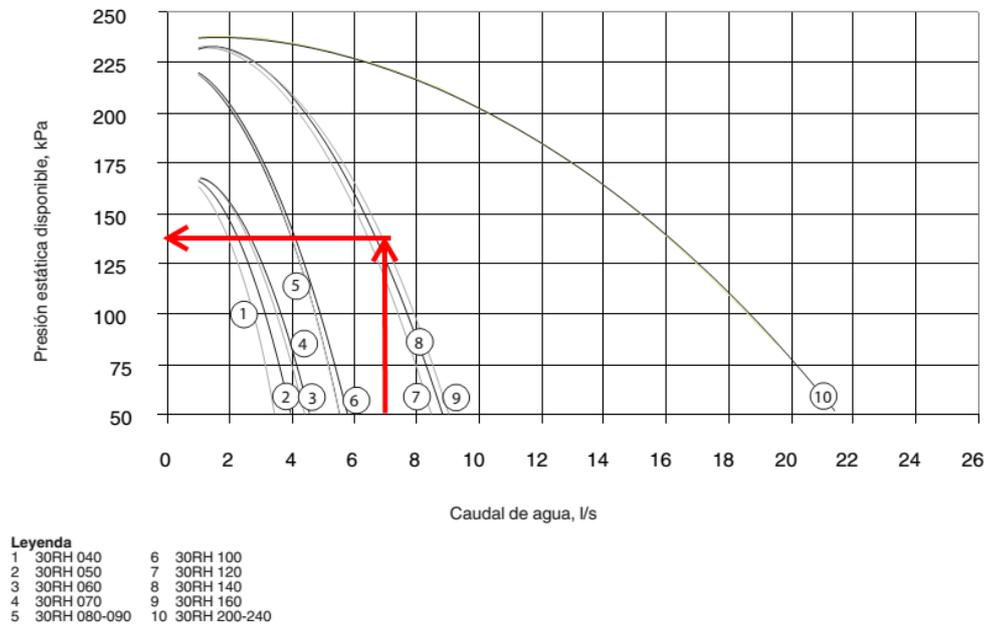


Ilustración 35: Presión estática bomba

Se debe considerar que este dato es la presión disponible a la salida del equipo, es decir, descontando la pérdida de presión en el propio módulo hidrónico. Este dato lo proporciona el manual de instalación:

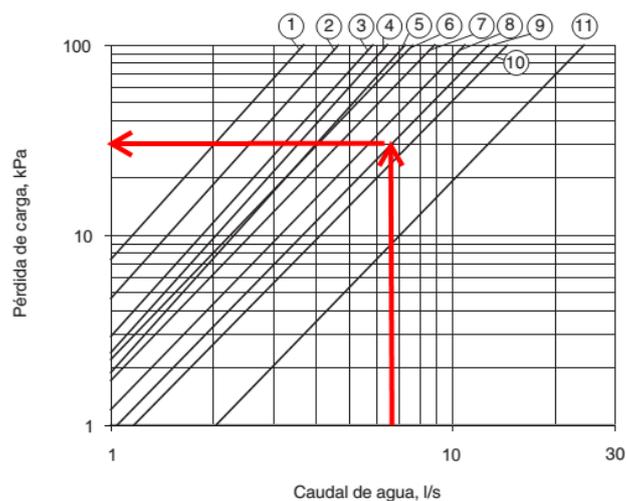


Ilustración 36: Pérdida de carga módulo hidrónico

Por tanto, la presión total de la bomba serán los 142 kPa disponibles a la salida más los 30 kPa de pérdida que tiene el sistema, 172 kPa. Lo que equivale a 17,5 mca.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Introduciendo estos datos en CALENER GT la potencia efectiva sería 1.18 kW:

Nombre: Bomba Módulo Hidrónico

Caudal: 24.444 l/h

Altura: 17,5 m

Potencia: 1,18 kW

Número de bombas: 1

Rendimiento del motor: 1,00 ratio

Rendimiento mecánico: 1,00 ratio

Tipo de control: Velocidad constante

Ilustración 37: Bomba en CALENER GT

El fabricante en su especificación técnica dice que la potencia efectiva es 1.85 kW probablemente se refiere a condiciones de máximo consumo y no al punto de funcionamiento nominal.

Módulo hidrónico		040	050	060	070	080	090	100	120	140	160	200	240
Bomba única													
Potencia efectiva	kW	0,75	0,75	0,75	0,75	1,1	1,1	1,1	1,85	1,85	1,85	5,5	5,5
Consumo*	kW	1,1	1,1	1,1	1,1	1,4	1,4	1,4	2,5	2,5	2,5	6,6	6,6
Corriente máxima a 400 V**	A	2,1	2,1	2,1	2,1	3,1	3,1	3,1	5,0	5,0	5,0	10,6	10,6

Ilustración 38: Potencia Efectiva bomba primario

Para poder ajustar los rendimiento se asume que la relación entre el consumo máximo y la potencia efectiva (denominado potencia en el eje) es el rendimiento del motor y el rendimiento mecánico (donde incluye los rendimientos hidráulico, volumétrico y orgánico). Como no tenemos forma de saber ese valor dejamos el que propone por defecto el programa (0.77) y para el del motor se toma $1.85/2.5=0.74$, así que finalmente la bomba quedaría:

Nombre: Bomba Módulo Hidrónico

Caudal: 24.444 l/h

Altura: 17,5 m

Potencia: 2,07 kW

Número de bombas: 1

Rendimiento del motor: 0,74 ratio

Rendimiento mecánico: 0,77 ratio

Tipo de control: Velocidad constante

Ilustración 39: Definición Bomba Calener GT

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Ilustración 40: Bomba módulo hidrónico

4.1.2. Subsistemas secundarios

Los subsistemas secundarios son los encargados de acondicionar el aire en las unidades de tratamiento y distribuirlo a las zonas por la red de conductos. En el caso de estudio los subsistemas secundarios que se emplean son fan-coils de la marca Eurofred. Los subsistemas secundarios forman parte del circuito primario compuesto por dos tubos donde puede circular agua caliente y agua fría, pero nunca de forma simultánea, por ello se han establecido horarios de disponibilidad de frío y de disponibilidad de calor, como puede comprobarse en el anexo dedicado a los horarios del presente proyecto.

4.1.2.1. Características de los Fan - Coils

Son modelos de diferentes potencias para instalación en suelo o techo. Las características técnicas se pueden ver en las tablas del fabricante que se aporta a continuación:

	Caudal (m ³ /h)	P Frigorífica Total (kW)	P Frigorífica Sensible (kW)	P Calorífica (kW)	P Eléctrica (W)
VPE-33	430	2,47	1,96	5,7	50
VPE-53	690	4,04	3,12	9,01	90
UTWE-63	1000	4,6	3,55	9,8	110
UTW544	9000	42,8	32,96	97,1	950

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.***4.1.2.2. Agrupación de los Fan-coils**

Los fan coils se alimentan del circuito primario, es decir, la enfriadora abastece a todos los fan coils. Al tratarse de un edificio relativamente pequeño con un número de espacios no muy elevado, no ha sido necesario realizar agrupación de espacios en el edificio de estudio pero en la primera planta del edificio algunos de los espacios definidos en CALENER GT hay más de una unidad fan-coil, por lo que se define un equipo equivalente al número de unidades de las que se dispongan. Se detalla a continuación los equipos definidos y asociados a cada una de las plantas del edificio obtenido del proyecto básico de ejecución:

<i>Sotano -2</i>						
Zona	Estancia	Modelo Fan Coil	Caudal (m ³ /h)	P Frigo Total (kW)	P Frigo Sen (kW)	P Calorif (kW)
PE01_E01	Almacen			Espacio no acondicionado		
PE01_E02	Ascensor			Espacio no acondicionado		
PE01_E03	Escalera			Espacio no acondicionado		
<i>Sotano -1</i>						
Zona	Estancia	Modelo Fan Coil	Caudal (m ³ /h)	P Frigo Total (kW)	P Frigo Sen (kW)	P Calorif (kW)
PE02_E01	Distribuidor			Espacio no acondicionado		
PE02_E02	Escaleras de emergencia			Espacio no acondicionado		
PE02_E03	Salon Actos	UTW544	9000,0	42,8	33,0	46,8
PE02_E06	Escalera			Espacio no acondicionado		
PE02_E07	Ascensor			Espacio no acondicionado		
<i>Planta Baja</i>						
Zona	Estancia	Modelo Fan Coil	Caudal (m ³ /h)	P Frigo Total (kW)	P Frigo Sen (kW)	P Calorif (kW)
PE03_E01	Local Juegos	1xVPE33	430,0	2,5	2,0	5,7
		2xVPE53	1380	8,08	6,24	18,02
Total			1810,0	10,6	8,2	12,7
PE03_E02	Escalera			Espacio no acondicionado		
PE03_E03	Ascensor			Espacio no acondicionado		
PE03_E04	Distribuidor	2xVPE33	860,0	4,9	3,9	11,4
		2xVPE53	1380	8,08	6,24	18,02
Total			2240,0	13,0	10,2	15,4

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.**Primera Planta*

Zona	Estancia	Modelo	Caudal	P Frigo	P Frigo	P Calorif
		Fan Coil	(m ³ /h)	Total (kW)	Sen (kW)	(kW)
PE04_E01	Despacho	3xVPE-33	1290,0	7,4	5,9	9,1
PE04_E02	Despacho	2xVPE-33	860,0	4,9	3,9	7,4
PE04_E03	Despacho	VPE-33	430,0	2,5	2,0	5,7
PE04_E04	Ascensor		Espacio no acondicionado			
PE04_E05	Escalera		Espacio no acondicionado			
PE04_E06	Aseos	UTWE-63	1000	4,6	3,55	6,8
PE04_E07	Despacho	VPE-33	430,00	2,47	1,96	5,70
PE04_E08	Distribuidor		Espacio no acondicionado			

Segunda Planta

Zona	Estancia	Modelo	Caudal	P Frigo	P Frigo	P Calorif
		Fan Coil	(m ³ /h)	Total (kW)	Sen (kW)	(kW)
PE05_E01	Distribuidor	9xVPE-33	3870,0	22,2	17,6	25,5
PE05_E02	Aseos		Espacio no acondicionado			
PE05_E03	Escalera		Espacio no acondicionado			
PE05_E04	Ascensor	UTWE-63	1000,0	4,6	3,6	6,8

Tercera Planta

Zona	Estancia	Modelo	Caudal	P Frigo	P Frigo	P Calorif
		Fan Coil	(m ³ /h)	Total (kW)	Sen (kW)	(kW)
PE06_E01	Aula Estudio	4xVPE-33	1720,0	9,9	7,8	12,8
PE06_E02	Ascensor		Espacio no acondicionado			
PE06_E03	Escalera		Espacio no acondicionado			
PE06_E04	Aseos	UTWE-63	1000,0	4,6	3,6	6,8

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

El modelo de cada uno de los fan-coils instalados en el edificio se ha obtenido de la memoria del proyecto básico de ejecución:

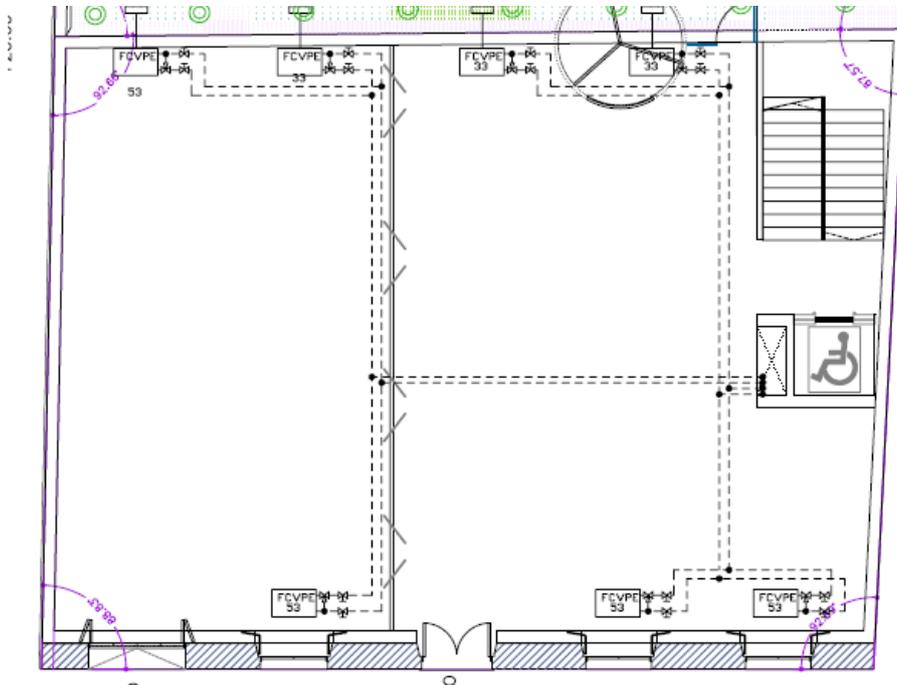


Ilustración 41: Fan-coils Planta baja

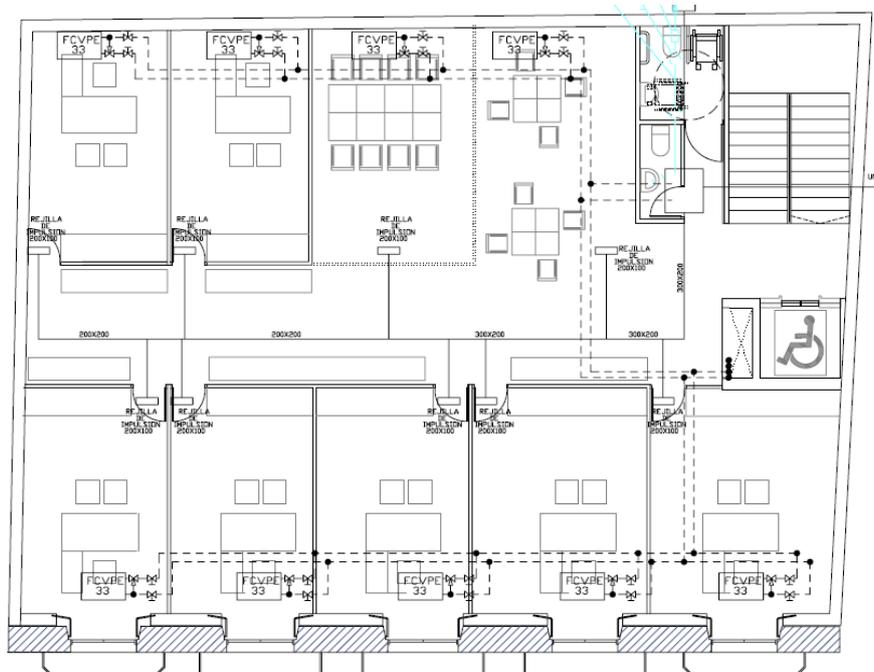


Ilustración 42: Fan-coils Primera Planta

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

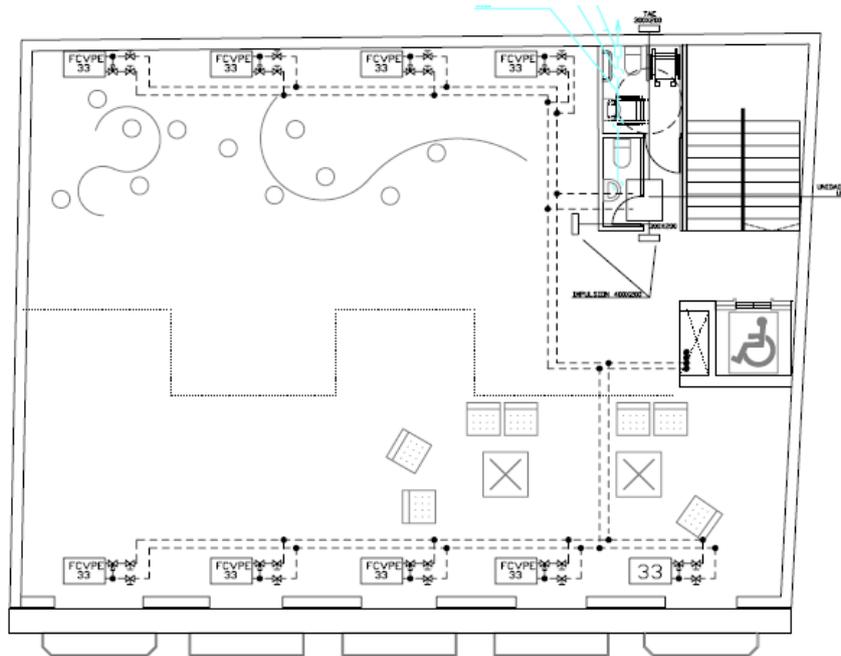


Ilustración 43: Fan-coils Segunda Planta

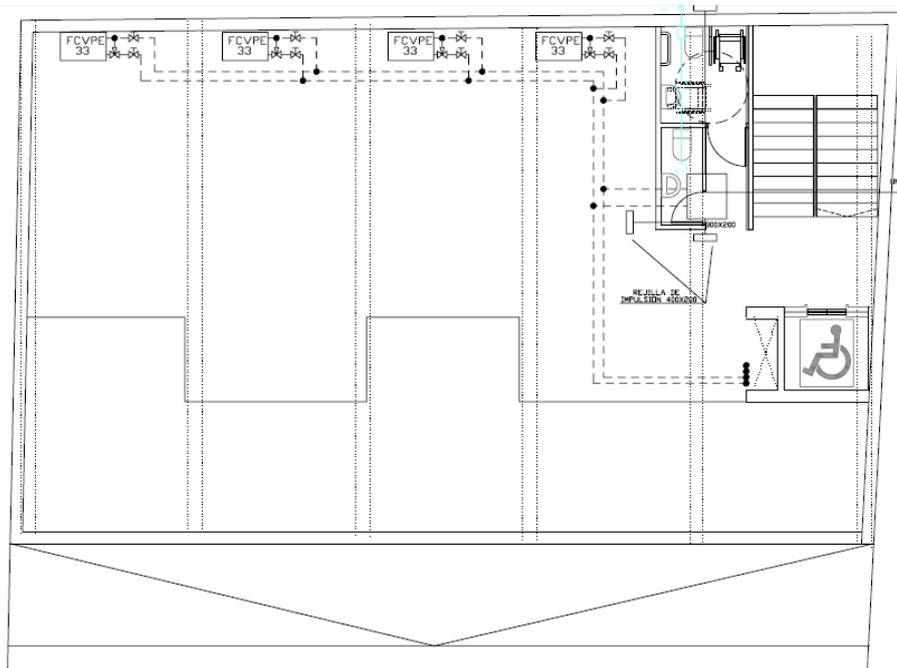


Ilustración 44: Fan-coils Tercera Planta

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

A continuación se expone una tabla resumen donde indica la potencia de refrigeración y calefacción total instalada en cada una de las plantas del edificio.

	P Frigo Total (kW)	P Calorif (kW)	P Electrica (W)
<i>Sotano -2</i>	-	-	-
<i>Sotano -1</i>	42,80	46,80	950,00
<i>Planta Baja</i>	23,57	28,10	510,00
<i>Primera Planta</i>	21,89	34,70	460,00
<i>Segunda Planta</i>	26,83	32,30	560,00
<i>Tercera Planta</i>	14,48	19,60	310,00
	Potencia total eléctrica		2,79 kW
	Potencia total refrigeración		129,57 kW
	Potencia total calefacción		161,50 kW

4.1.3. Casa del estudiante en CALENER GT

Tras terminar de trabajar con el edificio en CALENER VYP se continuó con la exportación a CALENER GT de los datos de envolvente del edificio, proceso que se realiza de forma automática.

Cuando ya se tiene el proyecto en CALENER GT, se comprueba que no ha habido errores y que también se han exportado los elementos de sombra.

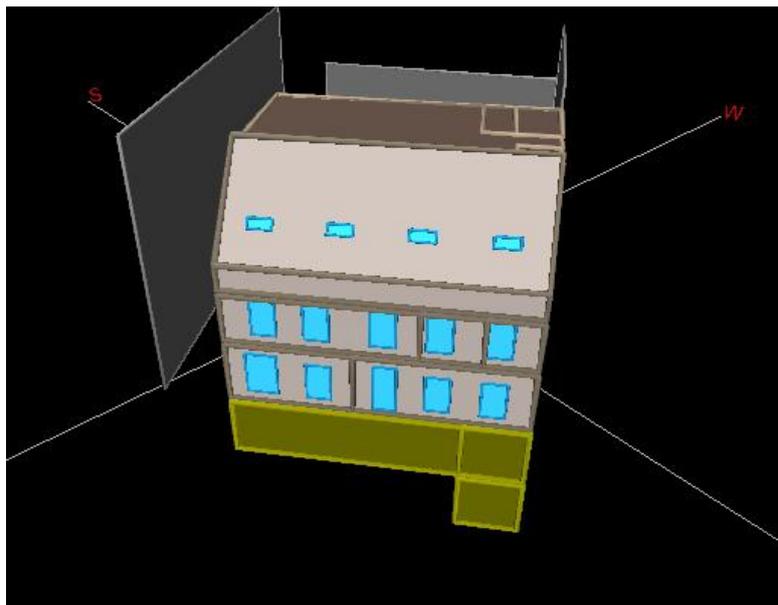


Ilustración 45: Casa del Estudiante CALENER GT

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

4.2. Resultados CALENER GT

El objetivo de CALENER GT es el análisis del edificio desde el punto de vista de las emisiones de CO₂. En el resultado obtenido tiene influencia la envolvente térmica del edificio que determina su demanda energética, las características ocupacionales y funcionales, y por el rendimiento de los equipos utilizados para cubrir la demanda energética.

Una vez definido completamente el edificio mediante CALENER GT, se califica, obteniéndose en este caso una calificación E. Finalmente la etiqueta obtenida sin considerar mejoras en el edificio se observa en la siguiente figura:

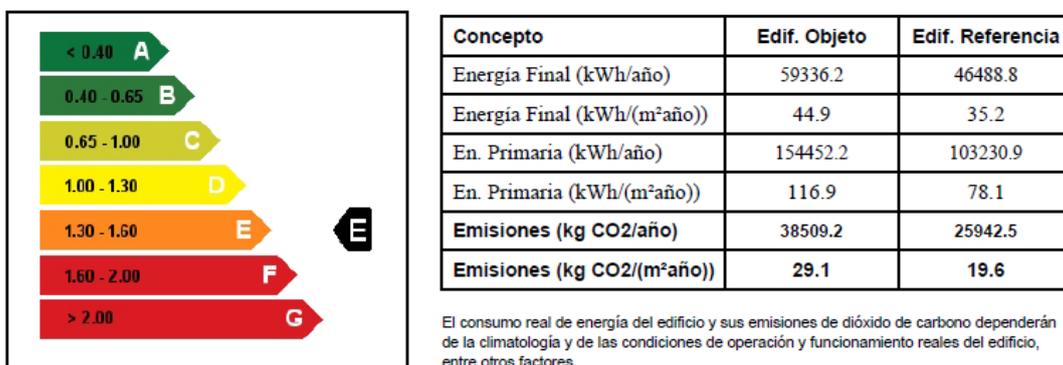


Ilustración 46: Calificación energética CALENER GT

CALENER GT basa la calificación energética del edificio en el cálculo previo de los indicadores de eficiencia energética o indicadores energéticos del edificio. El programa calcula 6 indicadores de eficiencia energética basados en los siguientes conceptos:

- Demanda de calefacción: Esta demanda es la demanda de calefacción a temperatura constante (22.5 °C) para todo el año (sin ninguna parada) de todos los espacios del edificio.
- Demanda de refrigeración: Esta demanda es la demanda de refrigeración a temperatura constante (22.5 °C) para todo el año (sin ninguna parada) de todos los espacios del edificio.
- Emisiones de climatización: Son las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de energía de todos los equipos utilizados para dar calefacción, refrigeración y ventilación.
- Emisiones de ACS: Son las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de energía de todos los equipos utilizados para dar el servicio de agua caliente sanitaria.
- Emisiones de Iluminación: Son las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de energía de todas las luminarias presentes en el edificio.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

- Emisiones Totales: Son las emisiones de CO₂ asociadas a todo el consumo de energía del edificio. Es por tanto igual a la suma de los tres conceptos de emisiones anteriormente mencionados.

Los indicadores de eficiencia energética son el resultado de dividir el concepto que califican para el edificio definido por el usuario (edificio objeto) por el valor del mismo concepto para el edificio de referencia. Así, por ejemplo, el indicador de eficiencia energética para las emisiones totales será igual a las emisiones de CO₂ del edificio objeto dividido por las emisiones de CO₂ del edificio de referencia.

2. RESUMEN INDICADORES ENERGÉTICOS ANUALES

Indicador Energético	Edif. Objeto	Edif. Referencia	Índice	Calificación
Demanda Calef. (kW-h/m ²)	60.3	30.6	1.97	F
Demanda Refri. (kW-h/m ²)	59.4	55.0	1.08	D
Energía Primaria (kW-h/m ²)	116.9	78.1	1.50	E
Emisiones Climat. (kg CO ₂ /m ²)	15.0	8.7	1.72	F
Emisiones ACS (kg CO ₂ /m ²)	0.0	0.0	-1.00	-
Emisiones Ilum. (kg CO ₂ /m ²)	14.1	10.9	1.30	D
Emisiones Tot. (kg CO₂/m²)	29.1	19.6	1.48	E

Ilustración 47: Indicadores energéticos

Si el indicador de un edificio es mayor que 1 esto significa que la cantidad de CO₂ emitida por el edificio objeto es mayor que la emitida por el edificio de referencia.

Los indicadores de demanda de calefacción y refrigeración se incluyen para dar al usuario una idea cualitativa de la calidad térmica de la envolvente del edificio en los regímenes de calefacción y refrigeración.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

4.2.1. Análisis de las emisiones del edificio

Análisis Anual

El factor que más participa en la emisión de CO₂ a la atmósfera es claramente la iluminación del edificio, seguida de las emisiones debidas a la refrigeración, y por los fan coils como principales factores a tener en cuenta a la hora de obtener las mejoras del edificio.

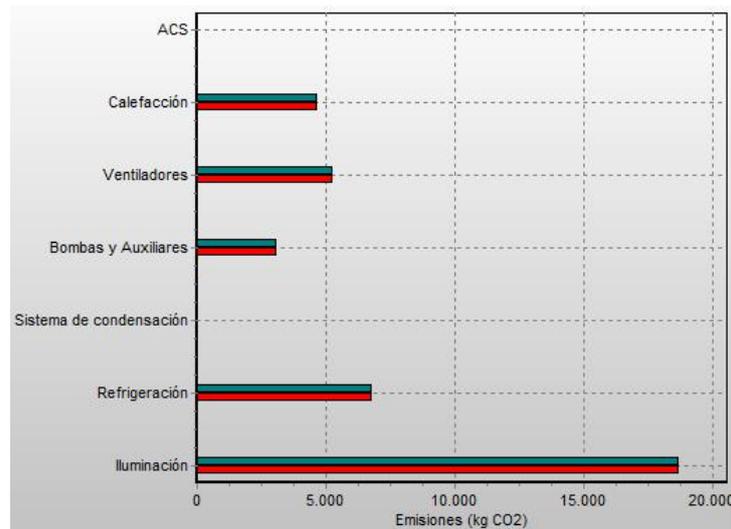


Ilustración 48: Fuentes de emisiones anuales de CO₂

Los valores de las emisiones en Kg de CO₂ son las siguientes:

	Electricidad	[TODOS]
Iluminación	18683,7	18683,7
Refrigeración	6808,5	6808,5
Sistema de condensación	0,0	0,0
Bombas y Auxiliares	3082,3	3082,3
Ventiladores	5285,3	5285,3
Calefacción	4649,4	4649,4
ACS	0,0	0,0
TOTAL	38509,2	38509,2

Ilustración 49: Emisiones en Kg de CO₂

A continuación se obtiene lo que aporta cada uno con respecto al total:

Iluminación	18683,7 Kg de CO ₂	48,52%
Refrigeración	6808,5 Kg de CO ₂	17,68%
Bombas y Auxiliares	3082,3 Kg de CO ₂	8,00%
Ventiladores	5285,3 Kg de CO ₂	13,72%
Calefacción	4649,4 Kg de CO ₂	12,07%
TOTAL	38509,2	

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Se observa una clara necesidad de incidir en el factor de la iluminación como foco de reducción de emisión y posible punto de mejora de la eficiencia energética del edificio

Análisis Mensual

Con CALENER GT es posible obtener valores mensuales de emisiones, se ven picos en la tendencia justo en los meses donde comienza la demanda de refrigeración del edificio. Este cambio se debe a un mes cuya media de temperatura en horario de ocupación superaba los 22°C, que ha sido el caso de abril. Cuando la media de temperatura en horario de ocupación ha sido inferior a 22°C se ha establecido el cambio a calefacción, incorporada así en el mes de octubre. Aunque en el grafico no podemos considerar un cambio significativo en la demanda de los ventiladores ya que sea en calefacción o refrigeración siempre están funcionando, exceptuando el mes de agosto que el edificio está cerrado, y se mantienen sus emisiones de manera constante durante todo el año.

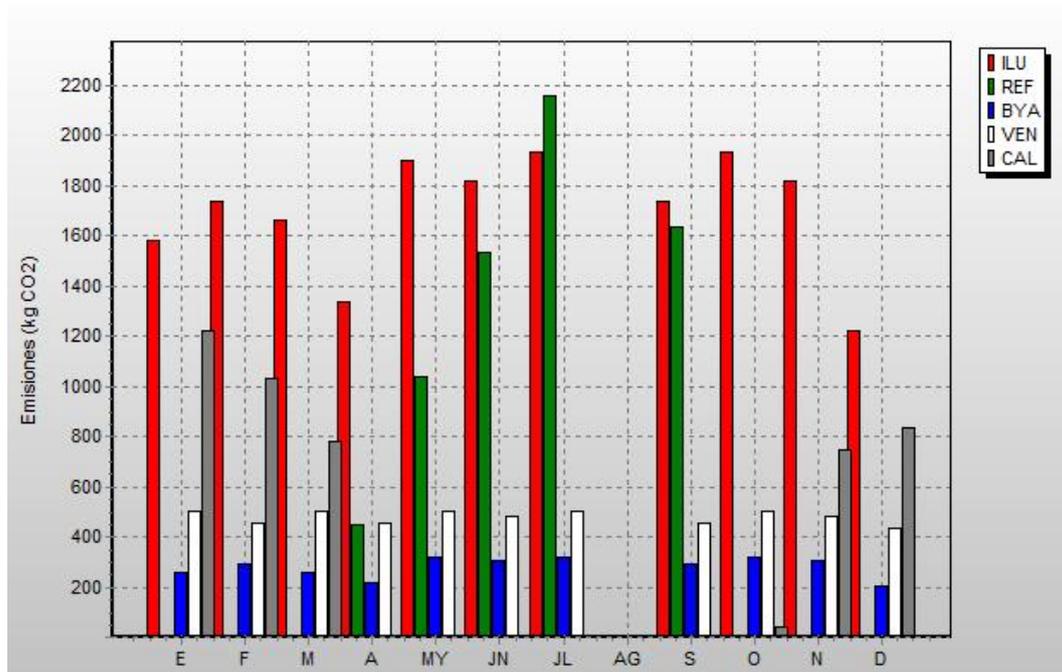


Ilustración 50: Fuentes de emisiones mensuales

Se distinguen disminuciones en las emisiones coincidentes con periodo vacacional, como es el caso de diciembre y enero, afectados por unas semanas de desocupación por Navidad, y en el mes de abril, por la festividad de Semana Santa.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

4.2.2. Sobre-Dimensionado de la climatización del edificio

Según el RITE (IT 1.2.4.1.): La potencia que suministren las unidades de producción de calor o frío que utilicen energías convencionales se ajustará a la demanda máxima simultánea de las instalaciones servidas, considerando las ganancias o pérdidas de calor a través de las redes de tuberías de los fluidos portadores, así como el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de los fluidos.

Como ya se ha comentado en el apartado de Subsistemas Primarios, la planta enfriadora genera 153 kW de calefacción y 142 kw de refrigeración. Para comprobar si el edificio cumple con el RITE se hace un recuento de los Fan-coils instalados en el edificio obtenemos la siguiente potencia térmica instalada:

Potencia Total Refrigeración	129,57 kW
Potencia total Calefacción	161,50 kW

Esto indica que la instalación está bien dimensionado ya que hay casi la misma potencia térmica instalada por parte de los fancoils de la que la propia planta enfriadora puede generar.

Para poder comprobar la demanda del edificio se puede usar CALENER GT para hacer un cálculo de cargas detallado del edificio. Para poder obtener las cargas de refrigeración simulamos con una temperatura de consigna de 25°C.

TIME	COOLING LOAD				HEATING LOAD			
	JUL 30		6PM		JAN 29		8AM	
DRY-BULB TEMP	90 F		32 C		38 F		3 C	
WET-BULB TEMP	74 F		23 C		36 F		2 C	
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	202 BTU/H. SQFT		636 W/M2		0 BTU/H. SQFT		0 W/M2	
WINDSPEED AT SPACE	8.8 KTS		4.5 M/S		8.8 KTS		4.5 M/S	
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	0				0			

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	16.139	4.729	0.000	0.000	-40.099	-11.749
ROOF CONDUCTION	3.289	0.964	0.000	0.000	-13.758	-4.031
WINDOW GLASS+FRM COND	5.846	1.713	0.000	0.000	-20.502	-6.007
WINDOW GLASS SOLAR	23.795	6.972	0.000	0.000	3.695	1.083
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	-16.354	-4.792	0.000	0.000	-16.354	-4.792
OCCUPANTS TO SPACE	40.915	11.988	39.930	11.699	0.594	0.174
LIGHT TO SPACE	30.732	9.004	0.000	0.000	0.535	0.157
EQUIPMENT TO SPACE	6.553	1.920	0.000	0.000	0.149	0.044
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	13.282	3.892	23.231	6.807	-39.846	-11.675
TOTAL	124.196	36.390	63.161	18.506	-125.586	-36.797
TOTAL / AREA	0.011	0.036	0.006	0.018	-0.011	-0.036
TOTAL LOAD	187.358 KBTU/H		54.896 KW		-125.586 KBTU/H	
TOTAL LOAD / AREA	17.06 BTU/H. SQFT		53.820 W/M2		11.439 BTU/H. SQFT	

Ilustración 51: Cargas de refrigeración

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

A continuación para poder obtener las cargas de calefacción se debe de simular para 21°C:

TIME	COOLING LOAD				HEATING LOAD			
	JUL 30		6PM		JAN 29		8AM	
DRY-BULB TEMP	90 F		32 C		38 F		3 C	
WET-BULB TEMP	74 F		23 C		36 F		2 C	
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD	202 BTU/H.SQFT		636 W/M2		0 BTU/H.SQFT		0 W/M2	
WINDSPEED AT SPACE	8.8 KTS		4.5 M/S		8.8 KTS		4.5 M/S	
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10	0				0			

	SENSIBLE (KBTU/H)		LATENT (KBTU/H)		SENSIBLE (KBTU/H)	
	(KW)	(KW)	(KW)	(KW)	(KW)	(KW)
WALL CONDUCTION	24.107	7.063	0.000	0.000	-32.198	-9.434
ROOF CONDUCTION	6.739	1.975	0.000	0.000	-10.314	-3.022
WINDOW GLASS+FRM COND	9.874	2.893	0.000	0.000	-16.530	-4.843
WINDOW GLASS SOLAR	23.795	6.972	0.000	0.000	3.695	1.083
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	-8.398	-2.461	0.000	0.000	-8.398	-2.461
OCCUPANTS TO SPACE	40.915	11.988	39.930	11.699	0.594	0.174
LIGHT TO SPACE	30.732	9.004	0.000	0.000	0.535	0.157
EQUIPMENT TO SPACE	6.553	1.920	0.000	0.000	0.149	0.044
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	20.638	6.047	23.231	6.807	-32.490	-9.520
TOTAL	154.955	45.402	63.161	18.506	-94.956	-27.822
TOTAL / AREA	0.014	0.045	0.006	0.018	-0.009	-0.027
TOTAL LOAD	218.117 KBTU/H		63.908 KW		-94.956 KBTU/H	-27.822 KW
TOTAL LOAD / AREA	19.87 BTU/H.SQFT		62.656 W/M2		8.649 BTU/H.SQFT	27.277 W/M2

Ilustración 52: Cargas de calefacción

Observando los resultados del cálculo de cargas con CALENER GT, se observa como la planta enfriadora que está en la azotea del edificio está sobre-dimensionada, ya que la demanda de refrigeración es tres veces menor que los 142 kW instalados y la demanda de calefacción es 5 veces menor que los 153 kW que se dimensionaron.

Cabe destacar que una de las razones por las que la carga es tan baja es porque el edificio no tiene sistema de renovación de aire, de forma que la única entrada de aire exterior que se ha considerado son las infiltraciones (0.5 renov/hr) y que si el edificio tuviese un sistema de ventilación que cumpliera con RITE las exigencias de ventilación serían mucho mayores y eso elevaría la carga tanto en verano como especialmente en invierno.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

5. Análisis del edificio con CE3X

Este procedimiento de certificación consiste en la obtención de la etiqueta de eficiencia energética, incluida en el documento de certificación generado automáticamente por la herramienta informática, que indica la calificación asignada al edificio dentro de una escala de siete letras, que va desde la letra A (edificio más eficiente) a la letra G (edificio menos eficiente).

El programa se fundamenta en la comparación del edificio objeto de la certificación y una 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 CALENER. La base de datos es lo suficientemente amplia para cubrir cualquier caso del parque edificatorio español. Cuando se introducen los datos del edificio objeto, el programa parametriza dichas variables y las compara con las características de los casos recogidos en la base de datos.

De esta forma, el software busca las simulaciones con características más similares a las del edificio objeto e interpola respecto a ellas las demandas de calefacción y refrigeración, obteniendo así las demandas de calefacción y refrigeración del edificio objeto.

En la Ilustración 53: Estructura del procedimiento de certificación CE3X se puede observar un árbol que estructura el procedimiento de certificación con CE3X. Ilustra de una forma clara y sencilla cada uno de los pasos que se deben tener en cuenta para realizar el procedimiento de certificación simplificado. Como se observa, es un procedimiento muy similar al que se ha seguido con CALENER.

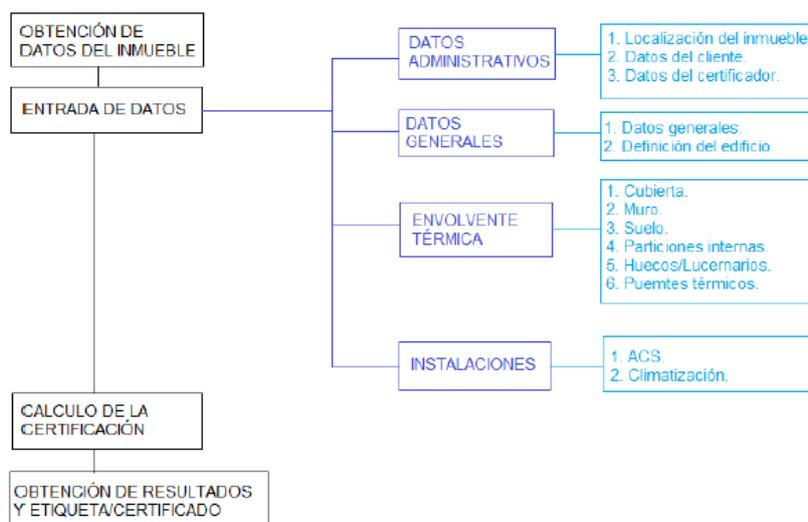


Ilustración 53: Estructura del procedimiento de certificación CE3X

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

5.1. Datos administrativos

En primer lugar se introducen los datos administrativos del proyecto de certificación. Los datos que se requieren son los de la ubicación del edificio, los del certificador y los del cliente.

Localización e identificación del edificio: identifica cuál es el edificio objeto de la certificación a través de datos tales como identificación del edificio, dirección, provincia/comunidad autónoma y localidad.

Al ser un edificio existente, es necesaria la referencia catastral que se obtiene en la Ilustración 2: Datos de la finca donde se encuentra el inmueble.

Localización e identificación del edificio			
Nombre del edificio	Casa del Estudiante		
Dirección	Calle Angel, Número 25		
Provincia/Ciudad autónoma	Murcia	Localidad	Cartagena
Referencia Catastral	8337702G7683N0001FK	Código Postal	30203

Ilustración 54: Localización e identificación del edificio

Datos del cliente: determina quién realiza el encargo de certificación del edificio, así como la forma de contactar con el cliente a través de sus datos: nombre o razón social, persona de contacto, dirección, teléfono y e-mail.

Datos del cliente			
Nombre o razón social	UPCT		
Dirección	Calle Angel, Número 25		
Provincia/Ciudad autónoma	Murcia	Localidad	Cartagena
Teléfono		Código Postal	30203
E-mail			

Ilustración 55: Datos del cliente

Datos del certificador: dejan constancia de la identidad de la persona o razón social que se hace responsable de los datos introducidos en el programa tras la inspección del edificio para la obtención de la certificación del edificio existente. Los datos del certificador indicarán la empresa que certifica el edificio, el autor (nombre de la persona que la realiza), teléfono y e-mail de contacto de la empresa certificadora.

Datos del técnico certificador			
Nombre y Apellidos	Oscar Baño lorenzo	NIF	48658072P
Razón social	UPCT	CIF	0000000
Dirección	Calle Alquibla Numero 22		
Provincia/Ciudad autónoma	Murcia	Localidad	El Palmar
Teléfono	690991026	Código Postal	30120
E-mail	oscar.bano.lorenzo@gmail.com		
Titulación habilitante según normativa vigente	Graduado en Ingeniería Mecánica		

Ilustración 56: Datos del técnico administrador

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.***5.2. Datos generales**

Los datos generales del edificio existente son aquellos datos imprescindibles para la obtención de la calificación y que afectan directamente a su valor final.

Datos generales

Normativa vigente	C.T.E. ?	Año construcción	2013			
Tipo de edificio	Edificio completo	Perfil de uso	Intensidad Alta - 12h			
Provincia/Ciudad autónoma	Murcia	Localidad	Cartagena	Zona climática	HE-1 B3	HE-4 / HE-5 IV

Ilustración 57: Datos generales

Normativa vigente: en función del año de construcción del edificio, se tendrá una u otra normativa vigente en el momento en que se construyó este.

Existen tres periodos diferenciados: anterior a la entrada en vigor de la NBE CT-79 (antes de 1981), durante la vigencia de la NBE CT-79 (entre 1981 y 2008) y a partir de la entrada en vigor del DB HE1 del CTE (después del 2008).

En este caso el edificio al ser de 2008 la normativa que CE3X tiene en cuenta es la Normativa Básica del Código Técnico actual.

Tipo de edificio: El programa CE3X da dos opciones posibles, certificar el edificio completo o certificar un local. En el caso objeto de estudio se escoge la opción de certificar el edificio completo.

Perfil de uso: en el caso de edificio terciario se diferencia en dicho apartado la intensidad de uso del edificio baja, media y alta y las horas diarias de funcionamiento del mismo 8, 12, 16 o 24 horas. Para este caso, al ser de uso por parte del alumnado universitario y teniendo en cuenta su hora de apertura y cierre, se requiere de una intensidad media para 12 horas al día.

Zona climática: a partir de los datos de ubicación de provincia y localidad el programa asigna al proyecto una zona climática, que en este caso es “B3” según el HE-1 y “IV” según el HE-4-5.

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.***5.2.1. Definición del edificio**

Se trata de aquellos datos generales que describen el inmueble a certificar y que son indispensables para la obtención de su calificación.

Definición edificio

Superficie útil habitable	<input type="text" value="1019,9"/>	m ²
Altura libre de planta	<input type="text" value="3,3"/>	m
Número de plantas habitables	<input type="text" value="4"/>	
Consumo total diario de ACS	<input type="text" value="0"/>	l/día
Masa de las particiones	<input type="text" value="Ligera"/>	
<input type="checkbox"/> Se ha ensayado la estanqueidad del edificio		

Ilustración 58: Definición del edificio

Superficie útil habitable: hace referencia a la superficie del edificio que se está certificando, es decir el sumatorio de las superficies de los espacios de las cinco plantas. Está formada por la superficie en planta que se encuentra dentro de la envolvente térmica del edificio. En este caso asciende a 1019,99 m².

Altura libre de planta: Se medirá dicha longitud de la cara superior del suelo a la cara inferior del falso techo. En aquellos casos en los que existan zonas con diferentes alturas libres se introducirá la altura media ponderada en función de su superficie. En este caso es de 3,3 m.

Número de plantas habitables: Cuatro plantas (sótano -1, planta baja, primera planta, segunda planta y tercera planta).

Masa de las particiones: necesaria para consideraciones de inercia térmica en las particiones interiores entre espacios habitables (no son parte de la envolvente térmica del edificio). Se seleccionará la masa media de las particiones interiores distinguiendo entre:

- Masa ligera: particiones interiores de placa de yeso.
- Masa media: ladrillo hueco.
- Masa pesada: ladrillo macizo.

En el caso de las particiones del inmueble que se certifica, la opción elegida es “masa ligera”.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

5.3. Envoltente térmica

La envoltente térmica está compuesta por todos los cerramientos que limitan entre espacios habitables y el ambiente exterior (aire, terreno, otro inmueble) y todas las particiones interiores que limitan entre los espacios habitables y los espacios no habitables.

Para caracterizar cada uno de los muros de la envoltente térmica se deben introducir sus valores característicos como ya se hizo en el apartado 3.4. Composición de los cerramientos del edificio, es decir, se deben aproximar el valor de su transmitancia térmica (U). Por tanto para poder definir su transmitancia se escoge la opción Valor conocido (ensayado/justificado). Se utilizará en aquellos casos en los cuales se pueda determinar el valor de transmitancia térmica real.

Cuando un cerramiento se introduzca a través de valor conocido el programa solicitará o bien el valor de la transmitancia térmica (U), junto con la masa del cerramiento por m² o bien en aquellos casos en los cuales se disponga de la composición del cerramiento, podrá utilizarse la librería de cerramientos para la determinación de su transmitancia térmica (creando la composición del cerramiento mediante un conjunto de materiales).

5.3.1. Composición de los cerramientos

Las propiedades de los cerramientos son conocidos ya que se han definido con anterioridad en otros procedimientos de cálculo. Se recuerdan las propiedades mediante un extracto del informe obtenido con anterioridad para cada cerramiento.

Nombre	Tipo	U (W/(m ² K))	Peso (kg/m ²)	Color
Fachada Principal Ladrillo-C	Transitorio	1,01	611,70	0,70
I_Fachada Principal Ladrillo-C	Transitorio	1,01	611,70	0,70
Fachada Chapa-C	Transitorio	0,39	50,40	0,70
I_Fachada Chapa-C	Transitorio	0,39	50,40	0,70
Solera-C	Transitorio	0,88	683,70	0,70
I_Solera-C	Transitorio	0,88	683,70	0,70
Muro Contacto Terreno-C	Transitorio	2,97	802,00	0,70
I_Muro Contacto Terreno-C	Transitorio	2,97	802,00	0,70
Forjado Planta -2-C	Transitorio	2,13	707,50	0,70
I_Forjado Planta -2-C	Transitorio	2,13	707,50	0,70
Forjado Planta -1 Interior-C	Transitorio	1,49	874,00	0,70
I_Forjado Planta -1 Interior-C	Transitorio	1,49	874,00	0,70
Forjado Planta -1 Exterior-C	Transitorio	1,44	786,50	0,70
I_Forjado Planta -1 Exterior-C	Transitorio	1,44	786,50	0,70
Forjado PB - P1-C	Transitorio	2,13	707,50	0,70
I_Forjado PB - P1-C	Transitorio	2,13	707,50	0,70
Forjado P2-C	Transitorio	2,39	907,50	0,70
I_Forjado P2-C	Transitorio	2,39	907,50	0,70

Ilustración 59: Composición cerramientos casa del estudiante

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

5.3.2. Cerramientos

La definición de las dimensiones de los cerramientos se ha llevado a cabo mediante áreas, para cada una de las fachadas, conociendo la longitud y la altura del cerramiento.

La Ilustración 60. Definición fachada de chapa lateral corresponde al ejemplo de cada una de las fachadas definidas en el edificio.

Muro de fachada

Nombre	Fachada Chapa Lateral	Zona	Edificio Objeto
Dimensiones		Características	
Superficie	154,3 m ²	Orientación	SE
Longitud	m	Patrón de sombras	Fachada Lateral
Altura	m		
Parámetros característicos del cerramiento			
Propiedades térmicas	Conocidas	Transmitancia térmica	0,39 W/m ² K
<input checked="" type="radio"/> Transmitancia térmica	0,39 W/m ² K	Masa/m ²	50,40 kg/m ²
<input type="radio"/> Librería cerramientos			

Ilustración 60. Definición fachada de chapa lateral

Se deben definir cada una de las fachadas que corresponde a cada una de las orientaciones del edificio:

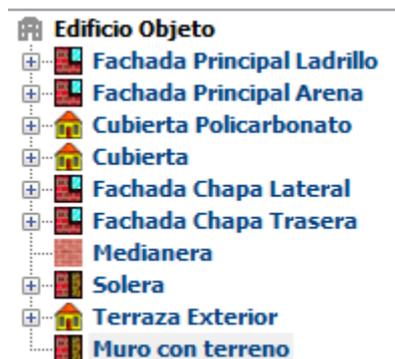


Ilustración 61: Definición fachadas del edificio

Las ventanas y lucernarios se deben crear sobre cada una de las fachadas sobre las que se encuentran. Para caracterizar los huecos de ventana y puerta se deben introducir sus dimensiones y su multiplicador para que el software cree el número exacto de este tipo que hay en ese muro de fachada. Se eligen los materiales de vidrio y marco utilizados (por librería), así como el porcentaje de marco; así conoceremos el valor de la transmitancia térmica. Otras características que se introducen son la permeabilidad del hueco y la absortividad del marco para la radiación α (en función del color y tono de este).

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Hueco/Lucernario

Nombre	Ventana 2.5x1.5_NE_FPL	
Cerramiento asociado	Fachada Principal Ladrillo	
	Orientación	NE

Dimensiones		Características	
Longitud	2.5	m	
Altura	1.5	m	
Multiplicador	3		
Superficie	11.25	m ²	
Porcentaje de marco	12.9	%	
	Permeabilidad del hueco	Estanco	50 m ³ /hm ²
	Absortividad del marco	α	0.65
	<input type="checkbox"/> Dispositivo de protección solar	Dispositivo de protección solar	
	Patrón de sombras	Sin patrón	
	<input type="checkbox"/> Doble ventana		

Parámetros característicos del hueco	
Propiedades térmicas	Conocidas
U vidrio	3.3 W/m ² K
g vidrio	0.75
U marco	5.7 W/m ² K

Ilustración 62: Ejemplo definición hueco fachada principal de ladrillo

5.3.3. Puentes térmicos

Los puentes térmicos son aquellas uniones de los diferentes cerramientos entre sí, con pilares, con marcos de ventanas, con huecos, puertas, persiana. Existen catorce tipos diferentes de puentes térmicos en este software, que se pueden crear conociendo el valor, o introduciendo el valor por defecto.

Se deben seleccionar los diferentes tipos existentes y el cerramiento al que está asociado; así como la longitud de cada uno de ellos, a partir de estos datos, CE3X genera el valor de la transmitancia térmica lineal (ψ ; W/m²*K) asociada a cada uno de estos.

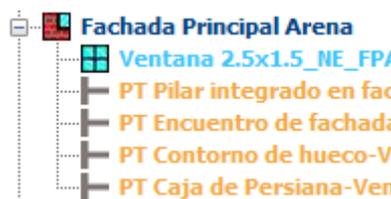


Ilustración 63: Puentes térmicos fachada principal

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

5.4. Definición de las instalaciones

A continuación se exponen los diferentes equipos que cubren las demandas de iluminación y climatización en general del inmueble que nos ocupa.

Edificio Objeto

- Planta Enfriadora (30RH-160)
- Iluminación
- Fan Coils Calefacción
- Fan Coils Refrigeración
- Bomba Calefacción
- Bomba Refrigeración

Instalaciones del edificio

- Equipo de ACS
- Equipo de sólo calefacción
- Equipo de sólo refrigeración
- Equipo de calefacción y refrigeración
- Equipo mixto de calefacción y ACS
- Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS
- Contribuciones energéticas
- Equipos de iluminación
- Equipos de aire primario
- Ventiladores
- Equipos de bombeo
- Torres de refrigeración

Equipo de calefacción y refrigeración

Nombre: Zona:

Características

Tipo de generador:

Tipo de combustible:

Demanda cubierta

	Calefacción	Refrigeración
Superficie (m2)	1019.9	1019.9
Porcentaje (%)	100	100

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional:

Antigüedad del equipo:

	Rendimiento nominal	%	Rendimiento medio estacional	%
Calefacción	334	%	224.1	%
Refrigeración	334	%	260.3	%

Ilustración 64: Definición de las instalaciones

Equipo de calefacción y refrigeración

En cuanto a refrigeración, se tiene un equipo de máquina frigorífica como se definen en el apartado 4.1.1.1. Características de las planta enfriadora. Con éste se cubre el 100% de la demanda.

En la Ilustración 65: Equipo de calefacción y refrigeración podemos observar las características de la planta enfriadora.

Equipo de calefacción y refrigeración

Nombre: Zona:

Características

Tipo de generador:

Tipo de combustible:

Demanda cubierta

	Calefacción	Refrigeración
Superficie (m2)	1019.9	1019.9
Porcentaje (%)	100	100

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional:

Antigüedad del equipo:

	Rendimiento nominal	%	Rendimiento medio estacional	%
Calefacción	334	%	224.1	%
Refrigeración	334	%	260.3	%

Ilustración 65: Equipo de calefacción y refrigeración

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Fan Coils calefacción y refrigeración

En cuanto a los ventiladores de los fan coils, se han dividido en ventiladores de calor y frío como se observa en la imagen siguiente. En esta imagen se reflejan todos los datos acerca de los ventiladores.

Ventiladores

Nombre Zona

Características

Tipo de ventilador

Servicio

Consumo energético anual

Consumo energético *Consumo energético anual* kWh

Potencia eléctrica kW

Número de horas de demanda h

Ilustración 66: Fan Coils en modo calefacción

Ventiladores

Nombre Zona

Características

Tipo de ventilador

Servicio

Consumo energético anual

Consumo energético *Consumo energético anual* kWh

Potencia eléctrica kW

Número de horas de demanda h

Ilustración 67: Fan Coils en modo refrigeración

Para poder determinar el número de horas de demanda se usa la estimación de horas de demanda que proporciona CE3X:

Número de horas de demanda

Estimación del número de horas de demanda

Potencia máxima instalación kW

Demanda energía anual kWh

Número de horas de demanda

Ilustración 68: Estimación del número de horas de demanda

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Se define la potencia máxima de la instalación como la potencia térmica instalada:

	<i>Fan Coils</i> (kW)	<i>Planta Enfriadora</i> (kW)
<i>Potencia Refrigeración</i>	129,57	142,00
<i>Potencia Calefacción</i>	161,50	153,00

Mientras que la demanda de energía anual es un dato que nos da CE3X si previamente realizamos la calificación.

Por tanto:

- Número de horas de demanda de calefacción: 916,4h
- Número de horas de demanda de refrigeración: 466,7h

Equipo de bombeo de calefacción y refrigeración

Hay un equipo de bombeo, pero se define tanto para frío como para calor. El consumo de estos ha sido calculado para igual que en el caso anterior, ya que si los fan coils están funcionando el equipo de bombeo estará funcionando a la misma vez.

En la Ilustración 69: Equipos de bombeo se pueden observar los datos de las bombas seleccionadas para el inmueble.

Equipos de bombeo

Nombre: Bomba Calefacción Zona: Edificio Objeto

Características

Tipo de bomba: Bomba de caudal constante

Servicio: Calefacción

Consumo energético anual

Consumo energético: Estimado Consumo energético anual: 1447,9 kWh

Potencia eléctrica: 1,58 kW

Número de horas de demanda: 916,4 h ?

Equipos de bombeo

Nombre: Bomba Refrigeración Zona: Edificio Objeto

Características

Tipo de bomba: Bomba de caudal constante

Servicio: Refrigeración

Consumo energético anual

Consumo energético: Estimado Consumo energético anual: 737,4 kWh

Potencia eléctrica: 1,58 kW

Número de horas de demanda: 466,7 h ?

Ilustración 69: Equipos de bombeo

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.**Iluminación*

La demanda de electricidad del inmueble asciende a 16047 W, con una iluminancia media horizontal de 500 lux. En la Ilustración 70: Iluminación CE3X se pueden observar las características de la iluminación.

Equipos de iluminación

Nombre	<input type="text" value="Iluminación"/>	Zona	<input type="text" value="Edificio Objeto"/>
<i>Características</i>			
Superficie zona	<input type="text" value="1019.9"/> m2	<input checked="" type="radio"/> Sin control de la iluminación	<input type="radio"/> Con control de la iluminación
<i>Eficiencia energética</i>			
<input type="checkbox"/> Zona de representación	Actividad	<input type="text" value="Administrativo en general"/>	
Definir características	<input type="text" value="Conocido(ensayado/justificado)"/>		
Potencia instalada	<input type="text" value="16047.00"/> W		
Iluminancia media horizontal	<input type="text" value="500"/> lux		

Ilustración 70: Iluminación CE3X

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

5.5. Resultados con CE3X y comparación con CALENER GT

La calificación obtenida mediante el procedimiento simplificado es mejor a la obtenida con el programa CALENER GT. Se obtiene una calificación de letra C, frente a la letra E obtenida por CALENER GT.

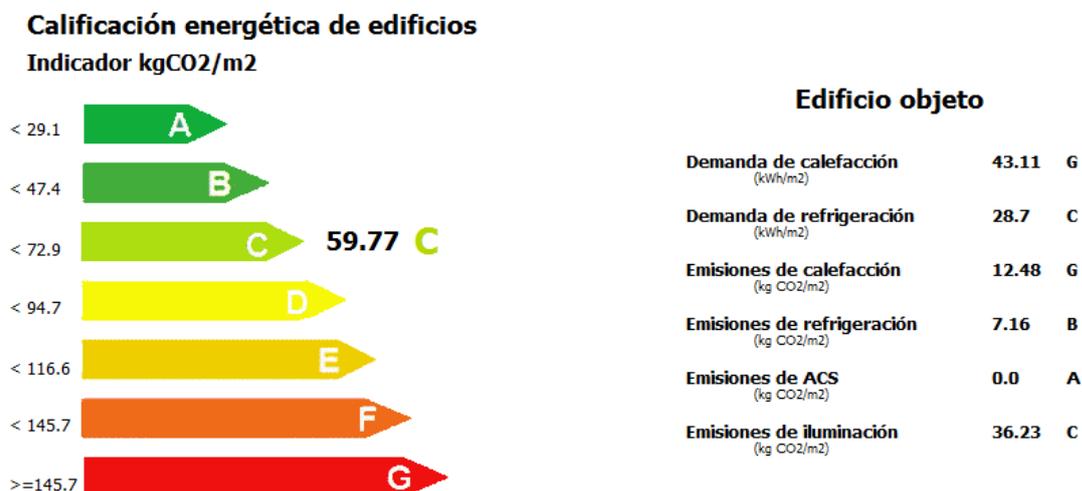


Ilustración 71: Etiqueta CE3X

Así mediante el procedimiento simplificado la demanda de calefacción ha cambiado de una letra F a una letra G, y la demanda de refrigeración de una letra D a una letra C.

	CALENER GT	CE3X
DEMANDA CALEFACCIÓN (kWh/m ² año)	60,3 (F)	43,11 (G)
DEMANDA REFRIGERACIÓN (kWh/m ² año)	59,4 (D)	28,7 (C)

Las demandas totales por metro cuadrado de calefacción y refrigeración para cada uno de los softwares son las siguientes:

- Demanda total (R+C) CALENER GT: 119,7 kWh/m²año
- Demanda total (R+C) CE3X: 71,81 kWh/m²año

Se puede apreciar claramente que las diferencias entre ambos software son muy importantes, pues la demanda de calefacción obtenida con CE3X supone aproximadamente dos tercios de la obtenida con GT y la de refrigeración es prácticamente la mitad. Estas diferencias tan importantes se pueden explicar en base a dos razones:

En primer lugar, CALENER GT calcula la demanda para una temperatura de consigna fija de 22.5 °C, tanto para verano como para invierno. Esto provoca que tanto la demanda de refrigeración como la de calefacción sean mayores

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

que las obtenidas empleando CE3X, que calcula las demandas para una consigna de 20 °C en invierno y 25 °C en verano.

Por otro lado CE3X sí tiene en cuenta los puentes térmicos en la definición de cerramientos mientras que Calener GT no los considera. Parece que este efecto no es suficiente para compensar el aumento de demanda debido a las temperaturas de consigna consideradas por cada software, pero sí puede ayudar a explicar que las diferencias entre ambos software sean menores en invierno que en verano, pues la influencia de los puentes térmicos es mayor en invierno que en verano.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	59.77 C	CALEFACCIÓN	
		G	
		Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]
		12.48	0.00
		REFRIGERACIÓN	
		B	
Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² ·año]		Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]
59.77		7.16	36.2

2. RESUMEN INDICADORES ENERGÉTICOS ANUALES

Indicador Energético	Edif. Objeto	Edif. Referencia	Índice	Calificación
Demanda Calef. (kW·h/m ²)	60.3	30.6	1.97	F
Demanda Refri. (kW·h/m ²)	59.4	55.0	1.08	D
Energía Primaria (kW·h/m ²)	116.9	78.1	1.50	E
Emisiones Climat. (kg CO ₂ /m ²)	15.0	8.7	1.72	F
Emisiones ACS (kg CO ₂ /m ²)	0.0	0.0	-1.00	-
Emisiones Ilum. (kg CO ₂ /m ²)	14.1	10.9	1.30	D
Emisiones Tot. (kg CO ₂ /m ²)	29.1	19.6	1.48	E

Ilustración 72: Comparativa Emisiones CO₂

Cuando se analizan las emisiones de CO₂ se encuentran también diferencias importantes entre ambos software como se puede observar en la Ilustración 72: Comparativa Emisiones CO₂

Por un lado, al pasar de demanda a emisiones de climatización, las diferencias entre ambos software tienden a suavizarse, pues frente a los 15 kg CO₂/m² proporcionados por GT, CE3X proporciona un valor de 19.64 kg CO₂/m², pero es destacable el hecho de que en este caso las tendencias se invierten pues, a pesar de arrojar valores de demanda inferiores, CE3X proporciona valores de emisiones superiores a los de GT.

Parte de las diferencias encontradas pueden deberse a la forma tan diferente en que se definen las instalaciones en ambos software, pues mientras en GT se hace una

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

descripción detallada de todos los componentes, en CE3X la definición de las instalaciones se hace de forma muy simplificada.

Por otro lado, hay una diferencia muy importante en las emisiones debidas a la iluminación, pues las proporcionadas por CE3X casi triplican las dadas por GT, a pesar de que en ambos casos se ha definido el edificio con la misma potencia total instalada en iluminación. La explicación en este caso tampoco puede estar en los perfiles de uso empleados, pues en GT se han definido unos perfiles de iluminación que la mantienen al 100 % durante 13 horas diarias, mientras que aunque en CE3X esos perfiles no son configurables, responden a un uso muy similar, de 12 horas diarias al 100 %.

La geometría del inmueble influye en la superficie que se tiene en cuenta. Para CALENER GT se deben dar los puntos de cada una de las plantas y la altura de estas, debiendo ser lo más similar posible a la realidad. En cambio en CE3X, no hay que dar vértices. Simplemente crea un cubo de un volumen dado con los cerramientos introducidos. Cuando se crean los cerramientos se debe introducir la orientación de cada uno para que sepa cómo están colocados en el cubo.

Este programa solo necesita la superficie de los cerramientos exteriores y la superficie de las particiones interiores independientemente de la parte o altura en la que se encuentra.

Una diferencia importante entre ambos programas es que en CALENER GT se deben delimitar cada uno de los espacios (acondicionado, no acondicionado, no habitable) y en CE3X, solo se tiene en cuenta la superficie que separa un espacio calefactado de uno no calefactado, es decir, solo tiene en cuenta la superficie por la que se transmite calor a un espacio no calefactado.

En cuanto a las instalaciones, puesto que CE3X es un método simplificado, solo necesita los datos globales de las instalaciones, independientemente de la zona del inmueble a la que abastezcan. Para CALENER GT son necesarios los datos técnicos de las instalaciones y la zona a la que cada uno de estos abastece. Por lo tanto un sistema conformado por equipo de producción y unas unidades terminales está vinculado a un espacio de una determinada planta.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

6. Mejoras propuestas

En este apartado se analizarán todas las mejoras propuestas con el fin de evaluar su efecto sobre el conjunto del edificio y su viabilidad técnica y económica. A la vista de los resultados obtenidos con las herramientas CALENER GT y CE3X, se proponen tres posibles mejoras:

- Mejora de la envolvente.
- Mejora en el sistema de climatización.
- Mejora del aislamiento de la caja de la persiana.

Para analizar los resultados y mejoras se ha tenido en cuenta el procedimiento simplificado de CE3X que lleva incorporadas medidas de mejora por defecto que hacen más fácil introducirlas y comparar los resultados obtenidos.

6.1. Análisis de las mejoras

6.1.1. Mejora de la envolvente

A la vista de las características constructivas del edificio y de los resultados de CE3X y CALENER, trataremos de reducir la demanda energética actuando sobre la envolvente con un aislamiento termo-acústico insuflado en cámaras de aire. Este aislamiento tiene las siguientes propiedades:

Datos técnicos								
Característica	Símbolo	Especificación					Unidad d	Normativa
Reacción al fuego	Euroclase	A1 "no combustible"					-	EN 13501 - 1
Conductividad Térmica	λ	0.034					W/m.K	EN 12667
Resistencia térmica según espesor cavidad insuflada	R_e	50mm	60mm	70mm	80mm	100mm	m ² /K/W	
		1,45	1,75	2,05	2,35	2,90		

Ilustración 73: Propiedad aislante Supafil

Para ello se realiza la simulación en CE3X en el apartado de medidas de mejora:

Medida de mejora en el aislamiento térmico

Nombre:

Seleccionar elementos de la envolvente donde se mejora el aislamiento térmico

Fachada por el exterior

Cubierta por el interior

Suelo

Partición interior

Definición de las nuevas características de los cerramientos

Nuevo valor de transmitancia térmica U W/m²K

Características del aislamiento añadido λ W/mK Espesor m

Ilustración 74: Mejora en el aislamiento térmico

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

6.1.2. Mejora del aislamiento caja persiana

Las cajas de persiana también son un punto débil de las fachadas de los edificios. Al encajar la caja en el muro exterior de fachada estamos reduciendo su sección en la mayoría de las situaciones, reduciendo así su capacidad de aislamiento.

Existen soluciones en el mercado que reducen estas pérdidas de calor, tanto para obra nueva como en rehabilitación. La marca alemana Beck & Heun propone la siguiente solución:

TERMO-FLEX es un producto que consiste en un panel de EPS (WLG035, $\lambda=0,035\text{W/mK}$), una capa de difusión y un panel de NEOPOR (WLG031, $\lambda=0,031\text{W/mK}$).

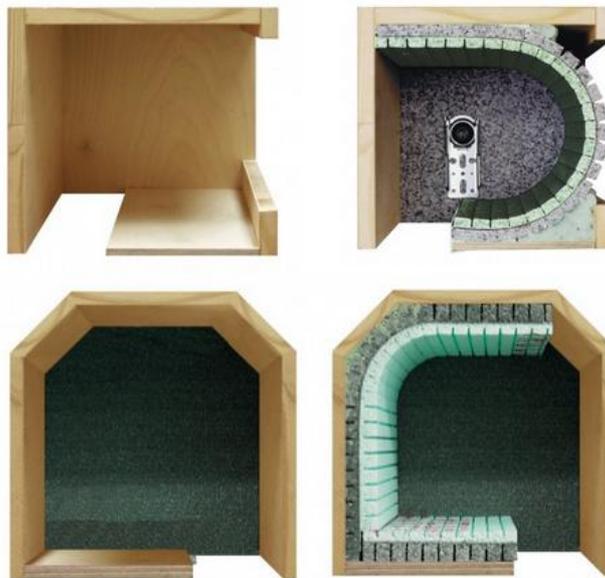


Ilustración 75: Aislamiento de la persiana

6.1.3. Mejora de los sistemas de climatización

Analizando los resultados obtenidos con CALENER GT y CE3X observamos la alta demanda de energías debida a la calefacción y refrigeración del edificio:

	CE3X
DEMANDA CALEFACCIÓN (kWh/m ² año)	43,11 (G)
DEMANDA REFRIGERACIÓN (kWh/m ² año)	28,7 (C)

La mejora propuesta en los sistemas de climatización consiste en diseñar una instalación solar térmica y una máquina de absorción alimentada con gas natural.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ENFRIADORA DE ABSORCIÓN						
FUNCIONAMIENTO EN REFRIGERACIÓN			RTCF 120-00	RTCF 180-00	RTCF 240-00	RTCF 300-00
Eficiencia uso gas	%		73,7	73,7	73,7	73,7
Potencia frigorífica útil	kW		47,48	71,22	94,96	118,7
Temperatura impulsión agua fría	°C		7,2			
Temperatura retorno agua fría	°C		12,7			
Caudal agua fría	nominal	l/h	5.470	8.205	10.940	13.675
Temperatura aire exterior (bulbo seco)	nominal	°C	35,0			
CARACTERÍSTICAS DE GAS						
Consumo de gas real		kW	47,48	71,22	94,96	23,74
Consumo volumétrico de gas combustible	GN (G20) nominal	m ³ /h	5,02	7,53	10,04	12,55
	Propano (G31) nominal	kg/h	3,71	5,57	7,42	9,28
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS						
Alimentación eléctrica	Tensión	V	380 o 230			
	Fases		Trifásica o Monofásica			
	Frecuencia	Hz	50			
Potencia eléctrica absorbida	Nominal	kW	1,64	2,46	3,28	4,10
DATOS FÍSICOS						
Nivel sonoro a 5 m	Estándar	dB(A)	58	60	61	62
	Silenciada	dB(A)	53	55	56	57
Presión máxima de trabajo circuitos agua		bar	4			
Conexión tuberías de agua		DN / "	50 / 2			
Conexión tuberías de gas		DN / "	40 / 1 1/2"			
Descarga válvula de seguridad		DN / "	50 / 2			
Dimensiones exteriores	Longitud	mm	2.315	3.610	4.905	6.490
	Anchura	mm	1.240	1.240	1.240	1.240
	Altura	mm	1.390	1.390	1.390	1.390
Peso	En funcionamiento	kg	820	1.270	1.700	2.120

Ilustración 76: Especificación técnica de enfriadora de absorción

Captador Solar de alta eficiencia - Línea Confort

PA - F

Dimensiones y Pesos

Largo Total	2.190 mm	Peso en vacío	41 Kg
Ancho Total	1.275 mm	Capacidad del fluido	1,5 l
Fondo	90 mm	Fluido caloportador	agua ó agua glicolada
Área Total	2,80 m ²	Tª de estancamiento	220 °C
Área de Apertura	2,59 m ²	Flexión máxima del captador	1.000 Pa
Área del Absorbedor	2,54 m ²		

Presiones de prueba y caudal recomendado

Presión de timbre	14 bar
Presión máxima de trabajo	10 bar
Caudal recomendado	45 l/h·m ²
Caida de presión (mm.c.a.)	2,24·qi ² +3,72·qi (l/min)

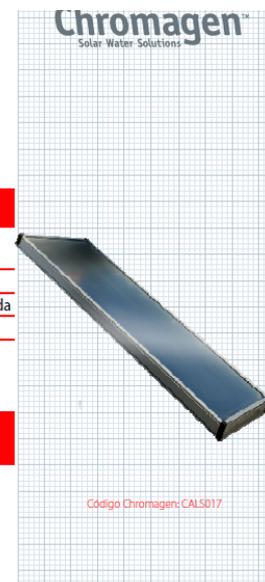


Ilustración 77: Especificación técnica panel solar

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Para ello se realiza la simulación en CE3X en el apartado de medidas de mejora considerando primero la mejora en la demanda de refrigeración:

Medida de mejora en la instalación de refrigeración

Nombre: Máquina de Absorción | Zona: Edificio Objeto

Características

Tipo de generador: Equipo de Rendimiento Constante | Tipo de combustible: Gas Natural

Demanda cubierta

Superficie (m2): 1321.07 | Porcentaje (%): 100

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional: Conocido (Ensayado/justificado) | Rendimiento medio estacional: 73.7 %

Ilustración 78: Medida de mejora refrigeración

Para tener en cuenta el consumo eléctrico de la máquina de absorción, se define en el CE3X una torre de refrigeración teniendo en cuenta el número de días que se requiere demanda de refrigeración:

Consumo de Maquina Absorción

Consumo del módulo de Absorción (kW)	3,28
h diarias que funcionarán	12
Dias demanda Frio	97
Consumo energético refrigeración (kWh)	7635,84

Medida de mejora en las torres de refrigeración

Nombre: Consumo eléctrico Maquina Absorción | Zona: Edificio Objeto

Características

Tipo de torre: Torre de refrigeración: 1 velocidad

Consumo energético anual

Consumo energético: Conocido (Ensayado/justificado) | Consumo energético anual: 7635,84 kWh

Ilustración 79: Consumo eléctrico máquina de absorción

En el caso de la demanda de calefacción cubierta mediante colectores solares se selecciona el apartado mejora de las contribuciones energéticas:

Medida de mejora de las contribuciones energéticas

Nombre: Colectores Solares | Zona: Edificio Objeto

Fuentes de energía renovable

Porcentaje de demanda de ACS cubierto: %

Porcentaje de demanda de calefacción cubierto: 100 %

Porcentaje de demanda de refrigeración cubierto: %

Ilustración 80: Medida de mejora calefacción

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Se ha encontrado un fallo en el procedimiento simplificado, ya que si en el apartado de porcentaje de demanda de calefacción cubierto se selecciona el 100% en el resultado final del conjunto de mejoras se observa que las emisiones de calefacción disminuyen en su totalidad. Pero esta no es una modelización realista, ya que los fan coils y la bomba del módulo hidráulico emiten emisiones de CO₂.

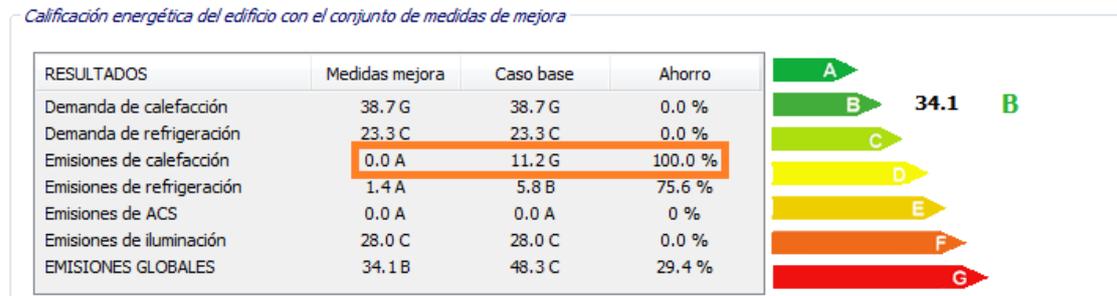


Ilustración 81: Etiqueta emisiones calefacción colectores solares

La solución adoptada en este caso ha sido obtener el porcentaje de energía, con respecto la energía final, sin tener en cuenta el correspondiente de la bomba y fan coils en modo calefacción y considerar que el porcentaje de demanda de calefacción cubierto coincide con este valor:

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES
 240.36 C	CALEFACCIÓN 2.02 G <i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>
	ACS 0.0 A <i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>
	REFRIGERACIÓN 0.41 B <i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>
	ILUMINACIÓN 0.69 C <i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>
Consumo global de energía primaria [kWh/m² año] 240.36	28.78 145.7

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
Fan Coils Calefacción	Velocidad constante	Calefacción	2556.80
Fan Coils Refrigeración	Velocidad constante	Refrigeración	1302.10
Bomba Calefacción	Velocidad constante	Calefacción	1447.90
Bomba Refrigeración	Velocidad constante	Refrigeración	818.30

Ilustración 82: Consumo energía de calefacción

Por tanto;

Fan coils + Bombas Calefacción: $1447.90 + 2556.80 = 3674.46$ kWh/año, considerando la superficie útil del edificio corresponde a 3.6024 kWh/m²año pero este dato es de energía final, se debe de pasar a energía primaria mediante su correspondiente coeficiente de paso: $3.6024 * 2.603 = 9.377$ kWh/m²año

Si tenemos en cuenta que el consumo de energía primaria de calefacción es 47.04 kWh/m²año

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Por tanto, el consumo de energía primaria de bombas y ventiladores representa el 19,93 % y ese consumo se mantendrá aunque pongamos colectores solares, así que el % de demanda cubierto debería ser el 80 %.

Medida de mejora de las contribuciones energéticas

Nombre Zona

Fuentes de energía renovable

Porcentaje de demanda de ACS cubierto %

Porcentaje de demanda de calefacción cubierto %

Porcentaje de demanda de refrigeración cubierto %

Ilustración 83: Medida de mejora calefacción modificado

En el Anexo VI del presente proyecto se demuestra que no es viable económicamente instalar una máquina de absorción de llama directa con quemador de gas natural que cubra la demanda de refrigeración debido a que se producen unas pérdidas de -456,25 € anuales. Por tanto se ha considerado la alternativa de instalar una máquina de absorción accionada por agua caliente y una caldera de biomasa:

PLANTAS ENFRIADORAS DE AGUA YAZAKI POR CICLO DE ABSORCIÓN				TABLA ESPECIFICACIONES UNIDADES ACCIONADAS POR AGUA CALIENTE					 		
			Unidad de medida	MODELOS							
				WFC SC5	WFC-SC10	WFC-SC20	WFC-SC30	WFC-SC50			
Capacidad frigorífica			kW	17,6	35,2	70,3	105,0	176,0			
Agua refrigerada	Temperatura agua refrigerada	entrada	°C	12,5							
		salida	°C	7							
	Pérdida de carga evaporador	kPa	56	51,0	59,8	60,8	35,9				
	Presión estática máxima	kPa	588								
	Caudal de agua	l/s	0,77	1,53	3,06	4,58	7,64				
Volumen de agua contenido			l	8	17	47	73	120			
Calor a disipar			kW	42,7	85,4	171,0	256,0	428,0			
Agua de enfriamiento para disipación calor	Temperatura	entrada	°C	31,0							
		salida	°C	35,0							
	Pérdida de carga absorbi/cond.	kPa	41	85,3	45,3	46,4	37,4				
	Factor ensuciamiento	kWh/Km²	0,086								
	Presión estática máxima	kPa	588								
Caudal de agua			l/s	2,5	5,1	10,2	15,3	25,6			
Volumen de agua contenido			l	37	66	125	194	335			
Potencia calorífica a la entrada			kW	25,1	50,2	100,0	151,0	252,0			
Energía en forma de agua caliente al generador	Temperatura	entrada	°C	88							
		salida	°C	83							
		rango	°C	70 ~ 95							
	Pérdida de carga en generador	kPa	88	82,2 + 10%	38,2 + 10%	48,1 + 10%	86,7				
	Presión estática máxima	kPa	588								
Caudal de agua			l/s	1,2	2,4	4,8	7,2	12,0			
Volumen de agua contenido			l	10	21	54	84	170			

Ilustración 84: Especificación técnica máquina absorción

La máquina de absorción accionada por agua tiene que cubrir la carga pico obtenida con CALENER GT de 54,896 kW. Por tanto el modelo WFC-SC20 cubriría la demanda de refrigeración del edificio.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

El cálculo de cargas térmicas obtenido con CALENER GT proporciona la potencia pico de calefacción es de 27,82 kW pero la máquina de absorción necesita energía en forma de agua caliente al generador:

$$Q_{Generador} = \dot{m} C_{p,Agua} \Delta T = 4,1813 \frac{kJ}{Kg^{\circ}C} 4,8 \frac{Kg}{s} (88 - 83)^{\circ}C = 100,35 kW$$

Lo que implica que la máquina de absorción tiene el siguiente rendimiento:

$$\eta = \frac{70,3}{100,35} = 0,70$$

Por tanto se selecciona una caldera de biomasa que como mínimo proporcione 100,35kW de potencia cuyo modelo es el HACK 130 de la marca FAGOR.

Fagor Hack		130
Rango de potencias nominales	Astillas W25-S160 (kW)	38,0-133,0
	Con Pellet (kW)	38,0-140,0
Eficiencia con astillas de abeto a carga parcial/total *	(%)	94,9 / 92,0
Eficiencia con Pellet de madera a carga parcial/total *	(%)	93,6 / 92,1
Dimensiones de transporte	Alto (mm)	930
	Ancho (mm)	1.770
	Fondo (mm)	1.520
Anchura de transporte desmontando el recubrimiento	(mm)	790
Peso con / sin alimentador y rotoválvula	(Kg)	1.334/1.189
Volumen de agua	(L)	290
Resistencia al flujo de agua ($\Delta T=20^{\circ}$)	(Pa/mWS)	750/0,075
Capacidad de la caja de ceniza	(L)	110
Flujo de gases a carga parcial/completa	(g/s)	28,3/85,3
Contenido de CO ₂ en gases secos a carga parcial/completa	(%)	11,0/13,5
Temperatura de humos a carga parcial/completa *	(C°)	76 / 145

Ilustración 85: Caldera de Biomasa

Para ello se realiza la simulación en CE3X en el apartado de medidas de mejora considerando primero la mejora en la demanda de refrigeración:

Medida de mejora en la instalación de refrigeración

Nombre:

Zona:

Características

Tipo de generador:

Tipo de combustible:

Demanda cubierta

Refrigeración

Superficie (m2):

Porcentaje (%):

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional:

Rendimiento medio estacional: %

Ilustración 86: Máquina de absorción accionada por agua

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

La mejora de la demanda de calefacción se ha definido de la siguiente manera:

Medida de mejora en la instalación de calefacción

Nombre: Zona:

Características

Tipo de generador:

Tipo de combustible:

Demanda cubierta

Superficie (m²):

Porcentaje (%):

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional:

Rendimiento medio estacional: %

Ilustración 87: Mejora caldera de pellets

Con esta medida de mejora se obtendría un ahorro anual de 4030,65€ y un VAN de 10977€ como queda justificado en el anexo VI del presente proyecto.

6.1.4. Resultado de las mejoras con CE3X

La calificación obtenida mediante el procedimiento simplificado considerando todas las mejoras propuestas es mejor a la obtenida en el primer caso. Se obtiene una calificación de letra B, frente a la letra C obtenida inicialmente con una disminución de un 22,3% de las emisiones globales.

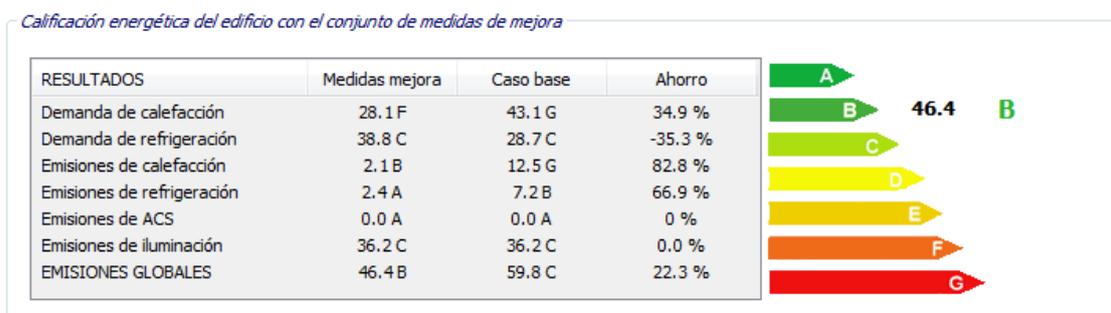


Ilustración 88: Calificación energética conjunto de mejoras

Las emisiones de calefacción sí que tienen un importante impacto sobre la calificación del edificio ya que consiguen una reducción del 82,8 % de sus emisiones. El programa CE3X da una idea del efecto de adoptar esta medida de mejora.

Analizando los resultados obtenidos, se observa un aumento de un 35,3% en la demanda de refrigeración, a priori no se sabe cuál de las tres mejoras propuestas es la que produce el aumento de la demanda de refrigeración, por tanto a continuación se hace un desglose de cada una de las mejoras propuestas para saber cuál es la mejora que genera el aumento de la demanda de refrigeración.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

La primera mejora considerada es la del relleno de la cámara de aire:

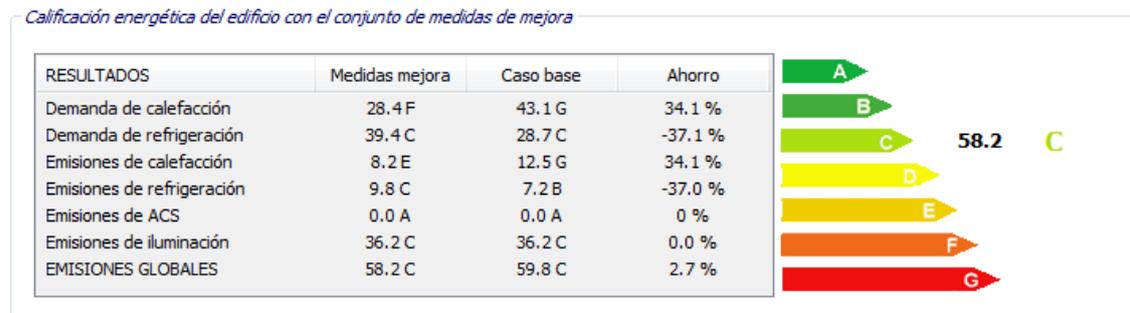


Ilustración 89: Mejora aislamiento cámara aire

Se observa en los resultados, se obtiene una calificación de letra C, frente a la letra B obtenida cuando se consideran las tres mejoras con una disminución de un 19,6% de las emisiones globales. Otra cosa a tener en cuenta es que existe una mejora de la demanda de calefacción de un 34,1%, pero un empeoramiento en la demanda de refrigeración, que aumenta un 37.1 %. A pesar de ello y dado que en el edificio original la demanda de calefacción era muy superior a la de refrigeración, la mejora propuesta consigue reducir globalmente la demanda del edificio. Finalmente, el efecto de los distintos rendimientos de los equipos de calefacción y refrigeración hace que esta mejora, a pesar de su elevado coste, tenga una influencia muy baja en las emisiones finales del edificio (bajan de 59.77 a 58.2 kg CO₂/m²año), por lo que podría descartarse.

La segunda mejora considerada sería el aislamiento de la caja de las persianas:

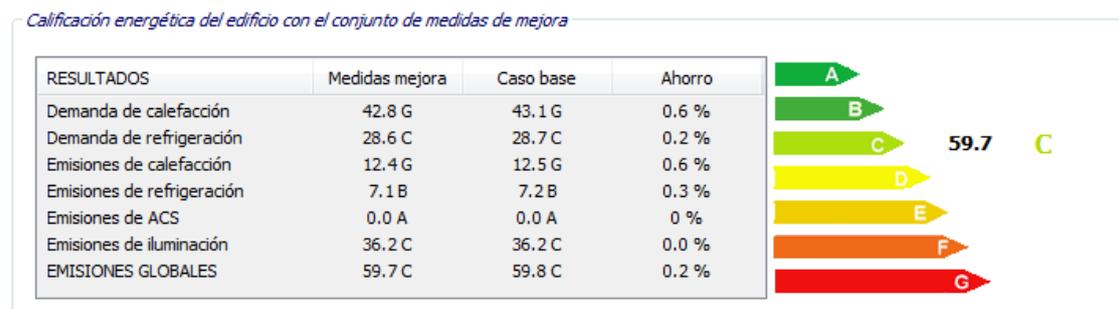


Ilustración 90: Mejora aislamiento caja de las persianas

Analizando esta mejora propuesta se observa que no proporciona una disminución significativa de las emisiones globales del edificio. Por tanto no se considera de que sea una mejora a tener a cuenta por la inversión que se tendría que hacer para poder aislar todas las persianas del edificio.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

La última mejora propuesta consiste en cambiar los sistemas de climatización del edificio mediante de una máquina de absorción a llama directa de gas y colectores solares:

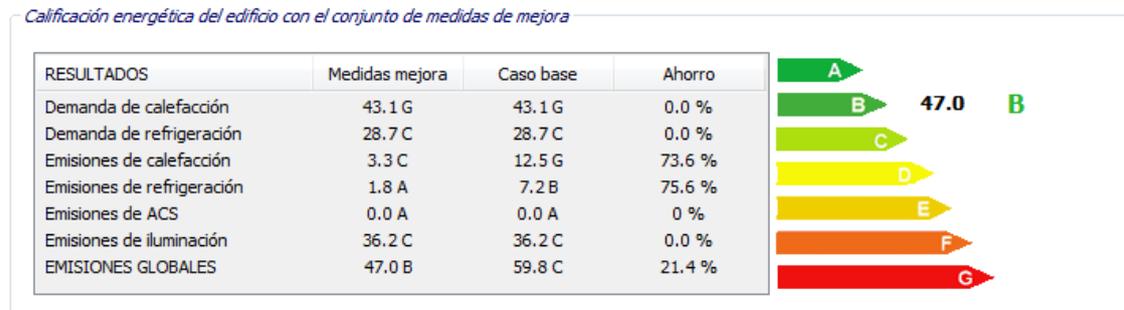


Ilustración 91: Mejora de los sistemas de climatización

Se observa en los resultados, se obtiene una calificación de letra B frente a la letra C obtenida inicialmente. Se observa que en este caso no tenemos un aumento de la demanda de refrigeración y que la mejora obtenida (reducción en las emisiones globales del edificio hasta 47,0 kg CO₂/m²año) es muy similar a la que se obtendría combinando las tres medidas propuestas (emisiones globales 46,4 kg CO₂/m²año), pero esta alternativa es descartada ya que no es viable económicamente, ya que el suministro de gas natural suponen unas pérdidas de 426,25€ como queda demostrado en el anexo VI.

La segunda alternativa es considerar una máquina de absorción accionada por agua caliente y una caldera de biomasa. Considerando estas dos mejoras, la etiqueta de calificación energética es la siguiente:

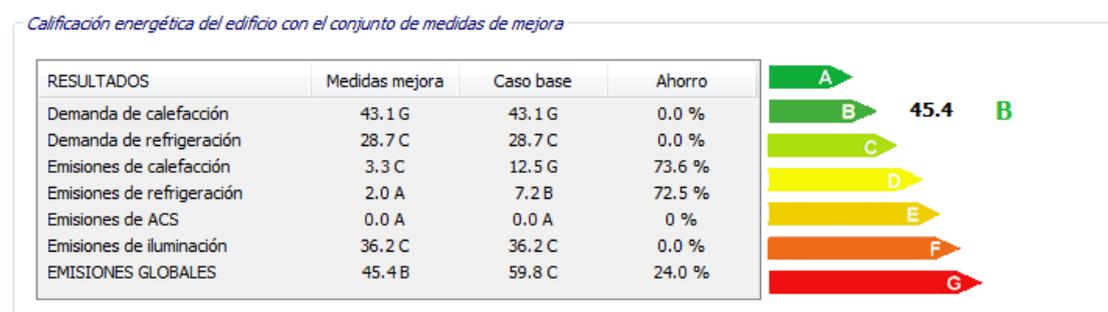


Ilustración 92: Mejora Máquina de Absorción y Caldera de Pellets

Se observa que en este caso no tenemos un aumento de la demanda térmica y que la mejora obtenida (reducción en las emisiones globales del edificio hasta 45,4 kg CO₂/m²año) es muy similar a la que se obtendría combinando las tres medidas inicialmente propuestas (emisiones globales 46,4 kg CO₂/m²año), aunque después de

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

realizar el estudio económico se llega a la conclusión del ahorro anual no justifica una inversión tan importante.

Finalmente dado que la falta de rentabilidad es achacable a la sustitución de la instalación de refrigeración se decide proponer como alternativa final la sustitución de la instalación de calefacción por una instalación renovable. Tras analizar el estudio de viabilidad de la caldera de biomasa se obtienen ahorros anuales de 482,13€ que son insuficiente para rentabilizar la inversión obteniéndose un VAN de -9172,9€. Solo la sustitución de la instalación de calefacción por la instalación solar térmica permite recuperar la inversión realizada en 11 años y medio con un VAN de 14258,96€ considerando una vida útil de la instalación de 20 años.

La siguiente ilustración muestra la etiqueta energética con la medida finalmente propuesta:

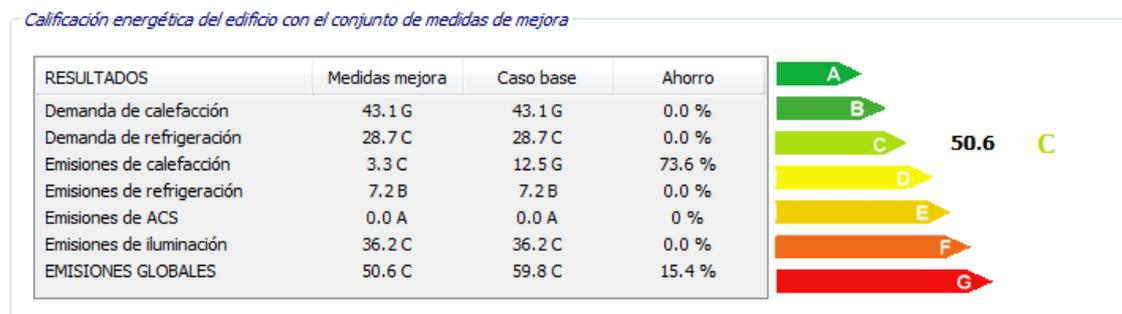


Ilustración 93: Etiqueta mejora colectores solares

Se observa que no se consigue mejorar la calificación hasta la letra B pero, entre las medidas propuestas, es la única viable desde el punto de vista económico.

Las medidas de mejoras propuestas se han centrado en la mejora de la refrigeración y especialmente en la calefacción por ser las que arrojaban peor calificación, pero sobre el caso inicial la instalación de iluminación representa algo más del 60% de las emisiones globales del edificio por lo que, a pesar de tener una calificación energética relativamente buena "C", también tiene un importante margen de mejora.

Suponiendo que esta mejora es la mas ideal posible, con las maquinas más eficientes del mercado actual, supone una calificación del edificio con una letra C y unas emisiones de $50,6 \frac{\text{Kg de CO}_2}{\text{m}^2 \cdot \text{año}}$.

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.***7. Bibliografía**

- [1] Página web de La Dirección general del Catastro del Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas: <http://www.sedecatastro.gob.es/>
- [2] Página web del Código Técnico de la Edificación:
<http://www.codigotecnico.org/web/>
- [3] Apartado de Certificación de Eficiencia Energética de los Edificios del Ministerio de Industria, Energía y Turismo:
<http://www.minetur.gob.es/ENERGIA/DESARROLLO/EFICIENCIAENERGETICA/CERTIFICACIONENERGETICA/Paginas/certificacion.aspx>
- [4] Documento Básico HE Ahorro de Energía del CTE:
http://www.codigotecnico.org/cte/export/sites/default/web/galerias/archivos/DB_HE_a_bril_2009.pdf
- [5] Requisitos mínimos de energía solar térmica en el código técnico de la edificación:
http://www.igvs.es/ipecos-opencmsportlet/export/sites/default/PortalVivenda/Biblioteca/Codigo_Tecnico_Edificacion/HE4_-_Contribucixn_Solar_Mxnima_de_Auga_Quente_Sanitaria.pdf
- [6] Manual de usuario de calificación energética de edificios existentes CE3X:
http://www6.mityc.es/aplicaciones/CE3X/Manual_usuario%20CE3X_05.pdf
- [7] Manual de usuario de calificación energética de CALENER VYP:
http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/ProgramaCalener/CalenerVYP1/Manual_de_usuario.pdf
- [8] Factores de corrección de CALENER VYP:
http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/ProgramaCalener/CalenerVYP1/Factores_correccion.pdf
- [9] Procedimientos y aspectos de la simulación de instalaciones térmicas en edificios:
http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/OtrosDocumentos/Calificación%20energética.%20Viviendas/Guia_Procedimientos_Simulacion.pdf

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

[10] Certificado de eficiencia energética de edificios existentes: Consecuencias e interpretación: <http://www.hogarismo.es/2013/05/27/certificado-de-eficienciaenergetica-de-edificios-existentes-consecuencias-e-interpretacion/>

[11] Escala de la calificación energética (MINETUR):http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/eficienciaenergetica/certificacionenergetica/documentosreconocidos/otrosdocumentos/calificación%20energética.%20viviendas/escala_%20calif_energetica.pdf

[12] Foro Solo Arquitectura: <http://www.soloarquitectura.com/foros/>

[13] IDAE. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. "Soluciones de Aislamiento con Vidrios y Cerramientos":
http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_GUIA_TECNICA_Vidrios_y_cerramiento_v05_2dfc482b.pdf

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

ANEXO I

Espacios en CALENER VYP

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.***1. Descripción de una planta**

Las Plantas se definen como contenedores de espacios, con el único propósito de agrupar todos los espacios de la misma planta del edificio. Se tiene en cuenta las siguientes características del programa CALENER VYP:

- 1- La altura de la planta es la distancia entre forjados, de suelo a suelo.
- 2- El número máximo de espacios es 100 ya que el programa da errores, por lo que se ha optado por agrupar espacios que cumplan las siguientes condiciones:
 - Zonas con el mismo perfil de uso.
 - Misma orientación.

Se definirá en cada planta su forjado inferior (cerramientos horizontales), sus cerramientos verticales (exterior e interior), ventanas y cristaleras, y forjado superior (cerramientos horizontales) como ya se ha definido en el apartado 3.4. Composición de los cerramientos del edificio.

2. Plantas y espacios

A continuación se describe la elección de los espacios en base a lo comentado en el punto anterior.

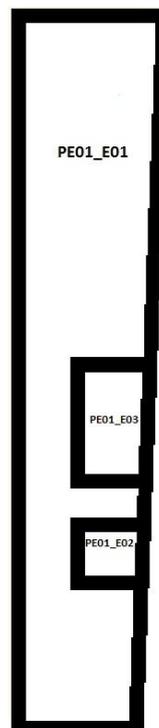
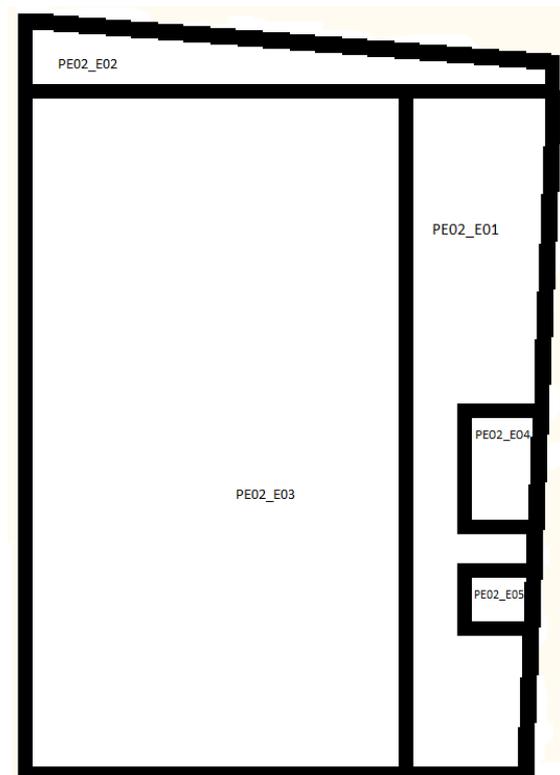
Sótano -2

Ilustración 94: Espacios Sótano -2

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.***Sótano -2**

Zona	Estancia
PE01_E01	Almacén
PE01_E02	Hueco Ascensor
PE01_E03	Hueco Escalera

Sótano -1**Ilustración 95: Espacios Sótano -1**

Los espacios correspondientes a las distintas estancias del sótano -1 son los que se detallan a continuación:

Sotano -1

Zona	Estancia
PE02_E01	Distribuidor
PE02_E02	Escaleras de emergencia
PE02_E03	Salon de actos
PE02_E06	Hueco Escalera
PE02_E07	Hueco Ascensor

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Planta Baja

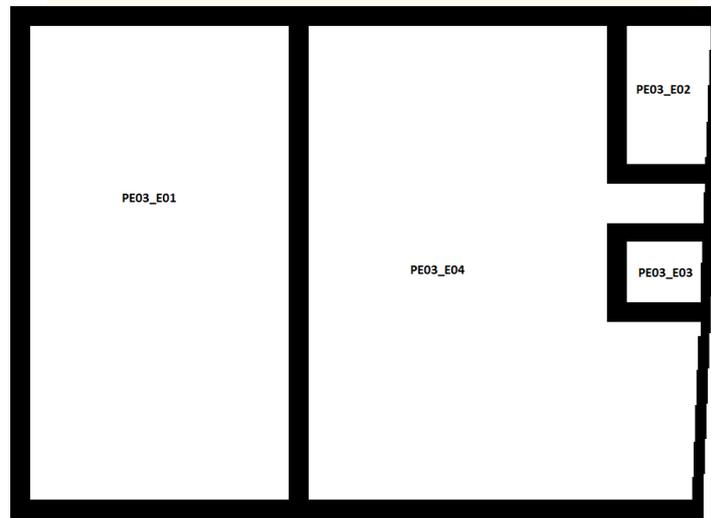


Ilustración 96: Espacios Planta Baja

Los espacios correspondientes a las distintas estancias de la planta baja son los que se detallan a continuación:

Planta Baja	
Zona	Estancia
PE03_E01	Local Juegos
PE03_E02	Hueco Escalera
PE03_E03	Hueco Ascensor
PE03_E04	Distribuidor

Primera Planta

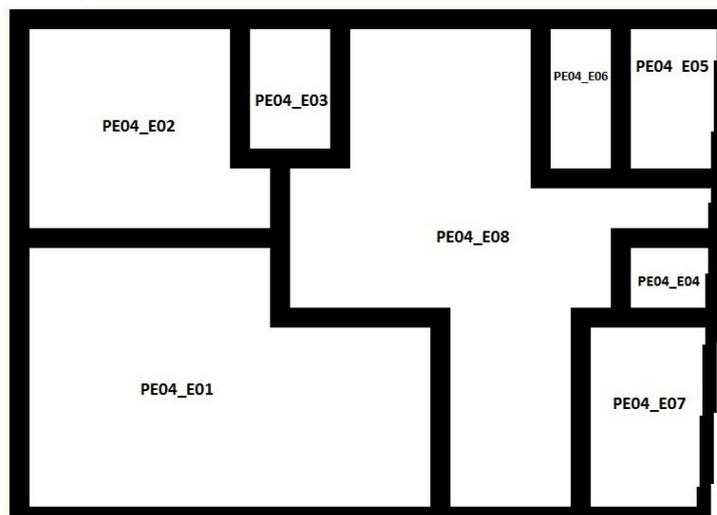


Ilustración 97: Espacios Primera Planta

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Los espacios correspondientes a las distintas estancias de la primera planta son los que se detallan a continuación:

Primera Planta	
Zona	Estancia
PE04_E01	Despacho
PE04_E02	Despacho
PE04_E03	Despacho
PE04_E04	Hueco Ascensor
PE04_E05	Hueco Escalera
PE04_E06	Aseos
PE04_E07	Despacho
PE04_E08	Distribuidor

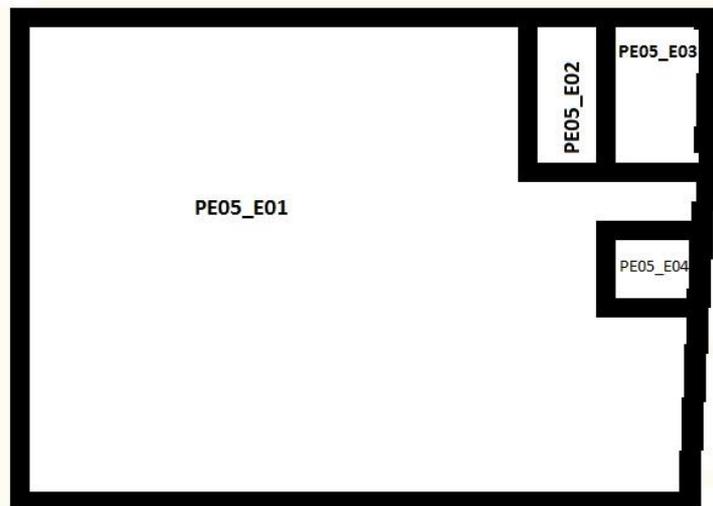
Segunda Planta

Ilustración 98: Espacios Segunda Planta

Los espacios correspondientes a las distintas estancias de la segunda planta son los que se detallan a continuación:

Segunda Planta	
Zona	Estancia
PE05_E01	Distribuidor
PE05_E02	Aseos
PE05_E03	Hueco Escalera
PE05_E04	Hueco Ascensor

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.*Tercera Planta

Ilustración 99: Espacios Tercera Planta

Los espacios correspondientes a las distintas estancias de la tercera planta son los que se detallan a continuación:

Tercera Planta	
Zona	Estancia
PE06_E01	Aula de Estudio
PE06_E02	Hueco Ascensor
PE06_E03	Hueco Escalera
PE06_E04	Aseos

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

ANEXO II

Horarios

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.***1. Introducción**

Muchas variables de las que aparecen en la definición de un edificio varían temporalmente; por ejemplo, la ocupación en los espacios, el funcionamiento de los equipos de climatización, etc. Esta variabilidad influye bastante en el consumo energético del edificio.

Para suministrar la variación horaria de estas variables se utilizan en CALENER GT tres objetos interrelacionados: horario, horario-semanal y horario-diario.

El proceso de creación de un HORARIO es:

HORARIO-DIARIO —> HORARIO-SEMANAL —> HORARIO

La base de datos incorpora los horarios de funcionamiento más habituales pero en el caso de estudio se definirán los horarios de uso en relación con el tipo de actividad del edificio para los siguientes conceptos:

- Ocupación
- Iluminación
- Equipos eléctricos
- Ventilación
- Horarios de funcionamiento de los equipos de acondicionamiento

Debido a la distinta ocupación de los espacios según su finalidad se han definido horarios distintos para siguientes zonas:

- Casa del estudiante CS

Englobaría todos los espacios de uso común, como puede ser los distribuidores, aseos, escaleras.

- Despachos DES
- Sala de estudio SEST
- Salón de actos SACT

2. Horarios**2.1. Horarios diarios**

Se han tenido una serie de consideraciones para poder definir los horarios diarios que han sido:

- Horario de apertura del edificio. 8:30a.m. a 22:00p.m.
- Horario del consejo de estudiantes. La ocupación se establece de forma habitual en un horario de 9:00a.m. a 14:00p.m. y 16:00p.m. a 21:00p.m.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

- Horario de las salas de estudio. La ocupación por parte de los estudiantes se considera igual que la del consejo de estudiantes en un horario de 9:00a.m. a 14:00p.m. y 16:00p.m. a 21:00p.m.

2.2. Horario anual

Para definir el horario anual se ha tenido en cuenta el horario del curso académico 2014/15 para ver los días de apertura de los edificios pertenecientes a la UPCT periodos de exámenes para definir la ocupación de las aulas polivalentes y periodos lectivos.

Primer cuatrimestre			
Número de semana	Fechas (lunes-viernes)	Días lectivos	Observaciones
1	22 sep – 26 sep	4	26 septiembre. Fiesta local. Cartagineses y Romanos
2	29 sept – 3 oct	5	
3	6 oct – 10 oct	5	
4	13 oct – 17 oct	5	
5	20 oct – 24 oct	4	24 de octubre. Jornada de acogida al Estudiante (Pendiente de aprobación por el Consejo de Estudiantes)
6	27 oct – 31 oct.	5	
7	3 nov – 7 nov	5	
8	10 nov – 14 nov	5	
9	17 nov – 21 nov	5	
10	24 nov – 28 nov	5	
11	1 dic – 5 dic	5	
12	8 dic – 12 dic	4	8 de diciembre. Fiesta Nacional
13	15 dic – 19 dic	5	
14	22 dic – 26 dic	2	El 24 comienzan las vacaciones de Navidad
V Navidad	24 dic – 6 ene		
15	5 ene – 9 ene	3	5 y 6 Enero siguen siendo vacaciones de Navidad
16	12 ene – 16 ene	5	
TOTAL DÍAS:		72*	Se pierden 2 lunes, 1 martes, 1 miércoles, 1 jueves y 3 viernes

(*) El día concreto y el carácter del mismo, correspondiente al Acto de Apertura del Curso Académico, está por definir.

Ilustración 100: Primer cuatrimestre curso académico 2014/15

Segundo cuatrimestre			
Número de semana	Fechas (lunes-viernes)	Días lectivos	Observaciones
1	16 feb – 20 feb	5	
2	23 feb – 27 febr	5	
3	2 mar - 6 mar	5	
4	9 mar – 13 mar	4/5	13 de Marzo. Patronales en los centros ETSII, ETSIT y Turismo
5	16 mar – 20 mar	4	19 de marzo. San José
6	23 mar – 27 mar	4	27 de marzo. Fiesta local. Viernes de Dolores
V Semana Santa	27 mar – 7 abr		
7	6 abr – 10 abr	3	6 y 7 siguen siendo vacaciones de Semana Santa
8	13 abr – 17 abr	5	
9	20 abr – 24 abr	5	
10	27 abr – 1 may	4	1 de mayo. Fiesta del trabajo
11	4 may – 8 may	5	
12	11 may - 15 may	4/5	15 mayo. Patronales en los centros ETSIA, ETSINO, FCE, ARQUIDE, EICM.
13	18 may – 22 may	5	
14	25 may – 29 may	5	
15	1 jun – 5 jun	5	
TOTAL DÍAS:		69	Se pierden 1 lunes, 1 martes, 1 jueves y 3 viernes

Ilustración 101: Segundo cuatrimestre curso académico 2014/15

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

En base al calendario académico, los periodos que se han definido para hacer los horarios anuales son los siguientes:

PERIODOS DE CLASES	
CUATRIMESTRE	PERIODOS DE CLASES
PRIMER Cuatrimestre	desde lunes 22 de septiembre hasta el viernes 16 de enero
SEGUNDO Cuatrimestre	desde lunes 16 de febrero hasta el viernes 5 de junio

PERIODOS DE EXAMEN	
CONVOCATORIA	PERIODOS EXAMEN
Febrero 2015	desde el sábado 17 de enero al sábado 14 de febrero
Junio 2015	desde el sábado 13 de junio al sábado 11 de julio
Septiembre 2015	desde el martes 1 al sábado 19 de septiembre

PERIODOS VACACIONALES	
Navidad	desde el miércoles 24 de diciembre al martes 6 de enero
Semana Santa	Desde el viernes 27 de marzo al martes 7 de abril

Ilustración 102: Horarios anuales casa del estudiante

3. Definición de los horarios

3.1. Horario de ocupación

Se define como un tipo de horario expresado como una fracción de un valor máximo o donde el valor real de un parámetro sólo varía entre 0 y 1 la ocupación del edificio, para cada uno de las zonas propuestas con anterioridad. Evalúa la evolución temporal de la variable ocupación diariamente, semanalmente y anualmente.

3.1.1. Ocupación de la casa del estudiante

La ocupación por parte del alumnado se considera igual que la del horario del edificio.

Horario Diario

Horario de la casa del estudiante en días laborales (HD_OCU_CS).

Para días laborables de lunes a viernes con horario de 9:00a.m. a 14:00p.m y de 16:00p.m. a 21:00p.m.

Nombre:	HD_OCU_CS				
Tipo:	Fracción				
Valores Horarios					
0 - 1:	0,0000 ratio	8 - 9:	1,0000 ratio	16 - 17:	1,0000 ratio
1 - 2:	0,0000 ratio	9 - 10:	1,0000 ratio	17 - 18:	1,0000 ratio
2 - 3:	0,0000 ratio	10 - 11:	1,0000 ratio	18 - 19:	1,0000 ratio
3 - 4:	0,0000 ratio	11 - 12:	1,0000 ratio	19 - 20:	1,0000 ratio
4 - 5:	0,0000 ratio	12 - 13:	1,0000 ratio	20 - 21:	1,0000 ratio
5 - 6:	0,0000 ratio	13 - 14:	1,0000 ratio	21 - 22:	0,0000 ratio
6 - 7:	0,0000 ratio	14 - 15:	1,0000 ratio	22 - 23:	0,0000 ratio
7 - 8:	0,0000 ratio	15 - 16:	1,0000 ratio	23 - 24:	0,0000 ratio

Ilustración 103: Ocupación de la casa del estudiante en días laborables

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Horario de la casa del estudiante en días festivos (HD_OCU_CS_FS).

Para los días festivos y para las vacaciones de Navidad, Semana Santa y verano. La casa del estudiante está cerrada.

Nombre:

Tipo:

Valores Horarios

0 - 1:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	8 - 9:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	16 - 17:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
1 - 2:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	9 - 10:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	17 - 18:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
2 - 3:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	10 - 11:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	18 - 19:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
3 - 4:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	11 - 12:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	19 - 20:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
4 - 5:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	12 - 13:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	20 - 21:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
5 - 6:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	13 - 14:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	21 - 22:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
6 - 7:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	14 - 15:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	22 - 23:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
7 - 8:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	15 - 16:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	23 - 24:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio

Ilustración 104: Ocupación de la casa del estudiante en días festivos

Horario Semanal

Horario semanal de la casa del estudiante (HS_OCU_CS).

Nombre:

Tipo:

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:

Martes:

Miércoles:

Jueves:

Viernes:

Sábado:

Domingo:

Ilustración 105: Ocupación semanal de la casa del estudiante

Horario semanal en periodo vacacional (HS_OCU_CS_VAC)

Nombre:

Tipo:

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:

Martes:

Miércoles:

Jueves:

Viernes:

Sábado:

Domingo:

Ilustración 106: Ocupación semanal de la casa del estudiante en periodos vacacionales

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

3.1.2. Ocupación de los despachos

La ocupación en los despachos se realiza en base al horario de atención al público del consejo de estudiantes.

Horario Diario

Horario del consejo de estudiantes (HD_OCU_DES).

Para días laborables de lunes a viernes con horario de 9:00a.m. a 14:00p.m y de 16:00p.m. a 21:00p.m.

Nombre:	HD_OCU_DES				
Tipo:	Fracción				
Valores Horarios					
0 - 1:	0,0000 ratio	8 - 9:	0,0000 ratio	16 - 17:	1,0000 ratio
1 - 2:	0,0000 ratio	9 - 10:	1,0000 ratio	17 - 18:	1,0000 ratio
2 - 3:	0,0000 ratio	10 - 11:	1,0000 ratio	18 - 19:	1,0000 ratio
3 - 4:	0,0000 ratio	11 - 12:	1,0000 ratio	19 - 20:	1,0000 ratio
4 - 5:	0,0000 ratio	12 - 13:	1,0000 ratio	20 - 21:	0,0000 ratio
5 - 6:	0,0000 ratio	13 - 14:	1,0000 ratio	21 - 22:	0,0000 ratio
6 - 7:	0,0000 ratio	14 - 15:	0,0000 ratio	22 - 23:	0,0000 ratio
7 - 8:	0,0000 ratio	15 - 16:	0,0000 ratio	23 - 24:	0,0000 ratio

Ilustración 107: Ocupación de los despachos consejo de estudiantes

Horario del consejo de estudiantes en días festivos (HD_OCU_CS_FS).

Para los días festivos y para las vacaciones de Navidad, Semana Santa y verano. Los despachos siguen el horario establecido en la Ilustración 104: Ocupación de la casa del estudiante en días festivos.

Horario Semanal

Horario semanal del personal docente (HS_OCU_DES).

Nombre:	HS_OCU_DES
Tipo:	Fracción
Asignación de Horarios Diarios	
Lunes:	HD_OCU_DES
Martes:	HD_OCU_DES
Miércoles:	HD_OCU_DES
Jueves:	HD_OCU_DES
Viernes:	HD_OCU_DES
Sábado:	HD_OCU_CS_FS
Domingo:	HD_OCU_CS_FS

Ilustración 108: Ocupación semanal del consejo de estudiantes

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

3.1.3. Ocupación de las salas de estudio

La ocupación de las salas de estudio se realiza en base al horario del consejo de estudiantes.

Horario Diario

Horario laboral de las aulas de estudio (HD_OCU_SEST).

Para días laborables de lunes a viernes con horario de 9:00a.m. a 14:00p.m y de 16:00p.m. a 21:00p.m.

Valores Horarios		
0 - 1:	0,0000 ratio	
1 - 2:	0,0000 ratio	
2 - 3:	0,0000 ratio	
3 - 4:	0,0000 ratio	
4 - 5:	0,0000 ratio	
5 - 6:	0,0000 ratio	
6 - 7:	0,0000 ratio	
7 - 8:	0,0000 ratio	
8 - 9:	1,0000 ratio	
9 - 10:	1,0000 ratio	
10 - 11:	1,0000 ratio	
11 - 12:	1,0000 ratio	
12 - 13:	1,0000 ratio	
13 - 14:	1,0000 ratio	
14 - 15:	0,0000 ratio	
15 - 16:	0,0000 ratio	
16 - 17:	1,0000 ratio	
17 - 18:	1,0000 ratio	
18 - 19:	1,0000 ratio	
19 - 20:	1,0000 ratio	
20 - 21:	0,0000 ratio	
21 - 22:	0,0000 ratio	
22 - 23:	0,0000 ratio	
23 - 24:	0,0000 ratio	

Ilustración 109: Ocupación diaria aulas de estudio

Horario de las salas de estudio en días festivos (HD_OCU_CS_FS).

Para los días festivos y para las vacaciones de Navidad, Semana Santa y verano. Los despachos siguen el horario establecido en la Ilustración 104: Ocupación de la casa del estudiante en días festivos.

Horario Semanal

Horario semanal de las aulas de estudio (HS_OCU_SEST)

Asignación de Horarios Diarios	
Lunes:	HD_OCU_SEST
Martes:	HD_OCU_SEST
Miércoles:	HD_OCU_SEST
Jueves:	HD_OCU_SEST
Viernes:	HD_OCU_SEST
Sábado:	HD_OCU_CS_FS
Domingo:	HD_OCU_CS_FS

Ilustración 110: Ocupación semanal aulas de estudio

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

3.1.4. Ocupación salón de actos

Se establece un horario de uso de 8 horas diarias coincidiendo con el horario de clases de la UPCT. El horario semanal se define haciendo la estimación de que el salón de actos se usa una vez a la semana.

Horario Diario

Horario ocupación Salón de Actos (HD_OCU_SACT).

Nombre:

Tipo:

Valores Horarios

0 - 1:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	8 - 9:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	16 - 17:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio
1 - 2:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	9 - 10:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	17 - 18:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio
2 - 3:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	10 - 11:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	18 - 19:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio
3 - 4:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	11 - 12:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	19 - 20:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio
4 - 5:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	12 - 13:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	20 - 21:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
5 - 6:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	13 - 14:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	21 - 22:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
6 - 7:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	14 - 15:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	22 - 23:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
7 - 8:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	15 - 16:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	23 - 24:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio

Ilustración 111: Ocupación diaria Salón de Actos

Horario Semanal

Horario semanal del Salón de Actos (HS_OCU_SACT).

Nombre:

Tipo:

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:

Martes:

Miércoles:

Jueves:

Viernes:

Sábado:

Domingo:

Ilustración 112: Horario semanal ocupación Salón de Actos

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

3.2. Horario de iluminación

Se define como un tipo de horario expresado como una fracción de un valor máximo o donde el valor real de un parámetro sólo varía entre 0 y 1 la ocupación del edificio, para cada uno de las zonas propuestas con anterioridad. Evalúa la evolución temporal de la variable iluminación diariamente, semanalmente y anualmente.

3.2.1. Iluminación de la casa del estudiante

Horario Diario

Horario de laboratorios de investigación en días laborales (HD_ILU_CS).

Para días laborables de lunes a viernes con horario de 9:00a.m. a 14:00p.m y de 16:00p.m. a 21:00p.m.

Nombre:	HD_ILU_CS		
Tipo:	Fracción		
Valores Horarios			
0 - 1:	0,0000 ratio	8 - 9:	1,0000 ratio
1 - 2:	0,0000 ratio	9 - 10:	1,0000 ratio
2 - 3:	0,0000 ratio	10 - 11:	1,0000 ratio
3 - 4:	0,0000 ratio	11 - 12:	1,0000 ratio
4 - 5:	0,0000 ratio	12 - 13:	1,0000 ratio
5 - 6:	0,0000 ratio	13 - 14:	1,0000 ratio
6 - 7:	0,0000 ratio	14 - 15:	1,0000 ratio
7 - 8:	0,0000 ratio	15 - 16:	1,0000 ratio
		16 - 17:	1,0000 ratio
		17 - 18:	1,0000 ratio
		18 - 19:	1,0000 ratio
		19 - 20:	1,0000 ratio
		20 - 21:	1,0000 ratio
		21 - 22:	0,0000 ratio
		22 - 23:	0,0000 ratio
		23 - 24:	0,0000 ratio

Ilustración 113: Iluminación diaria de la casa del estudiante

Horario de iluminación de la casa del estudiante en días festivos (HD_ILU_CS_FS).

Para los días festivos y para las vacaciones de Navidad, Semana Santa y verano. Los laboratorios de investigación se encuentran vacíos.

Nombre:	HD_ILU_CS_FS		
Tipo:	Fracción		
Valores Horarios			
0 - 1:	0,0000 ratio	8 - 9:	0,0000 ratio
1 - 2:	0,0000 ratio	9 - 10:	0,0000 ratio
2 - 3:	0,0000 ratio	10 - 11:	0,0000 ratio
3 - 4:	0,0000 ratio	11 - 12:	0,0000 ratio
4 - 5:	0,0000 ratio	12 - 13:	0,0000 ratio
5 - 6:	0,0000 ratio	13 - 14:	0,0000 ratio
6 - 7:	0,0000 ratio	14 - 15:	0,0000 ratio
7 - 8:	0,0000 ratio	15 - 16:	0,0000 ratio
		16 - 17:	0,0000 ratio
		17 - 18:	0,0000 ratio
		18 - 19:	0,0000 ratio
		19 - 20:	0,0000 ratio
		20 - 21:	0,0000 ratio
		21 - 22:	0,0000 ratio
		22 - 23:	0,0000 ratio
		23 - 24:	0,0000 ratio

Ilustración 114: Iluminación diaria en festivos y periodos vacacionales

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.***Horario Semanal***Horario semanal de la casa del estudiante (HS_ILU_CS).*

Nombre:

Tipo:

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	<input type="text" value="HD_ILU_CS"/>
Martes:	<input type="text" value="HD_ILU_CS"/>
Miércoles:	<input type="text" value="HD_ILU_CS"/>
Jueves:	<input type="text" value="HD_ILU_CS"/>
Viernes:	<input type="text" value="HD_ILU_CS"/>
Sábado:	<input type="text" value="HD_ILU_CS_FS"/>
Domingo:	<input type="text" value="HD_ILU_CS_FS"/>

Ilustración 115: Iluminación semanal de la casa del estudiante*Horario semanal en periodo vacacional (HS_ILU_CS_VAC)**El horario de la semana en periodo de vacaciones y en periodo de exámenes.*

Nombre:

Tipo:

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	<input type="text" value="HD_ILU_CS_FS"/>
Martes:	<input type="text" value="HD_ILU_CS_FS"/>
Miércoles:	<input type="text" value="HD_ILU_CS_FS"/>
Jueves:	<input type="text" value="HD_ILU_CS_FS"/>
Viernes:	<input type="text" value="HD_ILU_CS_FS"/>
Sábado:	<input type="text" value="HD_ILU_CS_FS"/>
Domingo:	<input type="text" value="HD_ILU_CS_FS"/>

Ilustración 116: Iluminación semanal en periodo vacacional

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

3.2.2. Iluminación de los despachos

La iluminación en los despachos se realiza en base al horario del consejo de estudiantes.

Horario Diario

Horario laboral del consejo de estudiantes (HD_ILU_DES).

Para días laborables de lunes a viernes con horario de 9:00a.m. a 14:00p.m y de 16:00p.m. a 21:00p.m.

Nombre:

Tipo:

Valores Horarios

0 - 1:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	8 - 9:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	16 - 17:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio
1 - 2:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	9 - 10:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	17 - 18:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio
2 - 3:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	10 - 11:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	18 - 19:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio
3 - 4:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	11 - 12:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	19 - 20:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio
4 - 5:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	12 - 13:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	20 - 21:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
5 - 6:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	13 - 14:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	21 - 22:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
6 - 7:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	14 - 15:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	22 - 23:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
7 - 8:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	15 - 16:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	23 - 24:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio

Ilustración 117: Iluminación diaria de los despachos del consejo de estudiantes

Horario laboral del personal del consejo de estudiantes en días festivos (HD_ILU_FS).

Para los días festivos y para las vacaciones de Navidad, Semana Santa y verano. Los despachos siguen el horario establecido en la Ilustración 104: Ocupación de la casa del estudiante en días festivos.

Horario Semanal

Horario semanal del personal docente (SEM_ILU_DES).

Nombre:

Tipo:

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:

Martes:

Miércoles:

Jueves:

Viernes:

Sábado:

Domingo:

Ilustración 118: Iluminación semanal de los despachos

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

3.2.3. Iluminación de las aulas de estudio

La iluminación de las salas de estudio se realiza en base al horario del consejo de estudiantes.

Horario Diario

Horario laboral de las aulas de estudio (HD_ILU_SEST).

Para días laborables de lunes a viernes con horario de 9:00a.m. a 14:00p.m y de 16:00p.m. a 21:00p.m.

Nombre:	HD_ILU_SEST		
Tipo:	Fracción		
Valores Horarios			
0 - 1:	0,0000 ratio	8 - 9:	1,0000 ratio
1 - 2:	0,0000 ratio	9 - 10:	1,0000 ratio
2 - 3:	0,0000 ratio	10 - 11:	1,0000 ratio
3 - 4:	0,0000 ratio	11 - 12:	1,0000 ratio
4 - 5:	0,0000 ratio	12 - 13:	1,0000 ratio
5 - 6:	0,0000 ratio	13 - 14:	1,0000 ratio
6 - 7:	0,0000 ratio	14 - 15:	0,0000 ratio
7 - 8:	0,0000 ratio	15 - 16:	0,0000 ratio
		16 - 17:	1,0000 ratio
		17 - 18:	1,0000 ratio
		18 - 19:	1,0000 ratio
		19 - 20:	1,0000 ratio
		20 - 21:	0,0000 ratio
		21 - 22:	0,0000 ratio
		22 - 23:	0,0000 ratio
		23 - 24:	0,0000 ratio

Ilustración 119: Iluminación diaria laboral de las aulas de estudio

Horario Semanal

Horario semanal de las aulas de estudio (HS_ILU_SEST)

Nombre:	HS_ILU_SEST
Tipo:	Fracción
Asignación de Horarios Diarios	
Lunes:	HD_ILU_SEST
Martes:	HD_ILU_SEST
Miércoles:	HD_ILU_SEST
Jueves:	HD_ILU_SEST
Viernes:	HD_ILU_SEST
Sábado:	HD_ILU_CS_FS
Domingo:	HD_ILU_CS_FS

Ilustración 120: Iluminación semanal normal de las aulas de estudio

3.2.4. Iluminación del salón de actos

Se establece un horario de iluminación de 8 horas diarias coincidiendo con el horario de clases de la UPCT. El horario semanal se define haciendo la estimación de que el salón de actos se usa una vez a la semana.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Horario Diario

Horario iluminación Salón de Actos (HD_ILU_SACT).

Nombre:

Tipo:

Valores Horarios

0 - 1:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	8 - 9:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	16 - 17:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio
1 - 2:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	9 - 10:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	17 - 18:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio
2 - 3:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	10 - 11:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	18 - 19:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio
3 - 4:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	11 - 12:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	19 - 20:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio
4 - 5:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	12 - 13:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	20 - 21:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
5 - 6:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	13 - 14:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	21 - 22:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
6 - 7:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	14 - 15:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	22 - 23:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio
7 - 8:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	15 - 16:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio	23 - 24:	<input type="text" value="0,0000"/>	ratio

Ilustración 121: Iluminación diaria salón de actos

Horario Semanal

Horario de iluminación semanal del Salón de Actos (HS_ILU_SACT).

Nombre:

Tipo:

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	<input type="text" value="HD_ILU_SACT"/>
Martes:	<input type="text" value="HD_ILU_CS_FS"/>
Miércoles:	<input type="text" value="HD_ILU_CS_FS"/>
Jueves:	<input type="text" value="HD_ILU_CS_FS"/>
Viernes:	<input type="text" value="HD_ILU_CS_FS"/>
Sábado:	<input type="text" value="HD_ILU_CS_FS"/>
Domingo:	<input type="text" value="HD_ILU_CS_FS"/>

Ilustración 122: Iluminación semanal salón de actos

3.3. Horario de infiltraciones

Un horario de infiltración es aquel en el que los espacios no se encuentran sometidos a la sobrepresión ejercida por la impulsión de aire de climatización.

Los espacios de la casa del estudiante tienen una recirculación del aire interno del local, por lo que no genera sobrepresión, por tanto se define un horario de infiltraciones común de valor fraccionario de valor 1.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Horario Diario

Horario infiltraciones (HD_INFILTRACIONES)

Nombre:

Tipo:

Valores Horarios

0 - 1:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	8 - 9:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	16 - 17:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio
1 - 2:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	9 - 10:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	17 - 18:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio
2 - 3:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	10 - 11:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	18 - 19:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio
3 - 4:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	11 - 12:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	19 - 20:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio
4 - 5:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	12 - 13:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	20 - 21:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio
5 - 6:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	13 - 14:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	21 - 22:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio
6 - 7:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	14 - 15:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	22 - 23:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio
7 - 8:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	15 - 16:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio	23 - 24:	<input type="text" value="1,0000"/>	ratio

Ilustración 123: Horario diario de infiltraciones

Horario Semanal

Horario semanal de infiltraciones (SEM_INFILTRACIONES).

Nombre:

Tipo:

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	<input type="text" value="HD_INFILTRACIONES"/>
Martes:	<input type="text" value="HD_INFILTRACIONES"/>
Miércoles:	<input type="text" value="HD_INFILTRACIONES"/>
Jueves:	<input type="text" value="HD_INFILTRACIONES"/>
Viernes:	<input type="text" value="HD_INFILTRACIONES"/>
Sábado:	<input type="text" value="HD_INFILTRACIONES"/>
Domingo:	<input type="text" value="HD_INFILTRACIONES"/>

Ilustración 124: Horario semanal de infiltraciones

3.4. Horario de funcionamiento de equipos de climatización

Para esta variable se definen horarios Todo/Nada ya que los equipos están en funcionamiento o no, pero no dan situaciones intermedias. La planta enfriadora del edificio de dos tubos, esto es, que dan frío y calor, pero nunca simultáneamente como ya se comentó anteriormente en el apartado 4.1. Sistemas de climatización.

A la hora de definir el horario tenemos que tener en cuenta la variable frío y calor. Por tanto se definirá una de ellas cuando se requiera su demanda, y por tanto la otra no estará disponible. Se tiene en cuenta que en periodo de vacaciones y festivos se consideran no disponible.

El horario de apertura del centro, de 9:00h a 21:00h, en el que la variable Todo/Nada se identifica con un 1, por el contrario en horario de cierre del edificio se definirá la variable 0, pues los equipos se encuentran apagados.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Horario Diario

Horario Climatización disponible (HD_CLIMADISPO)

Nombre:

Tipo:

Valores Horarios

0 - 1:	<input type="text" value="0"/>	8 - 9:	<input type="text" value="1"/>	16 - 17:	<input type="text" value="1"/>
1 - 2:	<input type="text" value="0"/>	9 - 10:	<input type="text" value="1"/>	17 - 18:	<input type="text" value="1"/>
2 - 3:	<input type="text" value="0"/>	10 - 11:	<input type="text" value="1"/>	18 - 19:	<input type="text" value="1"/>
3 - 4:	<input type="text" value="0"/>	11 - 12:	<input type="text" value="1"/>	19 - 20:	<input type="text" value="1"/>
4 - 5:	<input type="text" value="0"/>	12 - 13:	<input type="text" value="1"/>	20 - 21:	<input type="text" value="1"/>
5 - 6:	<input type="text" value="0"/>	13 - 14:	<input type="text" value="1"/>	21 - 22:	<input type="text" value="0"/>
6 - 7:	<input type="text" value="0"/>	14 - 15:	<input type="text" value="1"/>	22 - 23:	<input type="text" value="0"/>
7 - 8:	<input type="text" value="0"/>	15 - 16:	<input type="text" value="1"/>	23 - 24:	<input type="text" value="0"/>

Ilustración 125: Horario diario equipos de climatización

Horario Climatización NO disponible (HD_CLIMANODISPO)

Nombre:

Tipo:

Valores Horarios

0 - 1:	<input type="text" value="0"/>	8 - 9:	<input type="text" value="0"/>	16 - 17:	<input type="text" value="0"/>
1 - 2:	<input type="text" value="0"/>	9 - 10:	<input type="text" value="0"/>	17 - 18:	<input type="text" value="0"/>
2 - 3:	<input type="text" value="0"/>	10 - 11:	<input type="text" value="0"/>	18 - 19:	<input type="text" value="0"/>
3 - 4:	<input type="text" value="0"/>	11 - 12:	<input type="text" value="0"/>	19 - 20:	<input type="text" value="0"/>
4 - 5:	<input type="text" value="0"/>	12 - 13:	<input type="text" value="0"/>	20 - 21:	<input type="text" value="0"/>
5 - 6:	<input type="text" value="0"/>	13 - 14:	<input type="text" value="0"/>	21 - 22:	<input type="text" value="0"/>
6 - 7:	<input type="text" value="0"/>	14 - 15:	<input type="text" value="0"/>	22 - 23:	<input type="text" value="0"/>
7 - 8:	<input type="text" value="0"/>	15 - 16:	<input type="text" value="0"/>	23 - 24:	<input type="text" value="0"/>

Ilustración 126: Horario diario de equipos de climatización en periodo vacacional

Horario Semanal

Se definen los días en los que si se dispone de los equipos de frio y de los equipos de calor (semanas laborables) y semanas en los que no se requiere una demanda de frio o de calor.

Horario semanal de equipos de climatización (HS_CLIMA_DISPO).

Nombre:

Tipo:

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:

Martes:

Miércoles:

Jueves:

Viernes:

Sábado:

Domingo:

Ilustración 127: Horario semanal de equipos de climatización

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Horario semanal de equipos de climatización no disponible (HS_CLIMA_NODISPO).

Nombre:

Tipo:

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:

Martes:

Miércoles:

Jueves:

Viernes:

Sábado:

Domingo:

Ilustración 128: Horario semanal de climatización en periodo vacacional

Horario Anual

Se describen dos tipos de horarios anuales uno para modo frio y otro para modo calor. Que quedan definidos en función del calendario académico. Son los siguientes:

Horario anual de climatización modo frio (CLIMATIZACIÓN_FRIO).

Nombre:

Tipo:

Periodos con diferentes horarios semanales (el 1er periodo comienza el 01/01)

	Hasta el día	Hasta el mes	Horario Semanal
1	7	4	SEM_CLIMATI_NODISPO
2	30	4	SEM_CLIMATI_DISPO
3	1	5	SEM_CLIMATI_NODISPO
4	31	7	SEM_CLIMATI_DISPO
5	31	8	SEM_CLIMATI_NODISPO
6	30	9	SEM_CLIMATI_DISPO
7	31	12	SEM_CLIMATI_NODISPO

Ilustración 129: Horario anual climatización frio

Se considera que el edificio no demanda frio desde el 1 de enero hasta el 7 de abril, que coincide con la vuelta de las vacaciones de semana santa. Luego hay una festividad el 1 de mayo en el que estará no disponible, y también estará no disponible durante todo el mes de agosto coincidiendo con las vacaciones de verano. Por último vuelve a estar disponible hasta el 30 de septiembre. A partir de ese momento el edificio demanda potencia calorífica.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Horario anual de climatización modo calor (CLIMATIZACION_CALOR).

Nombre:

Tipo:

Periodos con diferentes horarios semanales (el 1er periodo comienza el 01/01)

	Hasta el día	Hasta el mes	Horario Semanal
1	6	1	SEM_CLIMATI_NODISPO
2	26	3	SEM_CLIMATI_DISPO
3	30	9	SEM_CLIMATI_NODISPO
4	22	12	SEM_CLIMATI_DISPO
5	31	12	SEM_CLIMATI_NODISPO

Ilustración 130: Horario anual climatización calor

Los sistemas de climatización en modo calor se encuentra no disponible desde el 1 de enero hasta el 6 de enero por las vacaciones de navidad. Después de ese día funciona hasta el 26 de marzo que empieza el periodo de semana santa.

Se encuentra inactiva la calefacción hasta el 30 de septiembre y permanecerá activa hasta el 23 de diciembre por el inicio de las vacaciones de navidad.

Horario Anual Fan-Coils (VENTILADORES)

Nombre:

Tipo:

Periodos con diferentes horarios semanales (el 1er periodo comienza el 01/01)

	Hasta el día	Hasta el mes	Horario Semanal
1	31	7	HS_CLIMA_DISPO
2	31	8	HS_CLIMA_NODISPO
3	31	12	HS_CLIMA_DISPO

Ilustración 131: Horario anual fan coils

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

ANEXO III

Ocupación, Infiltraciones y Fuentes Internas de Calor

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

1. Ocupación, infiltraciones y fuentes internas de calor

En cuanto a los datos de ocupación, equipos e infiltraciones en el programa CALENER GT, al designar el tipo de actividad, nos asigna unos valores por defecto mostrados a continuación:

The screenshot shows the 'Ocupación' (Occupancy) section of the CALENER GT software. It includes the following fields:

- Ocupación:**
 - Horario: Ocupacion-Docencia
 - Área/Ocupante: 10,00 m²/persona
 - Q sensible/Ocupante: 77,03 W/persona
 - Q latente/Ocupante: 37,97 W/persona
- Fuentes internas de calor (Equipos):**
 - Horario: Iluminacion-Docencia
 - Potencia/Área: 0,00 W/m²
 - Fracción sensible: 1,00 ratio
 - Fracción latente: 0,00 ratio
- Infiltraciones:**
 - Horario: Infiltracion-Docencia
 - Renovaciones/hr: 0,50 1/h

Ilustración 132: Cargas CALENER GT

Estos valores deben de ser adaptados y evaluados a la realidad del edificio.

1.1. Densidad de ocupación

El cálculo de la ocupación del área por ocupante, dato necesario para la definición de los espacios en CALENER GT, se hace distinción vuelve a distinguirse las distintas zonas del edificio, agrupadas según su ocupación. Puede así especificar cuántos ocupantes existen en cada instante en el espacio, permitiéndole también especificar el calor latente y sensible emitido de media por cada ocupante, ya que según la actividad de los ocupantes en el espacio así será su generación de calor.

La distinción de zonas es la siguiente:

- Despachos.
- Salón de actos.
- Aulas de estudio.
- Espacios comunes (pasillos, aseos, recibidor, etc.)

El valor del calor sensible y latente aportado por los ocupantes se obtiene de las tablas de la ASHRAE.

Grado de Actividad	Aplicación típica	OCUP-Q-SEN (W/persona)	OCUP-Q-LAT (W/persona)
Sentado en teatro	Teatro (Matinal)	65	30
Sentado en teatro	Teatro (Tarde)	70	30
Sentado, trabajo ligero	Oficinas, hoteles, apartamentos	70	45
Trabajo de oficina moderado	Oficinas, hoteles, apartamentos	75	55
De pie, trabajo ligero, andando	Grandes almacenes, venta al por menor	75	55
Caminando; de pie	Farmacia, banco	75	70
Trabajo sedentario	Restaurante	80	80
Baile moderado	Pistas de baile	90	160
Andando, trabajo ligero	Fábrica	110	185
Jugar a los bolos	Boleras	170	255
Trabajo duro	Fábrica	170	255
Trabajo, maquinaria pesada	Fábrica	185	285
Atletismo	Gimnasio	210	315

Ilustración 133: Calor sensible y calor latente por ocupante ASHRAE

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

La mayoría de los espacios se consideran como trabajo de oficina ligero:

Q_{sen} (W/Persona)	70
Q_{lat} (W/Persona)	45

En los pasillos y distribuidor se considera un trabajo de oficina moderado, por tenerse en cuenta el movimiento durante los desplazamientos.

Q_{sen} (W/Persona)	75
Q_{lat} (W/Persona)	55

Para determinar la densidad de ocupación se debe tener en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las diferentes zonas del edificio, considerando el régimen de actividad y de su uso previsto para el mismo. Por tanto para espacios comunes (pasillos, aseos, recibidor, etc.) en los cuales no conocemos los ocupantes se adapta al caso de estudio con la densidad de ocupación establecida en el Código Técnico de la Edificación DB-SI.

Tabla 2.1. Densidades de ocupación ⁽¹⁾

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m ² /persona)
Docente	Conjunto de la planta o del edificio	10
	Locales diferentes de aulas, como laboratorios, talleres, gimnasios, salas de dibujo, etc.	5
	Aulas (excepto de escuelas infantiles)	1,5
	Aulas de escuelas infantiles y salas de lectura de bibliotecas	2

Ilustración 134: Densidad de ocupación

Para el edificio de estudio se ha introducido lo siguiente en CALENER GT:

- Recibidor: 10 m²/persona
- Aseo: 3 m²/persona
- Salón de actos: 1 persona/asiento

Archivos, almacenes	40
---------------------	----

⁽¹⁾ Deben considerarse las posibles utilizaciones especiales y circunstanciales de determinadas zonas o recintos, cuando puedan suponer un aumento importante de la ocupación en comparación con la propia del uso normal previsto. En dichos casos se debe, o bien considerar dichos usos alternativos a efectos del diseño y cálculo de los elementos de evacuación, o bien dejar constancia, tanto en la documentación del proyecto, como en el Libro del edificio, de que las ocupaciones y los usos previstos han sido únicamente los característicos de la actividad.

⁽²⁾ En los aparcamientos robotizados se considera que no existe ocupación. No obstante, dispondrán de los medios de escape en caso de emergencia para el personal de mantenimiento que en cada caso considere necesarios la autoridad de control.

Ilustración 135: Densidad de ocupación almacén

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.**Cálculo de la densidad de ocupación por plantas*

Sotano -2

Zona	Estancia	S (m ²)	Ocupantes	S(m ²)/Ocupantes
PE01_E01	Almacen	89,8		10,0
PE01_E02	Hueco Ascensor	4,6		10,0
PE01_E03	Hueco Escalera	10,9		10,0

Sotano -1

Zona	Estancia	S (m ²)	Ocupantes	S(m ²)/Ocupantes
PE02_E01	Distribuidor	83,5	8,4	10,0
PE02_E02	Escaleras de emergencia	34,4	3,4	10,0
PE02_E03	Salon de actos	303,0	150,0	2,0
PE02_E06	Hueco Escalera	10,9	1,1	10,0
PE02_E07	Hueco Ascensor	4,6	0,5	10,0

Planta Baja

Zona	Estancia	S (m ²)	Ocupantes	S(m ²)/Ocupantes
PE03_E01	Local Juegos	87,6		5,0
PE03_E02	Hueco Escalera	10,9		10,0
PE03_E03	Hueco Ascensor	4,6		10,0
PE03_E04	Distribuidor	111,3		10,0

Primera Planta

Zona	Estancia	S (m ²)	Ocupantes	S(m ²)/Ocupantes
PE04_E01	Despacho	64,7	2,0	32,3
PE04_E02	Despacho	33,6	2,0	16,8
PE04_E03	Despacho	10,3	2,0	5,2
PE04_E04	Hueco Ascensor	4,6		10,0
PE04_E05	Hueco Escalera	10,9		10,0
PE04_E06	Aseos	7,9	4,0	2,0
PE04_E07	Despacho	13,7	2,00	6,8
PE04_E08	Distribuidor	68,7		10,0

Segunda Planta

Zona	Estancia	S (m ²)	Ocupantes	S(m ²)/Ocupantes
PE05_E01	Distribuidor	191,0		10,0
PE05_E02	Aseos	7,9	4,0	2,0
PE05_E03	Hueco Escalera	10,9		10,0
PE05_E04	Hueco Ascensor	4,6		10,0

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Tercera Planta

Zona	Estancia	S (m ²)	Ocupantes	S(m ²)/Ocupantes
PE06_E01	Aula de Estudio	112,4	50,0	2,2
PE06_E02	Hueco Ascensor	4,6		10,0
PE06_E03	Hueco Escalera	10,9		10,0
PE06_E04	Aseos	7,9	4,0	2,0

1.2. Infiltraciones

Para determinar las infiltraciones del edificio se usa el manual de referencia de CALENER GT en el anexo F del estándar prEN ISO 13790:1999, que determina el número de renovaciones hora debido a infiltraciones de aire exterior que se produce en un determinado espacio.

Grado de exposición a los vientos	Nivel de estanqueidad del edificio		
	Bajo	Medio	Alto
Bajo	0,5	0,8	1,5
Medio	0,5	0,6	1,1
Alto	0,5	0,5	0,7

Ilustración 136: Valores típicos renovaciones/hora de aire en espacios

La casa del estudiante se trata de un edificio con grado de exposición a los vientos bajo, ya que cuenta con una altura mediana ubicado en el caso urbano. Por tanto para exposición baja y estanqueidad media, de forma que se tomar 0,5 renov/h.

1.3. Fuentes internas de calor

El calor generado por las fuentes internas presentes en dicho espacio y su variación temporal, puede así especificarse la cantidad de calor que añaden por ejemplo: ordenadores, fotocopiadoras, etc. También puede especificarse en CALENER GT qué fracción de este calor añadido es latente y cuál sensible.

Es importante que estas cantidades se ajusten lo más posible a la realidad, puesto que los consumos de los sistemas de calefacción y refrigeración presentes en el edificio dependen mucho de ellas.

La energía que consumen los equipos que hay instalados en los espacios se obtiene como el producto de la fracción de potencia durante el periodo de funcionamiento del equipo el área del espacio considerado y por la potencia máxima especificada.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Se distinguen las siguientes zonas, clasificadas por la cantidad y diversidad de elementos eléctricos que contienen:

- Aulas de estudio.
- Almacenes y archivos.
- Despachos del consejo de estudiantes
- Espacios comunes.

Para obtener la potencia calorífica de los equipos que hay instalados en los espacios se obtiene en ASHRAE Chapter 30 Nonresidential cooling and heating load calculations.

	Continuous, W	1 page per min., W	Idle, W
Laser Printers			
Small desktop	130	75	10
Desktop	215	100	35
Small office	320	160	70
Large office	550	275	125
Copiers			
Desktop	400	85	20
Office	1,100	400	300

Ilustración 137: Potencia calorífica impresoras y fotocopiadoras

	Continuous, W	Energy Saver Mode, W
Computers^a		
Average value	55	20
Conservative value	65	25
Highly conservative value	75	30
Monitors^b		
Small (13 to 15 in.)	55	0
Medium (16 to 18 in.)	70	0
Large (19 to 20 in.)	80	0

Ilustración 138: Potencia calorífica ordenador

Se considera en los despachos un ordenador por personal del consejo de estudiantes.

1.3.1. Cálculo de cargas por tipo de espacio

Los despachos han sido agrupados para la definición de los espacios por contar con características idénticas de climatización y similares en la densidad de ocupación suponiendo que cada despacho está siendo usado por un solo profesor. En cada despacho se considera que hay un monitor, un ordenador y una impresora.

Equipo	Portería	P (w)
Monitor		35
Ordenador		55
Impresora		130
	$P_{total}(w)$	220

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Equipo Salon de Actos

	P (w)	
Monitor	35	35
Ordenador	55	55
Proyector	55	55
$P_{total}(w)$		145

Ordenadores de uso común

	P (w)	
Monitor	35	35
Ordenador	55	55
$P_{total}(w)$		90

Fuentes Internas de Calor por espacio

Sotano -2

Zona	Estancia	S (m ²)	P_{insta} (W)	W/m ²
PE01_E01	Almacen	89,75	0,00	0,00
PE01_E02	Hueco Ascensor	4,62	0,00	0,00
PE01_E03	Hueco Escalera	10,94	0,00	0,00

Sotano -1

Zona	Estancia	S (m ²)	P_{insta} (W)	W/m ²
PE02_E01	Distribuidor	83,52	0,00	0,00
PE02_E02	Escaleras de emergencia	34,43	0,00	0,00
PE02_E03	Salon de actos	302,99	145,00	0,48
PE02_E06	Hueco Escalera	10,94	0,00	0,00
PE02_E07	Hueco Ascensor	4,62	0,00	0,00

Planta Baja

Zona	Estancia	S (m ²)	P_{insta} (W)	W/m ²
PE03_E01	Local Juegos	87,58	0,00	0,00
PE03_E02	Hueco Escalera	10,94	0,00	0,00
PE03_E03	Hueco Ascensor	4,62	0,00	0,00
PE03_E04	Distribuidor	111,34	760	6,83

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Primera Planta

Zona	Estancia	S (m ²)	P _{insta} (W)	W/m ²
PE04_E01	Despacho	64,66	880,00	13,61
PE04_E02	Despacho	33,60	440,00	13,10
PE04_E03	Despacho	10,33	220,00	21,30
PE04_E04	Hueco Ascensor	4,62	0,00	0,00
PE04_E05	Hueco Escalera	10,94	0,00	0,00
PE04_E06	Aseos	7,92	0,00	0,00
PE04_E07	Despacho	13,68	220,00	16,08
PE04_E08	Distribuidor	68,73	145,00	2,11

Segunda Planta

Zona	Estancia	S (m ²)	P _{insta} (W)	W/m ²
PE05_E01	Distribuidor	190,99	145,00	0,76
PE05_E02	Aseos	7,92	0,00	0,00
PE05_E03	Hueco Escalera	10,94	0,00	0,00
PE05_E04	Hueco Ascensor	4,62	0,00	0,00

Tercera Planta

Zona	Estancia	S (m ²)	P _{insta} (W)	W/m ²
PE06_E01	Aula de Estudio	112,35	145,00	1,29
PE06_E02	Hueco Ascensor	4,62	0,00	0,00
PE06_E03	Hueco Escalera	10,94	0,00	0,00
PE06_E04	Aseos	7,92	0,00	0,00

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

ANEXO IV

Iluminación

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

1. Iluminación Artificial

En cuanto a al dato de iluminación artificial en el programa CALENER GT, en las propiedades de los espacios, nos asigna unos valores por defecto mostrados a continuación:

Seleccionar Espacio: P01_E01

Descripción y geometría | Ocupación, equipos e infiltración | Iluminación artificial y natural

Iluminación artificial

Horario: ANUAL_VACIO

Potencia/Área: 0,00 W/m²

Tipo de luminaria: Fluorescente No ventilada

Valor de eficiencia energética (VEEI): 7,00 W/m²·100lux

Valor de eficiencia energética (VEEI) Límite: 10,00 W/m²·100lux

Iluminación artificial controlada por la natural

Existe control automático: No

Nº de puntos de referencia: n/a

Puntos de referencia iluminación

	Fracción zona	Consigna iluminación	Tipo de control	Coordenadas relativas		
				X	Y	Z
Punto 1:	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Punto 2:	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

Fracción potencia mín.: n/a

Frac. ilum. mín.: n/a

Nº etapas control: n/a

Ilustración 139: Iluminación en CALENER GT

CALENER GT al igual que en el resto de pestañas propone unos valores estándar para un edificio destinado a docencia, los cuales se han corregido con la información recopilada en el proyecto de obra.

15.7.6

ud REGLETA DE SUPERFICIE 2x58 W.AF

Suministro y colocación de Regleta de fluorescente de superficie, para TF 2x58 W. modelo 0D5500 de Odel-lux o similar, con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujeta con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámpara fluorescente nueva generación y bornes de conexión. Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. Según planos, detalles e instrucciones de la D. F.

Ilustración 140: Modelo de luminaria de techo

Se emplearon en el proyecto de construcción del edificio tubos fluorescentes de 58W en las luminarias que disponen de dos tubos y tubos fluorescentes de 18W en luminarias de doble tubo.

En el valor de la potencia de la lámpara instalada se incluye la pérdida del equipo auxiliar, para tener en cuenta estas pérdidas se usan los valores admitidos por el Real Decreto 838/2002 donde se establecen los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes. El objetivo de esta Directiva es conseguir un ahorro de energía económicamente rentable en el alumbrado con lámparas

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

fluorescentes, mediante la fijación de requisitos mínimos de eficiencia energética, que no se conseguiría con medidas diferentes.

Categoría de balasto	Potencia de lámpara		Potencia máxima de entrada de los circuitos balasto-lámpara
	50 Hz	HF	
1	15 W	13,5 W	25 W
	18 W	16 W	28 W
	30 W	24 W	40 W
	36 W	32 W	45 W
	38 W	32 W	47 W
	58 W	50 W	70 W
	70 W	60 W	83 W
2	18 W	16 W	28 W
	24 W	22 W	34 W
	36 W	32 W	45 W
3	18 W	16 W	28 W
	24 W	22 W	34 W
	36 W	32 W	45 W
4	10 W	9,5 W	18 W
	13 W	12,5 W	21 W
	18 W	16,5 W	28 W
	26 W	24 W	36 W
5	18 W	16 W	28 W
	26 W	24 W	36 W
6	10 W	9 W	18 W
	16 W	14 W	25 W
	21 W	19 W	31 W
	28 W	25 W	38 W
	38 W	34 W	47 W

Ilustración 141: Cálculo de la potencia máxima de entrada de los circuitos balasto-lámpara



Ilustración 142: Luminarias planta baja

Considerando categoría de balasto 1, la potencia luminaria que hay en el edificio queda de la siguiente manera:

Modelo de Iluminación

2x18	56
2x58	140

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

2. Potencia de iluminación por zonas

Para la definición de la iluminación artificial en CALENER GT se introduce la potencia por área, el tipo de iluminación (tubo fluorescente sin ventilar), el valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) y el valor de la eficiencia energética límite.

Para estos cálculos se hace distinción de las siguientes zonas:

- Aulas de estudio
- Distribuidores
- Almacenes.
- Espacios comunes.
- Despachos.

Para poder obtener el valor de eficiencia energética (VEEI) nos remitimos a la fórmula dada por el DB HE 3:

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m^2) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m} \quad (2.1)$$

siendo

P la potencia de la lámpara más el equipo auxiliar [W];

S la superficie iluminada [m^2];

E_m la iluminancia media mantenida [lux]

Ilustración 143: Valor de eficiencia energética

Este índice nos ayuda a evaluar energéticamente el proyecto de iluminación, ya que al calcular la potencia total instalada por m^2 , en función del nivel de iluminación que se desea conseguir, se tiene en cuenta tanto la eficacia de las lámparas como las pérdidas de los equipos empleados para el funcionamiento de las mismas (en el caso en que éstos sean necesarios), así como el factor de utilización de la luminaria elegida, y no sólo su rendimiento. Cuanto más eficiente sea el conjunto, menor será el índice de eficiencia energética.

El valor de la iluminancia media mantenida no se ha medido experimentalmente, sino que se asume que la instalación cumple con la normativa vigente. Se usa por tanto el valor dado por la UNE 12464-1, apartado 5.36.9 Centros educativos:

Tabla 5.36 – Establecimientos educativos – Edificios educativos

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lx	UGR_L –	U_o –	R_a –	Requisitos específicos
5.36.9	Aulas de prácticas y laboratorios	500	19	0,60	80	
5.36.16	Vestíbulo de entrada	200	22	0,40	80	
5.36.17	Áreas de circulación, pasillos	100	25	0,40	80	

Ilustración 144: Iluminación media mantenida (Lux)

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

En cuanto al valor de eficiencia energética (VEEI) límite, se usan los valores dados en el Nuevo DB HE 3:

Tabla 2.1 Valores límite de eficiencia energética de la instalación

Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico ⁽¹⁾	3,5
aulas y laboratorios ⁽²⁾	3,5
habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes ⁽⁴⁾	4,0
almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos ⁽⁵⁾	4,0
estaciones de transporte ⁽⁶⁾	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁷⁾	6,0
hostelería y restauración ⁽⁸⁾	8,0
religioso en general	8,0
salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁹⁾	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

Ilustración 145: Valor límite de eficiencia energética

Por tanto:

E_m (iluminancia media)	
Salas de conferencia	500
Almacén	200
Escaleras	150
Áreas de circulación, pasillos	100
Hall de entrada	200
Aseos	100
Aulas	300
Sala de descanso	100
Despachos	500

En la siguiente tabla se indican las características de la iluminación para cada espacio:

Sotano -2							
Zona	Estancia	UD	Potencia (w)	Potencia Luz (W)	S (m ²)	P/S	VEEI
PE01_E01	Almacén	3,00	140,00	420,00	89,75	4,68	2,34
PE01_E02	Hueco Ascensor	0,00	0,00	0,00	4,62	0,00	0,00
PE01_E03	Hueco Escalera	1,00	56,00	56,00	10,94	5,12	3,41

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.**Sotano -1*

Zona	Estancia	UD	Potencia	Potencia Luz	S (m ²)	P/S	VEEI
			(w)	(W)			
PE02_E01	Distribuidor	4,00	56,00	224,00	83,52	2,68	2,68
PE02_E02	Escaleras de emergencia	1,00	140,00	140,00	34,43	4,07	2,71
PE02_E03	Salon de actos	38,0	140,00	5320,00	302,99	17,56	3,51
PE02_E06	Hueco Escalera	1,00	56,00	56,00	10,94	5,12	3,41
PE02_E07	Hueco Ascensor	0,00	0,00	0,00	4,62	0,00	0,00

Planta Baja

Zona	Estancia	UD	Potencia	Potencia Luz	S (m ²)	P/S	VEEI
			(w)	(W)			
PE03_E01	Local Juegos	4,00	150,00	600,00	87,58	6,85	6,85
PE03_E02	Hueco Escalera	1,00	56,00	56,00	10,94	5,12	3,41
PE03_E03	Hueco Ascensor	0,00	0,00	0,00	4,62	0,00	0,00
PE03_E04	Distribuidor	14,0	140,00	1960,00	111,34	17,60	8,80

Primera Planta

Zona	Estancia	UD	Potencia	Potencia Luz	S (m ²)	P/S	VEEI
			(w)	(W)			
PE04_E01	Despacho	6,00	140,00	840,00	64,66	12,99	2,60
PE04_E02	Despacho	4,00	140,00	560,00	33,60	16,67	3,33
PE04_E03	Despacho	2,00	140,00	280,00	10,33	27,11	5,42
PE04_E04	Hueco Ascensor	0,00	0,00	0,00	4,62	0,00	0,00
PE04_E05	Hueco Escalera	1,00	56,00	56,00	10,94	5,12	3,41
PE04_E06	Aseos	1,00	25,00	25,00	7,92	3,16	3,16
PE04_E07	Despacho	2,00	140,00	280,00	13,68	20,47	4,09
PE04_E08	Distribuidor	7,00	56,00	392,00	68,73	5,70	5,70

Segunda Planta

Zona	Estancia	UD	Potencia	Potencia Luz	S (m ²)	P/S	VEEI
			(w)	(W)			
PE05_E01	Distribuidor	18,0	140,00	2520,00	190,99	13,19	9
PE05_E02	Aseos	1,00	25,00	25,00	7,92	3,16	3,16
PE05_E03	Hueco Escalera	1,00	56,00	56,00	10,94	5,12	3,41
PE05_E04	Hueco Ascensor	0,00	0,00	0,00	4,62	0,00	0,00

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.**Tercera Planta*

Zona	Estancia	UD	Potencia	Potencia Luz	S (m ²)	P/S	VEEI
			(w)	(W)			
		15,0					
PE06_E01	Aula de Estudio	0	140,00	2100,00	112,35	18,69	6,23
PE06_E02	Hueco Ascensor	0,00	0,00	0,00	4,62	0,00	0,00
PE06_E03	Hueco Escalera	1,00	56,00	56,00	10,94	5,12	3,41
PE06_E04	Aseos	1,00	25,00	25,00	7,92	3,16	3,16

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

ANEXO V

Instalación Solar Térmica

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.***1. Objetivo**

El propósito de este anexo es diseñar una instalación solar térmica que satisfaga las necesidades de calefacción, cumpliendo las especificaciones del Código Técnico de Edificación (CTE) en relación con el aporte solar mínimo, de la casa del estudiante de la UPCT situada en la ciudad de Cartagena.

Los objetivos del proyecto son:

- Calcular y diseñar la instalación con todos sus componentes, así como el funcionamiento de la misma, teniendo en cuenta las cargas térmicas del edificio tanto para verano como para invierno.
- Realizar una valoración económica del proyecto así como analizar la posible rentabilidad del mismo.

2. Descripción de la instalación

Si bien se puede diseñar la instalación con una gran variedad de variantes lo cierto es que actualmente, prácticamente la totalidad de ellos consisten en la combinación de un colector de placa plana junto a un acumulador, bien formando un conjunto o bien independientemente.

Es importante tener presente que uno de nuestros objetivos es conseguir el máximo ahorro de energía convencional y, por lo tanto, de dinero. Y esto no es a veces compatible con determinados diseños de sistemas en los que se hace trabajar indebidamente al sistema, causando así un pobre rendimiento a la inversión realizada.

Evidentemente lo primero que debemos hacer es proveer al sistema del número suficiente de colectores para poder captar la energía necesaria, eligiendo la inclinación idónea para aprovechar la máxima cantidad de energía solar disponible en cada mes. A la vez que será preciso regular la captación de dicha energía para que realmente se convierta en energía útil. Para el dimensionado de las instalaciones de energía solar térmica se sugiere en el Pliego de Condiciones Técnicas de IDAE el método de las curvas f-chart, que permite realizar el cálculo de la cobertura de un sistema solar, es decir, de su contribución a la aportación de calor total necesario para cubrir las cargas térmicas, y de su rendimiento medio en un largo período de tiempo.

Será pues necesario medir y comparar permanentemente los niveles de temperatura en los colectores y en el almacenamiento, así como disponer de los mecanismos automáticos necesarios para que en el circuito primario se establezca la circulación del fluido, en función de si se produce o no un incremento de la energía útil acumulada.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

También deberemos prestar atención a consumir prioritariamente la energía solar, así, el sistema de almacenamiento deberá trabajar de modo que favorezca el uso prioritario de la energía solar frente a la auxiliar y nunca al revés.

2.1. Sistema de captación

El sistema de captación es el encargado de captar la energía solar incidente y transformarla en energía térmica. Está formado por los colectores, sus elementos de sujeción, el circuito primario con el fluido caloportante y el intercambiador de calor.

La función de los colectores consiste en recoger la energía solar en forma de radiación, transformarla en calor y transmitir éste al fluido caloportante que circula a través de ellos. Los colectores que se emplearán en esta instalación serán planos, ya que son ideales para el rango de temperaturas con el que trabajará la instalación si tenemos en cuenta la relación coste/rendimiento.

El principio de funcionamiento del captador plano se basa en una “trampa de calor” que conjuga el “efecto de cuerpo negro” con el “efecto invernadero”. Gracias a este sistema de captación se consigue absorber la mayor parte de la radiación solar que llega hasta la superficie y devolver la menos posible.

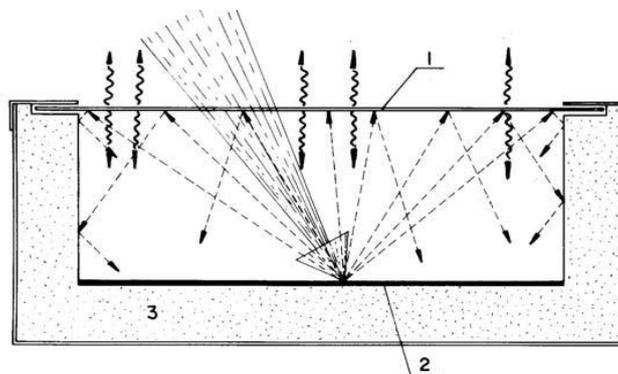


Ilustración 146: Efecto invernadero colector solar

En cuanto al rendimiento de los captadores solares, resulta difícil precisar qué cantidad de energía se podrá obtener en cada momento, puesto que este tipo de captadores de baja temperatura carecen de cualquier forma de seguimiento de la posición del Sol a lo largo del día, y captan tanto la radiación directa como la difusa con resultado muy variables.

En líneas generales, la eficiencia de los captadores solares vendrá definida por su curva de rendimiento, que permite saber cuál es la cantidad de energía que podremos aprovechar en cada situación. Al respecto, existe una normativa oficial para la homologación de estos equipos en la que se evalúa la curva característica de los

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

diferentes modelos. Esta valoración se realiza sobre captadores nuevos, y de forma puntual, no siendo representativa del comportamiento del captador a lo largo de su vida útil, ya que su eficacia podrá evolucionar de diferente manera con el paso del tiempo, en función de su mantenimiento, etc.

2.1.1. Inclinación óptima de los colectores

En este apartado se determina la inclinación óptima que deberán de tener los colectores. Puesto que el funcionamiento de la instalación va a ser anual, se estima la inclinación óptima de los colectores de la instalación como un valor igual al valor de la latitud del lugar donde se encuentra nuestro bloque de viviendas (37,5º). Pero se puede aproximar aún más este valor partiendo de datos de irradiación diaria media mensual directa y difusa sobre el plano horizontal tomados de la estación meteorológica del INM en Cartagena. Dichos datos queda reflejados en la siguiente tabla:

	Comp. Directa Comp. Difusa sobre plano horizontal	
	H _b (kJ/m ²)	H _d (kJ/m ²)
Enero	6586,70	2959,30
Febrero	8022,60	3951,40
Marzo	12046,00	5162,40
Abril	15374,00	5978,80
Mayo	18713,00	6574,90
Junio	18797,00	6952,20
Julio	20460,00	6461,00
Agosto	17741,00	5913,80
Septiembre	13906,00	5143,50
Octubre	9730,00	4170,00
Noviembre	6383,50	3288,50
Diciembre	4957,40	2788,60

Para poder obtener el valor de la inclinación óptima, se calculan los valores de irradiación global diaria media mensual para cada un conjunto de valores de inclinación. Puesto que como el valor de la inclinación óptima va a ser un valor que está muy próximo a la latitud de la instalación, primero se determina este valor de irradiación para esa inclinación (37,5º) y posteriormente mediante un proceso de tanteo se obtiene el valor aproximado de la inclinación óptima de los colectores.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Para calcular la irradiación global diaria media mensual se utiliza la siguiente expresión:

$$\bar{H}_\beta = (\bar{H} - \bar{H}_d) \cdot \frac{\bar{H}_{0\beta}}{\bar{H}_0} + \frac{1}{2} \bar{H} \rho (1 - \cos\beta) + \frac{1}{2} \bar{H}_d (1 + \cos\beta)$$

Dónde:

- \bar{H} es la irradiación global diaria media mensual sobre el plano horizontal sobre la superficie de la tierra.
- \bar{H}_d es la irradiación difusa diaria media mensual sobre el plano horizontal sobre la superficie de la tierra.
- $\bar{H}_{0\beta}$ es la irradiación extraterrestre diaria media mensual sobre el plano inclinado β .
- \bar{H}_0 es la irradiación extraterrestre diaria media mensual sobre el plano horizontal.
- ρ es el albedo (coeficiente de reflexión del terreno).

De la ecuación anterior se determina primero el valor del cociente $\frac{\bar{H}_{0\beta}}{\bar{H}_0}$ que es el único valor desconocido de la ecuación anterior. Para calcular cada uno de los miembros del cociente, será preciso determinar una serie de parámetros como son el ángulo de barrido, la declinación característica, el ángulo horario, la duración del día y la corrección por excentricidad.

Para determinar el ángulo de barrido y la declinación característica, será preciso conocer el día juliano correspondiente a cada mes. En la siguiente tabla se muestran para cada mes, el día característico y el día juliano correspondiente:

	Día Característico	Día Juliano Correspondiente
Enero	17	17
Febrero	16	47
Marzo	16	75
Abril	15	105
Mayo	15	135
Junio	11	162
Julio	17	198
Agosto	16	228
Septiembre	15	258
Octubre	15	288
Noviembre	14	318
Diciembre	10	344

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Los valores obtenidos se muestran a continuación:

Angulo Barrido (Rad)	Declinación Característica (°)
0,28	-20,92
0,79	-12,95
1,27	-2,42
1,79	9,41
2,31	18,79
2,77	23,09
3,39	21,18
3,91	13,45
4,42	2,22
4,94	-9,60
5,46	-18,91
5,90	-23,05

Haciendo lo mismo para el ángulo horario, la duración del día y la corrección por excentricidad, los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Angulo horario (rad)	Angulo horario (rad)	Duración día (horas)	E₀
1,27	1,27	9,73	1,03
1,39	1,39	10,64	1,03
1,54	1,54	11,75	1,01
1,70	1,59	12,97	0,99
1,83	1,60	14,02	0,98
1,90	1,61	14,55	0,97
1,87	1,60	14,31	0,97
1,76	1,59	13,41	0,97
1,60	1,57	12,23	0,99
1,44	1,44	11,01	1,01
1,30	1,30	9,97	1,02
1,24	1,24	9,46	1,03

Con estos datos se puede calcular la irradiación extraterrestre sobre el plano horizontal (\bar{H}_0) y la irradiación sobre el plano inclinado ($\bar{H}_{0\beta}$). Tanto estos los resultados de estos valores como el cociente buscado se muestran en la tabla siguiente:

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

H_0	$H_{0\text{ beta}}$	R_0
16784,89	33080,18	1,97
22000,33	35805,92	1,63
28603,12	37597,91	1,31
35301,55	37290,70	1,06
39883,75	35332,19	0,89
41686,43	33881,78	0,81
40664,37	34358,31	0,84
36901,99	36181,74	0,98
30850,43	37182,95	1,21
23800,82	36061,79	1,52
17934,19	33560,82	1,87
15318,92	32011,41	2,09

Utilizando la expresión vista anteriormente, los resultados de la irradiación global diaria media mensual y e irradiancia global media mensual se muestran en la tabla que aparece a continuación:

	Comp. Directa Comp. Difusa		sobre plano horizontal	
	H_b (kJ/m ²)	H_d (kJ/m ²)	$H = H_b + H_d$ (kJ/m ²)	H_{beta} (kJ/m ²)
Enero	6586,70	2959,30	9546,00	21664,35
Febrero	8022,60	3951,40	11974,00	23278,46
Marzo	12046,00	5162,40	17208,40	27604,52
Abril	15374,00	5978,80	21352,80	28358,27
Mayo	18713,00	6574,90	25287,90	28820,15
Junio	18797,00	6952,20	25749,20	27694,34
Julio	20460,00	6461,00	26921,00	29095,95
Agosto	17741,00	5913,80	23654,80	28984,70
Septiembre	13906,00	5143,50	19049,50	27965,40
Octubre	9730,00	4170,00	13900,00	25086,96
Noviembre	6383,50	3288,50	9672,00	21248,11
Diciembre	4957,40	2788,60	7746,00	18847,09
				308648,30

Luego para una inclinación de los colectores igual a la latitud del lugar donde vamos a colocar la instalación (37,5°) obtenemos una irradiación media anual de 308648,30 W/m².

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Si ahora damos diferentes valores de inclinación (entre 0 y 90°) para obtener las irradiaciones medias anuales asociadas, la gráfica obtenida para este rango de ángulos es la siguiente:

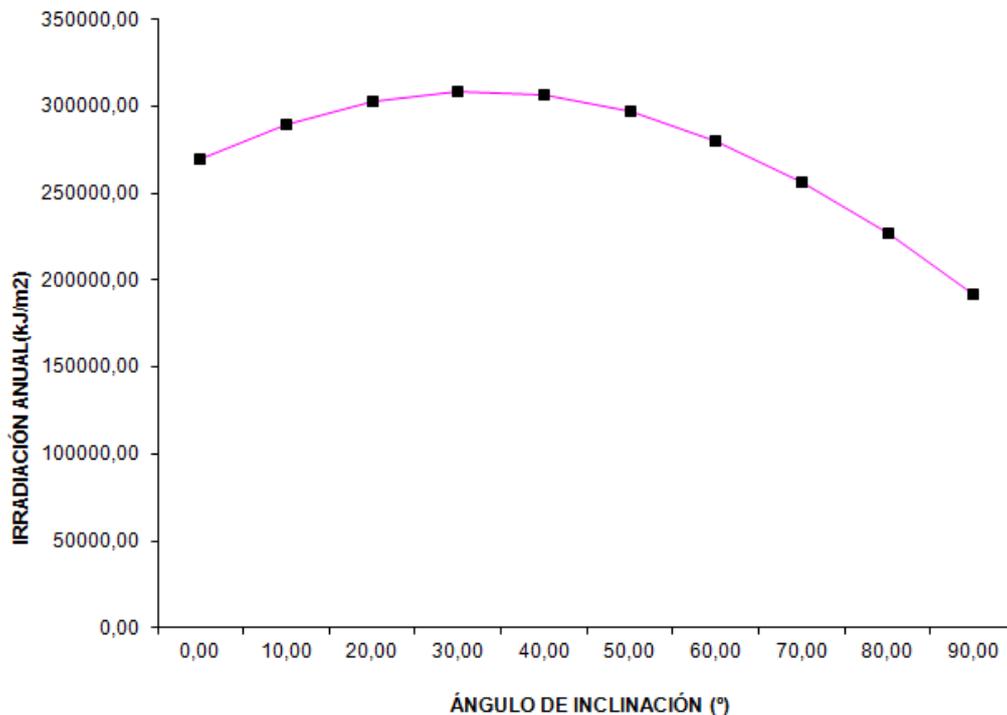


Ilustración 147: Inclinación óptima colector solar

El ángulo de inclinación óptimo de los colectores está muy cercano a 35° y también al valor de la latitud.

Utilizando un proceso de tanteo mediante Excel (dando valores de ángulos de inclinación hasta encontrar la irradiación máxima), el ángulo óptimo obtenido será de 32,5°.

2.1.2. Aplicación método f-chart

El método F-Chart es un método válido para calcular la superficie óptima que tendrán que tener los colectores para abastecer la instalación. Este método tiene la ventaja de que se puede aplicar a instalaciones que precisan de ACS y calefacción, requisito que no cumple el método simplificado (método basado en el rendimiento de colector) ya que solo es de aplicación a pequeñas instalaciones de ACS.

Este método analiza diferentes superficies solución a través de:

- El factor de aporte anual.
- Un estudio económico.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

La superficie solución será aquella que nos reporte más beneficios (VAN) y tenga una amortización menor.

Para poder utilizar este método, se eligen los modelos de colector a colocar en la instalación, ya que este método utiliza ciertas características del colector para poder hallar la superficie óptima total que deberán de tener los colectores y por consiguiente la cantidad de colectores a colocar.

A continuación se muestra la tabla de los diferentes captadores solares que se han considerado en el dimensionamiento.

Modelo
AMCOR AM 2122
CALPAK 2001
CHROMAGEN CR-10 SN
CHROMAGEN CR-12 SN
CPC ML-2,0 TINOX
ECOSTAR ES
FERROLI ECOUNIT
FERROLI ECOUNIT PLUS
GIORDANO C8.8S
GREENONE FK 7300
INDOOR SUN CPC ML 3.0 TINOX
ISOFOTON GAROL I
ISOFOTON ISONOX II
KAPLAN K-1
KAYSUN CO 2000 EC
MADE 4.000-E
MADE 5000-S
MEGASUN STEEL 2.500
NORDSOL MOD. 1
PROMOSOL PMP V1/H2
REHAU WK REHAU SOLECT
ROCA PS
SAUNIER DUVAL SDS/8V/HVHE/HHE
SOLAHART B
SOLAHART JD
SOLAHART L
SOLAHART M
SOLAHART OYSTER
SOLARFOCUS CPC
SOLARFOCUS CPC S1
SONNENKRAFT SK 500
STIEBEL ELTRON SOL 25 S
STRUZZI ST-40/400
TERMICOL T 105-SH
VISSMANN VITOSOL-300F SV3A
WAGNER C20 AR (LB-AR/ 7,6 m2)
WAGNER C20 HTF (LB-HT/ 7,60 m2)
WAGNER LB 7,6 AR
WEISHAUPT WTS-F
WOLF TOPSON TX

Ilustración 148: Estudio de diferentes captadores. Fuente Gas Natural.

El modelo de colector finalmente elegido es un colector de alta eficiencia de la marca CHROMAGEN. Cuyas características se encuentran en la Ilustración 67: Especificación técnica panel solar

7.1.1.1. Cálculo distancia colectores solares

Se dispone de la inclinación ($\beta = 32,5^\circ$) de los colectores, la latitud del lugar, Cartagena ($\phi = 37,5^\circ$), la orientación Noroeste (máxima energía anual en captadores que estén fijos y libres de sombras), y las dimensiones de los colectores 2190 x 1275 x 90 mm.

En instalaciones de utilización durante todo el año y para captadores instalados en el Plano Horizontal, como es la presente estudiada, el día más desfavorable es el 21 de diciembre, y la altura solar mínima al mediodía solar es:

$$H_{\text{mínima}} = 90^\circ - \phi - \beta$$

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

La distancia mínima a considerar entre los captadores solares y un objeto de altura h será:

$$d_1 = \frac{h_{\text{captador}}}{\text{tg}(H_{\text{min}})}$$

Finalmente, la distancia mínima a considerar entre filas de captadores será:

$$h_{\text{captador}} = L \cdot \text{sen } \beta$$

Por lo tanto,

$$d_1 = \frac{L \cdot \text{sen } \beta}{\text{tg}(H_{\text{min}})}$$

Siendo:

d_1 = distancia entre filas.

L = longitud del captador.

Esta distancia entre filas es la comprendida entre la parte posterior del captador (la proyección a la horizontal de la parte más elevada del captador), y el inicio de la fila siguiente.

Si se quiere conocer la distancia entre el inicio de filas de captadores, a la anterior distancia hay que sumarle la correspondiente a la proyección sobre la horizontal del captador. Esta proyección se puede conocer mediante la expresión:

$$d_2 = L \cdot \cos \beta$$

Luego la distancia entre el inicio de filas de captadores será:

$$d = \frac{L \cdot \text{sen } \beta}{\text{tg}(H_{\text{min}})} + d_2$$

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

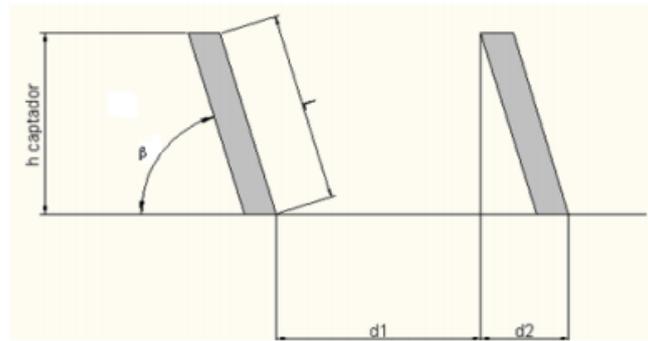


Ilustración 149: Esquema para el cálculo de la distancia de separación entre captadores.

Para el caso particular:

$$H_{\min} = 90 - 37,5 - 32,5 = 20^\circ$$

$$h_{\text{captador}} = L \cdot \text{sen } \beta = 2,19 \cdot \text{sen} 32,5 = 1,17 \text{ m}$$

$$d_1 = \frac{L \cdot \text{sen } \beta}{\text{tg}(H_{\min})} = \frac{1,17}{\text{tg } 20} = 3,23 \text{ m}$$

$$d_2 = L \cdot \text{cos } \beta = 2,19 \cdot \text{cos } 32,5 = 1,84 \text{ m}$$

$$d = \frac{L \cdot \text{sen } \beta}{\text{tg}(H_{\min})} + d_2 = 3,23 + 1,84 = 5,017 \approx 5,1 \text{ m}$$

7.1.1.2. Parámetros de interés del colector

Del colector elegido y con ayuda de los datos de la imagen anterior se definen una serie de parámetros como son:

Datos del sistema colector/acumulador

Coeficiente de ganancia (Cg):	0,72
Coeficiente de pérdidas (Cp):	8,05
Superficie del colector útil (m ²):	2
Corrección tau·alpha:	0,96
Volumen acumulación (l/m ²):	75
Sólo A.C.S. (sí = 1, no = 0):	0

Además de los parámetros anteriores, también se determina el factor de corrección entre primario y secundario (F'_{R}/F_R). Para el cálculo de este parámetro, supondremos

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

que por el primario circula una mezcla de agua glicolada con un 50 % de etilenglicol, la eficiencia del intercambiador es del 70 % y el caudal del fluido es de 0,015 l/(s·m²). Conocidos estos datos, el factor de corrección entre 1º y 2º será:

$$\frac{F'_R}{F_R} = \frac{1}{1 + \left(\frac{F_R U_C}{G C_p}\right) \left(\frac{G C_p}{\varepsilon \frac{C_{min}}{A}} - 1\right)} = \frac{1}{1 + \left(\frac{3,78}{0,015 \cdot 3350}\right) \left(\frac{1}{0,7} - 1\right)} = 0,935$$

7.1.1.3. Necesidades térmicas de calefacción

Para la obtención de las cargas térmicas de calefacción de la casa del estudiante se ha utilizado los propios ficheros que genera CALENER GT que proporciona una cálculo detallado de la demanda de calefacción del edificio.

En la siguiente tabla se muestran las cargas térmicas de calefacción:

Carga de Calefacción				
Horas de funcionamiento diarias de la instalación:				8
		KBTU/HR	0,293071039 kW	
Calefaccion (KBTU/HR)	Calefaccion (kW)	Calefacción (kJ/mes)	(W)	(kWh/mes)
94,9560	27,82885358	24845600,48	27828,85358	6901,555688
84,7710	24,84392505	20034141,16	24843,92505	5565,039211
78,4510	22,99171608	20527004,12	22991,71608	5701,945588
63,7070	18,67067668	16131464,65	18670,67668	4480,962404
45,4620	13,32359558	11895306,13	13323,59558	3304,251703
27,7410	8,130083693	7024392,311	8130,083693	1951,220086
10,1680	2,979946325	2660496,079	2979,946325	739,0266885
6,6350	1,944526344	1736073,12	1944,526344	482,2425333
24,9900	7,323845265	6327802,309	7323,845265	1757,722864
39,5430	11,5889081	10346577,15	11588,9081	2874,049208
77,2320	22,63446248	19556175,59	22634,46248	5432,270996
85,6680	25,10680977	22415359,76	25106,80977	6226,488823

7.1.1.4. Cálculo del factor de aporte anual

Este es uno de los parámetros vitales sobre los que se fundamenta el método F-Chart. Para poder conocer el valor que toma este parámetro según el número de colectores elegido, será necesario calcular previamente los factores de aporte mensuales. Para su determinación es preciso calcular los valores X e Y de los que estos parámetros son función. Las expresiones para ambos valores se muestran a continuación:

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

$$X = F_R U_C \left(\frac{F'_R}{F_R} \right) (t_{ref} - t_a) \frac{A}{L} \Delta t$$

$$Y = F_R (\tau\alpha)_n \left(\frac{F'_R}{F_R} \right) \frac{(\tau\alpha)}{(\tau\alpha)_n} \bar{H}_\beta \frac{A}{L} N$$

Dónde:

- t_a es la temperatura ambiente media en °C.
- A es la superficie total de colector en m².
- L es el consumo total de calefacción en Wh.
- Δt son las horas del mes de cálculo (744 h en meses de 31 días, 720 h en meses de 30 días y 672 h en febrero).
- N es el número de días que tiene el mes de cálculo considerado.

El resto de los parámetros ya han aparecido anteriormente. Únicamente queda por obtener los valores de temperatura ambiente media para cada mes. Para obtener estos valores se ha utilizado una hoja de cálculo de Excel que suministra la compañía Gas Natural (HSolGas V1.0) para el cálculo y diseño de instalaciones de producción de agua caliente sanitaria mediante energía solar y apoyo individual a gas natural. Seleccionando la provincia de Murcia, los datos de temperatura ambiente media son los siguientes:

Temperatura	
media	
ta (°C)	
Enero	9
Febrero	10
Marzo	13
Abril	16
Mayo	18
Junio	24
Julio	27
Agosto	27
Septiembre	24
Octubre	18
Noviembre	13
Diciembre	9

Además de determinar estos parámetros, habrá que considerar unos factores correctores de los anteriores.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

En el caso de X, existen dos factores de corrección:

- Uno asociado a si la instalación es solo para la generación de ACS.
- Otro asociado a la corrección por acumulación.

El primer factor no lo consideraremos puesto que nuestra instalación va destinada a ACS y calefacción. El segundo factor se aplica cuando la capacidad del acumulador es diferente a 75 l/m². Como en nuestro caso el volumen elegido es ese mismo, tampoco será de aplicación este factor corrector.

Para el caso del parámetro Y únicamente existe un factor de corrección que aparece cuando la instalación dispone de calefacción. Este factor se aplica si se cumple la condición:

$$\frac{\varepsilon(mc)_{min}}{UA} \neq 2$$

Debido a la complicidad que conlleva este factor, consideraremos el cociente anterior igual a 2.

Una vez conocidos los valores de X e Y, pasaremos a calcular los factores de aporte mensuales. Para ello emplearemos la ecuación:

$$f = 1,029Y - 0,065X - 0,245Y^2 + 0,0018X^2 + 0,0215Y^3$$

Utilizando esta ecuación para cada mes, obtenemos los factores de aporte mensuales para el caso de un colector y para determinar el factor de aporte anual deberemos emplear la siguiente ecuación:

$$F = \frac{\sum f_n \cdot L_n}{\sum L_n}$$

	X	X corregido	Y	Y corregido	Factor de aporte mensual f
Enero	0,147674265	0,147674265	0,036437828	0,036437828	0,027610701
Febrero	0,163599149	0,163599149	0,043783702	0,043783702	0,033999797
Marzo	0,170886048	0,170886048	0,054675533	0,054675533	0,044477202
Abril	0,203178603	0,203178603	0,067070344	0,067070344	0,054787452
Mayo	0,277940063	0,277940063	0,093374298	0,093374298	0,076036507
Junio	0,42216023	0,42216023	0,145547753	0,145547753	0,117525192
Julio	1,106300631	1,106300631	0,419784267	0,419784267	0,320668317
Agosto	1,695382791	1,695382791	0,659498964	0,659498964	0,473205405
Septiembre	0,468633331	0,468633331	0,174730331	0,174730331	0,142366331

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Octubre	0,319543564	0,319543564	0,102055036	0,102055036	0,081899217
Noviembre	0,173583247	0,173583247	0,044700121	0,044700121	0,034280136
Diciembre	0,163684894	0,163684894	0,035431824	0,035431824	0,025561436
factor de aporte anual:					0,058472171

Obteniéndose un factor de aporte anual de 0,0584 para el caso de un colector. Para averiguar el número de colectores a colocar, se realiza, una vez visto como se calcula el factor de aporte anual para un determinado número de colectores (en nuestro caso hemos tomado igual a 1 como referencia) un estudio económico para averiguar la mejor solución.

7.1.1.5. Estudio económico

Para realizar el estudio económico, primero se debe considerar una serie de parámetros económicos iniciales. Estos son:

- La inversión: teniendo en cuenta que nuestro modelo de colector tiene un coste unitario de 500 €, la expresión que emplearemos para determinar la inversión será:

$$I_n = n^{\circ} \text{ colectores} * (\text{precio colector} + 600)$$

- Mantenimiento anual de la instalación (M): lo consideraremos como un 1% de la inversión.
- Tasa de interés capital (e): lo consideraremos de un 8 %.
- Inflación del combustible (c): será de un 10 %.
- Inflación de mantenimiento (i): será de un 12 %.
- Vida útil de la instalación: consideraremos una vida útil de la instalación igual a 20 años.

Además de estos parámetros deberemos de calcular el ahorro de combustible (A) que es un valor constante cada año. Para averiguar este valor para un número de colectores considerado, deberemos de calcular:

- El coste del combustible si las necesidades térmicas fuesen suministradas únicamente con energía convencional (gas natural).
- El coste de combustible a pagar con la instalación solar.

Para determinar ambos costes, deberemos conocer en primer lugar las tarifas de gas natural. Estas se muestran a continuación:

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Tarifas de gas natural, grupo 3 (BOE 12-IV-2007)			
	TF	TV	
T1 (Q >= 5000 kWh_{PCS})		2,4	0,048099
T2 (5000 < Q <= 50000)		5,46	0,04857
T3 (50000 < Q <= 100000)		42,31	0,032012
PCS (kJ/Nm³) =	42000	PCI (kJ/Nm³) =	38000

Primero se tiene que conocer la tarifa de gas natural de la instalación. Para calcular el consumo de combustible mensual (sin la instalación de energía solar), bastará con aplicar la siguiente expresión:

$$\text{Consumo} = (L \cdot 42000) / (38000 \cdot \eta_{\text{caldera}})$$

Consideraremos un rendimiento de la caldera de 0,9. En la siguiente tabla se muestra el consumo mensual:

	Consumo de Combustible (kWh _{PCS})
Enero	8475,594704
Febrero	6834,25868
Marzo	7002,389319
Abril	5502,936285
Mayo	4057,852968
Junio	2396,235194
Julio	907,576635
Agosto	592,2276724
Septiembre	2158,607025
Octubre	3529,534115
Noviembre	6671,209995
Diciembre	7646,565221
TOTAL ANUAL	55774,98781

Aplicando la ecuación anterior a cada uno de los meses y sumando todos los valores, obtenemos un consumo de combustible total sin energía solar de 55774,98 kWh_{PCS}. Este consumo se corresponde con la tarifa 3. Luego para calcular el coste de combustible para un número concreto de colectores:

$$\text{Coste} = (42,31 \cdot 12) + (0,032012 \cdot \text{consumo})$$

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Para determinar el coste de combustible (con la instalación solar), bastará con determinar previamente las necesidades con el sistema de apoyo de la instalación solar. Para determinar el apoyo térmico mensual, utilizaremos la ecuación:

$$\text{Necesidades Ins. solar} = \frac{(1 - f) \cdot L \cdot 42000}{38000}$$

	Necesidad Sistema Apoyo
	(1- fi).kWhPCS
Enero	8241,577593
Febrero	6601,895271
Marzo	6690,942635
Abril	5201,444426
Mayo	3749,308004
Junio	2114,617193
Julio	616,5455631
Agosto	311,9823371
Septiembre	1851,294063
Octubre	3240,468035
Noviembre	6442,520012
Diciembre	7451,108034
	52513,70317

Sumando las necesidades de apoyo mensuales obtendremos el valor anual que es de 52513,70 kWhpcs. Para calcular el coste haremos lo mismo que el caso anterior es decir:

$$\text{Coste} = (42,31 \cdot 12) + (0,032012 \cdot \text{Neces Instalac Solar})$$

Luego el ahorro de combustible (A) será la diferencia entre ambos costes determinados de la forma explicada anteriormente.

Para determinar la solución en cuanto a número de colectores, se debe de calcular el beneficio (VAN). Este puede ser expresado de la siguiente forma:

$$VAN = A \sum_n^t \left(\frac{1+c}{1+e} \right)^t - M \sum_n^t \left(\frac{1+i}{1+e} \right)^t - In$$

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Para calcular la expresión anterior para cada número de colectores considerado, tendremos en cuenta que la suma de una progresión geométrica de n términos, cuyo primer término es a y su razón es k viene dada por:

$$\sum_{1}^{n} a_i = \frac{ak^n - a}{k - 1}$$

Si consideremos un número de colectores solución comprendidos entre 5 y 25 ambos inclusive, la tabla resumen con los datos económicos obtenidos se muestra a continuación:

nº de colectores:	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00
Superficie (m²):	10,00	20,00	30,00	40,00	50,00
factor de aporte anual (%):	0,25	0,42	0,55	0,65	0,72
Consumo de combustible en kWh_{PCS} el primer año:	42049,49	32484,80	25226,43	19764,34	15484,48
Ahorro de combustible en euros el primer año:	666,65	1131,20	1483,74	1749,04	1956,91
Ahorro de combustible en euros en el año n:	15960,97	27083,46	35524,00	41875,70	46852,62
Coste de diferencial instalación solar (euros)	5500,00	11000,00	16500,00	22000,00	27500,00
Mantenimiento tras n años (euros):	1588,35	3176,70	4765,05	6353,39	7941,74
Beneficio (Ahorro real tras n años):	8872,62	12906,76	14258,96	13522,31	11410,88

A continuación se representa el ahorro real tras n años en función de la superficie de colectores:

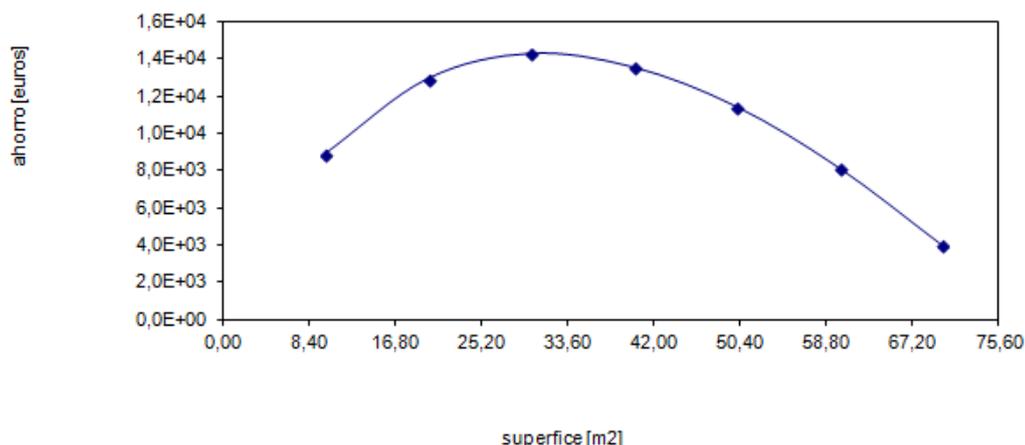


Ilustración 150: Superficie óptima colectores solares

Considerando que el máximo beneficio se consigue cuando la superficie total de colectores es 30 m² lo que equivale a 15 colectores.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

2.2. Sistema de acumulación

El sistema solar debe ser acorde en función de la energía que aporta a lo largo del día y no en función de la potencia del generador (captadores solares), por tanto se debe prever una acumulación acorde con la demanda al no ser ésta simultánea con la generación.

Teniendo en cuenta el uso permanente de la instalación, será aconsejable seleccionar un depósito aproximadamente igual a la carga de consumo, ya que, mayores volúmenes de acumulación no proporcionan aumentos significativos en el rendimiento y volúmenes menores alcanzan temperaturas en verano superiores a la deseada.

Según la normativa vigente el cociente entre el volumen de acumulación y el área de colectores debe oscilar entre 50 y 180 l/m².

El volumen de acumulación debe cumplir las condiciones impuestas por el RITE ITE 10.1.3.2 y el CTE HE-4, para instalaciones cuyo consumo sea constante a lo largo del año:

$$50 \frac{l}{m^2} < \frac{V}{A} < 180 \frac{l}{m^2}$$

Considerando que la superficie total de colectores solares es de 30 m². El volumen del acumulador deberá estar dentro del siguiente intervalo:

$$1500 < V(l) < 5400$$

Por tanto se considera un depósito de acumulación de 2000 litros cuya especificación técnica se puede ver a continuación:

Conexiones / Dimensiones		MV-800-SB	MV-1000-SB	MV-1500-SB	MV-2000-SB	MV-2500-SB	MV-3000-SB	MV-3500-SB	MV-4000-SB	MV-5000-SB
Capacidad de ACS	l.	750	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	5000
Nº de serpentines montados	unid.	2 (3) ²	2 (3) ²	4 (5) ²	4 (5) ²	8	6 (7) ²	8	8 (9) ²	10 (12) ²
Superficie de intercambio	m ²	1,6 (2,2) ²	1,8 (2,7) ²	3,0 (3,8) ²	3,6 (4,5) ²	5,8	5,3 (6,1) ²	6,9	7,0 (7,8) ²	8,7 (10,5) ²
Peso en vacío (aprox.)	Kg.	231	276	401	479	674	742	822	998	1140
kw: Entrada agua fría/desagüe	"GAS/M	2	2	2	2	3	3	3	3	3
ww: Salida de ACS	"GAS/M	2	2	2	2	3	3	3	3	3
z: Recirculación	"GAS/M	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2
kv: Avance caldera	"GAS/M	2	2	2	2	2	2	2	2	2
kr: Retorno caldera	"GAS/M	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Ra: Conexión (resistencia eléctrica de apoyo)	"GAS/M	2	2	2	2	2	2	2	2	2
tm: Conexión sensores laterales	"GAS/M (H) ³	3/4 (1/2) ³	3/4 (1/2) ³	3/4 (1/2) ³	3/4 (1/2) ³	3/4 (1/2) ³	3/4 (1/2) ³	3/4 (1/2) ³	3/4 (1/2) ³	3/4 (1/2) ³
pc: Conexión protección catódica	"GAS/M (H) ³	1-1/2 (3/4) ³								
Cota A: Diámetro exterior	mm.	1060	1060	1360	1360	1660	1660	1660	1910	1910
Cota B: Longitud total	mm.	1640	2040	1850	2300	2035	2325	2610	2345	2750

Ilustración 151: Especificación técnica acumulador MV-2000-SB

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.***2.3. Sistema de intercambio**

El sistema de intercambio es el encargado de traspasar la energía que han sido capaces de obtener los captadores solares y cederla al sistema de acumulación. La solución elegida para el intercambio de energía entre el circuito primario y el secundario es la de un intercambiador de placas externo que enlaza ambos circuitos, conocido como sistema de termotransferencia indirecta.

Los intercambiadores presentan el inconveniente de la pérdida de rendimiento del sistema, por la diferencia entre los líquidos de los circuitos primario y secundario, por lo que los colectores deben funcionar a una temperatura superior a la del fluido secundario. Esto eleva el coste de la instalación y este elemento debe someterse a la normativa vigente.

En ningún momento en el sistema de intercambio se debe mezclar el fluido caloportador con el agua de acumulación.

Los dos parámetros que mejor caracterizan a un intercambiador son el rendimiento y la eficiencia del intercambiador. El rendimiento es el cociente entre la energía que entra en el intercambiador y la que transferimos al circuito secundario, esta pérdida nunca debe ser superior al 5%. La eficiencia se define como la relación entre la energía calorífica intercambiada en la unidad de tiempo y la máxima que teóricamente podría intercambiarse. Si el diseño es correcto la eficiencia del intercambiador nunca debe ser inferior a 0,7. Cuanto menor sea la eficiencia del intercambiador mayor deberá ser la temperatura de entrada en los colectores, haciendo disminuir el rendimiento de éstos y por lo tanto de la instalación.

Para el caso de intercambiador independiente, la potencia mínima del intercambiador P , se determinará para las condiciones de trabajo en las horas centrales del día suponiendo una radiación solar de 1000 W/m^2 y un rendimiento de la conversión de energía solar a calor del 50 %, cumpliéndose la condición:

$$P \geq 500A$$

siendo

P potencia mínima del intercambiador [W];

A el área de captadores [m^2].

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Considerando que la superficie total de colectores solares es de 30 m². La potencia mínima del intercambiador es 15kW cuya especificación técnica se puede ver a continuación:

PLATE HEAT EXCHANGERS

COMPACT HEAT EXCHANGERS		REFERENCE	(kW)	MAXIMUM POWER PRIMARY(Kcal/h)	FLOW AT 50°C (l/h)	PRESSURE DROP
Maximum working temperature	135 / 155°C ⁽¹⁾	LPIC-01	46,5	40.000	1000	<3
Maximum working pressure	16 / 25 bar ⁽²⁾	LPIC-02	93,0	80.000	2000	<3
Applications	liquid / liquid	LPIC-03	139,5	120.000	3000	<3
	vapour / liquid	LPIC-04	186,0	160.000	4000	<3
	gas / liquid	LPIC-05	232,5	200.000	5000	<3
Frame	AISI 316	LPIC-07	325,5	280.000	7000	<8
Plates	AISI 316	LPIC-10	465,0	400.000	10000	<8
Connections	AISI 316	LPIC-12	558,0	480.000	12000	<8
Gaskets	non applicable					

⁽¹⁾ Maximum working temperature for LPIC-01 and LPIC-02 is 135°C, 155°C for the rest.

⁽²⁾ Maximum working pressure for LPIC-01 to LPIC-05 is 126 bar for the rest, 25 bar.

Ilustración 152: Especificación técnica intercambiador de calor

2.4. Fluido de trabajo

La ciudad de Cartagena tiene una temperatura mínima histórica de -6°C según datos obtenidos del IDAE, por lo que se hace necesaria la utilización de un anticongelante para la protección contra heladas.

El fluido de trabajo para la instalación solar es una mezcla de agua con propilenglicol que garantiza una protección frente a heladas de hasta -11°C. La proporción de propilenglicol se ha obtenido mediante el siguiente gráfico de utilización:

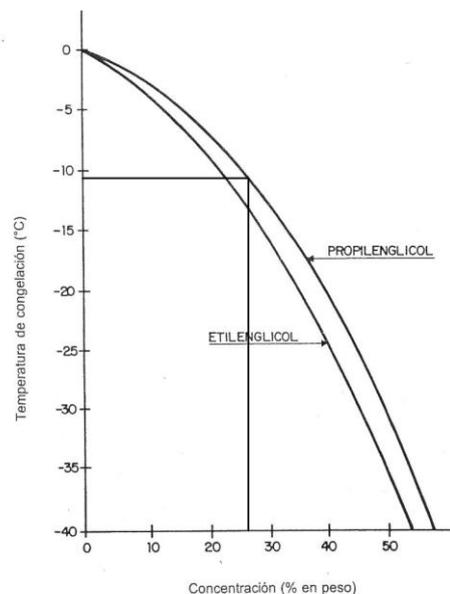


Ilustración 153: Porcentaje de propilenglicol en función de la T³ de congelación

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

La proporción de anticongelante (propilenglicol) será del 27% del peso total de fluido caloportador en todo el circuito primario, siendo el resto de la mezcla agua de la red.

2.5. Circuito hidráulico

En el diseño del circuito hidráulico se han distribuido los captadores y el trazado de las tuberías con cierto grado de simetría con la finalidad de conseguir un circuito hidráulico equilibrado, por lo que en principio no son necesarias válvulas de equilibrado para controlar flujos. La Ilustración 137: Distribución en planta de la instalación solar en cubierta del edificio muestra la propuesta de circuito hidráulico:

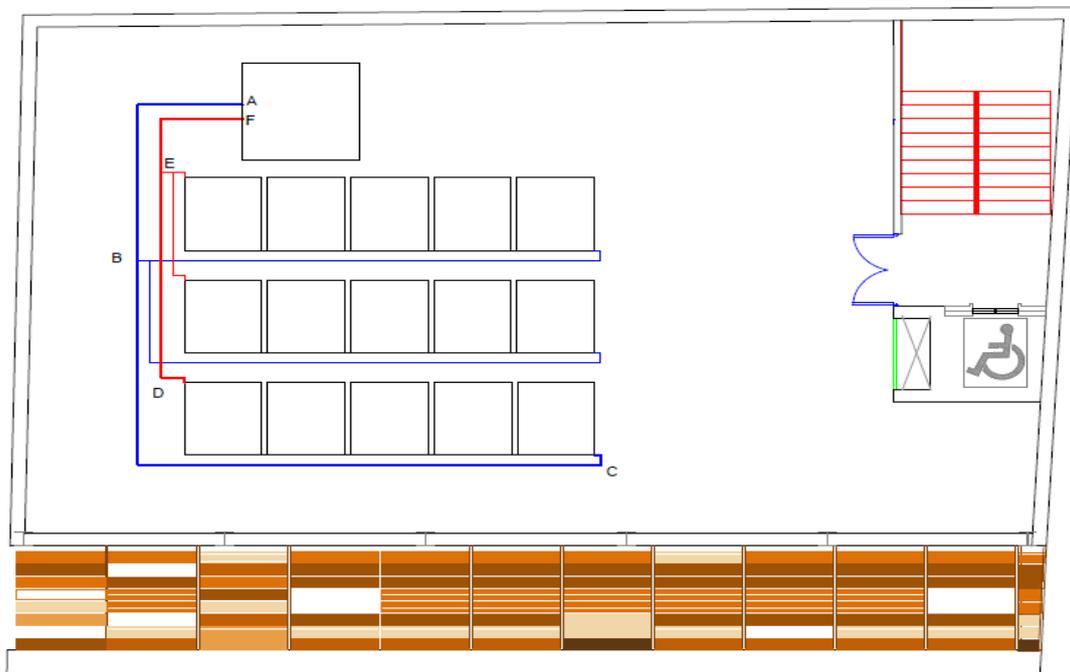


Ilustración 154: Distribución en planta de la instalación solar en cubierta del edificio.

A continuación se hace un resumen con los distintos tramos de los que consta la instalación:

Tramo	Singularidades por tramo
AB	3 curvas de 90º y 1 válvula A/R
BC	4 curva de 90º + 1T
DE	3 curvas de 90º
EF	3 curvas de 90º + 1T

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Los valores de diseño del circuito primario que se han considerado son:

- Velocidad en las tuberías < 1,5 m/s.
- Caudal aproximado de 45 l/h por m² de superficie captadora.
- Pérdida de carga admisible en las tuberías por metro lineal < 40 mm.c.a.

El circuito hidráulico se realizará en cobre, cumpliendo la ISO/TR 10217 y la UNE-EN 806-1, material que se ha elegido por tener unas altas prestaciones en cuanto a resistencia a corrosión, maleabilidad, ductilidad e inocuidad, además de ser económicamente muy competitivo. El diámetro se ha escogido a partir del valor de caudal que debe circular por cada tramo, y teniendo en cuenta el fluido caloportador seleccionado. Para el cálculo de los diámetros se parte de las recomendaciones del libro de Gas Natural que indican la primera aproximación utilizemos la siguiente tabla para tubería con agua sin aditivo:

Diámetro nominal (mm)	Espesor de pared (mm)	Diámetro interior (mm)	Caudal (litros/h)
18	1,0	16,0	hasta 500
22	1,0	20,0	hasta 950
28	1,0	26,0	hasta 1.900
35	1,0	33,0	hasta 3.600
42	1,0	40,0	hasta 6.200
54	1,2	51,6	hasta 12.000

Ilustración 155: Diámetros aproximados

En el caso que nos ocupa tenemos un caudal de 1350 l/h, por lo tanto se obtendrá el diámetro nominal con la consideración de que la pérdida de carga admisible en las tuberías por metro lineal sea menor de 40 mm.c.a.

$$\Delta P < 40 \text{ mmca} / m \rightarrow \Delta P = 378 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$$

Diámetros tuberías circuito primario

Tramo	Q (l/h)	L (m)	D _{nominal} a v = 1m/s (mm)	D _{comercial} (mm)	D _p _{lineal} con D _{comercial} (mmca/m)
AB	1350	5,3	21,85	26	28,08
BC	450	12,45	12,62	16	41,21
DE	450	4,6	12,62	16	41,21
EF	1350	2,5	21,85	26	28,08

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

$D_{ajustado}$ Dp sea < 40 mm.c.a (mm)	$D_{plineal}$ con $D_{ajustado}$ (mmca/m)	V_{final} con $D_{ajustado}$ (m/s)	$L_{singularidades}$ (m)	L_{total} (m)	$Dp_{total} = D_{plineal} * L_{total}$ (mca)
26	28,08	0,61	4,13	9,43	0,26
20	14,28	0,78	2	14,45	0,21
20	14,28	0,78	1,35	5,95	0,08
26	28,08	0,61	1,55	4,05	0,11
TOTAL					0,67

El circuito hidráulico estará compuesto por tuberías de diámetro 26mm y 20 mm. Todos los elementos de los que está compuesta la instalación producirán una pérdida de carga de 0,67 mca.

2.5.1. Bomba circuito primario

La caída de presión se debería mantener aceptablemente baja en todo el circuito. Siempre que sea posible, las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito, teniendo en cuenta que no se produzca ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal.

Para el dimensionado de las bombas de circulación es necesario saber:

- Caudal (1350 l/h)
- Pérdida de carga en la instalación

Para poder obtener la pérdida de carga de la instalación se necesita saber:

$$D_{p-Primario} = D_{pTuberías} + D_{pColectores} + D_{pIntercambiador} \text{ (mca)}$$

Donde la pérdida de carga en los colectores se obtiene a partir de la fórmula suministrada por el fabricante:

$$D_{pColectores} = 2,24Q^2 + 3,72Q = 0,1539$$

La pérdida de carga del intercambiador se obtiene a partir de la especificación técnica del fabricante:

$$D_{pIntercambiador} = 3$$

Por tanto:

$$D_{p-Primario} = 3,82 \text{ mca}$$

La bomba seleccionada será de la marca ROCA, modelo PC1035.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

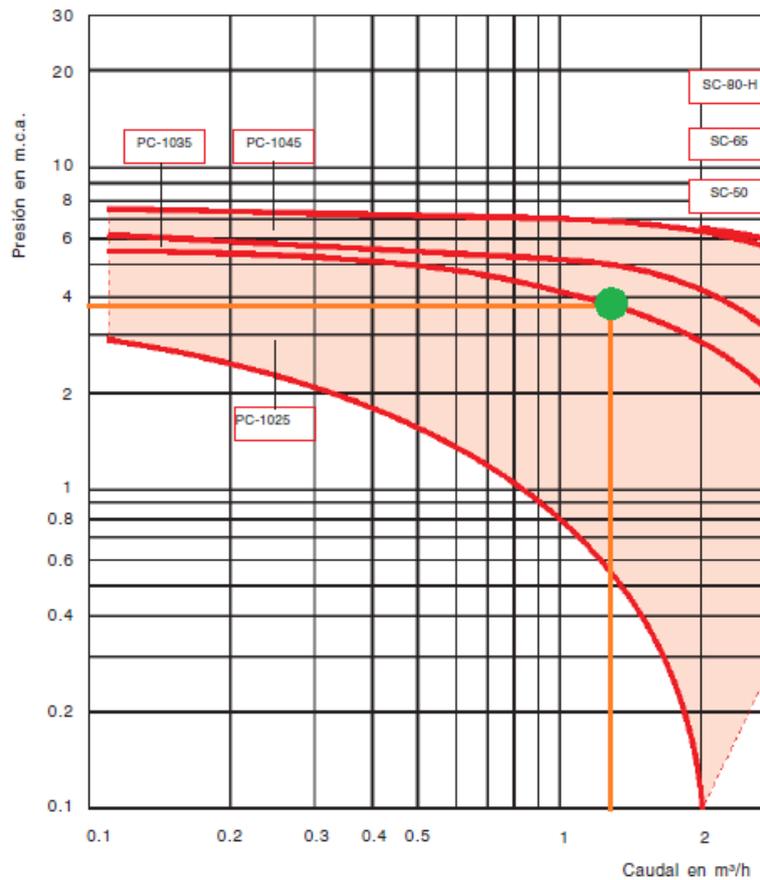


Ilustración 156: Curva bomba primario

Circuladores para instalaciones de Calefacción

Dimensiones y Características Técnicas

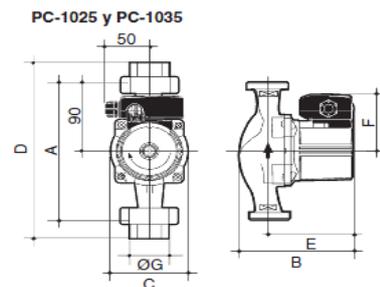
PC

Modelos	Cotas en mm						Peso Kg
	A	B	C	D	E	F	
PC-1025	180	132	93	230	98	77	2,60
PC-1035	180	132	93	230	98	77	2,60
PC-1045	180	189	110	230	150	90	3,80
PC-1055	180	204	116	230	158	90	4,20
PC-1065	180	204	116	230	158	90	4,20

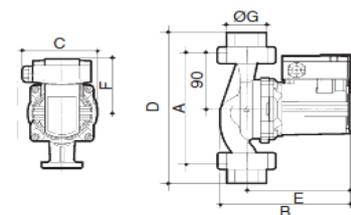
Modelos	Tensión monofásica V	Velocidad Posición	Intensidad nominal	Potencia absorbida max. W	Velocidad r.p.m.	Capacidad Condensador µF
			A			
PC-1025	230	1	0,18	40	1.050	2,6 x 400 V
		2	0,27	60	1.450	
		3	0,38	88	1.950	
PC-1035	230	1	0,22	50	1.150	3 x 400 V
		2	0,32	72	1.650	
		3	0,42	95	2.250	
PC-1045	230	1	0,60	115	1.350	5 x 400 V
		2	0,80	165	1.950	
		3	1,00	205	2.420	
PC-1055	230	1	0,55	110	1.710	5 x 400 V
		2	0,75	150	2.340	
		3	0,85	180	2.660	
PC-1065	230	1	0,65	130	1.100	5 x 400 V
		2	1,00	200	1.480	
		3	1,20	245	2.160	

Sección Circulador PC

1. Racor.
2. Tapa motor.



PC-1045, PC-1055 y PC-1065



Enchufe rápido

Ilustración 157: Especificación técnica de la bomba

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

2.5.2. Vaso de expansión

La capacidad del depósito de expansión ha de valorarse conociendo el volumen total de agua en la instalación y ha de ser suficiente para absorber el aumento de volumen de agua que se origina cuando ésta se calienta. En ellos, al elevarse la temperatura del agua y, por tanto la presión, ésta presiona la membrana, y el nitrógeno de la cámara se comprime hasta quedar equilibradas las presiones.

Para la determinación de la capacidad del vaso de expansión se debe tener en cuenta dos aspectos:

Volumen total de la instalación.

K: coeficiente de dilatación del fluido.

Se colocará depósito de expansión en el circuito cerrado de captadores del que dispone la instalación, en el circuito primario (solar).

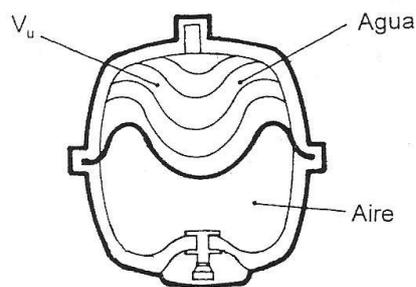


Ilustración 158: Esquema vaso de expansión

El volumen total de la mezcla de propilenglicol más agua en el circuito primario será:

$$V_{\text{Total}} = V_{\text{Tuberías}} + V_{\text{Captadores}} + V_{\text{Fluido Evaporado}} + V_{\text{Intercambiadores}}$$

El volumen total de fluido en las tuberías es de:

Tramo	D _{ajustado} (mm)	L _{total} (m)	V _{circuito} (l)
AB	26,00	9,43	5,01
BC	20,00	14,45	4,54
DE	20,00	5,95	1,87
EF	26,00	4,05	2,15
	V_{tuberías}		13,57 l

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

El volumen total de fluido en los captadores es de:

$$V_{\text{Captadores}} = 1,5 \cdot 15 = 22,5 \text{ l}$$

El volumen total de fluido evaporado coincide aproximadamente con el volumen total de fluido en los captadores:

$$V_{\text{Fluido Evaporado}} = 22,5 \text{ l}$$

El volumen total en el intercambiador es de:

$$V_{\text{Intercambiadores}} = 0,61 \text{ l}$$

Por tanto, el volumen total de fluido en el circuito primario:

$$V_{\text{Total}} = V_{\text{Tuberías}} + V_{\text{Captadores}} + V_{\text{Intercambiadores}} + V_{\text{Fluido Evaporado}} = 59,16 \text{ l}$$

Para hallar el volumen del vaso de expansión del circuito primario debemos obtener el factor de presión F_p , el cual se define por la expresión:

$$F_p = \frac{P_f - P_i}{P_f}$$

Donde:

- P_f : presión máxima de trabajo (3 bar)

- P_i : presión absoluta de la altura manométrica (0,5 bar)

$$F_p = \frac{P_f - P_i}{P_f} = 0,83$$

El coeficiente ε es el incremento de volumen desde 4°C hasta la t^{ra} máxima de los colectores es:

$$\varepsilon = 0,08$$

El volumen del vaso de expansión queda:

$$V = 1,1 \varepsilon V_{\text{Total}} \frac{1}{F_p} = 6,27 \text{ l}$$

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

El vaso que más se ajusta a nuestras necesidades es de 8 litros, por lo se ha seleccionado un vaso de expansión de la marca VASO FLEX:

VASOFLEX

Capacidades litros	8	12	18	25	35	50	80	140	200	300	425	600
A mm	285	381	408	418	408	551	528	945	1.296	1.328	1.136	1.563
B Ø mm	245	245	286	327	397	397	519	484	484	600	790	790
D Ø orificio conexión	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	1"	1"	1"	1"	1"	1"
Peso Kg	2,2	2,7	3,7	4,5	6,5	14,1	20,2	33,5	41	56,1	76,4	92,9
Presión máxima de trabajo en bar	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5

Ilustración 159: Especificación técnica VASOFLEX

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

ANEXO VI

Viabilidad Económica

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

1. Análisis de viabilidad

En este anexo se procede a realizar el estudio de viabilidad, el cual tiene por objeto comprobar si en las propuestas de mejora de la certificación cumple con los objetivos definidos en el planteamiento inicial y determinar qué son viables económica.

Para ello se calcula el plazo de recuperación de la inversión, "plazo de recuperación" que es un criterio estático de valoración de inversiones que permite seleccionar un determinado proyecto en base a cuánto tiempo se tardará en recuperar la inversión inicial mediante los flujos de caja. Resulta muy útil cuando se quiere realizar una inversión de elevada incertidumbre y de esta forma tenemos una idea del tiempo que tendrá que pasar para recuperar el dinero que se ha invertido.

La forma de calcularlo es mediante la suma acumulada de los flujos de caja, hasta que ésta iguale a la inversión inicial.

Otro parámetro de estudio sería el valor actual neto es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La interpretación del VAN es la siguiente:

VALOR	SIGNIFICADO	DECISIÓN A TOMAR
$VAN > 0$	La inversión producirá ganancias por encima de la rentabilidad exigida.	El proyecto puede aceptarse.
$VAN < 0$	La inversión producirá pérdidas por debajo de la rentabilidad exigida.	El proyecto debería rechazarse.
$VAN = 0$	La inversión no producirá ni ganancias ni pérdidas.	Dado que el proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad exigida, la decisión debe basarse en otros criterios.

1.1. ALTERNATIVA 1: Máquina de absorción de llama directa.

.La primera alternativa sería cubrir la demanda de refrigeración con una máquina de absorción de llama directa con quemador de gas natural. Se ha seleccionado el modelo RTCF-180, ya que proporciona una potencia de refrigeración de 71,22 kW que cubre la carga pico obtenida con CALENER GT de 54,896 kW.

Inversión Inicial
Modelo RTCF-120 19530,00€

Para poder llevar a cabo el estudio de la viabilidad se necesita conocer el coste de combustible de la máquina de absorción para ello se utiliza los datos obtenidos con el programa CE3X.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Coste Combustible Máquina de Absorción				
Demanda Refrigeración [kWh/m ² año]	28,78	Tarifas de gas natural, grupo 3 (BOE 12-IV-2007)		
Superficie total habitable (m ²)	1019,99		TF	TV
		T1 (Q >= 5000 kWh_{PCS})	2,40	0,05
Demanda Total Refrigeración [kWh/año]	29355,31	T2 (5000 < Q <= 50000)	5,46	0,05
Consumo energético [kWh/año]	39830,82	T3 (50000 < Q <= 100000)	42,31	0,03
		PCS (kJ/Nm³) = 42000,00	PCI (kJ/Nm³) = 38000,00	
		Coste del combustible anual (€)	1934,58	

Para obtener el ahorro anual se compara el coste de electricidad actual de la planta enfriadora con el coste de gas natural de la máquina de absorción:

Coste Energía Eléctrica Planta Enfriadora			
Energía Primaria Refrigeración [kWh/m ² año]	28,70	Superficie total habitable (m ²)	1019,99
Energía Final Refrigeración [kWh/m ² año]	11,66	Coefficiente de paso	2,46
C. Energía Fan Coils Final [kWh/m ² año]	1302,10	Precio (€/kWh)	0,15
C. Energía Bombas Final [kWh/m ² año]	737,40	Consumo de Energía Final CE3X [kWh/año]	9855,55
		Coste energía planta enfriadora (€)	1478,33

Por lo que el ahorro anual es la diferencia de ambos:

Ahorro Anual -456,25 €

Por tanto no tiene sentido obtener el "plazo de recuperación" ya que obtenemos unas pérdidas anuales de 456,25€, lo que quiere decir que con esta instalación nunca vamos a recuperar la inversión inicial de instalar una máquina de absorción accionada por agua caliente.

El motivo es debido a que el rendimiento de la máquina de absorción es del 73,6% y el rendimiento de la planta enfriadora es de 260,3% se obtiene una relación de 3,52. Esto implica que hasta que el kWh de electricidad no sea 3,52 mayor que el kWh de gas natural no se obtendrá ningún tipo de ahorro.

*Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.***1.2. ALTERNATIVA 2: Caldera de biomasa y máquina de absorción accionada por agua caliente.**

Esta alternativa se considera que la demanda de calefacción está cubierta con una caldera de biomasa y la demanda de refrigeración se cubre mediante una máquina de absorción accionada por agua caliente que viene de la caldera de biomasa.

Para poder llevar a cabo el estudio de la viabilidad se plantean tres escenarios:

- Escenario 1: La demanda de calefacción sea cubierta por la caldera de biomasa.
- Escenario 2: La demanda de refrigeración sea cubierta por la máquina de absorción (considerando a su vez la caldera de biomasa para poder generar calor)
- Escenario 3: La demanda de calefacción y refrigeración son cubiertas con la caldera de biomasa y máquina de absorción.

A continuación se analizan los tres escenarios considerados:

Escenario 1: CALDERA DE BIOMASA (SOLO CALEFACCIÓN)**Inversión Inicial**

Caldera Biomasa **10654,54 €**

Para poder llevar a cabo esta alternativa se necesita conocer el coste de combustible de la caldera de biomasa para ello se utiliza los datos obtenidos con el programa CE3X.

Coste Combustible Pellets Invierno

Demanda Calefacción [kWh/m ² año]	43,11		
Superficie total habitable (m ²)	1019,99	PCI [kWh/Kg]	5,30
		Precio Pellets [€]	0,23
Demanda Total Calefacción [kWh/año]	43971,77		
Rendimiento Caldera	0,94	Kg Pelets	8863,85
Consumo energético [kWh/año]	46978,39		
		Coste del combustible anual (€)	2038,68

Para obtener el ahorro anual se compara el coste de electricidad actual de la planta enfriadora con el coste de pellets de la caldera de biomasa:

Coste Energía Eléctrica Planta Enfriadora

Energía Primaria Calefacción [kWh/m ² año]	50,21	Consumo de Energía Final CE3X [kWh/año]	16805,42
Energía Final Calefacción [kWh/m ² año]	20,40	Superficie total habitble (m2)	1019,99
C. Energía Fan Coils Final [kWh/m ² año]	2556,80	Coeficiente de paso	2,46
C. Energía Bombas Final [kWh/m ² año]	1447,90	Precio (€/kWh)	0,15
		Coste energía planta enfriadora (€)	2520,81

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Por lo que el ahorro anual es la diferencia de ambos:

Ahorro Anual 482,13€

Para poder obtener el plazo de retorno de la inversión y el VAN se calcula el flujo de caja considerando que la instalación tiene una vida útil de 20 años:

Análisis De Viabilidad					
Año	Inversión (€)	Ahorro (€)	Cash Flow (€)	Cash Flow Actual (€)	Cash Flow Acumul (€)
0	10654,54			-10654,54	
1		3002,94	3002,94	2859,94	2859,94
2		3047,98	3047,98	2764,61	5624,56
3		3093,70	3093,70	2672,46	8297,01
4		3140,11	3140,11	2583,38	10880,39
5		3187,21	3187,21	2497,26	13377,65
6		3235,02	3235,02	2414,02	15791,67
7		3283,54	3283,54	2333,55	18125,23
8		3332,80	3332,80	2255,77	20381,00
9		3382,79	3382,79	2180,58	22561,57
10		3433,53	3433,53	2107,89	24669,47
11		3485,03	3485,03	2037,63	26707,09
12		3537,31	3537,31	1969,71	28676,80
13		3590,37	3590,37	1904,05	30580,85
14		3644,23	3644,23	1840,58	32421,43
15		3698,89	3698,89	1779,23	34200,66
16		3754,37	3754,37	1719,92	35920,58
17		3810,69	3810,69	1662,59	37583,17
18		3867,85	3867,85	1607,17	39190,34
19		3925,87	3925,87	1553,60	40743,94
20		3984,75	3984,75	1501,81	42245,75

Por tanto en este caso si tiene sentido obtener el "plazo de recuperación" ya que tenemos un ahorro de 482,13€ anuales, lo que quiere decir que analizando los flujos de caja la inversión inicial no se recupera en el periodo de vida útil de la instalación que es de 20 años se obtiene un VAN de -9172,9€.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Escenario 2: CALDERA DE BIOMASA y MÁQUINA DE ABSORCIÓN (SOLO REFRIGERACIÓN)

Inversión Inicial	
Maquina Absorción	36072,00 €
Caldera Biomasa	10654,54 €

Para poder llevar a cabo esta alternativa se necesita conocer el coste de combustible de la caldera de biomasa para poder alimentar el generador de calor de la máquina de absorción que para ello se utiliza los datos obtenidos con el programa CE3X.

Coste Combustible Pelets Verano			
Demanda Refrigeración [kWh/m ² año]	28,70	PCI [kWh/Kg]	5,30
Superficie total habitable (m ²)	1019,99	Precio Pellets [€]	0,23
Demanda Total Refrigeración [kWh/año]	29273,71		
Rendimiento Caldera	0,94	Kg Pelets	8430,01
Rendimiento Máquina Absor	0,70		
Consumo Térmico [kWh/año]	31275,33		
Consumo Final Pelets [kWh/año]	44679,05	Coste del combustible anual (€)	1938,90

Para obtener el ahorro anual se compara el coste de electricidad actual de la planta enfriadora con el coste de pellets de la caldera de biomasa:

Coste Energía Eléctrica Planta Enfriadora			
Energía Primaria Refrigeración [kWh/m ² año]	28,78	Consumo de Energía Final CE3X [kWh/año]	9888,70
Energía Final Refrigeración [kWh/m ² año]	11,69	Superficie total habitable (m ²)	1019,99
C. Energía Fan Coils Final [kWh/m ² año]	1302,10	Coeficiente de paso	2,46
C. Energía Bombas Final [kWh/m ² año]	737,40	Precio (€/kWh)	0,15
		Coste energía planta enfriadora (€)	1485,31

Por lo que el ahorro anual es la diferencia de ambos:

Ahorro Anual -455,6 €

Para poder obtener el plazo de retorno de la inversión y el VAN se calcula el flujo de caja considerando que la instalación tiene una vida útil de 20 años:

Análisis De Viabilidad					
Año	Inversión (€)	Ahorro (€)	Cash Flow (€)	Cash Flow Actual (€)	Cash Flow Acumul (€)
0	46726,54			-46726,54	
1		1027,71	1027,71	978,77	978,77
2		1043,12	1043,12	946,15	1924,92

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

3	1058,77	1058,77	914,61	2839,52
4	1074,65	1074,65	884,12	3723,64
5	1090,77	1090,77	854,65	4578,29
6	1107,13	1107,13	826,16	5404,45
7	1123,74	1123,74	798,62	6203,08
8	1140,60	1140,60	772,00	6975,08
9	1157,71	1157,71	746,27	7721,35
10	1175,07	1175,07	721,39	8442,74
11	1192,70	1192,70	697,35	9140,08
12	1210,59	1210,59	674,10	9814,19
13	1228,75	1228,75	651,63	10465,82
14	1247,18	1247,18	629,91	11095,73
15	1265,89	1265,89	608,91	11704,64
16	1284,88	1284,88	588,62	12293,26
17	1304,15	1304,15	569,00	12862,25
18	1323,71	1323,71	550,03	13412,28
19	1343,57	1343,57	531,69	13943,98
20	1363,72	1363,72	513,97	14457,95

Considerando una vida útil de la instalación de 20 años se obtiene un ahorro de - 455,6€, esto implica que la alternativa de cubrir la demanda de refrigeración con la máquina de absorción debe de rechazarse debido a que en ningún momento se va a cubrir la inversión inicial que se debe de realizar ya que el ahorro anual no es significativo.

Escenario 3: CALDERA DE BIOMASA y MÁQUINA DE ABSORCIÓN (CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN)

Inversión Inicial	
Maquina Absorción	36072,00 €
Caldera Biomasa	10654,54 €

Para poder llevar a cabo esta alternativa se necesita conocer el coste de combustible de la caldera de biomasa para poder alimentar el generador de calor de la máquina de absorción en el caso de refrigeración y el coste de combustible para cubrir la demanda de calefacción que para ello se utiliza los datos obtenidos en los escenarios anteriores.

Coste Combustible Pellets Verano + Invierno	
Coste del combustible anual FRIO	2038,68€
Coste del combustible anual CALOR	1938,90€
Coste del combustible anual	3977,59€

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

Para obtener el ahorro anual se compara el coste de electricidad actual de la planta enfriadora (considerando el consumo de energía que se necesita en refrigeración y calefacción) con el coste de pellets de la caldera de biomasa:

Coste Energía Eléctrica Planta Enfriadora Verano + Invierno	
Coste energía planta enfriadora FRIO	5041,63€
Coste energía planta enfriadora CALOR	2966,61€
Coste energía planta enfriadora	4004,12€

Por lo que el ahorro anual es la diferencia de ambos:

Ahorro Anual 26,53€

Para poder obtener el plazo de retorno de la inversión y el VAN se calcula el flujo de caja considerando que la instalación tiene una vida útil de 20 años:

Análisis De Viabilidad					
Año	Inversión (€)	Ahorro (€)	Cash Flow (€)	Cash Flow Actual (€)	Cash Flow Acumul (€)
0	45726,54			-45726,54	
1		26,53	26,53	25,27	25,27
2		26,93	26,93	24,43	49,69
3		27,33	27,33	23,61	73,31
4		27,74	27,74	22,82	96,13
5		28,16	28,16	22,06	118,19
6		28,58	28,58	21,33	139,52
7		29,01	29,01	20,62	160,14
8		29,45	29,45	19,93	180,07
9		29,89	29,89	19,27	199,34
10		30,34	30,34	18,62	217,96
11		30,79	30,79	18,00	235,96
12		31,25	31,25	17,40	253,36
13		31,72	31,72	16,82	270,19
14		32,20	32,20	16,26	286,45
15		32,68	32,68	15,72	302,17
16		33,17	33,17	15,20	317,36
17		33,67	33,67	14,69	332,05
18		34,17	34,17	14,20	346,25
19		34,69	34,69	13,73	359,98
20		35,21	35,21	13,27	373,25

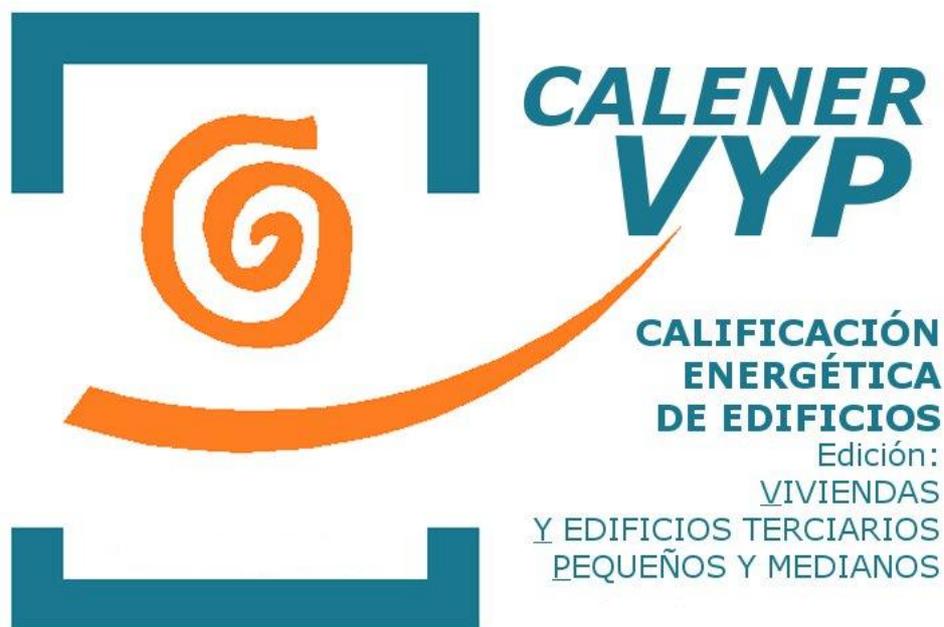
Considerando una vida útil de la instalación de 20 años se obtiene un VAN de - 45333,29€, esto implica que la alternativa de cubrir la demanda de refrigeración y calefacción con la máquina de absorción y la caldera de pellets con un ahorro anual de 26,53 € en no se recuperaría la inversión inicial y no supone un ahorro considerable a la hora de tener en cuenta.

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

ANEXO VII

Informe CALENER VYP

Calificación Energética



IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía



DIRECCIÓN GENERAL DE ARQUITECTURA Y POLÍTICA DE VIVIENDA

Proyecto: Certificación Energética Casa del Estudiante

Fecha: 05/07/2015

 Calificación Energética	Proyecto Certificación Enegetica Casa del Estudiante	
	Localidad	Comunidad

1. DATOS GENERALES

Nombre del Proyecto Certificación Enegetica Casa del Estudiante	
Localidad	Comunidad Autónoma
Dirección del Proyecto	
Autor del Proyecto Oscar Baño Lorenzo	
Autor de la Calificación	
E-mail de contacto	Teléfono de contacto 690991026
Tipo de edificio Terciario	
Edificio existente	Referencia catastral -8337702XG7683N0001FK

 Calificación Energética	Proyecto Certificación Enegetica Casa del Estudiante	
	Localidad	Comunidad

2. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA

2.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m²)	Altura (m)
P01_E01	P01	Intensidad Alta - 12h	3	89,75	4,15
P01_E02	P01	Intensidad Alta - 12h	3	4,61	4,15
P01_E03	P01	Intensidad Alta - 12h	3	10,98	4,15
P02_E01	P02	Intensidad Alta - 12h	3	83,52	4,15
P02_E02	P02	Intensidad Alta - 12h	3	34,43	4,15
P02_E03	P02	Intensidad Alta - 12h	3	302,98	4,15
P02_E06	P02	Intensidad Alta - 12h	3	10,98	4,15
P02_E07	P02	Intensidad Alta - 12h	3	4,61	4,15
P03_E01	P03	Intensidad Alta - 12h	3	87,58	4,15
P03_E02	P03	Intensidad Alta - 12h	3	10,98	4,15
P03_E03	P03	Intensidad Alta - 12h	3	4,61	4,15
P03_E04	P03	Intensidad Alta - 12h	3	111,34	4,15
P04_E01	P04	Intensidad Alta - 12h	3	64,66	3,30
P04_E02	P04	Intensidad Alta - 12h	3	33,61	3,30
P04_E03	P04	Intensidad Alta - 12h	3	10,32	3,30
P04_E04	P04	Intensidad Alta - 12h	3	4,61	3,30
P04_E05	P04	Intensidad Alta - 12h	3	10,98	3,30
P04_E06	P04	Intensidad Alta - 12h	3	7,92	3,30
P04_E07	P04	Intensidad Alta - 12h	3	13,68	3,30
P04_E08	P04	Intensidad Alta - 12h	3	68,72	3,30
P05_E01	P05	Intensidad Alta - 12h	3	191,00	3,30

 Calificación Energética	Proyecto Certificación Enegetica Casa del Estudiante	
	Localidad	Comunidad

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m ²)	Altura (m)
P05_E02	P05	Intensidad Alta - 12h	3	7,92	3,30
P05_E03	P05	Intensidad Alta - 12h	3	10,98	3,30
P05_E04	P05	Intensidad Alta - 12h	3	4,61	3,30
P06_E01	P06	Intensidad Alta - 12h	3	112,34	3,70
P06_E02	P06	Intensidad Alta - 12h	3	4,61	3,70
P06_E03	P06	Intensidad Alta - 12h	3	10,98	3,70
P06_E04	P06	Intensidad Alta - 12h	3	7,92	3,70

2.2. Cerramientos opacos

2.2.1 Materiales

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m ³)	Cp (J/kgK)	R (m ² K/W)	Z (m ² sPa/kg)
Camara de Aire 400 mm	-	-	-	0,18	-
Camara de Aire 250 mm	-	-	-	0,16	-
1 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50	1,529	2140,00	1000,00	-	10
Cámara de aire sin ventilar vertical 10 cm	-	-	-	0,19	-
Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,469	930,00	1000,00	-	10
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,250	825,00	1000,00	-	4
Acero	50,000	7800,00	450,00	-	1e+30
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,029	30,00	1000,00	-	20
Hormigón armado d > 2500	2,500	2600,00	1000,00	-	80
EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	0,046	30,00	1000,00	-	20
Betún fieltro o lámina	0,230	1100,00	1000,00	-	50000
Hormigón en masa 2000 < d < 2300	1,650	2150,00	1000,00	-	70

 Calificación Energética	Proyecto Certificación Enegetica Casa del Estudiante	
	Localidad	Comunidad

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m ³)	Cp (J/kgK)	R (m ² K/W)	Z (m ² sPa/kg)
losa de hormigón d = 2000 y canto 300 mm	1,667	2000,00	1000,00	-	80
losa de hormigón d = 2500 y canto 300 mm	2,500	2500,00	1000,00	-	80
Teja de arcilla cocida	1,000	2000,00	800,00	-	30
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,550	1125,00	1000,00	-	10
Arenisca [2200 < d < 2600]	3,000	2400,00	1000,00	-	50

2.2.2 Composición de Cerramientos

Nombre	U (W/m ² K)	Material	Espesor (m)
Fachada Principal Ladrillo	1,01	1 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm	0,240
		Cámara de aire sin ventilar vertical 10 cm	0,000
		Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020
		Camara de Aire 250 mm	0,000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020
Fachada Chapa	0,39	Acero	0,001
		EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,060
		Acero	0,001
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020
		Camara de Aire 250 mm	0,000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020
Solera	0,85	Hormigón armado d > 2500	0,150
		EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	0,040
		Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,150

 Calificación Energética	Proyecto Certificación Enegetica Casa del Estudiante	
	Localidad	Comunidad

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Muro Contacto Terreno	2,65	Betún fieltro o lámina	0,020
		Hormigón armado d > 2500	0,300
Forjado Planta -2	2,63	Hormigón en masa 2000 < d < 2300	0,050
		losa de hormigón d = 2000 y canto 300 mm	0,300
Forjado Planta -1 Interior	1,72	Hormigón en masa 2000 < d < 2300	0,050
		losa de hormigón d = 2500 y canto 300 mm	0,300
		Camara de Aire 400 mm	0,000
		Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0,020
Forjado Planta -1 Exterior	1,44	Teja de arcilla cocida	0,020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,020
		Hormigón en masa 2000 < d < 2300	0,050
		losa de hormigón d = 2000 y canto 300 mm	0,300
		Camara de Aire 400 mm	0,000
		Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0,020
Forjado PB - P1	2,63	Hormigón en masa 2000 < d < 2300	0,050
		losa de hormigón d = 2000 y canto 300 mm	0,300
Forjado P2	3,05	Hormigón en masa 2000 < d < 2300	0,050
		losa de hormigón d = 2500 y canto 350 mm	0,320
Cubierta	0,76	Teja de arcilla cocida	0,015
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,040
		EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	0,040
		Hormigón en masa 2000 < d < 2300	0,050
		losa de hormigón d = 2500 y canto 400 mm	0,400
Cubierta Inclinada	3,70	Policarbonatos [PC]	0,020

 Calificación Energética	Proyecto Certificación Enegetica Casa del Estudiante	
	Localidad	Comunidad

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Muro Interior	2,00	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,015
		Cámara de aire sin ventilar vertical 10 cm	0,000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020
Muro Escaleras y Ascensor	3,13	losa de hormigón d = 2000 y canto 250 mm	0,250
Pared Cristal	5,36	Vidrio prensado	0,020
Fachada Principal Arena	0,99	Arenisca [2200 < d < 2600]	0,020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,010
		1 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm	0,240
		Cámara de aire sin ventilar vertical 10 cm	0,000
		Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020
		Camara de Aire 250 mm	0,000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020

2.3. Cerramientos semitransparentes

2.3.1 Vidrios

Nombre	U (W/m²K)	Factor solar
Vidrio	5,50	0,85
Vidrio	5,40	0,85
VER_DC_4-6-4	3,30	0,75

2.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m²K)

 Calificación Energética	Proyecto Certificación Enegetica Casa del Estudiante	
	Localidad	Comunidad

Nombre	U (W/m ² K)
VER_Normal sin rotura de puente térmico	5,70

2.3.3 Huecos

Nombre	Ventana Caja Murcia
Acrilamiento	Vidrio Caja Murcia
Marco	VER_Normal sin rotura de puente térmico
% Hueco	17,60
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	50,00
U (W/m²K)	5,54
Factor solar	0,73

Nombre	Puerta PP y PT
Acrilamiento	Vidrio PP y PT
Marco	VER_Normal sin rotura de puente térmico
% Hueco	27,20
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	50,00
U (W/m²K)	5,48
Factor solar	0,66

Nombre	Ventanas Fachada PPIAL
Acrilamiento	VER_DC_4-6-4
Marco	VER_Normal sin rotura de puente térmico
% Hueco	12,90

 Calificación Energética	Proyecto Certificación Enegetica Casa del Estudiante	
	Localidad	Comunidad

Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	50,00
U (W/m²K)	3,61
Factor solar	0,67

Nombre	Ventana Tipo4
Acrilamiento	VER_DC_4-6-4
Marco	VER_Normal sin rotura de puente térmico
% Hueco	28,40
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	50,00
U (W/m²K)	3,98
Factor solar	0,58

Nombre	Ventana Tipo5
Acrilamiento	VER_DC_4-6-4
Marco	VER_Normal sin rotura de puente térmico
% Hueco	28,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	50,00
U (W/m²K)	3,97
Factor solar	0,58

Nombre	Puerta Trsera
Acrilamiento	Vidrio PP y PT
Marco	VER_Normal sin rotura de puente térmico
% Hueco	6,30
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	50,00

 Calificación Energética	Proyecto Certificación Enegetica Casa del Estudiante	
	Localidad	Comunidad

U (W/m²K)	5,42
Factor solar	0,81

Nombre	Ventana Tipo 4 Simple
Acrilamiento	VER_DC_4-6-4
Marco	VER_Normal sin rotura de puente térmico
% Hueco	23,90
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	50,00
U (W/m²K)	3,87
Factor solar	0,61

Nombre	Ventana Tipo 5 Doble
Acrilamiento	Vidrio PP y PT
Marco	VER_Normal sin rotura de puente térmico
% Hueco	16,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60,00
U (W/m²K)	5,45
Factor solar	0,74

 Calificación Energética	Proyecto Certificación Enegetica Casa del Estudiante	
	Localidad	Comunidad

3. Iluminacion

Nombre	Pot. Iluminación	VEEIObj	VEEIRef
P01_E01	4,40000009536743	7	10
P01_E02	4,40000009536743	7	10
P01_E03	4,40000009536743	7	10
P02_E01	4,40000009536743	7	10
P02_E02	4,40000009536743	7	10
P02_E03	4,40000009536743	7	10
P02_E06	4,40000009536743	7	10
P02_E07	4,40000009536743	7	10
P03_E01	4,40000009536743	7	10
P03_E02	4,40000009536743	7	10
P03_E03	4,40000009536743	7	10
P03_E04	4,40000009536743	7	10
P04_E01	4,40000009536743	7	10
P04_E02	4,40000009536743	7	10
P04_E03	4,40000009536743	7	10
P04_E04	4,40000009536743	7	10
P04_E05	4,40000009536743	7	10
P04_E06	4,40000009536743	7	10
P04_E07	4,40000009536743	7	10
P04_E08	4,40000009536743	7	10
P05_E01	4,40000009536743	7	10

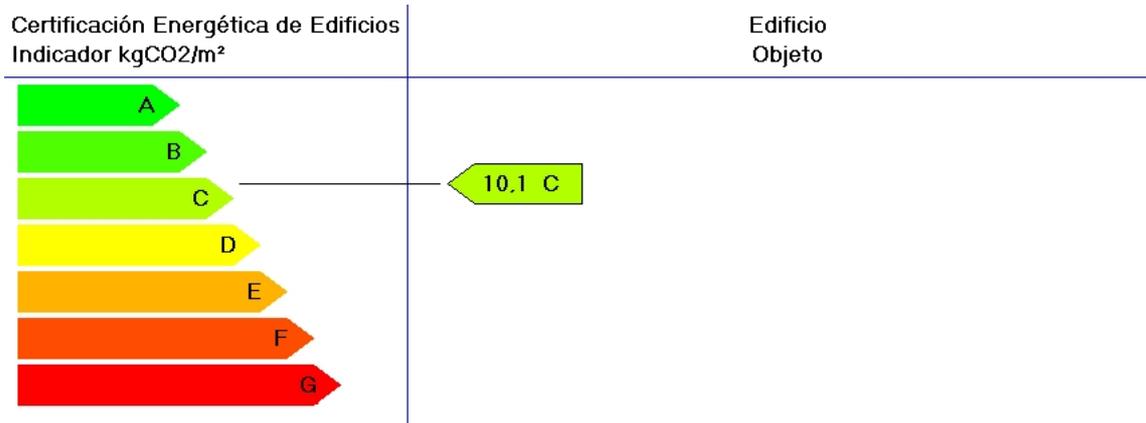
 Calificación Energética	Proyecto	
	Certificación Enegetica Casa del Estudiante	
	Localidad	Comunidad

P05_E02	4,40000009536743	7	10
P05_E03	4,40000009536743	7	10
P05_E04	4,40000009536743	7	10
P06_E01	4,40000009536743	7	10
P06_E02	4,40000009536743	7	10
P06_E03	4,40000009536743	7	10
P06_E04	4,40000009536743	7	10

4. Justificación

 Calificación Energética	Proyecto Certificación Enegetica Casa del Estudiante	
	Localidad	Comunidad

5. Resultados



	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Demanda calefacción	B	6,1	8023,9
Demanda refrigeración	D	26,7	35259,9
	Clase	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ calefacción	A	0,0	0,0
Emisiones CO ₂ refrigeración	A	0,0	0,0
Emisiones CO ₂ ACS	A	0,0	0,0
Emisiones CO ₂ iluminación	C	10,1	13344,6
Emisiones CO ₂ totales	C	10,1	13344,6
	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	G	0,0	0,0
Consumo energía primaria refrigeración	A	0,0	0,0
Consumo energía primaria ACS	A	0,0	0,0
Consumo energía primaria iluminación	C	40,6	53690,0
Consumo energía primaria totales	C	40,6	53690,0

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

ANEXO VIII

Informe CALENER GT

CALENER-GT



Informe Calificación Versión 3.21

Proyecto: Certificación Enegetica Casa del Estudiante
Fecha: 16/06/15



 Calificación Energética de Edificios	Proyecto	
	Certificación Energética Casa del Estudiante	
	Comunidad Autónoma	Localidad
	Murcia	Murcia

1. DATOS GENERALES

Nombre del Proyecto		
Certificación Energética Casa del Estudiante		
Comunidad Autónoma	Localidad	
Murcia	Murcia	
Dirección del Proyecto		
Autor del Proyecto		
Autor de la Calificación		
Oscar Baño Lorenzo		
E-mail de contacto	Teléfono de contacto	
	690991026	
Tipo de calificación	Ref. registro catastral	
Edificio de nueva construcción	-	
Tipo de edificio	Cobertura solar mínima CTE-HE 4 (%)	Energía eléct. con renovables (kWh/año)
Oficinas	0.0	0.0
Superficie acondicionada (m ²)	Superficie no acondicionada (m ²)	Superficie de plenums (m ²)
1019.99	301.25	0.00

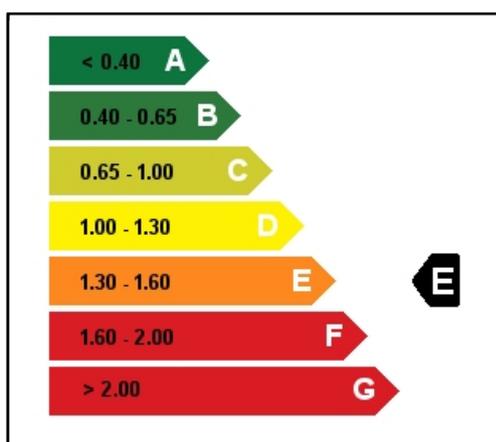
2. RESUMEN INDICADORES ENERGÉTICOS ANUALES

Indicador Energético	Edif. Objeto	Edif. Referencia	Índice	Calificación
Demanda Calef. (kW·h/m ²)	60.3	30.6	1.97	F
Demanda Refri. (kW·h/m ²)	59.4	55.0	1.08	D
Energía Primaria (kW·h/m ²)	116.9	78.1	1.50	E

Emissiones Climat. (kg CO ₂ /m ²)	15.0	8.7	1.72	F
Emissiones ACS (kg CO ₂ /m ²)	0.0	0.0	-1.00	-
Emissiones Ilum. (kg CO ₂ /m ²)	14.1	10.9	1.30	D
Emissiones Tot. (kg CO₂/m²)	29.1	19.6	1.48	E

Nota: Los valores han sido obtenidas utilizando la suma de las superficies acondicionadas y no acondicionadas

3. ETIQUETA Y VALORES TOTALES



Concepto	Edif. Objeto	Edif. Referencia
Energía Final (kWh/año)	59336.2	46488.8
Energía Final (kWh/(m ² año))	44.9	35.2
En. Primaria (kWh/año)	154452.2	103230.9
En. Primaria (kWh/(m ² año))	116.9	78.1
Emissiones (kg CO₂/año)	38509.2	25942.5
Emissiones (kg CO₂/(m²año))	29.1	19.6

El consumo real de energía del edificio y sus emisiones de dióxido de carbono dependerán de la climatología y de las condiciones de operación y funcionamiento reales del edificio, entre otros factores.

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto Certificación Energética Casa del Estudiante	
	Comunidad Autónoma Murcia	Localidad Murcia

4. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

4.1. Composición de cerramientos

Nombre	Tipo	U (W/(m ² K))	Peso (kg/m ²)	Color
Fachada Principal Ladrillo-C	Transitorio	1,01	611,70	0,70
I_Fachada Principal Ladrillo-C	Transitorio	1,01	611,70	0,70
Fachada Chapa-C	Transitorio	0,39	50,40	0,70
I_Fachada Chapa-C	Transitorio	0,39	50,40	0,70
Solera-C	Transitorio	0,88	683,70	0,70
I_Solera-C	Transitorio	0,88	683,70	0,70
Muro Contacto Terreno-C	Transitorio	2,97	802,00	0,70
I_Muro Contacto Terreno-C	Transitorio	2,97	802,00	0,70
Forjado Planta -2-C	Transitorio	2,13	707,50	0,70
I_Forjado Planta -2-C	Transitorio	2,13	707,50	0,70
Forjado Planta -1 Interior-C	Transitorio	1,49	874,00	0,70
I_Forjado Planta -1 Interior-C	Transitorio	1,49	874,00	0,70
Forjado Planta -1 Exterior-C	Transitorio	1,44	786,50	0,70
I_Forjado Planta -1 Exterior-C	Transitorio	1,44	786,50	0,70
Forjado PB - P1-C	Transitorio	2,13	707,50	0,70
I_Forjado PB - P1-C	Transitorio	2,13	707,50	0,70
Forjado P2-C	Transitorio	2,39	907,50	0,70
I_Forjado P2-C	Transitorio	2,39	907,50	0,70
Cubierta -C	Transitorio	0,76	1.183,70	0,70
I_Cubierta -C	Transitorio	0,76	1.183,70	0,70
Cubierta Inclinada-C	Transitorio	3,71	24,00	0,70
I_Cubierta Inclinada-C	Transitorio	3,71	24,00	0,70
Muro Interior-C	Transitorio	1,70	28,88	0,70
I_Muro Interior-C	Transitorio	1,70	28,88	0,70
Muro Escaleras y Ascensor-C	Transitorio	2,44	500,00	0,70
I_Muro Escaleras y Ascensor-C	Transitorio	2,44	500,00	0,70
Pared Cristal-C	Transitorio	3,51	60,00	0,70
I_Pared Cristal-C	Transitorio	3,51	60,00	0,70
Fachada Principal Arena-C	Transitorio	0,99	670,95	0,70
I_Fachada Principal Arena-C	Transitorio	0,99	670,95	0,70

4.2. Acristalamientos

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto Certificación Energética Casa del Estudiante	
	Comunidad Autónoma Murcia	Localidad Murcia

Nombre	Tipo	Localización	Factor solar	U (W/(m²K))	Tran. visible
VER_DC_4-6-4	Prop. globales	Exterior	0,75	3,30	0,91
PP y PT	Prop. globales	Exterior	0,85	5,40	0,91
CajaMurcia	Prop. globales	Exterior	0,85	5,50	0,91

5. CERRAMIENTOS

5.1. Cerramientos exteriores

Nombre	Comp. cerramiento	Espacio	Área (m²)	Orient.
P02_E01_FE005	Forjado Pla... Exterior-C	P02_E01	49,06	Horiz.
P02_E02_FE006	Forjado Pla... Exterior-C	P02_E02	34,43	Horiz.
P02_E03_FE007	Forjado Pla... Exterior-C	P02_E03	138,52	Horiz.
P03_E01_PE001	Fachada Pri... Ladrillo-C	P03_E01	27,25	50,00
P03_E01_PE002	Fachada Chapa-C	P03_E01	26,26	-130,00
P03_E01_PE003	Fachada Chapa-C	P03_E01	47,28	141,20
P03_E02_PE001	Fachada Pri... Ladrillo-C	P03_E02	10,15	-130,00
P03_E04_PE002	Fachada Pri... Ladrillo-C	P03_E04	37,62	50,00
P03_E04_PE004	Fachada Chapa-C	P03_E04	29,79	-130,00
P04_E01_PE001	Fachada Pri...al Arena-C	P04_E01	31,86	50,00
P04_E01_PE002	Fachada Chapa-C	P04_E01	19,74	141,20
P04_E02_PE001	Fachada Chapa-C	P04_E02	16,14	-130,00
P04_E02_PE002	Fachada Chapa-C	P04_E02	16,97	141,19
P04_E03_PE001	Fachada Chapa-C	P04_E03	7,73	-130,00
P04_E05_PE001	Fachada Chapa-C	P04_E05	7,88	-130,00
P04_E06_PE001	Fachada Chapa-C	P04_E06	5,46	-130,00
P04_E07_PE002	Fachada Pri...al Arena-C	P04_E07	8,47	50,00
P04_E08_PE002	Fachada Pri...al Arena-C	P04_E08	10,03	50,00
P04_E08_PE003	Fachada Chapa-C	P04_E08	14,19	-130,00
P05_E01_PE004	Fachada Chapa-C	P05_E01	37,80	-130,00
P05_E01_ME001	Fachada Chapa-C	P05_E01	25,92	141,90
P05_E01_ME002	Fachada Chapa-C	P05_E01	19,62	140,00
P05_E01_ME003	Fachada Pri...al Arena-C	P05_E01	26,46	50,00
P05_E01_ME004	Cubierta Inclinada-C	P05_E01	122,41	50,00
P05_E02_PE001	Fachada Chapa-C	P05_E02	5,42	-130,00
P05_E03_PE001	Fachada Chapa-C	P05_E03	7,82	-130,00
P06_E01_PE003	Fachada Chapa-C	P06_E01	40,70	-130,00
P06_E01_PE004	Fachada Chapa-C	P06_E01	24,77	141,17
P06_E01_FE001	Cubierta -C	P06_E01	112,34	Horiz.

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto Certificación Energética Casa del Estudiante	
	Comunidad Autónoma Murcia	Localidad Murcia

Nombre	Comp. cerramiento	Espacio	Área (m²)	Orient.
P06_E02_FE002	Cubierta -C	P06_E02	4,61	Horiz.
P06_E03_PE001	Fachada Chapa-C	P06_E03	8,42	-130,00
P06_E03_FE003	Cubierta -C	P06_E03	10,98	Horiz.
P06_E04_PE001	Fachada Chapa-C	P06_E04	5,84	-130,00
P06_E04_FE004	Cubierta -C	P06_E04	7,92	Horiz.

5.2. Cerramientos en contacto con el terreno

Nombre	Comp. cerramiento	Espacio	Área (m²)
P01_E01_FTER001	I_Solera-C	P01_E01	89,75
P01_E01_PCT004	Muro Conta...Terreno-C	P01_E01	14,15
P01_E01_PCT001	Muro Conta...Terreno-C	P01_E01	17,48
P01_E01_PCT002	Muro Conta...Terreno-C	P01_E01	6,05
P01_E01_PCT003	Muro Conta...Terreno-C	P01_E01	45,43
P01_E01_PCT005	Muro Conta...Terreno-C	P01_E01	18,79
P01_E01_PCT006	Muro Conta...Terreno-C	P01_E01	92,69
P01_E02_FTER002	I_Solera-C	P01_E02	4,61
P01_E02_PCT001	Muro Conta...Terreno-C	P01_E02	7,53
P01_E03_FTER003	I_Solera-C	P01_E03	10,98
P01_E03_PCT001	Muro Conta...Terreno-C	P01_E03	16,28
P02_E01_PCT001	Muro Conta...Terreno-C	P02_E01	13,80
P02_E01_PCT002	Muro Conta...Terreno-C	P02_E01	39,60
P02_E01_PCT003	Muro Conta...Terreno-C	P02_E01	17,05
P02_E01_PCT004	Muro Conta...Terreno-C	P02_E01	5,91
P02_E02_PCT001	Muro Conta...Terreno-C	P02_E02	4,70
P02_E02_PCT002	Muro Conta...Terreno-C	P02_E02	65,76
P02_E02_PCT003	Muro Conta...Terreno-C	P02_E02	9,60
P02_E02_TER001	I_Solera-C	P02_E02	28,19
P02_E03_PCT004	Muro Conta...Terreno-C	P02_E03	49,62
P02_E03_PCT001	Muro Conta...Terreno-C	P02_E03	85,87
P02_E03_TER001	I_Solera-C	P02_E03	302,98
P02_E06_PCT001	Muro Conta...Terreno-C	P02_E06	15,98
P02_E07_PCT001	Muro Conta...Terreno-C	P02_E07	7,39

6. VENTANAS

6.1. Ventanas - Dimensiones y orientación

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto Certificación Energética Casa del Estudiante	
	Comunidad Autónoma Murcia	Localidad Murcia

Nombre	Acristalamiento	Cerramiento	Área (m ²)	Orient.
P03_E01_PE001_V1	CajaMurcia	P03_E01_PE001	4,78	50,00
P03_E01_PE001_V2	VER_DC_4-6-4	P03_E01_PE001	3,27	50,00
P03_E01_PE002_V1	CajaMurcia	P03_E01_PE002	2,18	-130,00
P03_E01_PE002_V2	VER_DC_4-6-4	P03_E01_PE002	1,08	-130,00
P03_E01_PE003_V1	VER_DC_4-6-4	P03_E01_PE003	0,68	141,20
P03_E01_PE003_V2	VER_DC_4-6-4	P03_E01_PE003	0,68	141,20
P03_E01_PE003_V3	VER_DC_4-6-4	P03_E01_PE003	1,08	141,20
P03_E02_PE001_V1	VER_DC_4-6-4	P03_E02_PE001	0,68	-130,00
P03_E04_PE002_V1	PP y PT	P03_E04_PE002	3,90	50,00
P03_E04_PE002_V2	VER_DC_4-6-4	P03_E04_PE002	3,27	50,00
P03_E04_PE002_V3	VER_DC_4-6-4	P03_E04_PE002	3,27	50,00
P03_E04_PE004_V1	VER_DC_4-6-4	P03_E04_PE004	1,08	-130,00
P03_E04_PE004_V2	PP y PT	P03_E04_PE004	4,50	-130,00
P04_E01_PE001_V1	VER_DC_4-6-4	P04_E01_PE001	3,27	50,00
P04_E01_PE001_V2	VER_DC_4-6-4	P04_E01_PE001	3,27	50,00
P04_E01_PE001_V3	VER_DC_4-6-4	P04_E01_PE001	3,27	50,00
P04_E01_PE002_V1	VER_DC_4-6-4	P04_E01_PE002	0,68	141,20
P04_E01_PE002_V2	VER_DC_4-6-4	P04_E01_PE002	0,72	141,20
P04_E02_PE001_V1	VER_DC_4-6-4	P04_E02_PE001	0,68	-130,00
P04_E02_PE002_V1	VER_DC_4-6-4	P04_E02_PE002	0,68	141,19
P04_E02_PE002_V2	VER_DC_4-6-4	P04_E02_PE002	1,08	141,19
P04_E03_PE001_V1	VER_DC_4-6-4	P04_E03_PE001	0,68	-130,00
P04_E05_PE001_V1	VER_DC_4-6-4	P04_E05_PE001	0,68	-130,00
P04_E06_PE001_V1	VER_DC_4-6-4	P04_E06_PE001	0,68	-130,00
P04_E07_PE002_V1	VER_DC_4-6-4	P04_E07_PE002	3,27	50,00
P04_E08_PE002_V1	VER_DC_4-6-4	P04_E08_PE002	3,27	50,00
P04_E08_PE003_V1	VER_DC_4-6-4	P04_E08_PE003	0,68	-130,00
P05_E01_PE004_V1	VER_DC_4-6-4	P05_E01_PE004	0,72	-130,00
P05_E01_PE004_V2	VER_DC_4-6-4	P05_E01_PE004	1,26	-130,00
P05_E01_PE004_V3	VER_DC_4-6-4	P05_E01_PE004	0,72	-130,00
P05_E01_PE004_V4	VER_DC_4-6-4	P05_E01_PE004	1,08	-130,00
P05_E01_PE004_V5	VER_DC_4-6-4	P05_E01_PE004	0,72	-130,00
P05_E01_ME001_V1	VER_DC_4-6-4	P05_E01_ME001	0,68	141,90

	Calificación Energética de Edificios	Proyecto Certificación Energética Casa del Estudiante	
		Comunidad Autónoma Murcia	Localidad Murcia

Nombre	Acristalamiento	Cerramiento	Área (m ²)	Orient.
P05_E01_ME001_V2	VER_DC_4-6-4	P05_E01_ME001	1,08	141,90
P05_E01_ME002_V1	VER_DC_4-6-4	P05_E01_ME002	1,26	140,00
P05_E01_ME002_V2	VER_DC_4-6-4	P05_E01_ME002	0,72	140,00
P05_E01_ME004_V1	VER_DC_4-6-4	P05_E01_ME004	0,81	50,00
P05_E01_ME004_V2	VER_DC_4-6-4	P05_E01_ME004	0,81	50,00
P05_E01_ME004_V3	VER_DC_4-6-4	P05_E01_ME004	0,81	50,00
P05_E01_ME004_V4	VER_DC_4-6-4	P05_E01_ME004	0,81	50,00
P05_E02_PE001_V1	VER_DC_4-6-4	P05_E02_PE001	0,68	-130,00
P05_E03_PE001_V1	VER_DC_4-6-4	P05_E03_PE001	0,68	-130,00
P06_E01_PE003_V1	VER_DC_4-6-4	P06_E01_PE003	0,68	-130,00
P06_E01_PE003_V2	VER_DC_4-6-4	P06_E01_PE003	0,68	-130,00
P06_E01_PE003_V3	VER_DC_4-6-4	P06_E01_PE003	1,08	-130,00
P06_E01_PE003_V4	VER_DC_4-6-4	P06_E01_PE003	0,68	-130,00
P06_E01_PE003_V5	VER_DC_4-6-4	P06_E01_PE003	0,68	-130,00
P06_E01_PE004_V1	VER_DC_4-6-4	P06_E01_PE004	1,08	141,17
P06_E01_PE004_V2	VER_DC_4-6-4	P06_E01_PE004	0,68	141,17
P06_E04_PE001_V1	VER_DC_4-6-4	P06_E04_PE001	1,26	-130,00

6.2. Ventanas - Sombras y permeabilidad

Nombre	Cortina / Persiana	Retranqueo (m)	Voladizo (m)	Sal. Drcho. (m)	Sal. Izqdo. (m)	Permeabilidad (m ³ /(h·m ²) 100Pa)
P03_E01_PE001_V1	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P03_E01_PE001_V2	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P03_E01_PE002_V1	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P03_E01_PE002_V2	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P03_E01_PE003_V1	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P03_E01_PE003_V2	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P03_E01_PE003_V3	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P03_E02_PE001_V1	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P03_E04_PE002_V1	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P03_E04_PE002_V2	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P03_E04_PE002_V3	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P03_E04_PE004_V1	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P03_E04_PE004_V2	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P04_E01_PE001_V1	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P04_E01_PE001_V2	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P04_E01_PE001_V3	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00



Nombre	Cortina / Persiana	Retranqueo (m)	Voladizo (m)	Sal. Drcho. (m)	Sal. Izqdo. (m)	Permeabilidad (m ³ /(h·m ²) 100Pa)
P04_E01_PE002_V1	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P04_E01_PE002_V2	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P04_E02_PE001_V1	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P04_E02_PE002_V1	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P04_E02_PE002_V2	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P04_E03_PE001_V1	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P04_E05_PE001_V1	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P04_E06_PE001_V1	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P04_E07_PE002_V1	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P04_E08_PE002_V1	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P04_E08_PE003_V1	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P05_E01_PE004_V1	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P05_E01_PE004_V2	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P05_E01_PE004_V3	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P05_E01_PE004_V4	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P05_E01_PE004_V5	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P05_E01_ME001_V1	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P05_E01_ME001_V2	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P05_E01_ME002_V1	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P05_E01_ME002_V2	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P05_E01_ME004_V1	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P05_E01_ME004_V2	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P05_E01_ME004_V3	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P05_E01_ME004_V4	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P05_E02_PE001_V1	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P05_E03_PE001_V1	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P06_E01_PE003_V1	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P06_E01_PE003_V2	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P06_E01_PE003_V3	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P06_E01_PE003_V4	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P06_E01_PE003_V5	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P06_E01_PE004_V1	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P06_E01_PE004_V2	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00
P06_E04_PE001_V1	No	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto Certificación Energética Casa del Estudiante	
	Comunidad Autónoma Murcia	Localidad Murcia

7. ESPACIOS

7.1. Espacios - Dimensiones y conexiones

Nombre	Planta	Multiplicador	Área (m ²)	Altura (m)
P01_E01	P01	1	89,75	3,80
P01_E02	P01	1	4,61	3,80
P01_E03	P01	1	10,98	3,80
P02_E01	P02	1	83,52	3,71
P02_E02	P02	1	34,43	3,69
P02_E03	P02	1	302,98	3,72
P02_E06	P02	1	10,98	3,73
P02_E07	P02	1	4,61	3,73
P03_E01	P03	1	87,58	3,80
P03_E02	P03	1	10,98	3,80
P03_E03	P03	1	4,61	3,80
P03_E04	P03	1	111,34	3,80
P04_E01	P04	1	64,66	2,95
P04_E02	P04	1	33,61	2,95
P04_E03	P04	1	10,32	2,95
P04_E04	P04	1	4,61	2,95
P04_E05	P04	1	10,98	2,95
P04_E06	P04	1	7,92	2,95
P04_E07	P04	1	13,68	2,95
P04_E08	P04	1	68,72	2,95
P05_E01	P05	1	191,00	2,93
P05_E02	P05	1	7,92	2,93
P05_E03	P05	1	10,98	2,93
P05_E04	P05	1	4,61	2,93
P06_E01	P06	1	112,34	3,15
P06_E02	P06	1	4,61	3,15
P06_E03	P06	1	10,98	3,15
P06_E04	P06	1	7,92	3,15

7.2. Espacios - Características ocupacionales y funcionales

Nombre	m ² /ocup. (m ² /per)	Equipo (W/m ²)	Iluminación (W/m ²)	VEEI (W/m ² ·100lux)	VEEI lim. (W/m ² ·100lux)	Iluminación Natural
P01_E01	10,00	0,00	4,68	2,34	5,00	No

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto Certificación Energética Casa del Estudiante	
	Comunidad Autónoma Murcia	Localidad Murcia

Nombre	m ² /ocup. (m ² /per)	Equipo (W/m ²)	Iluminación (W/m ²)	VEEI (W/m ² ·100lux)	VEEI lim. (W/m ² ·100lux)	Iluminación Natural
P01_E02	10,00	0,00	0,00	10,00	10,00	No
P01_E03	10,00	0,00	5,12	3,41	4,50	No
P02_E01	10,00	0,00	2,68	2,68	4,50	No
P02_E02	10,00	0,00	4,07	2,71	4,50	No
P02_E03	2,00	0,48	17,56	3,51	4,00	No
P02_E06	10,00	0,00	5,12	3,41	4,50	No
P02_E07	10,00	0,00	0,00	10,00	10,00	No
P03_E01	5,00	0,00	6,85	6,85	4,00	No
P03_E02	10,00	0,00	5,12	3,41	4,50	No
P03_E03	10,00	0,00	0,00	10,00	10,00	No
P03_E04	10,00	6,83	17,60	8,80	4,50	No
P04_E01	32,30	13,61	12,99	2,60	3,50	No
P04_E02	16,80	13,10	16,67	3,33	3,50	No
P04_E03	5,20	21,30	27,11	5,42	3,50	No
P04_E04	10,00	0,00	0,00	10,00	10,00	No
P04_E05	10,00	0,00	5,12	3,41	4,50	No
P04_E06	2,00	0,00	3,16	3,16	4,50	No
P04_E07	6,80	16,08	4,40	7,00	10,00	No
P04_E08	10,00	2,11	5,70	5,70	4,50	No
P05_E01	10,00	0,76	13,19	13,19	4,50	No
P05_E02	2,00	0,00	3,16	3,16	4,50	No
P05_E03	10,00	0,00	5,12	3,41	4,50	No
P05_E04	10,00	0,00	0,00	10,00	10,00	No
P06_E01	2,20	1,29	18,70	6,23	4,00	No
P06_E02	10,00	0,00	0,00	10,00	10,00	No
P06_E03	10,00	0,00	5,12	3,41	4,50	No
P06_E04	2,00	0,00	3,16	3,16	4,50	No

8. ELEMENTOS DE SOMBREAMIENTO

Nombre	Altura (m)	Anchura (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimut (°)	Inclin. (°)
Sombra002	16,00	27,00	2,57	2,57	0,00	321,00	90,00
Sombra004	12,00	17,85	-30,43	-30,43	0,00	234,20	90,00
Sombra006	16,00	11,93	-20,89	-20,89	0,00	323,00	90,00

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto	
	Certificación Energética Casa del Estudiante	
	Comunidad Autónoma	Localidad
	Murcia	Murcia

9. SUBSISTEMAS PRIMARIOS

9.1. Bombas de circulación

Nombre	Tipo de control	Caudal (l/h)	Altura (m)	Potencia nominal (kW)	Rendimiento global
Bomba Mód...Hidráulico	Velocidad constante	21.600	16,3	1,56	0,62

9.2. Circuitos hidráulicos

Nombre	Tipo	Subtipo	Modo de operación	T. consigna calor (°C)	T. consigna frío (°C)
Circuito Cl...tización CS	Dos-tubos	Primario	Horario	40,0	7,0

9.3. Plantas Enfriadoras

Nombre	Tipo	Cap. N. Ref. (kW)	Cap. N. Cal. (kW)	EER Eléc.	COP	EER Térm.
30RH-160	Bomba de calor 2T	142,00	153,00	3,34	3,34	-

9.4. Calderas

Nombre	Subtipo	Combustible	Potencia nominal (kW)	Rendimiento nominal

9.5. Generadores de A.C.S.

9.5.1. Propiedades Generales

Nombre	Tipo	Combustible	Potencia nominal (kW)	Rendimiento nominal	Volumen depósito (l)

9.5.2. Panel Solar

Nombre	Panel Solar	Área (m ²)	Porcentaje demanda cubierta (%)

9.6. Sistemas de condensación

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto	
	Certificación Energética Casa del Estudiante	
	Comunidad Autónoma	Localidad
	Murcia	Murcia

Nombre	Tipo	Nº celdas independientes	Potencia nominal (kW)	Potencia nom. ventilador (kW/celda)

9.7. Equipos de cogeneración

Nombre	Potencia nominal (kW)	Rendimiento nominal	Combustible	Recuperación de energía

	Calificación Energética de Edificios	Proyecto	
		Certificación Energética Casa del Estudiante	Localidad
		Comunidad Autónoma	Murcia
			Murcia

10. SUBSISTEMAS SECUNDARIOS

Nombre	PE02_E03
Tipo	Ventiloconvectores (Fan-coil)
Fuente de calor	-
Tipo de condensación	-
EER	-
COP	-
Potencia batería frío (kW)	-
Potencia batería calor (kW)	-
Caudal ventilador de impulsión (m³/h)	-
Potencia ventilador de impulsión (kW)	-
Control ventilador de impulsión	-
Caudal ventilador de retorno (m³/h)	-
Potencia ventilador de retorno (kW)	-
Sección de humectación	-
Enfriamiento gratuito	-
Enfriamiento evaporativo	-
Recuperación de energía	-

Nombre	PE03_E01
Tipo	Ventiloconvectores (Fan-coil)
Fuente de calor	-
Tipo de condensación	-
EER	-
COP	-
Potencia batería frío (kW)	-
Potencia batería calor (kW)	-
Caudal ventilador de impulsión (m³/h)	-
Potencia ventilador de impulsión (kW)	-
Control ventilador de impulsión	-
Caudal ventilador de retorno (m³/h)	-
Potencia ventilador de retorno (kW)	-
Sección de humectación	-
Enfriamiento gratuito	-
Enfriamiento evaporativo	-
Recuperación de energía	-



Nombre	PE03_E04
Tipo	Ventiloconvectores (Fan-coil)
Fuente de calor	-
Tipo de condensación	-
EER	-
COP	-
Potencia batería frío (kW)	-
Potencia batería calor (kW)	-
Caudal ventilador de impulsión (m³/h)	-
Potencia ventilador de impulsión (kW)	-
Control ventilador de impulsión	-
Caudal ventilador de retorno (m³/h)	-
Potencia ventilador de retorno (kW)	-
Sección de humectación	-
Enfriamiento gratuito	-
Enfriamiento evaporativo	-
Recuperación de energía	-

Nombre	PE04_E01
Tipo	Ventiloconvectores (Fan-coil)
Fuente de calor	-
Tipo de condensación	-
EER	-
COP	-
Potencia batería frío (kW)	-
Potencia batería calor (kW)	-
Caudal ventilador de impulsión (m³/h)	-
Potencia ventilador de impulsión (kW)	-
Control ventilador de impulsión	-
Caudal ventilador de retorno (m³/h)	-
Potencia ventilador de retorno (kW)	-
Sección de humectación	-
Enfriamiento gratuito	-
Enfriamiento evaporativo	-
Recuperación de energía	-



Nombre	PE04_E02
Tipo	Ventiloconvectores (Fan-coil)
Fuente de calor	-
Tipo de condensación	-
EER	-
COP	-
Potencia batería frío (kW)	-
Potencia batería calor (kW)	-
Caudal ventilador de impulsión (m³/h)	-
Potencia ventilador de impulsión (kW)	-
Control ventilador de impulsión	-
Caudal ventilador de retorno (m³/h)	-
Potencia ventilador de retorno (kW)	-
Sección de humectación	-
Enfriamiento gratuito	-
Enfriamiento evaporativo	-
Recuperación de energía	-

Nombre	PE04_E03
Tipo	Ventiloconvectores (Fan-coil)
Fuente de calor	-
Tipo de condensación	-
EER	-
COP	-
Potencia batería frío (kW)	-
Potencia batería calor (kW)	-
Caudal ventilador de impulsión (m³/h)	-
Potencia ventilador de impulsión (kW)	-
Control ventilador de impulsión	-
Caudal ventilador de retorno (m³/h)	-
Potencia ventilador de retorno (kW)	-
Sección de humectación	-
Enfriamiento gratuito	-
Enfriamiento evaporativo	-
Recuperación de energía	-



Nombre	PE04_E06
Tipo	Ventiloconvectores (Fan-coil)
Fuente de calor	-
Tipo de condensación	-
EER	-
COP	-
Potencia batería frío (kW)	-
Potencia batería calor (kW)	-
Caudal ventilador de impulsión (m³/h)	-
Potencia ventilador de impulsión (kW)	-
Control ventilador de impulsión	-
Caudal ventilador de retorno (m³/h)	-
Potencia ventilador de retorno (kW)	-
Sección de humectación	-
Enfriamiento gratuito	-
Enfriamiento evaporativo	-
Recuperación de energía	-

Nombre	PE04_E07
Tipo	Ventiloconvectores (Fan-coil)
Fuente de calor	-
Tipo de condensación	-
EER	-
COP	-
Potencia batería frío (kW)	-
Potencia batería calor (kW)	-
Caudal ventilador de impulsión (m³/h)	-
Potencia ventilador de impulsión (kW)	-
Control ventilador de impulsión	-
Caudal ventilador de retorno (m³/h)	-
Potencia ventilador de retorno (kW)	-
Sección de humectación	-
Enfriamiento gratuito	-
Enfriamiento evaporativo	-
Recuperación de energía	-



Nombre	PE05_E01
Tipo	Ventiloconvectores (Fan-coil)
Fuente de calor	-
Tipo de condensación	-
EER	-
COP	-
Potencia batería frío (kW)	-
Potencia batería calor (kW)	-
Caudal ventilador de impulsión (m³/h)	-
Potencia ventilador de impulsión (kW)	-
Control ventilador de impulsión	-
Caudal ventilador de retorno (m³/h)	-
Potencia ventilador de retorno (kW)	-
Sección de humectación	-
Enfriamiento gratuito	-
Enfriamiento evaporativo	-
Recuperación de energía	-

Nombre	PE05_E02
Tipo	Ventiloconvectores (Fan-coil)
Fuente de calor	-
Tipo de condensación	-
EER	-
COP	-
Potencia batería frío (kW)	-
Potencia batería calor (kW)	-
Caudal ventilador de impulsión (m³/h)	-
Potencia ventilador de impulsión (kW)	-
Control ventilador de impulsión	-
Caudal ventilador de retorno (m³/h)	-
Potencia ventilador de retorno (kW)	-
Sección de humectación	-
Enfriamiento gratuito	-
Enfriamiento evaporativo	-
Recuperación de energía	-

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto Certificación Energética Casa del Estudiante	
	Comunidad Autónoma Murcia	Localidad Murcia

Nombre	PE06_E01
Tipo	Ventiloconvectores (Fan-coil)
Fuente de calor	-
Tipo de condensación	-
EER	-
COP	-
Potencia batería frío (kW)	-
Potencia batería calor (kW)	-
Caudal ventilador de impulsión (m³/h)	-
Potencia ventilador de impulsión (kW)	-
Control ventilador de impulsión	-
Caudal ventilador de retorno (m³/h)	-
Potencia ventilador de retorno (kW)	-
Sección de humectación	-
Enfriamiento gratuito	-
Enfriamiento evaporativo	-
Recuperación de energía	-

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto	
	Certificación Energética Casa del Estudiante	
	Comunidad Autónoma	Localidad
	Murcia	Murcia

Nombre	PE06_E04
Tipo	Ventiloconvectores (Fan-coil)
Fuente de calor	-
Tipo de condensación	-
EER	-
COP	-
Potencia batería frío (kW)	-
Potencia batería calor (kW)	-
Caudal ventilador de impulsión (m³/h)	-
Potencia ventilador de impulsión (kW)	-
Control ventilador de impulsión	-
Caudal ventilador de retorno (m³/h)	-
Potencia ventilador de retorno (kW)	-
Sección de humectación	-
Enfriamiento gratuito	-
Enfriamiento evaporativo	-
Recuperación de energía	-

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto Certificación Energética Casa del Estudiante	
	Comunidad Autónoma Murcia	Localidad Murcia

11. ZONAS

11.1. Zonas - Especificaciones básicas

Nombre	Subsistema secundario	Unidad terminal	Fuente de calor
Z_P02_E03	PE02_E03	Fan-coil	Agua caliente
Z_P03_E01	PE03_E01	Fan-coil	Agua caliente
Z_P03_E04	PE03_E04	Fan-coil	Agua caliente
Z_P04_E01	PE04_E01	Fan-coil	Agua caliente
Z_P04_E02	PE04_E02	Fan-coil	Agua caliente
Z_P04_E03	PE04_E03	Fan-coil	Agua caliente
Z_P04_E06	PE04_E06	Fan-coil	Agua caliente
Z_P04_E07	PE04_E07	Fan-coil	Agua caliente
Z_P05_E01	PE05_E01	Fan-coil	Agua caliente
Z_P05_E02	PE05_E02	Fan-coil	Agua caliente
Z_P06_E01	PE06_E01	Fan-coil	Agua caliente
Z_P06_E04	PE06_E04	Fan-coil	Agua caliente

11.2. Zonas - Caudales y potencias

Nombre	Caudal (m³/h)	Potencia frío (kW)	Potencia calor (kW)	Pot. Calef. aux. (kW)	Potencia vent. (kW)	EER	COP
Z_P02_E03	9.000	42,80	46,80	-	0,99	-	-
Z_P03_E01	1.810	10,60	12,70	-	0,20	-	-
Z_P03_E04	2.240	13,00	15,40	-	0,25	-	-
Z_P04_E01	1.290	7,40	9,10	-	0,14	-	-
Z_P04_E02	860	4,90	7,40	-	0,09	-	-
Z_P04_E03	430	2,50	5,70	-	0,05	-	-
Z_P04_E06	1.000	4,60	6,80	-	0,11	-	-
Z_P04_E07	430	2,50	5,70	-	0,05	-	-
Z_P05_E01	3.870	22,10	25,50	-	0,43	-	-
Z_P05_E02	1.000	4,60	6,80	-	0,11	-	-
Z_P06_E01	1.720	9,90	12,80	-	0,19	-	-
Z_P06_E04	1.000	4,60	6,80	-	0,11	-	-

Certificación energética de la Casa del Estudiante y propuestas de mejora.

ANEXO IX

Informe CE3X

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Casa del Estudiante		
Dirección	Calle Angel, Número 25		
Municipio	Cartagena	Código Postal	30203
Provincia	Murcia	Comunidad Autónoma	Murcia
Zona climática	B3	Año construcción	2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	C.T.E.		
Referencia/s catastral/es	8337702XG7683N0001FK		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Vivienda <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Unifamiliar <input type="radio"/> Bloque <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Bloque completo <input type="radio"/> Vivienda individual 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Edificio completo <input type="radio"/> Local
---	---

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Oscar Baño lorenzo	NIF	48658072P
Razón social	UPCT	CIF	0000000
Domicilio	Calle Alquibla Numero 22		
Municipio	El Palmar	Código Postal	30120
Provincia	Murcia	Comunidad Autónoma	Murcia
e-mail	oscar.bano.lorenzo@gmail.com		
Titulación habilitante según normativa vigente	Graduado en Ingeniería Mecánica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CE ³ X v1.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



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

Fecha: 1/7/2015

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

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

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

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	1019.9
---	--------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Cubierta Policarbonato	Cubierta	120.56	3.71	Conocido
Cubierta	Cubierta	134.24	0.76	Conocido
Terraza Exterior	Cubierta	222.01	1.44	Conocido
Fachada Principal Ladrillo	Fachada	70.97	1.01	Conocido
Fachada Principal Arena	Fachada	82.94	0.99	Conocido
Fachada Chapa Lateral	Fachada	154.3	0.39	Conocido
Fachada Chapa Trasera	Fachada	223.6	0.39	Conocido
Medianera	Fachada	154.3	0.00	Por defecto
Muro con terreno	Fachada	533.68	2.60	Estimado
Solera	Suelo	436.51	0.52	Por defecto

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Ventana 2.5x1.5_NE_FPL	Hueco	11.25	3.30	0.75	Conocido	Conocido
Ventana 2.5x1.5_NE_FPA	Hueco	18.75	3.30	0.75	Conocido	Conocido
Ventana Cubierta Policarbonato	Lucernario	4.5	3.30	0.75	Conocido	Conocido
Puerta Principal	Hueco	5.36	5.40	0.85	Conocido	Conocido
Puerta Trasera	Hueco	4.8	5.40	0.85	Conocido	Conocido
Ventana Caja Murcia	Hueco	5.8	5.40	0.85	Conocido	Conocido
Puerta Caja Murcia	Hueco	2.65	5.50	0.85	Conocido	Conocido
Ventana 1.5x1_SE_FCL	Hueco	7.5	3.30	0.75	Conocido	Conocido
Ventana 0.95x1_SE_FCL	Hueco	7.6	3.30	0.75	Conocido	Conocido

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² -K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Ventana 1.5x1_SO_FCT	Hueco	9.0	3.30	0.75	Conocido	Conocido
Ventana 0.95x1_SO_FCT	Hueco	14.25	3.30	0.75	Conocido	Conocido

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Planta Enfriadora (30RH-160)	Bomba de Calor		224.10	Electricidad	Estimado

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Planta Enfriadora (30RH-160)	Bomba de Calor		260.30	Electricidad	Estimado

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

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

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
Fan Coils Calefacción	Velocidad constante	Calefacción	2556.80
Fan Coils Refrigeración	Velocidad constante	Refrigeración	1302.10
Bomba Calefacción	Velocidad constante	Calefacción	1447.90
Bomba Refrigeración	Velocidad constante	Refrigeración	737.40

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m ²]	VEEI [W/m ² ·100lux]	Iluminación media [lux]	Modo de obtención
Edificio Objeto	15.73	2.43	500.00	Conocido

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
Edificio	1019.9	Intensidad Alta - 12h

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Intensidad Alta - 12h
----------------	----	-----	-----------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	59.72 C	CALEFACCIÓN		ACS	
		G		A	
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>	
		12.48		0.00	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		B		C	
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
59.72		7.16		36.2	

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

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

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

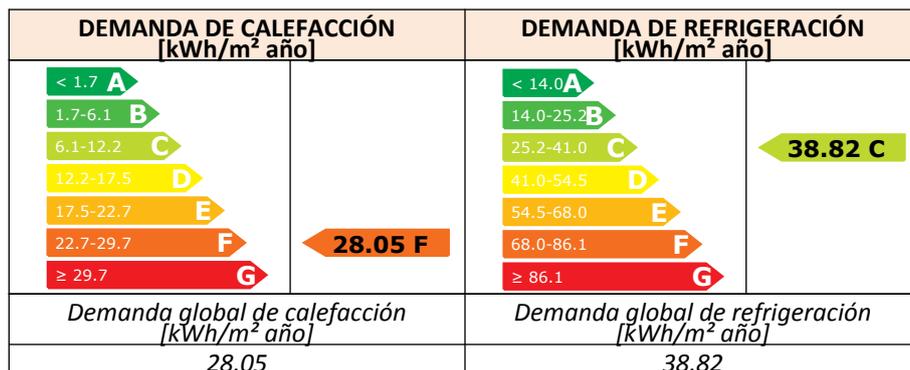
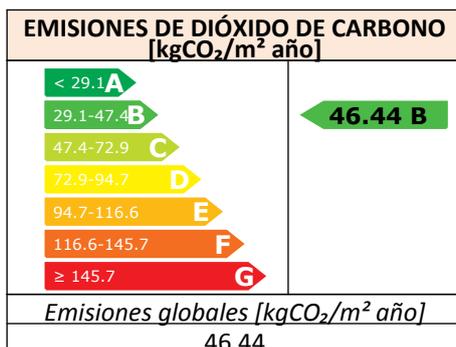
DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN					
	43.11 G		28.7 C				
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				43.11		28.70	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

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

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	240.16 C	CALEFACCIÓN		ACS	
		G		A	
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>	
		50.21		0.00	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		B		C	
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
240.16		28.78		145.7	

ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

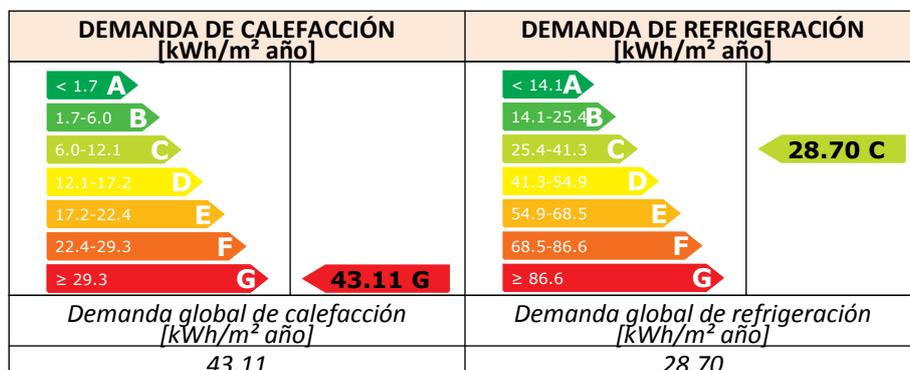
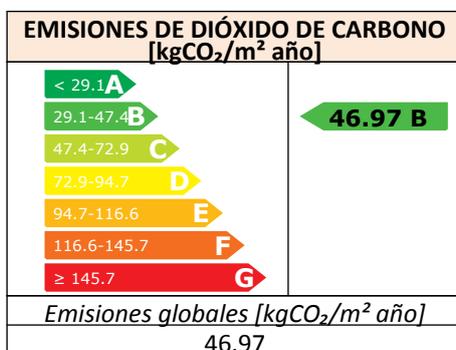


ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Demanda [kWh/m ² año]	28.05	F	38.82	C					
Diferencia con situación inicial	15.1 (34.9%)		-10.1 (-35.3%)							
Energía primaria [kWh/m ² año]	8.08	A	11.74	A	0.00	A	145.70	C	188.40	B
Diferencia con situación inicial	42.1 (83.9%)		17.0 (59.2%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		51.8 (21.6%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	2.15	B	2.37	A	0.00	A	36.23	C	46.44	B
Diferencia con situación inicial	10.3 (82.8%)		4.8 (66.9%)		0.0 (0.0%)		-0.0 (-0.1%)		13.3 (22.2%)	

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

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
<p>Conjunto de medidas de mejora: Conjunto Mejoras Casa Estudiante</p> <p>Listado de medidas de mejora que forman parte del conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Adición de aislamiento en cajas de persiana - Relleno Cámara de Aire - Mejora de las instalaciones

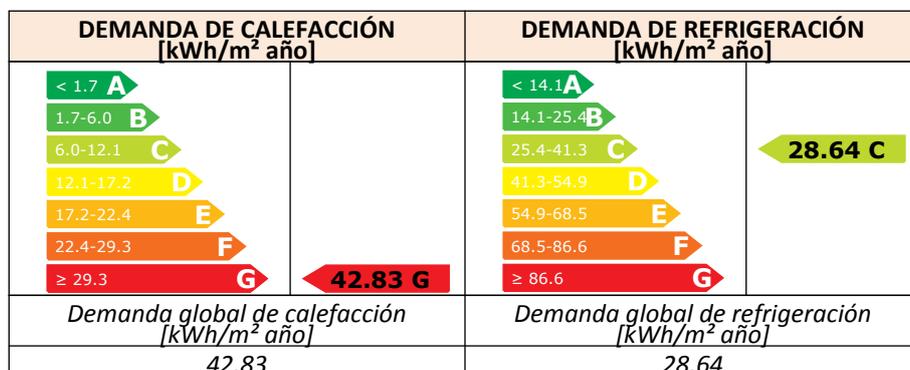
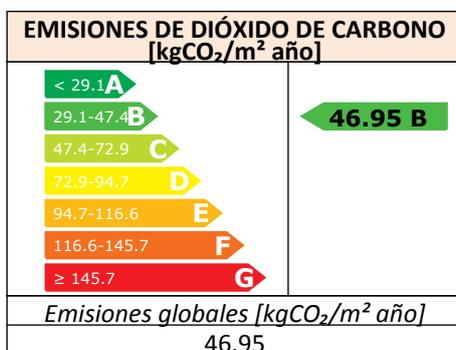


ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m ² año]	43.11	G	28.70	C						
Diferencia con situación inicial	0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)							
Energía primaria [kWh/m ² año]	12.42	B	8.68	A	0.00	A	145.70	C	189.68	B
Diferencia con situación inicial	37.8 (75.3%)		20.1 (69.8%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		50.5 (21.0%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	3.30	C	1.75	A	0.00	A	36.23	C	46.97	B
Diferencia con situación inicial	9.2 (73.6%)		5.4 (75.6%)		0.0 (0.0%)		-0.0 (-0.1%)		12.8 (21.3%)	

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

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
<p>Conjunto de medidas de mejora: Máquina Absorción - Colectores Solares</p> <p>Listado de medidas de mejora que forman parte del conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejora de las instalaciones



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m ² año]	42.83	G	28.64	C						
Diferencia con situación inicial	0.3 (0.6%)		0.1 (0.2%)							
Energía primaria [kWh/m ² año]	12.33	B	8.66	A	0.00	A	145.70	C	189.57	B
Diferencia con situación inicial	37.9 (75.4%)		20.1 (69.9%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		50.6 (21.1%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	3.28	C	1.75	A	0.00	A	36.23	C	46.95	B
Diferencia con situación inicial	9.2 (73.7%)		5.4 (75.6%)		0.0 (0.0%)		-0.0 (-0.1%)		12.8 (21.4%)	

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

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
<p>Conjunto de medidas de mejora: Instalaciones + Hueco Persiana</p> <p>Listado de medidas de mejora que forman parte del conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Adición de aislamiento en cajas de persiana - Mejora de las instalaciones

**ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO
CERTIFICADOR**

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

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR
