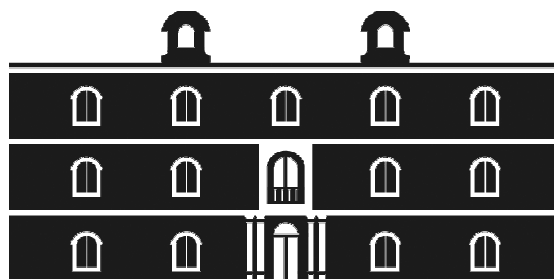




Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO DEL RECTORADO DE LA UPCT

Titulación: Máster Universitario en
Energías Renovables
Alumno: Francisco Segura Quiles
Director: Fernando Illán Gómez

Cartagena, 05 de Diciembre de 2013

DEDICATORIA

A mis padres y hermanas, por su apoyo incondicional a lo largo de todos estos años de formación y cumplir otra etapa de mi vida.

Agradecer a Fernando Illán Gómez, su dedicación y esfuerzo para la elaboración del presente proyecto.

Así mismo, quiero agradecer a la Unidad Técnica de la Universidad Politécnica de Cartagena y muy especialmente a Julio Castro Méndez, la colaboración y aportación de documentación técnica del Rectorado.

Francisco Segura Quiles

Cartagena, Diciembre 2013.



ÍNDICE

LISTADO DE FIGURAS.....	5
LISTADO DE TABLAS.....	9
RESUMEN	13
1. MEMORIA DESCRIPTIVA	17
1.1 INTRODUCCIÓN	17
1.2 DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	18
1.3 ALCANCE DEL PROYECTO	18
1.4 NORMATIVA ENERGÉTICA DE APLICACIÓN	19
1.5 TERMINOLOGÍA	19
2. LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.....	27
2.1 INTRODUCCIÓN	27
2.2 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	28
2.2.1 Localización y orientación.....	28
2.2.2 Geometría del edificio.....	29
2.2.2.1 Superficies en planta del edificio principal	31
2.2.2.2 Superficies en planta del edificio ala este.....	34
2.2.2.3 Superficies totales en planta del edificio	36
2.2.3 Composición de los cerramientos y de los huecos exteriores.....	36
2.2.4 Acristalamiento.....	46
2.2.5 Protecciones solares en acristalamientos	47
2.2.6 Carpintería exterior.....	47
2.2.7 Forjados	47
2.2.8 Cubierta	48
2.3 RESULTADOS OBTENIDOS CON LIDER.....	51
2.3.1 Resultados obtenidos para el Rectorado de la UPCT	51
2.3.2 Análisis de los resultados y conclusiones	53
3. CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA	57
3.1 INTRODUCCIÓN	57
3.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DEL EDIFICIO	60
3.2.1 Elementos constitutivos de la instalación y características	61
3.2.1.1 Plantas enfriadoras	61
3.2.1.2 Unidades climatizadores – Fancoils (Edificio principal)	63



3.2.1.3 Unidades climatizadores – Fancoils (Edificio ala este).....	63
3.2.1.4 Rejillas y difusores	63
3.2.1.5 Tuberías	63
3.2.1.6 Aparatos Split – Edificio ala este.....	64
3.2.1.7 Máquina autónoma – Edificio ala este	64
3.2.2 Redes de tuberías.....	65
3.2.2.1 Bomba circuito primario: PLANTAS ENFRIADORAS.....	65
3.2.2.2 Bomba circuito secundario: FANCOILS (Edificio ala este)	66
3.2.2.3 Bombas circuito secundario: FANCOILS (Edificio principal)	67
3.2.3 Selección de ventiladores.....	69
3.2.3.1 Fancoil Tipo 1.....	69
3.2.3.2 Fancoil Tipo 2.....	69
3.2.3.3 Fancoil Tipo 3.....	70
3.2.3.4 Fancoil Tipo 4.....	70
3.2.3.5 Fancoil Tipo 5.....	70
3.2.3.6 Fancoil Tipo 6.....	71
3.2.3.7 Tipo 7: Split de techo	71
3.2.3.8 Tipo 8: Máquina autónoma de conductos.....	71
3.2.4 Descripción de las centrales de producción de frio y calor.....	72
3.2.5 Relación de equipos que consumen energía	72
3.2.6 Cálculo de los consumos de energía	73
3.2.6.1 Consumo mensual de energía	73
3.2.6.2 Consumo anual en invierno	73
3.2.6.3 Consumo anual en verano	73
3.2.6.4 Consumo anual total.....	73
3.3 IMPLEMENTACIÓN DE LOS DATOS REQUERIDOS POR CALENER GT	73
3.3.1 Datos generales del edificio y sus instalaciones	73
3.3.2 Horarios	75
3.3.3 Patrones de sombra	78
3.3.4 Subsistemas primarios	79
3.3.5 Subsistemas secundarios	83
3.4 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN	93
4. SIMULACIÓN CON CE3X.....	97
4.1 ENTRADA DE DATOS	97
4.1.1 Panel de envolvente térmica.....	99
4.1.1.1 Cubierta	100
4.1.1.2 Muros	100
4.1.1.3 Suelos	101
4.1.1.4 Huecos/lucernarios/ventanas.....	102
4.1.1.5 Puentes térmicos	102



4.1.1.6 Librerías	103
4.1.1.7 Patrones de sombra.....	103
4.1.2 Panel de instalaciones.....	104
4.1.2.1 Equipo de calefacción y refrigeración (enfriadoras)	105
4.1.2.2 Equipo de calefacción y refrigeración (máquina autónoma de conductos).....	105
4.1.2.3 Equipo de calefacción y refrigeración (splits)	106
4.1.2.4 Iluminación	107
4.1.2.5 Ventiladores (fancoils)	107
4.1.2.6 Equipos de bombeo	109
4.2 CALIFICACIÓN DEL EDIFICIO.....	110
4.3 MEDIDAS DE MEJORA DE EDIFICIENCIA ENERGÉTICA.....	112
<i>4.3.1 Análisis económico de las medidas de mejora.....</i>	<i>116</i>
4.3.1.1 Datos económicos	116
4.3.1.2 Coste de las medidas	116
<i>4.3.2 Resultados de la simulación.....</i>	<i>117</i>
4.4 COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON CALENER GT.....	117
4.4.1 Edificio sin mejorar	117
4.4.2 Mejora 1: Modificación de la permeabilidad de huecos.....	119
4.4.3 Mejora 2: Sustitución de bombas con control de velocidad	123
4.4.4 Mejora 3: Sustitución de enfriadoras.....	126
4.5 CONJUNTO DE MEJORAS EN CALENER GT	129
5. CONCLUSIONES	135
BIBLIOGRAFÍA	139



LISTADO DE FIGURAS

FIGURA 1. PANTALLA DE DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO EN LIDER.....	29
FIGURA 2. DIVISIÓN DE ESPACIOS EN LIDER.....	30
FIGURA 3. ESPESOR DEL CERRAMIENTO EXTERIOR.....	37
FIGURA 4. DETALLA DE SECCIÓN DE CERRAMIENTO EXTERIOR.	38
FIGURA 5. CERRAMIENTO EXTERIOR DEFINIDO EN LIDER.....	39
FIGURA 6. DETALLE DE SECCIÓN CERRAMIENTO INTERIOR.	39
FIGURA 7. CERRAMIENTO INTERIOR DEFINIDO EN LIDER.	40
FIGURA 8. VENTANAS TIPO EN FACHADA PRINCIPAL (SUR).....	41
FIGURA 9. VENTANAS TIPO EN FACHADA NORTE.	41
FIGURA 10. DETALLE Y COTAS DE VENTANA TIPO 1.....	42
FIGURA 11. DETALLE Y COTAS DE VENTANA TIPO 3.....	43
FIGURA 12. DETALLE Y COTAS DE PUERTA TRASERA.....	44
FIGURA 13. DEFINICIÓN DE HUECOS EN FACHADA SUR (PRINCIPAL) CON LIDER.....	45
FIGURA 14. DEFINICIÓN DE HUECOS EN FACHADA ESTE (ALA ESTE) CON LIDER.....	45
FIGURA 15. DEFINICIÓN DE HUECOS EN FACHADA NORTE - OESTE CON LIDER.	46
FIGURA 16. PROPIEDADES DEL ACRISTALAMIENTO EN LIDER.	46
FIGURA 17. DETALLE DE SECCIÓN DEL FORJADO ENTRE PLANTAS CON AUTOCAD.....	47
FIGURA 18. DEFINICIÓN DE VÉRTICES PARA CREAR LÍNEAS AUXILIARES 3D.....	48
FIGURA 19. DEFINICIÓN DE CERRAMIENTOS SINGULARES EN LIDER.....	49
FIGURA 20. DEFINICIÓN DE CERRAMIENTOS SINGULARES PARA CADA ESPACIO ASIGNADO EN LIDER.....	49
FIGURA 21. FACHADA PRINCIPAL DEFINIDA EN LIDER.	50
FIGURA 22. FACHADA ESTE DEFINIDA EN LIDER.	50
FIGURA 23. FACHADA NORTE DEFINIDA EN LIDER.....	51
FIGURA 24. RESULTADOS DE LA CALIFICACIÓN EN LIDER.	52



FIGURA 25. MODELO DE ETIQUETA DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA.	59
FIGURA 26. ENFRIADORAS CARRIER 30RH160. IMAGEN 1.....	62
FIGURA 27. ENFRIADORAS CARRIER 30RH160. IMAGEN 2.....	62
FIGURA 28. SPLIT AIRWELL NT30RC.	64
FIGURA 29. MÁQUINA AUTÓNOMA CARRIER 50PZ075.	65
FIGURA 30. BOMBA DEL CIRCUITO SECUNDARIO. EDIFICIO ALA ESTE.....	66
FIGURA 31. DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR DE LA BOMBA DEL CIRCUITO SECUNDARIO (ALA ESTE).	66
FIGURA 32. BOMBAS DEL CIRCUITO SECUNDARIO. EDIFICIO PRINCIPAL.....	67
FIGURA 33. DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR DE LA BOMBA DEL CIRCUITO SECUNDARIO (EDIFICIO PRINCIPAL).	67
FIGURA 34. SELECCIÓN DEL MODELO DE BOMBAS PARA EL CIRCUITO HIDRÁULICO SECUNDARIO	68
FIGURA 35. CURVA CAUDAL – PERDIDA DE PRESIÓN PARA LAS BOMBAS DEL CIRCUITO HIDRÁULICO SECUNDARIO.	69
FIGURA 36. ESQUEMA DE PRINCIPIO.	75
FIGURA 37. HORARIO DIARIO DE LAS INSTALACIONES EN CALENER GT.	76
FIGURA 38. HORARIO SEMANAL DE LAS INSTALACIONES EN CALENER GT.....	77
FIGURA 39. HORARIO ANUAL DE LAS INSTALACIONES EN CALENER GT.	78
FIGURA 40. ELEMENTOS DE SOMBREAMIENTO.....	79
FIGURA 41. SOMBRAS EN EL EDIFICIO DEFINIDAS EN CALENER GT.	79
FIGURA 42. BOMBAS DE LA PLANTA ENFRIADORA.	80
FIGURA 43. PARÁMETROS DEL CIRCUITO HIDRÁULICO PRIMARIO.....	80
FIGURA 44. TEMPERATURA DE SALIDA DEL AGUA PARA PLANTA ENFRIADORA CARRIER 30RH160.	81
FIGURA 45. CONTROL DEL CIRCUITO HIDRÁULICO PRIMARIO.....	82
FIGURA 46. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA ENFRIADORA CARRIER 30RH160.....	83
FIGURA 47. BOMBA DE LOS FANCOILS (CIRCUITO SECUNDARIO).....	84
FIGURA 48. FANCOIL MODELO FCH. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.	86
FIGURA 49. FANCOIL MODELO ACF. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.	87
FIGURA 50. CAPACIDAD FRIGORÍFICA SENSIBLE PARA MÁQUINA AUTÓNOMA CARRIER 50PZ075.	87
FIGURA 51. CURVA CAUDAL - CONSUMO PARA MÁQUINA AUTÓNOMA CARRIER 50PZ075.	88



FIGURA 52. ESPECIFICACIONES DE LOS VENTILADORES DE LOS FANCOILS.....	91
FIGURA 53. ESPECIFICACIONES DE LAS BATERÍAS DE LOS FANCOILS.....	92
FIGURA 54. ESQUEMA DE PRINCIPIO EN CALENER GT.....	93
FIGURA 55. ETIQUETA DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO SIN MEJORAR CON CALENER GT.....	94
FIGURA 56. DATOS ADMINISTRATIVOS DEL RECTORADO EN CE3X.....	97
FIGURA 57. DATOS GENERALES DEL RECTORADO EN CE3X.....	98
FIGURA 58. ENVOLVENTE TÉRMICA DEL RECTORADO EN CE3X.....	99
FIGURA 59. DEFINICIÓN DE LA CUBIERTA DEL RECTORADO EN CE3X.....	100
FIGURA 60. DEFINICIÓN DE MUROS DE FACHADA DEL RECTORADO EN CE3X.....	101
FIGURA 61. DEFINICIÓN DEL SUELO EN CONTACTO CON EL TERRENO DEL RECTORADO EN CE3X.....	101
FIGURA 62. DEFINICIÓN DE HUECOS DEL RECTORADO EN CE3X.....	102
FIGURA 63. PUENTES TÉRMICOS EN CE3X.....	103
FIGURA 64. ELEMENTOS DE SOMBREAMIENTO EN CE3X.....	104
FIGURA 65. EQUIPOS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN (ENFRIADORAS).....	105
FIGURA 66. EQUIPOS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN (MÁQUINA AUTÓNOMA DE CONDUCTOS).....	106
FIGURA 67. EQUIPOS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN (SPLITS).....	106
FIGURA 68. EQUIPOS DE ILUMINACIÓN.....	107
FIGURA 69. VENTILADORES CON SERVICIO DE CALEFACCIÓN.....	108
FIGURA 70. VENTILADORES CON SERVICIO DE REFRIGERACIÓN.....	108
FIGURA 71. EQUIPOS DE BOMBEO CON SERVICIO DE CALEFACCIÓN.....	109
FIGURA 72. EQUIPOS DE BOMBEO CON SERVICIO DE REFRIGERACIÓN.....	110
FIGURA 73. ETIQUETA DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO SIN MEJORAS CON CE3X.....	112
FIGURA 74. MEJORA 1: NUEVA PERMEABILIDAD DEL HUECO EN CE3X.....	113
FIGURA 75. MEJORA 2: BOMBAS DE CAUDAL VARIABLE EN CE3X.....	114
FIGURA 76. DATOS TÉCNICOS DE LA ENFRIADORA DAIKIN EWYQ150-DAYNN.....	115
FIGURA 77. MEJORA 3: SUSTITUCIÓN DE ENFRIADORAS EN CE3X.....	115
FIGURA 78. DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS ECONÓMICOS.....	116
FIGURA 79. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS MEDIDAS DE MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	116
FIGURA 80. RESULTADO DEL ANÁLISIS ECONÓMICO.....	117



INDICE



FIGURA 81. ETIQUETA DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO SIN MEJORAS EN CALENER GT.	118
FIGURA 82. ETIQUETA DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO SIN MEJORAS EN CE3X.	119
FIGURA 83. MEJORA 1: NUEVA PERMEABILIDAD DEL HUECO EN CALENER GT.	120
FIGURA 84. ETIQUETA DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO CON LA MEJORA 1 EN CALENER GT...	122
FIGURA 85. ETIQUETA DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO CON LA MEJORA 1 EN CE3X.	123
FIGURA 86. MEJORA 2: BOMBAS DE CAUDAL VARIABLE EN CALENER GT.	124
FIGURA 87. ETIQUETA DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO CON LA MEJORA 2 EN CALENER GT...	125
FIGURA 88. ETIQUETA DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO CON LA MEJORA 2 EN CE3X.	126
FIGURA 89. MEJORA 3: SUSTITUCIÓN DE ENFRIADORAS EN CALENER GT.....	127
FIGURA 90. ETIQUETA DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO CON LA MEJORA 3 EN CALENER GT...	128
FIGURA 91. ETIQUETA DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO CON LA MEJORA 3 EN CE3X.	129
FIGURA 92. ETIQUETA DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO CON TODAS LAS MEJORAS EN CALENER GT.	130
FIGURA 93. LISTADO COMPARATIVO DE CONJUNTOS DE MEDIDAS DE MEJORA EN CE3X.	132



LISTADO DE TABLAS

TABLA 1. SUPERFICIES ÚTILES EN PLANTA BAJA PARA EL EDIFICIO PRINCIPAL.....	31
TABLA 2. SUPERFICIES ÚTILES EN PLANTA PRIMERA PARA EL EDIFICIO PRINCIPAL.....	33
TABLA 3. SUPERFICIES ÚTILES EN PLANTA SEGUNDA PARA EL EDIFICIO PRINCIPAL.....	34
TABLA 4. SUPERFICIES ÚTILES EN PLANTA BAJA PARA EL EDIFICIO “ALA ESTE”.....	35
TABLA 5. SUPERFICIES ÚTILES EN PLANTA PRIMERA PARA EL EDIFICIO “ALA ESTE”.....	35
TABLA 6. SUPERFICIES ÚTILES EN PLANTA SEGUNDA PARA EL EDIFICIO “ALA ESTE”.....	36
TABLA 7. SUPERFICIE ÚTIL TOTAL DEL EDIFICIO.....	36
TABLA 8. CÁLCULO DE PORCENTAJES CUBIERTOS POR EL MARCO EN LOS HUECOS EXTERIORES.....	43
TABLA 9. DEMANDAS FRIGORÍFICAS DEL RECTORADO.....	61
TABLA 10. RELACIÓN DE EQUIPOS Y SU ENERGÍA.....	72
TABLA 11. DATOS TÉCNICOS DE LOS VENTILADORES DEL EDIFICIO PRINCIPAL.....	85
TABLA 12. DATOS TÉCNICOS DE LOS VENTILADORES DEL EDIFICIO “ALA ESTE”.....	85
TABLA 13. DEFINICIÓN DE ZONAS ACONDICIONADAS PARA EL EDIFICIO PRINCIPAL EN CALENER GT.....	89
TABLA 14. DEFINICIÓN DE ZONAS ACONDICIONADAS PARA EL EDIFICIO “ALA ESTE” EN CALENER GT.....	89
TABLA 15. FACTORES DE TRANSPORTE ASIGNADOS A LOS SUBESPACIOS EN CALENER GT.....	90
TABLA 16. COMPARATIVA CALENER GT-CE3X DEL EDIFICIO SIN MEJORAS.....	118
TABLA 17. COMPARATIVA CALENER GT-CE3X DEL EDIFICIO SIN MEJORAS VS MEJORA 1.....	121
TABLA 18. COMPARATIVA CALENER GT-CE3X DEL EDIFICIO SIN MEJORAS VS MEJORA 2.....	125
TABLA 19. COMPARATIVA CALENER GT-CE3X DEL EDIFICIO SIN MEJORAS VS MEJORA 3.....	128
TABLA 20. COMPARATIVA CALENER GT-CE3X DEL EDIFICIO SIN MEJORAS VS CONJUNTO DE MEJORAS.....	131

RESUMEN



RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo el estudio y análisis del comportamiento térmico del edificio del Rectorado de la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), para poder realizar propuestas de mejora que disminuyan el consumo de energía, así como las emisiones de CO₂ para conseguir un edificio más eficiente térmicamente además de un ahorro económico.

Para ello, se realizará un estudio del comportamiento de los diferentes sistemas del edificio a estudio, realizando un estudio más detallado de la instalación de climatización para observar sus características y sus consumos.

Por otro lado, se hará uso de un programa oficial del Ministerio de la Vivienda y del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Dicho programa es el LIDER, que estudia la limitación de demanda energética (HE1 del Código Técnico de la Edificación) y permite analizar la demanda energética del edificio y ver las condiciones necesarias en el edificio para que cumpla con la normativa actual. En base a esto, se propondrán las oportunas modificaciones en el edificio para que cumpla la normativa.

A continuación, se hará uso de otro programa oficial del Ministerio de la Vivienda y del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, en este caso el CALENER-GT (Calificación Energética de Edificios en su versión de Grandes edificios Terciarios), para realizar la calificación energética del edificio y determinar su nivel de eficiencia energética. Mediante esta aplicación informática obtendremos una calificación energética del edificio mediante una etiqueta energética. Una vez simulado el edificio en este programa, se propondrán medidas a realizar para obtener un edificio con mayor eficiencia energética disminuyendo su consumo energético y sus emisiones contaminantes.

Por último, se define la envolvente y las instalaciones del edificio en CE3X y propuestas de medidas de mejora. Este programa informático es una herramienta promovida por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, a través del IDAE, y por el Ministerio de Fomento, que permite obtener la certificación de eficiencia energética de un edificio existente. Consiste en definir la zonificación del edificio en primer lugar, definir las



RESUMEN



instalaciones de iluminación y climatización del edificio estudiado y para finalizar, se realiza un análisis económico de las medidas de mejora propuestas.

En cada una de las partes y estudios del proyecto, se analizarán detalladamente los resultados obtenidos y así se pasará a dar propuestas de mejora y de ahorro energético.

1. MEMORIA DESCRIPTIVA



1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 INTRODUCCIÓN

El presente documento es muestra del desarrollo del Trabajo Final del Máster Universitario en Energías Renovables, cursado en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial, Cartagena (Murcia).

Una certificación energética es una inspección, estudio y análisis de los flujos de energía de un edificio; y permite obtener un balance de energía del edificio y proponer unas medidas de ahorro que reduzcan el consumo y las emisiones de CO₂ para avanzar hacia un desarrollo sostenible. Mediante la evaluación del comportamiento energético del edificio se obtiene una certificación energética para el edificio y una etiqueta tipo que haga llegar los resultados del estudio al usuario del edificio.

En el Real Decreto 235/2013, se aprueba el Procedimiento Básico para la certificación energética de edificios nuevos y existentes que se llevará a cabo con el programa CALENER u otro programa que cumpla las especificaciones del anexo I del mismo Real Decreto. Este Real Decreto marca que la Certificación Energética es obligatoria para todo edificio de nueva construcción, para todas las modificaciones, reformas o rehabilitaciones de edificios existentes que posean una superficie de más de 1000 m² donde se renueven más del 25% del total de sus cerramientos, así como para los existentes que se vendan o alquilen y los que sean de uso público con más de 250 m².

Se excluyen del ámbito de aplicación, entre otros, los edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico.

Por tanto, **la certificación energética de edificios es un requisito legal en los edificios de nueva construcción**, entre otros. Actualmente, casi el 30% del consumo de energía primaria es debida a los edificios y es por ello que se quiere incidir en la reducción de este consumo.

Con la etiqueta energética se persigue informar a los compradores sobre el grado de eficiencia del edificio, así como sobre sus emisiones de CO₂ y su consumo de energía estimados. También, se pretende incentivar a las empresas a la construcción de edificios



más eficientes y animar a las empresas a la rehabilitación de edificios para que consuman menos energía. Finalmente, esta etiqueta, pretende que una promoción con una etiqueta más eficiente sume otro argumento positivo para su venta y el consumidor agregue la eficiencia energética a sus criterios de compra.

1.2 DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

En el presente trabajo se desarrolla el estudio y análisis de la influencia, del edificio del Rectorado de la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), de sus diferentes envolventes, tanto en fachada, cubierta y suelos, con la elección de puentes térmicos y equipos seleccionados y con una orientación y ciudad determinada, de la demanda energética que se tiene que satisfacer para climatizar dicho edificio y en consecuencia que calificación energética se obtiene.

1.3 ALCANCE DEL PROYECTO

Para la realización del proyecto se detallan los siguientes objetivos:

1. Realizar la certificación energética del Rectorado de la UPCT mediante el método general empleando el software LIDER y CALENER GT.
2. Ajuste del modelo numérico del edificio a partir de los datos reales conocidos.
3. Realizar la certificación energética del edificio mediante el método simplificado empleando el software CE3X.

Para llevar a cabo el primer objetivo se realiza la definición de la geometría del edificio mediante el software LIDER y la definición de los sistemas de climatización y ACS, cargas internas e iluminación mediante el software CALENER GT. Con la entrada en vigor del Real Decreto RD 235/2013, el software LIDER se utiliza solamente en edificios de nueva construcción para el cumplimiento del Documento Básico HE1 y la definición de la geometría se realiza en CALENER VYP. Sin embargo, en este trabajo se utiliza en software LIDER para la definición de la geometría y por tanto de los cerramientos, ya que, aunque no sea necesario para un edificio existente (LIDER sólo incluye materiales reconocidos para edificios de nueva construcción), se quiere comprobar si éste cumple con el DB- HE1 y así tener un concepto más claro sobre las características de la envolvente del edificio.



El segundo objetivo a realizar, se analiza la influencia que en la demanda energética total del edificio tienen factores como la intensidad y horario de uso, horario de control de equipos, etc. y ajustar estos valores de forma que la demanda energética del edificio simulado coincida con la información real disponible (facturación eléctrica, datos obtenidos de un analizador de redes, etc.).

Para el tercer objetivo se realiza la definición de la envolvente y la zonificación del edificio, instalaciones, proposición de medidas de mejora y el análisis económico de las medidas propuestas.

1.4 NORMATIVA ENERGÉTICA DE APLICACIÓN

Al presente trabajo le es de aplicación la siguiente normativa energética:

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 (CTE), aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de Marzo.

Real Decreto 47/2007, de 19 de Enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación energética de edificios de nueva construcción.

Real Decreto 1027/2007, de 20 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

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.

1.5 TERMINOLOGÍA

Absortividad: Fracción de la radiación solar incidente a una superficie que es absorbida por la misma. La absortividad varía entre 0.0 (0%) hasta 1.0 (100%).

Bienestar térmico: Condiciones interiores de temperatura, humedad y velocidad del aire establecidas reglamentariamente que se considera que producen una sensación de bienestar adecuada y suficiente a sus ocupantes.

Cerramiento: Elemento constructivo del edificio que lo separa del exterior, ya se aire, terreno u otros edificios.



Componentes del edificio: Se entienden por componentes del edificio los que aparecen en su envolvente edificatoria: cerramientos, huecos y puentes térmicos.

Condiciones higrotérmicas: Condiciones de temperatura seca y humedad relativa que prevalecen en los ambientes exterior e interior para el cálculo de las condensaciones intersticiales.

Demanda energética: Es la energía necesaria para mantener en el interior del edificio unas condiciones de confort definidas reglamentariamente en función del uso del edificio y de la zona climática en la que se ubique. Se compone de la demanda energética de calefacción correspondiente a los meses de la temporada de calefacción y de refrigeración respectivamente.

Edificio de referencia: Edificio obtenido a partir del edificio objeto, cuya demanda energética debe ser mayor, tanto en régimen de calefacción como de refrigeración, que la del edificio objeto. Se obtiene a partir del edificio objeto sustituyendo los cerramientos por otros que cumplen los requisitos de la opción simplificada.

Edificio objeto: Edificio del que se quiere verificar el cumplimiento de la reglamentación.

Emisividad: Capacidad relativa de una superficie para radiar calor. Los factores de emisividad van de 0.0 (0%) hasta 1.0 (100%).

Envolvente edificatoria: Se compone de todos los cerramientos del edificio.

Envolvente térmica: Se compone de los cerramientos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior y las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

Espacio habitable: Espacio formado por uno o varios recintos habitables contiguos con el mismo uso y condiciones térmicas equivalentes agrupados a efectos de cálculo de demanda energética.

Espacio no habitable: Espacio formado por uno o varios recintos no habitables contiguos con el mismo uso y condiciones térmicas equivalentes agrupados a efectos de cálculo de demanda energética.

Exceso de humedad interior: Cociente entre la cantidad media de producción de humedad producida en el interior de un espacio (kg/h) y el producto de la tasa de



renovación de aire por el volumen del mismo (m^3/h). El exceso de humedad interior se expresa en kg/m^3 .

Lucernario: Cualquier hueco situado en una cubierta, por tanto su inclinación será menor de 60° respecto a la horizontal.

Factor de sombra: Es la fracción de la radiación incidente en un hueco que no es bloqueada por la presencia de obstáculos de fachada tales como retranqueos, voladizos, toldos, salientes laterales u otros.

Factor de temperatura de la superficie interior: Es el cociente entre la diferencia de temperatura superficial interior y la del ambiente exterior y la diferencia de temperatura del ambiente interior y exterior.

Factor solar: Es el cociente entre la radiación solar a incidencia normal que se introduce en el edificio a través del acristalamiento y la que se introduciría si el acristalamiento se sustituyese por un hueco perfectamente transparente.

Factor solar modificado: Producto del factor solar por el factor de sombra.

Grados-día: Grados-día de un período determinado de tiempo es la suma, para todos los días de ese período de tiempo, de la diferencia entre una temperatura fija, o base de los grados-día, y la temperatura media del día, cuando esa temperatura media diaria sea inferior a la temperatura base.

Hueco: Es cualquier elemento semitransparente de la envolvente del edificio. Comprende las ventanas y puertas acristaladas.

Humedad relativa: Es la fracción de la presión de saturación que representa la presión parcial del vapor de agua en el espacio o ambiente exterior en estudio. Se tiene en cuenta en el cálculo de las condensaciones, superficiales e intersticiales en los cerramientos.

Material: Parte de un producto si considerar su modo de entrega, forma y dimensiones, sin ningún revestimiento o recubrimiento.

Parámetro característico: Los parámetros característicos son las magnitudes que se suministran como datos de entrada a los procedimientos de cumplimentación, tanto el simplificado como el general.

Partición interior: Elemento constructivo del edificio que divide su interior en recintos independientes. Pueden ser verticales u horizontales (suelos y techos).



Permeabilidad al aire: Es la propiedad de una ventana o puerta de dejar pasar el aire cuando se encuentra sometida a una presión diferencial. La permeabilidad al aire se caracteriza por la capacidad de paso del aire, expresada en m³/h, en función de la diferencia de presiones.

Permeabilidad al vapor de agua: Es la cantidad de vapor que pasa a través de la unidad de superficie de material de espesor unidad cuando la diferencia de presión de vapor entre sus caras es la unidad.

Porcentaje de huecos: Fracción del área total de la fachada ocupada por los huecos de la misma, expresada en porcentaje.

Producto: Forma final de un material listo para su uso, de forma y dimensiones dadas y que incluye cualquier recubrimiento o revestimiento.

Puente térmico: Se consideran puentes térmicos las zonas de la envolvente del edificio en las que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento, de los materiales empleados, por penetración de elementos constructivos con diferente conductividad, etc., lo que conlleva necesariamente una minoración de la resistencia térmica respecto al resto de los cerramientos. Los puentes térmicos son partes sensibles de los edificios donde aumenta la posibilidad de producción de condensaciones superficiales, en la situación de invierno o épocas frías. Los puentes térmicos más comunes en la edificación, que se tendrán en cuenta en el análisis, se clasifican en:

- a) Puentes térmicos integrados en los cerramientos:
 - i) Pilares integrados en los cerramientos de las fachadas;
 - ii) Contorno de huecos y lucernarios;
 - iii) Cajas de persianas;
 - iv) Otros puentes térmicos integrados;
- b) Puentes térmicos formados por encuentro de cerramientos:
 - i) Frentes de forjado en las fachadas;
 - ii) Uniones de cubiertas con fachadas;
 - Cubiertas con pretil;



- Cubiertas sin pretil;
- iii) Uniones de fachadas con cerramientos en contacto con el terreno;
 - Unión de fachada con losa o solera;
 - Unión de fachada con muro enterrado o pantalla;
- iv) Esquinas o encuentros de fachadas, dependiendo de la posición del ambiente exterior respecto se subdividen en:
 - Esquinas entrantes;
 - Esquinas salientes;
- c) Encuentros de voladizos con fachadas;
- d) Encuentros de tabiquería interior con fachadas.

Recinto habitable: Recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran recintos habitables los siguientes:

- a) Habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales;
- b) Aulas, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente;
- c) Quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario;
- d) Oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo;
- e) Cocinas, baños, aseos, pasillos y distribuidores, en edificios de cualquier uso;
- f) Zonas comunes de circulación en el interior de los edificios;
- g) Cualquier otro con un uso asimilable a los anteriores.

Recinto no habitable: Recinto interior no destinado al uso permanente de personas o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, sólo exige unas condiciones de salubridad adecuadas. En esta categoría se incluyen explícitamente como no habitables los garajes, trasteros, las cámaras técnicas y desvanes no acondicionados, y sus zonas comunes.



Régimen de invierno: Condiciones de uso del edificio que prevalecen durante la temporada de calefacción.

Régimen de verano: Condiciones de uso del edificio que prevalecen durante la temporada de refrigeración.

Severidad climática: La severidad climática de una localidad es el cociente entre la demanda energética de un edificio cualquiera en dicha localidad y la correspondiente al mismo edificio en una localidad de referencia. En el reglamento HE-1 se ha tomado Madrid como localidad de referencia, siendo, por tanto, su severidad climática la unidad. Se define una severidad climática para verano y una para invierno.

Temporada de calefacción: En la presente sección se extiende, como mínimo, de diciembre a febrero.

Temporada de refrigeración: En la presente sección se extiende de junio a septiembre.

Transmitancia térmica: Es el flujo de calor, en régimen estacionario, dividido por el área y por la diferencia de temperaturas de los medios situados a cada lado del elemento que se considera.

Conductividad térmica: Es el flujo de calor, en régimen estacionario, dividido por espesor y por la diferencia de temperaturas de los medios situados a cada lado del material que se considera.

Unidad de uso: Edificio o parte de él destinada a un uso específico, en la que sus usuarios están vinculados entre sí bien por pertenecer a una misma unidad familiar, empresa, corporación; o bien por formar parte de un grupo o colectivo que realiza la misma actividad. Se consideran unidades de uso diferentes entre otras, las siguientes:

- En edificios de vivienda, cada una de las viviendas.
- En hospitales, hoteles, residencias, etc., cada habitación incluidos sus anexos.
- En edificios docentes, cada aula, laboratorio, etc.

Zona climática: En esta Sección se definen 12 zonas climáticas en función de las severidades climáticas de invierno (A, B, C, D, E) y verano (1, 2, 3, 4) de la localidad en cuestión. Se excluyen las combinaciones imposibles para la climatología española.

2. LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA



2. LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

2.1 INTRODUCCIÓN

Se ha utilizado el programa informático LIDER (Limitación de la Demanda Energética), ofrecido por el Ministerio de la Vivienda, por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y por el IDAE (Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético), para la introducción de la geometría del edificio, tal y como se indica en el punto 1 del apartado “1.3. Alcance del proyecto”.

El LIDER es un programa que facilita la comprobación de las características de la envolvente de los edificios para ver si dispone de unas características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen estacional, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que perjudiquen sus características y tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.

En definitiva, la simulación en LIDER, verifica los valores mínimos de las transmitancias, comprueba las demandas energéticas de calefacción y refrigeración de la envolvente térmica del edificio, comprueba la humedad relativa media mensual en la superficie interior que sea inferior al 80% para controlar las condensaciones superficiales y comprueba el cumplimiento de las limitaciones de permeabilidad al aire de las carpinterías de los huecos.

El objetivo de este estudio, es el de definir las soluciones constructivas, es decir, los huecos, muros, suelos y cubiertas. Estas propiedades serán nuestro punto de partida para su posterior simulación en LIDER. Así, primeramente, se definirá la envolvente del edificio para su cumplimiento térmico mediante el programa LIDER.



El programa LIDER crea un edificio de referencia, que básicamente es el mismo que el estudiado, con la diferencia de no tener más de un 60% de superficie acristalada en cada orientación y en el que los parámetros característicos de los cerramientos y particiones internas son los valores límites establecidos por los coeficientes global de transferencia de calor y factor solar.

Posteriormente, se calcula la demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio objeto a estudio, mediante la aplicación informática, y se compara con las del edificio de referencia; si ambas demandas del edificio objeto son menores, se cumple la legislación. La excepción a esta norma, se da en el caso de que para el edificio objeto una de las dos demandas sea inferior al 10% de la otra, entonces se ignora el cumplimiento de la restricción asociada a la demanda más baja.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

A continuación, se describe la aplicación del programa LIDER al edificio objeto de nuestro estudio, el edificio del Rectorado de la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT); para ello, el primer trabajo a realizar es la descripción de nuestro edificio objeto.

2.2.1 Localización y orientación

El edificio a estudio se encuentra situado en Cartagena (Murcia), por lo que mediante la tabla D.1 del apéndice D del documento básico HE 1 del Código Técnico de la Edificación, se obtiene una zona climática B3 para la ubicación del edificio. Además, se sabe que la orientación del edificio es de 18° con respecto al sur.

Destacar que en el caso de edificios no destinados a vivienda, se introduce un número determinado de renovaciones por hora, a suministrar por defecto para todos los espacios, cuyos valores se determinarán mediante uno de los métodos de cálculo recomendados por el RITE (documento básico HE2).

Al tratarse de un edificio terciario, se define la intensidad de uso y, posteriormente, la eficiencia de los sistemas de iluminación de cada espacio. La pantalla del software LIDER con los datos descritos se muestran en la figura 1.



The screenshot shows the LIDER software interface for building description. The window title is "CTE LIDER - ps139 - [Descripción]". The interface is divided into several sections:

- Zonificación climática:** Zona: B3, Localidad: Murcia, Latitud: 37,79, Altitud: 3,00.
- Orientación del edificio:** Ángulo: 18. A small diagram shows the orientation of the building relative to the cardinal directions (N, S, E, O).
- Tipo edificio:** Vivienda unifamiliar, Vivienda en bloque, Edificio sector terciario.
- Clase por defecto de los espacios habitables:** Tipo de Uso: Intensidad Media - 12h. Condiciones higrometría: Clase 3 o inferior, Clase 4, Clase 5.
- Datos del Proyecto:** Nombre del proyecto: Certificación energética La Milagrosa, Comunidad: Región de Murcia, Localidad: Cartagena, Dirección: UPCT (Rectorado).
- Datos del Autor:** Nombre: Francisco Segura Quiles, Empresa o Institución: Universidad Politécnica de Cartagena, E-mail: fco.segura.quiles@gmail.com, Teléfono: 630234772.

At the bottom, there is a field for "Número de renovaciones hora requerido" with the value 1,0.

Figura 1. Pantalla de descripción del edificio en LIDER.

2.2.2 Geometría del edificio

Las plantas se tienen en planos en formato DXF a observar con el programa informático AutoCAD. Una vez definido el contorno y la altura de la planta, se introduce la geometría de la planta en el software LIDER para la posterior ubicación de los cerramientos exteriores y su simulación.

A continuación, se divide el edificio en diferentes espacios para su análisis ya que supone una ventaja a la hora de asignar los subsistemas de climatización a los diferentes espacios. De esta manera, se crean los espacios mediante coordenadas, siempre en sentido anti horario. En la figura 2 se muestra tal procedimiento para la planta baja.

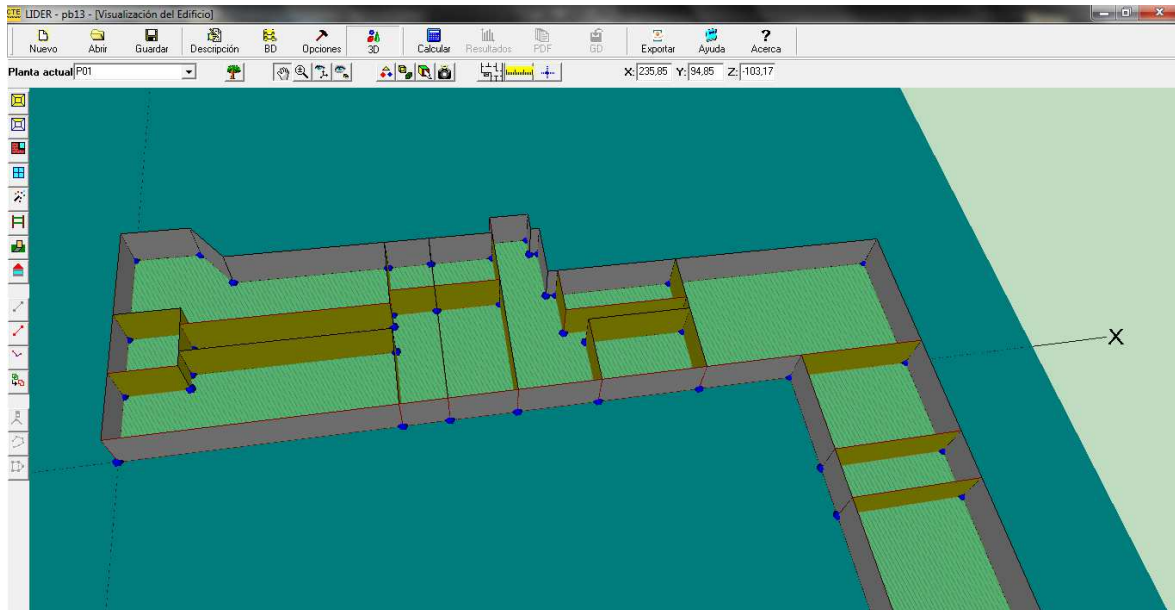


Figura 2. División de espacios en LIDER.

Para la división en diferentes espacios, se determinan los diferentes sistemas de climatización utilizados en el edificio. Estos sistemas serán definidos con más detalle posteriormente cuando se apliquen al programa CALENER. Así, cuando se proceda a asignar en el programa informático CALENER los distintos subsistemas secundarios de climatización a sus espacios correspondientes, esta distribución espacial facilitará el trabajo.

Tras la definición espacial del edificio, se han definido una serie de características de cada uno de los espacios. Para ello se han necesitado saber las siguientes características:

- **Tipo de espacio.** Para zonificar el edificio debemos distinguir entre espacios habitables que pueden ser acondicionados o no acondicionados, dependiendo de si existe o no sistema de climatización, y espacios no habitables. La división del edificio en diferentes zonas se debe a que el programa necesita definir una serie de parámetros característicos de cada zona que definen las cargas térmicas de los espacios y su comportamiento frente a la demanda.
- **Tipo de uso.** Este dato viene definido en función del tiempo de ocupación del edificio y de la actividad a desarrollar. Para nuestro edificio se ha considerado un uso de intensidad media durante 8 horas para todos los espacios.



2.2.2.1 Superficies en planta del edificio principal

PLANTA BAJA

Nº LOCAL	ZONA	SUPERFICIE (m ²)
1	Despacho	28.02
2	Sala	93.49
3	Despacho	14.00
4	Despacho	15.17
5	Matrículas	23.38
6	Vestíbulo	104.79
7	Vestíbulo ascensores	9.92
8	Almacén	12.49
9	Aseos	14.81
10	Aseos	14.22
11	Pasillo	65.74
12	Vestíbulo	74.95
13	Recepción	19.90
14	Administración	37.96
15	Vestíbulo	31.77
16	Despacho	20.90
17	Despacho	30.45
18	Despacho	30.16
19	Despacho	37.63
20	Despacho	30.80
21	Vestíbulo	19.31
22	Información	20.82
23	Despacho	24.36
24	Despacho	13.34
25	Despacho	19.14

Tabla 1. Superficies útiles en planta baja para el edificio principal.



SUP. UTIL TOTAL P. BAJA..... 807,52 m²

PLANTA PRIMERA

Nº LOCAL	ZONA	SUPERFICIE (m ²)
1	Sala reunión	17.73
2	Sala reunión	21.66
3	Sala reunión	23.43
4	Estar	24.33
5	Despacho	24.22
6	Despacho	40.67
7	Vestíbulo ascensores	10.66
8	Aseos	14.81
9	Aseos	14.22
10	Pasillo	84.53
11	Vestíbulo	138.80
12	Despacho	26.75
13	Despacho	21.90
14	Despacho	28.12
15	Despacho	28.12
16	Despacho	14.45
17	Despacho	28.19
18	Almacén	11.65
19	Pasillo	61.38
20	Vestíbulo	12.02
21	Despacho	27.99
22	Despacho	34.51
23	Despacho	28.53
24	Despacho	55.56
25	Sala	50.67
26	Despacho	22.99
27	Despacho	26.39
28	Despacho	21.76
29	Despacho	27.96



30	Despacho	27.96
31	Despacho	19.06
32	Aseos	12.32
33	Aseos	7.86

Tabla 2. Superficies útiles en planta primera para el edificio principal.

SUP. UTIL TOTAL P. PRIMERA..... 1.011,20 m²

PLANTA SEGUNDA

Nº LOCAL	ZONA	SUPERFICIE (m ²)
1	Sala reunión	28.02
2	Despacho	22.06
3	Sala reunión	83.44
4	Despacho	15.10
5	Despacho	18.40
6	Despacho	14.00
7	Despacho	14.00
8	Despacho	18.65
9	Vestíbulo ascensores	9.96
10	Despacho	59.91
11	Comunicaciones	10.30
12	Máquinas	11.84
13	Almacén	5.36
14	Despacho	20.15
15	Aseos	14.81
16	Aseos	14.22
17	Pasillos	74.93
18	Vestíbulo	12.81
19	Pasillo	60.98



20	Despacho	19.35
21	Despacho	14.11
22	Sala	73.89
23	Despacho	13.74
24	Despacho	25.75
25	Pasillo	66.00
26	Aseos	12.12
27	Aseos	9.03
28	Archivo	14.84
29	Despacho	13.49
30	Sala	80.51
31	Despacho	13.14
32	Despacho	17.86
33	Despacho	21.62
34	Sala juntas	30.84

Tabla 3. Superficies útiles en planta segunda para el edificio principal.

SUP. UTIL TOTAL P. SEGUNDA..... 935,23 m²

RESUMEN DE SUPERFICIES ÚTILES DEL EDIFICIO PRINCIPAL

SUP. UTIL TOTAL P. BAJA	807,52 m ²
SUP. UTIL TOTAL P. PRIMERA	1.011,20 m ²
SUP. UTIL TOTAL P. SEGUNDA	935,23 m ²

TOTAL SUPERFICIE ÚTIL EDIFICIO PRINCIPAL: 2.753,95 m²

2.2.2.2 Superficies en planta del edificio ala este

PLANTA BAJA



Nº LOCAL	ZONA	SUPERFICIE (m ²)
1	Aula 1	60.21
2	Aula 2	54.07
3	Aula 3	53.71
4	Aula 4	58.60
5	Paso	77.18
6	Aseos	17.79

Tabla 4. Superficies útiles en planta baja para el edificio “ala este”.

SUP. UTIL TOTAL P. BAJA..... 321,56 m²

PLANTA PRIMERA

Nº LOCAL	ZONA	SUPERFICIE (m ²)
1	Sala reunión	31.36
2	Despacho 1	24.00
3	Despacho 2	24.00
4	Despacho 3	23.96
5	Despacho 4	19.41
6	Despacho 5	30.52
7	Despacho 6	34.52
8	Despacho 7	18.04
9	Despacho 8	33.64
10	Reprografía	13.42
11	Paso	61.78

Tabla 5. Superficies útiles en planta primera para el edificio “ala este”.

SUP. UTIL TOTAL P. PRIMERA..... 314,65 m²



PLANTA SEGUNDA

Nº LOCAL	ZONA	SUPERFICIE (m ²)
1	Sala multiuso	285.41
2	Aseos	71.77
3	Paso	24.46

Tabla 6. Superficies útiles en planta segunda para el edificio “ala este”.

SUP. UTIL TOTAL P. SEGUNDA..... 381,64 m²

RESUMEN DE SUPERFICIES ÚTILES DEL EDIFICIO “ALA ESTE”

SUP. UTIL TOTAL P. BAJA	321,56 m²
SUP. UTIL TOTAL P. PRIMERA	314,65 m²
SUP. UTIL TOTAL P. SEGUNDA	381,64 m²

TOTAL SUPERFICIE ÚTIL EDIFICIO “ALA ESTE”: 1.017,85 m²

2.2.2.3 Superficies totales en planta del edificio

SUP. UTIL TOTAL EDIFICIO PRINCIPAL	2.753,95 m ²
SUP. UTIL TOTAL EDIFICIO “ALA ESTE”	1.017,85 m ²
SUP. UTIL TOTAL DEL EDIFICIO	3.771,80 m²

Tabla 7. Superficie útil total del edificio.

2.2.3 Composición de los cerramientos y de los huecos exteriores



Las fachadas opacas están compuestas por un muro de piedra, exteriormente enfoscado de cemento para posteriormente terminar con revestimiento con mortero monocapa, interiormente cámara de aire y tabiques de yeso preparado para pintar. El peso del muro de piedra es de 1.895 kg/m^3 y el total de la fachada es de 1.507 kg/m^2 , tal y como se observa en la figura 4. Aislamiento térmico formado por planchas rígidas de espuma de poliestireno extruido acanaladas para mejorar la adherencia, de densidad 28 Kg/m^3 y una conductividad térmica a 10°C de $0.033 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ (NBE-CT-79), un espesor medio de 4 cm ., sujeto al soporte mediante adhesivo.

Como la medición del espesor del muro no es posible, se definen primeramente los espesores de las demás capas (enfoscado, cámara de aire, aislamiento y tabique de cartón-yeso). Se sabe el espesor de 4 cm del aislamiento y los espesores del enfoscado, cámara de aire y tabique de yeso se suponen medidas estándar de los mismos. Para la definición de las capas y los espesores estándar que componen el revestimiento del muro de piedra, se utiliza el catálogo de elementos constructivos del CTE (www.codigotecnico.org), apartado documentos.

El espesor del muro de piedra será, por tanto, la diferencia entre los 900 mm de espesor total del muro medido en la figura 3 y la suma de las diferentes capas descritas.



Figura 3. Espesor del cerramiento exterior.



En la figura 4 se muestra una sección de dicho cerramiento y su composición.

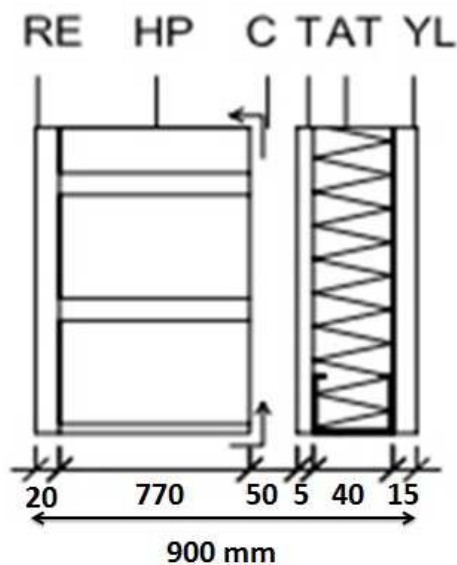


Figura 4. Detalla de sección de cerramiento exterior.

Siendo:

- RE: Revestimiento exterior continuo (enfoscado de cemento + mortero monocapa): 20 mm de espesor.
- HP: Hoja Principal (muro de piedra): 770 mm de espesor. (*)
- C: Cámara de aire: 50 mm de espesor.
- AT: Aislamiento (espuma de poliestireno): 40 mm de espesor.
- YL: Placa de yeso laminado y pintura: 20 mm de espesor.

(*) Espesor muro de piedra = $900 - (RE+C+AT+YL) = 900 - (20+50+40+20) = 770$ mm

En la figura 5, se observa el cerramiento exterior definido en el software LIDER donde se pueden observar los espesores, conductividad y densidad de las distintas capas.

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,0200	0,800	1525	1000	
2	Caliza dureza media [1800 < d < 1990]	0,770	1,400	1895	1000	
3	Cámara de aire ligeramente ventilada vertical 5 cm					0,090
4	EPS Poliestireno Expandido [0.037 W/[mK]]	0,0400	0,038	30	1000	
5	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,0200	0,250	825	1000	
6						

Grupo Material: Pétreos y suelos

Material: Caliza dureza media [1800 < d < 1990] 0,770 Espesor (m)

U: 0,51 w/(m²K)

Buttons: Añadir, Cambiar, Eliminar, Subir, Bajar, Aceptar

Figura 5. Cerramiento exterior definido en LIDER.

Los cerramientos interiores en las zonas de despachos están compuestos por tabique de cartón yeso – cámara de aire con aislamiento y tabique de cartón yeso. El peso de cada tabique de pladur es de 825 kg/m^3 y el aislamiento de 40 kg/m^3 para un total de $45,09 \text{ kg/m}^2$ de cerramiento. Los cerramientos interiores irán pintados con parte proyectada y recubierta de pintura plástica blanca.

En la figura 6 se muestra una sección de dicho cerramiento y su composición. En la figura 7 se observa dicho cerramiento definido en LIDER.

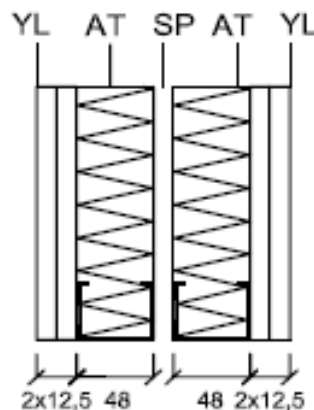


Figura 6. Detalle de sección cerramiento interior.



Siendo:

- YL: Placa de cartón yeso.
- AT: Aislamiento térmico: lana mineral de resistividad al flujo del aire.
- SP: Separación de 10 mm (cámara de aire).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,0250	0,250	825	1000	
2	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,0480	0,041	40	1000	
3	Cámara de aire ligeramente ventilada horizontal 1					0,075
4	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,0480	0,041	40	1000	
5	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,0250	0,250	825	1000	
6						

Grupo Material: Aislantes

Material: EPS Poliestireno Expandido [0.037 W/[mK]]

Espesor (m): 0,020

U: 0,36 w/(m²K)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

Aceptar

Figura 7. Cerramiento interior definido en LIDER.

A continuación, se lleva a cabo la medición de los huecos exteriores. Se distinguen tres tipos de ventanas con la nomenclatura y posición según las figuras 8 y 9. Las tres tipologías tienen un retranqueo de 20 cm respecto a la fachada, dato a introducir en LIDER, CALENER GT y posteriormente en CE3X como “Dispositivo de protección solar”.



Figura 8. Ventanas tipo en fachada principal (sur).



Figura 9. Ventanas tipo en fachada norte.



Las ventanas “tipo 1” están situadas a lo largo de las plantas primera y segunda de la fachada sur (principal) y el ala este del edificio. Sus dimensiones se muestran en la figura 10.



Figura 10. Detalle y cotas de ventana tipo 1.

Las ventanas “tipo 2” están situadas en la planta baja de la fachada principal.

Por último, las ventanas “tipo 3” están situadas a lo largo de toda la fachada sur, tanto en planta baja, como en la primera y la segunda. Sus dimensiones se muestran en la figura 11.



Figura 11. Detalle y cotas de ventana tipo 3.

El software LIDER requiere, además del tipo de vidrio y marco, el porcentaje cubierto por éste último. El cálculo de dicho porcentaje se lleva a cabo según las mediciones tomadas y la tabla 8.

VENTANA	SUP. HUECO TOTAL (m ²)	SUP. VIDRIO (m ²)	SUP. MARCO (m ²)	SUP. MARCO (%)
Tipo 1	$2 * 1,20 = 2,4$	$2 * 0,43 * 1,80 = 1,55$	$2,4 - 1,55 = 0,85$	35,42
Tipo 2	$2,70 * 1,20 = 3,24$	$(2 * 1,90 * 0,43) + (1,10 * 0,47) = 2,15$	$3,24 - 2,15 = 1,09$	33,64
Tipo 3	$1,20 * 1,95 = 2,34$	$2 * 0,43 * 1,76 = 1,52$	$2,34 - 1,52 = 0,82$	35,04

Tabla 8. Cálculo de porcentajes cubiertos por el marco en los huecos exteriores.



La puerta de entrada principal situada en la fachada sur (principal) se define en LIDER. Se trata de un vidrio doble bajo emisivo (factor solar de 0,7) y marco metálico en posición vertical. Por el diseño de los marcos de la puerta, se estima un porcentaje cubierto por el marco del 5% ya que la puerta es corredera.

Así mismo, el edificio cuenta con puertas situadas en el ala este con las mismas propiedades de marco y vidrio salvo una disposición diferente, por lo que se estima un porcentaje cubierto por el marco del 25%.

La puerta trasera existente en la fachada norte se muestra en la figura 12.



Figura 12. Detalle y cotas de puerta trasera.

Se calcula el porcentaje cubierto por el marco del mismo modo que en las ventanas.

PUERTA	SUP. HUECO TOTAL (m ²)	SUP. VIDRIO (m ²)	SUP. MARCO (m ²)	SUP. MARCO (%)
TRASERA	$2.9 * 1,8 = 5,22$	$2 * 0,63 * 2,70 = 3,40$	$5,22 - 3,40 = 1,82$	34,86

En la figura 13 a 15 se muestran diferentes capturas de pantalla del software LIDER con la disposición de los distintos huecos en los cerramientos.

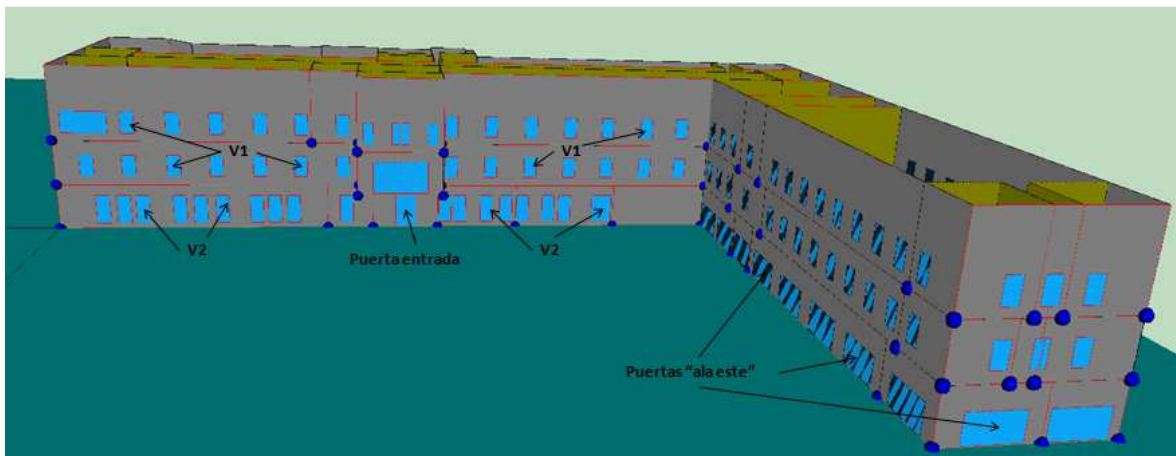


Figura 13. Definición de huecos en fachada sur (principal) con LIDER.

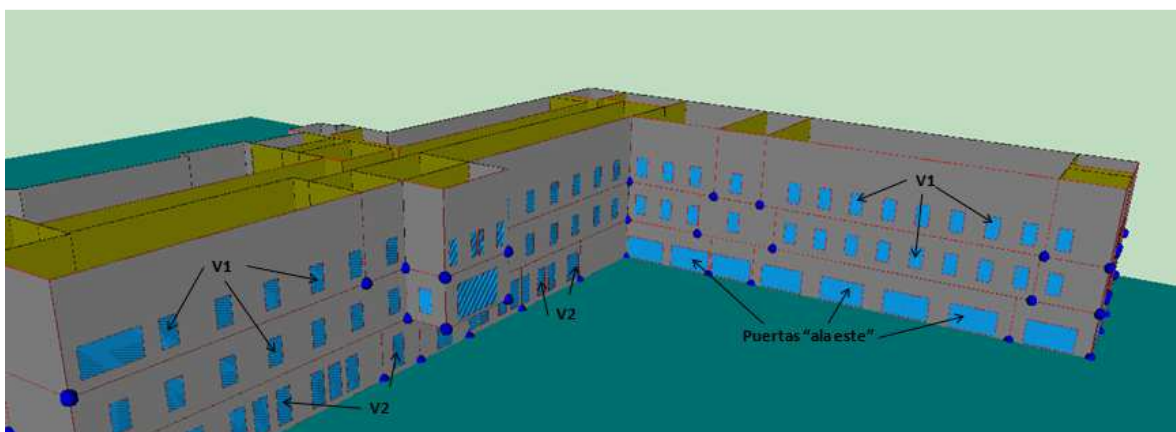


Figura 14. Definición de huecos en fachada este (ala este) con LIDER.

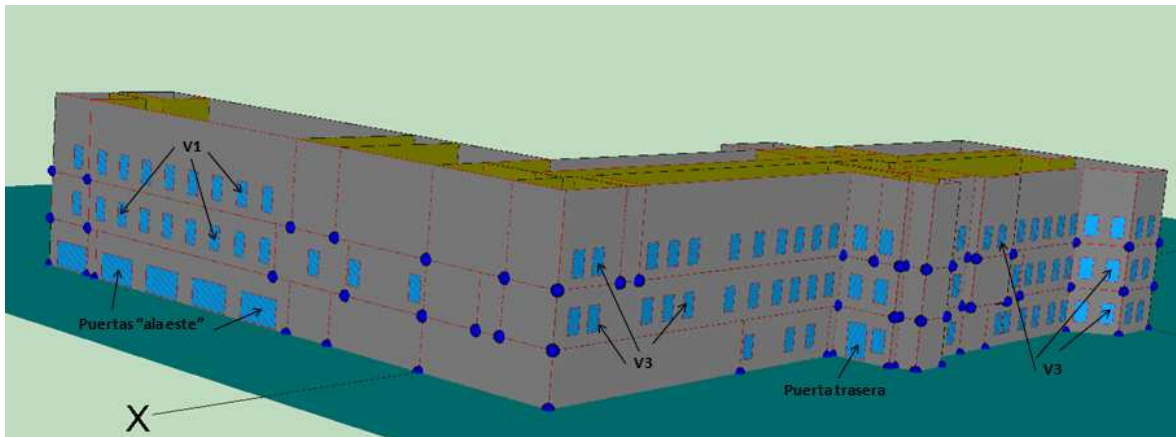


Figura 15. Definición de huecos en fachada norte - oeste con LIDER.

2.2.4 Acristalamiento

El acristalamiento exterior está realizado con doble vidrio aislante (4+C6+6) mm. "CLIMALIT", compuesto por dos vidrios ensamblados mediante cordón preextruido orgánico con lámina separadora de aluminio, cámara de aire deshidratada de 6 mm. con desecante incorporado sellada perimetralmente, vidrio interior de 4 mm. incoloro y exterior de 6 mm., colocado, calzado, montado y ajustado a la carpintería. El factor solar para dicho tipo de vidrio y por tanto de la totalidad utilizados en el edificio, es de 0,7. Las demás propiedades se definen en LIDER tal y como se muestra en la figura 16.

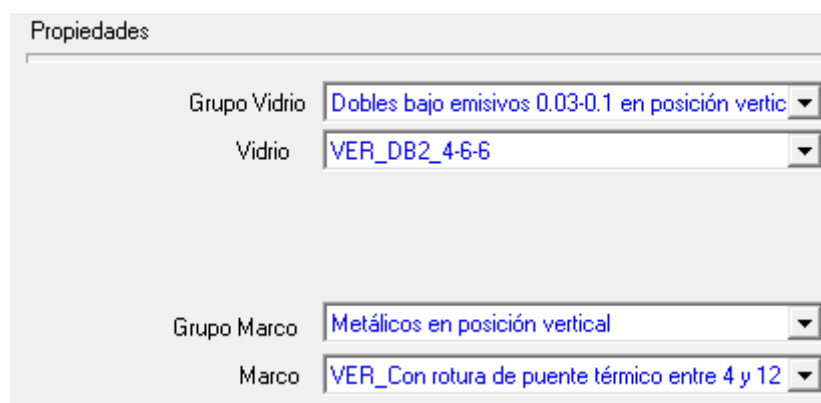


Figura 16. Propiedades del acristalamiento en LIDER.

2.2.5 Protecciones solares en acristalamientos

La totalidad del acristalamiento de los locales dispone de persianas, lo que supone una reducción de la ganancia de la radiación solar directa con un coeficiente de 0,7 durante las necesidades de refrigeración en verano.

2.2.6 Carpintería exterior

La carpintería exterior está compuesta por perfiles homologados de aluminio, con un espesor mínimo de perfil de 1.5 mm., (UNE-38337, UNE-85233), lacado de color con marca de calidad "QUALICOAT".

2.2.7 Forjados

El forjado entre plantas del edificio es de hormigón de vigueta semirresistente y bovedilla de poliestireno expandido, de resistencia característica $f_{ck}=30 \text{ N/mm}^2$, de consistencia blanda y un tamaño máximo de árido de 20 mm. (HA-30/B/20), capa de compresión de 5 cm. de espesor y mallazo electrosoldado ME 15x15B \varnothing 5-5 mm. B 500 T. En la figura 17, se muestra el detalle de dicho forjado. Tiene un espesor total de 30 cm.

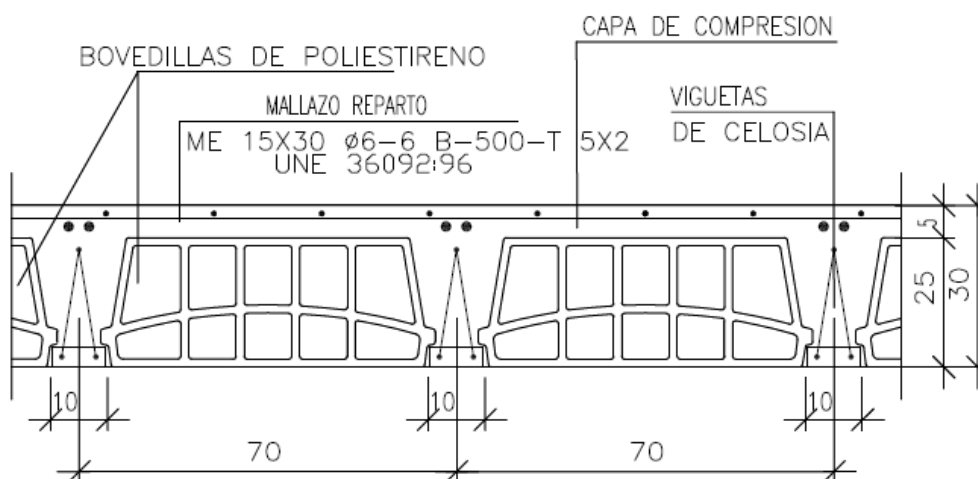


Figura 17. Detalle de sección del forjado entre plantas con AutoCAD.



El forjado al terreno o sanitario aislante (antihumedad) de 30 cm de espesor está formado por casetón perdido de polipropileno sobre solera, hormigón de resistencia característica $f_{ck}=30 \text{ N/mm}^2$, consistencia blanda, tamaño máximo de árido 20 mm. (HA-30/B/20), bovedillas de hormigón, capa de compresión de 5 cm. de espesor y mallazo electrosoldado ME 15x15B \varnothing 5-5 mm. B 500 T.

2.2.8 Cubierta

La estructura a dos aguas de cubierta está resuelta con cerchas de madera apoyada en los dos muros piñones o fachada.

El aislamiento térmico está formado por planchas rígidas multicapa de madera-aislante-madera con capa intermedia de espuma de poliestireno extruido acanaladas para mejorar la adherencia, de densidad 28 Kg/m^3 y una conductividad térmica a 10°C de $0.033 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ (NBE-CT-79), un espesor medio de 8 cm.

El tablero superior se realiza en madera protegida con plancha tipo ONDULINE para mejorar la impermeabilización de la cubierta. La capa de madera inferior queda vista y se resuelve con tablero de viruta orientada.

Para definir la cubierta se utilizan líneas auxiliares 3D para definir todos los puntos a necesitar para delimitar tanto las cubiertas como los puntos de intersección entre los tabiques interiores y las cubiertas. Para definir una línea auxiliar 3D se introducen las cotas de los dos extremos de la línea, se pueden utilizar vértices ya existentes como indica la figura 18.

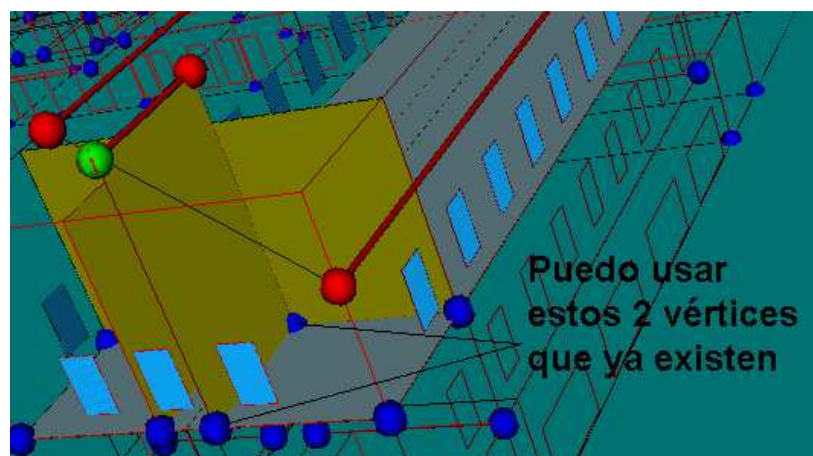


Figura 18. Definición de vértices para crear líneas auxiliares 3D.

Una vez definidas las líneas 3D, se definen tanto las fachadas como los tabiques mediante “crear cerramientos singulares”. Se detalla el tipo de cerramiento (exterior, medianera, cubierta, etc., según corresponda). En este caso medianera (al ser un tabique), figura 19.



Figura 19. Definición de cerramientos singulares en LIDER.

A continuación se asigna un espacio y aparece el tabique con su faldón correspondiente, figura 20.

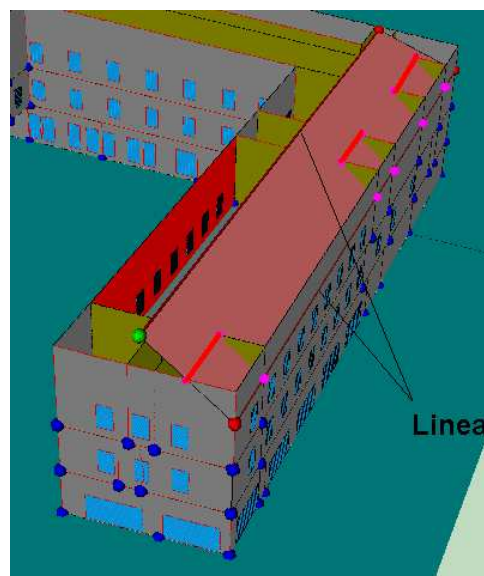


Figura 20. Definición de cerramientos singulares para cada espacio asignado en LIDER.



El aspecto final edificio definido en LIDER, se muestra en las figuras 21 a 23.

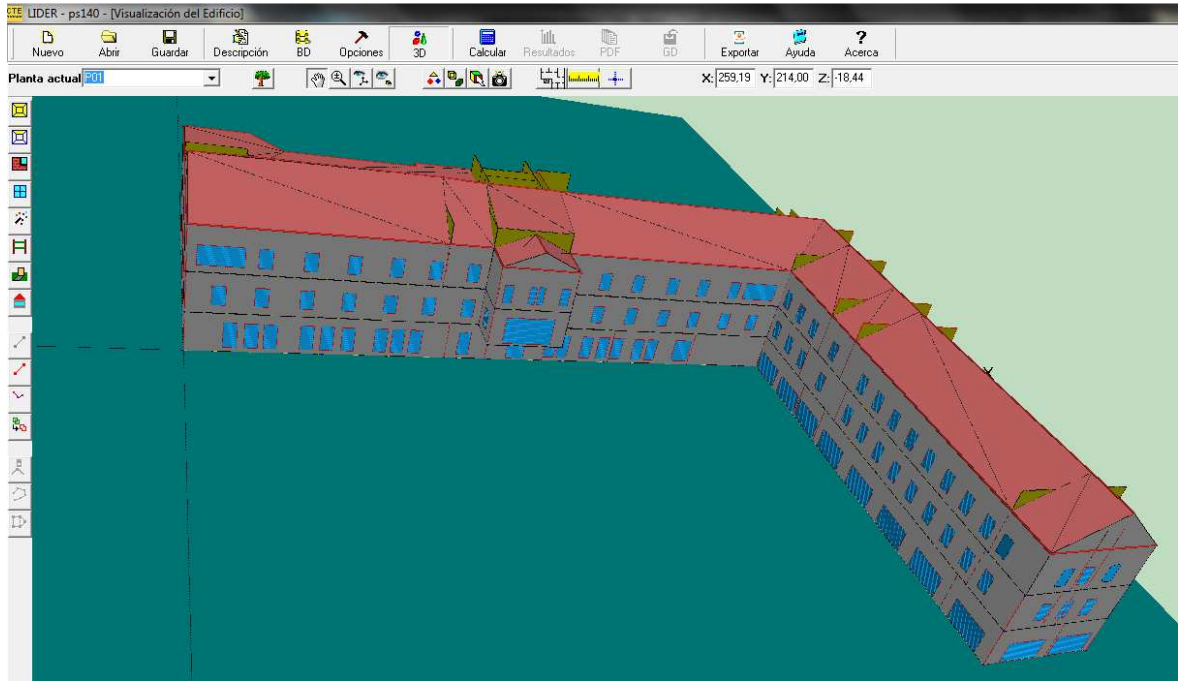


Figura 21. Fachada principal definida en LIDER.

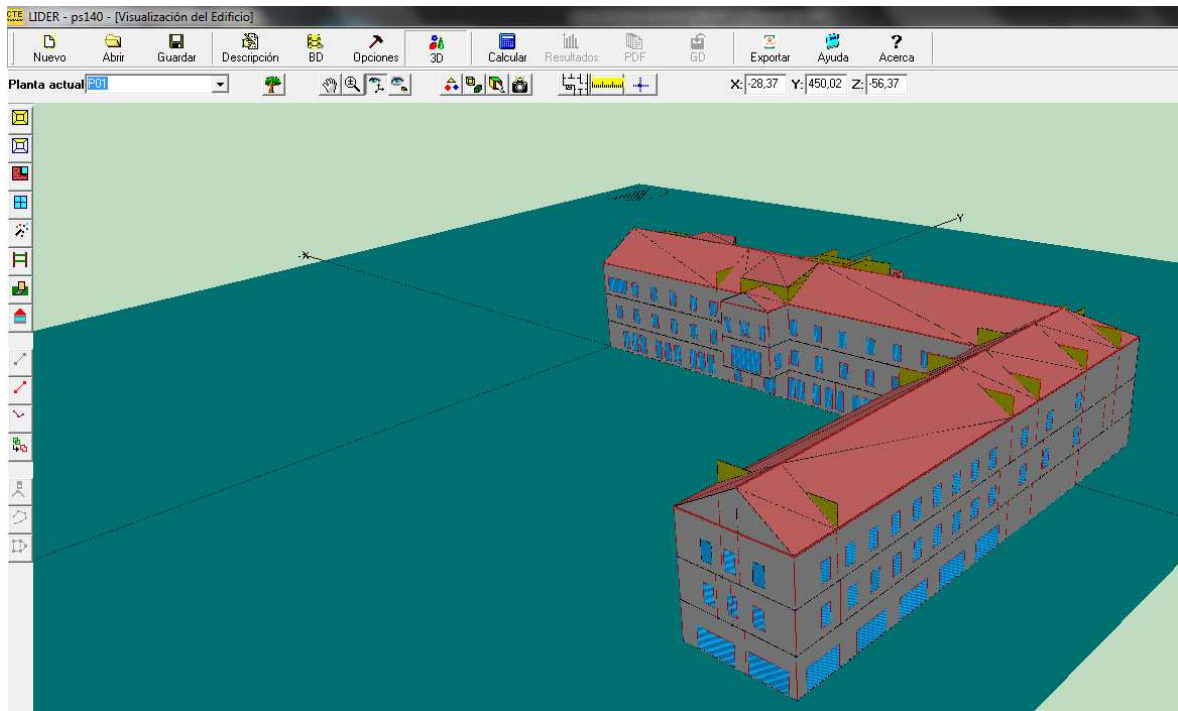


Figura 22. Fachada este definida en LIDER.

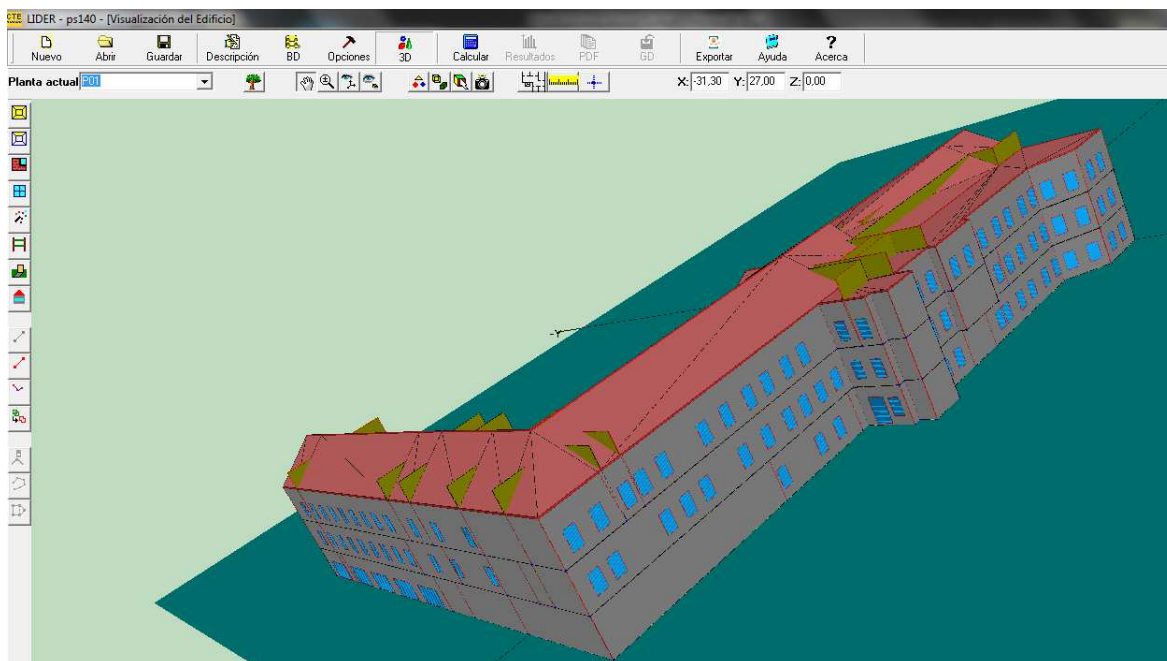


Figura 23. Fachada norte definida en LIDER.

2.3 RESULTADOS OBTENIDOS CON *LIDER*

2.3.1 Resultados obtenidos para el Rectorado de la UPCT

Finalizado el proceso de diseño, se simula para la comprobación de posibles errores. Una vez corregidos estos, LIDER informa al usuario si el edificio estudiado cumple o no con el CTE. Para obtener mayor información se ha de exportar al software CALENER GT.

El resultado es que NO CUMPLE CON EL CTE, figura 24.

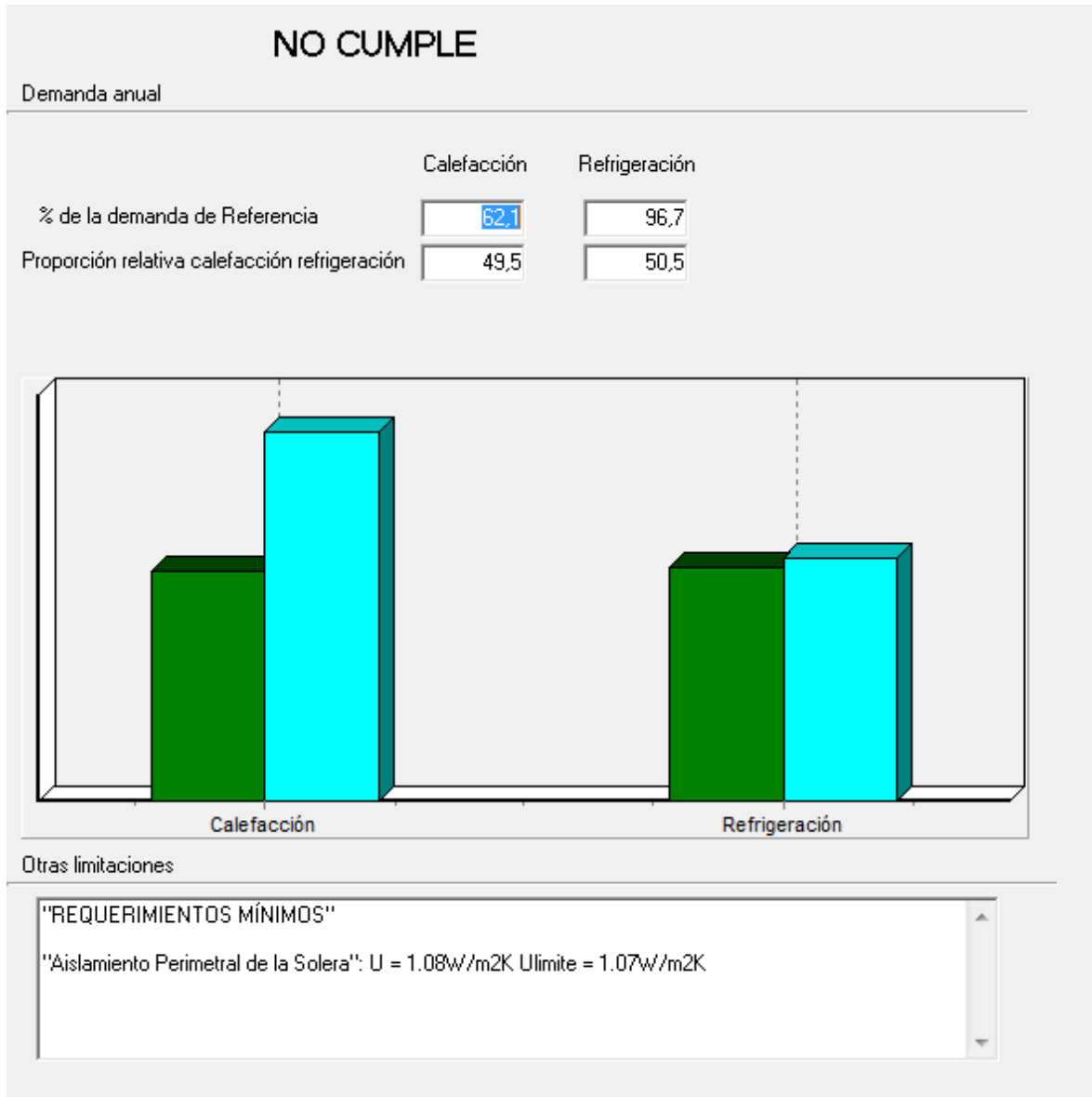


Figura 24. Resultados de la calificación en LIDER.



2.3.2 Análisis de los resultados y conclusiones

El resultado de no cumplimiento con el CTE radica principalmente en el aislamiento de los cerramientos del edificio y ventanas. No es objetivo de este proyecto mejorar el aislamiento para cumplir con el CTE, si mejorar las condiciones internas del edificio ya construido para subir en la escala de la calificación energética.

Así mismo, no es necesario que el edificio estudiado cumpla con la HE1 del CTE por tratarse de un edificio existente, por tanto, se ha utilizado LIDER como una herramienta para definir la geometría y posteriormente exportarla al software CALENER GT.

A pesar de lo dicho anteriormente, en la figura 24 se observa que se trata de un edificio que prácticamente cumple con la HE1 ya que la demanda de calefacción y la de refrigeración son inferiores a las del edificio de referencia y tan solo no cumple por el “REQUISITO MÍNIMO” del aislamiento perimetral de la solera. Este aislamiento perimetral tiene una U de $1.08 \text{ W/m}^2\text{K}$, mientras que el límite está en $1.07 \text{ W/m}^2\text{K}$. Este “requisito mínimo” sería fácil de solucionar si se aumenta el aislamiento o, en este caso al ser tan pequeña esa diferencia, bastaría con aumentar el espesor de la capa de mortero, usar un recubrimiento con una conductividad térmica ligeramente inferior al empleado, etc.

El programa LIDER establece estos requisitos mínimos para evitar descompensaciones entre cerramientos de edificios nuevos, es decir, para evitar que pueda haber partes del edificio con cerramientos deficientes, por ejemplo, y que el edificio cumpla porque en su conjunto tenga elementos mejores desde el punto de vista de la conductividad térmica.

3. CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA



3. CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

3.1 INTRODUCCIÓN

En el RD 47/2007, que fue aprobado en enero de 2007 y aprobaba el Procedimiento Básico para la certificación energética de edificios de nueva construcción, se determinaba que el programa utilizado para obtener la calificación energética del edificio debía ser CALENER u otro programa que cumpliera con las especificaciones definidas en el anexo I del mismo Real Decreto. Dicho Real Decreto entró en vigor en Noviembre de 2007, y marcaba que la Certificación Energética era obligatoria para todo edificio de nueva construcción, así como para todas las modificaciones, reformas o rehabilitaciones de edificios existentes que poseían una superficie de más de 1000m² donde se renovaban más del 25% del total de sus cerramientos.

Este RD 47/2007 está derogado por el RD 235/2013 por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios e incluye en su ámbito de aplicación:

- a) Edificios de nueva construcción.
- b) Edificios o partes de edificios existentes que se vendan o alquilen a un nuevo arrendatario, siempre que no dispongan de un certificado en vigor.
- c) Edificios o partes de edificios en los que una autoridad pública ocupe una superficie útil total superior a 250 m² y que sean frecuentados habitualmente por el público.

Existen dos versiones del programa CALENER: el CALENER-VyP que se utiliza para la certificación de edificios de viviendas y del pequeño y mediano sector terciario, y el CALENER-GT utilizado para grandes edificios terciarios.

Se ha utilizado el programa informático CALENER-GT (Calificación Energética de Edificios en su versión de Grandes edificios Terciarios), ofrecido por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio a través del IDAE (Instituto para la diversificación y el ahorro energético) y por el Ministerio de Vivienda, que se utiliza para la calificación energética de edificios terciarios de todo tipo y determinar el nivel de eficiencia energética del edificio en cuestión; y así, mediante esta aplicación informática, obtener una



calificación energética del edificio de acuerdo a los parámetros estipulados en el RD 235/2013.

Mediante este procedimiento se obtiene una certificación energética y una etiqueta energética, tal y como se muestra en la figura 25, que calificará el edificio en una escala de siete letras, que va desde la letra A (edificio más eficiente) hasta la letra G (edificio menos eficiente), en la cual se marca el consumo estimado de energía y las emisiones de CO₂ asociadas.

Por tanto, en la etiqueta energética se tienen los siguientes datos:

- Localidad.
- Zona climática.
- Uso que tiene el edificio (Residencial, comercial, docente...).
- Consumo de energía primaria expresado en kWh/año y en kWh/m².
- Emisiones de dióxido de carbono en kgCO₂/año y en kgCO₂/m².

La certificación energética obtenida de los edificios tiene las siguientes características:

- Limitar las emisiones de CO₂ para mejorar el medio ambiente.
- Facilitar la transparencia del mercado inmobiliario.
- Incluir una descripción de las características energéticas en los edificios.
- Posibilidad de mejorar las características energéticas de los edificios.
- Vigencia de 10 años.

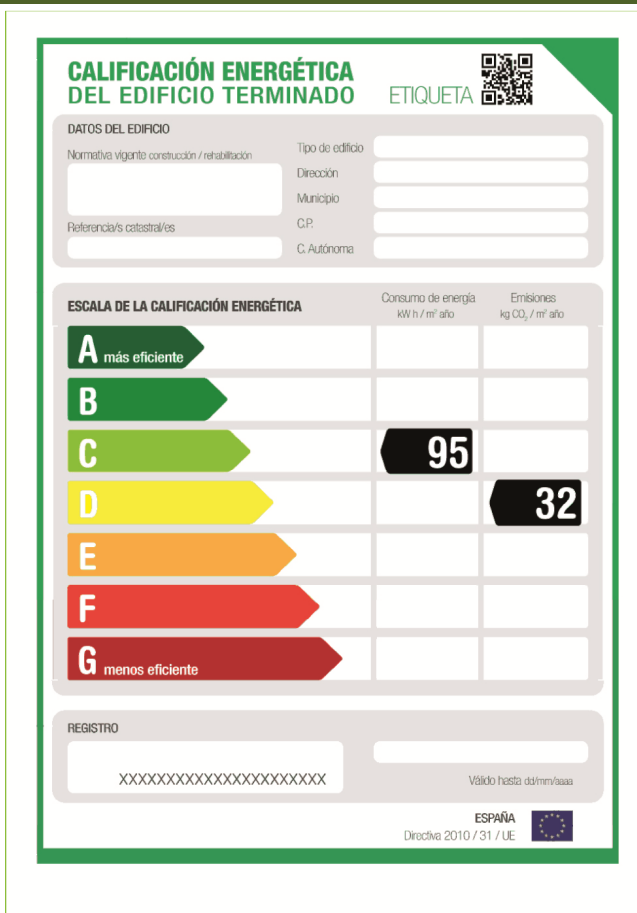


Figura 25. Modelo de etiqueta de calificación energética.

El objetivo de esta certificación consiste en incentivar a las empresas a la construcción de edificios más eficientes y animar a las empresas a la rehabilitación de edificios para que consuman menos energía. Con esta etiqueta, se pretende que una promoción con una etiqueta más eficiente sume otro argumento positivo para su venta y el consumidor agregue la eficiencia energética a sus criterios de compra.

En primer lugar, se ha comentado la metodología a seguir en la aplicación informática para determinar el consumo energético del edificio a estudiar en términos generales, así como, las características del programa; para posteriormente, mostrar los resultados obtenidos en nuestro edificio.

Para realizar el análisis mediante este programa, se parte de las especificaciones que se habían definido en el LIDER, y se introduce la instalación de climatización del edificio a estudio que es el principal foco de consumo energético. Con todo ello, se analizan los resultados obtenidos en lo que a consumo de energía primaria y emisiones de CO₂ se refiere.



3.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DEL EDIFICIO

El sistema de climatización para el edificio del Rectorado que permite el uso racional de la energía se compone de:

- Dos plantas enfriadoras de refrigeración/calefacción por absorción.
- Aparatos ventiloconvectores (fancoils).
- Máquina autónoma de conductos de caudal constante.
- Sistemas de control que permiten la anulación de climatización en zonas no ocupadas.
- Equipos preparados para equilibrar el sistema cuando se anule la climatización por zonas.
- Escalonamiento o sectorización que permite adaptar el consumo a la demanda.
- Posibilidad de establecer valores de consigna en temperatura y horario de funcionamiento.

Las plantas enfriadoras se han instalado en planta de cubierta a la intemperie, evitando ruidos y vibraciones en el edificio, y los climatizadores se ubicarán en cada dependencia de las distintas plantas.

Los conductos son de fibra de vidrio recubierto por ambas caras con láminas de aluminio.

En cada dependencia se dispone de termostato ambiente y variador de velocidad para su regulación.

La renovación de aire se realiza mediante toma de aire exterior conectada al retorno con compuerta de regulación manual, garantizando las renovaciones mínimas reglamentarias.

Las redes generales de agua van en vertical por patinillos, accediendo a cada planta a través de válvulas de corte.

La instalación responderá a las siguientes demandas, según se indica en la tabla 9.



Zona a acondicionar	Demanda frigorífica
Planta baja	61.452 Frig/h
Planta primera	82.296 Frig/h
Planta segunda	91.680 Frig/h
TOTAL	235.428 Frig/h

Tabla 9. Demandas frigoríficas del Rectorado.

Vistas las necesidades de la instalación, se disponen unidades tipo fancoils. Con la elección de este sistema, se consigue un consumo de energía adecuado a las necesidades de climatización previstas para este tipo de locales (IT.IC.04).

3.2.1 Elementos constitutivos de la instalación y características

3.2.1.1 Plantas enfriadoras

- Marca: CARRIER
- Modelo: 30RH160
- Sistema: Aire – Agua
- Potencia frío: 142 kW
- Potencia calor: 160 kW
- Consumo en frío: 60 kW
- Consumo en calor: 62 kW
- Alimentación: 380V/3/50
- Peso: 1.368 Kg
- Temperatura de agua refrigerada
 - Entrada: 12,5 °C
 - Salida: 7 °C
- Temperatura agua caliente
 - Entrada: 47 °C
 - Salida: 54 °C
- Dimensiones
 - Ancho: 2.273 mm
 - Largo: 2.071 mm
- Temperatura de agua refrigerada
 - Alto: 1.330 mm

En la figura 26 y 27, se muestra el sistema descrito

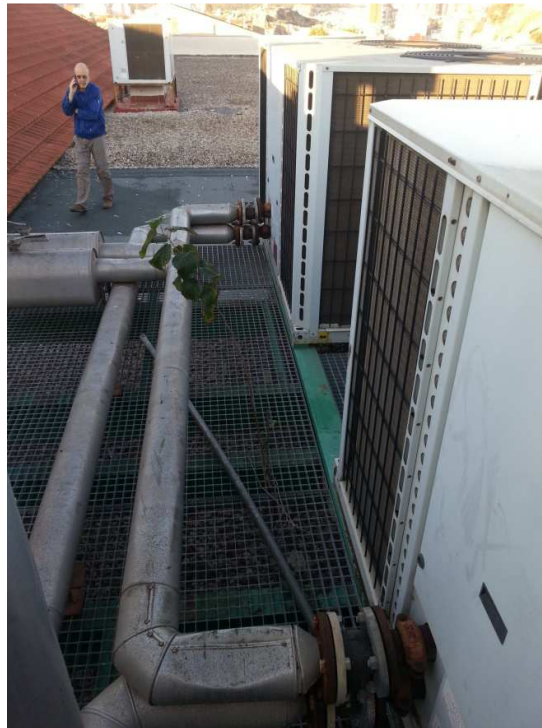


Figura 26. Enfriadoras CARRIER 30RH160. Imagen 1.



Figura 27. Enfriadoras CARRIER 30RH160. Imagen 2.



3.2.1.2 Unidades climatizadores – Fancoils (Edificio principal)

- Unidades: 78
- Marca: TECNIVEL
- Modelo: FcH351/FcH452/FcH852/ACF15/ACF20
- Capacidad frig. Máxima: 2900/3770/5300/6460/8000 Frig/h
- Potencia frigorífica total máxima: 3,22/5,00/8,02/7,93/10,93 kW
- Potencia frigorífica sensible máxima: 2,38/3,88/6,09/6,03/8,17 kW
- Caudal de aire: 450/780/1.200/1.520/1.980 m³/h
- Tipo: Horizontal sin envolvente
- Número de ventiladores: 1/1/1//1/1
- Número de motores: 1/1/1/1/1 c. fancoils
- Alimentación eléctrica: 220 V 50 Hz

3.2.1.3 Unidades climatizadores – Fancoils (Edificio ala este)

- Unidades: 16
- Marca: CARRIER
- Modelo: 42NF50HF
- Potencia frigorífica total máxima: 4,42 kW
- Potencia frigorífica sensible máxima: 3,55 kW
- Potencia calorífica: 5,80 kW
- Caudal de aire: 871 m³/h
- Alimentación eléctrica: 220 V 50 Hz

3.2.1.4 Rejillas y difusores

Constituidas en aluminio anodizado, de doble deflexión y lamas fijas a 45°, en forma rectangular. La velocidad de salida de aire en rejillas, está comprendida entre 2,50 y 4,00 m/sg., y van dispuestas a una altura de 3,00 a 3,50 metros.

3.2.1.5 Tuberías

Instalación a dos tubos, una de impulsión y otra de retorno, por la que circula agua fría o agua caliente según convenga, necesitando los equipos de climatización una sola batería de intercambio. Las tuberías a instalar serán de acero DIN 2440.

3.2.1.6 Aparatos Split – Edificio ala este

Se instalan dos Split de la marca AIRWELL modelo NT30RC para la climatización de la sala de reunión del edificio este, cuyas características se muestran en el apartado “3.2.3 Selección de ventiladores”. En la figura 28, se muestra el sistema descrito.



Figura 28. Split AIRWELL NT30RC.

3.2.1.7 Máquina autónoma – Edificio ala este

Se instala una máquina autónoma de conductos de caudal constante de la marca CARRIER modelo 50PZ075 para la climatización de la sala de consejo de gobierno del edificio este, cuyas características se muestran en el apartado “3.2.3 Selección de ventiladores”. En la figura 29, se muestra la placa de características técnicas del sistema descrito.

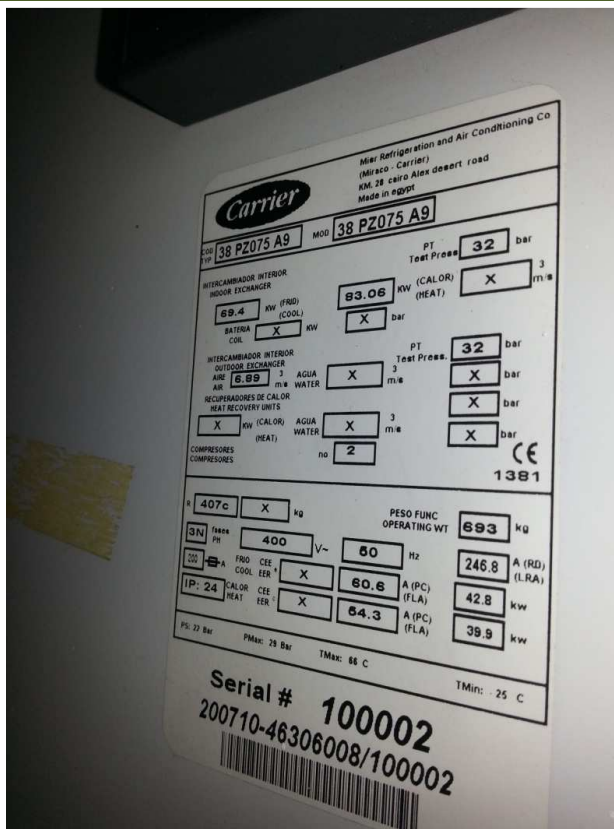


Figura 29. Máquina autónoma CARRIER 50PZ075.

3.2.2 Redes de tuberías

3.2.2.1 Bomba circuito primario: PLANTAS ENFRIADORAS

Las enfriadoras tienen un módulo hidrónico incorporado, en el que se incluye la bomba recirculadora del circuito primario, con las siguientes características:

- Unidades: 2 (1 por planta enfriadora)
- Marca: CARRIER
- Tipo: Centrifuga monocelular
- Potencia: 2,5 kW
- Caudal: 32,76 m³/h (9,1 l/s)

Se sabe por el catálogo técnico de la bomba, que la potencia en el eje es de 1,85 kW y la potencia de entrada es de 2,5 kW, por lo que el rendimiento del motor es la relación entre ambos (0,74). Sabiendo este rendimiento y el caudal máximo de la bomba, se introducen los datos en CALENER GT y se modifica la altura para saber a qué caída de presión

corresponde. Finalmente, para un caudal de 32.760 l/h y un rendimiento del motor de 0,74, se tiene una altura de 12,3 metros.

3.2.2.2 Bomba circuito secundario: FANCOILS (Edificio ala este)

Se instala una bomba para abastecer las unidades climatizadoras correspondientes al ala este del edificio. En la figura 30, se muestra el sistema descrito.



Figura 30. Bomba del circuito secundario. Edificio ala este.

MG100 LC2-D1

Bombas TP Serie 100 y 200

BOMBA CIRCULADORA RECTORADO

ALA ESTE

Especificación de materiales Serie 200

3 ~ MOT MG 100 LC2 28FF215-D1	U: 380-480V	
60 Hz	P: 3,00 kW	No 87267297
Eff. %	100: 6,20-5,65	A, TPE, TPED
84-87,5	100: 6,70-6,10	A, serie 100 y 200
n: 3430-3530 min	cos φ: 0,89-0,84	
Cl. F: IP 55	TP 211	1 0815
DE 6306 22 C4	NDE 6205 22 C3	

Las bombas TP Serie 200 hasta DN 65 llevan bridas combinadas PN 6/PN 10. Las bombas DN 80 o DN 100

Figura 31. Datos técnicos del motor de la bomba del circuito secundario (ala este).

Según los datos facilitados por la Unidad Técnica de la UPCT, la bomba es de la marca GRUNDFOS con una referencia para el motor de MG100LC2-D1 y una potencia de 3 kW. El modelo exacto no se conoce, por lo que se investiga en el catálogo comercial de la marca y, sabiendo que es una bomba con dos polos y una potencia de 3 kW, se supone (entre las distintas alternativas que hay) que puede corresponderse con el modelo TP80-180 de la serie 300.



Según las curvas técnicas del catálogo de la marca, para el modelo TP80-180, con un caudal de 60 m³/h (60.000 l/h) y una altura de caída de presión de 12,5 metros, se tiene la potencia deseada que la tiene la bomba (3 kW). Estos datos se introducen en CALENER GT.

3.2.2.3 Bombas circuito secundario: FANCOILS (Edificio principal)

Se instalan dos bombas para abastecer las unidades climatizadoras correspondientes al edificio principal. En la figura 32, se muestra el sistema descrito.



Figura 32. Bombas del circuito secundario. Edificio principal.

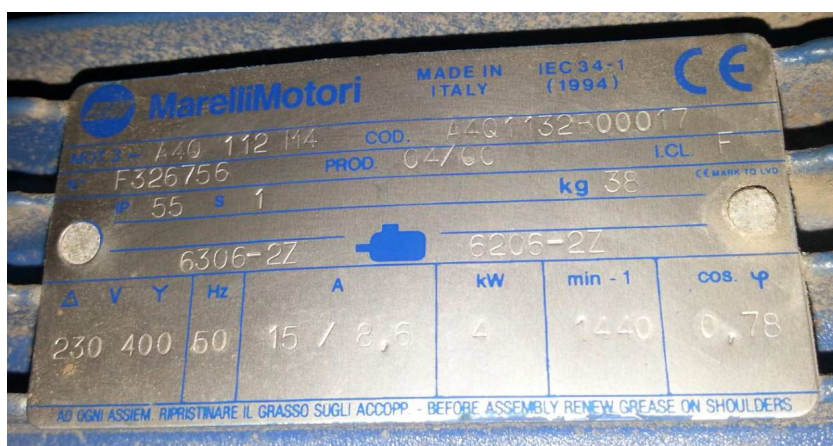
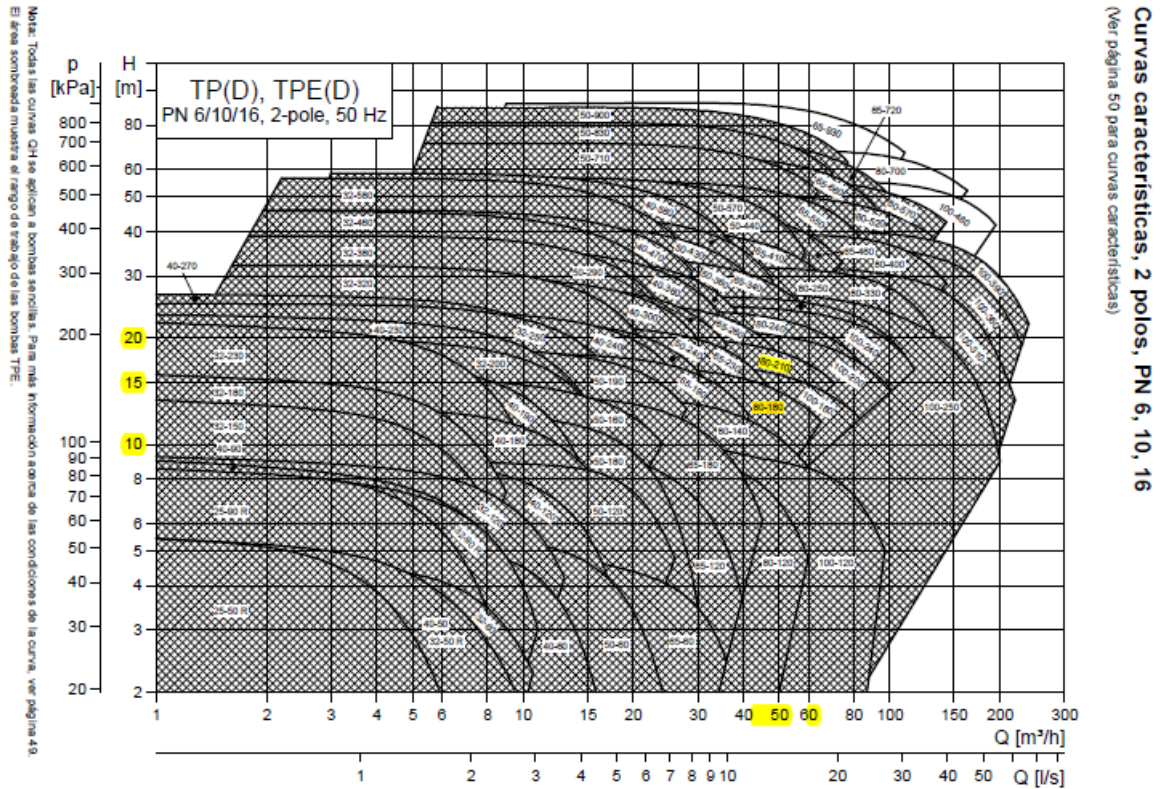


Figura 33. Datos técnicos del motor de la bomba del circuito secundario (edificio principal).





- Modelo: FcH452
- Caudal: 780 m³/h
- Potencia frigorífica total máxima: 5,00 kW
- Potencia frigorífica sensible máxima: 3,88 kW
- Presión: 1,8 m.m.c.a.
- Potencia absorbida: 65 W
- Capacidad frig. Maxima: 3770 Frig/h
- Tensión: 220V. 50 Hz

3.2.3.3 Fancoil Tipo 3

- Marca: TECNIVEL
- Modelo: FcH852
- Caudal: 1.200 m³/h
- Potencia frigorífica total máxima: 8,02 kW
- Potencia frigorífica sensible máxima: 6,09 kW
- Presión: 2,4 m.m.c.a.
- Potencia absorbida: 89 W
- Capacidad frig. Máxima: 5300 Frig/h
- Tensión: 220V. 50 Hz

3.2.3.4 Fancoil Tipo 4

- Marca: TECNIVEL
- Modelo: ACF15
- Caudal: 1.520 m³/h
- Potencia frigorífica total máxima: 7,93 kW
- Potencia frigorífica sensible máxima: 6,03 kW
- Presión: 2,5 m.m.c.a.
- Potencia absorbida: 115 W
- Capacidad frig. Máxima: 6460 Frig/h
- Tensión: 220V. 50 Hz

3.2.3.5 Fancoil Tipo 5

- Marca: TECNIVEL



- Modelo: ACF20
- Caudal: 1.980 m³/h
- Potencia frigorífica total máxima: 10,93 kW
- Potencia frigorífica sensible máxima: 8,17 kW
- Presión: 3,5 m.m.c.a.
- Potencia absorbida: 236 W
- Capacidad frig. Máxima: 8000 Frig/h
- Tensión: 220V. 50 Hz

3.2.3.6 Fancoil Tipo 6

- Marca: CARRIER
- Modelo: 42NF50HF
- Caudal de aire: 871 m³/h
- Potencia frigorífica total máxima: 4,42 kW
- Potencia frigorífica sensible máxima: 3,55 kW
- Potencia calorífica: 5,80 W
- Alimentación eléctrica: 220 V 50 Hz
- Potencia absorbida (consumo): 80 W

3.2.3.7 Tipo 7: Split de techo

- Marca: AIRWELL
- Modelo: NT 30 RC
- Unidad Interior: ST NT 30 RC
- Unidad Exterior: GC NT 30 RC
- Caudal de aire: 871 m³/h
- Potencia frigorífica total máxima: 7,9 kW
- Potencia calorífica: 8,05 kW
- Alimentación eléctrica: 230 V – 1 - 50 Hz
- Potencia absorbida (consumo): 2,45 kW

3.2.3.8 Tipo 8: Máquina autónoma de conductos

- Marca: CARRIER



- Modelo: 50PZ075
- Potencia frigorífica total máxima: 69,4 kW
- Potencia calorífica: 83,06 kW
- Alimentación eléctrica: 400 V – 50 Hz
- Potencia absorbida (consumo): 38,5 kW

3.2.4 Descripción de las centrales de producción de frío y calor

Los equipos generadores de energía térmica son dos equipos de aire – agua con ventiladores helicoidales de la marca CARRIER y el Modelo 30RH160 cuyas características técnicas han quedado descritas en el apartado “3.2.1.1 Plantas enfriadoras”.

3.2.5 Relación de equipos que consumen energía

Equipos	Consumo unitario (kW)	Consumo total (kW)
2 Uds. Planta enfriadora	62	124
2 Uds. Bombas TP80 210	4,0	8,00
1 Ud. Bomba TP80 180	3,0	3,0
2 Uds. Fancoils mod. FCH351	0,048	0,096
21 Uds. Fancoils mod. FCH452	0,065	1,365
47 Uds. Fancoils mod. FCH852	0,089	4,183
2 Uds. Fancoils mod. ACF15	0,115	0,230
7 Uds. Fancoils mod. ACF20	0,236	1,652
8 Uds. Fancoils mod. NF50HF	0,08	0,64
2 Uds. Split NT30RC	2,45	4,90
1 Ud. Máquina 50PZ075	38,5	38,5
TOTAL		186,566 kW

Tabla 10. Relación de equipos y su energía.



3.2.6 Cálculo de los consumos de energía

3.2.6.1 Consumo mensual de energía

Dadas las necesidades de consumo eléctrico de la instalación, tal como ha quedado definido con anterioridad:

Consumo total eléctrico: 186,566 kW/h

3.2.6.2 Consumo anual en invierno

Considerando un funcionamiento diario de 7 horas, una semana de 5 días, 4 meses de funcionamiento de la instalación en invierno y coeficiente de simultaneidad del 0,7 se tiene un consumo mensual de:

$$7 \text{ horas} \times 5 \text{ días} \times 4 \text{ meses} \times 186,566 \text{ kW/h} \times 0,7 = 18.283,468 \text{ kW/año}$$

3.2.6.3 Consumo anual en verano

Considerando un funcionamiento diario de 7 horas y una semana de 5 días, 6 meses de funcionamiento de la instalación en verano y coeficiente de simultaneidad del 0,7 se tiene un consumo mensual de:

$$7 \text{ horas} \times 5 \text{ días} \times 6 \text{ meses} \times 186,566 \text{ kW/h} \times 0,7 = 27.425,202 \text{ kW/año}$$

3.2.6.4 Consumo anual total

$$18.283,468 \text{ kW/año} + 27.425,202 \text{ kW/año} = 45.708,67 \text{ kW/año}$$

3.3 IMPLEMENTACIÓN DE LOS DATOS REQUERIDOS POR CALENER GT

3.3.1 Datos generales del edificio y sus instalaciones

En la pestaña “Componentes”, dentro del apartado de “Datos generales” se indican:

- Datos del proyecto: tipo de edificio, uso y calificación (sobre un edificio existente).



Datos generales

Datos del proyecto | Localización | Energías Renovables

Nombre del proyecto:

Dirección:

Autor del proyecto:

Datos introducidos por:

E-mail de contacto:

Teléfono de contacto:

Tipo de edificio:

Tipo de calificación:

Ref. registro catastral:

Aceptar

- Datos de localización: se indica que no es capital de la provincia de Murcia y la zona climática correspondiente (B3).

Datos generales

Datos del proyecto | Localización | Energías Renovables

¿Capital de provincia?:

Capital de provincia

Comunidad autónoma:

Localidad:

Otras localidades

Zona climática:

Generación eléctrica:

Aceptar

- Datos de energías renovables: en nuestro edificio estudiado no computa pero en otro caso, se indicaría cuál sería la contribución solar mínima para generación de ACS según el CTE en su documento básico HE4.

En primer lugar, se define el esquema de principio de funcionamiento de la instalación de climatización definida en el apartado anterior, tal y como se muestra en la figura 36.

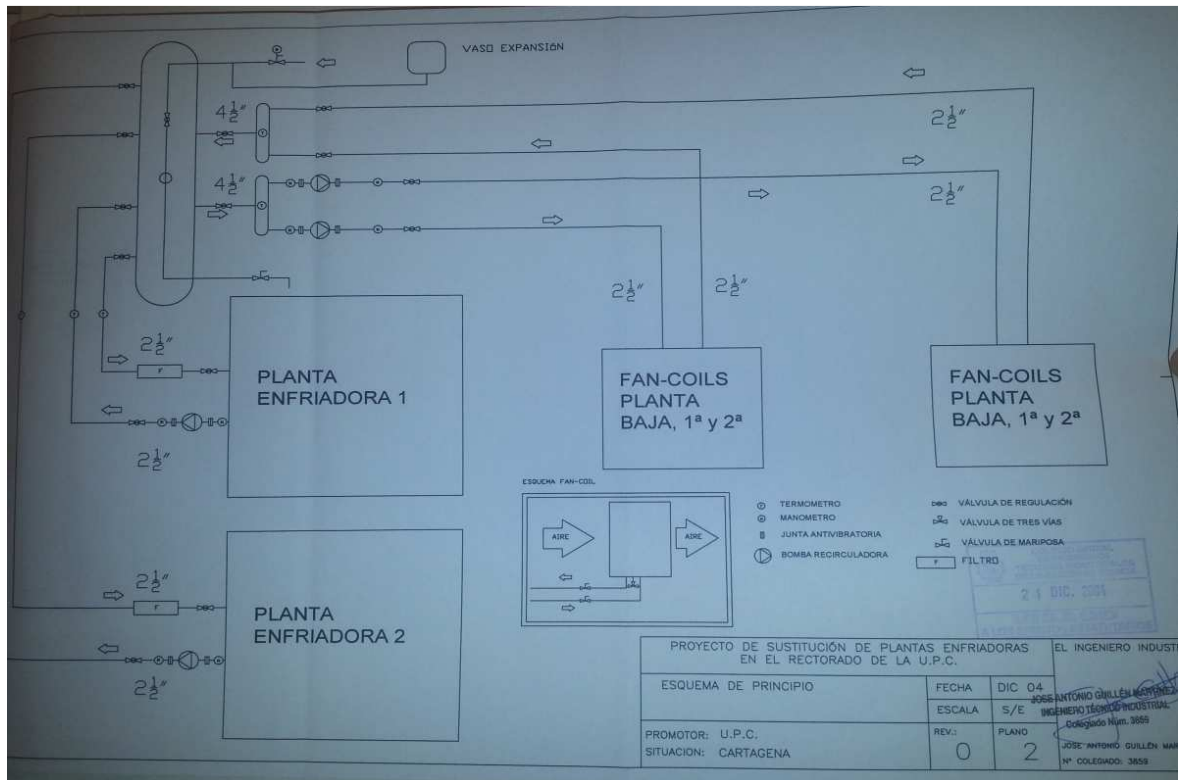


Figura 36. Esquema de principio.

3.3.2 Horarios

Los horarios de ocupación se aplican a las zonas definidas en los espacios que se crearon anteriormente en LIDER.

Se sigue el siguiente criterio:

- Se definen horarios diarios (fracción, todo o nada, temperatura, etc.).
- Se definen horarios semanales compuestos por combinación de diferentes horarios diarios.
- Se componen horarios anuales combinando distintos horarios semanales.

Por defecto, CALENER-GT carga unos horarios tipo en función del tipo de edificio, dato que se proporciona en el proyecto en la ventana de “Datos Generales”, pestaña “Datos de Proyecto”. Se sustituyen los horarios que ofrece el programa, creando horarios



nuevos: diario, festivo, semanal y semanal festivo para elaborar un horario anual correspondiente al edificio del Rectorado.

Se crean primero los horarios diarios, referenciados por los semanales y por último los anuales, que referencian a los semanales.

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:	0,1000	ratio
8 - 9:	0,8000	ratio
9 - 10:	1,0000	ratio
10 - 11:	1,0000	ratio
11 - 12:	1,0000	ratio
12 - 13:	1,0000	ratio
13 - 14:	0,9000	ratio
14 - 15:	0,6000	ratio
15 - 16:	0,9000	ratio
16 - 17:	0,9000	ratio
17 - 18:	0,8000	ratio
18 - 19:	0,6000	ratio
19 - 20:	0,1000	ratio
20 - 21:	0,0000	ratio
21 - 22:	0,0000	ratio
22 - 23:	0,0000	ratio
23 - 24:	0,0000	ratio

Figura 37. Horario diario de las instalaciones en CALENER GT.

Referente a los horarios semanales, se crean dos horarios semanales para las semanas laborales: lunes, martes, miércoles, jueves y viernes son días laborales y el sábado y el domingo son festivos. Para las semanas de vacaciones (mes de agosto) en la que todos los días son no laborales. Estos horarios semanales deben ser del tipo fracción, por concordancia con los horarios diarios previamente creados.



Horarios

Horario Diario | **Horario Semanal** | Horario Anual

Seleccionar Horario Semanal: **Horario semanal Rectorado**

Nombre: **Horario semanal Rectorado**

Tipo: **Fracción**

Asignación de Horarios Diarios

Lunes:	Horario diario Rectorado
Martes:	Horario diario Rectorado
Miércoles:	Horario diario Rectorado
Jueves:	Horario diario Rectorado
Viernes:	Horario diario Rectorado
Sábado:	Festivo
Domingo:	Festivo

Aceptar

Figura 38. Horario semanal de las instalaciones en CALENER GT.

Por último, se crea el horario anual. Se genera a partir de los horarios semanales, donde se detallan los días de inicio y fin de cada horario semanal en el calendario anual.

Destacar que estos horarios se corresponden a la ocupación, iluminación y fuentes internas de calor (ordenadores y equipos) del edificio estudiado.



Horarios

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Anual:

Nombre:

Tipo:

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

	Hasta el día	Hasta el mes	Horario Semanal
1	20	3	Horario semanal Rectorado
2	2	4	Horario semanal festivo
3	1	8	Horario semanal Rectorado
4	31	8	Horario semanal festivo
5	20	12	Horario semanal Rectorado
6	31	12	Horario semanal festivo

Figura 39. Horario anual de las instalaciones en CALENER GT.

3.3.3 Patrones de sombra

Se distinguen dos sombras que afectan al cálculo de cargas en el edificio. La sombra del edificio adjunto al edificio principal llamada “Sombra 1: Edificio Oeste” tendrá la misma altura que la fachada (13,17 metros). La sombra proyectada por el “Cerro de San José” colidante con el edificio “ala este” tiene una anchura de 15 metros aproximadamente y se estima una altura de 20 metros, figura 40.

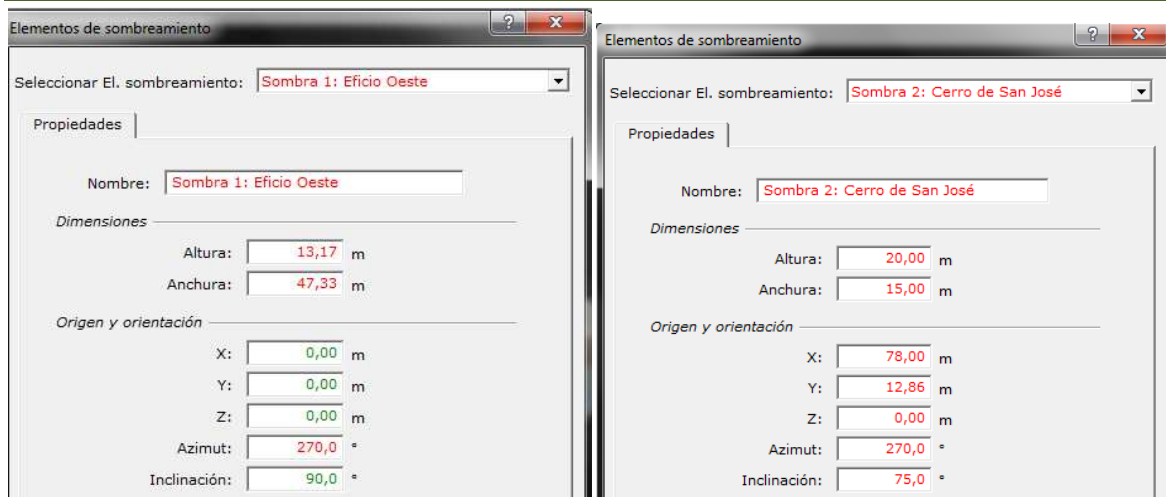


Figura 40. Elementos de sombreado.

Una vez definidos estos parámetros en CALENER GT, el resultado se muestra en la figura 41.

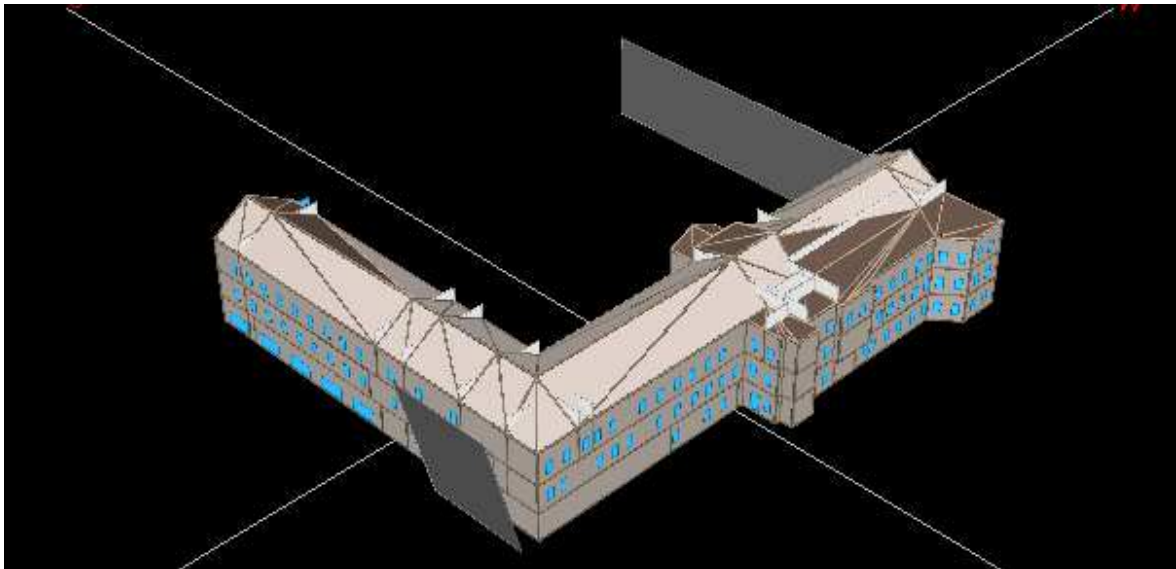


Figura 41. Sombras en el edificio definidas en CALENER GT.

3.3.4 Subsistemas primarios

En primer lugar, se introducen las dos bombas correspondientes a las plantas enfriadoras, con un caudal unitario de $32,76 \text{ m}^3/\text{h}$ ($9,1 \text{ l/s}$). CALENER GT proporciona unos valores por defecto para el rendimiento del motor y el rendimiento mecánico.

Parámetro	Bomba (ENFRIADORA 1)	Bomba (ENFRIADORA 2)
Nombre	Bomba (ENFRIADORA 1)	Bomba (ENFRIADORA 2)
Caudal	32.760 l/h	32.760 l/h
Altura	12,3 m	12,3 m
Potencia	2,50 kW	2,50 kW
Número de bombas	1	1
Rendimiento del motor	0,74 ratio	0,74 ratio
Rendimiento mecánico	0,60 ratio	0,60 ratio
Tipo de control	Velocidad constante	Velocidad constante

Figura 42. Bombas de la planta enfriadora.

A continuación, se introduce el circuito hidráulico primario. Se corresponde con el tipo “dos tubos” ya que las plantas enfriadoras tienen compresor eléctrico con salida de dos tubos.

Parámetro	Valor
Nombre	Circuito hidráulico PRIMARIO
Tipo circuito	Dos-tubos
Subtipo	Primario
Circuito primario	n/a
Bomba circuito	- ninguno/a -
Caudal recirculado	0 l/h
Porcentaje caudal primario	n/a %
Salto Tª diseño	5 °C

Figura 43. Parámetros del circuito hidráulico primario.



En la pestaña de “control” del circuito primario, las temperaturas de consigna que pide se refieren al agua (caliente o fría) que sale de la planta enfriadora. Así, para mantener el ambiente en invierno, se impulsa agua a unos 40 °C y en verano impulsa a 7 °C, con un salto de temperatura de 5 °C, es decir, se impulsa agua a 7 °C y retorna a 12 °C y en invierno la enfriadora impulsa a 40 °C y retorna a 35 °C.

Para las temperaturas de salida del agua, se han tomado los valores en el intervalo “en funcionamiento” correspondientes al catálogo técnico de la enfriadora, según figura 44.

6.1 - Intervalo de funcionamiento de la unidad

Modo refrigeración		
Intercambiador de calor agua (evaporador)	Mínima°C	Máxima°C
Temp. de entrada del agua (en el arranque)	7,8 *	30
Temp. de salida del agua (en funcionamiento)	5 **	15
Temp. de entrada del agua (al parar)	-	60
Intercambiador de calor aire (condensador)		
Temperatura de entrada del aire	-10***	46***
Modo calefacción		
Intercambiador de calor agua (condensador)	Mínima°C	Máxima°C
Temp. de entrada del agua (en el arranque)	10	45
Temp. de salida del agua (en funcionamiento)	20	50
Temp. de entrada del agua (al parar)	3	60
Intercambiador de calor aire (evaporador)		
Temperatura de entrada del aire	-10***	40***

Figura 44. Temperatura de salida del agua para planta enfriadora CARRIER 30RH160.

Con esto, se introducen las temperaturas de consigna en CALENER GT, según la figura 45.



Circuito hidráulico

Seleccionar Circuito hidráulico: Circuito hidráulico PRIMARIO

Parámetros Control

Modo de operación: Cambio estacional por temperatura

Temperatura de cambio estacional: 25,0

Horario disponibilidad calor: Horario-T-consigna-calor

Horario disponibilidad frío: Horario-T-consigna-frío

Calefacción/ACS

Tipo control T agua: Fijo

Temperatura consigna: 40,0 °C

Horario T consigna: n/a

Ley correspondencia T: n/a

Caudal máximo ACS: n/a l/h

T del agua de red: n/a °C

Horario ACS: n/a

Refrigeración/Condensación

Tipo control T agua: Fijo

Temperatura consigna: 7,0 °C

Horario T consigna: n/a

Ley correspondencia T: n/a

Aceptar

Figura 45. Control del circuito hidráulico primario.

Por último, se introduce la planta enfriadora, figura 46. La planta enfriadora es una bomba de calor a dos tubos: de compresión mecánica eléctrica, suministra simultáneamente agua fría a un circuito de agua fría, agua caliente a un circuito de agua caliente, evacuando el calor/frío sobrante a un circuito de agua bruta.

El EER (coeficiente de eficiencia energética) es la relación entre la potencia en frío y el consumo en frío de la máquina. Por tanto:

$$\mathbf{EER = 142\ W / 60\ W = 2,36}$$

El COP (coeficiente de rendimiento) es la relación entre la potencia en calor y el consumo en calor de la máquina. Por tanto:

$$\mathbf{COP = 160\ W / 62\ W = 2,58}$$

General		Condensador	
Capacidad nominal refrigeración:	142,00 kW	Tipo condensación:	Por aire
Capacidad nominal calefacción:	160,00 kW	Fracción consumo térmico:	n/a ratio
EER (electricidad):	2,36		
COP (electricidad):	2,58		
EER (término):	0,00		
Temperatura de consigna:	7,0 °C		
Tipo de combustible:	n/a		

Figura 46. Características básicas de la enfriadora CARRIER 30RH160.

3.3.5 Subsistemas secundarios

Del mismo modo que para el subsistema primario, se introduce la bomba para los fancoils pertenecientes al circuito secundario que se define más adelante.

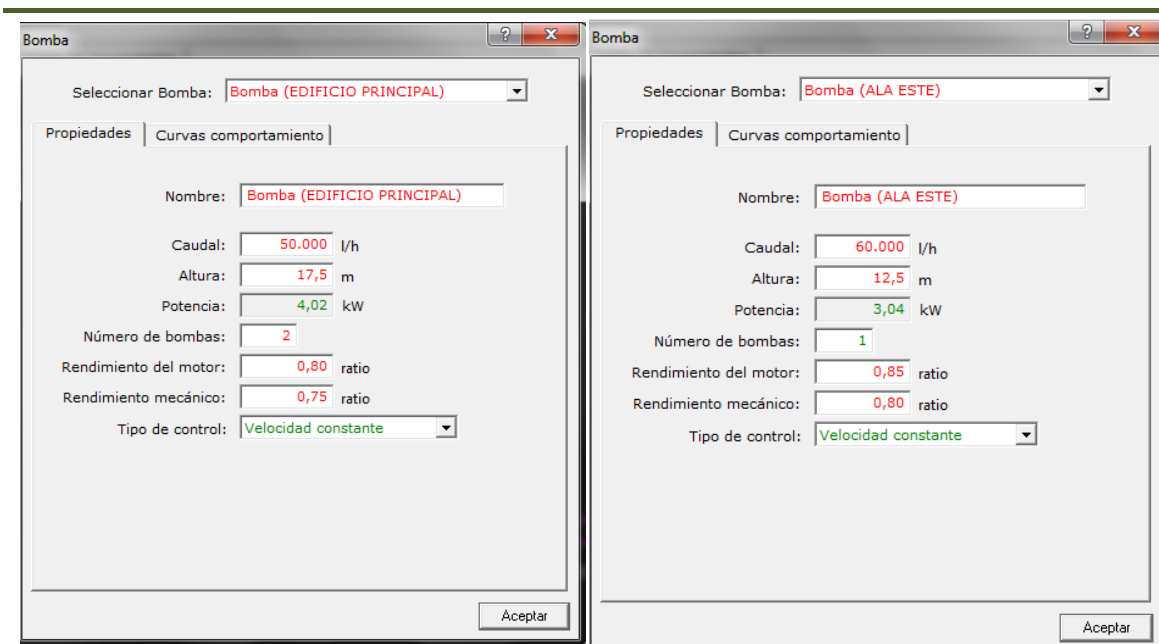


Figura 47. Bomba de los fancoils (circuito secundario).

El Rectorado tiene como subsistema secundario los fancoils que distribuyen el agua a cada una de las zonas del edificio y a través del sistema expulsa aire climatizado.

En primer lugar se debe cambiar al árbol “Subsistemas secundarios” que aparecerá vacío. Sobre la carpeta “subsistemas secundarios” se crea un nuevo objeto de este tipo usando la opción “Crear Subsistema secundario...”. La pantalla de creación demanda el nombre y tipo del subsistema secundario.

Como los espacios en LIDER están agrupados según su uso (oficinas, pasillos, zona de escaleras, etc.), estos serán el resultante de la suma de diferentes subespacios o salas “reales”. Por lo tanto cada zona definida en CALENER será la suma, desde el punto de vista de potencias frigoríficas, caloríficas y caudales, de todos los fancoils que hayan en esos subespacios.

De este modo, por ejemplo, para la zona “P01_E02” existen dos unidades del fancoil tipo 2 (FCH-452) y cuatro unidades del fancoil tipo 3 (FCH-852). Por tanto, la potencia frigorífica total, la potencia calorífica, la potencia frigorífica sensible y el caudal será el sumatorio de los fancoils definidos, cuyos datos técnicos aparecen en la tabla 11 y 12.



FANCOIL	Consumo (Potencia absorbida) (W)	Caudal (m ³ /h)	Potencia Frigorífica Total (kW)	Potencia Frigorífica Sensible (kW)	Potencia Calorífica (kW)	Factor de transporte (W/m ³ /h)
Tipo 1: FCH-351	48	450	3,22	2,38	3,03	0,106
Tipo 2: FCH-452	65	780	5,00	3,88	4,85	0,083
Tipo 3: FCH-852	89	1.200	8,02	6,09	7,71	0,074
Tipo 4: ACF-15	115	1.520	7,93	6,03	8,2	0,075
Tipo 5: ACF-20	236	1.980	10,93	8,17	10,83	0,12

Tabla 11. Datos técnicos de los ventiladores del edificio principal.

FANCOIL	Consumo (Potencia absorbida) (W)	Caudal (m ³ /h)	Potencia Frigorífica Total (kW)	Potencia Frigorífica Sensible (kW)	Potencia Calorífica (kW)	Factor de transporte (W/m ³ /h)
Tipo 6: CARRIER NF50HF	80	1.015	4,42	3,55	5,80	0,078
Tipo 7: AIRWELL NT-30 ST REV	245	923	7,9	6,85	8,05	0,26
Tipo 8: CARRIER 50PZ075	38.500	24.804	69,4	48,14	83,06	1,55

Tabla 12. Datos técnicos de los ventiladores del edificio “ala este”.

Para la elaboración de las tablas 11 y 12 referentes a las potencias frigoríficas totales y sensibles, se han seguido los datos técnicos de los fancoil definidos en el catálogo del fabricante según figuras 48 a 51. En cambio, las potencias caloríficas de la tabla 11 son la mitad que aparecen en los datos de catálogo puesto que estos hacen referencia a un salto de temperatura en el aire de entrada de 10°C, cuando se tiene en nuestro sistema un salto de 5°C.

De este modo, la potencia calorífica para el fancoil “FCH-251” sería de 5.220 kcal/h (6,07 kW) para un salto de temperatura de 10°C, pero en nuestro caso que se tienen 5°C es la mitad, 2.610 kcal/h (3,03 kW).



BTU *TECNIVEL INDUSTRIAL*



FANCOILS SERIE PARA ALTA HUMEDAD. MODELO FCH						
GENERALIDADES:		Fancoil de techo sin envolvente especialmente indicado para lugares de muy alto contenido de humedad. Versión estandar con batería a dos tubos. Disponen de una bandeja de polietileno ignifugo de espesor aproximado de 4 mm que cubre toda la parte baja del mismo y evita las hipotéticas condensaciones que, en lugares de extrema humedad, pudiera tener una bandeja metálica. Siendo posible incluso potenciarse aun más su aislamiento colocando en el fondo de la misma, por el exterior, una plancha de espuma de polietileno de 10 mm de espesor. La citada bandeja cuenta con una inclinación mayor a la normal que evita estancamientos de agua. Incorporados de serie amortiguadores de goma para su soportación del techo y embocadura en la impulsión. Se puede desmontar el grupo moto-ventilador por la parte de abajo, es decir, que si el fan-coil está instalado no es necesario bajarlo del techo para extraer el grupo.				
TAMAÑO		251	351	452	652	852
CAUDAL DE AIRE (M³/h)	Máximo	310	450	780	940	1.200
	Medio	230	350	590	720	1.080
	Mínimo	130	220	400	510	850
POTENCIA FRIGORIFICA TOTAL (Kfrig/h)	Qmáx.	1.840	2.770	4.310	5.360	6.900
	Qmed.	1.470	2.280	3.520	4.410	6.400
	Qmin.	930	1.570	2.620	3.380	5.370
POTENCIA FRIGORIFICA SENSIBLE (Kfrig/h)	Qmáx.	1.380	2.050	3.340	4.100	5.240
	Qmed.	1.070	1.640	2.630	3.250	4.810
	Qmin.	640	1.090	1.880	2.420	3.910
POTENCIA CALORIFICA (Kcal/h)	Qmáx.	3.600	5.220	8.350	10.150	13.270
	Qmed.	2.830	4.270	6.760	8.290	12.270
	Qmin.	2.070	3.130	4.950	6.300	10.200

Figura 48. FANCOIL modelo FCH. Características técnicas.



FAN-COILS TIPO
APARTAMENTO

ACF

APARTMENT
TYPE FAN-COILS



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS / TECHNICAL CHARACTERISTICS

MODELO / MODEL		2T	TAMAÑO / SIZE							
			15		20		27		36	
CAUDAL AIR FLOW	CAUDAL DE AIRE AIR FLOW	Vel./Speed	m ³ /h	m ³ /seg	m ³ /h	m ³ /seg	m ³ /h	m ³ /seg	m ³ /h	m ³ /seg
		MAX.	1.520	0,42	1.980	0,55	2.650	0,74	3.280	0,91
		MED.	1.430	0,40	1.760	0,49	2.510	0,70	3.100	0,86
		MIN.	1.370	0,38	1.580	0,44	2.390	0,66	3.000	0,83
POTENCIA CAPACITY	FRIGORIFICA TOTAL TOTAL COOLING	Vel./Speed	KW	KCal/h	KW	KCal/h	KW	KCal/h	KW	KCal/h
		MAX.	7,93	6.820	10,93	9.400	15,05	12.940	17,93	15.420
		MED.	7,71	6.630	10,13	8.710	14,62	12.570	17,17	14.770
	MIN.	7,48	6.430	9,41	8.090	14,10	12.130	16,91	14.540	
	FRIGORIFICA SENSIBLE SENSIBLE COOLING	MAX.	6,03	5.190	8,17	7.030	11,17	9.610	13,43	11.550
		MED.	5,80	4.990	7,49	6.440	10,79	9.280	12,81	11.020
		MIN.	5,60	4.820	6,91	5.490	10,38	8.930	12,59	10.830
	POTENCIA CALORIFICA HEATING CAPACITY	MAX.	16,40	14.100	21,67	18.630	29,71	25.550	35,67	30.670
		MED.	15,79	13.580	20,06	17.250	28,62	24.610	34,37	29.550
		MIN.	15,32	13.170	18,58	15.980	27,75	23.860	33,56	28.860

Figura 49. FANCOIL modelo ACF. Características técnicas.

50PZ075 (38PZ075 + 40PZ075) - caudal de aire 3530 l/s

Ewb	Edb		Temperatura del aire exterior °C				
			25	30	35	40	46
15	CAP		67,99	65,32	61,16	56,46	50,16
		KW	20,93	23,82	26,72	29,62	32,63
	19	SHC	40,98	38,00	37,04	35,01	32,66
		SHC	48,35	46,32	44,40	42,37	39,92
		SHC	55,61	53,69	51,66	49,63	47,28
		SHC	62,97	60,94	59,02	56,40	50,10
17	CAP		73,22	70,66	66,92	62,12	55,93
		KW	21,80	24,69	27,59	30,49	33,49
	21	SHC	40,88	37,89	36,93	34,90	32,55
		SHC	48,24	46,21	44,29	42,27	39,81
		SHC	55,50	53,58	51,55	49,52	47,17
		SHC	62,86	60,84	58,91	56,31	50,00
19	CAP		78,45	75,89	72,58	67,67	61,69
		KW	22,66	25,56	28,46	31,35	34,84
	23	SHC	40,77	37,78	36,82	34,79	32,45
		SHC	48,14	46,11	44,19	42,16	39,70
		SHC	55,39	53,47	51,44	49,42	47,07
		SHC	62,76	60,73	58,81	56,22	49,90
21	CAP		82,61	81,11	78,45	73,75	67,35
		KW	24,25	26,79	29,32	31,86	34,90
	25	SHC	40,66	37,68	36,72	34,69	32,34
		SHC	48,03	46,00	44,08	42,05	39,60
		SHC	55,29	53,37	51,34	49,31	46,96
		SHC	62,65	60,62	58,70	56,09	49,80

Leyenda:

- CAP Capacidad frigorífica total, kW
- Edb Temperatura bulbo seco de entrada, °C
- Ewb Temperatura bulbo húmedo de entrada, °C
- KW Consumo compresor
- SHC Capacidad frigorífica sensible, kW

Figura 50. Capacidad frigorífica sensible para máquina autónoma CARRIER 50PZ075.

50PZ 075 Ventilador exterior (38PZ 075) superior opcional

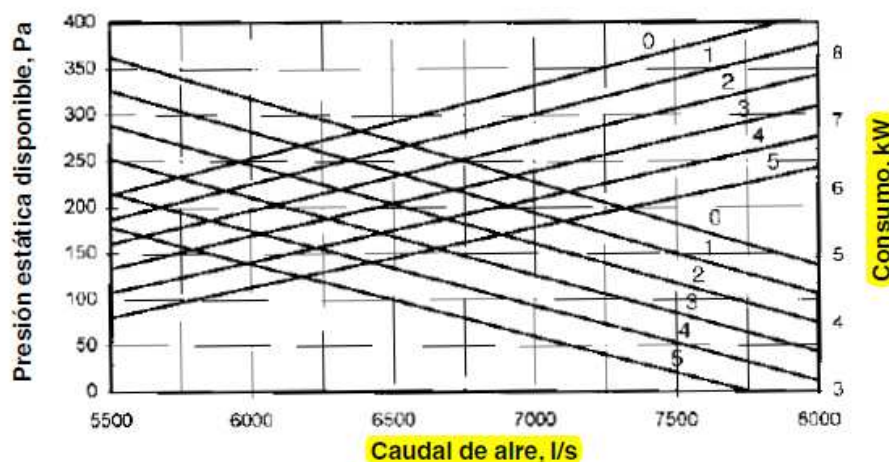


Figura 51. Curva Caudal - Consumo para máquina autónoma CARRIER 50PZ075.

Una vez definidos los datos técnicos de los fancoils según catálogo del fabricante, se completan, del mismo modo, las siguientes zonas acondicionadas, ver tablas 13 y 14.

ZONA	Fancoils (<u>*tipos</u>)	Potencia Frigorífica Total (kW)	Potencia Frigorífica Sensible (kW)	Potencia Calorífica (kW)	Caudal (m ³ /h)
P01_E02	2uds.* <u>2</u> +4uds.* <u>3</u>	42,08	32,12	40,54	6.360
P01_E03	1ud.* <u>2</u> +4uds.* <u>3</u>	37,08	28,24	35,69	5.580
P01_E04	1ud.* <u>5</u>	10,93	8,17	10,83	1.980
P01_E05	2ud.* <u>3</u>	16,04	12,18	15,42	1.200
P01_E08	1ud.* <u>1</u> +2ud.* <u>2</u>	13,22	10,14	12,73	2.010
P01_E09	1ud.* <u>2</u> +1ud.* <u>3</u>	13,02	9,97	12,56	1.980
P01_E10	2ud.* <u>3</u>	16,04	12,18	15,42	2.400
P02_E02	3ud.* <u>3</u> +1ud.* <u>5</u>	34,99	26,44	33,96	5.580
P02_E03	1ud.* <u>3</u>	8,02	6,09	7,71	1.200
P02_E05	1ud.* <u>2</u> +4ud.* <u>3</u> +1ud.* <u>4</u>	45,01	34,27	43,89	7.100
P02_E07	5ud.* <u>3</u>	40,1	30,45	38,55	6.000



P02_E08	1ud.* <u>2</u> +4ud.* <u>3</u>	37,08	28,24	35,69	5.580
P02_E12	1ud.* <u>3</u> +1ud.* <u>4</u> +2ud.* <u>5</u>	37,81	28,46	37,57	6.680
P03_E01	5ud.* <u>3</u>	40,1	30,45	38,55	6.000
P03_E03	4ud.* <u>2</u> +3ud.* <u>3</u> +1ud.* <u>5</u>	54,99	41,96	53,36	8.700
P03_E05	1ud.* <u>2</u>	5,00	3,88	4,85	780
P03_E06	1ud.* <u>3</u>	8,02	6,09	7,71	1.200
P03_E09	1ud.* <u>2</u>	5,00	3,88	4,85	780
P03_E10	3ud.* <u>2</u> +2ud.* <u>3</u> +1ud.* <u>5</u>	41,97	31,99	40,8	6.720
P03_E11	1ud.* <u>3</u>	8,02	6,09	7,71	1.200
P03_E18	1ud.* <u>1</u> +3ud.* <u>2</u> +2ud.* <u>3</u>	34,26	26,20	33,00	5.190
P03_E19	1ud.* <u>4</u> +1ud.* <u>5</u>	18,86	14,20	19,03	3.500

Tabla 13. Definición de zonas acondicionadas para el edificio principal en CALENER GT.

ZONA	Fancoils (*tipos)	Potencia Frigorífica Total (kW)	Potencia Frigorífica Sensible (kW)	Potencia Calorífica (kW)	Caudal (m ³ /h)
P03_E13	2uds*7	15,8	13,70	16,10	1.846
P03_E17	1ud*8	69,40	48,14	83,06	24.804
P01_E16	8uds* <u>6</u>	35,36	28,40	46,40	8.120
P02_E17	8uds* <u>6</u>	35,36	28,40	46,40	8.120
P02_E18	8uds* <u>6</u>	35,36	28,40	46,40	8.120

Tabla 14. Definición de zonas acondicionadas para el edificio “ala este” en CALENER GT.

De este modo, por ejemplo para el fancoil correspondiente a la zona “P01_E02” se tiene un caudal total constante de 6.360 m³/h, figura 52. El factor de transporte es la relación entre el consumo del aparato en W y el caudal en m³/h. En CALENER GT será el resultado de la estimación por media de los fancoils que hayan en ese subespacio. En el caso concreto del “P01_E02”, se tienen los modelos “FCH-452” cuyo factor de transporte es de 0,083 W/m³/h y el modelo “FCH-852” cuyo dato es de 0,074 W/m³/h, ver tablas 11 y



12. Por tanto, se estima un factor de transporte para este subespacio de 0,080 W/m³/h. Según este criterio se rellenan los demás factores de transporte para todos los subespacios, tabla 15.

ZONA	Fancoils (*tipos)	Factor de transporte ASIGNADOS (W/m ³ /h)
P01_E02	2uds.* <u>2</u> +4uds.* <u>3</u>	0,08
P01_E03	1ud.* <u>2</u> +4uds.* <u>3</u>	0,08
P01_E04	1ud.* <u>5</u>	0,12
P01_E05	2ud.* <u>3</u>	0,07
P01_E08	1ud.* <u>1</u> +2ud.* <u>2</u>	0,09
P01_E09	1ud.* <u>2</u> +1ud.* <u>3</u>	0,08
P01_E10	2ud.* <u>3</u>	0,07
P02_E02	3ud.* <u>3</u> +1ud.* <u>5</u>	0,09
P02_E03	1ud.* <u>3</u>	0,07
P02_E05	1ud.* <u>2</u> +4ud.* <u>3</u> +1ud.* <u>4</u>	0,07
P02_E07	5ud.* <u>3</u>	0,07
P02_E08	1ud.* <u>2</u> +4ud.* <u>3</u>	0,08
P02_E12	1ud.* <u>3</u> +1ud.* <u>4</u> +2ud.* <u>5</u>	0,09
P03_E01	5ud.* <u>3</u>	0,07
P03_E03	4ud.* <u>2</u> +3ud.* <u>3</u> +1ud.* <u>5</u>	0,09
P03_E05	1ud.* <u>2</u>	0,08
P03_E06	1ud.* <u>3</u>	0,07
P03_E09	1ud.* <u>2</u>	0,08
P03_E10	3ud.* <u>2</u> +2ud.* <u>3</u> +1ud.* <u>5</u>	0,09
P03_E11	1ud.* <u>3</u>	0,07
P03_E18	1ud.* <u>1</u> +3ud.* <u>2</u> +2ud.* <u>3</u>	0,09
P03_E19	1ud.* <u>4</u> +1ud.* <u>5</u>	0,09
P03_E13	2uds*7	-
P03_E17	1ud*8	0,26
P01_E16	8uds* <u>6</u>	0,08
P02_E17	8uds* <u>6</u>	0,08
P02_E18	8uds* <u>6</u>	0,08

Tabla 15. Factores de transporte asignados a los subespacios en CALENER GT.

Subsistemas secundarios

Seleccionar Sistema: FCOIL P01_E02

Especificaciones Básicas | Ventiladores | Refrigeración | Calefacción | Control | Técnicas de recuperación

Ventilador de impulsión

Horario: Siempre disponible

Caudal: 6.360 m³/h

Factor transporte: 0,08 W/(m³/h)

Tipo de control: Caudal constante

Posición: n/a

Ventilador de retorno

¿Existe? n/a

Caudal: n/a m³/h

Potencia: n/a kW

Caja de caudal variable

Caudal mínimo: n/a ratio

Aceptar

Figura 52. Especificaciones de los ventiladores de los fancoils.

Según las tablas 13 y 14, se introducen las potencias caloríficas, frigoríficas totales y sensibles de cada fancoil. El tipo de válvula de todos los modelos de fancoils utilizados en el edificio es de tres vías.

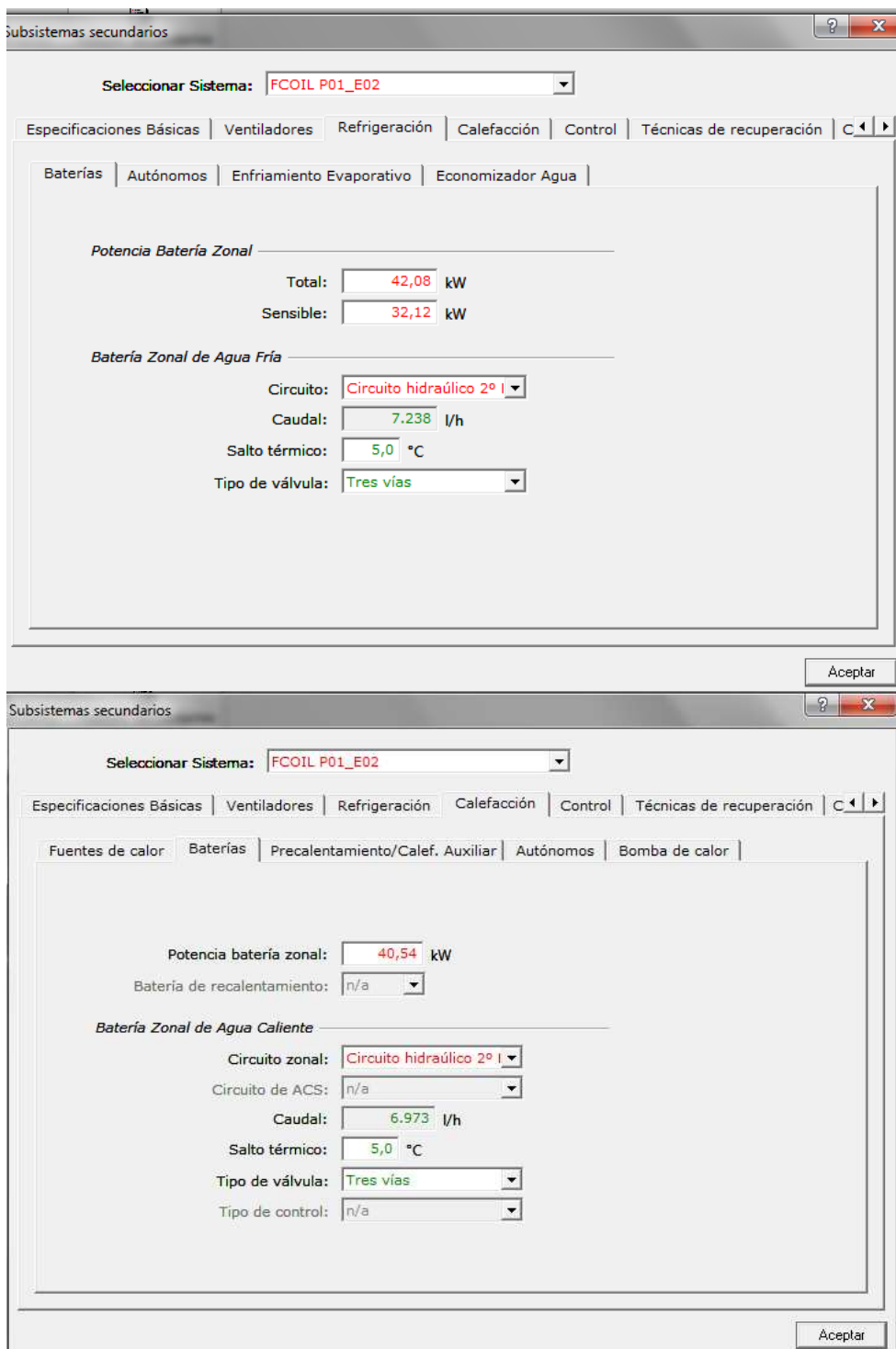


Figura 53. Especificaciones de las baterías de los fancoils.

En definitiva, una vez definidos todos los elementos de la instalación de climatización, CALENER GT muestra el esquema de principio de la figura 54.

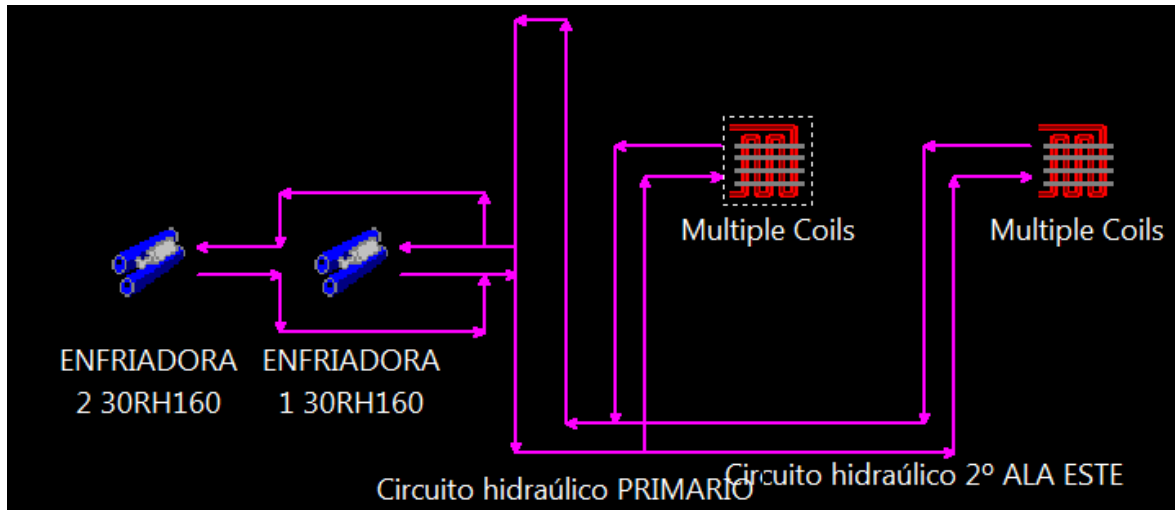


Figura 54. Esquema de principio en CALENER GT.

3.4 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

Una vez definido completamente el edificio mediante CALENER GT, se califica, obteniéndose en este caso una calificación C.

Finalmente, la etiqueta obtenida (sin introducir ninguna mejora) se observa en la figura 55.



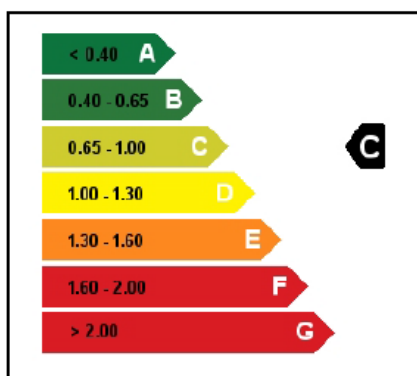
2. RESUMEN INDICADORES ENERGÉTICOS ANUALES

Indicador Energético	Edif. Objeto	Edif. Referencia	Índice	Calificación
Demanda Calef. (kW·h/m ²)	44.9	47.8	0.94	C
Demanda Refri. (kW·h/m ²)	81.8	85.3	0.96	C
Energía Primaria (kW·h/m ²)	105.0	128.7	0.82	C

Emisiones Climat. (kg CO ₂ /m ²)	19.6	23.4	0.84	C
Emisiones ACS (kg CO ₂ /m ²)	0.0	0.0	-1.00	-
Emisiones Ilum. (kg CO ₂ /m ²)	6.6	9.5	0.70	C
Emisiones Tot. (kg CO₂/m²)	26.2	32.8	0.80	C

Nota: Los valores han sido obtenidos utilizando la suma de las superficies acondicionadas y no acondicionadas

3. ETIQUETA Y VALORES TOTALES



Concepto	Edif. Objeto	Edif. Referencia
Energía Final (kWh/año)	228468.4	419765.9
Energía Final (kWh/(m ² año))	40.4	74.1
En. Primaria (kWh/año)	594703.3	728727.6
En. Primaria (kWh/(m ² año))	105.0	128.7
Emisiones (kg CO₂/año)	148276.0	185870.8
Emisiones (kg CO₂/(m²año))	26.2	32.8

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.

Figura 55. Etiqueta de calificación energética del edificio sin mejorar con CALENER GT.

4. SIMULACIÓN CON CE3X



4. SIMULACIÓN CON CE3X

El software CE3X compara el edificio objeto de la certificación energética con una base de datos elaborado para cada una de las ciudades representativas de las zonas climáticas (en este caso, Murcia B3), con los resultados obtenidos a partir de realizar un gran número de simulaciones con CALENER. Una vez introducidos los datos del edificio objeto, CE3X parametriza dichas variables y las compara con las características de los casos estudiados en la base de datos interna del programa.

4.1 ENTRADA DE DATOS

En primer lugar, se introducen los datos sobre la zona climática en la que se encuentra el edificio y demás datos administrativos, figura 56.

Datos administrativos	Datos generales	Envolvente térmica	Instalaciones		
Localización e identificación del edificio					
Nombre del edificio	Rectorado (Universidad Politécnica de Cartagena)				
Dirección	Plaza Cronista Isidoro Valverde, s/n Edificio "La Milagrosa"				
Provincia/Ciudad autónoma	Murcia	Localidad	Cartagena	Código Postal	30202
Referencia Catastral	8339810XG7683N0001RK				
Datos del cliente					
Nombre o razón social	Universidad Politécnica de Cartagena				
Dirección	Plaza Cronista Isidoro Valverde, s/n Edificio "La Milagrosa"				
Provincia/Ciudad autónoma	Murcia	Localidad	Cartagena	Código Postal	30202
Teléfono	968-32-54-00	E-mail			
Datos del técnico certificador					
Nombre y Apellidos	Francisco Segura Quiles	NIF	23052365-V		
Razón social	Universidad Politécnica de Cartagena	CIF	Q-8050013-E		
Dirección	Plaza Cronista Isidoro Valverde, s/n Edificio "La Milagrosa"				
Provincia/Ciudad autónoma	Murcia	Localidad	Cartagena	Código Postal	30310
Teléfono	630234772	E-mail	fco.segura.quiles@gmail.com		
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitecto técnico, Ingeniero de edificación				

Figura 56. Datos administrativos del Rectorado en CE3X.



En la pestaña “datos generales” se introducen datos relevantes a superficie útil habitable, altura libre de planta y número de plantas habitables, así como su intensidad de uso, figura 57.

Datos administrativos Datos generales **Envolvente térmica** Instalaciones

Datos generales

Normativa vigente: C.T.E. Año construcción: 1980

Tipo de edificio: Edificio completo Perfil de uso: Intensidad Media - 12h

Provincia/Ciudad autónoma: Murcia Localidad: Cartagena Zona climática: B3 HE-1 HE-4 / HE-5

Definición edificio

Superficie útil habitable: 5803.71 m²

Altura libre de planta: 3.22 m

Número de plantas habitables: 3

Consumo total diario de ACS: 0 l/día

Masa de las particiones: Media

Se ha ensayado la estanqueidad del edificio

Imagen edificio Plano situación

Figura 57. Datos generales del Rectorado en CE3X.

El programa CE3X establece diferentes niveles de introducción de datos, en función del grado de conocimiento de las características térmicas del edificio y de sus instalaciones.

- Valores por defecto.
- Valores estimados.
- Valores conocidos (ensayados/justificados).

Los valores por defecto, para aquellos edificios de los que se desconozca las características térmicas de los cerramientos y demás parámetros que afectan a la eficiencia energética del edificio. Son valores, en la mayoría de los casos, establecidos por la normativa térmica vigente durante el desarrollo del proyecto, y por tanto, a falta de más información, garantizan las calidades térmicas mínimas de los diferentes elementos que componen la envolvente del edificio.



Los valores estimados se deducen de un valor conocido/justificado (en la mayoría de los casos, el aislamiento térmico del cerramiento) y de otros valores conservadores, que se definen a partir de las características del elemento, lo cual implica que son válidos para todos aquellos elementos similares o para aquellos de propiedades más favorables.

Los valores conocidos o justificados se obtienen directamente de ensayos, catas en los cerramientos, del proyecto original o de sus reformas, de una monitorización de las instalaciones térmicas, o de cualquier otro documento, prueba o análisis que justifique el parámetro solicitado.

En este caso los valores serán en su mayoría conocidos, definidos primeramente en la librería o biblioteca de LIDER en el primer apartado del presente trabajo.

4.1.1 Panel de envolvente térmica

La envolvente térmica define todos los cerramientos que limitan entre espacios habitables y el ambiente exterior (aire, terreno u otro edificio) y todas las particiones interiores que limitan entre los espacios habitables y los espacios no habitables. Se introducen en el edificio objeto definiendo su orientación, figura 58.

Datos administrativos | Datos generales | **Envolvente térmica** | Instalaciones

Edificio Objeto

- Cubierta inclinada a dos aguas
- Muro de fachada N
- Muro de fachada S
- Muro de fachada O
- Muro de fachada E
- Suelo PB
- Partición superior P2

Envolvente térmica del edificio

Cubierta Enterrada

Muro En contacto con el aire

Suelo

Partición interior

Hueco/Lucernario

Puente térmico

Cubierta en contacto con el aire

Nombre: Cubierta inclinada a dos aguas Zona: Edificio Objeto

Dimensiones

Superficie: 1575 m²
Longitud: m
Anchura: m

Características

Patrón de sombras: Sin patrón

Parámetros característicos del cerramiento

Propiedades térmicas Conocidas Transmisión térmica: 0,28 W/m²K

Transmisión térmica: W/m²K Masa/m²: kg/m²

Librería cerramientos: Cubierta

Figura 58. Envlovente térmica del Rectorado en CE3X.



En nuestro caso, el edificio se compone de:

- 4 Muros de fachada exterior (norte, sur, este y oeste).
- Huecos/Lucernarios.
- Suelo en contacto con el terreno.
- Cubierta inclinada a dos aguas.

Cada elemento está definido del mismo modo que en los datos recogidos en el programa LIDER (capítulo 2 del presente proyecto).

4.1.1.1 Cubierta

Se introduce la superficie y la composición de la cubierta inclinada a dos aguas (librería de materiales referente a LIDER), figura 59.

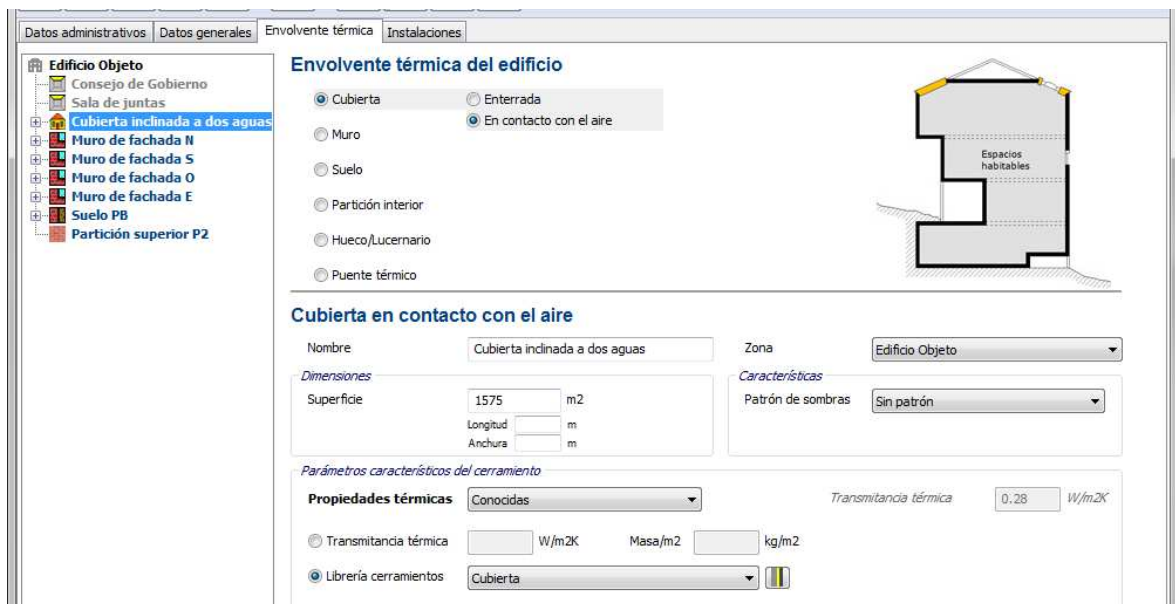


Figura 59. Definición de la cubierta del Rectorado en CE3X.

4.1.1.2 Muros

Se introduce la superficie y la orientación de todos los muros que dan a fachada para conseguir su transmitancia térmica (composición de materiales referente a LIDER).

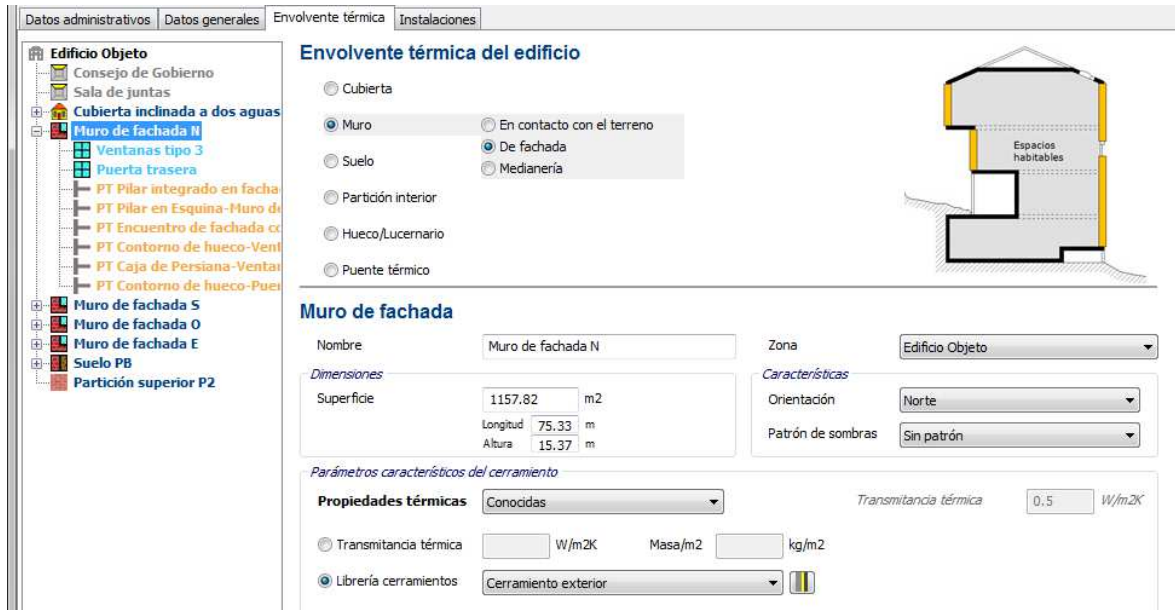


Figura 60. Definición de muros de fachada del Rectorado en CE3X.

4.1.1.3 Suelos

Se introduce la superficie del suelo en contacto con el terreno (planta baja), composición de materiales referente a LIDER.

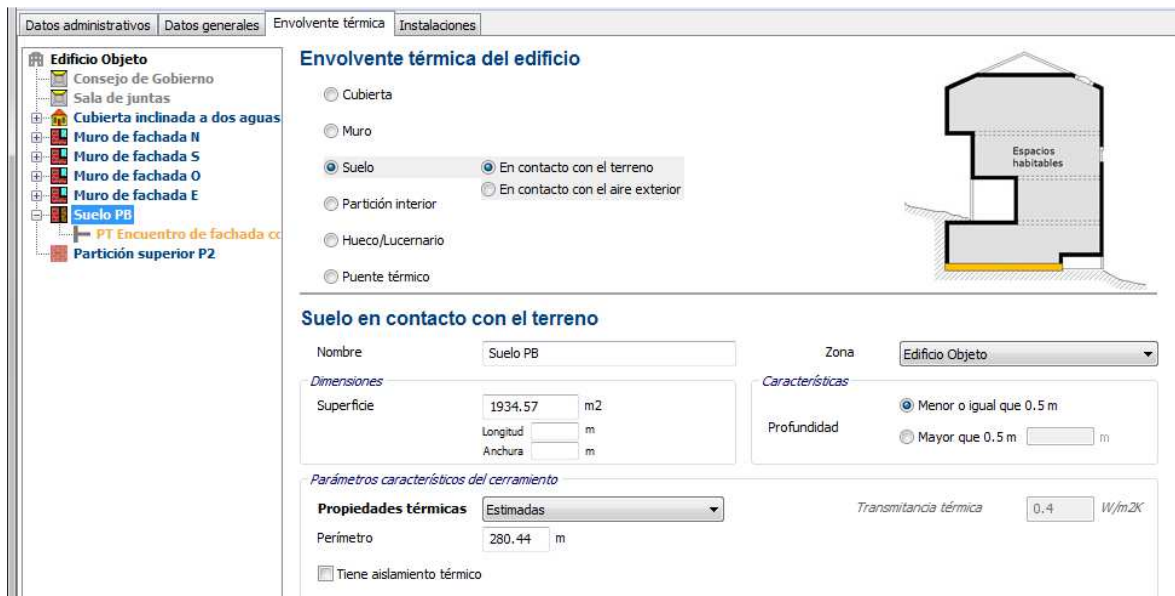


Figura 61. Definición del suelo en contacto con el terreno del Rectorado en CE3X.

4.1.1.4 Huecos/lucernarios/ventanas

Se definen los tipos, superficies y porcentajes ocupados por el marco (datos recogidos en la biblioteca definida en LIDER) según el cerramiento asociado en función de su orientación.

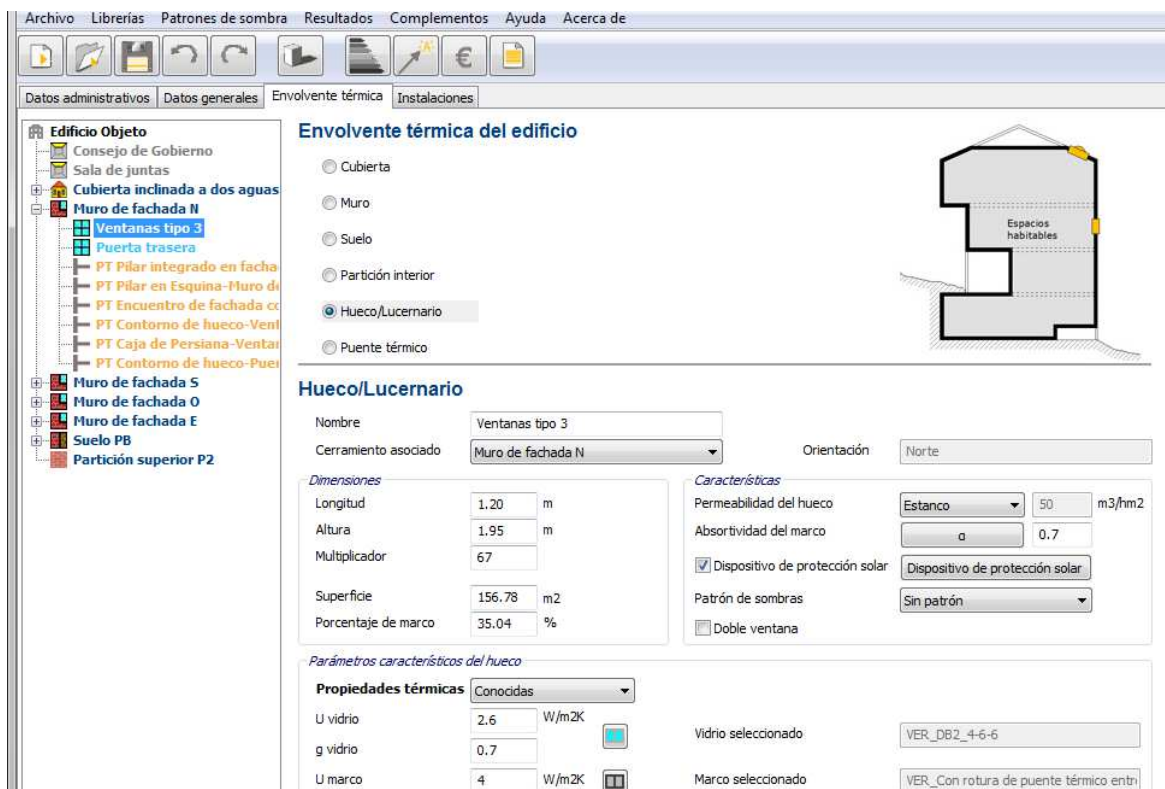


Figura 62. Definición de huecos del Rectorado en CE3X.

4.1.1.5 Puentes térmicos

Para definir los puentes térmicos habrá que determinar el tipo de puente térmico del que se trata, el cerramiento al cual se encuentra asociado, su valor de transmitancia térmica lineal Ψ en W/mK y la longitud del mismo.

Se definen, a modo de ejemplo, las longitudes solicitadas por CALENER para los muros con orientaciones al norte y sur:

FACHADA NORTE

- Pilar integrado en fachada: 11 pilares * 3 plantas * 3,22 de longitud (altura libre entre plantas) = 106,26 m



- Pilares en esquina: 3 pilares * 3 plantas * 3,22 de longitud (altura libre entre plantas) = 28,98 m
- Encuentro fachada-forjado: 75,33 m de longitud de fachada * 3 plantas = 225,99 m

FACHADA SUR

- Pilar integrado en fachada: 14 pilares * 3 plantas * 3,22 de longitud (altura libre entre plantas) = 135,24 m
- Pilares en esquina: 1 pilar * 3 plantas * 3,22 de longitud (altura libre entre plantas) = 9,66 m
- Encuentro fachada-forjado: 62,66 m de longitud de fachada * 3 plantas = 187,98 m

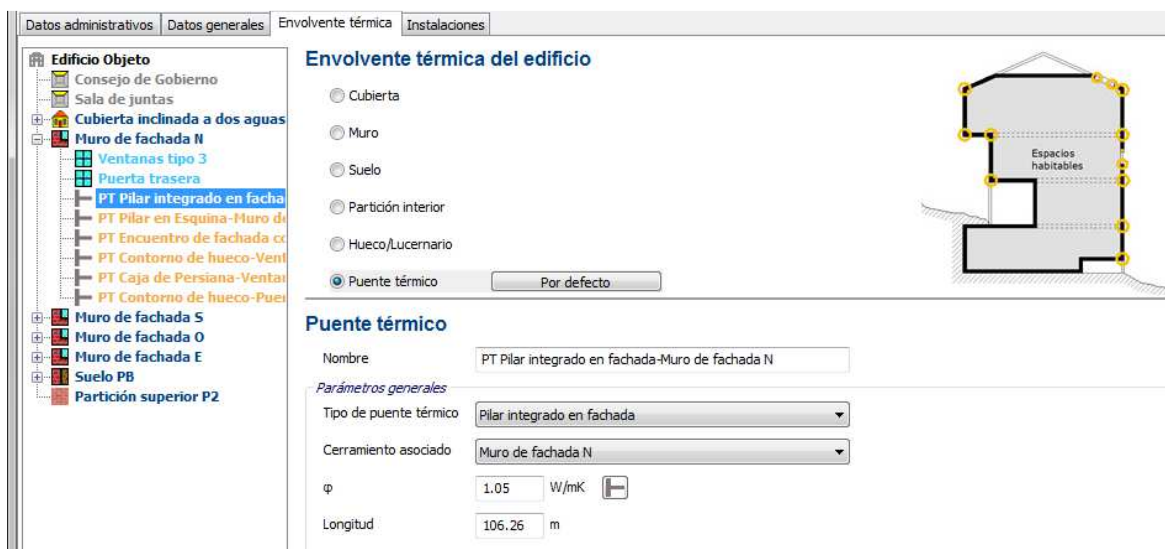


Figura 63. Puentes térmicos en CE3X.

4.1.1.6 Librerías

Se pueden definir (si no se conocen) materiales, cerramientos, vidrios, marcos o puentes térmicos que permitan realizar los cálculos. En este caso las librerías se corresponden con los datos introducidos en el software LIDER.

4.1.1.7 Patrones de sombra

Del mismo modo que en el apartado “3.3.3 Patrones de sombra”, se introducen las sombras que provocan el edificio colindante con la fachada principal y la que proyecta el

Cerro de San José sobre el ala este. Dichos datos se introducen en CE3X según la figura 64.

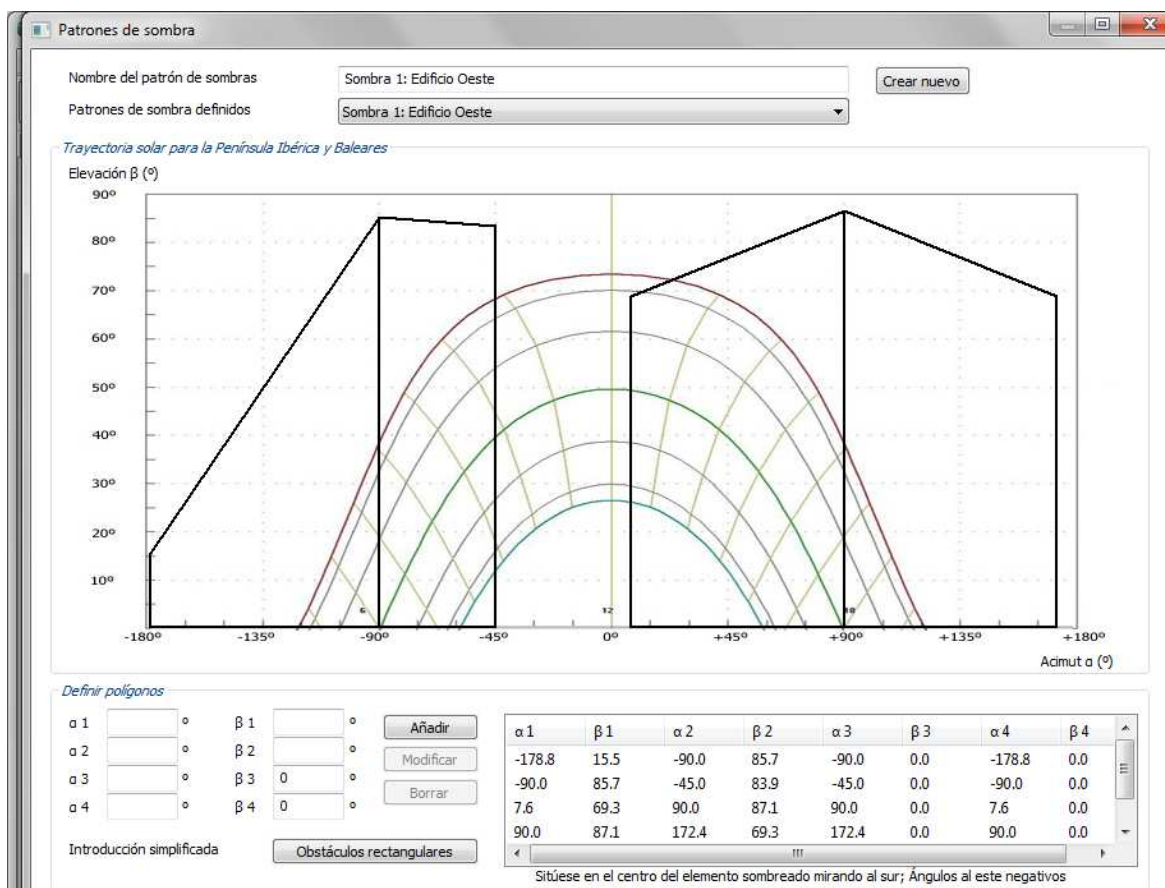


Figura 64. Elementos de sombreado en CE3X.

4.1.2 Panel de instalaciones

El edificio a calificar se compone de:

- Instalación de calefacción y refrigeración con bomba de calor (enfriadoras).
- Instalación de calefacción y refrigeración con bomba de calor (máquina autónoma de conductos en sala “consejo de gobierno”).
- Instalación de calefacción y refrigeración con bomba de calor (splits en “sala de juntas”).
- Iluminación.



- Ventiladores (fancoils).
- Equipos de bombeo.

4.1.2.1 Equipo de calefacción y refrigeración (enfriadoras)

Se introducen las plantas enfriadoras como bombas de calor, con un rendimiento nominal para calefacción (COP) del 258% y rendimiento nominal para refrigeración (EER) del 236%. La demanda cubierta por el equipo es del 93% (5.397,45 m²) ya que el 7% restante está referido a la sala de juntas (abastecida por dos splits) y la sala consejo de gobierno (abastecida por una máquina autónoma de conductos), ver figura 65.

The screenshot shows the 'Instalaciones del edificio' (Building Installations) window in CE3X. The left sidebar shows a tree view of the building structure, including 'Consejo de Gobierno', 'Sala de juntas', and 'ENFRIADORAS'. The main area is titled 'Equipo de calefacción y refrigeración' (Heating and cooling equipment) and contains the following configuration details:

- Nombre:** ENFRIADORAS
- Zona:** Edificio Objeto
- Características:**
 - Tipo de generador: Bomba de Calor
 - Tipo de combustible: Electricidad
- Demanda cubierta (Covered Demand):**

	Calefacción	Refrigeración
Superficie (m ²)	5397,45	5397,45
Porcentaje (%)	93	93
- Rendimiento medio estacional (Seasonal Efficiency):**
 - Rendimiento estacional: Estimado según Instalación
 - Antigüedad del equipo: Entre 5 y 10 años
 - Calefacción: Rendimiento nominal 258%, Rendimiento medio estacional 161.1%
 - Refrigeración: Rendimiento nominal 236%, Rendimiento medio estacional 163.8%

Figura 65. Equipos de calefacción y refrigeración (enfriadoras).

4.1.2.2 Equipo de calefacción y refrigeración (máquina autónoma de conductos)

Del mismo modo que en el apartado anterior, se introducen el rendimiento nominal para calefacción (COP) del 208% y rendimiento nominal para refrigeración (EER) del 162%. La demanda cubierta por el equipo es del 100% ya que abastece a la totalidad de la superficie de la sala consejo de gobierno (304,64 m²), ver figura 66.



Datos administrativos | Datos generales | Envolverte térmica | Instalaciones

Edificio Objeto

- Consejo de Gobierno
 - AUTÓNOMA 50PZ075
 - Sala de juntas
 - SPLITS NT30RC
 - ENFRIADORAS
 - Iluminación
 - FANCOILS CALEF
 - FANCOILS REFRIG
 - BOMBAS CALEF
 - BOMBAS REFRIG

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: AUTÓNOMA 50PZ075 Zona: Consejo de Gobierno

Características

Tipo de generador: Bomba de Calor
Tipo de combustible: Electricidad

Demanda cubierta

	Calefacción	Refrigeración
Superficie (m2)	304.64	304.64
Porcentaje (%)	100	100

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional: Estimado según Instalación

Antigüedad del equipo: Entre 5 y 10 años

	Rendimiento nominal	Rendimiento medio estacional
Calefacción	208 %	129.9 %
Refrigeración	162 %	112.4 %

Figura 66. Equipos de calefacción y refrigeración (máquina autónoma de conductos).

4.1.2.3 Equipo de calefacción y refrigeración (splits)

Del mismo modo que en el apartado anterior, se introducen el rendimiento nominal para calefacción (COP) del 328% y rendimiento nominal para refrigeración (EER) del 287%. La demanda cubierta por el equipo es del 100% ya que abastece a la totalidad de la superficie de la sala de juntas (97,66 m²), ver figura 67.

Datos administrativos | Datos generales | Envolverte térmica | Instalaciones

Edificio Objeto

- Consejo de Gobierno
 - AUTÓNOMA 50PZ075
 - Sala de juntas
 - SPLITS NT30RC
 - ENFRIADORAS
 - Iluminación
 - FANCOILS CALEF
 - FANCOILS REFRIG
 - BOMBAS CALEF
 - BOMBAS REFRIG

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: SPLITS NT30RC Zona: Sala de juntas

Características

Tipo de generador: Bomba de Calor
Tipo de combustible: Electricidad

Demanda cubierta

	Calefacción	Refrigeración
Superficie (m2)	97.66	97.66
Porcentaje (%)	100	100

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional: Estimado según Instalación

Antigüedad del equipo: Entre 5 y 10 años

	Rendimiento nominal	Rendimiento medio estacional
Calefacción	328 %	204.8 %
Refrigeración	287 %	199.2 %

Figura 67. Equipos de calefacción y refrigeración (splits).

4.1.2.4 Iluminación

Según los datos de los que se dispone del edificio (memoria de oficios) se definen equipos de iluminación interior fluorescente de inducción para un nivel de iluminación medio de 500 Lux, compuestos por luminarias en chapa de acero con componente óptico de aluminio y lámpara fluorescente línea de alto factor, “Indalux” o equivalente, figura 68.

The screenshot shows the 'Instalaciones' (Installations) tab in the CE3X software. On the left, a tree view under 'Edificio Objeto' includes 'Iluminación'. The main area is titled 'Instalaciones del edificio' and contains several radio button options for different equipment types. The 'Equipos de iluminación' section is active, showing a form with the following fields:

- Nombre: Iluminación
- Zona: Edificio Objeto
- Superficie zona: 5803.71 m2
- Características: Sin control de la iluminación, Con control de la iluminación
- Eficiencia energética: Zona de representación, Actividad: Administrativo en general
- Definir características: Estimado
- Tipo de equipo: Fluorescencia compacta
- Iluminancia media horizontal: 500 lux

Figura 68. Equipos de iluminación.

4.1.2.5 Ventiladores (fancoils)

Se introducen los fancoils (para calefacción y refrigeración) correspondientes a las plantas baja, primera y segunda del edificio principal y a las plantas baja y primera del ala este, con el sumatorio de potencias eléctricas según la tabla 10 vista en el apartado “3.2.5 Relación de equipos que consumen energía”.

El cálculo del número de demanda se lleva a cabo de la siguiente manera:



- **Nº de horas de demanda en calefacción:** 7 horas de funcionamiento al día * 30 días al mes * 4 meses de calefacción (invierno) = **840 h**
- **Nº de horas de demanda en refrigeración:** 7 horas de funcionamiento al día * 30 días al mes * 6 meses de refrigeración (verano) = **1.260 h**

The screenshot shows the 'Instalaciones del edificio' (Building Installations) tab. On the left, a tree view shows the project structure: 'Edificio Objeto' > 'Consejo de Gobierno' > 'AUTÓNOMA 50PZ075' > 'Sala de juntas' > 'SPLITS NT30RC' > 'ENFRIADORAS' > 'Iluminación' > 'FANCOILS CALEF' (highlighted). The main panel is titled 'Instalaciones del edificio' and contains several radio button options for equipment types. The 'Ventiladores' (Fans) option is selected. Below this, the 'Ventiladores' configuration section is shown for a unit named 'FANCOILS CALEF' in the 'Edificio Objeto' zone. The 'Características' section shows 'Tipo de ventilador' as 'Ventilador de caudal constante' and 'Servicio' as 'Calefacción'. The 'Consumo energético anual' section shows 'Consumo energético' as 'Estimado', 'Potencia eléctrica' as 8.166 kW, and 'Número de horas de demanda' as 840 h. A checkbox at the bottom indicates '¿Funciona el ventilador cuando no hay demanda térmica?' with 'No' selected.

Figura 69. Ventiladores con servicio de calefacción.

The screenshot shows the 'Instalaciones del edificio' (Building Installations) tab. On the left, a tree view shows the project structure: 'Edificio Objeto' > 'Consejo de Gobierno' > 'AUTÓNOMA 50PZ075' > 'Sala de juntas' > 'SPLITS NT30RC' > 'ENFRIADORAS' > 'Iluminación' > 'FANCOILS REFRIG' (highlighted). The main panel is titled 'Instalaciones del edificio' and contains several radio button options for equipment types. The 'Ventiladores' (Fans) option is selected. Below this, the 'Ventiladores' configuration section is shown for a unit named 'FANCOILS REFRIG' in the 'Edificio Objeto' zone. The 'Características' section shows 'Tipo de ventilador' as 'Ventilador de caudal constante' and 'Servicio' as 'Refrigeración'. The 'Consumo energético anual' section shows 'Consumo energético' as 'Estimado', 'Potencia eléctrica' as 8.166 kW, and 'Número de horas de demanda' as 1260 h. A checkbox at the bottom indicates '¿Funciona el ventilador cuando no hay demanda térmica?' with 'No' selected.

Figura 70. Ventiladores con servicio de refrigeración.



4.1.2.6 Equipos de bombeo

Se introducen las bombas correspondientes a las enfriadoras, circuitos hidráulicos primario y secundario (una para calefacción y otra para refrigeración) con el sumatorio de potencias eléctricas según la tabla 10 vista en el apartado “3.2.5 Relación de equipos que consumen energía”.

El cálculo del número de horas de demanda se ha llevado a cabo del mismo que en el apartado anterior para los ventiladores.

The screenshot shows the CE3X software interface. On the left is a tree view under 'Edificio Objeto' with the following items: Consejo de Gobierno, AUTÓNOMA 50PZ075, Sala de juntas, SPLITS NT30RC, ENFRIADORAS, Iluminación, FANCOILS CALEF, FANCOILS REFRIG, BOMBAS CALEF (highlighted), and BOMBAS REFRIG. The main panel is titled 'Instalaciones del edificio' and contains a list of equipment types with radio buttons: 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 (selected), and Torres de refrigeración. Below this is the 'Equipos de bombeo' section. It includes a 'Nombre' field with 'BOMBAS CALEF', a 'Zona' dropdown menu set to 'Edificio Objeto', and a 'Características' section with 'Tipo de bomba' set to 'Bomba de caudal constante' and 'Servicio' set to 'Calefacción'. The 'Consumo energético anual' section shows 'Consumo energético' set to 'Estimado', 'Potencia eléctrica' as 16 kW, and 'Número de horas de demanda' as 840 h. At the bottom, there is a checkbox question '¿Funciona la bomba cuando no hay demanda térmica?' with 'No' selected.

Figura 71. Equipos de bombeo con servicio de calefacción.



Datos administrativos | Datos generales | Envolverte térmica | Instalaciones

Instalaciones del edificio

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

Equipos de bombeo

Nombre: BOMBAS REFRIG Zona: Edificio Objeto

Características
Tipo de bomba: Bomba de caudal constante
Servicio: Refrigeración

Consumo energético anual
Consumo energético: Estimado Consumo energético anual: 20160.0 kWh
Potencia eléctrica: 16 kW
Número de horas de demanda: 1260 h

¿Funciona la bomba cuando no hay demanda térmica?
 Sí No

Figura 72. Equipos de bombeo con servicio de refrigeración.

4.2 CALIFICACIÓN DEL EDIFICIO

Cuanto más completa y detallada sea la introducción de los datos referidos a la envolvente térmica y las instalaciones, más próxima se encontrará la calificación final del valor real de demandas y emisiones asociadas al edificio que se certifica.

Cuando se proceda a la calificación del edificio el programa arrojará la calificación energética correspondiente al mismo. En dicha calificación se mostrará:

1. Escala de calificación; muestra la escala de letras de calificación junto con los valores de kgCO_2/m^2 que comprende cada letra. Estos valores serán función de la zona climática, uso, etc.
2. Calificación del edificio objeto; valor de calificación energética obtenido por el edificio analizado junto a la letra de la escala de calificación a la cual corresponde dicho valor. Dicho valor y su letra se mostrarán situados junto a la escala de calificación a la altura de la letra correspondiente.
3. Datos del edificio objeto; aparecerán a la derecha de la pantalla y mostrarán:
 - Demanda de calefacción (kWh/m^2); indica las necesidades de calefacción del edificio certificado a lo largo del año, para unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación. Este valor dependerá de las características de la envolvente del edificio, zona climática donde se ubique, uso, etc.



- Demanda de refrigeración (kWh/m²); indica las necesidades de refrigeración del edificio certificado a lo largo del año, para unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación. Este valor dependerá de las características de la envolvente del edificio, zona climática donde se ubique.
 - Emisiones de calefacción (kg CO₂/m²); indica las emisiones del edificio debidas a la demanda de calefacción y la eficiencia de las instalaciones que dan servicio a dicha demanda, a lo largo del año. Este valor dependerá del consumo energético asociado a la demanda de calefacción y a las características de las instalaciones del edificio.
 - Emisiones de refrigeración (kg CO₂/m²); indica las emisiones del edificio debidas a la demanda de refrigeración y la eficiencia de las instalaciones que dan servicio a dicha demanda, a lo largo del año. Este valor dependerá del consumo energético asociado a la demanda de refrigeración y a las características de las instalaciones del edificio.
4. Emisiones de ACS (kg CO₂/m²); indica las emisiones del edificio debidas a la demanda de agua caliente sanitaria (ACS) y la eficiencia de las instalaciones que dan servicio a dicha demanda, a lo largo del año. Este valor dependerá del consumo energético asociado a la demanda de ACS y a las características de las instalaciones del edificio que suministran dicho servicio.
 5. Emisiones de iluminación (kg CO₂/m²); indica las emisiones del edificio debidas a la iluminación del edificio y la eficiencia de las instalaciones que dan este servicio a lo largo del año. Este valor dependerá del consumo energético asociado a la iluminación y a las características de las instalaciones del edificio que suministran dicho servicio. Este tipo de emisiones sólo se considerará para la certificación de edificios de uso terciario.

La etiqueta que resulta para el edificio del Rectorado con el programa CE3X, se muestra en la figura 73.

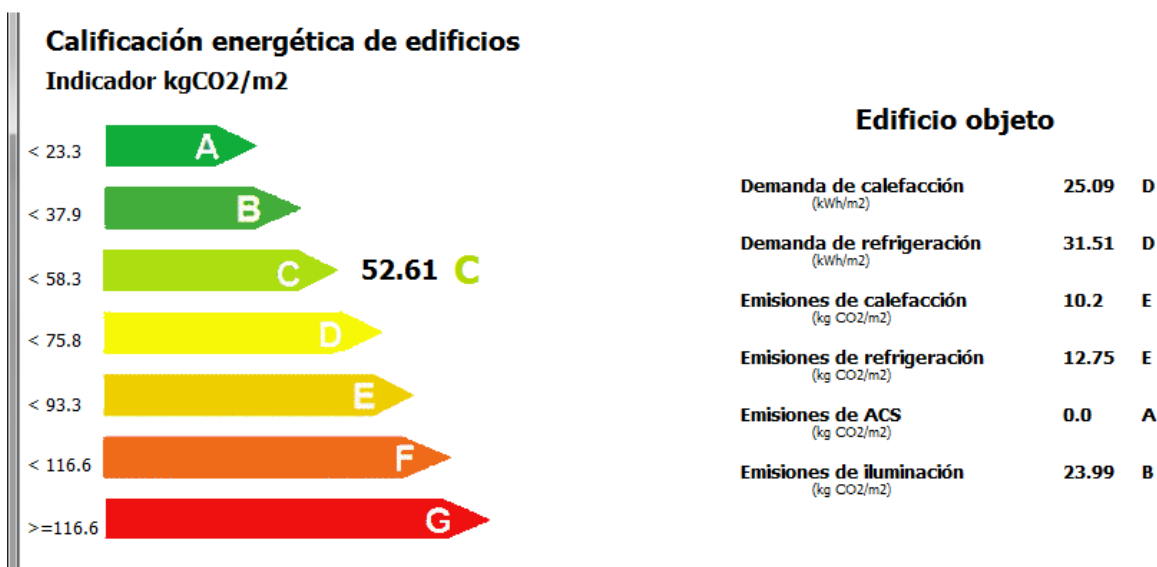


Figura 73. Etiqueta de calificación energética del edificio sin mejoras con CE3X.

4.3 MEDIDAS DE MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Se proponen tres medidas de mejora con el software CE3X: modificar la permeabilidad de los huecos (ventanas y puertas), sustituir las bombas, tanto de los circuitos primarios y secundarios como de las enfriadoras por otras con variador de frecuencia, y la sustitución de enfriadoras por otras con mayor rendimiento nominal.

1. MODIFICACIÓN DE LA PERMEABILIDAD DE HUECOS.

Según la normativa “UNE-EN 12207 Abril 2000. Puertas y ventanas. Permeabilidad al aire. Clasificación” se definen dos clasificaciones basadas en la permeabilidad al aire del hueco como muestra de ensayo por referencia a la superficie total y su permeabilidad al aire por referencia a la longitud de la junta de apertura. En la tabla “4.4 Clasificación basada sobre la superficie total” de la citada normativa, se establece la clase 1 con una permeabilidad al aire a 100 Pa de 50 m³/h*m² (valor que define por defecto CALENER GT y CE3X). Esta medida de mejora pasa por definir una clase 2 con una permeabilidad de 27 m³/h*m², tal y como se muestra en la figura 74.



Medida de mejora en los huecos

Nombre: Nueva permeabilidad del hueco

Seleccionar las orientaciones dónde se mejoran los huecos

Norte Sur Lucernarios
 NO SO Oeste
 NE SE Este

Nuevos parámetros característicos del vidrio

Nueva permeabilidad del aire del hueco

Clase de ventanas: Clase 2
 Permeabilidad

Nuevo porcentaje de marco

Nuevas propiedades de marco

Definir doble ventana

Definir dispositivos de protección solar

Aceptar Cancelar

Figura 74. Mejora 1: Nueva permeabilidad del hueco en CE3X.

2. SUSTITUCIÓN DE BOMBAS CON CONTROL DE VELOCIDAD.

Se propone introducir bombas con variador de frecuencia para así ajustar el consumo energética de las mismas con la demanda. El software CE3X requiere unos coeficientes para definir la curva de consumo del equipo. Como dichos coeficientes se desconocen y no se tiene información sobre las curvas de consumo de una bomba cualquiera con control de velocidad, se introducen los coeficientes que vienen dados por defecto en la curva “Pump-Power-Flow” de CALENER GT, para así más adelante, establecer una comparativa entre ambas propuestas de mejora. Estos coeficientes se muestran en la figura 75.

Performance Curve Properties

Curva activa: **Pump-Power-fFlow** Tipo: Cuadrática

Especificaciones básicas

Nombre curva: Pump-Power-fFlow

Tipo curva: Cuadrática Salida mínima: -1.000.000,00
Salida máxima: 1.000.000,00

Formula de la curva:
 $Z = a + bX + cX^2$

Coefficientes:
a = 0,36977392 b = 0,84037501 c = -0,21014881

Cuadro incluir mejoras en Bombas

Medida de mejora en el equipo de bombeo

Nombre: BOMBAS CALEF Zona: Edificio Objeto

Características:
Tipo de bomba: Bomba de varias velocidades
Servicio: Calefacción

Consumo energético anual:
Consumo energético: Estimado por curva Consumo energético anual: 5977,7 kWh
Potencia eléctrica: 16 kW
Número de horas de demanda: 840 h

¿Funciona la bomba cuando no hay demanda térmica?
 Sí No

Aceptar Cancelar

Definir curva de consumo del equipo

Definir coeficientes de la curva

C1	C2	C3	C4
0,34	0,84	-0,21	0,0

Aceptar Cancelar

Figura 75. Mejora 2: Bombas de caudal variable en CE3X.

3. SUSTITUCIÓN DE ENFRIADORAS.

Se propone sustituir las enfriadoras actuales (CARRIER 30RH160) por otras que ofrezcan similares potencias caloríficas y frigoríficas con un rendimiento mayor. Se eligen



dos enfriadoras modelo “DAIKIN EWYQ150-DAYNN”, figura 76, con un rendimiento nominal para calefacción (COP) del 290% y un rendimiento nominal para refrigeración (EER) del 257%, valores superiores al 258% de COP y 236% de EER que tiene la enfriadora actual en el edificio. Dichos rendimientos se introducen en CE3X según la figura 77.

ENFRIADORAS AIRE-AGUA CON R-410A			EWYQ080-DAYNN	EWYQ100-DAYNN	EWYQ130-DAYNN	EWYQ150-DAYNN	EWYQ180-DAYNN	EWYQ210-DAYNN	EWYQ230-DAYNN	EWYQ250-DAYNN
Capacidad	Refrigeración	kW	78,1	101	138	147	185	213	233	254
	Calefacción	kW	86,5	113	148	163	197	223	256	279
Consumo Total	Refrigeración	kW	27,5	37,1	49	57,1	65,7	77,2	83,8	95,1
	Calefacción	kW	31	39,1	51,1	60,2	69,9	79,1	86	98,5
EER (Según EN14511)			2,84	2,72	2,82	2,57	2,82	2,76	2,78	2,67
COP (Según EN14511)			2,79	2,89	2,71	2,9	2,82	2,82	2,98	2,83
ESEER (Según EN14511)			3,76	3,68	3,84	3,99	4,02	3,96	4,04	3,87
SCROLL										
Compresor	Tipo		2	2	4	4	4	4	4	4
	Cantidad									
Etapas de capac.	%		0-50-100	0-50-100	0-25-50-75-100	0-25-50-75-100	21/29-43/ 50/57-71/79-100	0-25-50-75-100	22/28-44/ 50/56-72/78-100	0-25-50-75-100
Refrigerante			R-410A	R-410A	R-410A	R-410A	R-410A	R-410A	R-410A	R-410A
Caudal de agua	Min/Máx.	l/min	110/503	143/654	195/854	208/946	262/1.141	302/1.290	331/1.479	361/1.611
Caudal de aire		m³/min	780	780	800	860	1290	1.290	1.600	1.600
Dimensiones	Alto	mm	2.311	2.311	2.311	2.311	2.311	2.311	2.311	2.311
	Fondo	mm	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
	Ancho	mm	2.566	2.566	2.631	2.631	3.081	3.081	4.850	4.850
Peso en funcionamiento	(NVP/B)	kg	1.415/1.683/1.923	1.465/1.733/1.973	1.567/1.853/2.093	1.619/1.905/2.145	1.875/2.161/2.401	1.927/2.213/2.453	3.239/3.510/3.750	3.342/3.613/3.853
Potencia sonora		dBA	86	86	88	89	90	91	91	91

Nota: los valores de eficiencia corresponden con el modelo DAYNP.

Figura 76. Datos técnicos de la enfriadora DAIKIN EWYQ150-DAYNN.

Cuadro incluir mejoras en Climatización

Medida de mejora en la instalación de climatización

Nombre: Zona:

Características

Tipo de generador:

Tipo de combustible:

Demanda cubierta

	Calefacción	Refrigeración
Superficie (m2)	5397.45	5397.45
Porcentaje (%)	93	93

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional:

Antigüedad del equipo:

	Rendimiento nominal	Rendimiento medio estacional
Calefacción	290 %	181.1 %
Refrigeración	257 %	178.4 %

Figura 77. Mejora 3: Sustitución de enfriadoras en CE3X.



4.3.1 Análisis económico de las medidas de mejora

4.3.1.1 Datos económicos

Se introducen el precio por kW/h de la electricidad, el incremento anual del precio de la energía y el tipo de interés o coste de oportunidad, figura 78.

Precio asociado a los diferentes combustibles

Gas Natural	<input type="text"/>	€/kWh
Gasóleo-C	<input type="text"/>	€/kWh
Electricidad	0,14	€/kWh
GLP	<input type="text"/>	€/kWh
Carbón	<input type="text"/>	€/kWh
Biocarburante	<input type="text"/>	€/kWh
Biomasa/Renovable	<input type="text"/>	€/kWh
Electricidad generada para autoconsumo	<input type="text"/>	€/kWh

Datos económicos

Incremento anual del precio de la energía	4,5	%
Tipo de interés o coste de oportunidad	2,1	%

Figura 78. Definición de los parámetros económicos.

4.3.1.2 Coste de las medidas

Se estima un coste y una vida útil para las medidas propuestas, así como un mantenimiento anual. El precio de las bombas de velocidad variable y las enfriadoras se ha consultado en las tarifas de las marcas correspondientes.

		Tipo de medida	Vida útil (años)	Coste de medida (€)	Incremento coste mantenimiento anual (€)
1	Huecos Clase 2	Sustitución/mejora de Huecos	15	400	50
2	Bombas de velocidad variable	Instalaciones	10	3500	150
3	Enfriadoras	Instalaciones	15	55000	100

Figura 79. Valoración económica de las medidas de mejora de eficiencia energética.



4.3.2 Resultados de la simulación

CE3X estima los años en que se amortizarían las propuestas de mejora con los datos introducidos anteriormente. A simple vista, la única medida de mejora viable sería la de introducir variadores de frecuencia en las bombas ya que se amortizaría su inversión en menos de dos años. Es lógico pensarlo ya que son equipos que sin ser tan caros como la sustitución de enfriadoras (amortización en 23 años) tiene una importancia significativa en el ahorro energético del edificio por ajustar la potencia en función de la demanda y por consiguiente una reducción de emisiones de CO₂ a la atmósfera, tal y como se discutirá en el apartado “4.4.3 Mejora 2: Sustitución de bombas con control de velocidad”.

	de mejoras	Años - Amortización simple (Análisis facturas)	VAN (€) (Facturas)	Años - Amortización simple (Análisis teórico)	VAN (€) (Teórico)
1	idad en huecos Clase 2			-8.0	-1150.0
2	on velocidad variable			1.8	19006.0
3	dimiento en enfriadoras			23.0	-11304.0

Figura 80. Resultado del análisis económico.

4.4 COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON CALENER GT

En este capítulo se comparan las calificaciones obtenidas, tanto del edificio con mejoras como con las propuestas de mejora, en CALENER GT y CE3X. De este modo, se pueden ver las diferencias entre ambos programas y establecer conclusiones.

4.4.1 Edificio sin mejorar

Si bien ambos programas obtienen una calificación de C, existen diferencias en cuanto a las emisiones y demandas para calefacción y refrigeración.

En la tabla 16, se observan dichas diferencias. La calificación obtenida para la demanda tanto de calefacción como de refrigeración en CALENER GT es etiqueta “C” mientras los valores obtenidos por el programa CE3X se corresponden con la etiqueta “D”. Se destaca la discordancia entre ambos valores. Así mismo se obtienen unas emisiones para iluminación muy dispares entre ambos programas. En cambio, si que existe una correspondencia entre las emisiones de calefacción y refrigeración obtenidas por ambos programas, aunque califica con letras diferentes: etiqueta “C” en CALENER GT y etiqueta “E” en CE3X.

		CALENER GT	CE3X
Indicador energético	Calefacción (kWh/m ² año)	44.90 (C)	25.09 (D)
	Refrigeración (kWh/m ² año)	81.80 (C)	31.51 (D)
	Energía primaria (kWh/m ² año)	105.0 (C)	211.56 (C)
Emisiones	Calefacción (kgCO ₂ /m ² año)	19.60 (C)	10.20 (E)
	Refrigeración (kgCO ₂ /m ² año)		12.75 (E)
	Iluminación (kgCO ₂ /m ² año)	6.60 (C)	24.00 (B)
	GLOBALES (kgCO ₂ /m ² año)	26.20 (C)	52.61 (C)

Tabla 16. Comparativa CALENER GT-CE3X del edificio sin mejoras.

La tabla 16 muestra la comparativa entre las demandas y emisiones obtenidas por los dos procedimientos a través de sus calificaciones que se muestran en las figuras 81 y 82.

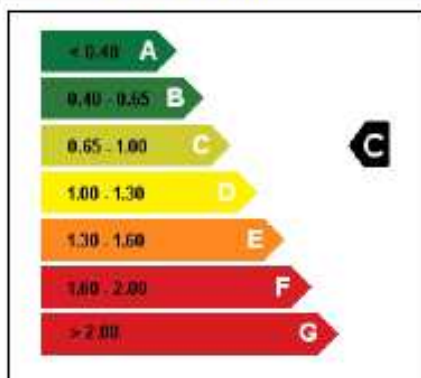
2. RESUMEN INDICADORES ENERGÉTICOS ANUALES

Indicador Energético	Edif. Objeto	Edif. Referencia	Índice	Calificación
Demanda Calef. (kW·h/m ²)	44.9	47.8	0.94	C
Demanda Refri. (kW·h/m ²)	81.8	85.3	0.96	C
Energía Primaria (kW·h/m ²)	105.0	128.7	0.82	C

Emisiones Climat. (kg CO ₂ /m ²)	19.6	23.4	0.84	C
Emisiones ACS (kg CO ₂ /m ²)	0.0	0.0	-1.00	-
Emisiones Ilum. (kg CO ₂ /m ²)	6.6	9.5	0.70	C
Emisiones Tot. (kg CO ₂ /m ²)	26.2	32.8	0.80	C

Nota: Los valores han sido obtenidos utilizando la suma de las superficies acondicionadas y no acondicionadas

3. ETIQUETA Y VALORES TOTALES



Concepto	Edif. Objeto	Edif. Referencia
Energía Final (kWh/año)	228468.4	419765.9
Energía Final (kWh/(m ² año))	40.4	74.1
En. Primaria (kWh/año)	594703.3	728727.6
En. Primaria (kWh/(m ² año))	105.0	128.7
Emisiones (kg CO ₂ /año)	148276.0	185870.8
Emisiones (kg CO ₂ /(m ² año))	26.2	32.8

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.

Figura 81. Etiqueta de calificación energética del edificio sin mejoras en CALENER GT.



1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	52.61 C	CALEFACCIÓN		ACS	
		E		A	
		Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² año]		Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² año]	
		10.20		0.00	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
E		B			
Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² año]		Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² año]		Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² año]	
52.61		12.75		24.0	

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN					
	25.09 D		31.51 D				
				Demanda global de calefacción [kWh/m ² año]		Demanda global de refrigeración [kWh/m ² año]	
				25.09		31.51	

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	211.56 C	CALEFACCIÓN		ACS	
		1.11 D		0.0 A	
		Energía primaria calefacción [kWh/m ² año]		Energía primaria ACS [kWh/m ² año]	
		41.01		0.00	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
1.27 D		0.6 B			
Consumo global de energía primaria [kWh/m ² año]		Energía primaria refrigeración [kWh/m ² año]		Energía primaria iluminación [kWh/m ² año]	
211.56		51.27		96.46	

Figura 82. Etiqueta de calificación energética del edificio sin mejoras en CE3X.

4.4.2 Mejora 1: Modificación de la permeabilidad de huecos

Para introducir la mejora 1 en CALENER GT, se cambia la permeabilidad a las infiltraciones de aire de 50 m³/(h*m²) a 27 m³/(h*m²) en todos los huecos del edificio, tal y como se indica en la figura 83.

Ventanas

Seleccionar Ventana: P01_E02_PE001_V1

Propiedades básicas | Salientes laterales y Voladizos

Nombre: P01_E02_PE001_V1

Acristalamiento: VER_DB2_4-6-6

Localización y Geometría

X: 1,69 m

Y: 1,14 m

Retranqueo: 0,20 m

Altura: 1,66 m

Anchura: 0,91 m

Marco de la ventana

Ancho: 0,143 m

Conductancia (U): 4,000 W/(m²·K)

Dispositivos de sombra móviles

Horario ganancia solar: Sin persiana/cortina

Horario transmisión: Sin persiana/cortina

Permeabilidad a las infiltraciones de aire

Permeabilidad: 27,00 m³/(h·m²) para 100 Pa

Figura 83. Mejora 1: Nueva permeabilidad del hueco en CALENER GT.

En la tabla 17, se observan las diferencias entre las mejoras planteadas en ambos programas. Referente a los indicadores energéticos, únicamente se observan cambios significativos en la demanda de calefacción según CALENER GT, que pasa de la etiqueta “C” a la “B” (mientras CE3X sigue con la “D” tras aplicar la mejora). Las diferencias en cuanto a las emisiones son prácticamente nulas para ambos procedimientos tras aplicar la mejora 1 por lo que se concluye que la mejora 1 “cambiar permeabilidad de los huecos” únicamente afecta, según CALENER GT, en la calificación obtenida para la demanda de calefacción, de “C” pasa a “B”.



		CALENER GT (SIN MEJORAS)	CE3X (SIN MEJORAS)	CALENER GT (MEJORA 1)	CE3X (MEJORA 1)
Indicador energético	Calefacción (kWh/m ² año)	44.90 (C)	25.09 (D)	44.90 (B)	25.09 (D)
	Refrigeración (kWh/m ² año)	81.80 (C)	31.51 (D)	81.80 (C)	31.51 (D)
	Energía primaria (kWh/m ² año)	105.0 (C)	211.56 (C)	105.00 (C)	211.56 (C)
Emisiones	Calefacción (kgCO ₂ /m ² año)		10.20 (E)		10.20 (E)
	Refrigeración (kgCO ₂ /m ² año)	19.60 (C)	12.75 (E)	19.60 (B)	12.75 (E)
	Iluminación (kgCO ₂ /m ² año)	6.60 (C)	24.00 (B)	6.60 (C)	23.99 (B)
	GLOBALES (kgCO ₂ /m ² año)	26.20	52.61 (C)	26.20 (C)	52.61

Tabla 17. Comparativa CALENER GT-CE3X del edificio sin mejoras vs mejora 1.

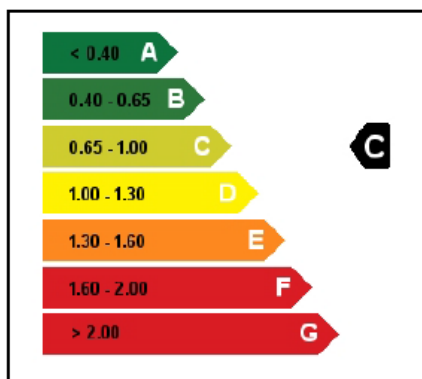
La tabla 17 muestra la comparativa entre las demandas y emisiones obtenidas por los dos procedimientos a través de sus calificaciones que se muestran en las figuras 84 y 85.

**2. RESUMEN INDICADORES ENERGÉTICOS ANUALES**

Indicador Energético	Edif. Objeto	Edif. Referencia	Índice	Calificación
Demanda Calef. (kW·h/m ²)	44.9	74.7	0.60	B
Demanda Refri. (kW·h/m ²)	81.8	88.0	0.93	C
Energía Primaria (kW·h/m ²)	105.0	154.6	0.68	C

Emisiones Climat. (kg CO ₂ /m ²)	19.6	30.3	0.64	B
Emisiones ACS (kg CO ₂ /m ²)	0.0	0.0	-1.00	-
Emisiones Ilum. (kg CO ₂ /m ²)	6.6	9.5	0.70	C
Emisiones Tot. (kg CO₂/m²)	26.2	39.8	0.66	C

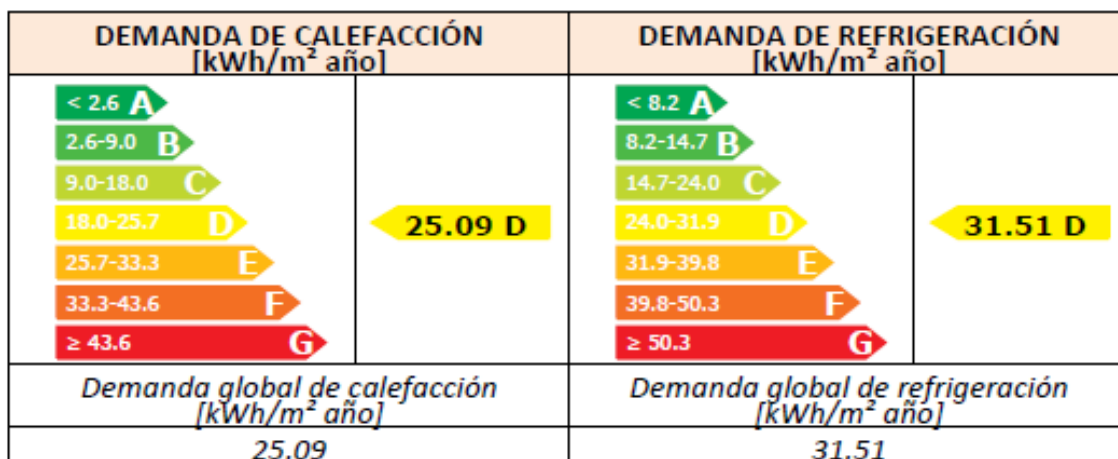
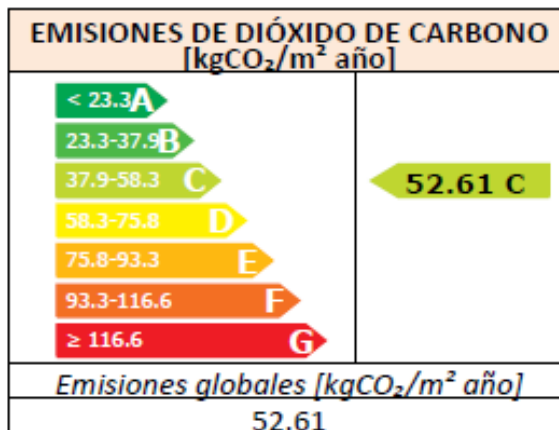
Nota: Los valores han sido obtenidas utilizando la suma de las superficies acondicionadas y no acondicionadas

3. ETIQUETA Y VALORES TOTALES

Concepto	Edif. Objeto	Edif. Referencia
Energía Final (kWh/año)	228468.4	572857.3
Energía Final (kWh/(m ² año))	40.4	101.2
En. Primaria (kWh/año)	594703.3	875547.8
En. Primaria (kWh/(m ² año))	105.0	154.6
Emisiones (kg CO₂/año)	148276.0	225367.1
Emisiones (kg CO₂/(m²año))	26.2	39.8

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.

Figura 84. Etiqueta de calificación energética del edificio con la mejora 1 en CALENER GT.



Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m ² año]	25.09	D	31.51	D						
Diferencia con situación inicial	0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)							
Energía primaria [kWh/m ² año]	41.01	D	51.27	D	0.00	A	96.46	B	211.56	C
Diferencia con situación inicial	-0.0 (-0.0%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	10.20	E	12.75	E	0.00	A	23.99	B	52.61	C
Diferencia con situación inicial	0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)	

Figura 85. Etiqueta de calificación energética del edificio con la mejora 1 en CE3X.

4.4.3 Mejora 2: Sustitución de bombas con control de velocidad

Para introducir la mejora 2 en CALENER GT, se cambia el tipo de control en las bombas de enfriadoras y circuitos hidráulicos primarios y secundarios a “Velocidad variable”, figura 86.

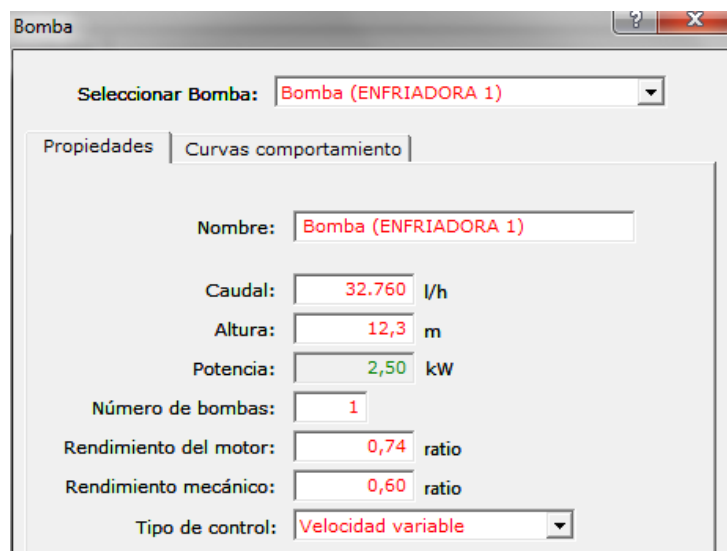


Figura 86. Mejora 2: Bombas de caudal variable en CALENER GT.

En la tabla 18, se observa que la mejora 2 de introducir bombas de caudal variable afecta muy levemente a las emisiones de calefacción y refrigeración en CALENER GT, aunque se obtiene la misma letra “C”.

		CALENER GT (SIN MEJORAS)	CE3X (SIN MEJORAS)	CALENER GT (MEJORA 2)	CE3X (MEJORA 2)
Indicador energético	Calefacción (kWh/m ² año)	44.90 (C)	25.09 (D)	44.90 (C)	25.09 (D)
	Refrigeración (kWh/m ² año)	81.80 (C)	31.51 (D)	81.80 (C)	31.51 (D)
	Energía primaria (kWh/m ² año)	105.0 (C)	211.56 (C)	106.80 (C)	204.79 (C)
Emisiones	Calefacción (kgCO ₂ /m ² año)	19.60 (C)	10.20 (E)	20.00 (C)	10.20 (E)



Refrigeración (kgCO ₂ /m ² año)		12.75 (E)		12.75 (E)
Iluminación (kgCO ₂ /m ² año)	6.60 (C)	24.00 (B)	6.60 (C)	23.99 (B)
GLOBALES (kgCO ₂ /m ² año)	26.20 (C)	52.61 (C)	26.60 (C)	50.92 (C)

Tabla 18. Comparativa CALENER GT-CE3X del edificio sin mejoras vs mejora 2.

La tabla 18 muestra la comparativa entre las demandas y emisiones obtenidas por los dos procedimientos a través de sus calificaciones que se muestran en las figuras 87 y 88.

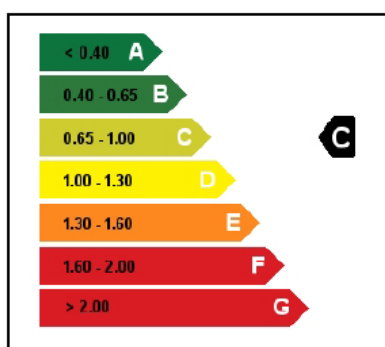
2. RESUMEN INDICADORES ENERGÉTICOS ANUALES

Indicador Energético	Edif. Objeto	Edif. Referencia	Índice	Calificación
Demanda Calef. (kW·h/m ²)	44.9	47.8	0.94	C
Demanda Refri. (kW·h/m ²)	81.8	85.3	0.96	C
Energía Primaria (kW·h/m ²)	106.8	128.7	0.83	C

Emisiones Climat. (kg CO ₂ /m ²)	20.0	23.4	0.86	C
Emisiones ACS (kg CO ₂ /m ²)	0.0	0.0	-1.00	-
Emisiones Ilum. (kg CO ₂ /m ²)	6.6	9.5	0.70	C
Emisiones Tot. (kg CO₂/m²)	26.6	32.8	0.81	C

Nota: Los valores han sido obtenidas utilizando la suma de las superficies acondicionadas y no acondicionadas

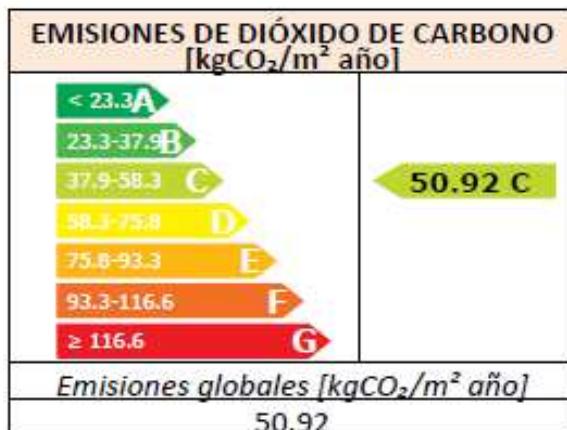
3. ETIQUETA Y VALORES TOTALES



Concepto	Edif. Objeto	Edif. Referencia
Energía Final (kWh/año)	232353.2	419765.9
Energía Final (kWh/(m ² año))	41.0	74.1
En. Primaria (kWh/año)	604815.3	728727.6
En. Primaria (kWh/(m ² año))	106.8	128.7
Emisiones (kg CO₂/año)	150797.2	185870.8
Emisiones (kg CO₂/(m²año))	26.6	32.8

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.

Figura 87. Etiqueta de calificación energética del edificio con la mejora 2 en CALENER GT.



Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m ² año]	25.09	D	31.51	D						
Diferencia con situación inicial	0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)							
Energía primaria [kWh/m ² año]	41.01	D	51.27	D	0.00	A	96.46	B	204.79	C
Diferencia con situación inicial	0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		6.8 (3.2%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	10.20	E	12.75	E	0.00	A	23.99	B	50.92	C
Diferencia con situación inicial	0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		1.7 (3.2%)	

Figura 88. Etiqueta de calificación energética del edificio con la mejora 2 en CE3X.

4.4.4 Mejora 3: Sustitución de enfriadoras

Para introducir la mejora 3 en CALENER GT, se cambian los rendimientos nominales para calefacción (COP) y refrigeración (EER) de la enfriadora a 2,57 y 2,90 respectivamente, figura 89.



Figura 89. Mejora 3: Sustitución de enfriadoras en CALENER GT.

En la tabla 19, se observa que la mejora 3 “cambio de enfriadoras” afecta considerablemente en las emisiones de calefacción y refrigeración, tanto en CALENER GT como en CE3X. En CALENER GT se obtiene la misma calificación de “C” pero tras aplicar dicha medida de mejora en CE3X, las emisiones cambian de la letra “E” a “D”, es decir, se obtiene una mejora calificación energética.

	CALENER GT (SIN MEJORAS)	CE3X (SIN MEJORAS)	CALENER GT (MEJORA 3)	CE3X (MEJORA 3)	
Indicador energético	Calefacción (kWh/m ² año)	44.90 (C)	25.09 (D)	44.90 (C)	25.09 (D)
	Refrigeración (kWh/m ² año)	81.80 (C)	31.51 (D)	81.80 (C)	31.51 (D)
	Energía primaria (kWh/m ² año)	105.0 (C)	211.56 (C)	104.50 (C)	203.57 (C)
Emisiones	Calefacción (kgCO ₂ /m ²)	19.60 (C)	10.20 (E)	19.40 (C)	9.16 (D)



año)				
Refrigeración (kgCO ₂ /m ² año)		12.75 (E)		11.80 (D)
Iluminación (kgCO ₂ /m ² año)	6.60 (C)	24.00 (B)	6.60 (C)	23.99 (B)
GLOBALES (kgCO ₂ /m ² año)	26.20 (C)	52.61 (C)	26.00 (C)	50.62 (C)

Tabla 19. Comparativa CALENER GT-CE3X del edificio sin mejoras vs mejora 3.

La tabla 19 muestra la comparativa entre las demandas y emisiones obtenidas por los dos procedimientos a través de sus calificaciones que se muestran en las figuras 90 y 91.

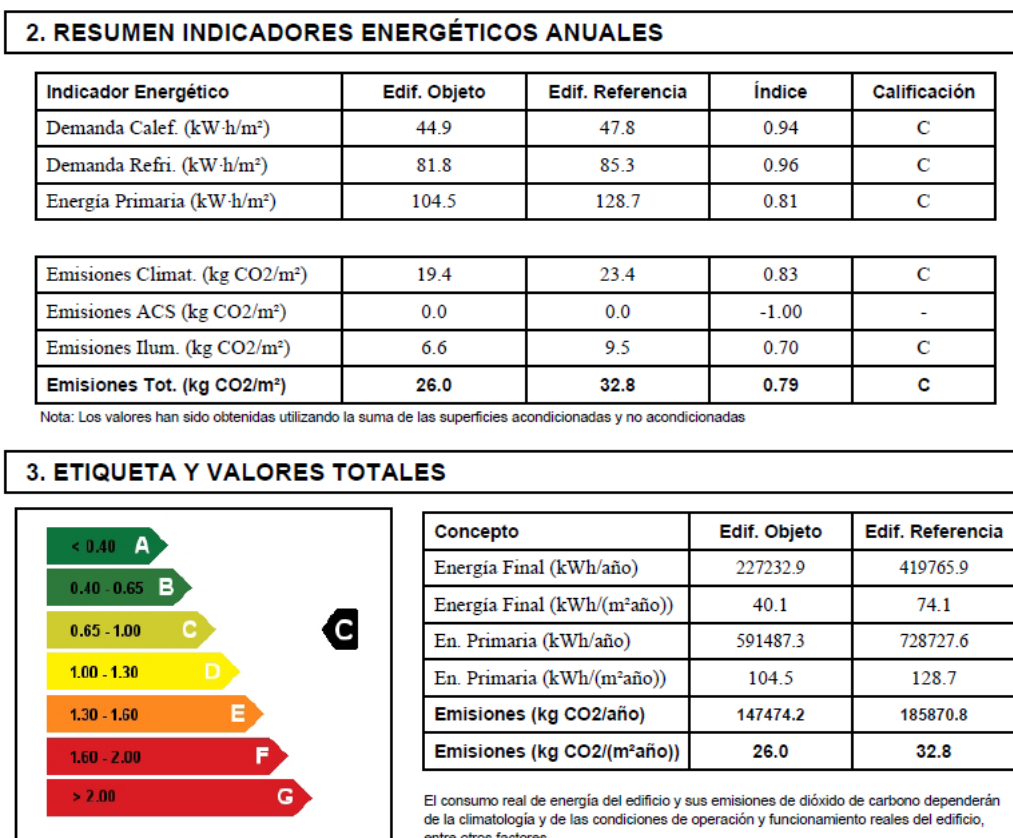
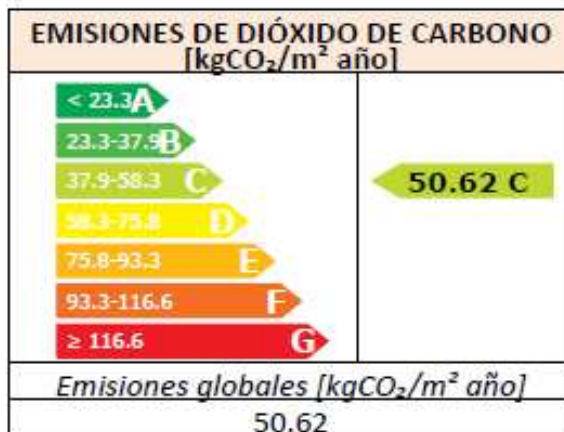


Figura 90. Etiqueta de calificación energética del edificio con la mejora 3 en CALENER GT.



Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m ² año]	25.09	D	31.51	D						
Diferencia con situación inicial	0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)							
Energía primaria [kWh/m ² año]	36.84	C	47.45	D	0.00	A	96.46	B	203.57	C
Diferencia con situación inicial	4.2 (10.2%)		3.8 (7.5%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		8.0 (3.8%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	9.16	D	11.80	D	0.00	A	23.99	B	50.62	C
Diferencia con situación inicial	1.0 (10.2%)		0.9 (7.5%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		2.0 (3.8%)	

Figura 91. Etiqueta de calificación energética del edificio con la mejora 3 en CE3X.

4.5 CONJUNTO DE MEJORAS EN CALENER GT

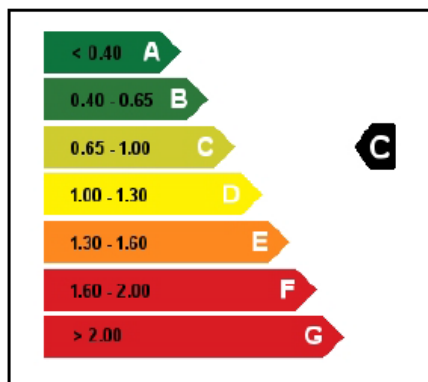
En este apartado se realizan en CALENER GT las tres mejoras descritas anteriormente en CE3X. De esta forma se obtiene la calificación final del edificio con todas las mejoras según la figura 92.

**2. RESUMEN INDICADORES ENERGÉTICOS ANUALES**

Indicador Energético	Edif. Objeto	Edif. Referencia	Índice	Calificación
Demanda Calef. (kW·h/m ²)	44.9	74.7	0.60	B
Demanda Refri. (kW·h/m ²)	81.8	88.0	0.93	C
Energía Primaria (kW·h/m ²)	106.3	154.6	0.69	C

Emisiones Climat. (kg CO ₂ /m ²)	19.9	30.3	0.65	C
Emisiones ACS (kg CO ₂ /m ²)	0.0	0.0	-1.00	-
Emisiones Ilum. (kg CO ₂ /m ²)	6.6	9.5	0.70	C
Emisiones Tot. (kg CO₂/m²)	26.5	39.8	0.67	C

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)	231117.7	572857.3
Energía Final (kWh/(m ² año))	40.8	101.2
En. Primaria (kWh/año)	601599.3	875547.8
En. Primaria (kWh/(m ² año))	106.3	154.6
Emisiones (kg CO₂/año)	149995.4	225367.1
Emisiones (kg CO₂/(m²año))	26.5	39.8

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.

Figura 92. Etiqueta de calificación energética del edificio con todas las mejoras en CALENER GT.

En la tabla 20 se observa la comparación de demandas de calefacción-refrigeración y emisiones. Se destaca que la demanda de calefacción mejora (de la letra “C” pasa a la “B”), mientras que la demanda de refrigeración se muestra sin cambios. En cambio, esto conlleva unas mayores emisiones, de 19.60 kgCO₂/m² año a 19.90 kgCO₂/m² año.



		CALENER GT (SIN MEJORAS)	CALENER GT (MEJORA 1)	CALENER GT (MEJORA 2)	CALENER GT (MEJORA 3)	CALENER GT (CONJUNTO DE MEJORAS)
Indicador energético	Calefacción (kWh/m ² año)	44.90 (C)	44.90 (B)	44.90 (C)	44.90 (C)	44.90 (B)
	Refrigeración (kWh/m ² año)	81.80 (C)	81.80 (C)	81.80 (C)	81.80 (C)	81.80 (C)
	Energía primaria (kWh/m ² año)	105.0 (C)	105.00 (C)	106.80 (C)	104.50 (C)	106.30 (C)
Emisiones	Calefacción (kgCO ₂ /m ² año)	19.60 (C)	19.60 (B)	20.00 (C)	19.40 (C)	19.90 (C)
	Refrigeración (kgCO ₂ /m ² año)					
	Iluminación (kgCO ₂ /m ² año)	6.60 (C)	6.60 (C)	6.60 (C)	6.60 (C)	6.60 (C)
	GLOBALES (kgCO ₂ /m ² año)	26.20 (C)	26.20 (C)	26.60 (C)	26.00 (C)	26.50 (C)

Tabla 20. Comparativa CALENER GT-CE3X del edificio sin mejoras vs conjunto de mejoras.

En la figura 93 se muestran todas las mejoras llevadas a cabo en CE3X. La mejora 1 “mejorar la permeabilidad de los huecos” no presenta ningún ahorro significativo, ni consigue rebajar las emisiones de refrigeración y climatización. La mejora 2 “bombas con caudal variable” consigue reducir las emisiones en un 3,2%. La mejora 3 “cambio de enfriadoras con mejor rendimiento” es la que presenta un mayor ahorro en la instalación: se reducen las emisiones de calefacción y refrigeración, pasando de la letra “E” a la “D”. Con esto, las emisiones globales se reducen aunque presentan la misma letra de calificación (“C”). Con esta mejora se obtiene un ahorro del 3,8%. Esta conclusión tomada



a partir del programa CE3X se corrobora cuando se observa la tabla 20: las emisiones más bajas para las tres mejoras se obtienen en la medida 3; se tienen unas emisiones de calefacción y refrigeración de 19,40 kgCO₂/m² año, frente a los 19,60 kgCO₂/m² año y 20,00 kgCO₂/m² año de las medidas 1 y 2 respectivamente.

Medidas de Mejora	Dda Cal.	Dda Ref.	Emis. Cal.	Emis. Ref.	Emis. ACS	Emis. Iluminación	Emis. Globales	Ahorro
CASO BASE	25.1 D	31.5 D	10.2 E	12.8 E	0.0 A	24.0 B	52.6 C	-
MEJORA 1: Permeabil...	25.1 D	31.5 D	10.2 E	12.8 E	0.0 A	24.0 B	52.6 C	0.0%
MEJORA 2: Bombas c...	25.1 D	31.5 D	10.2 E	12.8 E	0.0 A	24.0 B	50.9 C	3.2%
MEJORA 3: Mejor ren...	25.1 D	31.5 D	9.2 D	11.8 D	0.0 A	24.0 B	50.6 C	3.8%

Figura 93. Listado comparativo de conjuntos de medidas de mejora en CE3X.

5. CONCLUSIONES



5. CONCLUSIONES

En primer lugar, se realiza el análisis del edificio con el programa LIDER. El resultado de no cumplimiento con el CTE radica principalmente en el aislamiento de los cerramientos del edificio y ventanas. No es objetivo de este proyecto mejorar el aislamiento para cumplir con el CTE, si mejorar las condiciones internas del edificio ya construido para subir en la escala de la calificación energética. Así mismo, no es necesario que el edificio estudiado cumpla con la HE1 del CTE por tratarse de un edificio existente, por tanto, se ha utilizado LIDER como una herramienta para definir la geometría y posteriormente exportarla al software CALENER GT.

A pesar de lo dicho anteriormente, se trata de un edificio que prácticamente cumple con la HE1 ya que la demanda de calefacción y la de refrigeración son inferiores a las del edificio de referencia y tan solo no cumple por el tipo de aislamiento de la solera. Esto sería fácil de solucionar si se aumenta el aislamiento o, en este caso al ser tan pequeña esa diferencia, bastaría con aumentar el espesor de la capa de mortero, usar un recubrimiento con una conductividad térmica ligeramente inferior al empleado, etc. El programa LIDER establece estos requisitos mínimos para evitar descompensaciones entre cerramientos de edificios nuevos, es decir, para evitar que pueda haber partes del edificio con cerramientos deficientes, por ejemplo, y que el edificio cumpla porque en su conjunto tenga elementos mejores desde el punto de vista de la conductividad térmica

A continuación se realiza la certificación energética mediante el método general empleando CALENER GT y mediante el método simplificado con CE3X. Si bien ambos programas obtienen una calificación de “C”, existen diferencias en cuanto a las emisiones y demandas para calefacción y refrigeración. Se determinan tres medidas de mejora en CE3X que son comparadas con los valores arrojados por CALENER GT tras aplicar estas. La mejora 1 “mejorar la permeabilidad de los huecos” no presenta ningún ahorro significativo, ni consigue rebajar las emisiones de refrigeración y climatización. La mejora 2 “bombas con caudal variable” consigue reducir las emisiones en un 3,2%. La mejora 3 “cambio de enfriadoras con mejor rendimiento” es la que presenta un mayor ahorro en la instalación: se reducen las emisiones de calefacción y refrigeración, pasando de la letra “E” a la “D”. Con esto, las emisiones globales se reducen aunque presentan la misma letra de calificación (“C”). Con esta mejora se obtiene un ahorro del 3,8%. Esta conclusión



CONCLUSIONES



tomada a partir del programa CE3X se corrobora cuando se observa la tabla 20: las emisiones más bajas para las tres mejoras se obtienen en la medida 3; se tienen unas emisiones de calefacción y refrigeración de 19,40 kgCO₂/m² año, frente a los 19,60 kgCO₂/m² año y 20,00 kgCO₂/m² año de las medidas 1 y 2 respectivamente.

En definitiva, mientras que el edificio está cerca de cumplir con la HE1 del CTE, la calificación obtenida por ambos procedimientos es algo dispar. El programa simplificado CE3X establece una tendencia del edificio, un procedimiento mucho más general y menos detallado que el establecido en CALENER GT. Si lo que se quiere obtener son datos más fiables, precisos, así como resultados más coherentes con la realidad, se debe utilizar CALENER GT.

BIBLIOGRAFÍA



BIBLIOGRAFÍA

1. Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE), Código Técnico de la Edificación (CTE).
2. Real Decreto 47/2007, derogado por el RD 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la Certificación de la Eficiencia energética de los edificios de nueva construcción, publicado en el B.O.E. de 13 de abril.
3. Orden de 24 de mayo de 2013 de la Consejería de Universidades, Empresa e Investigación, publicado el 28 de mayo de 2013 por el que se crea y regula el Registro de Certificados de Eficiencia Energética de edificios en la Región de Murcia.
4. Real Decreto 107/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE).
5. Reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT), como normativa de las instalaciones interiores del edificio.
6. Manual de fundamentos técnicos de calificación energética de edificios existentes CE3, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
7. Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios.
8. Plan de Energías renovables y Eficiencia energética 2020.
9. UNE-EN 12207 Abril 2000. Puertas y ventanas. Permeabilidad al aire. Clasificación.
10. Análisis de la eficiencia de un edificio administrativo de alta calificación energética. “*Publicaciones DYNA SL*”. J. García Sanz-Calcedo; F. Cuadros-Blazquez; F. López-Rodríguez. DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/ES1002> , Rev. 2 9/01/2012.
11. Optimización de los servicios energéticos en una manzana residencial del ensanche de Valencia. “*II Congreso de Servicios Energéticos*”. V. Blanca; I. Puig; F. Juan; B. Serrano.
12. The intangible city. Environmental experiences in historial settings. “*Revista Disegnarecon*” (ISN 1828 5961). Vol. 6, n11 (2013). P.p. 110-120.



13. LIDER. Manual. Software que verifica el cumplimiento del DB-HE del Código Técnico de la Edificación (CTE).
14. CALENER GT. Manual. Software que califica la demanda energética del edificio con la importación del archivo LIDER.
15. CE3X. Manual. Software de adquisición de la etiqueta energética y comparativa con CALENER GT.
16. Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación (DTIE 7.03). Entrada de datos a los programas LIDER y CALENER VyP.
17. Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación (DTIE 7.04). Entrada de datos al programa CALENER GT.
18. “Instalación de aire acondicionado. Sustitución de plantas enfriadoras en Rectorado. Universidad Politécnica de Cartagena”. 2004. D. Jose Antonio Guillén Martínez.
19. “Instalación de climatización en edificio para el Rectorado. Universidad Politécnica de Cartagena”. 2001. D. Jose Cánovas Alcázar.
20. “Anteproyecto para reforma y rehabilitación del ala este del edificio de la Milagrosa. Universidad Politécnica de Cartagena”. Agustín Sánchez Quesada; Salvador Díaz Martínez; Javier Díaz Ortuño.

