



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

ESTUDIO DEL IMPACTO EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE NUEVOS MODELOS CONSTRUCTIVOS EN UNA ESCUELA DE PRIMARIA

AUTOR: Sergio Cuesta Contreras

TUTOR: Sofia Carlos Alberola

COTUTOR: Ricardo Sanchis Arnal

Curso Académico: 2014-15

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	2
ÍNDICE DE TABLAS	3
ÍNDICE DE ANEXOS	4
1. MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS	5
2. INTRODUCCIÓN	6
3. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA Y MODELIZACIÓN	7
3.1. Modelización del Colegio en LIDER.	8
3.1.1. Cerramientos.	8
3.1.2. Huecos.....	11
3.2. Definición de Materiales.....	13
3.3. Cálculo de la exigencia HE-1 mediante LIDER.	19
4. DEFINICIÓN DE LOS SISTEMAS EN CALENER VYP	21
4.1. Demanda de ACS.....	21
4.2. Sistemas.....	22
4.3. Unidades Terminales.....	23
4.4. Equipos.....	25
5. RESULTADOS	28
5.1. Calificación Energética Estándar.	29
5.2. Calificación Energética Eficiente.....	31
6. VIABILIDAD ECONÓMICA	35
7. PRESUPUESTO	38
8. CONCLUSIONES	39
9. REFERENCIAS	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Datos básicos y descripción.	7
Figura 2. Plantas bajas.....	8
Figura 3. Ejemplo de espacio completo.	9
Figura 4. Planta 3 seleccionada en el plano de la 1ª Planta.	10
Figura 5. Edificios completos sin cubierta.	10
Figura 6. Opción editar. Huecos.	11
Figura 7. Colegio completo. Vista frontal en 3D.	12
Figura 8. Colegio completo. Vista trasera en 3D.	12
Figura 9. Menú creación de Huecos: Ventanas de los cerramientos mejorados.	17
Figura 10. Menú creación de Huecos: Puertas de los cerramientos mejorados.	17
Figura 11. Cerramientos implementados en LIDER.	18
Figura 12. Botones para el cálculo y análisis de resultados.	19
Figura 13. Resultados de LIDER.....	19
Figura 14. Ventana Sistemas de Calener VYP	21
Figura 15. Demanda de ACS.....	22
Figura 16. Sistema mixto de calefacción y ACS.	22
Figura 17. Calor (W/m ²) por habitación. Fuente: El Blog de Taurus ^[14]	23
Figura 18. Creación de las U.T. de Agua Caliente a partir de la Tabla 3.....	25
Figura 19. Asignación de las U.T. a cada zona en el Sistema.	25
Figura 20. Tabla de características de las calderas Logano GE215. Fuente: Buderus.	26
Figura 21. Definición de la caldera en Calener VYP.....	26
Figura 22. Definición del acumulador de agua.....	27
Figura 23. Mensaje emergente tras pulsar el botón "C.Calif".	28
Figura 24. Etiqueta de eficiencia energética para la configuración "clásica".	29
Figura 25. Pestaña de resultados de la certificación para configuración clásica.	30
Figura 26. Características de la caldera PLC75. Fuente: Grupo Biosan.	32
Figura 27. Caldera de biomasa en Calener VYP.	32
Figura 28. Etiqueta de eficiencia energética para la configuración "óptima".	33
Figura 29. Pestaña de resultados de la certificación para configuración óptima.	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Lista de cerramientos clásicos.....	13
Tabla 2. Lista de cerramientos mejorados.	15
Tabla 3. Cálculo de la potencia necesitada en cada espacio.	23
Tabla 4. Calderas y energía a suministrar.	35
Tabla 5. Tipos de combustibles y precios actuales.	35
Tabla 6. Comparación económica entre ambas calderas.....	36
Tabla 7. IPC ES últimos años. Fuente: Global-rates.com	37
Tabla 8. Presupuesto de realización del proyecto.	38
Tabla 9. Resumen de resultados.	39

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo I. Informe de LIDER sobre el cumplimiento del Documento Básico HE-1.

Anexo II. Certificado de Eficiencia Energética para la Configuración Clásica.

Anexo III. Certificado de Eficiencia Energética para la Configuración Eficiente.

Anexo IV. Planos de las Plantas Bajas.

Anexo V. Planos de las Plantas Primeras.

1. MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS.

La eficiencia energética se define como la práctica que tiene como objetivo reducir el consumo de energía ^[1]. La Unión Europea, ha estado continuamente lanzando proyectos de esta índole, desde el protocolo de Kioto en 1995 y recientemente en la Comisión de las Comunidades Europeas de Noviembre de 2008, la directiva “20-20-20” ^[2]. Ya sea por actuar contra el cambio climático o por el ahorro energético, tiene una gran importancia reducir la producción de CO₂ y optimizar el uso de energías primarias.

La directiva europea antes citada muestra especial atención en los edificios públicos, ya que suelen ser enormes contribuyentes a la contaminación. En el ámbito autonómico, la Conselleria de Economía, Industria y Comercio y la Conselleria de Hacienda y Administración Pública de la Comunidad Valenciana aprobaron en 2012 el “Plan de Ahorro y Eficiencia Energética en los Edificios Públicos de la Generalitat” con el que se pretende un ahorro energético del 20% en 2016 ^[3].

Por otra parte, no se pueden ignorar las noticias de que hay colegios que no pueden encender la calefacción en pleno invierno debido a la crisis ^[4]. Es primordial optimizar el uso de los recursos y la eficiencia de las instalaciones en estos edificios en los que el ahorro económico y energético es especialmente importante.

Por todo ello, el objetivo del proyecto será obtener el certificado de eficiencia energética de un colegio de primaria. Como se ha comentado, es un requisito fundamental en cualquier edificio del ámbito público al necesitar por ley el certificado. Además, al realizar el estudio se podrán analizar los elementos clave para que el edificio mejore su eficiencia y por tanto el ahorro económico, tan necesario hoy en día.

El colegio se simulará con unas soluciones de construcción e instalaciones clásicas, que son las más comunes en los edificios de educación pública, sobre todo los que tienen cierta antigüedad. Se realizará una primera calificación energética, la cual se analizará para proponer posteriormente una solución más eficiente energéticamente mejorando los materiales, aislamientos y los sistemas de calefacción y agua caliente sanitaria. Para finalizar, se estudiarán ambos casos, observando el efecto de la optimización y comprobando que existen soluciones viables tanto a nivel energético como económico.

2. INTRODUCCIÓN

La concienciación por el medio ambiente, así como por el ahorro energético y la optimización de los recursos disponibles es cada día un factor más importante en todos los ámbitos. A consecuencia de ello, el etiquetado de eficiencia energética es una práctica que nace en 1995 y se aplicaba a los electrodomésticos. A finales de 2011, la etiqueta es normalizada por la Unión Europea y las empresas deben incorporarla en todos sus electrodomésticos, así como mostrarla al anunciar sus productos ^[5].

Con respecto a los edificios, es en el Real Decreto 47/2007 cuando se aprueba un “Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción” y años después en el Real Decreto 235/2013 se generaliza ese certificado para todos los edificios ^[6]. Es por ello que a día de hoy, el certificado se exige tanto en obra de nueva construcción como en cualquier contrato de compra o arrendamiento.

Para realizar estos certificados de eficiencia energética, el Ministerio de Industria, Energía y Turismo pone a disposición de quien lo desee unos programas de libre acceso. Es una forma oficial reconocida por el Ministerio de obtener la certificación. Se utilizará el software Calener, el cual dispone de dos versiones: una para grandes edificios terciarios (GT) y otra para edificios de viviendas y del pequeño y mediano terciario (VYP), aunque ambas permiten estudiar cualquier tipo de edificio ^[7].

Pese a no ser objeto principal del proyecto, la construcción inicial se realizará en LIDER. Este es un programa con el que se puede verificar las exigencias de demanda energética de la sección HE1 del Documento Básico de Ahorro de Energía (DB - HE) del Código Técnico de la Edificación ^[8]. Debido a su mayor compatibilidad con Calener VYP, se utilizará este para la certificación energética.

3. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA Y MODELIZACIÓN.

El proyecto a desarrollar es un colegio de educación primaria, situado en el Perelló, que consta de dos edificios (Figura 5):

- El edificio principal, simplificado del original, es el que ocupa la mayor superficie. En su planta baja se encuentran: los despachos de los profesores, las salas de reuniones, la biblioteca, un pequeño almacén, el comedor y una sala para usos múltiples. En la primera planta se encuentran las aulas de educación primaria y aulas informáticas. Por descontado en ambas plantas hay espacios destinados a los aseos y mantenimiento.
- En el segundo edificio, de menor superficie, es donde está el gimnasio, los vestuarios, el almacén, el cuarto de calderas y el depósito de agua contra incendios.

A continuación se detallan los pasos para la modelización del edificio y su posterior calificación energética en los programas LIDER y Calener VYP.

Para empezar, lo primero que se debe hacer es localizar el edificio en LIDER ^[9], esto es, definir su zona climática, tipo de edificio y su uso. También permite añadir información extra sobre el proyecto, que saldrá reflejada en el informe final que obtiene el programa.

The image shows a screenshot of the LIDER software interface, divided into several sections for data entry:

- Zonificación climática:** Zona: B3 (dropdown), Localidad: Valencia (dropdown), Latitud: 39,48 (text), Altitud: 11,00 (text).
- Orientación del edificio:** Ángulo: 0,00 (text), with a diagram showing a coordinate system (X, Y) and an angle α relative to the Y-axis.
- Tipo edificio:** Radio buttons for: Vivienda unifamiliar, Vivienda en bloque, and Edificio sector terciario (selected).
- Clase por defecto de los espacios habitables:** Tipo de Uso: Intensidad Media - 12h (dropdown). Condiciones higrometría: Radio buttons for Clase 3 o inferior (selected), Clase 4, and Clase 5.
- Datos del Proyecto:** Nombre del proyecto: Certificado EE Colegio (text), Comunidad: (empty), Localidad: Perelló (text), Dirección: (empty).
- Datos del Autor:** Nombre: Sergio Cuesta (text), Empresa o Institución: UPV (text), E-mail: (empty), Teléfono: (null) (text).
- Other fields:** Número de renovaciones hora requerido: 1,0 (text).

Figura 1. Datos básicos y descripción.

En los siguientes apartados se detalla la modelización del colegio y se muestran los resultados.

3.1. Modelización del Colegio en LIDER.

3.1.1. Cerramientos.

Después de definir las opciones comentadas anteriormente, se procede a modelizar el colegio en LIDER. Esto se hace definiendo unas plantas y más tarde los espacios interiores. En este caso, se cargarán los planos de las plantas bajas, que incluyen los dos edificios (se adjuntan los planos en los Anexos IV y V). Se asigna un punto de referencia del plano como origen de coordenadas y se va definiendo punto por punto la superficie de la planta. LIDER reconoce el plano como una simple plantilla para ayudar al usuario a definir el edificio, es decir, no detecta líneas paralelas, perpendiculares, ni ningún otro elemento. Es por ello que es mucho más exacto definir los puntos por coordenadas, y así es como se procede.

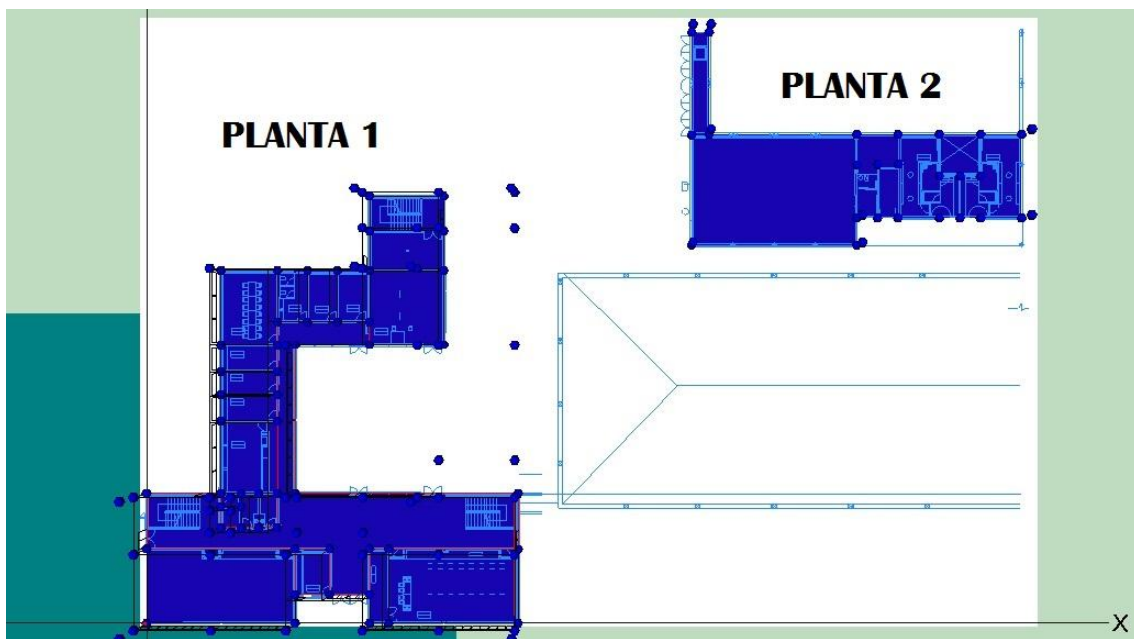


Figura 2. Plantas bajas.

De esa forma, se definen las Plantas 1 y 2, que corresponden al edificio principal y al gimnasio respectivamente. Se muestran ambas en la Figura 2.

Una vez terminadas las plantas, hay que definir los espacios dentro de estas. Se procede de manera similar que al hacer las plantas. Es importante actuar con precaución, ya que cualquier vértice mal colocado conlleva volver a definir el espacio de nuevo, o lo que es peor, puede pasar inadvertido y provocar errores más tarde. Una vez definidos todos los espacios, con el botón de “Crear cerramientos automáticamente” se crearán todos los muros correspondientes.

Como se observa en la Figura 3, el programa crea los cerramientos y los diferencia entre ellos. En el caso estudiado habrá:

- Cerramientos exteriores. Corresponden con los muros de fachada en su mayoría, si bien existen algunos forjados especiales con la misma denominación.
- Cerramientos interiores. El programa diferencia los cerramientos verticales (paredes interiores) de los horizontales (forjados).
- Forjados en contacto con el terreno.
- Cubiertas.

De los materiales usados para cada cerramiento se hablará posteriormente.

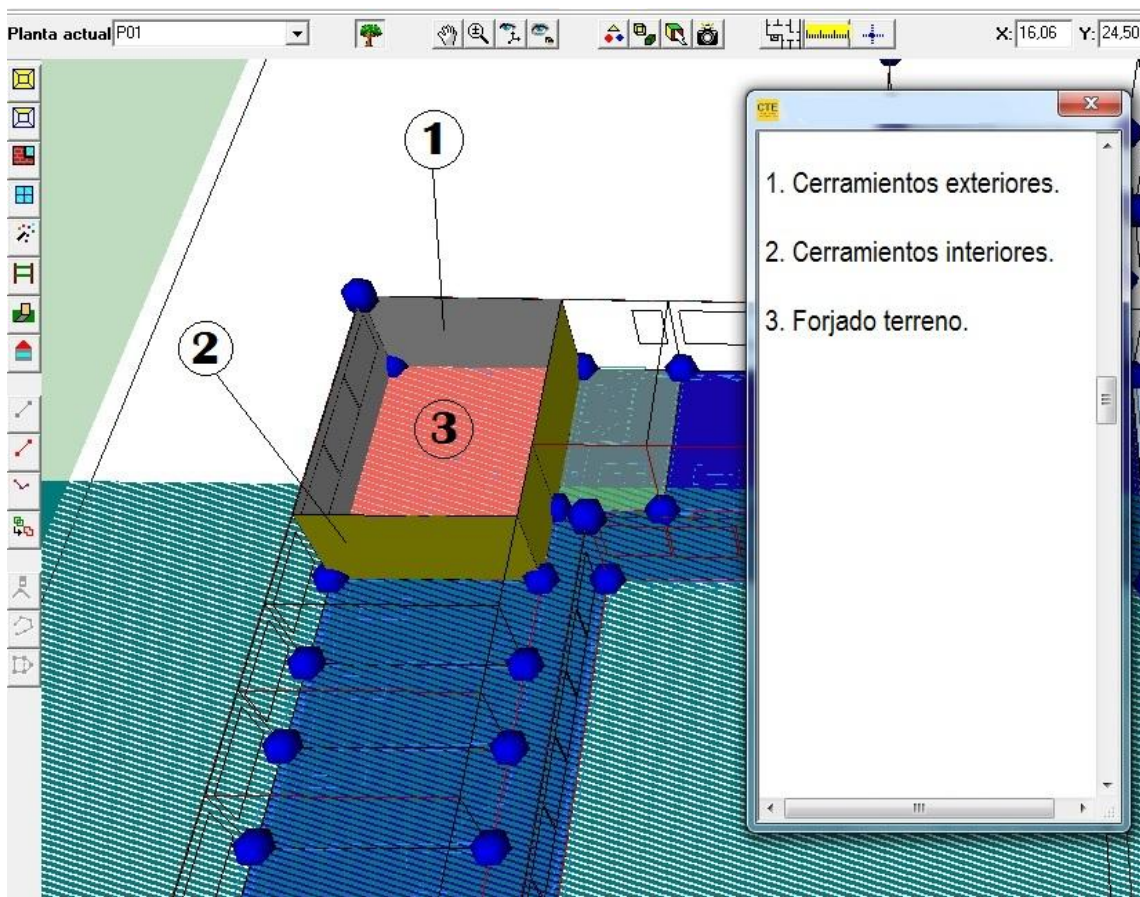


Figura 3. Ejemplo de espacio completo.

Seguidamente, se crea la Planta 3 que corresponde con la primera planta del edificio principal, seleccionada en rojo en la Figura 4. Para ello se carga plano de esta planta y se procede de manera idéntica a la anterior. El resto de plantas (P04, P05 y P06) son las cubiertas de la P01, P03 y P02 respectivamente.

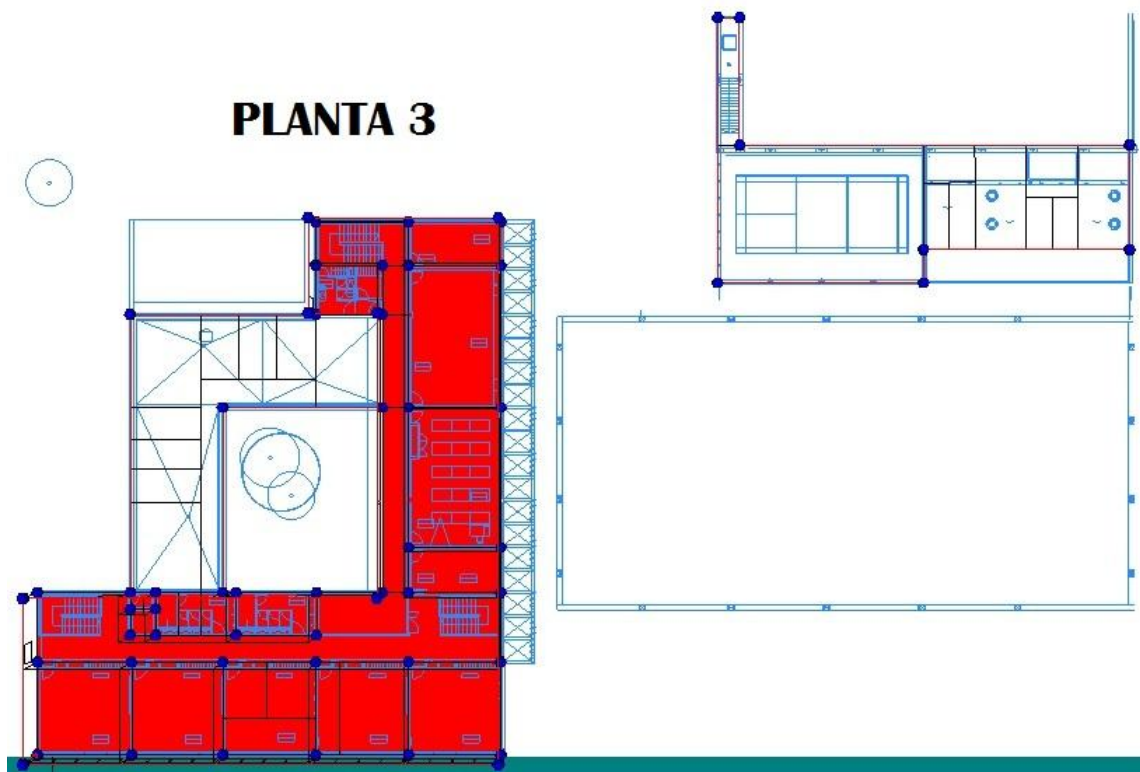


Figura 4. Planta 3 seleccionada en el plano de la 1ª Planta.

El resultado del modelo realizado para el programa LIDER es el que se muestra a continuación (Figura 5). Se ocultan las cubiertas para que se puedan observar mejor los espacios interiores.

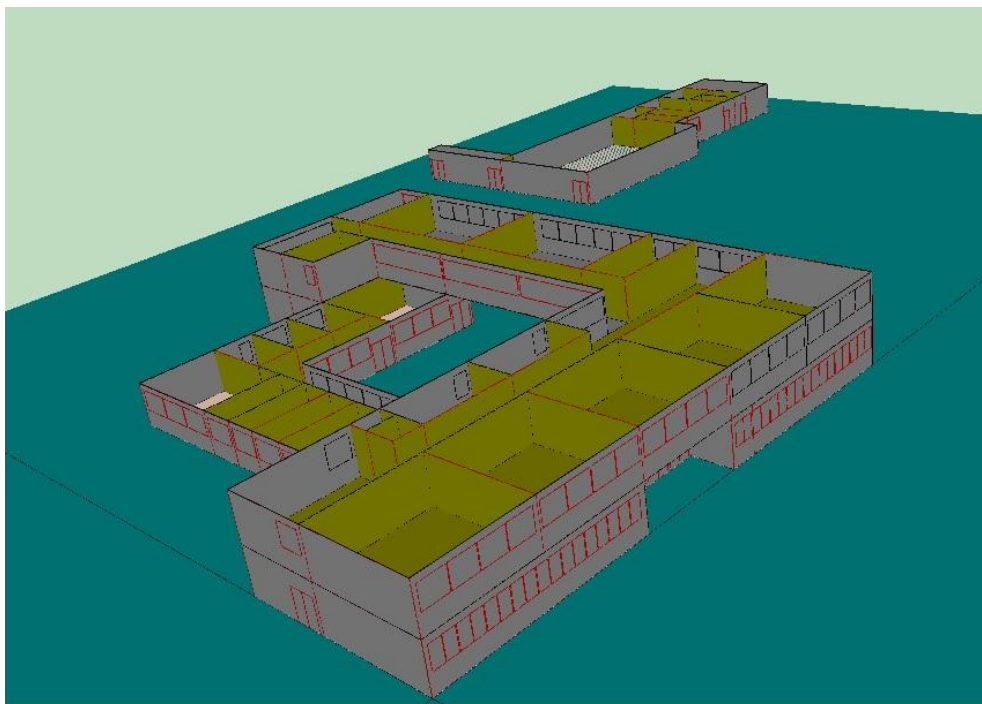


Figura 5. Edificios completos sin cubierta.

3.1.2. Huecos.

Una vez terminados los cerramientos, se colocan los huecos, es decir, las puertas y ventanas del edificio. Para que el programa realice los cálculos, solo es necesario asignar los que se encuentran en los muros exteriores. Para ello, hay que ir editando uno por uno estos cerramientos y asignar el hueco correspondiente.

En este caso, es necesario crearse los elementos tipo “Hueco” previamente en la base de datos de materiales (detallado en el siguiente apartado). Con el fin de simplificar los cálculos y el procedimiento, se definirán tan solo dos elementos: uno para las ventanas y otro para las puertas. La Figura 6 muestra la ventana que despliega LIDER para la definición de las ventanas y puertas de un cerramiento.

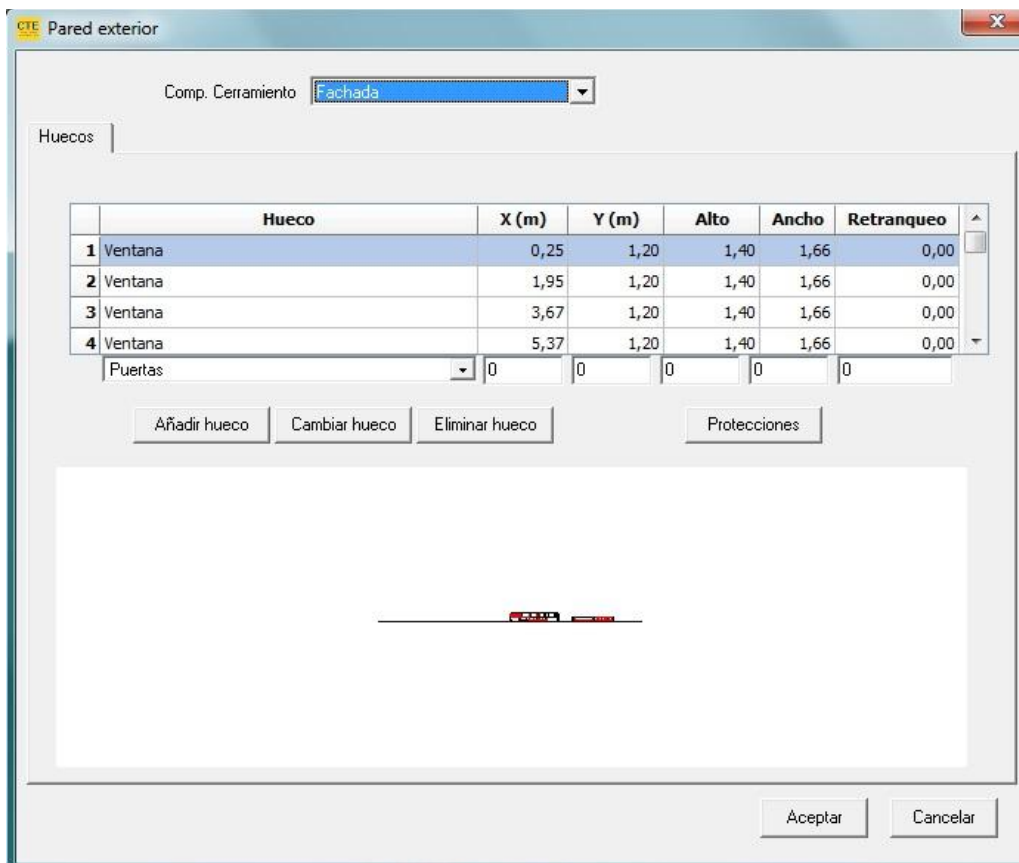


Figura 6. Opción editar. Huecos.

En las opciones de editar se asigna la composición del cerramiento, si bien es posible hacer que el programa los asigne automáticamente una vez creados en la base de datos, es más fiable hacerlo de forma manual en cada uno de los cerramientos. En la pestaña Huecos se van añadiendo ventanas o puertas, dependiendo del caso, cumpliendo su localización y sus dimensiones de acuerdo a los planos dados.

El resultado una vez terminada la definición de todos los huecos es el que se muestran en las Figuras 7 y 8.

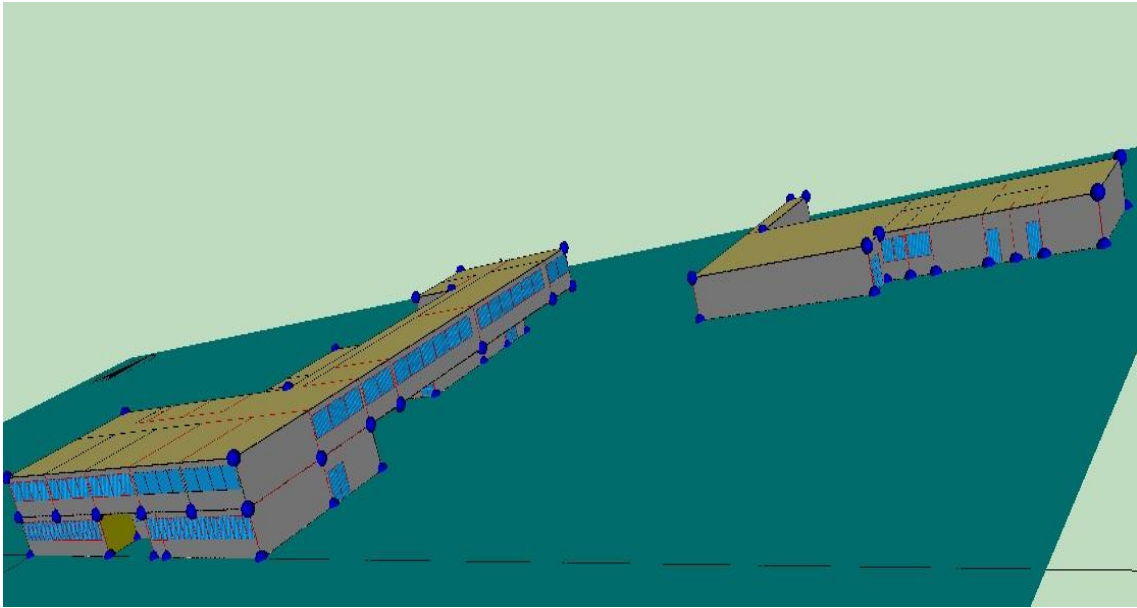


Figura 7. Colegio completo. Vista frontal en 3D.

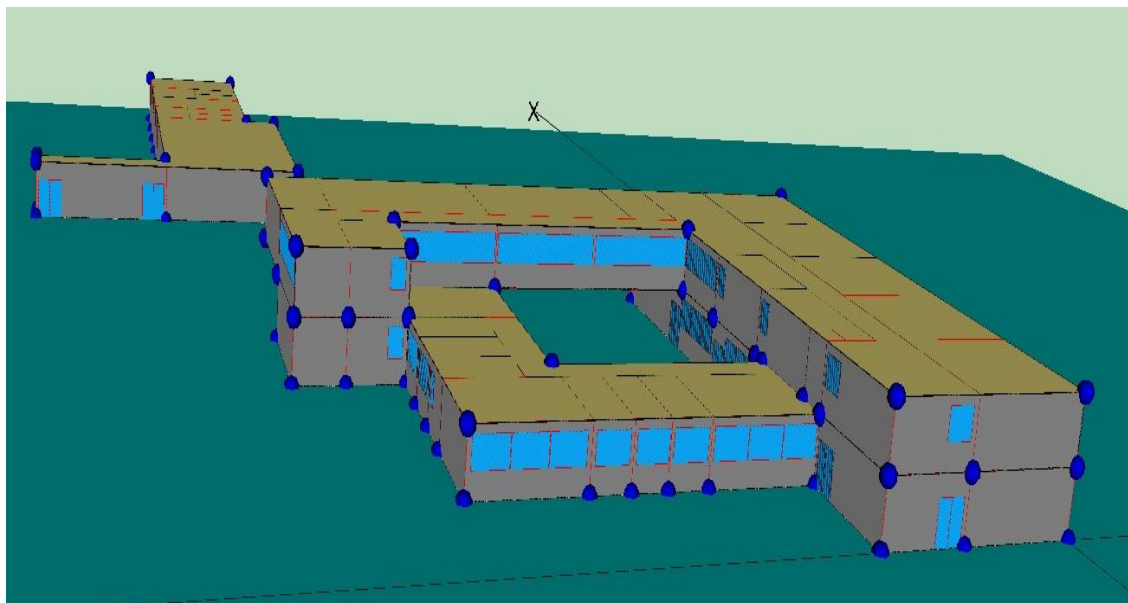


Figura 8. Colegio completo. Vista trasera en 3D.

3.2. Definición de Materiales.

Para realizar el estudio, como se ha comentado en los objetivos del proyecto, se utilizarán dos configuraciones para el edificio, tanto en la composición de los cerramientos como en los sistemas. En este apartado se detallará la lista de materiales escogidos para los cerramientos en la opción clásica (Tabla 1) y en la eficiente energéticamente (Tabla 2). Los materiales han sido escogidos de la base de datos que trae por defecto el programa.

Tabla 1. Lista de cerramientos clásicos.

CERRAMIENTOS CLÁSICOS			
Elemento	Transmitancia térmica (W/m ² K)	Materiales	Espesor (m)
Fachada	2,09	½ pie LM métrico o catalán	0,115
		Mortero de cemento	0,010
		EPS Poliestireno Expandido [0.037 W/[mK]]	0,020
		Tabique de LH sencillo	0,040
		Enlucido de yeso	0,010
Muros interiores	3,70	Enlucido de yeso	0,010
		Tabique de LH sencillo	0,040
		Enlucido de yeso	0,010
Cubierta	1,61	Gravas [1700 < d < 2200]	0,020
		EPS Poliestireno Expandido [0.037 W/[mK]]	0,020
		Betún fieltro o lámina	0,003
		Mortero de cemento	0,010
		Hormigón celular curado en autoclave [d 300]	0,020
		FR Entrevigado de hormigón aligerado	0,250
		Enlucido de yeso	0,010
Solera	2,14	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,350
		Hormigón armado [2300 < d < 2500]	0,210
		Mortero de cemento	0,010
		Azulejo cerámico	0,020

CERRAMIENTOS CLÁSICOS			
Elemento	Transmitancia térmica (W/m ² K)	Materiales	Espesor (m)
Forjado interior	2,71	Azulejo cerámico	0,020
		Mortero de cemento	0,010
		FR Entrevigado de hormigón	0,300
		Enlucido de yeso	0,010
Forjado exterior	0,69	Azulejo cerámico	0,020
		EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,030
		Betún fieltro o lámina	0,003
		Mortero de cemento	0,020
		FR Entrevigado de hormigón aligerado	0,300
		Mortero de cemento	0,020
Puertas	5,28	Vidrios Dobles	4-6-4 (mm)
		Marco metálico sin rotura de puente térmico	-
Ventanas	3,96	Vidrios Dobles	4-6-4 (mm)
		Marco metálico sin rotura de puente térmico	-

Para cuantificar la calidad del cerramiento, LIDER utiliza el valor de la transmitancia térmica (U). Para ello utiliza dos sencillas ecuaciones ^[9], ^[10]:

$$R_i = \frac{e_i}{\lambda_i} \quad (1)$$

Donde,

R_i la resistencia térmica de los materiales

e_i es el espesor del material

λ_i es la conductividad térmica del material.

De este modo la transmitancia térmica total del cerramiento viene dada por:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_{S_i} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{S_e}} \quad (2)$$

Siendo,

R_{S_i} la resistencia térmica superficial interior

R_i la resistencia térmica de los materiales

R_{S_e} la resistencia térmica superficial exterior.

Por tanto, a la hora de mejorar el cerramiento se buscará reducir el valor de U. Para ello, de acuerdo con la ecuación 1 y 2, las opciones son:

- Aumentar el espesor del material.
- Elegir materiales con menos conductividad térmica.

Aplicando estas propuestas, se crea una lista de materiales más eficientes en términos energéticos, la cual se muestra a continuación.

Tabla 2. Lista de cerramientos mejorados.

CERRAMIENTOS MEJORADOS			
Elemento	Transmitancia térmica (W/m ² K)	Materiales	Espesor (m)
Fachada	0,64	½ pie LM métrico o catalán	0,115
		Mortero de cemento	0,020
		EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,030
		Tabicón de LH doble	0,070
		Enlucido de yeso	0,010
Muros interiores	3,13	Enlucido de yeso	0,010
		Tabicón de LH doble	0,070
		Enlucido de yeso	0,010
Cubierta	0,48	Gravas [1700 < d < 2200]	0,030
		EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,040
		Betún fieltro o lámina	0,003
		Mortero de cemento	0,010
		Hormigón celular curado en autoclave [d 300]	0,030
		FR Entrevigado de hormigón aligerado	0,250
		Enlucido de yeso	0,010

CERRAMIENTOS MEJORADOS			
Elemento	Transmitancia térmica (W/m ² K)	Materiales	Espesor (m)
Solera	0,67	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,350
		Hormigón armado [2300 < d < 2500]	0,210
		EPS Poliestireno Expandido [0,029 W/[mK]]	0,030
		Mortero de cemento	0,010
		Azulejo cerámico	0,020
Forjado interior	0,94	Azulejo cerámico	0,020
		Mortero de cemento	0,010
		EPS Poliestireno Expandido [0,029 W/[mK]]	0,020
		FR Entrevigado de hormigón	0,300
		Enlucido de yeso	0,010
Forjado exterior	0,69	Azulejo cerámico	0,020
		EPS Poliestireno Expandido [0,029 W/[mK]]	0,030
		Betún fieltro o lámina	0,003
		Mortero de cemento	0,020
		FR Entrevigado de hormigón aligerado	0,300
		Mortero de cemento	0,020
Puerta	2,92	Vidrio doble bajo emisivo (0,03-0,1)	4-12-6 (mm)
		Marco metálico con rotura de puente térmico mayor de 12mm	-
Ventana	2,51	Vidrio doble bajo emisivo (0,03-0,1)	4-12-6 (mm)
		Marco metálico con rotura de puente térmico mayor de 12mm	-

Se observa que en la Tabla 2, como era de esperar, el valor de U de los cerramientos es mucho más inferior que en la Tabla 1. En general, se ha optado por aumentar el espesor de los tabiques, hormigonados y aislantes, introducir finas capas de aislamiento en cerramientos que antes no tenían (como los forjados internos) y cambiar el EPS utilizado por uno de menor conductividad térmica. Respecto a las puertas y ventanas, ambas tienen las mismas capas de materiales, aunque como se ve en las

Figuras 9 y 10 el programa permite elegir si es puerta y el porcentaje ocupado por el marco, definición que afecta al cálculo energético.

Grupo Ventanas

Nombre Ventana

Propiedades

Grupo Vidrio Dobles bajo emisivos 0.03-0.1 en posición horizo

Vidrio HOR_DB2_4-12-6

Grupo Marco Metálicos en posición horizontal

Marco HOR_Con rotura de puente térmico mayor de 12

%huevo cubierto por el marco 10,00 ¿Es una puerta?

Permeabilidad al aire 50,00 m²/hm² a 100 Pa

Figura 9. Menú creación de Huecos: Ventanas de los cerramientos mejorados.

Grupo Puerta

Nombre Puertas

Propiedades

Grupo Vidrio Dobles bajo emisivos 0.03-0.1 en posición vertic

Vidrio VER_DB2_4-12-6

Grupo Marco Metálicos en posición vertical

Marco VER_Con rotura de puente térmico mayor de 12

%huevo cubierto por el marco 80,00 ¿Es una puerta?

Permeabilidad al aire 60 m²/hm² a 100 Pa

Figura 10. Menú creación de Huecos: Puertas de los cerramientos mejorados.

Al ajustar un 80% de hueco ocupado por el marco, se intenta simular que las puertas disponen de mirilla y el resto es una estructura metálica.

Otro punto importante es el factor solar del vidrio (g). Este valor es la relación de energía solar que atraviesa la superficie respecto de la que incide en esta ^[11]. Un factor solar alto garantiza un aumento de calor en el interior, lo que es ideal para el invierno ya que permitirá ahorrar en calefacción, pero se vuelve contraproducente en verano. En el caso estudiado, teniendo en cuenta que el colegio permanece cerrado por vacaciones durante los días más calurosos, conviene que el factor solar sea elevado. LIDER usa por defecto un valor de 0,75 el cual será aceptado como válido para la solución de cerramientos clásicos.

Sin embargo, cuando se reduce la transmitancia térmica del vidrio, también lo hace el factor solar de este. Las características del vidrio dependen de muchos factores y varían dependiendo de los fabricantes, tratamientos superficiales, etc. Es por ello que LIDER no modifica el valor predeterminado de g aunque descienda la U, así que para la configuración de cerramientos óptimos, se modificará manualmente el factor solar a 0,60, que es un valor acorde a los vidrios bajo emisivos como es el caso ^[11].

Para concluir, se deben introducir los cerramientos de las Tablas 1 y 2 a LIDER. Para ello, se entra a la Base de Datos, donde se usará la lista de materiales que posee el programa por defecto, la cual contiene una gran variedad de soluciones constructivas. En la carpeta de “Cerramientos y Particiones” se crean los cerramientos y en “Huecos y Lucernarios” las puertas y ventanas. Se observa el resultado final en la Figura 11.

Proyecto: colegio0206interiorok

Opacos | Semitransparentes

Materiales y productos: Cerramientos y particiones interiores

Grupo: Cubiertas

Nombre: Cubierta 1

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior):

Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo):

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,020	2,000	1450	1050	
2	EPS Poliestireno Expandido [0.037 W/(mK)]	0,020	0,038	30	1000	
3	Betún fieltro o lámina	0,003	0,230	1100	1000	
4	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,010	0,550	1125	1000	
5	Hormigón celular curado en autoclave d 300	0,020	0,090	300	1000	
6	FR Entrevigado de hormigón aligerado -Canto 250	0,250	1,788	1645	1000	
7	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	
8						

Grupo Material: Aislantes

Material: EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/(mK)]

0,020 Espesor (m)

Añadir | Cambiar | Eliminar | Subir | Bajar

U: 0,90 W/(m²K)

Aceptar

Figura 11. Cerramientos implementados en LIDER.

Cabe destacar la posibilidad de incorporar bases de datos externas al programa, siempre que cumplan el formato requerido por LIDER.

3.3. Cálculo de la exigencia HE-1 mediante LIDER.

Una vez se completa la modelización y se designa la composición de los cerramientos, se procede a comprobar si el edificio cumple o no con la normativa. Al pulsar el botón de “Calcular” (Figura 12), LIDER realiza las operaciones pertinentes con el edificio objeto y luego compara los resultados con un edificio de referencia que sí cumple con el HE-1.



Figura 12. Botones para el cálculo y análisis de resultados.

Se ha obtenido el informe con la opción de cerramientos clásicos, ya que si el edificio cumple con la propuesta más desfavorable, como es el caso, también lo hará para la configuración más óptima.

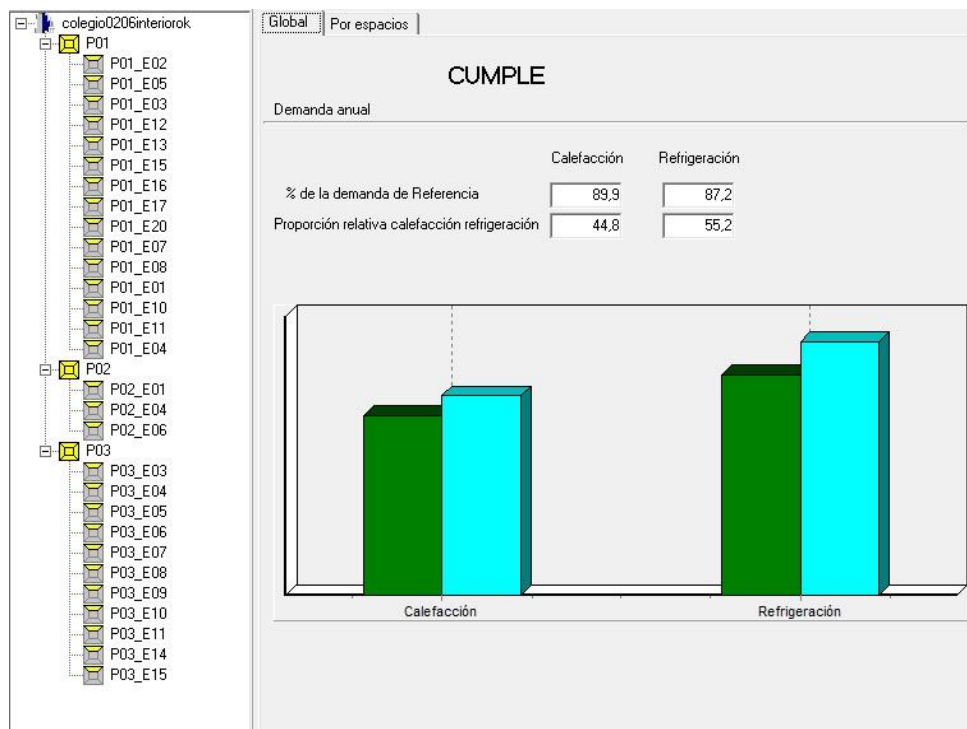


Figura 13. Resultados de LIDER

Como se observa en la Figura 13, el programa muestra la comparación con un diagrama de barras muy sencillo. Las barras de color azul son las del edificio referencia y las verdes las del edificio objeto, que serían rojas en caso de que las demandas de

calefacción y refrigeración fueran mayores a las de referencia y por tanto no cumplieran con la exigencia HE-1. Comentar también que en caso de que se produzcan errores o no se cumplan requerimientos mínimos de construcción, el programa mostraría las advertencias debajo del diagrama de barras. En el caso estudiado, se han depurado todos los fallos, y el edificio cumple todos los puntos de la normativa.

LIDER permite obtener el informe completo de la verificación del cumplimiento pulsando el botón “PDF” (Figura 12). Este informe sirve como justificación administrativa del cumplimiento de la normativa.

Además, con el botón “GD” (Figura 12), el programa permite grabar en una unidad externa el informe junto con un número de comprobación que asegura la autenticidad del documento y que este no ha sido manipulado posteriormente.

Se adjunta en el Anexo I el informe obtenido.

4. DEFINICIÓN DE LOS SISTEMAS EN CALENER VYP

Una vez terminada la modelización del edificio, se procede a instalar los sistemas del mismo. Para ello, y siempre que esté libre de errores, se abre en Calener VYP el archivo con el que se ha trabajado en LIDER, que incorpora tanto el edificio modelizado con sus cerramientos como su descripción, tipo de uso y zona climática, es decir, los datos que se añadieron inicialmente en la Figura 1.

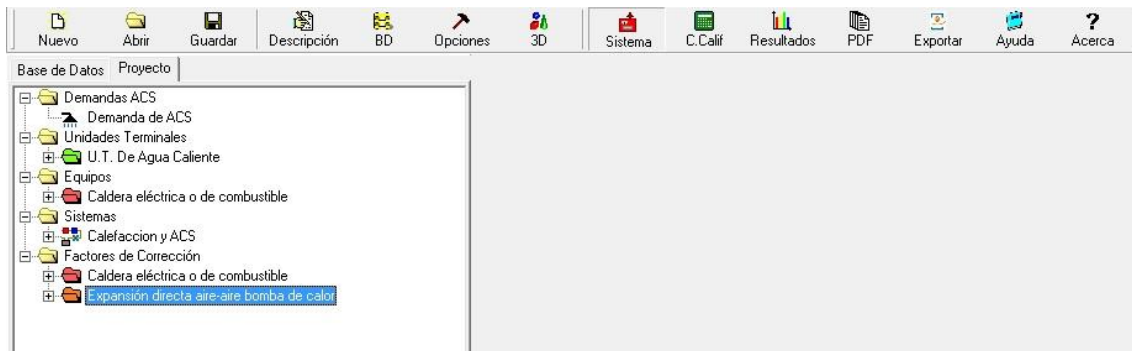


Figura 14. Ventana Sistemas de Calener VYP

En la Figura 14 se muestra la ventana “Sistemas”. Se pueden ver dos pestañas: Base de Datos y Proyecto.

- Base de Datos: Se trabajará con las opciones que incorpora por defecto Calener VYP. En caso de añadir cualquier equipo o sistema que no contemple el programa, se incorporaría a la base de datos ya existente.
- Proyecto: En esta pestaña se definen los elementos que se incorporarán al edificio estudiado. En este caso, como se observa en la figura 14, se agregará un sistema mixto de calefacción y agua caliente sanitaria. En los siguientes apartados se describen las opciones existentes y las elegidas para el caso objeto.

4.1. Demanda de ACS

Calener VYP ofrece una demanda de agua caliente sanitaria por defecto muy acorde con la que requiere el colegio, por lo que se tomará como válida la opción propuesta por el programa, mostrada en la Figura 15.

La temperatura del agua de red se ha modificado teniendo en cuenta el Apéndice B: Temperatura media del agua fría del Documento Básico HE 4 ^[12] descartando los meses Julio y Agosto donde el colegio permanece cerrado.

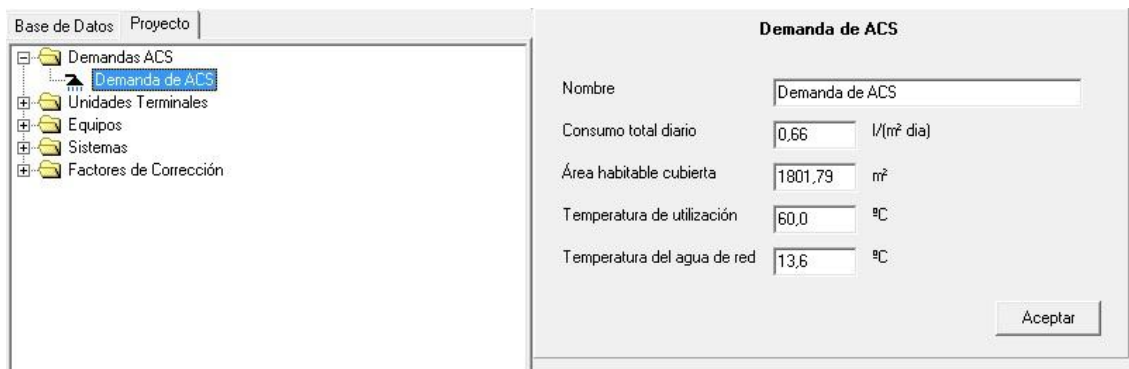


Figura 15. Demanda de ACS.

4.2. Sistemas.

Los sistemas son las instalaciones que se pueden realizar en el edificio estudiado. Se disponen de varias opciones ^[13]:

- Sistema de climatización unizona
- Sistema de calefacción multizona por agua
- Sistema de climatización multizona por expansión directa
- Sistema de climatización multizona por conductos
- Sistema de agua caliente sanitaria
- Sistema mixto de calefacción y agua caliente sanitaria
- Sistema de climatización multizona por expansión directa para terciario
- Sistema de climatización multizona por conductos para terciario

Para el caso estudiado, se opta por la opción de Sistema mixto de calefacción y ACS ya que es la solución más extendida en edificios de esta categoría.

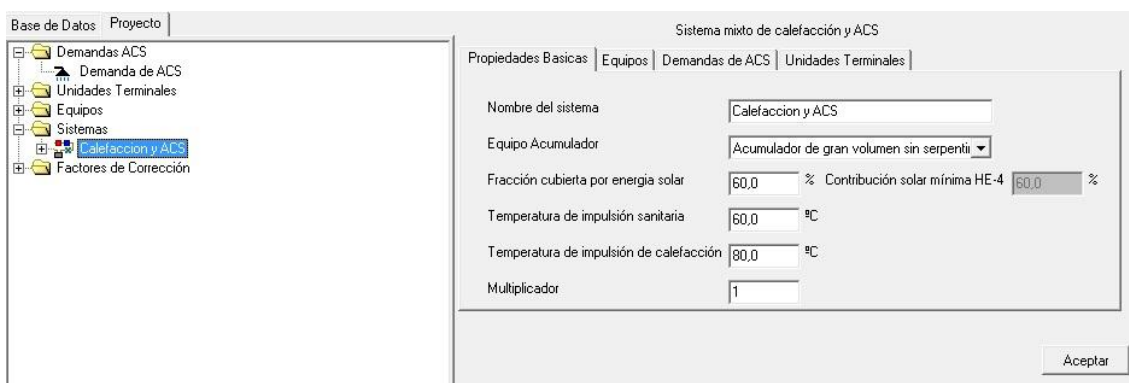


Figura 16. Sistema mixto de calefacción y ACS.

En la Figura 16 se muestra el menú de edición del sistema elegido. Se dejará por defecto las temperaturas propuestas por Calener VYP, pero se modifica la fracción cubierta por energía solar, igualándola a la mínima exigida por el HE-4.

El sistema es lo primero que se debe decidir, pero es lo último que se puede completar, ya que necesita tener definido antes la demanda de ACS, los equipos

utilizados y las unidades terminales. Se pueden implementar tantos sistemas como se desee, siempre y cuando sean coherentes entre ellos.

4.3. Unidades Terminales.

Las unidades terminales (U.T.) son los elementos por los que se transmite y se reparte el calor por cada zona del edificio. En el caso estudiado, las unidades terminales serán de agua caliente, pretendiendo simular unos radiadores.

Habrá que añadir tantas U.T. de Agua Caliente como zonas se quieran calentar, y definir además la potencia calorífica que se suministrará a cada zona.

Para facilitar el cálculo del calor, se han utilizado unas sencillas reglas que proporciona un fabricante de electrodomésticos ^[14]:

Núcleo Urbano	VIVIENDA SIN AISLAMIENTO TERMICO						VIVIENDA CON AISLAMIENTO TERMICO					
	Una fachada			Dos fachadas			Una fachada			Dos fachadas		
	EP	PP	UP	EP	PP	UP	EP	PP	UP	EP	PP	UP
ZONA 1	54	67	81	70	82	95	44	50	56	54	59	64
ZONA 2	60	74	90	78	91	106	49	56	62	60	66	71
ZONA 3	69	87	105	90	100	123	55	65	77	68	75	82
ZONA 4	79	99	121	102	119	140	64	74	82	77	85	92
ZONA 5	82	103	126	106	121	146	67	78	86	81	92	96

Leyenda: EP (Entre Plantas) ; PP (Primera Planta) ; UP (Última Planta)

Figura 17. Calor (W/m^2) por habitación. Fuente: El Blog de Taurus ^[14]

Utilizando los datos de la Figura 17 y localizando la Comunidad Valenciana en la zona 2 (clima suave), los datos que se deben usar son de $56 W/m^2$ para las Plantas 1 y 2 (plantas bajas) y $62 W/m^2$ para la Planta 3.

Mediante los criterios anteriores, se elabora una lista con las potencias que serán necesarias para calentar adecuadamente cada espacio del colegio.

Tabla 3. Cálculo de la potencia necesitada en cada espacio.

Nombre del Espacio	Área (m^2)	Potencia (kW)
P1_E01	13,96	0,782
P1_E02	103,65	5,804
P1_E03	14,81	0,829
P1_E04	13,39	0
P1_E05	90,17	5,050
P1_E06	2,49	0
P1_E07	5,7	2,000
P1_E08	5,95	2,000
P1_E09	4,02	0
P1_E10	38,24	2,141
P1_E11	39,54	2,214
P1_E12	12,47	0,698

Nombre del Espacio	Área (m ²)	Potencia (kW)
P1_E13	13,92	0,780
P1_E14	238,11	0
P1_E15	14,54	0,814
P1_E16	14,49	0,811
P1_E17	15,49	0,867
P1_E18	24,2	1,355
P1_E19	27,7	0
P1_E20	51,81	2,901
P2_01	32,42	2,000
P2_02	16,83	0
P2_03	10,36	0
P2_04	10,45	0,585
P2_05	11,59	0
P2_06	32,3	2,000
P2_07	8,17	0
P2_08	8,11	0
P2_09	171,25	0
P2_10	16,11	0
P3_E01	19,92	0
P3_E02	221,74	0
P3_E03	24,26	1,504
P3_E04	79,27	4,915
P3_E05	78,07	4,840
P3_E06	25,2	1,562
P3_E07	51,52	3,194
P3_E08	51,89	3,217
P3_E09	52	3,224
P3_E10	51,06	3,166
P3_E11	52,59	3,261
P3_E12	4,02	0
P3_E13	2,49	0
P3_E14	20,78	2,000
P3_E15	20,82	2,000

Como se observa en la Tabla 3, hay espacios marcados en rojo que no tienen asignada potencia de calefacción. Estos son los espacios llamados “No Acondicionados”, y corresponden con habitaciones donde no son necesarios los radiadores, como cuartos de limpieza, almacenes, cuarto de calderas, el gimnasio, etc.

Por otra parte, los espacios marcados en verde son los destinados a aseos y a los vestuarios con ducha, así que se garantiza un mínimo de 2 kW para el ACS.

Esta tabla hay que trasladarla a Calener, creando una U.T. de Agua Caliente para cada espacio como se indica en la Figura 18.

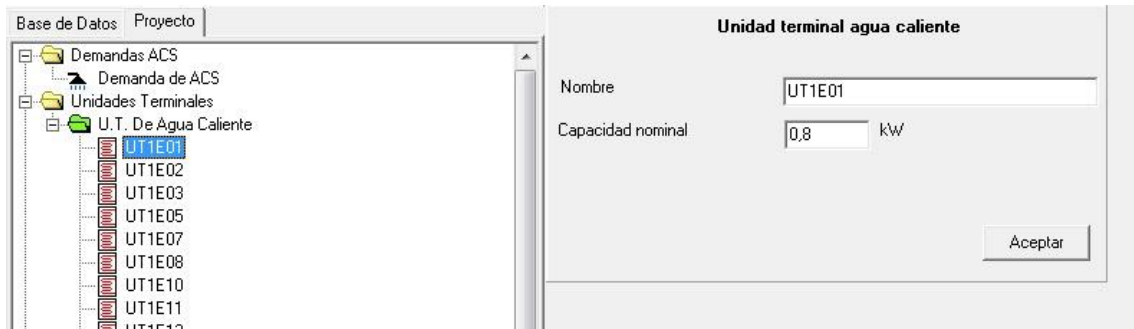


Figura 18. Creación de las U.T. de Agua Caliente a partir de la Tabla 3.

Una vez se tengan todas las unidades terminales definidas, en el Sistema seleccionado hay que relacionar cada una de ellas con el espacio al que hacen referencia, actuando con la pestaña de la Figura 19.

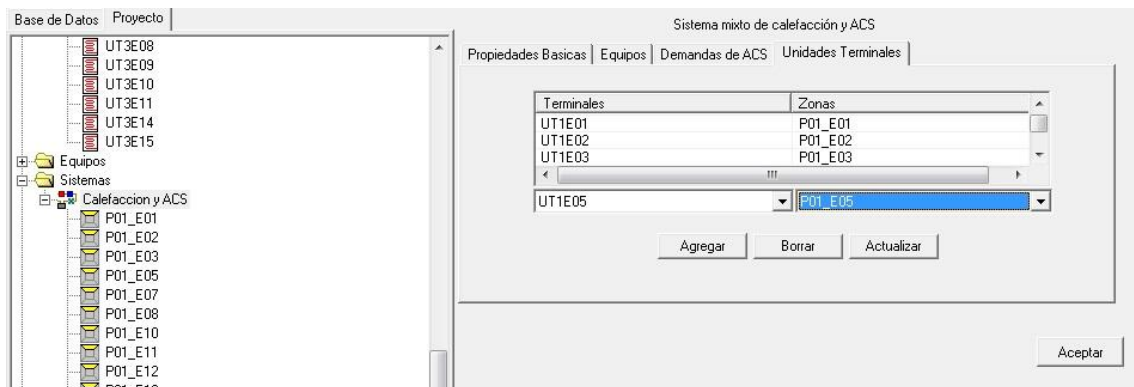


Figura 19. Asignación de las U.T. a cada zona en el Sistema.

4.4. Equipos.

En los equipos se define la maquinaria clave que aportará la energía al sistema. En el caso estudiado, para un sistema de calefacción y ACS mixto, se ha optado por usar una caldera de fundición de baja temperatura para quemadores de gasóleo. Esta es una solución típica en los colegios, ya que suele ser una inversión no muy elevada.

Para decidir la potencia de la caldera, se suman las potencias obtenidas en la Tabla 3. El resultado da un total de 66,14 kW. Se buscará una caldera de potencia superior a la calculada del catálogo de un fabricante, como por ejemplo Buderus (Grupo Bosch) [15].

Tipos		52	64	78	95
Potencia útil ▶ [kW]		40-52	48-64	59-78	71-95
Potencia calorífica nominal ▶ [kW]		44,0-56,6	51,1-69,8	63,3-85,1	76,0-103
Número de elementos		4	5	6	7
Contenido de agua ▶ [l]		61	73	85	97
Contenido de gas en combustión ▶ [l]		68,8	85,1	101,4	117,7
Temperatura de humos ▶ [°C]		160-180			
Caudal másico de humos (plena carga) ▶ [kg/s]		0,018-0,022	0,022-0,027	0,027-0,032	0,032-0,039
Tiro disponible ▶ [Pa]		0			
Resistencia lado gas combustión ▶ [mbar]		0,30-0,42	0,16-0,35	0,25-0,46	0,35-0,71
Pérdidas de carga en el lado del agua (salto térmico=15[K]) ▶ [mbar]		10,5-14,0	11,5-16,5	9,5-14,5	9,0-14,5
Temperatura máxima de seguridad ⁽¹⁾ ▶ [°C]		120			
Presión máxima de servicio ▶ [bar]		4			
Profundidad de la caldera	L ▶ [mm]	787	907	1027	1147
	L _K ▶ [mm]	680	800	920	1040
Profundidad del hogar	▶ [mm]	548	668	788	908
	Ø ▶ [mm]	337	337	337	337
Profundidad puerta del quemador	▶ [mm]	95	95	95	95
	D _B ▶ [mm]	110	110	110	130
Diámetro del conducto de humos ▶ [mm]		150			
Distancia entre patas de apoyo F _L ▶ [mm]		455	575	695	815
Peso neto (sin embalaje) ⁽²⁾ ▶ [Kg]		227	272	317	362

Figura 20. Tabla de características de las calderas Logano GE215. Fuente: Buderus.

En la Figura 20 se muestran distintos modelos para un mismo tipo de caldera. Se usará la de 78 kW, ya que su potencia útil es ligeramente superior a la que se necesita para el edificio objeto.

En Calener VYP, solo es necesario indicar la capacidad total, el rendimiento de la caldera y el combustible utilizado. Si bien se pueden incorporar los factores de corrección propios, se darán por válidos los que incorpora el programa para calderas del tipo “baja temperatura”.

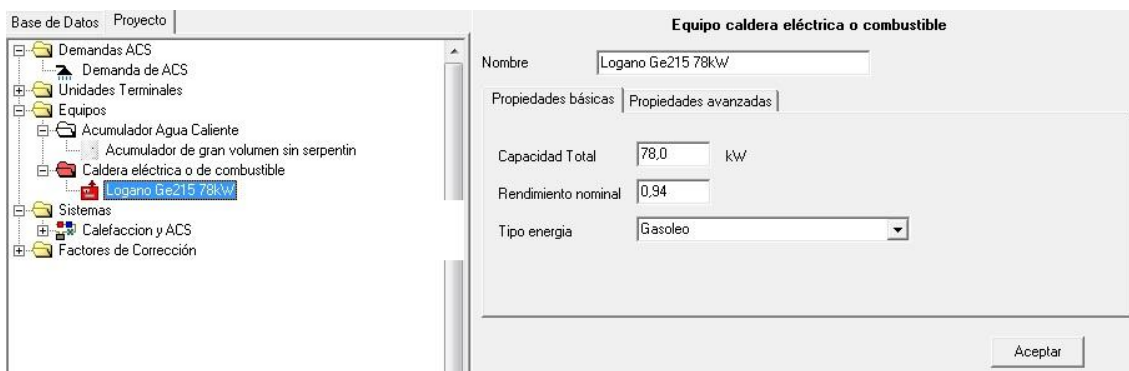


Figura 21. Definición de la caldera en Calener VYP.

En la Figura 21 se observa cómo queda definida la caldera escogida. También se ve que existe otro equipo: un acumulador de agua caliente.

Al utilizar energía solar para cumplir con el HE-4 (como se ha visto en el apartado 4.2.), también se debe incorporar por normativa un acumulador de agua que reciba el calor obtenido de las placas solares.

La definición del acumulador en Calener es muy sencillo, hay que indicar el volumen del depósito y las pérdidas así como las temperaturas máximas y mínimas de consigna, que serán 90°C y 60°C respectivamente, como indica la Figura 22.

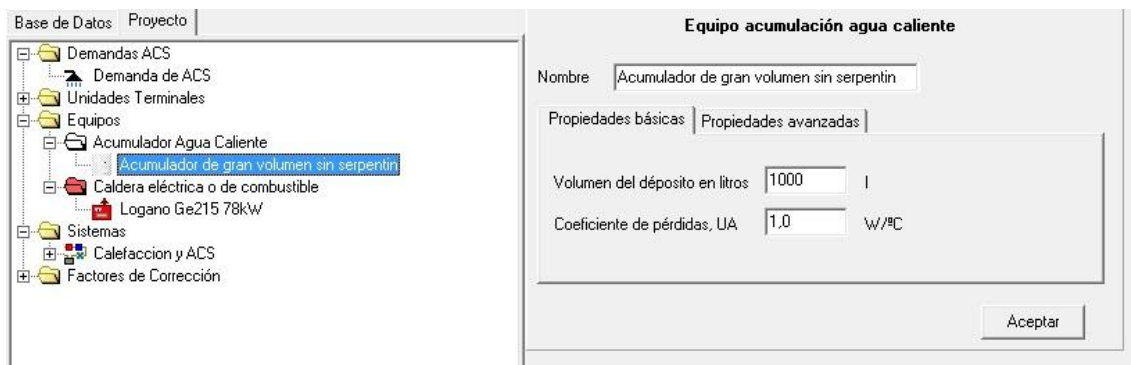


Figura 22. Definición del acumulador de agua.

Una vez se tienen todos los elementos, se puede terminar de completar el sistema agregando los equipos, la demanda de ACS y las Unidades Terminales.

5. RESULTADOS

Después de haber modelizado el edificio y haber definido los sistemas, ya se puede calcular la eficiencia energética del mismo y obtener el certificado.

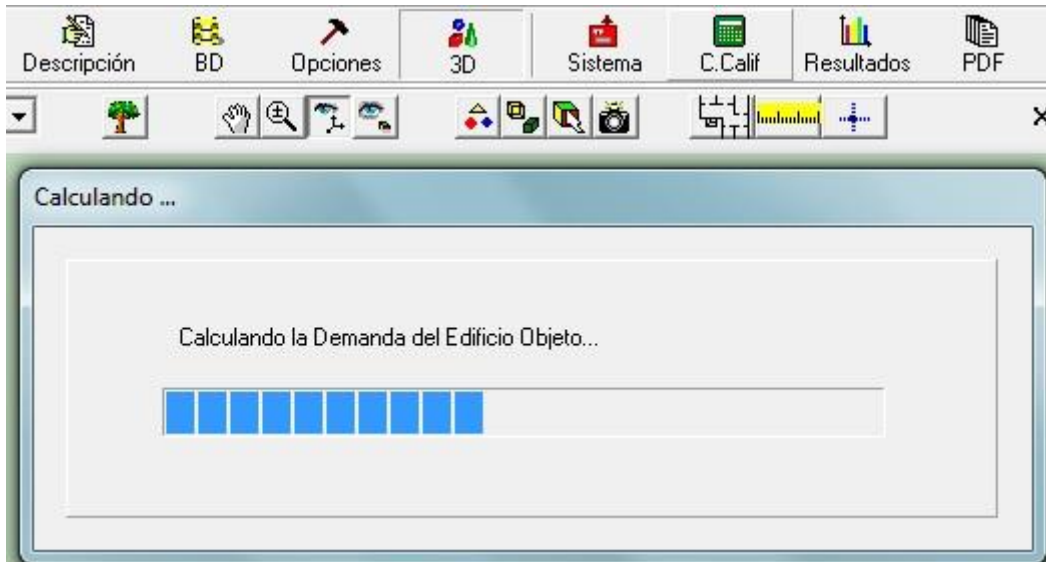


Figura 23. Mensaje emergente tras pulsar el botón "C.Calif".

Para ello, basta con pulsar el botón C.Calif y, siempre que esté libre de errores, tras unos minutos de cálculo (se observa en progreso en la ventana emergente de la Figura 23) mostrará en pantalla la etiqueta energética del edificio.

El objetivo será obtener dos calificaciones. Una de ellas para la configuración “clásica”, que corresponde con el edificio de cerramientos más convencionales y el sistema definido anteriormente.

La segunda calificación será para una configuración eficiente, con la lista de cerramientos mejorados y además se modificará el sistema definido previamente con la finalidad de optimizar al máximo la eficiencia de la instalación.

La certificación energética consiste en estimar la cantidad de CO₂ por metro cuadrado que emite el edificio objeto, y lo compara con las emisiones de un edificio de referencia de características similares. Para el caso de edificios del sector terciario, el programa solo muestra el indicador para el caso estudiado. Sin embargo, Calener VYP trabaja con modelos de referencia de eficiencia D. Esto significa que obtener etiquetas por debajo de esta significará mejorar la referencia de la siguiente forma:

- **Etiqueta C:** Entre un 75% - 90% de las emisiones de referencia.
- **Etiqueta B:** Entre un 55% - 75% de las emisiones de referencia.
- **Etiqueta A:** Inferior al 55% de las emisiones de referencia.

5.1. Calificación Energética Estándar.

En la Figura 24 se muestra la Etiqueta de certificación energética para la configuración clásica, en la que se ha obtenido un valor de $17,1 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$.

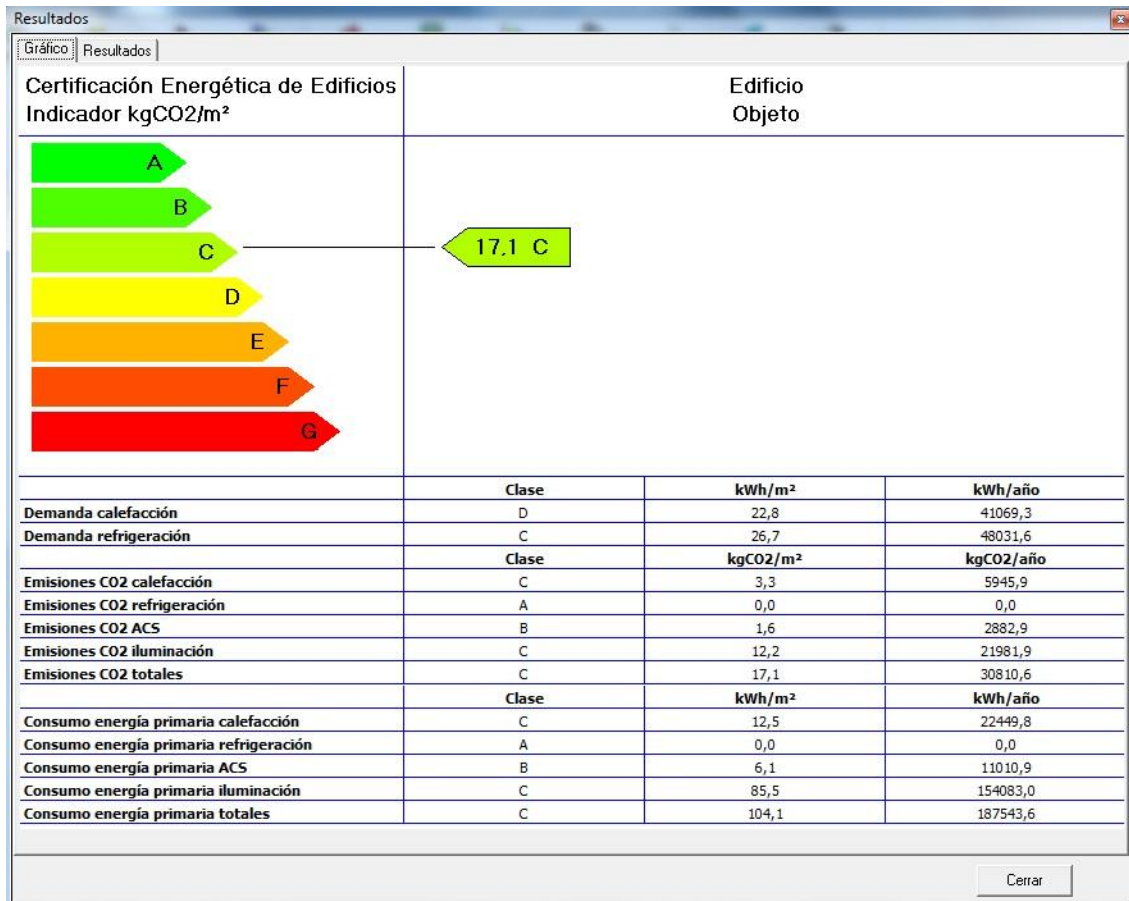


Figura 24. Etiqueta de eficiencia energética para la configuración "clásica".

Se indican las demandas de calefacción y refrigeración, así como las emisiones de CO_2 y el consumo de energía primaria de cada una de las fuentes contaminantes.

En la columna "Clase" se puede observar en un rápido vistazo donde se puede mejorar mediante la etiqueta de cada uno de los elementos listados. Predomina la clase C y se obtiene una D en la demanda de calefacción. Al mejorar los cerramientos, esta demanda deberá mejorar, es decir, se necesitará menor energía para calentar una zona debido a un mejor aislamiento térmico. Esto se observará en el siguiente apartado.

En la Figura 25 se muestra la pestaña de resultados de la etiqueta, donde aparecen de nuevo detallados los consumos y las emisiones. En esta ventana sí que aparecen las emisiones del edificio de referencia, que son $34,5 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$ y correspondería la clase D, como se ha comentado anteriormente.

Gráfico Resultados

* Demandas	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	kWh/m ²	kWh/año	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	22,8	41069,3	19,3	34742,0
Refrigeración	26,7	48031,6	31,9	57478,7

Consumos Energía Final	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	kWh/m ²	kWh/año	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	11,5	20767,6	11,9	21423,3
Refrigeración	0,0	0,0	0,0	0,0
ACS	5,7	10185,8	5,1	9160,7
Iluminación	32,9	59194,4	40,5	72882,3
Total	50,0	90147,8	57,4	103466,3

Consumos Energía Primaria	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	kWh/m ²	kWh/año	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	12,5	22449,8	12,9	23158,6
Refrigeración	0,0	0,0	0,0	0,0
ACS	6,1	11010,9	13,2	23845,4
Iluminación	85,5	154083,0	105,3	189712,7
Total	104,1	187543,6	131,4	236716,6

Emisiones	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año
Calefacción	3,3	5945,9	3,4	6148,5
Refrigeración	0,0	0,0	0,0	0,0
ACS	1,6	2882,9	4,8	8702,7
Iluminación	21,3	38417,2	26,3	47300,6
Total	26,2	47245,9	34,5	62151,8

* Estas demandas son de energía sensible y no incluyen las debidas a la ventilación en los sistemas

Figura 25. Pestaña de resultados de la certificación para configuración clásica.

Sin embargo, se puede observar una discrepancia entre las Figuras 24 y 25 siendo 17,1 kgCO₂/m² y 26,2 kgCO₂/m² el valor de emisiones finales respectivamente. Esto se debe a que las emisiones de iluminación no son iguales en una pestaña y en otra, lo que varía el valor de las emisiones totales.

Los cálculos correctos son los que se muestran en la Figura 25, y son:

- Emisiones de iluminación: 38417,2 kgCO₂/año
- Área habitable: 1801,79 m²

Por tanto,

$$Emisiones \left(\frac{kgCO_2}{m^2} \right) = \frac{Emisiones \text{ de iluminación}}{Área habitable} = 21,322 \quad (3)$$

En cambio, las emisiones que se muestran en la Figura 24 se realizan teniendo en cuenta el área total, donde se incluye las superficies de las cubiertas.

- Emisiones de iluminación: 38417,2 kgCO₂/año
- Área total: 3120,268 m²

Repetiendo la ecuación 3, esta vez de forma incorrecta,

$$Emisiones \left(\frac{kgCO_2}{m^2} \right) = \frac{Emisiones \text{ de iluminación}}{Área \text{ total}} = 12,312 \quad (4)$$

Al calcular de nuevo en la ecuación 4, se obtiene el valor que aparece en la Figura 24.

Como última comprobación se verifica, según lo comentado antes, que el edificio pertenece a la categoría C, para ello se utiliza una sencilla operación (5):

$$\frac{Emisiones \text{ edificio objeto}}{Emisiones \text{ edificio referencia}} * 100 \quad (5)$$

Aplicando la ecuación 5 para las emisiones correctas (las mostradas en la Figura 25), el resultado es de:

$$\frac{26,2}{34,5} * 100 = \mathbf{75,94\%} \quad (6)$$

El cual pertenecería a la categoría C (entre 75% y 90% respecto a la referencia). Si se hace la misma operación para el resultado de la Figura 24, se tiene:

$$\frac{17,1}{34,5} * 100 = \mathbf{49,56\%} \quad (7)$$

De ser correctas estas emisiones, el edificio pertenecería a la clase A, lo cual no es cierto.

Resumiendo, Calener VYP calcula correctamente las emisiones y la etiqueta y muestra los resultados adecuados en la pestaña “Resultados” (Figura 25) pero, debido a un error interno, divide entre el área total en lugar del área habitable y no calcula bien la iluminación en la pestaña “Gráfico” (Figura 24), falseando ligeramente los resultados, que pese a mostrar la clase correcta (A, B, C, D...) coloca un valor de emisiones inferior al real. Se adjunta el certificado completo en el Anexo III.

5.2. Calificación Energética Eficiente.

Antes de realizar el nuevo certificado, se han de tener en cuenta los cambios realizados en el edificio.

- Cerramientos más eficientes, con una transmitancia térmica inferior a los usados anteriormente.
- Un sistema de ACS y calefacción más moderno y ecológico.

Respecto a los cerramientos, ya se ha mostrado su composición en la Tabla 2 del apartado 3.2.

En cuanto al sistema, se cambiará la caldera de diesel por una de biomasa policombustible. Se utilizará a modo de ejemplo la caldera de la serie PLC 75kW del Grupo Biosan ^[16]. En la Figura 26 se muestran algunas de las características de la máquina.








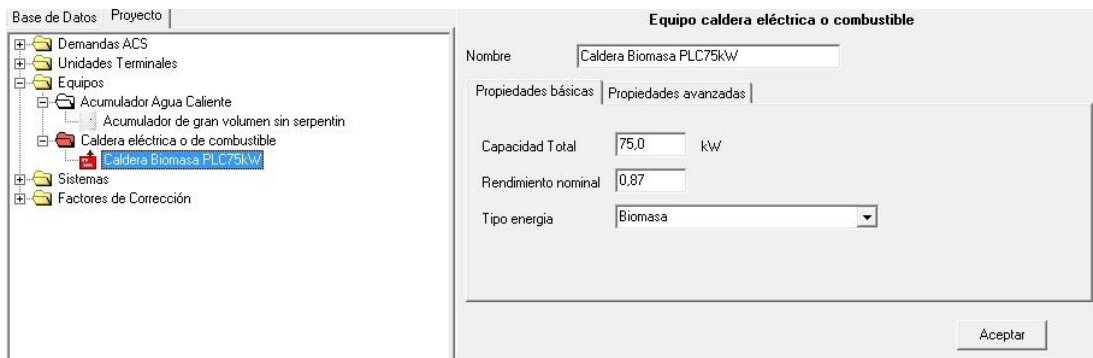
DATOS TÉCNICOS		
CALDERAS DE BIOMASA PLC75		
Potencia térmica máxima	65 kW	 max
Potencia térmica mínima	22 kW	 min
Rendimiento energético a potencia máxima	87%	 max
Rendimiento energético a potencia mínima	89,7%	 min
Consumo de Pellet a potencia máxima	12,18 Kg/h	 max
Consumo de Pellet a potencia mínima	4,1 Kg/h	 min
Presión Máxima	3 bar	 bar

Figura 26. Características de la caldera PLC75. Fuente: Grupo Biosan.

Se introducen los cambios en Calener VYP, cambiando la caldera del sistema (Figura 27). Se adopta como rendimiento nominal el de potencia máxima, que es también el más conservador.



Base de Datos Proyecto

- Demandas ACS
- Unidades Terminales
- Equipos
 - Acumulador Agua Caliente
 - Acumulador de gran volumen sin serpentín
 - Caldera eléctrica o de combustible
 - Caldera Biomasa PLC75kW**
- Sistemas
- Factores de Corrección

Equipo caldera eléctrica o combustible

Nombre:

Propiedades básicas | Propiedades avanzadas

Capacidad Total: kW

Rendimiento nominal:

Tipo energía:

Figura 27. Caldera de biomasa en Calener VYP.

Una vez realizados los cambios, se obtiene la calificación energética. Se muestra la etiqueta en la Figura 28.

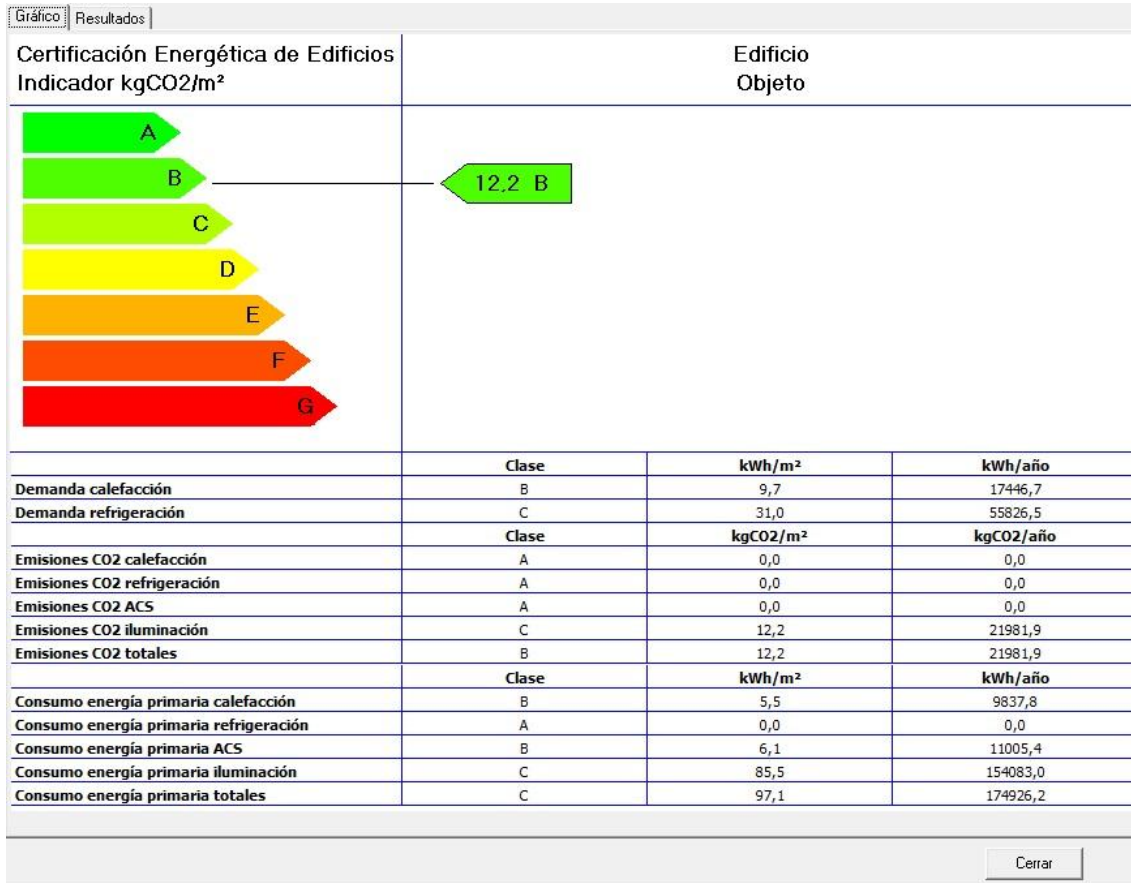


Figura 28. Etiqueta de eficiencia energética para la configuración "óptima".

Como ocurre en la certificación clásica, la clase del edificio es la que aparece en la etiqueta, pero las emisiones totales mostradas en la Figura 28 no son las correctas.

En la Figura 29 se ven las emisiones totales reales, que corresponden con las emisiones de iluminación y son $21,3 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$. Realizando la comprobación de la clase con la ecuación 5 se obtiene:

$$\frac{21,3}{34,5} * 100 = \mathbf{61,74\%} \quad (8)$$

Un valor que está, efectivamente, dentro del rango de la clase B (55%-75%).

* Demandas	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	kWh/m ²	kWh/año	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	9,7	17446,7	19,6	35251,7
Refrigeración	31,0	55826,5	31,5	56830,3

Consumos Energía Final	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	kWh/m ²	kWh/año	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	5,5	9837,8	12,0	21536,2
Refrigeración	0,0	0,0	0,0	0,0
ACS	6,1	11005,4	5,1	9160,7
Iluminación	32,9	59194,4	40,5	72882,3
Total	44,4	80037,6	57,5	103579,2

Consumos Energía Primaria	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	kWh/m ²	kWh/año	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	5,5	9837,8	12,9	23280,6
Refrigeración	0,0	0,0	0,0	0,0
ACS	6,1	11005,4	13,2	23845,4
Iluminación	85,5	154083,0	105,3	189712,7
Total	97,1	174926,2	131,5	236838,7

Emisiones	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año
Calefacción	0,0	0,0	3,4	6180,9
Refrigeración	0,0	0,0	0,0	0,0
ACS	0,0	0,0	4,8	8702,7
Iluminación	21,3	38417,2	26,3	47300,6
Total	21,3	38417,2	34,5	62184,2

* Estas demandas son de energía sensible y no incluyen las debidas a la ventilación en los sistemas

Figura 29. Pestaña de resultados de la certificación para configuración óptima.

Como se puede ver a simple vista, el edificio ha mejorado hasta la clase B, reduciendo sus emisiones en 5 kgCO₂/m². Además, se ve reducida la demanda de calefacción así como el consumo de energía.

Se procederá a analizar los resultados de ambos certificados en el apartado de conclusiones. Al igual que el anterior certificado, se incorpora este en el Anexo IV.

6. VIABILIDAD ECONÓMICA

Los cambios realizados para estudiar cómo afecta la optimización de los recursos en la eficiencia energética del edificio han sido principalmente dos:

- Mejora en la composición de los cerramientos.
- Cambio de la caldera diesel por una de biomasa.

Obtener los precios y estudiar la viabilidad de construir el colegio con unos materiales u otros es una tarea que va más allá del alcance de este proyecto.

Sin embargo, se puede estudiar si resulta viable cambiar la caldera antigua de diesel por una de biomasa suponiendo, por ejemplo, que se ha estropeado la que había en el colegio y es necesario comprar una nueva.

Dado que el resto de la instalación de calefacción sirve para ambas opciones, se plantea la opción de invertir en una caldera de biomasa o volver a poner una de diesel.

Tabla 4. Calderas y energía a suministrar.

Modelo de caldera	Precio de la caldera (€)	Rendimiento nominal	Energía necesaria para calefacción y ACS (kWh/año)	Energía a suministrar por la caldera (kWh/año)
Logano GE215 78kW	3.306	0,94	20.843,2	22.173,62
Biomasa PLC75	6.590	0,87	20.843,2	23.957,70

En la tabla 4 se muestran las dos variantes que se han utilizado en el proyecto. Se observa que el precio de la caldera de biomasa es prácticamente el doble que el de la caldera diesel. La energía necesaria para calefacción y ACS es la suma de sus consumos de energía final, que aparecen en la Figura 29, y la energía a suministrar se obtiene dividiendo estos consumos entre el rendimiento de la caldera.

Tabla 5. Tipos de combustibles y precios actuales.

Tipo de combustible	Poder calorífico inferior (PCI)	Precio
Gasóleo	9,98 kWh/l	0,932 (€/l)
Pellets	5,23 kWh/kg	0,178 (€/kg)

Con los datos de energía de la última columna de la Tabla 4, y sabiendo el poder calorífico y precio actual de los combustibles ^[17] (Tabla 5), se pueden obtener las cantidades de combustible y el coste que tendrá a lo largo del año.

Se utilizará para el cálculo el poder calorífico inferior (PCI) de los combustibles, ya que no se trata de calderas de condensación y no se aprovecha la energía que proporciona esa etapa.

- En caso de utilizar gasóleo:

$$\frac{22.173,62 \frac{kWh}{año}}{9,98 \frac{kWh}{l}} = 2.221,805 \frac{l}{año} \quad (9)$$

Multiplicando el resultado de la ecuación 9 por el precio actual del gasóleo de calefacción (Tabla 5)

$$2.221,805 \frac{l}{año} * 0,932 \frac{€}{l} = 2.070,72 \frac{€}{año} \quad (10)$$

- En caso de utilizar pellet:

$$\frac{23.957,70 \frac{kWh}{año}}{5,23 \frac{kWh}{kg}} = 4.580,83 \frac{kg}{año} \quad (11)$$

Y su precio sería de:

$$4580,83 \frac{kg}{año} * 0,178 \frac{€}{kg} = 815,38 \frac{€}{año} \quad (12)$$

Tabla 6. Comparación económica entre ambas calderas.

	1er año (€)	2º año (€)	3er año (€)	4to año (€)	5to año (€)
Diesel	5.376,72	7.447,44	9.518,16	11.588,88	13.659,60
Biomasa	7.405,38	8.220,76	9.036,14	9.851,52	10.666,90
Ahorro	- 2.028,66	- 2.801,98	- 2.319,96	- 582,60	+ 2.410,10

En la Tabla 6 se puede ver la diferencia final entre elegir una caldera u otra. Se ha calculado el coste acumulativo durante los años de instalar ambas calderas, y el ahorro se define como las diferencias de los costes de la instalación estándar (diesel) menos la inversión en la instalación sostenible (biomasa). Se ha simplificado el cálculo sin tener en cuenta la inflación subyacente en estos años, pues la estabilidad económica actual permite suponer índices inferiores al 2% ^[18], como se ve en la Tabla 7.

Según lo calculado, el primer año se necesita un inversión extra de 2.028€ para instalar la caldera de biomasa, si bien el sobrecoste que se debe amortizar es de 3.284€ (la diferencia de precios entre ambas calderas). Se puede observar que los primeros años no termina de rentabilizar, pero a partir del quinto año, debido a la diferencia de precios de los combustibles se empieza a generar un ahorro monetario importante. Viendo la

tendencia de la Tabla 6, se deduce que antes de finalizar el sexto año, el sobrecoste de la caldera quedará recuperado.

Tabla 7. IPC ES últimos años. Fuente: Global-rates.com

Período	Inflación
mayo 2015	-0,182 %
mayo 2014	0,206 %
mayo 2013	1,722 %
mayo 2012	1,943 %

Teniendo en cuenta que la vida útil de estas máquinas ronda los 15 años, la rápida recuperación de la inversión inicial, la diferencia de precios de combustibles, sin tener en cuenta costes de mantenimiento o reparaciones, se puede concluir que sí es viable instalar una caldera de biomasa.

7. PRESUPUESTO

Cuantificar el coste de realizar el certificado de eficiencia energética es difícil a día de hoy, ya que una gran mayoría de profesionales y empresas pueden obtenerlo y se dedican a ello. Igualmente existe una amplia variedad de programas y métodos, algunos más sencillos y simplificados que los utilizados en el desarrollo de este proyecto, aunque no tan precisos. Además, no es lo mismo dar el certificado a un edificio ya existente, que realizar un estudio energético evaluando distintas opciones, como es el caso.

A la hora de fijar un presupuesto se tendrá en cuenta:

- Los precios medios que se ofertan en el mercado. Hay empresas, como Certicalia ^[19], que ofrecen a sus profesionales para el análisis y realización del certificado, cada uno a distinto precio dependiendo de su experiencia y rapidez.
- Se trata de un edificio público del sector terciario, de grandes superficies y de nueva construcción. Los métodos simplificados para edificios ya existentes no se pueden aplicar en este caso.
- Se deben descontar todas las horas empleadas en la familiarización de los programas utilizados, así como en la depuración de errores.

Por todo ello, se muestra el presupuesto del proyecto en la Tabla 8, considerando el trabajo con el siguiente título:

“Estudio de eficiencia energética y obtención del certificado energético para un colegio de primaria de nueva construcción”

Tabla 8. Presupuesto de realización del proyecto.

	Coste (€)
Trabajo del Ingeniero	1.000
IVA (21%)	210
Tasas de gestión y administración (10%)	100
TOTAL	1.310

8. CONCLUSIONES

En este apartado se analizarán los resultados obtenidos en los certificados de eficiencia energética obtenidos anteriormente.

Tabla 9. Resumen de resultados.

Configuración	Clase	Emisiones Totales (kgCO ₂ /m ²)	Demanda calefacción (kWh/m ²)	Consumo Final (kWh/m ²)
Clásica	C	26,2	22,8	50,0
Eficiente	B	21,3	9,7	44,4

En la Tabla 9 se muestran los datos más significativos obtenidos en ambas calificaciones energéticas. La diferencia entre ambas configuraciones, como ya se ha comentado, reside en la composición de los cerramientos y en el sistema de calefacción y ACS, más concretamente en la caldera. Se van a analizar por separado la contribución de estos cambios a la calificación energética.

- Efecto de la mejora de cerramientos.

Al aumentar las capas de aislamiento en los cerramientos, se consigue reducir la transmitancia térmica. Con esto se logra disminuir las pérdidas de calor del edificio, es decir, para mantener la temperatura dentro del colegio no se necesitará tanta calefacción como antes, lo que permitirá reducir la potencia o el tiempo de uso de la caldera.

Esto se traduce en la calificación energética en una reducción de 13,1kWh/m² de la demanda de calefacción. A consecuencia de ello, se reduce también el consumo de energía del sistema.

- Efecto de la mejora en los sistemas.

En el caso estudiado, se ha decidido cambiar la caldera clásica de diesel por una de biomasa. Al ver los resultados de la calificación energética en la Figura 29, se observa que las emisiones de CO₂ tanto de calefacción como de ACS son nulas. Esto se debe a que, a pesar de que la combustión de la biomasa sí produce emisiones, se considera que la planta absorbió durante su vida una cantidad equivalente al CO₂ que produce su combustión.

Solo por la caldera de biomasa, las emisiones totales se ven reducidas, siendo las únicas emisiones las producidas por la iluminación. Por tanto, si se buscara mejorar

aún más la eficiencia, se debería estudiar la optimización de la iluminación, utilizando lámparas de bajo consumo, aprovechando al máximo la luz solar, etc.

Igualmente, se podría aumentar la contribución de energía solar para el ACS, la cual está establecida a un 60% para cumplir con la normativa HE-4. Aumentando este porcentaje instalando más placas solares se reduciría la energía que debe aportar la caldera para el ACS, reduciendo por tanto su consumo y aumentando el ahorro.

Por todo lo demostrado anteriormente, se puede concluir que hay un impacto positivo en la calificación energética de los edificios gracias a los nuevos modelos constructivos, que reduce significativamente la energía necesaria en calefacción. Sin embargo, esta opción solo es válida en edificios de nueva construcción, como es el del proyecto estudiado.

Se ha comprobado también la importancia de los sistemas instalados en el colegio, y la conclusión es que influyen en la calificación energética tanto o incluso más que la composición de los cerramientos. En este caso, cambiar la caldera, como se ha realizado en el proyecto, es una opción válida para muchos colegios y además resulta viable a corto plazo.

También se ha detectado un funcionamiento erróneo del cálculo de la iluminación, que según el historial de versiones de Calener, desde el Ministerio de Energía, Industria y Turismo se ha intentado corregir en varias ocasiones, pero en la última versión disponible sigue sin estar solucionado.

Durante el proyecto, se ha pretendido resaltar la importancia de la eficiencia energética en los edificios públicos, concretamente un colegio, donde es esencial mostrar un carácter ecológico, de respeto hacia el medio ambiente, buscando soluciones que permitan un ahorro económico y que son, sobretodo, limpias y competentes.

9. REFERENCIAS

- [1] *Ahorro y Eficiencia Energética*, (2013). *¿Qué es la eficiencia energética?*. [online] Disponible en: <http://www.eficienciaenergetica.es/que-es-la-eficiencia-energetica/> [Accedido el 23 Jun. 2015].
- [2] *Eur-lex.europa.eu*, (2015). *EUR-Lex - 52008DC0772 - EN - EUR-Lex*. [online] Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX:52008DC0772> [Accedido el 23 Jun. 2015].
- [3] *ACUERDO de 15 de junio de 2012, del Consell, por el que aprueba el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética de los Edificios Públicos de la Generalitat*. (2012). [pdf] *Diari Oficial de la Comunitat Valenciana*. Disponible en: http://www.docv.gva.es/datos/2012/06/20/pdf/2012_6063.pdf [Accedido el 6 Jul. 2015].
- [4] *Elplural.com*, (2015). *La Generalitat deja sin calefacción los colegios y pone en riesgo las nóminas de las universidades : Periódico digital progresista*. [online] Disponible en: <http://www.elplural.com/2012/01/18/la-generalitat-valenciana-deja-sin-calefaccion-a-los-colegios-y-pone-en-riesgo-las-nominas-de-las-universidades/> [Accedido el 23 Jun. 2015].
- [5] *Europa.eu*, (2015). *EUROPA - Etiquetado energético de la UE: qué productos y cómo solicitarlo - Tu Europa*. [online] Disponible en: http://europa.eu/youreurope/business/environment/energy-labels/index_es.htm [Accedido el 23 Jun. 2015].
- [6] *Minetur.gob.es*, (2015). *Certificación energética - Energía y desarrollo sostenible - Energía - Mº de Industria, Energía y Turismo*. [online] Disponible en: <http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/Paginas/certificacion.aspx> [Accedido el 23 Jun. 2015].
- [7] *Minetur.gob.es*, (2015). *Programa informático Calener - Energía y desarrollo sostenible - Energía - Mº de Industria, Energía y Turismo*. [online] Disponible en: <http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/ProgramaCalener/Paginas/DocumentosReconocidos.aspx> [Accedido el 23 Jun. 2015].
- [8] *Codigotecnico.org*, (2015). *CTE*. [online] Disponible en: http://www.codigotecnico.org/web/recursos/aplicaciones/contenido/texto_0002.html [Accedido el 23 Jun. 2015].
- [9] *Manual LIDER*. (2009). [pdf] *CTE, p. Código Técnico de la Edificación*. Disponible en: <http://www.codigotecnico.org/web/galerias/archivos/ManualLIDER.pdf> [Accedido el 23 Jun. 2015].
- [10] *Documento de Apoyo al Documento Básico DA-DB HE / 1*. (2013). [pdf] *p. ISOVER, CTE*. Disponible en: <http://www.codigotecnico.org/web/recursos/documentos/> [Accedido el 23 Jun. 2015].

- [11] Pascual, D. (2013). *Vidrios eficientes*. [online] *danielpascual.com*. Disponible en: <http://www.danielpascual.com/vidrios-eficientes/> [Accedido el 25 Jun. 2015].
- [12] *Documento Básico HE: Ahorro de Energía*. (2013) [pdf] BOE. Disponible en: <http://www.codigotecnico.org/web/recursos/documentos/> [Accedido el 26 Jun. 2015].
- [13] *Manual de Usuario de Calener VYP*. (2013) [pdf] MINETUR. Disponible en: http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/ProgramaCalener/CalenerVYP1/Manual_de_usuario.pdf [Accedido el 26 Jun. 2015].
- [14] *El Blog de Taurus*, (2012). *¿Qué potencia necesitamos para calentar una habitación?* - *El Blog de Taurus*. [online] Disponible en: <http://taurus-home.com/blog/que-potencia-necesitamos-para-calentar-una-habitacion/> [Accedido el 27 Jun. 2015].
- [15] *Catálogo tarifa general 2013*. (2013). [pdf] Buderus (Grupo Bosch). Disponible en: http://www.buderus.es/files/201306281141400.Buderus%20Tarifa%202013_ES.pdf [Accedido el 27 Jun. 2015].
- [16] *Grupobiosan.com*, (2015). *Calderas de Biomasa Policombustible - Gama Industrial (40Kw a 115Kw)*. [online] Disponible en: <http://grupobiosan.com/calderas-de-biomasa/calderas-de-biomasa-policombustible/calderas-de-biomasa-policombustible-gama-industrial.html> [Accedido el 30 Jun. 2015].
- [17] *Enercost.eu*, (2015). *Precio del gasoil de calefacción*. [online] Disponible en: http://enercost.eu/es/precio_gasoil_calefaccion.php [Accedido el 1 Jul. 2015].
- [18] *Media, T*. (2015). *Inflación España - IPC español actual e histórico*. [online] *Es.global-rates.com*. Disponible en: <http://es.global-rates.com/estadisticas-economicas/inflacion/indice-de-precios-al-consumo/ipc/espana.aspx> [Accedido el 2 Jul. 2015].
- [19] *Certicalia*, (2015). *Certicalia - Certificados energéticos*. [online] Disponible en: <https://www.certicalia.com/> [Accedido el 2 Jul. 2015].

ANEXOS

Código Técnico de la Edificación



LIDER
DOCUMENTO
BÁSICO HE
AHORRO DE ENERGÍA

HE1: LIMITACIÓN
DE DEMANDA
ENERGÉTICA



IDAE Instituto para la
Diversificación y
Ahorro de la Energía




DIRECCIÓN GENERAL
DE ARQUITECTURA
Y POLÍTICA DE VIVIENDA

Proyecto: Colegio Perelló

Fecha: 25/06/2015

Localidad: Valencia

Comunidad:

 HE-1 Opción General	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad

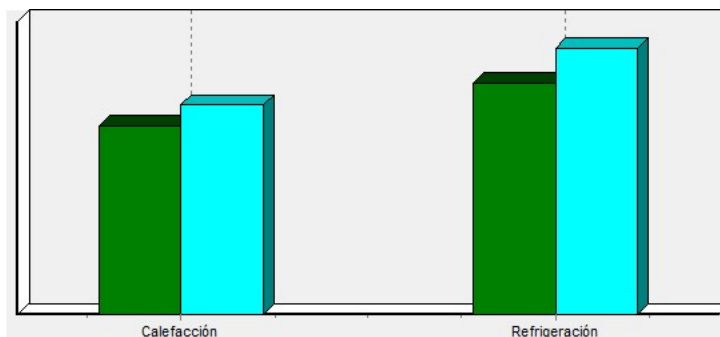
1. DATOS GENERALES

Nombre del Proyecto Colegio Perelló	
Localidad Valencia	Comunidad Autónoma
Dirección del Proyecto	
Autor del Proyecto Sergio Cuesta	
Autor de la Calificación TFG	
E-mail de contacto	Teléfono de contacto (null)
Tipo de edificio Terciario	


2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	89,9	87,2
Proporción relativa calefacción refrigeración	44,8	55,2



En el caso de edificios de viviendas el cumplimiento indicado anteriormente no incluye la comprobación de la transmitancia límite de 1,2 W/m²K establecida para las particiones interiores que separan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas.

 HE-1 Opción General	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad


3. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA

3.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m ²)	Altura (m)
P01_E02	P01	Intensidad Media - 12h	3	103,65	3,00
P01_E05	P01	Intensidad Media - 12h	3	90,17	3,00
P01_E03	P01	Intensidad Media - 12h	3	14,81	3,00
P01_E09	P01	Intensidad Baja - 8h	3	4,02	3,00
P01_E12	P01	Intensidad Media - 12h	3	12,47	3,00
P01_E13	P01	Intensidad Media - 12h	3	13,92	3,00
P01_E15	P01	Intensidad Media - 12h	3	14,54	3,00
P01_E16	P01	Intensidad Media - 12h	3	14,49	3,00
P01_E17	P01	Intensidad Media - 12h	3	15,49	3,00
P01_E18	P01	Intensidad Baja - 8h	3	24,20	3,00
P01_E19	P01	Intensidad Baja - 8h	3	27,70	3,00
P01_E20	P01	Intensidad Media - 12h	3	51,81	3,00
P01_E06	P01	Intensidad Baja - 8h	3	2,49	3,00
P01_E07	P01	Intensidad Media - 12h	3	5,70	3,00
P01_E08	P01	Intensidad Media - 12h	3	5,95	3,00
P01_E01	P01	Intensidad Media - 12h	3	13,96	3,00
P01_E10	P01	Intensidad Media - 12h	3	38,24	3,00
P01_E11	P01	Intensidad Media - 12h	3	39,54	3,00
P01_E04	P01	Intensidad Media - 12h	3	13,39	3,00
P01_E14	P01	Intensidad Baja - 8h	3	238,11	3,00
P02_E02	P02	Intensidad Baja - 8h	3	16,83	3,00

Proyecto	
Colegio Perelló	
Localidad	Comunidad
Valencia	

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m ²)	Altura (m)
P02_E07	P02	Intensidad Baja - 8h	3	8,17	3,00
P02_E08	P02	Intensidad Baja - 8h	3	8,11	3,00
P02_E01	P02	Intensidad Media - 12h	3	32,43	3,00
P02_E03	P02	Intensidad Baja - 8h	3	10,36	3,00
P02_E04	P02	Intensidad Media - 12h	3	10,45	3,00
P02_E05	P02	Intensidad Baja - 8h	3	11,59	3,00
P02_E09	P02	Intensidad Baja - 8h	3	171,25	3,00
P02_E06	P02	Intensidad Media - 12h	3	32,30	3,00
P02_E10	P02	Intensidad Baja - 8h	3	16,11	3,00
P03_E03	P03	Intensidad Media - 12h	3	24,26	3,00
P03_E04	P03	Intensidad Media - 12h	3	79,27	3,00
P03_E05	P03	Intensidad Media - 12h	3	78,07	3,00
P03_E06	P03	Intensidad Media - 12h	3	25,20	3,00
P03_E07	P03	Intensidad Media - 12h	3	51,52	3,00
P03_E08	P03	Intensidad Media - 12h	3	51,89	3,00
P03_E09	P03	Intensidad Media - 12h	3	52,01	3,00
P03_E10	P03	Intensidad Media - 12h	3	51,06	3,00
P03_E11	P03	Intensidad Media - 12h	3	52,59	3,00
P03_E12	P03	Intensidad Baja - 8h	3	4,02	3,00
P03_E13	P03	Intensidad Baja - 8h	3	2,49	3,00
P03_E14	P03	Intensidad Media - 12h	3	20,78	3,00
P03_E15	P03	Intensidad Media - 12h	3	20,82	3,00
P03_E01	P03	Intensidad Baja - 8h	3	19,92	3,00
P03_E02	P03	Intensidad Baja - 8h	3	221,74	3,00
P04_E01	P04	Nivel de estanqueidad 1	3	244,89	3,00

 HE-1 Opción General	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m ²)	Altura (m)
P05_E01	P05	Nivel de estanqueidad 1	3	756,00	3,00
P06_E01	P06	Nivel de estanqueidad 1	3	317,58	3,00


3.2. Cerramientos opacos

3.2.1 Materiales


Nombre	K (W/mK)	e (kg/m ³)	Cp (J/kgK)	R (m ² K/W)	Z (m ² sPa/kg)	Just.
Arena y grava [1700 < d < 2200]	2,000	1450,00	1050,00	-	50	--
EPS Poliestireno Expandido [0.037 W/[mK]]	0,038	30,00	1000,00	-	20	SI
Betún fieltro o lámina	0,230	1100,00	1000,00	-	50000	--
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,550	1125,00	1000,00	-	10	--
Hormigón celular curado en autoclave d 300	0,090	300,00	1000,00	-	6	--
FR Entrevigado de hormigón aligerado -Cant	1,788	1645,00	1000,00	-	6	--
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,570	1150,00	1000,00	-	6	--
1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm< G < 50	0,991	2170,00	1000,00	-	10	--
Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor <	0,445	1000,00	1000,00	-	10	--
Azulejo cerámico	1,300	2300,00	840,00	-	1e+30	--
FR Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	1,947	1670,00	1000,00	-	10	--
Hormigón armado 2300 < d < 2500	2,300	2400,00	1000,00	-	80	--
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,029	30,00	1000,00	-	20	SI
FR Entrevigado de hormigón aligerado -Cant	1,838	1570,00	1000,00	-	6	--

3.2.2 Composición de Cerramientos

Nombre	U (W/m ² K)	Material	Espesor (m)
--------	------------------------	----------	-------------

 HE-1 Opción General	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Cubierta 1	0,89	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,020
		EPS Poliestireno Expandido [0.037 W/[mK]]	0,020
		Betún fieltro o lámina	0,003
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,010
		Hormigón celular curado en autoclave d 300	0,020
		FR Entrevigado de hormigón aligerado -Canto 25	0,250
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010
Fachada	1,06	1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm< G < 50 mm	0,115
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,010
		EPS Poliestireno Expandido [0.037 W/[mK]]	0,020
		Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor < 60	0,040
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010
Forjado	2,67	Azulejo cerámico	0,020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,010
		FR Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	0,300
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010
Pared simple	3,39	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010
		Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor < 60	0,040
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010
Suelo	2,13	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,350
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,210
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,010
		Azulejo cerámico	0,020
Forjado ext	0,68	Azulejo cerámico	0,020

 HE-1 Opción General	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Forjado ext	0,68	EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,030
		Betún fieltro o lámina	0,003
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,020
		FR Entrevigado de hormigón aligerado -Canto 30	0,300
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,020

3.3. Cerramientos semitransparentes

3.3.1 Vidrios


Nombre	U (W/m²K)	Factor solar	Just.
HOR_DC_4-6-4	3,60	0,75	SI

3.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m²K)	Just.
VER_Normal sin rotura de puente térmico	5,70	--
HOR_Normal sin rotura de puente térmico	7,20	--

3.3.3 Huecos

Nombre	Puertas
Acrilamiento	HOR_DC_4-6-4
Marco	VER_Normal sin rotura de puente térmico
% Hueco	80,00

 HE-1 Opción General	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad


Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60,00
U (W/m²K)	5,28
Factor solar	0,28
Justificación	SI

Nombre	Ventana
Acristalamiento	HOR_DC_4-6-4
Marco	HOR_Normal sin rotura de puente térmico
% Hueco	10,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	50,00
U (W/m²K)	3,96
Factor solar	0,70
Justificación	SI


3.4. Puentes Térmicos

En el cálculo de la demanda energética, se han utilizado los siguientes valores de transmitancias térmicas lineales y factores de temperatura superficial de los puentes térmicos.

	Y W/(mK)	FRSI
Encuentro forjado-fachada	0,42	0,72
Encuentro suelo exterior-fachada	0,43	0,71
Encuentro cubierta-fachada	0,43	0,71
Esquina saliente	0,15	0,78
Hueco ventana	0,24	0,63

 CTE <small>CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN</small>	HE-1	Proyecto	
	Opción	Colegio Perelló	
General	Localidad	Valencia	Comunidad


Esquina entrante	-0,13	0,80
Pilar	0,84	0,59
Unión solera pared exterior	0,13	0,73

 HE-1 Opción General	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad


4. Resultados

4.1. Resultados por espacios

Espacios	Área (m ²)	Nº espacios iguales	Calefacción % de max	Calefacción % de ref	Refrigeración % de max	Refrigeración % de ref
P01_E02	103,6	1	18,0	67,0	59,5	87,2
P01_E05	90,2	1	22,5	76,4	57,5	85,7
P01_E03	14,8	1	59,3	77,5	38,9	75,4
P01_E12	12,5	1	43,8	78,7	80,4	79,6
P01_E13	13,9	1	42,7	79,2	77,4	80,9
P01_E15	14,5	1	51,6	81,6	23,8	60,5
P01_E16	14,5	1	54,7	83,6	39,4	76,1
P01_E17	15,5	1	53,2	82,4	39,8	77,2
P01_E20	51,8	1	47,9	81,5	42,8	83,3
P01_E07	5,7	1	76,9	76,1	33,5	62,0
P01_E08	5,9	1	81,7	80,2	45,7	72,5
P01_E01	14,0	1	43,6	78,5	79,5	81,4
P01_E10	38,2	1	45,7	77,6	70,1	85,5
P01_E11	39,5	1	41,3	83,4	70,0	84,5
P01_E04	13,4	1	49,4	81,6	62,1	80,0
P02_E01	32,4	1	63,6	82,1	11,0	46,4
P02_E04	10,5	1	100,0	85,3	53,2	65,2
P02_E06	32,3	1	74,7	88,5	9,6	52,5
P03_E03	24,3	1	71,1	108,9	65,6	88,6

 HE-1 Opción General	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad

Espacios	Área (m ²)	Nº espacios iguales	Calefacción % de max	Calefacción % de ref	Refrigeración % de max	Refrigeración % de ref
P03_E04	79,3	1	41,6	115,8	75,7	89,9
P03_E05	78,1	1	40,7	116,2	80,3	93,4
P03_E06	25,2	1	58,5	110,9	100,0	91,1
P03_E07	51,5	1	39,8	102,1	44,3	92,0
P03_E08	51,9	1	32,2	98,0	47,0	92,7
P03_E09	52,0	1	26,7	96,6	78,0	95,0
P03_E10	51,1	1	15,7	75,0	84,1	95,7
P03_E11	52,6	1	21,6	90,0	73,9	90,8
P03_E14	20,8	1	79,8	104,0	50,1	88,9
P03_E15	20,8	1	87,2	98,9	59,3	89,0

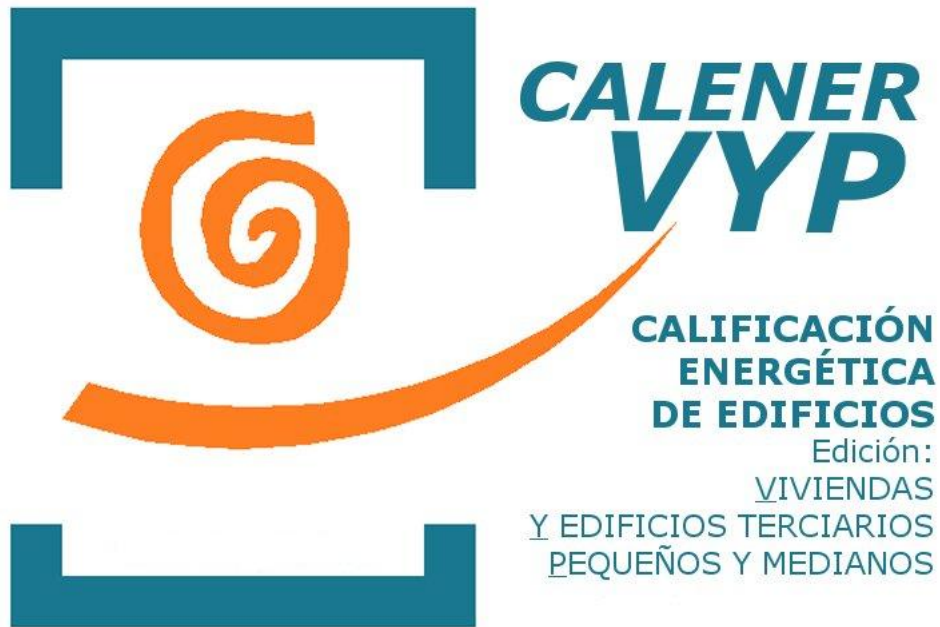
 CTE <small>CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN</small>	HE-1 Opción General	Proyecto Colegio Perelló	
		Localidad Valencia	Comunidad

5. Lista de comprobación

Los parámetros característicos de los siguientes elementos del edificio deben acreditarse en el proyecto

Tipo	Nombre
Material	EPS Poliestireno Expandido [0.037 W/[mK]]
	EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]
Acristalamiento	HOR_DC_4-6-4

Calificación Energética




IDAE Instituto para la
Diversificación y
Ahorro de la Energía



DIRECCIÓN GENERAL
DE ARQUITECTURA
Y POLÍTICA DE VIVIENDA


Proyecto: Colegio Perelló

Fecha: 06/07/2015

 Calificación Energética	Proyecto	
	Colegio Perelló	
	Localidad	Comunidad
	Valencia	

1. DATOS GENERALES


Nombre del Proyecto	
Colegio Perelló	
Localidad	Comunidad Autónoma
Valencia	
Dirección del Proyecto	
Autor del Proyecto	
Sergio Cuesta	
Autor de la Calificación	
TFG	
E-mail de contacto	Teléfono de contacto
	(null)
Tipo de edificio	
Terciario	

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad


2. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA

2.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m ²)	Altura (m)
P01_E02	P01	Intensidad Media - 12h	3	103,65	3,00
P01_E05	P01	Intensidad Media - 12h	3	90,17	3,00
P01_E03	P01	Intensidad Media - 12h	3	14,81	3,00
P01_E09	P01	Intensidad Media - 12h	3	4,02	3,00
P01_E12	P01	Intensidad Media - 12h	3	12,47	3,00
P01_E13	P01	Intensidad Media - 12h	3	13,92	3,00
P01_E15	P01	Intensidad Media - 12h	3	14,54	3,00
P01_E16	P01	Intensidad Media - 12h	3	14,49	3,00
P01_E17	P01	Intensidad Media - 12h	3	15,49	3,00
P01_E18	P01	Intensidad Media - 12h	3	24,20	3,00
P01_E19	P01	Intensidad Media - 12h	3	27,70	3,00
P01_E20	P01	Intensidad Media - 12h	3	51,81	3,00
P01_E06	P01	Intensidad Media - 12h	3	2,49	3,00
P01_E07	P01	Intensidad Media - 12h	3	5,70	3,00
P01_E08	P01	Intensidad Media - 12h	3	5,95	3,00
P01_E01	P01	Intensidad Media - 12h	3	13,96	3,00
P01_E10	P01	Intensidad Media - 12h	3	38,24	3,00
P01_E11	P01	Intensidad Media - 12h	3	39,54	3,00
P01_E04	P01	Intensidad Media - 12h	3	13,39	3,00
P01_E14	P01	Intensidad Media - 12h	3	238,11	3,00
P02_E02	P02	Intensidad Media - 12h	3	16,83	3,00

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m²)	Altura (m)
P02_E07	P02	Intensidad Media - 12h	3	8,17	3,00
P02_E08	P02	Intensidad Media - 12h	3	8,11	3,00
P02_E01	P02	Intensidad Media - 12h	3	32,43	3,00
P02_E03	P02	Intensidad Media - 12h	3	10,36	3,00
P02_E04	P02	Intensidad Media - 12h	3	10,45	3,00
P02_E05	P02	Intensidad Media - 12h	3	11,59	3,00
P02_E09	P02	Intensidad Media - 12h	3	171,25	3,00
P02_E06	P02	Intensidad Media - 12h	3	32,30	3,00
P02_E10	P02	Nivel de estanqueidad 1	3	16,11	3,00
P03_E03	P03	Intensidad Media - 12h	3	24,26	3,00
P03_E04	P03	Intensidad Media - 12h	3	79,27	3,00
P03_E05	P03	Intensidad Media - 12h	3	78,07	3,00
P03_E06	P03	Intensidad Media - 12h	3	25,20	3,00
P03_E07	P03	Intensidad Media - 12h	3	51,52	3,00
P03_E08	P03	Intensidad Media - 12h	3	51,89	3,00
P03_E09	P03	Intensidad Media - 12h	3	52,01	3,00
P03_E10	P03	Intensidad Media - 12h	3	51,06	3,00
P03_E11	P03	Intensidad Media - 12h	3	52,59	3,00
P03_E12	P03	Intensidad Media - 12h	3	4,02	3,00
P03_E13	P03	Intensidad Media - 12h	3	2,49	3,00
P03_E14	P03	Intensidad Media - 12h	3	20,78	3,00
P03_E15	P03	Intensidad Media - 12h	3	20,82	3,00
P03_E01	P03	Intensidad Media - 12h	3	19,92	3,00
P03_E02	P03	Intensidad Media - 12h	3	221,74	3,00
P04_E01	P04	Nivel de estanqueidad 1	3	244,89	3,00

 Calificación Energética	Proyecto	
	Colegio Perelló	
	Localidad	Comunidad
	Valencia	

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m ²)	Altura (m)
P05_E01	P05	Nivel de estanqueidad 1	3	756,00	3,00
P06_E01	P06	Nivel de estanqueidad 1	3	317,58	3,00


2.2. Cerramientos opacos

2.2.1 Materiales


Nombre	K (W/mK)	e (kg/m ³)	Cp (J/kgK)	R (m ² K/W)	Z (m ² sPa/kg)
EPS037	0,600	1500,00	800,00	-	1
LMmp	0,600	1500,00	800,00	-	1
MORgt1000	0,600	1500,00	800,00	-	1
LHs	0,600	1500,00	800,00	-	1
enlYlq1300	0,600	1500,00	800,00	-	1
Arena y grava [1700 < d < 2200]	2,000	1950,00	1045,00	-	50
Betún fieltro o lámina	0,230	1100,00	1000,00	-	50000
Hormigón celular curado en autoclave d 300	0,090	300,00	1000,00	-	6
FR Entrevigado de hormigón aligerado -Cant	1,786	1292,00	1000,00	-	6
Azulejo cerámico	1,300	2300,00	840,00	-	1e+30
FR Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	2,000	1285,00	1000,00	-	10
Hormigón armado 2300 < d < 2500	2,300	2400,00	1000,00	-	80
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,029	30,00	1000,00	-	20
FR Entrevigado de hormigón aligerado -Cant	1,875	1231,00	1000,00	-	6

2.2.2 Composición de Cerramientos

Nombre	U (W/m ² K)	Material	Espesor (m)
--------	------------------------	----------	-------------

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Cubierta 1	1,61	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,020
		EPS037	0,020
		Betún fieltro o lámina	0,003
		MORgt1000	0,010
		Hormigón celular curado en autoclave d 300	0,020
		FR Entrevigado de hormigón aligerado -Canto 25	0,250
		enYlq1300	0,010
Fachada	2,09	LMmp	0,115
		MORgt1000	0,010
		EPS037	0,010
		LHs	0,040
		enYlq1300	0,010
Forjado	2,71	Azulejo cerámico	0,020
		MORgt1000	0,010
		FR Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	0,300
		enYlq1300	0,010
Pared simple	3,70	enYlq1300	0,010
		LHs	0,040
		enYlq1300	0,010
Suelo	2,14	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,350
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,210
		MORgt1000	0,010
		Azulejo cerámico	0,020
Forjado ext	0,69	Azulejo cerámico	0,020

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Forjado ext	0,69	EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,030
		Betún fieltro o lámina	0,003
		MORgt1000	0,020
		FR Entrevigado de hormigón aligerado -Canto 30	0,300
		MORgt1000	0,020

2.3. Cerramientos semitransparentes

2.3.1 Vidrios


Nombre	U (W/m²K)	Factor solar
HOR_DC_4-6-4	3,60	0,75

2.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m²K)
VER_Normal sin rotura de puente térmico	5,70
HOR_Normal sin rotura de puente térmico	7,20


2.3.3 Huecos

Nombre	Puertas
Acristalamiento	HOR_DC_4-6-4
Marco	VER_Normal sin rotura de puente térmico
% Hueco	80,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60,00

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad


U (W/m²K)	5,28
Factor solar	0,28

Nombre	Ventana
Acristalamiento	HOR_DC_4-6-4
Marco	HOR_Normal sin rotura de puente térmico
% Hueco	10,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	50,00
U (W/m²K)	3,96
Factor solar	0,70


 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló
	Localidad Valencia

3. Sistemas

Nombre	Calefaccion y ACS
Tipo	Sistema mixto
Nombre Equipo	Logano Ge215 78kW
Tipo Equipo	Caldera eléctrica o de combustible
Nombre unidad terminal	UT1E01
Zona asociada	P01_E01
Nombre unidad terminal	UT1E02
Zona asociada	P01_E02
Nombre unidad terminal	UT1E03
Zona asociada	P01_E03
Nombre unidad terminal	UT1E05
Zona asociada	P01_E05
Nombre unidad terminal	UT1E07
Zona asociada	P01_E07
Nombre unidad terminal	UT1E08
Zona asociada	P01_E08
Nombre unidad terminal	UT1E10
Zona asociada	P01_E10
Nombre unidad terminal	UT1E11
Zona asociada	P01_E11
Nombre unidad terminal	UT1E12
Zona asociada	P01_E12

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad


Nombre unidad terminal	UT1E13
Zona asociada	P01_E13
Nombre unidad terminal	UT1E15
Zona asociada	P01_E15
Nombre unidad terminal	UT1E16
Zona asociada	P01_E16
Nombre unidad terminal	UT1E17
Zona asociada	P01_E17
Nombre unidad terminal	UT1E18
Zona asociada	P01_E18
Nombre unidad terminal	UT1E20
Zona asociada	P01_E20
Nombre unidad terminal	UT2E01
Zona asociada	P02_E01
Nombre unidad terminal	UT2E04
Zona asociada	P02_E04
Nombre unidad terminal	UT2E06
Zona asociada	P02_E06
Nombre unidad terminal	UT3E03
Zona asociada	P03_E03
Nombre unidad terminal	UT3E04
Zona asociada	P03_E04
Nombre unidad terminal	UT3E05
Zona asociada	P03_E05
Nombre unidad terminal	UT3E06

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad


Zona asociada	P03_E06
Nombre unidad terminal	UT3E07
Zona asociada	P03_E07
Nombre unidad terminal	UT3E08
Zona asociada	P03_E08
Nombre unidad terminal	UT3E09
Zona asociada	P03_E09
Nombre unidad terminal	UT3E10
Zona asociada	P03_E10
Nombre unidad terminal	UT3E11
Zona asociada	P03_E11
Nombre unidad terminal	UT3E14
Zona asociada	P03_E14
Nombre unidad terminal	UT3E15
Zona asociada	P03_E15
Nombre demanda ACS	Demanda de ACS
Nombre equipo acumulador	Acumulador de gran volumen sin serpentín
Porcentaje abastecido con energía solar	60,00
Temperatura impulsión del ACS (°C)	60,0
Temp. impulsión de la calefacción(°C)	80,0

4. Iluminación

Nombre	Pot. Iluminación	VEEIObj	VEEIRef
--------	------------------	---------	---------

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad


P01_E02	11	3,599999904	4
P01_E05	11	3,660000085	4
P01_E03	10	2	3
P01_E09	10	2	3
P01_E12	10	2	3
P01_E13	10	2	3
P01_E15	10	2	3
P01_E16	10	2	3
P01_E17	10	2	3
P01_E18	10	2	3
P01_E19	10	2	3
P01_E20	12	2,400000095	5
P01_E06	10	2	3
P01_E07	7	3,5	4
P01_E08	7	3,5	4
P01_E01	10	2	3
P01_E10	10	2	3
P01_E11	10	2	3
P01_E04	7	3,5	4
P01_E14	7	3,5	4
P02_E02	7	3,5	4
P02_E07	7	3,5	4
P02_E08	7	3,5	4
P02_E01	7	3,5	4
P02_E03	7	3,5	4

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad

P02_E04	7	3,5	4
P02_E05	7	3,5	4
P02_E09	7	3,5	4
P02_E06	7	3,5	4
P02_E10	0	0	0
P03_E03	12	3	3,5
P03_E04	12	3	3,5
P03_E05	12	3	3,5
P03_E06	12	3	3,5
P03_E07	12	3	3,5
P03_E08	12	3	3,5
P03_E09	12	3	3,5
P03_E10	12	3	3,5
P03_E11	12	3	3,5
P03_E12	7	3,5	4
P03_E13	7	3,5	4
P03_E14	7	3,5	4
P03_E15	7	3,5	4
P03_E01	7	3,5	4
P03_E02	7	3,5	4
P04_E01	4,40000009536743	7	10
P05_E01	4,40000009536743	7	10
P06_E01	4,40000009536743	7	10

5. Equipos

Nombre	Logano Ge215 78kW
---------------	-------------------


 Calificación Energética	Proyecto	Colegio Perelló
	Localidad	Valencia

Tipo	Caldera eléctrica o de combustible
Capacidad nominal (kW)	78,00
Rendimiento nominal	0,94
Capacidad en función de la temperatura de impulsión	cap_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento nominal en función de la temperatura de impulsión	ren_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de potencia	ren_FCP_Potencia-EQ_Caldera-BajaTemperatura-Defecto
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de tiempo	ren_FCP_Tiempo-EQ_Caldera-unidad
Tipo energía	Gasoleo

Nombre	Acumulador de gran volumen sin serpentín
Tipo	Acumulador Agua Caliente
Volumen del depósito (L)	1000,00
Coefficiente de pérdidas global del depósito, UA	1,00
Temperatura de consigna baja del depósito (°C)	60,00
Temperatura de consigna alta del depósito (°C)	90,00

6. Unidades terminales

Nombre	UT3E15
---------------	--------

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad

Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E15
Capacidad o potencia máxima (kW)	2,00


Nombre	UT3E14
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E14
Capacidad o potencia máxima (kW)	2,00

Nombre	UT3E11
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E11
Capacidad o potencia máxima (kW)	3,20

Nombre	UT3E10
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E10
Capacidad o potencia máxima (kW)	3,20

Nombre	UT3E09
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E09
Capacidad o potencia máxima (kW)	3,20

Nombre	UT3E08
---------------	--------

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad

Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E08
Capacidad o potencia máxima (kW)	3,20


Nombre	UT3E07
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E07
Capacidad o potencia máxima (kW)	3,20

Nombre	UT3E06
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E06
Capacidad o potencia máxima (kW)	1,60

Nombre	UT3E05
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E05
Capacidad o potencia máxima (kW)	5,00

Nombre	UT3E04
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E04
Capacidad o potencia máxima (kW)	5,00

Nombre	UT3E03
---------------	--------

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad

Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E03
Capacidad o potencia máxima (kW)	1,50


Nombre	UT2E06
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P02_E06
Capacidad o potencia máxima (kW)	2,00

Nombre	UT2E04
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P02_E04
Capacidad o potencia máxima (kW)	0,60

Nombre	UT2E01
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P02_E01
Capacidad o potencia máxima (kW)	2,00

Nombre	UT1E20
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E20
Capacidad o potencia máxima (kW)	2,90

Nombre	UT1E18
---------------	--------

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad

Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E18
Capacidad o potencia máxima (kW)	1,40


Nombre	UT1E17
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E17
Capacidad o potencia máxima (kW)	0,80

Nombre	UT1E16
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E16
Capacidad o potencia máxima (kW)	0,80

Nombre	UT1E15
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E15
Capacidad o potencia máxima (kW)	0,80

Nombre	UT1E13
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E13
Capacidad o potencia máxima (kW)	0,80

Nombre	UT1E12
---------------	--------

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad

Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E12
Capacidad o potencia máxima (kW)	0,80


Nombre	UT1E11
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E11
Capacidad o potencia máxima (kW)	2,20

Nombre	UT1E10
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E10
Capacidad o potencia máxima (kW)	2,20

Nombre	UT1E08
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E08
Capacidad o potencia máxima (kW)	2,00

Nombre	UT1E07
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E07
Capacidad o potencia máxima (kW)	2,00

Nombre	UT1E05
---------------	--------

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad

Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E05
Capacidad o potencia máxima (kW)	5,00

Nombre	UT1E03
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E03
Capacidad o potencia máxima (kW)	0,80


Nombre	UT1E02
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E02
Capacidad o potencia máxima (kW)	5,80

Nombre	UT1E01
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E01
Capacidad o potencia máxima (kW)	0,80


7. Justificación

7.1. Contribución solar

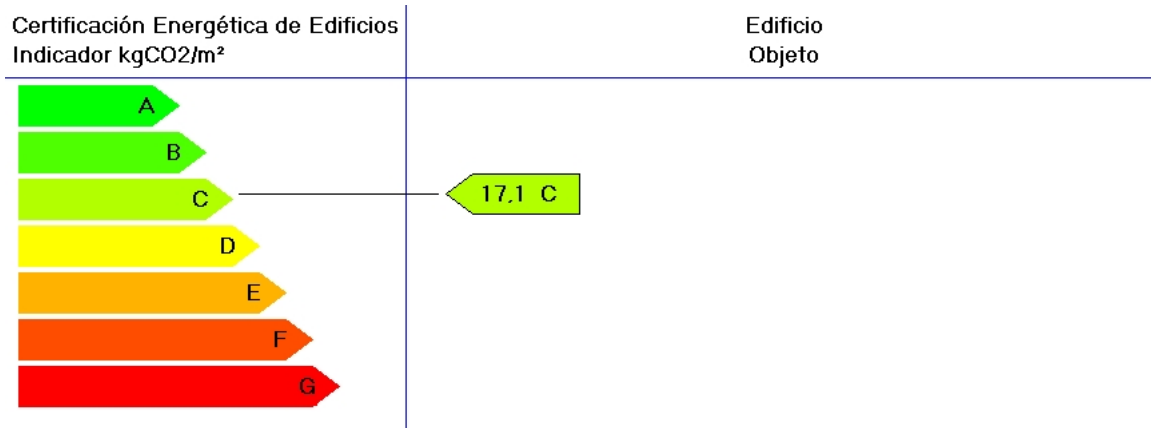
Nombre	Contribución Solar	Contribución Solar Mínima HE-4
--------	--------------------	--------------------------------

 Calificación Energética	Proyecto	
	Colegio Perelló	
	Localidad	Comunidad
	Valencia	

Calefaccion y ACS	60,0	60,0
-------------------	------	------

 Calificación Energética	Proyecto	Colegio Perelló	
	Localidad	Valencia	Comunidad

8. Resultados



	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Demanda calefacción	D	22,8	41069,3
Demanda refrigeración	C	26,7	48031,6
	Clase	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ calefacción	C	3,3	5945,9
Emisiones CO ₂ refrigeración	A	0,0	0,0
Emisiones CO ₂ ACS	B	1,6	2882,9
Emisiones CO ₂ iluminación	C	12,2	21981,9
Emisiones CO ₂ totales	C	17,1	30810,6
	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	C	12,5	22449,8
Consumo energía primaria refrigeración	A	0,0	0,0
Consumo energía primaria ACS	B	6,1	11010,9
Consumo energía primaria iluminación	C	85,5	154083,0
Consumo energía primaria totales	C	104,1	187543,6

Calificación Energética




IDAE Instituto para la
Diversificación y
Ahorro de la Energía



DIRECCIÓN GENERAL
DE ARQUITECTURA
Y POLÍTICA DE VIVIENDA


Proyecto: Colegio Perelló

Fecha: 06/07/2015

 Calificación Energética	Proyecto	
	Colegio Perelló	
	Localidad	Comunidad
	Valencia	

1. DATOS GENERALES


Nombre del Proyecto	
Colegio Perelló	
Localidad	Comunidad Autónoma
Valencia	
Dirección del Proyecto	
Autor del Proyecto	
Sergio Cuesta	
Autor de la Calificación	
TFG	
E-mail de contacto	Teléfono de contacto
	(null)
Tipo de edificio	
Terciario	

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad


2. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA

2.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m ²)	Altura (m)
P01_E02	P01	Intensidad Media - 12h	3	103,65	3,00
P01_E05	P01	Intensidad Media - 12h	3	90,17	3,00
P01_E03	P01	Intensidad Media - 12h	3	14,81	3,00
P01_E09	P01	Intensidad Media - 12h	3	4,02	3,00
P01_E12	P01	Intensidad Media - 12h	3	12,47	3,00
P01_E13	P01	Intensidad Media - 12h	3	13,92	3,00
P01_E15	P01	Intensidad Media - 12h	3	14,54	3,00
P01_E16	P01	Intensidad Media - 12h	3	14,49	3,00
P01_E17	P01	Intensidad Media - 12h	3	15,49	3,00
P01_E18	P01	Intensidad Media - 12h	3	24,20	3,00
P01_E19	P01	Intensidad Media - 12h	3	27,70	3,00
P01_E20	P01	Intensidad Media - 12h	3	51,81	3,00
P01_E06	P01	Intensidad Media - 12h	3	2,49	3,00
P01_E07	P01	Intensidad Media - 12h	3	5,70	3,00
P01_E08	P01	Intensidad Media - 12h	3	5,95	3,00
P01_E01	P01	Intensidad Media - 12h	3	13,96	3,00
P01_E10	P01	Intensidad Media - 12h	3	38,24	3,00
P01_E11	P01	Intensidad Media - 12h	3	39,54	3,00
P01_E04	P01	Intensidad Media - 12h	3	13,39	3,00
P01_E14	P01	Intensidad Media - 12h	3	238,11	3,00
P02_E02	P02	Intensidad Media - 12h	3	16,83	3,00

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m²)	Altura (m)
P02_E07	P02	Intensidad Media - 12h	3	8,17	3,00
P02_E08	P02	Intensidad Media - 12h	3	8,11	3,00
P02_E01	P02	Intensidad Media - 12h	3	32,43	3,00
P02_E03	P02	Intensidad Media - 12h	3	10,36	3,00
P02_E04	P02	Intensidad Media - 12h	3	10,45	3,00
P02_E05	P02	Intensidad Media - 12h	3	11,59	3,00
P02_E09	P02	Intensidad Media - 12h	3	171,25	3,00
P02_E06	P02	Intensidad Media - 12h	3	32,30	3,00
P02_E10	P02	Nivel de estanqueidad 1	3	16,11	3,00
P03_E03	P03	Intensidad Media - 12h	3	24,26	3,00
P03_E04	P03	Intensidad Media - 12h	3	79,27	3,00
P03_E05	P03	Intensidad Media - 12h	3	78,07	3,00
P03_E06	P03	Intensidad Media - 12h	3	25,20	3,00
P03_E07	P03	Intensidad Media - 12h	3	51,52	3,00
P03_E08	P03	Intensidad Media - 12h	3	51,89	3,00
P03_E09	P03	Intensidad Media - 12h	3	52,01	3,00
P03_E10	P03	Intensidad Media - 12h	3	51,06	3,00
P03_E11	P03	Intensidad Media - 12h	3	52,59	3,00
P03_E12	P03	Intensidad Media - 12h	3	4,02	3,00
P03_E13	P03	Intensidad Media - 12h	3	2,49	3,00
P03_E14	P03	Intensidad Media - 12h	3	20,78	3,00
P03_E15	P03	Intensidad Media - 12h	3	20,82	3,00
P03_E01	P03	Intensidad Media - 12h	3	19,92	3,00
P03_E02	P03	Intensidad Media - 12h	3	221,74	3,00
P04_E01	P04	Nivel de estanqueidad 1	3	244,89	3,00

 Calificación Energética	Proyecto	
	Colegio Perelló	
	Localidad	Comunidad
	Valencia	

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m ²)	Altura (m)
P05_E01	P05	Nivel de estanqueidad 1	3	756,00	3,00
P06_E01	P06	Nivel de estanqueidad 1	3	317,58	3,00


2.2. Cerramientos opacos

2.2.1 Materiales


Nombre	K (W/mK)	e (kg/m ³)	Cp (J/kgK)	R (m ² K/W)	Z (m ² sPa/kg)
LMmp	0,600	1500,00	800,00	-	1
MORgt1000	0,600	1500,00	800,00	-	1
enlYlq1300	0,600	1500,00	800,00	-	1
LHd	0,600	1500,00	800,00	-	1
Arena y grava [1700 < d < 2200]	2,000	1950,00	1045,00	-	50
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,029	30,00	1000,00	-	20
Betún fieltro o lámina	0,230	1100,00	1000,00	-	50000
Hormigón celular curado en autoclave d 300	0,090	300,00	1000,00	-	6
FR Entrevigado de hormigón aligerado -Cant	1,786	1292,00	1000,00	-	6
Azulejo cerámico	1,300	2300,00	840,00	-	1e+30
FR Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	2,000	1285,00	1000,00	-	10
Hormigón armado 2300 < d < 2500	2,300	2400,00	1000,00	-	80
FR Entrevigado de hormigón aligerado -Cant	1,875	1231,00	1000,00	-	6

2.2.2 Composición de Cerramientos

Nombre	U (W/m ² K)	Material	Espesor (m)
--------	------------------------	----------	-------------

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Cubierta 1	0,48	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,030
		EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,040
		Betún fieltro o lámina	0,003
		MORgt1000	0,010
		Hormigón celular curado en autoclave d 300	0,030
		FR Entrevigado de hormigón aligerado -Canto 25	0,250
		enYIq1300	0,010
Fachada	0,64	LMmp	0,115
		MORgt1000	0,020
		EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,030
		LHd	0,070
		enYIq1300	0,010
Forjado	0,94	Azulejo cerámico	0,020
		MORgt1000	0,010
		EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,020
		FR Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	0,300
		enYIq1300	0,010
Pared simple	3,13	enYIq1300	0,010
		LHd	0,070
		enYIq1300	0,010
Suelo	0,67	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,350
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,210
		EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,030
		MORgt1000	0,010

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Suelo	0,67	Azulejo cerámico	0,020
Forjado ext	0,69	Azulejo cerámico	0,020
		EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,030
		Betún fieltro o lámina	0,003
		MORgt1000	0,020
		FR Entrevigado de hormigón aligerado -Canto 30	0,300
		MORgt1000	0,020

2.3. Cerramientos semitransparentes

2.3.1 Vidrios


Nombre	U (W/m²K)	Factor solar
HOR_DB2_4-12-6	2,40	0,60
VER_DB2_4-12-6	1,80	0,60

2.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m²K)
VER_Con rotura de puente térmico mayor de 12 mm	3,20
HOR_Con rotura de puente térmico mayor de 12 mm	3,50


2.3.3 Huecos

Nombre	Puertas
Acrilamiento	VER_DB2_4-12-6

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad


Marco	VER_Con rotura de puente térmico mayor de 12 mm
% Hueco	80,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60,00
U (W/m²K)	2,92
Factor solar	0,19

Nombre	Ventana
Acristalamiento	HOR_DB2_4-12-6
Marco	HOR_Con rotura de puente térmico mayor de 12 mm
% Hueco	10,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	50,00
U (W/m²K)	2,51
Factor solar	0,55


 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló
	Localidad Valencia

3. Sistemas

Nombre	Calefaccion y acs
Tipo	Sistema mixto
Nombre Equipo	Caldera Biomasa PLC75kW
Tipo Equipo	Caldera eléctrica o de combustible
Nombre unidad terminal	UT1E01
Zona asociada	P01_E01
Nombre unidad terminal	UT1E02
Zona asociada	P01_E02
Nombre unidad terminal	UT1E03
Zona asociada	P01_E03
Nombre unidad terminal	UT1E05
Zona asociada	P01_E05
Nombre unidad terminal	UT1E07
Zona asociada	P01_E07
Nombre unidad terminal	UT1E08
Zona asociada	P01_E08
Nombre unidad terminal	UT1E10
Zona asociada	P01_E10
Nombre unidad terminal	UT1E11
Zona asociada	P01_E11
Nombre unidad terminal	UT1E12
Zona asociada	P01_E12

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad


Nombre unidad terminal	UT1E13
Zona asociada	P01_E13
Nombre unidad terminal	UT1E15
Zona asociada	P01_E15
Nombre unidad terminal	UT1E16
Zona asociada	P01_E16
Nombre unidad terminal	UT1E17
Zona asociada	P01_E17
Nombre unidad terminal	UT1E18
Zona asociada	P01_E18
Nombre unidad terminal	UT1E20
Zona asociada	P01_E20
Nombre unidad terminal	UT2E01
Zona asociada	P02_E01
Nombre unidad terminal	UT2E04
Zona asociada	P02_E04
Nombre unidad terminal	UT2E06
Zona asociada	P02_E06
Nombre unidad terminal	UT3E03
Zona asociada	P03_E03
Nombre unidad terminal	UT3E04
Zona asociada	P03_E04
Nombre unidad terminal	UT3E05
Zona asociada	P03_E05
Nombre unidad terminal	UT3E06

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad


Zona asociada	P03_E06
Nombre unidad terminal	UT3E07
Zona asociada	P03_E07
Nombre unidad terminal	UT3E08
Zona asociada	P03_E08
Nombre unidad terminal	UT3E09
Zona asociada	P03_E09
Nombre unidad terminal	UT3E10
Zona asociada	P03_E10
Nombre unidad terminal	UT3E11
Zona asociada	P03_E11
Nombre unidad terminal	UT3E14
Zona asociada	P03_E14
Nombre unidad terminal	UT3E15
Zona asociada	P03_E15
Nombre demanda ACS	Demanda de ACS
Nombre equipo acumulador	Acumulador de gran volumen sin serpentín
Porcentaje abastecido con energía solar	60,00
Temperatura impulsión del ACS (°C)	60,0
Temp. impulsión de la calefacción(°C)	80,0

4. Iluminación

Nombre	Pot. Iluminación	VEEIObj	VEEIRef
--------	------------------	---------	---------

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad


P01_E02	11	3,599999904	4
P01_E05	11	3,660000085	4
P01_E03	10	2	3
P01_E09	10	2	3
P01_E12	10	2	3
P01_E13	10	2	3
P01_E15	10	2	3
P01_E16	10	2	3
P01_E17	10	2	3
P01_E18	10	2	3
P01_E19	10	2	3
P01_E20	12	2,400000095	5
P01_E06	10	2	3
P01_E07	7	3,5	4
P01_E08	7	3,5	4
P01_E01	10	2	3
P01_E10	10	2	3
P01_E11	10	2	3
P01_E04	7	3,5	4
P01_E14	7	3,5	4
P02_E02	7	3,5	4
P02_E07	7	3,5	4
P02_E08	7	3,5	4
P02_E01	7	3,5	4
P02_E03	7	3,5	4

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad

P02_E04	7	3,5	4
P02_E05	7	3,5	4
P02_E09	7	3,5	4
P02_E06	7	3,5	4
P02_E10	0	0	0
P03_E03	12	3	3,5
P03_E04	12	3	3,5
P03_E05	12	3	3,5
P03_E06	12	3	3,5
P03_E07	12	3	3,5
P03_E08	12	3	3,5
P03_E09	12	3	3,5
P03_E10	12	3	3,5
P03_E11	12	3	3,5
P03_E12	7	3,5	4
P03_E13	7	3,5	4
P03_E14	7	3,5	4
P03_E15	7	3,5	4
P03_E01	7	3,5	4
P03_E02	7	3,5	4
P04_E01	4,40000009536743	7	10
P05_E01	4,40000009536743	7	10
P06_E01	4,40000009536743	7	10

5. Equipos

Nombre	Caldera Biomasa PLC75kW
---------------	-------------------------


 Calificación Energética	Proyecto	Colegio Perelló
	Localidad	Valencia

Tipo	Caldera eléctrica o de combustible
Capacidad nominal (kW)	75,00
Rendimiento nominal	0,90
Capacidad en función de la temperatura de impulsión	cap_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento nominal en función de la temperatura de impulsión	ren_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de potencia	ren_FCP_Potencia-EQ_Caldera-BajaTemperatura-Defecto
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de tiempo	ren_FCP_Tiempo-EQ_Caldera-unidad
Tipo energía	Biomasa

Nombre	Acumulador de gran volumen sin serpentín
Tipo	Acumulador Agua Caliente
Volumen del depósito (L)	1000,00
Coefficiente de pérdidas global del depósito, UA	1,00
Temperatura de consigna baja del depósito (°C)	60,00
Temperatura de consigna alta del depósito (°C)	90,00

6. Unidades terminales

Nombre	UT1E01
---------------	--------

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad

Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E01
Capacidad o potencia máxima (kW)	0,80


Nombre	UT1E02
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E02
Capacidad o potencia máxima (kW)	5,80

Nombre	UT1E03
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E03
Capacidad o potencia máxima (kW)	0,80

Nombre	UT1E05
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E05
Capacidad o potencia máxima (kW)	5,00

Nombre	UT1E07
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E07
Capacidad o potencia máxima (kW)	2,00

Nombre	UT1E08
---------------	--------

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad

Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E08
Capacidad o potencia máxima (kW)	2,00


Nombre	UT1E10
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E10
Capacidad o potencia máxima (kW)	2,20

Nombre	UT1E11
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E11
Capacidad o potencia máxima (kW)	2,20

Nombre	UT1E12
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E12
Capacidad o potencia máxima (kW)	0,80

Nombre	UT1E13
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E13
Capacidad o potencia máxima (kW)	0,80

Nombre	UT1E15
---------------	--------

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad

Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E15
Capacidad o potencia máxima (kW)	0,80


Nombre	UT1E16
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E16
Capacidad o potencia máxima (kW)	0,80

Nombre	UT1E17
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E17
Capacidad o potencia máxima (kW)	0,80

Nombre	UT1E18
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E18
Capacidad o potencia máxima (kW)	1,40

Nombre	UT1E20
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E20
Capacidad o potencia máxima (kW)	2,90

Nombre	UT2E01
---------------	--------

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad

Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P02_E01
Capacidad o potencia máxima (kW)	2,00


Nombre	UT2E04
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P02_E04
Capacidad o potencia máxima (kW)	0,60

Nombre	UT2E06
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P02_E06
Capacidad o potencia máxima (kW)	2,00

Nombre	UT3E03
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E03
Capacidad o potencia máxima (kW)	1,50

Nombre	UT3E04
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E04
Capacidad o potencia máxima (kW)	5,00

Nombre	UT3E05
---------------	--------

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad

Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E05
Capacidad o potencia máxima (kW)	5,00


Nombre	UT3E06
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E06
Capacidad o potencia máxima (kW)	1,60

Nombre	UT3E07
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E07
Capacidad o potencia máxima (kW)	3,20

Nombre	UT3E08
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E08
Capacidad o potencia máxima (kW)	3,20

Nombre	UT3E09
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E09
Capacidad o potencia máxima (kW)	3,20

Nombre	UT3E10
---------------	--------

 Calificación Energética	Proyecto Colegio Perelló	
	Localidad Valencia	Comunidad

Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E10
Capacidad o potencia máxima (kW)	3,20

Nombre	UT3E11
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E11
Capacidad o potencia máxima (kW)	3,20


Nombre	UT3E14
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E14
Capacidad o potencia máxima (kW)	2,00

Nombre	UT3E15
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E15
Capacidad o potencia máxima (kW)	2,00


7. Justificación

7.1. Contribución solar

Nombre	Contribución Solar	Contribución Solar Mínima HE-4
--------	--------------------	--------------------------------

 Calificación Energética	Proyecto	
	Colegio Perelló	
	Localidad	Comunidad
	Valencia	

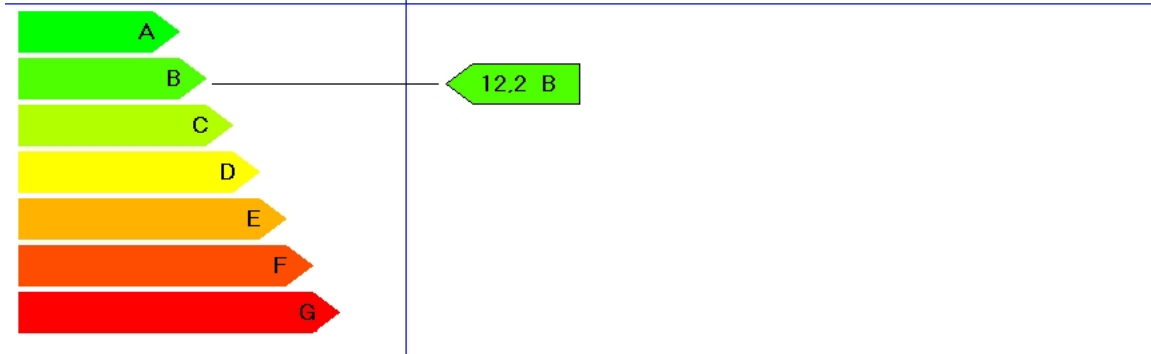
Calefaccion y acs	60,0	60,0
-------------------	------	------

 Calificación Energética	Proyecto	Colegio Perelló	
	Localidad	Valencia	Comunidad

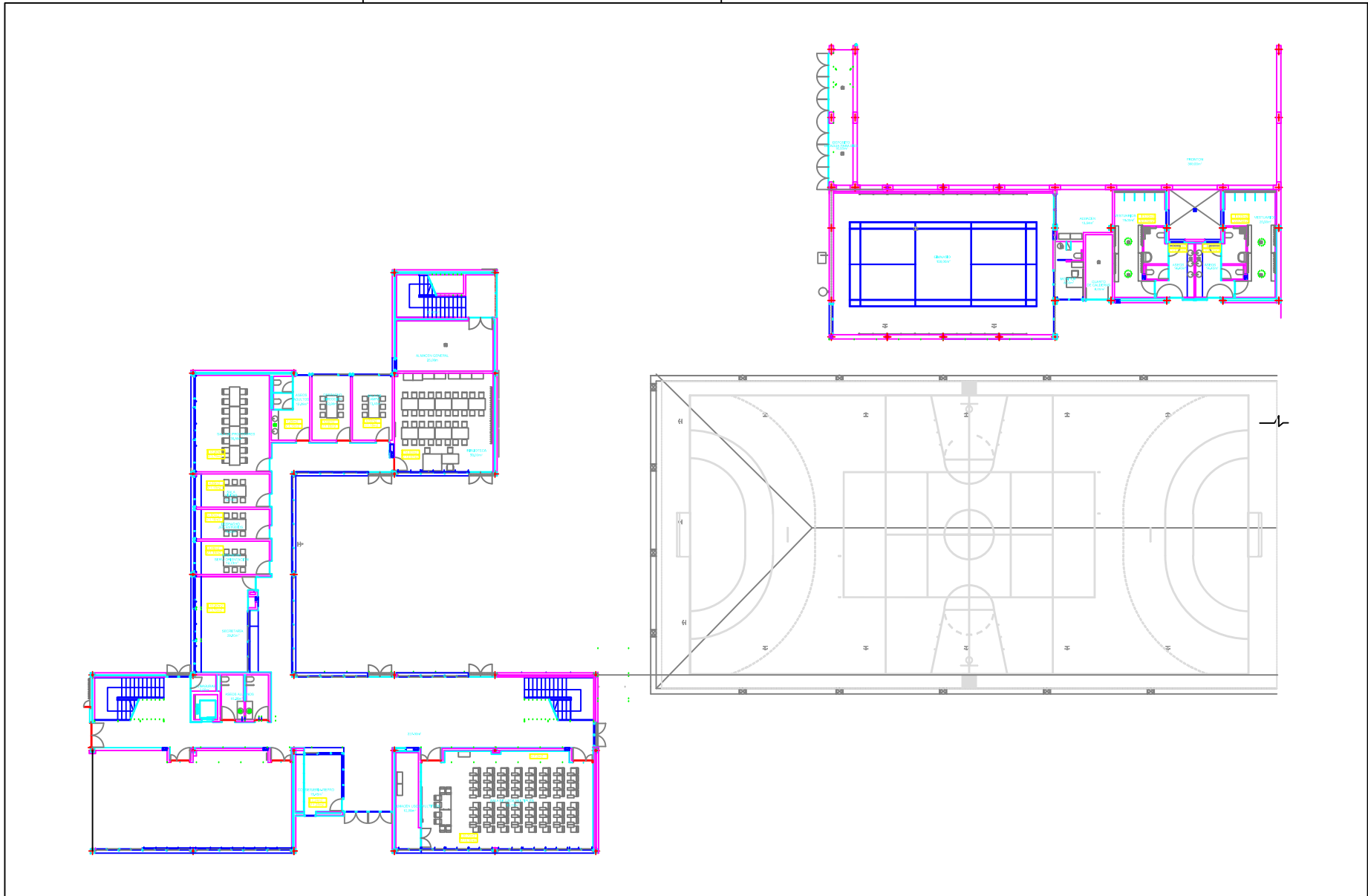
8. Resultados



Certificación Energética de Edificios
Indicador kgCO₂/m²

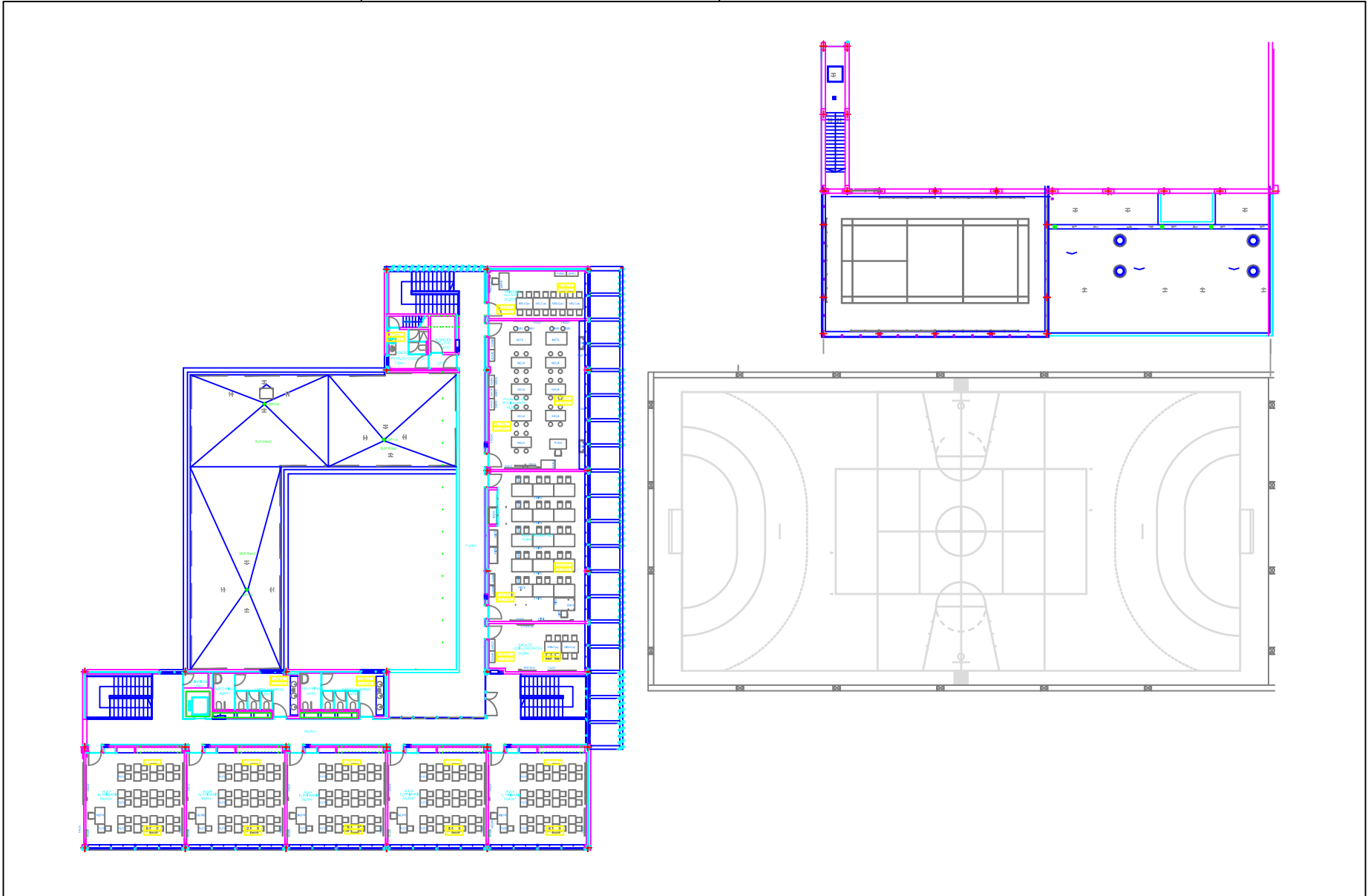
Edificio
Objeto





	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Demanda calefacción	B	9,7	17446,7
Demanda refrigeración	C	31,0	55826,5
	Clase	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ calefacción	A	0,0	0,0
Emisiones CO ₂ refrigeración	A	0,0	0,0
Emisiones CO ₂ ACS	A	0,0	0,0
Emisiones CO ₂ iluminación	C	12,2	21981,9
Emisiones CO ₂ totales	B	12,2	21981,9
	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	B	5,5	9837,8
Consumo energía primaria refrigeración	A	0,0	0,0
Consumo energía primaria ACS	B	6,1	11005,4
Consumo energía primaria iluminación	C	85,5	154083,0
Consumo energía primaria totales	C	97,1	174926,2



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS INDUSTRIALES  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA	Proyecto: ESTUDIO DEL IMPACTO EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE NUEVOS MODELOS CONSTRUCTIVOS EN UNA ESCUELA DE PRIMARIA	Plano: Plantas Bajas del Edificio Principal y Gimnasio	Fecha: Julio 2015	N° Plano: 1
		Autor: Sergio Cuesta Contreras	Escala: 1:250	



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS INDUSTRIALES  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA	Proyecto: ESTUDIO DEL IMPACTO EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE NUEVOS MODELOS CONSTRUCTIVOS EN UNA ESCUELA DE PRIMARIA	Plano: 1ª Planta del Edificio Principal y Gimnasio	Fecha: Julio 2015	Nº Plano: 2
		Autor: Sergio Cuesta Contreras	Escala: 1:250	