

TESIS DOCTORAL

SOBRE EL USO Y LA GESTIÓN COMO LOS FACTORES PRINCIPALES QUE DETERMINAN EL CONSUMO DE ENERGÍA EN LA EDIFICACIÓN.

Una aportación para reducir el impacto ambiental de los edificios

Fabian López Plazas
Doctorando

Albert Cuchí Burgos
Tutor y director

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
Departament de Construccions Arquitectòniques I
Programa Àmbits de Recerca en l'Energia i el Medi Ambient a l'Arquitectura

Barcelona, febrero de 2006

TOMO II

Anexos

Índice tomo II

Anexos	Pág.
<hr/>	
1. Anexo 1. Trabajo de campo: Levantamiento de datos.	
1.1. Resumen de datos obtenidos por edificio.....	7
1.2. Resumen de datos dinámicos obtenidos por edificio	16
2. Anexo 2. Evaluación de la demanda energética	
2.1. Evaluación de la demanda por el método de los grados día	37
2.2. Evaluación de la demanda con la herramienta ARCHISUN	52
2.3. Evaluación de la demanda con la herramienta BALANÇ ENERGETIC	67
2.4. Evaluación de la demanda con la herramienta LIDER	84
3. Anexo 3. Evaluación del rendimiento medio de los sistemas	
3.1. Características de las instalaciones	115
3.2. Evaluación del rendimiento utilizando valores de referencia	130
3.3. Evaluación con la herramienta CALENER	135
4. Anexo 4. Evaluación del factor de gestión	
4.1. Parámetros del análisis	169
4.2. Resultados obtenidos por edificio	170

1. Anexo 1. Trabajo de campo: Levantamiento de datos.

- 1.1. Resumen de datos obtenidos por edificio**
- 1.2. Resumen de datos dinámicos obtenidos por edificio**

1. Anexo 1: Trabajo de campo: Levantamiento de datos

1.1. Resumen de datos obtenidos por edificio.

Como se explicó en el **capítulo 3**, en el trabajo de campo se obtuvieron dos tipos de datos claramente diferenciados. De un lado el levantamiento de las características de los edificios y los sistemas que poseen, referido a datos de carácter "Estático", por no variar en el tiempo o tener una variación lenta y controlable (reformas en el edificio o las instalaciones), y de otro lado el trabajo de monitorización y seguimiento del consumo y la ocupación del edificio que permite obtener datos de tipo "Dinámico" con una importante variabilidad en el tiempo.

Los datos estáticos son producto del inventario realizado en cada uno de los locales del edificio donde se identificaron las instalaciones y aparatos que consumen energía, así como las instalaciones comunes del edificio que en el caso de los sistemas de climatización permiten conocer los aparatos que generan el calor y/o frío en el edificio y los sistemas de regulación y distribución.

Se explica también en el apartado 3.4 que se definieron una serie de índices de referencia, para resumir toda la información obtenida, y que se agruparon en 4 categorías:

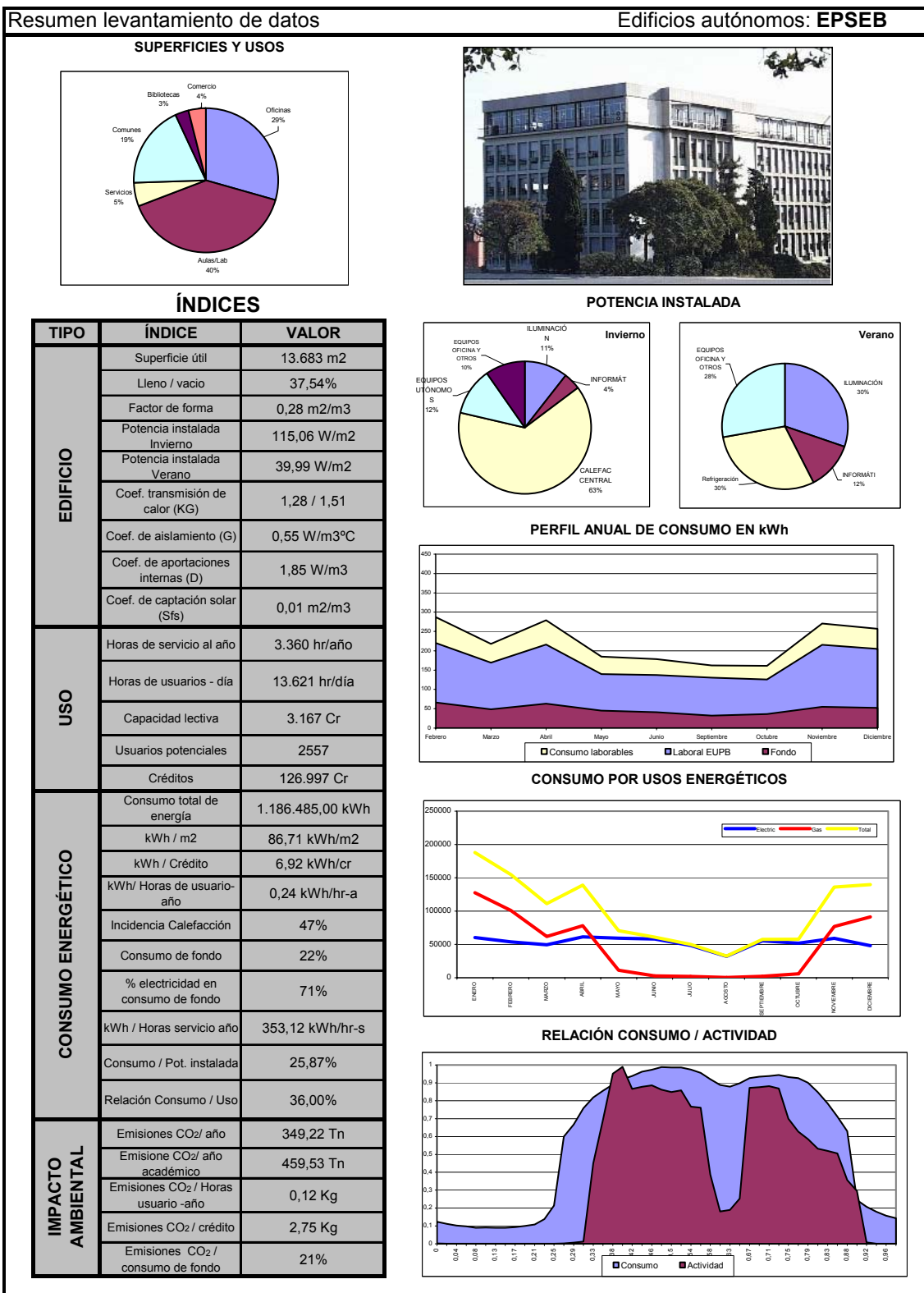
- **Índices de edificio:** resumen las características generales del edificio, de la envolvente y de los sistemas que posee.
- **Índices de uso:** resumen las características más relevantes del tipo e intensidad del uso del edificio.
- **Índices del consumo energético:** relacionan los datos observados en el seguimiento del consumo con las características del edificio y del uso.
- **Índices del impacto ambiental asociado:** como primera aproximación al impacto ambiental asociado se definen algunos índices generales por usos energéticos y en relación a los principales índices de edificio y uso.

Estos índices obtenidos por edificio se sintetizan en una ficha "tipo" que incluye también un resumen de los datos dinámicos obtenidos en cada caso, representados en algunos gráficos de referencia sobre los siguientes valores obtenidos:

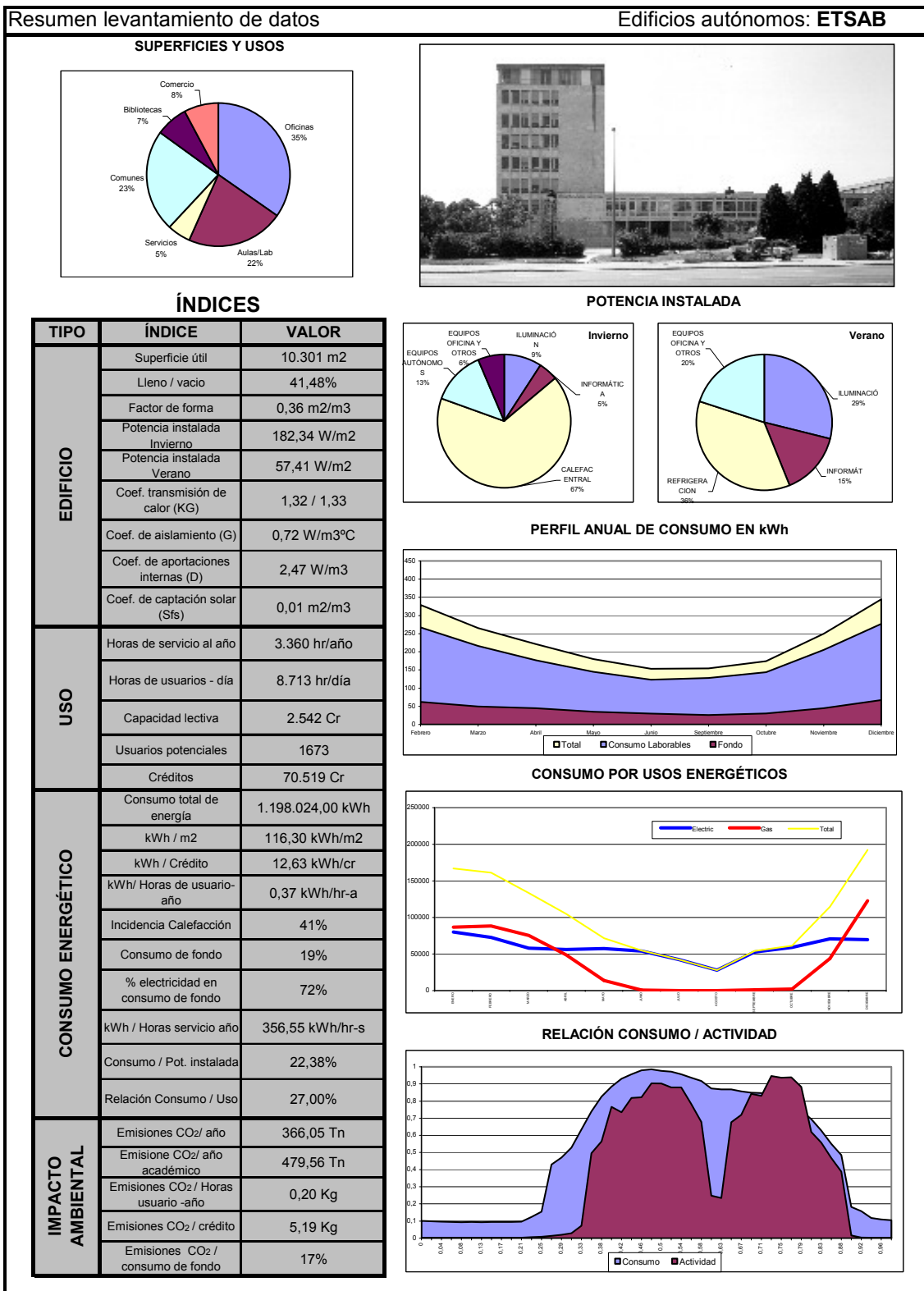
- **Porcentaje de superficies y usos:** que permite identificar los usos principales del edificio.
- **Potencia instalada:** en invierno y en verano de aparatos y equipos que consumen energía en el edificio como resultado del inventario de todos los locales.
- **Perfil anual de consumo:** resumen de consumo energético anual donde se puede valorar la incidencia del consumo de fondo respecto al total.
- **Consumo por usos energéticos:** donde se refleja la incidencia de cada recurso consumido (electricidad, gas).
- **Relación consumo/actividad,** que resume el perfil anual promedio de consumo de recursos con relación a la intensidad de ocupación observada en el seguimiento realizado.

A continuación se presentan las fichas obtenidas para cada edificio estudiado con un cuadro comparativo de los valores para cada categoría.

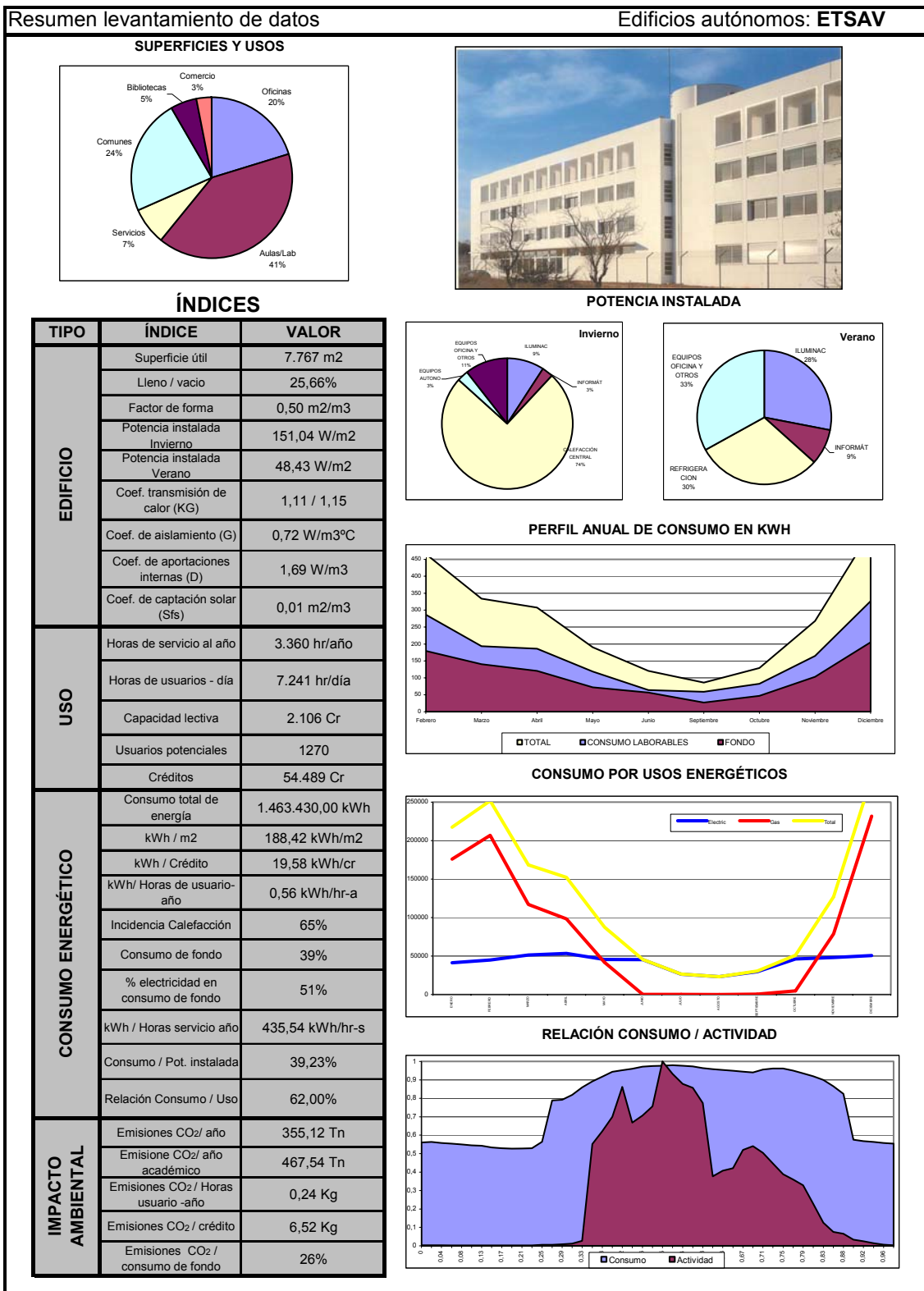
Resumen del levantamiento de datos: Edificios autónomos Escola Politècnica Superior d'Edificació de Barcelona EPSEB



Resumen del levantamiento de datos: Edificios autónomos Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona ETSAB

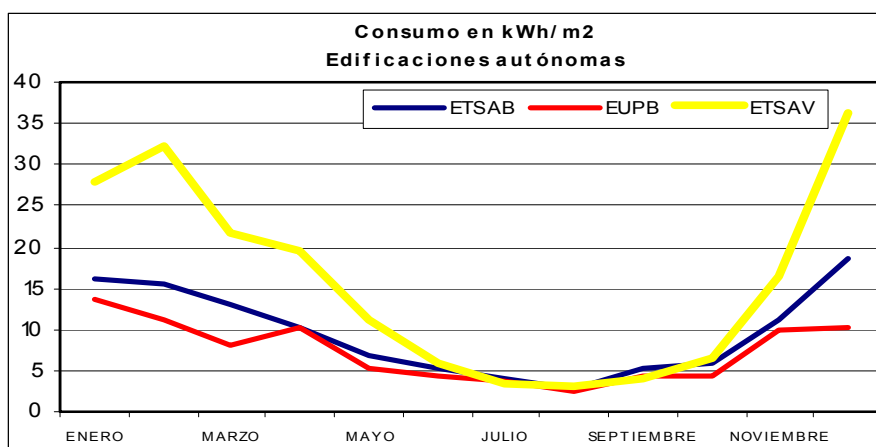


Resumen del levantamiento de datos: Edificios autónomos Escola Tècnica Superior d'Arquitectura del Vallès ETSAV

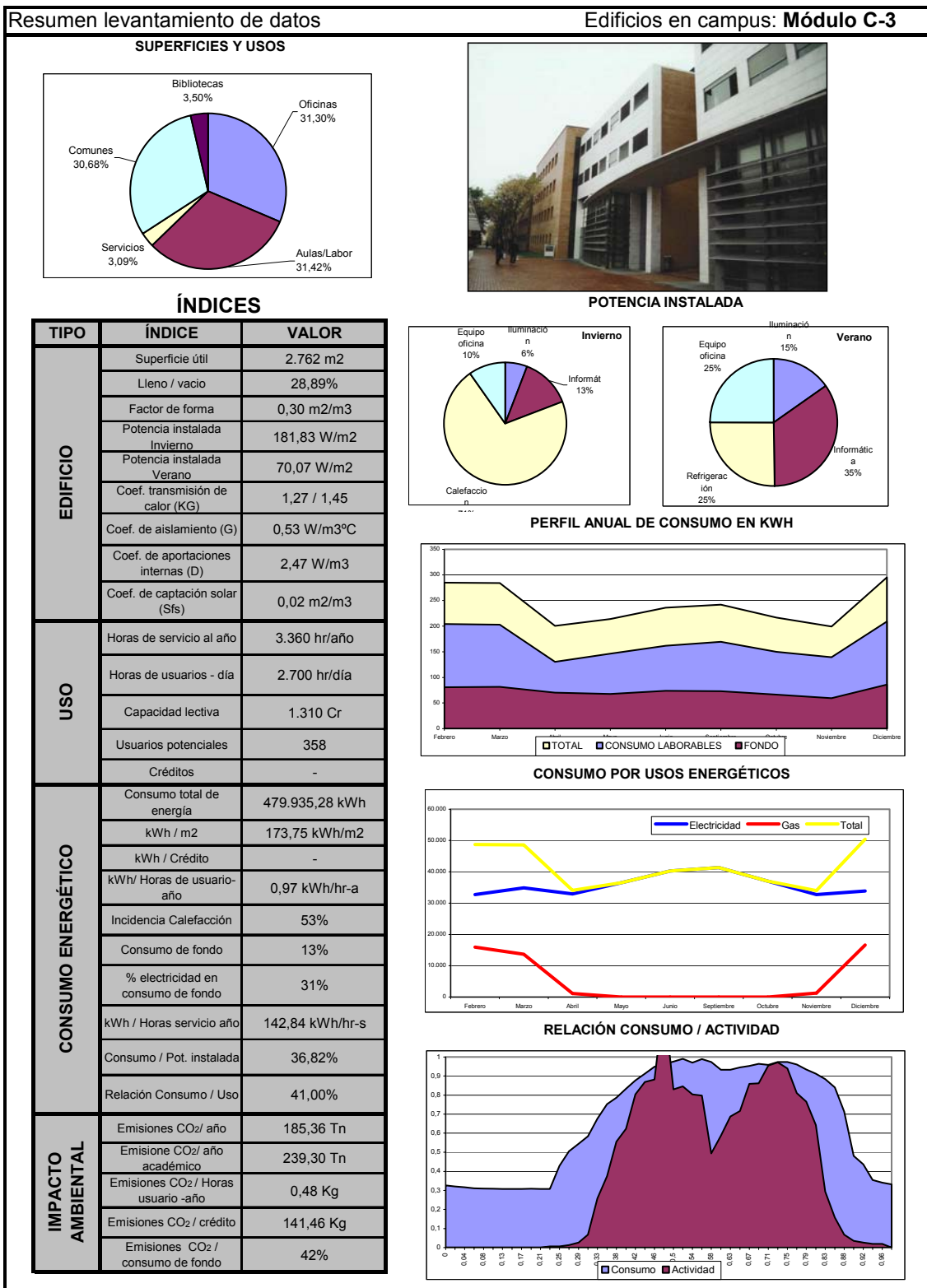


Resumen comparativo de índices obtenidos: Edificaciones autónomas

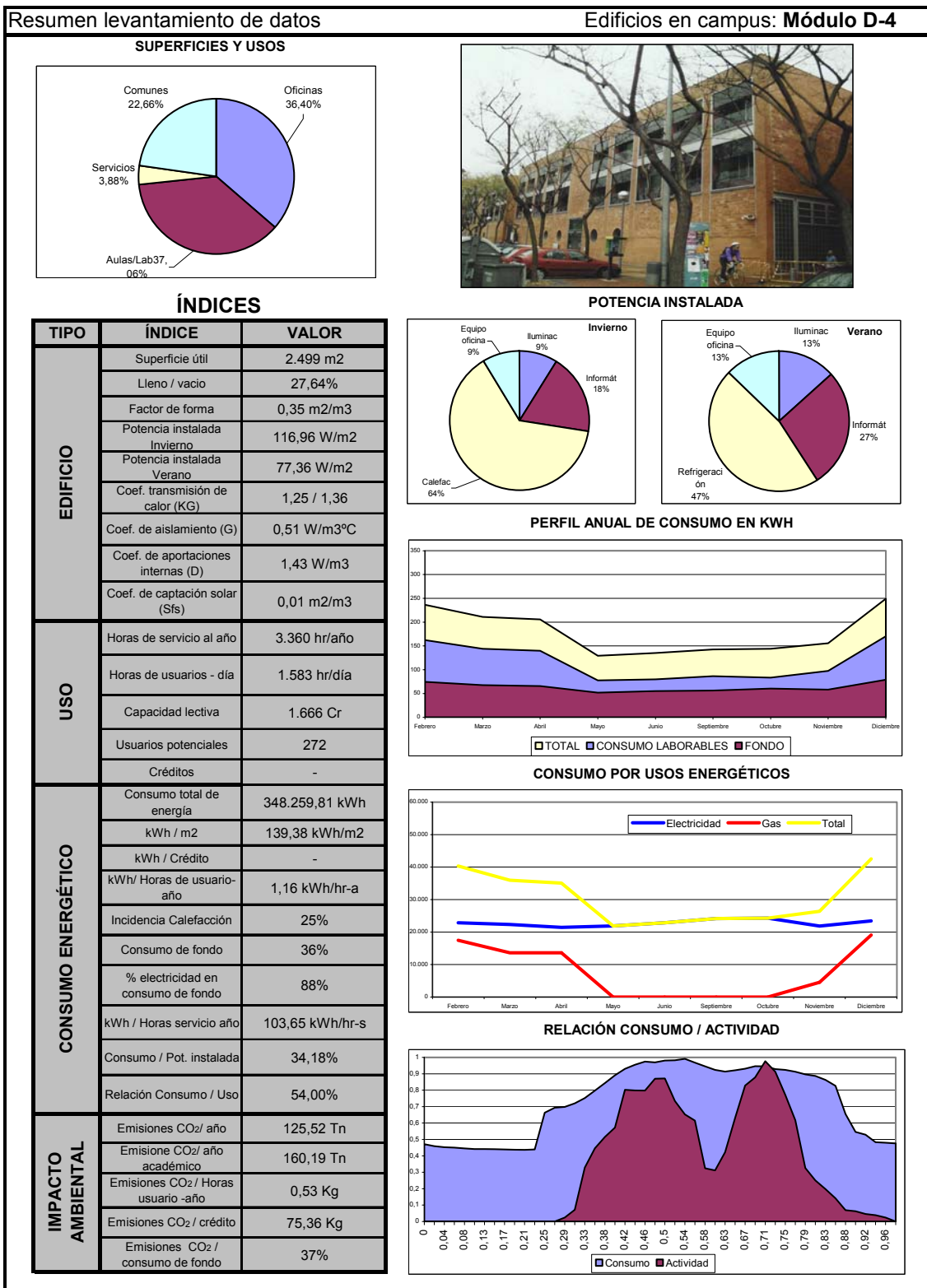
TIPO	ÍNDICE	EPSEB	ETSAB	VALOR
EDIFICIO	Superficie útil	13.683 m ²	10.301 m ²	7.767 m ²
	Lleno / vacío	37,54%	41,48%	25,66%
	Factor de forma	0,28 m ² /m ³	0,36 m ² /m ³	0,50 m ² /m ³
	Potencia instalada Invierno	115,06 W/m ²	182,34 W/m ²	151,04 W/m ²
	Potencia instalada Verano	39,99 W/m ²	57,41 W/m ²	48,43 W/m ²
	Coef. transmisión de calor (KG)	1,28 / 1,51	1,32 / 1,33	1,11 / 1,15
	Coef. de aislamiento (G)	0,55 W/m ³ °C	0,72 W/m ³ °C	0,72 W/m ³ °C
	Coef. de aportaciones internas (D)	1,85 W/m ³	2,47 W/m ³	1,69 W/m ³
USO	Coef. de captación solar (Sfs)	0,01 m ² /m ³	0,01 m ² /m ³	0,01 m ² /m ³
	Horas de servicio al año	3.360 hr/año	3.360 hr/año	3.360 hr/año
	Horas de usuarios - día	13.621 hr/día	8.713 hr/día	7.241 hr/día
	Capacidad lectiva	3.167 Cr	2.542 Cr	2.106 Cr
	Usuarios potenciales	2557	1673	1270
CONSUMO ENERGÉTICO	Créditos	126.997 Cr	70.519 Cr	54.489 Cr
	Consumo total de energía	1.186.485,00 kWh	1.198.024,00 kWh	1.463.430,00 kWh
	kWh / m ²	86,71 kWh/m ²	116,30 kWh/m ²	188,42 kWh/m ²
	kWh / Crédito	6,92 kWh/cr	12,63 kWh/cr	19,58 kWh/cr
	kWh/ Horas de usuario-año	0,24 kWh/hr-a	0,37 kWh/hr-a	0,56 kWh/hr-a
	Incidencia Calefacción	47%	41%	65%
	Consumo de fondo	22%	19%	39%
	% electricidad en consumo de fondo	71%	72%	51%
	kWh / Horas servicio año	353,12 kWh/hr-s	356,55 kWh/hr-s	435,54 kWh/hr-s
	Consumo / Pot. instalada	25,87%	22,38%	39,23%
IMPACTO AMBIENTAL	Relación Consumo / Uso	36,00%	27,00%	62,00%
	Emisiones CO ₂ / año	349,22 Tn	366,05 Tn	355,12 Tn
	Emisione CO ₂ / año académico	459,53 Tn	479,56 Tn	467,54 Tn
	Emisiones CO ₂ / Horas usuario -año	0,12 Kg	0,20 Kg	0,24 Kg
	Emisiones CO ₂ / crédito	2,75 Kg	5,19 Kg	6,52 Kg
Emisiones CO ₂ / consumo de fondo	21%	17%	26%	



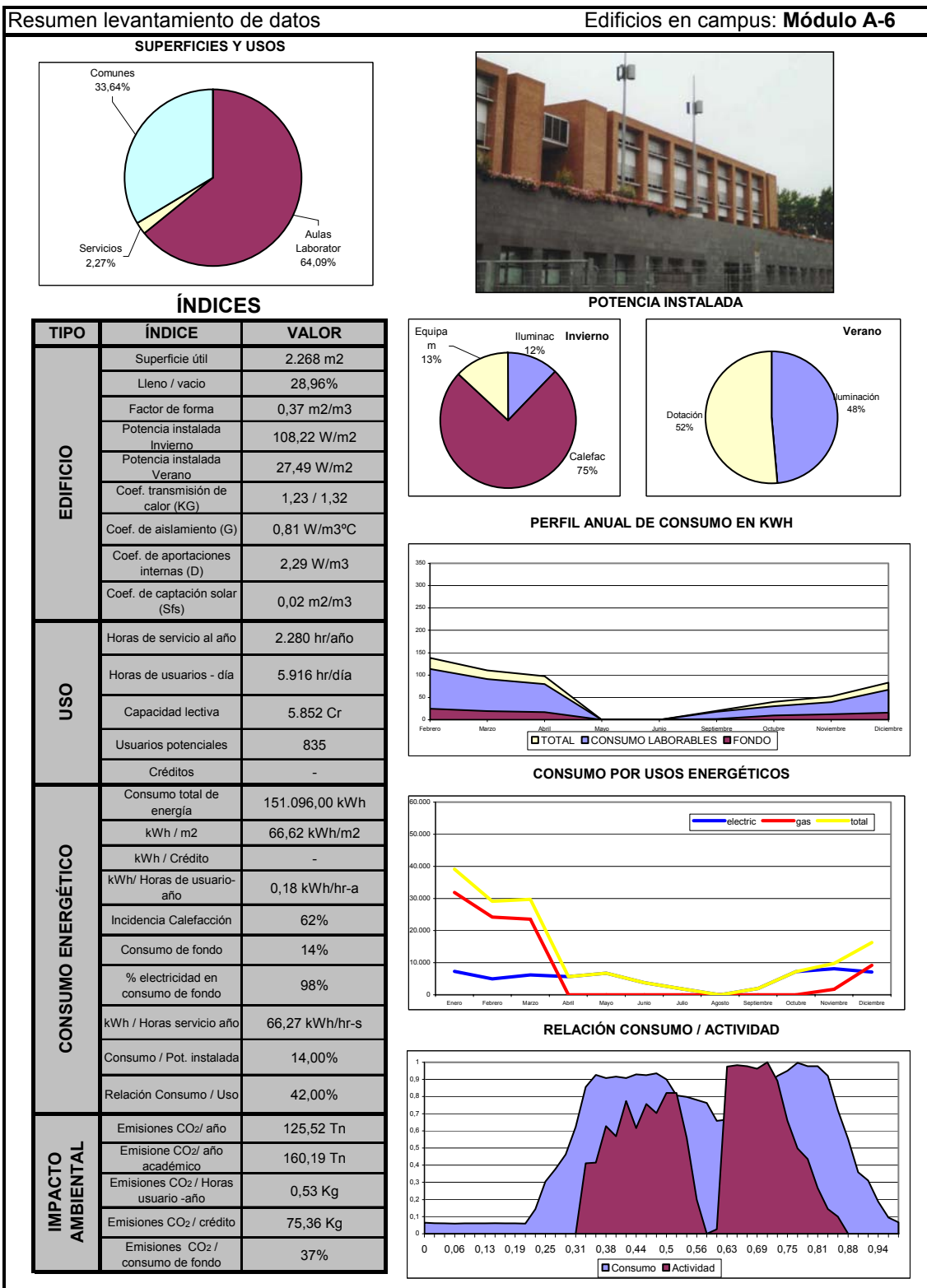
Resumen del levantamiento de datos: Edificios en campus Módulo C-3 campus nord UPC Barcelona



Resumen del levantamiento de datos: Edificios en campus Módulo D-4 campus nord UPC Barcelona

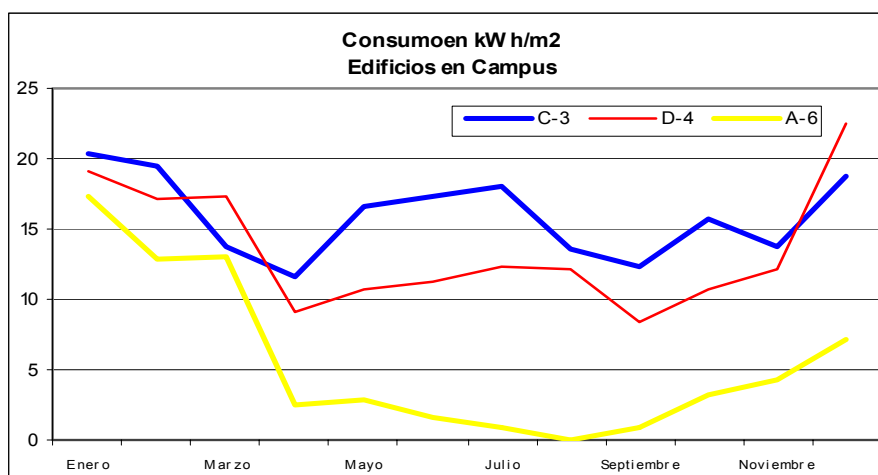


Resumen del levantamiento de datos: Edificios en campus Módulo A-6 campus nord UPC Barcelona



Resumen comparativo de índices obtenidos: Edificaciones en campus

TIPO	ÍNDICE	C-3	D-4	A-6
EDIFICIO	Superficie útil	2.762 m2	2.499 m2	2.268 m2
	Lleno / vacío	28,89%	27,64%	28,96%
	Factor de forma	0,30 m2/m3	0,35 m2/m3	0,37 m2/m3
	Potencia instalada Invierno	181,83 W/m2	116,96 W/m2	108,22 W/m2
	Potencia instalada Verano	70,07 W/m2	77,36 W/m2	27,49 W/m2
	Coef. transmisión de calor (KG)	1,27 / 1,45	1,25 / 1,36	1,23 / 1,32
	Coef. de aislamiento (G)	0,53 W/m3°C	0,51 W/m3°C	0,81 W/m3°C
	Coef. de aportaciones internas (D)	2,47 W/m3	1,43 W/m3	2,29 W/m3
	Coef. de captación solar (Sfs)	0,02 m2/m3	0,01 m2/m3	0,02 m2/m3
USO	Horas de servicio al año	3.360 hr/año	3.360 hr/año	2.280 hr/año
	Horas de usuarios - día	2.700 hr/día	1.583 hr/día	5.916 hr/día
	Capacidad lectiva	1.310 Cr	1.666 Cr	5.852 Cr
	Usuarios potenciales	358	272	835
	Créditos	-	-	-
CONSUMO ENERGÉTICO	Consumo total de energía	479.935,28 kWh	348.259,81 kWh	151.096,00 kWh
	kWh / m2	173,75 kWh/m2	139,38 kWh/m2	66,62 kWh/m2
	kWh / Crédito	-	-	-
	kWh/ Horas de usuario-año	0,97 kWh/hr-a	1,16 kWh/hr-a	0,18 kWh/hr-a
	Incidencia Calefacción	53%	25%	62%
	Consumo de fondo	13%	36%	14%
	% electricidad en consumo de fondo	31%	88%	98%
	kWh / Horas servicio año	142,84 kWh/hr-s	103,65 kWh/hr-s	66,27 kWh/hr-s
	Consumo / Pot. instalada	36,82%	34,18%	14,00%
	Relación Consumo / Uso	41,00%	54,00%	42,00%
IMPACTO AMBIENTAL	Emisiones CO2/ año	185,36 Tn	125,52 Tn	125,52 Tn
	Emisión CO2/ año académico	239,30 Tn	160,19 Tn	160,19 Tn
	Emisiones CO2/ Horas usuario -año	0,48 Kg	0,53 Kg	0,53 Kg
	Emisiones CO2/ crédito	141,46 Kg	75,36 Kg	75,36 Kg
	Emisiones CO2 / consumo de fondo	42%	37%	37%



1.2. Resumen de datos dinámicos obtenidos por edificio

Los datos dinámicos obtenidos del trabajo de campo realizado en las seis edificaciones seleccionadas se registraron en bases de datos de consumo energético y ocupación de los edificios, que se resumen en los gráficos y tablas que se presentan a continuación para los siguientes ámbitos:

- **Consumo de recursos energéticos por edificio**

Como se explicó en el apartado 3.3.1, se realizó el seguimiento detallado del consumo de energía en los edificios. En el caso del consumo de electricidad, este seguimiento se realizó instalando, durante al menos una semana de cada mes, aparatos analizadores de red que permitieron obtener registros de consumo energético total (todos los usos energéticos del edificio incluidos, alumbrado, equipos, climatización, etc.) cada 30 minutos, a partir de los cuales se definieron perfiles de consumo de energía para "días tipo" de cada mes del año académico.

En el caso del consumo de gas se registraron lecturas de contador cada mes, y adicionalmente durante la semana en que se instalaron los analizadores de red eléctrica se realizaron medidas diarias y por franjas horarias del consumo de gas. También se realizaron estudios detallados del consumo de energía en circuitos de climatización que se utilizaron para el análisis de la gestión de recursos y que se presentarán en un anexo posterior.

Los datos se recogieron durante el período académico por lo que no se registra seguimiento detallado de los meses de Enero, Julio y Agosto, de los cuales sí se tiene registro de consumo global a través de la lectura de contadores.

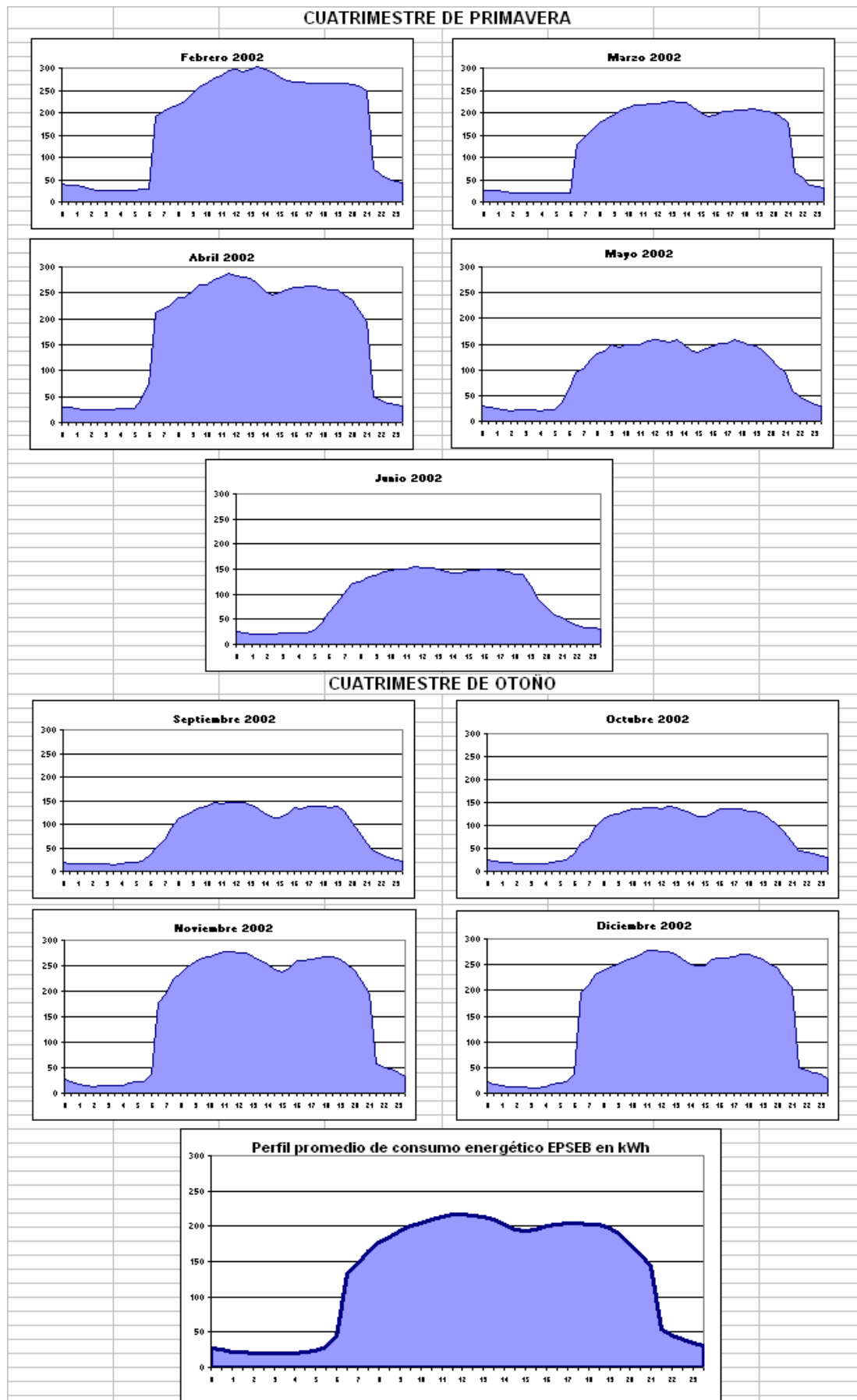
- Seguimiento detallado de la ocupación de los edificios

Como se explicó en el apartado 3.3.1, se realizó el seguimiento detallado de la ocupación de los edificios mediante visitas aleatorias en diferentes franjas horarias durante la misma semana tipo en que se realizó el seguimiento del consumo. Estas visitas registradas en fichas de seguimiento permitieron definir, al igual que con el consumo de energía, perfiles diarios de ocupación del edificio para cada mes del año y adicionalmente sirvieron para registrar el nivel de utilización de aparatos y usos energéticos (Iluminación, equipos de oficina, etc.) así como comentarios sobre el nivel de confort y opiniones de los usuarios.

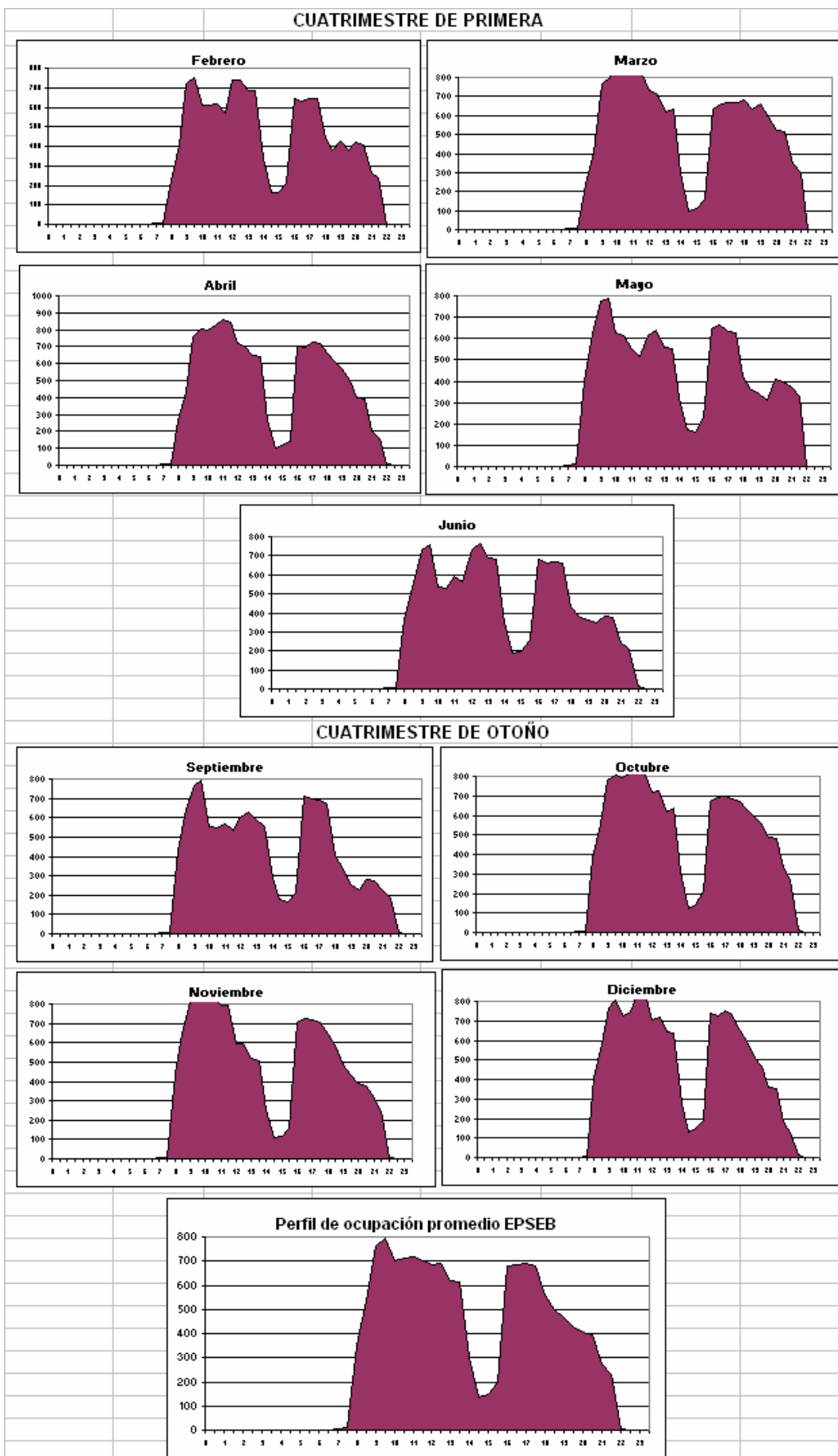
- Análisis de la relación consumo / actividad

La comparación de los datos obtenidos de consumo y ocupación se realiza como se menciona en el apartado 4.3.1 a partir de los perfiles obtenidos en cada caso, comparando los valores absolutos con relación al momento del día en que se observa el 100%, y se presentan en gráficas para cada día tipo del mes y día promedio del año.

Datos dinámicos edificaciones autónomas: Edificio EPSEB Seguimiento del consumo energético en kWh por días "Tipo"

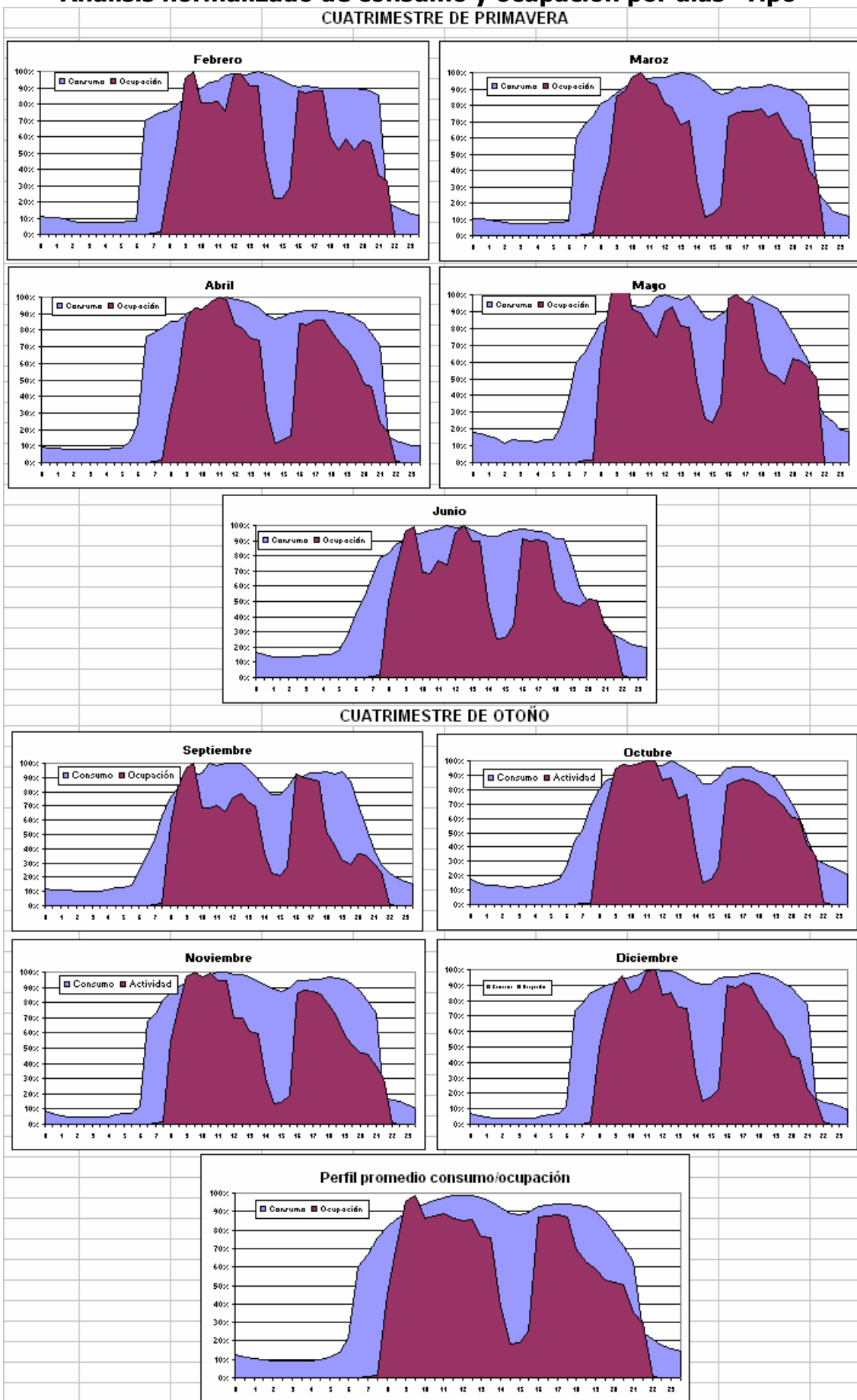


Datos dinámicos edificaciones autónomas: Edificio EPSEB Seguimiento de la ocupación en N° de personas por días "Tipo"

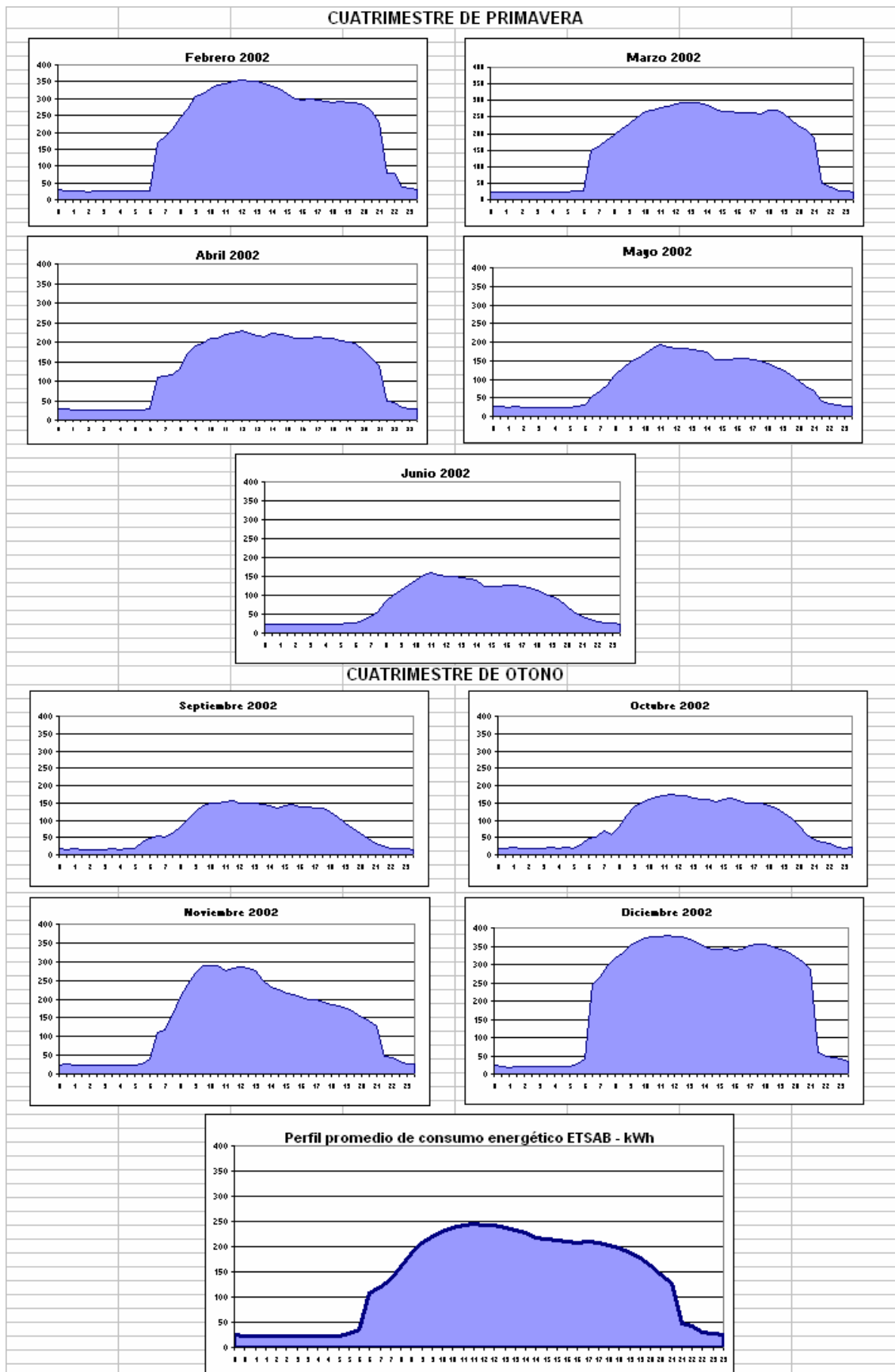


Datos dinámicos edificaciones autónomas: Edificio EPSEB

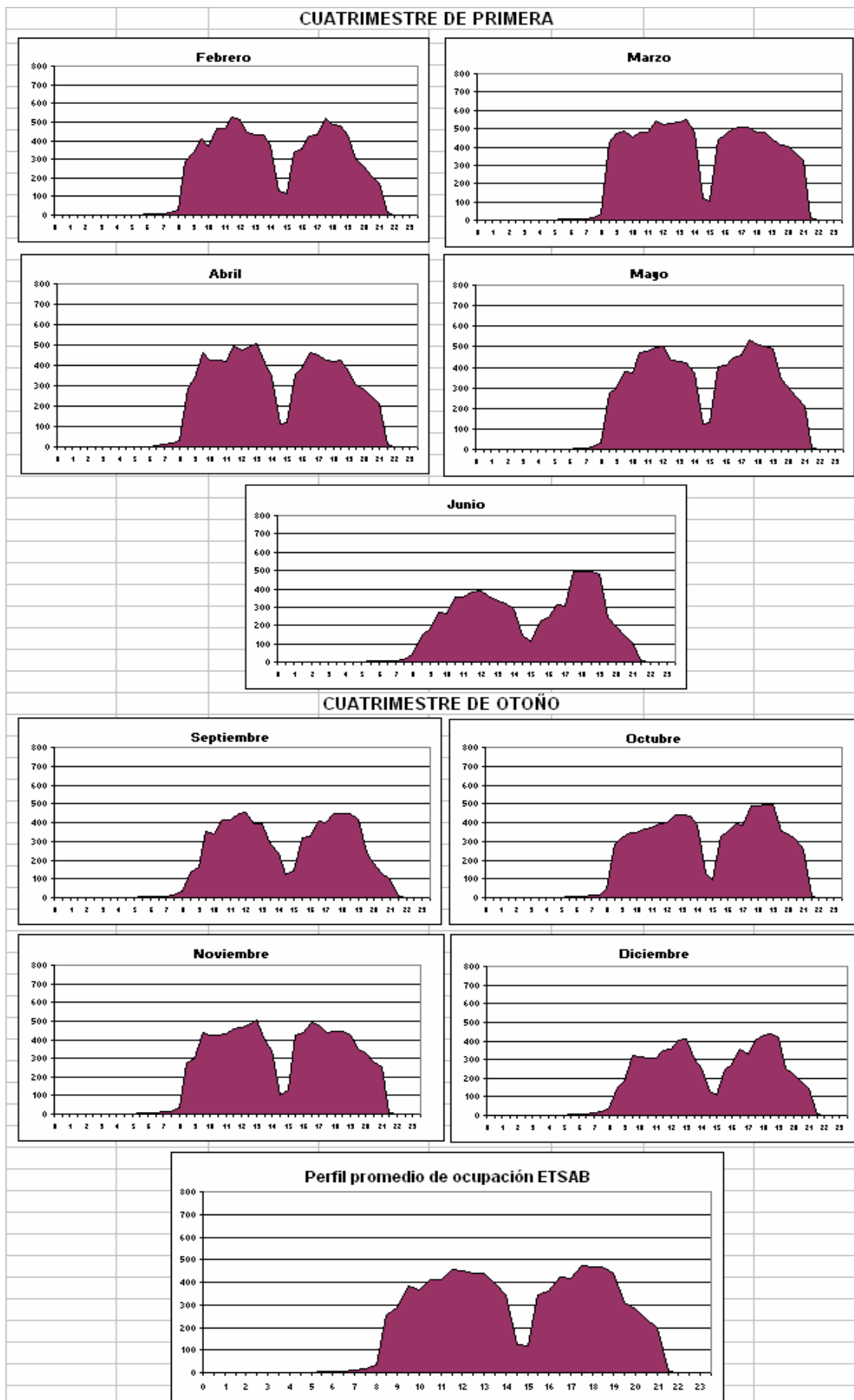
Análisis normalizado de consumo y ocupación por días "Tipo"



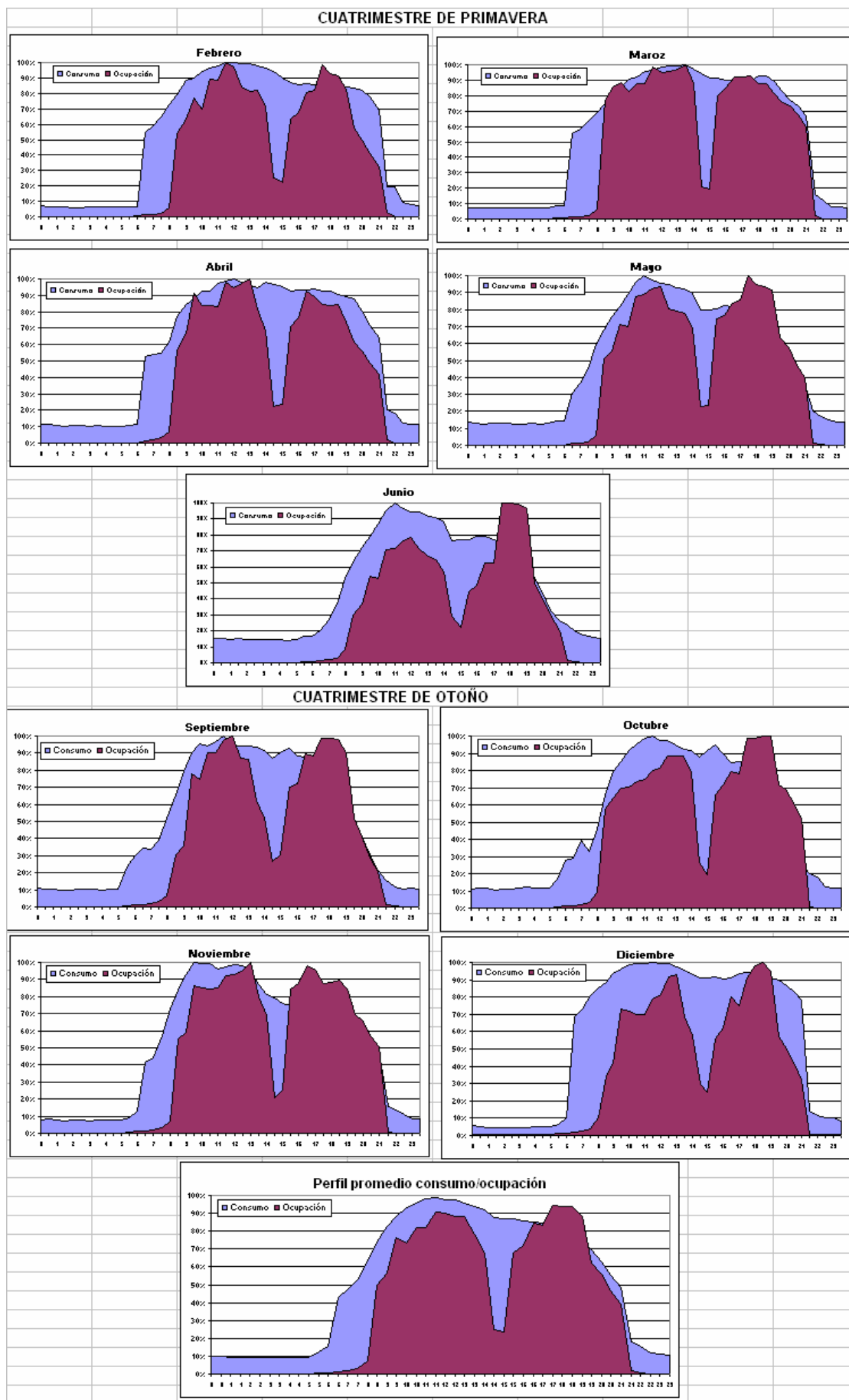
Datos dinámicos edificaciones autónomas: Edificio ETSAB Seguimiento del consumo energético en kWh por días "Tipo"



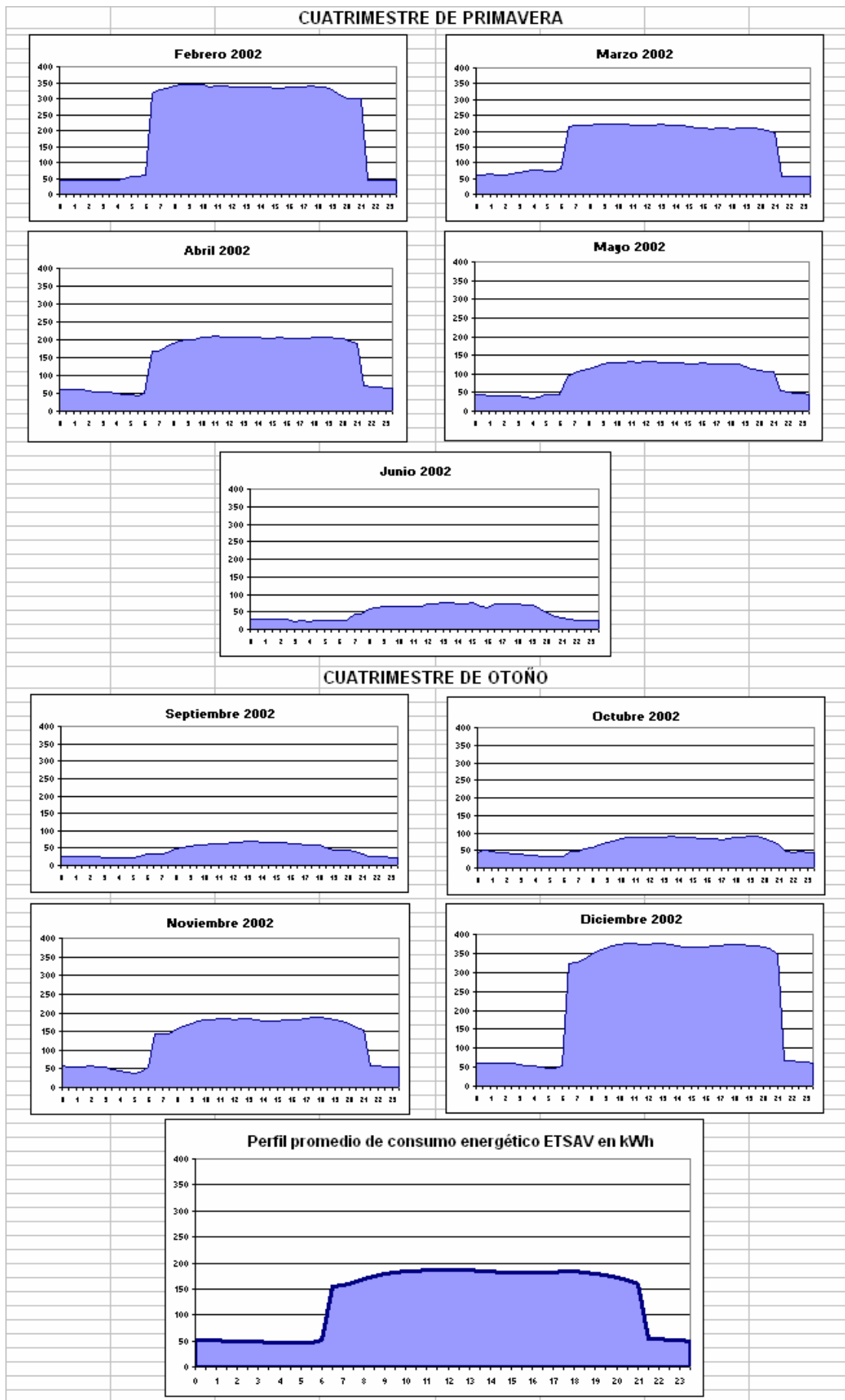
Datos dinámicos edificaciones autónomas: Edificio ETSAB Seguimiento de la ocupación en N° de personas por días "Tipo"



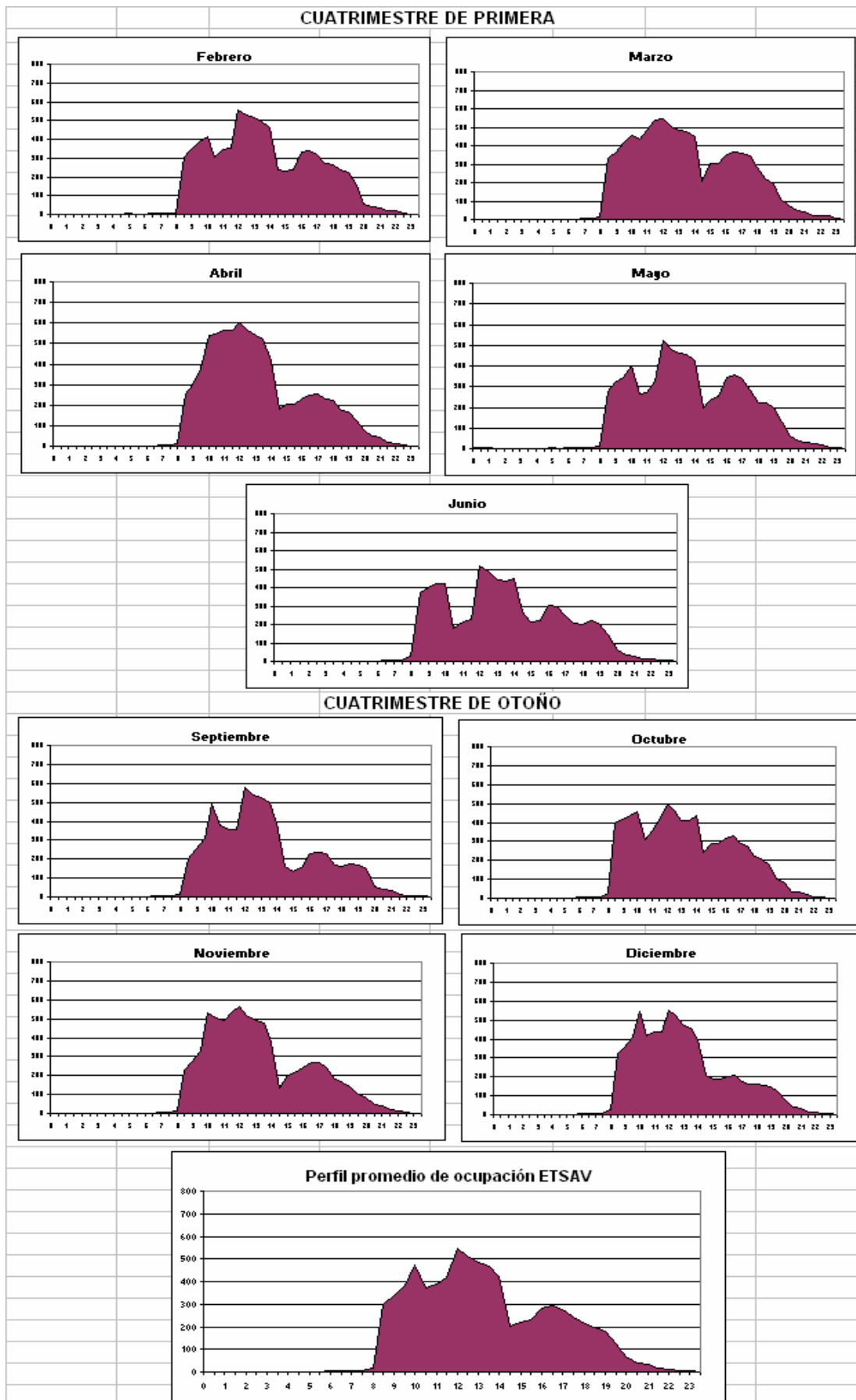
Datos dinámicos edificaciones autónomas: Edificio ETSAB Análisis normalizado de consumo y ocupación por días "Tipo"



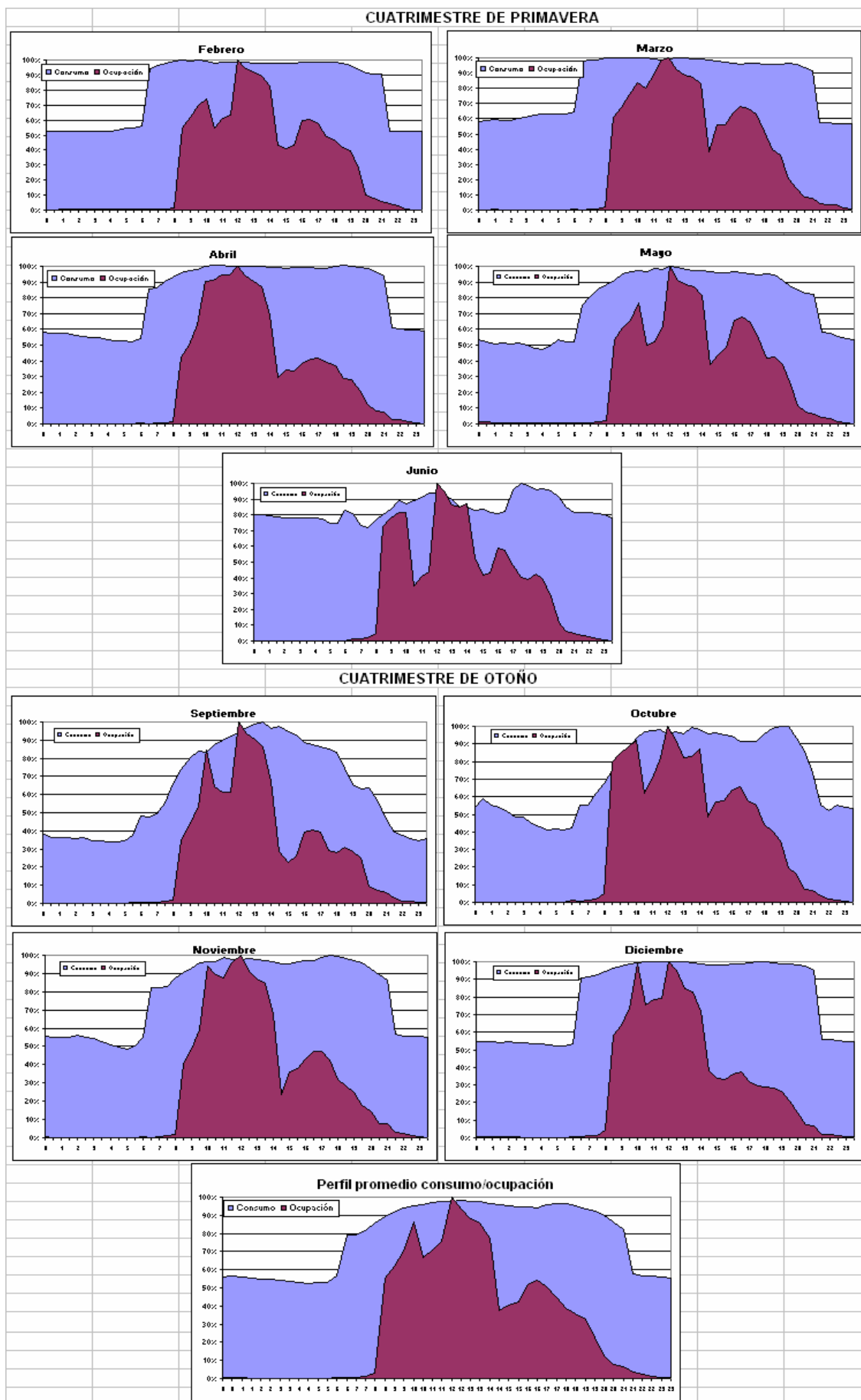
Datos dinámicos edificaciones autónomas: Edificio ETSAV Seguimiento del consumo energético en kWh por días "Tipo"



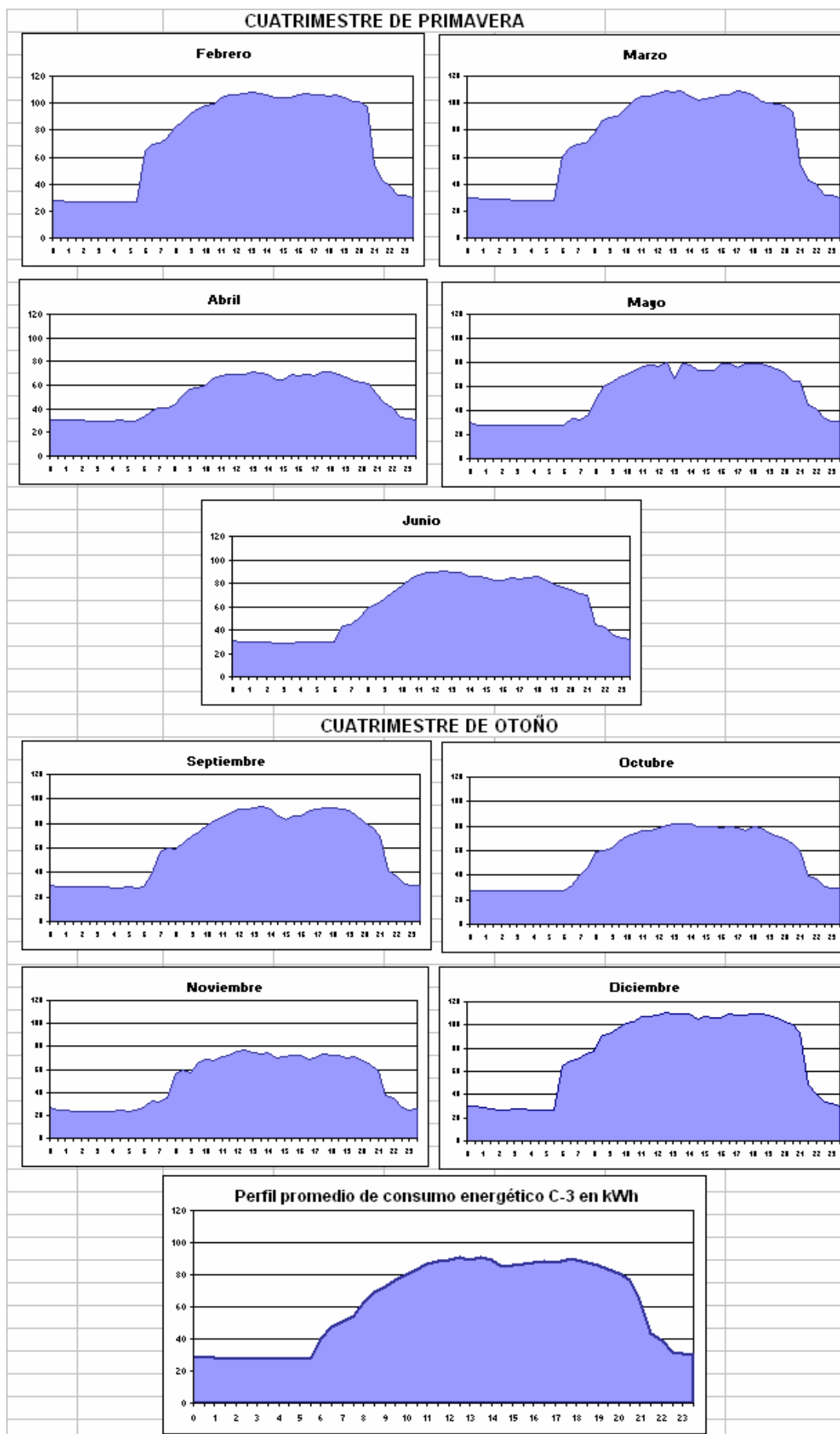
Datos dinámicos edificaciones autónomas: Edificio ETSAV Seguimiento de la ocupación en N° de personas por días "Tipo"



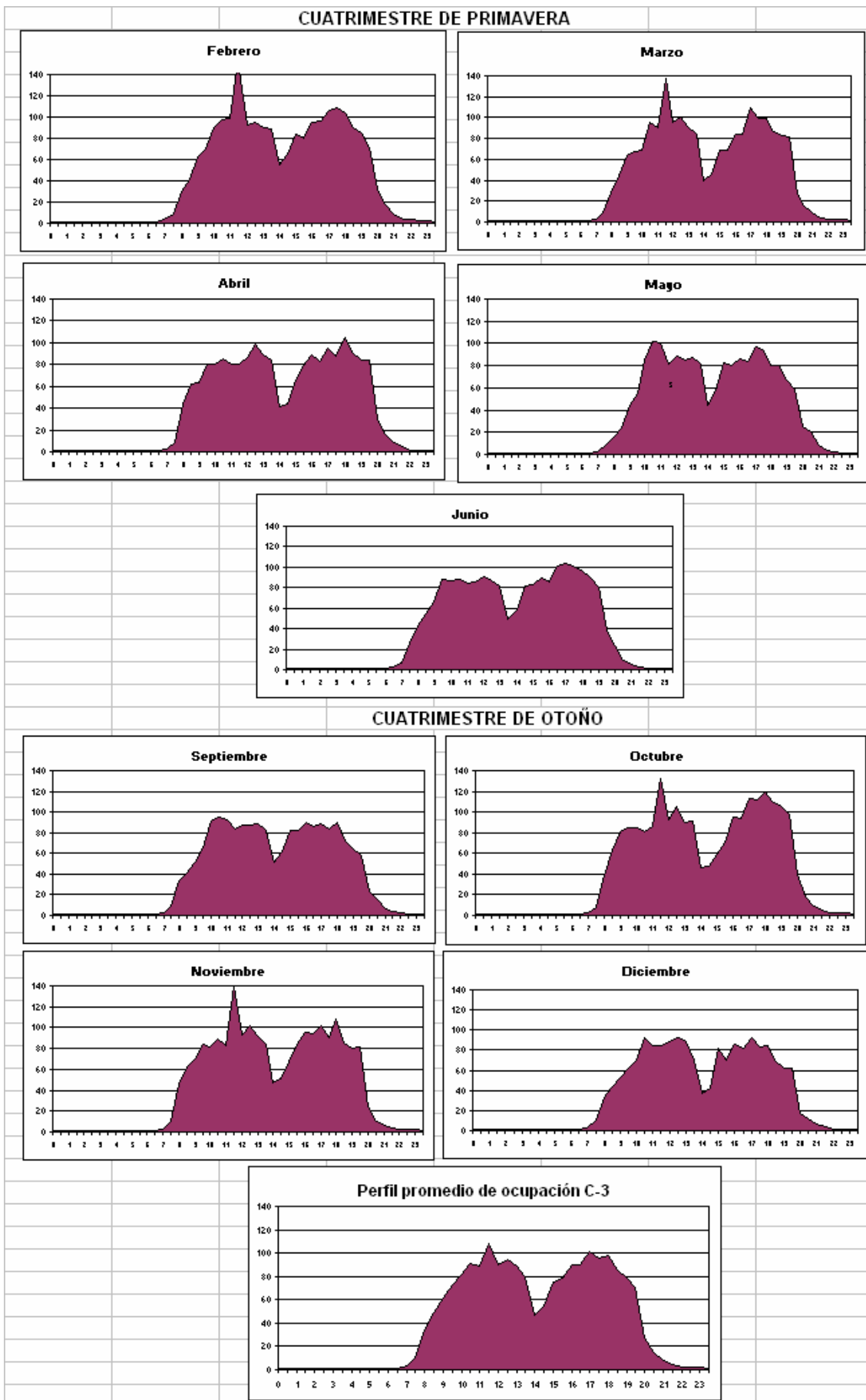
Datos dinámicos edificaciones autónomas: Edificio ETSAV Análisis normalizado de consumo y ocupación por días "Tipo"



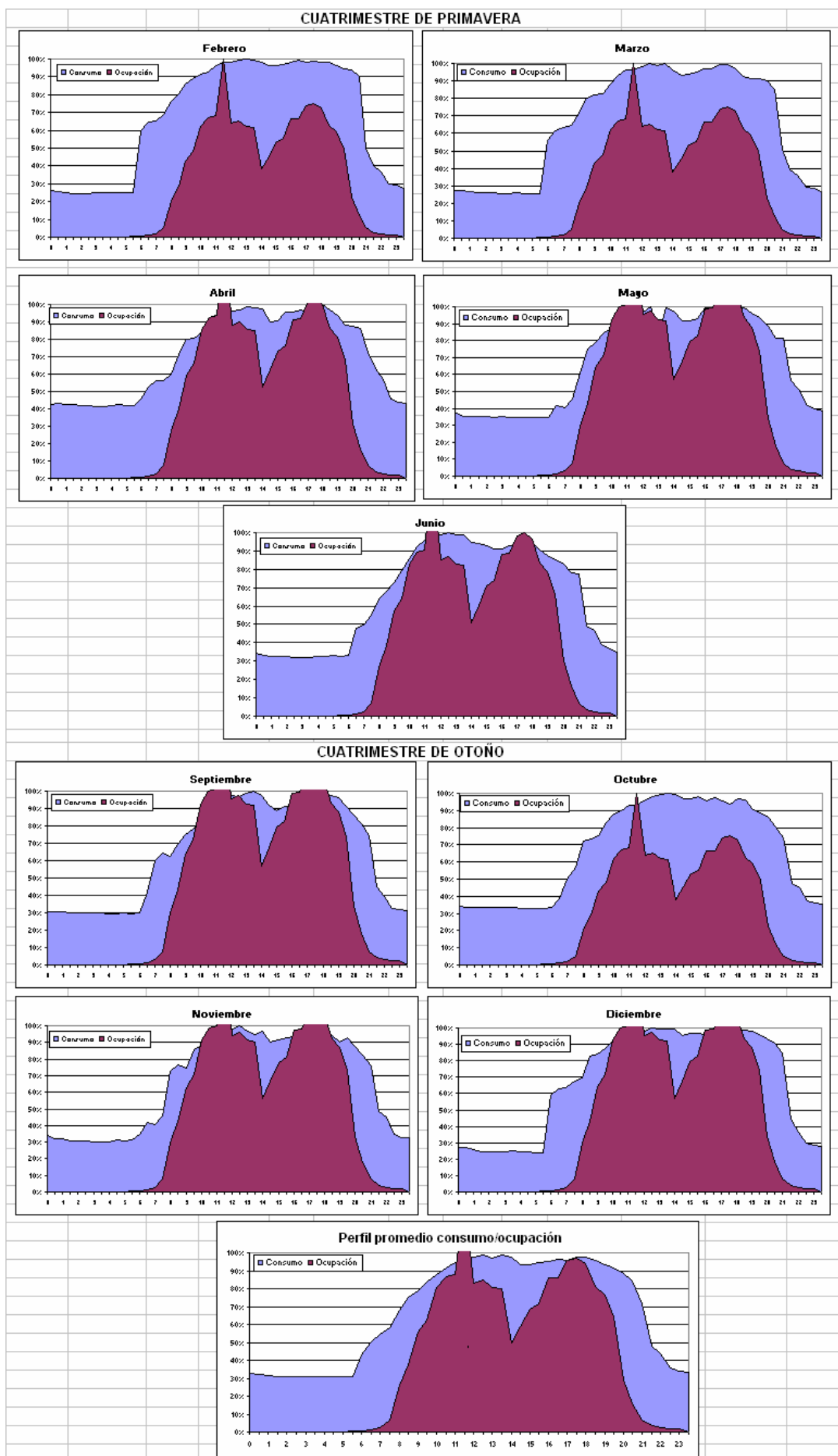
Datos dinámicos edificaciones en campus: Módulo C-3 Seguimiento del consumo energético en kWh por días "Tipo"



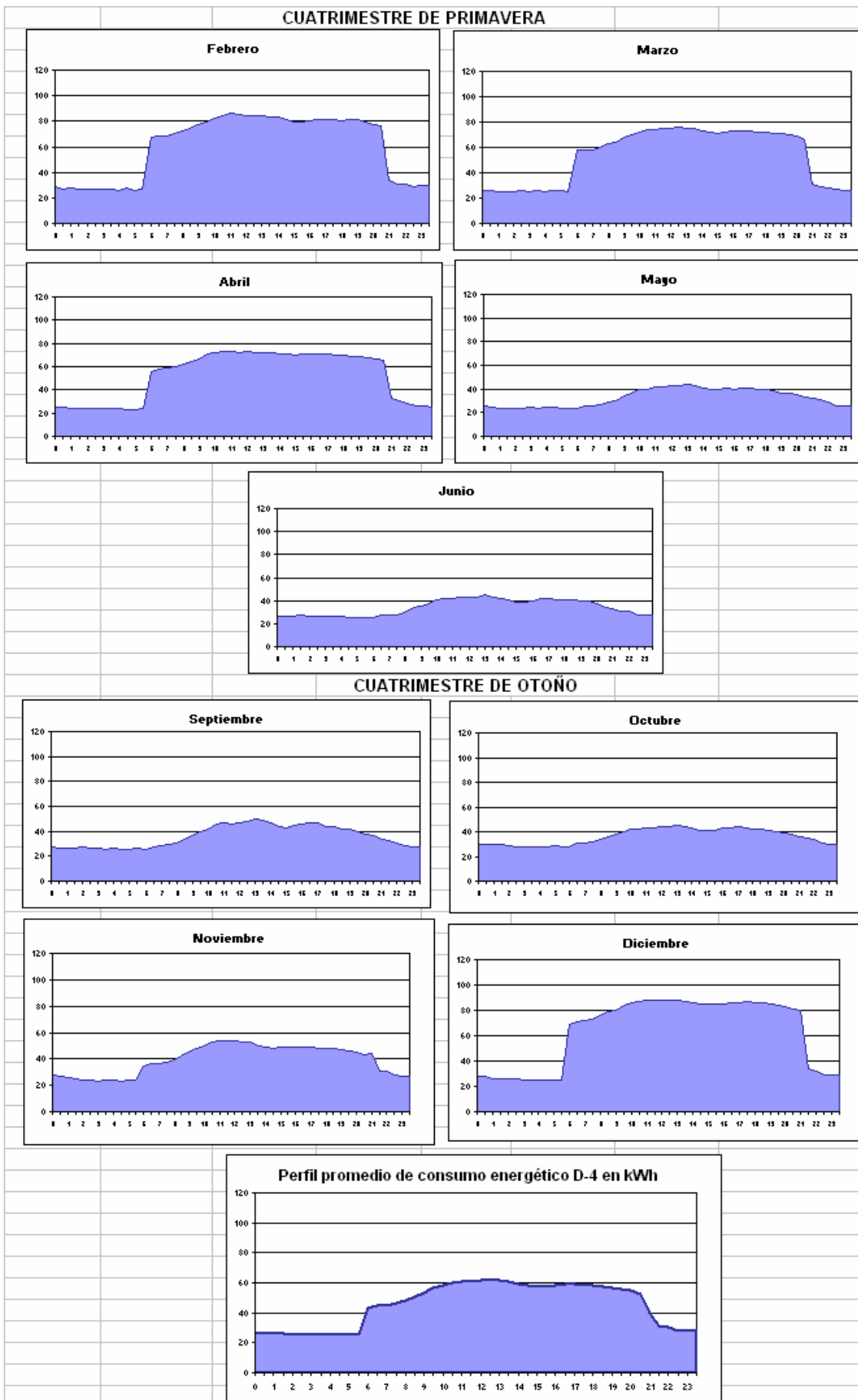
Datos dinámicos edificaciones en campus: Módulo C-3 Seguimiento de la ocupación en N° de personas por días "Tipo"



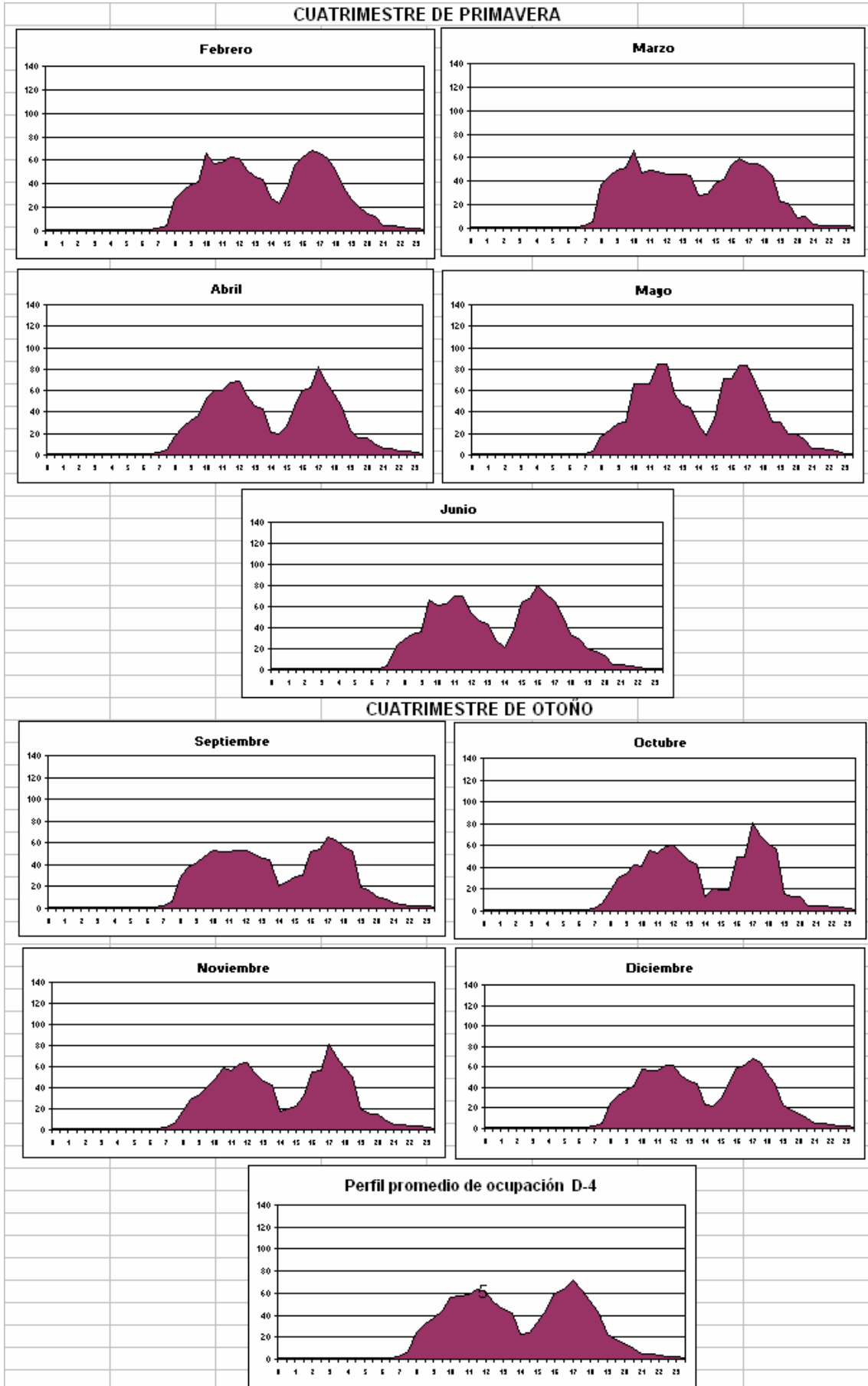
Datos dinámicos edificaciones en campus: Módulo C-3 Análisis normalizado de consumo y ocupación por días "Tipo"



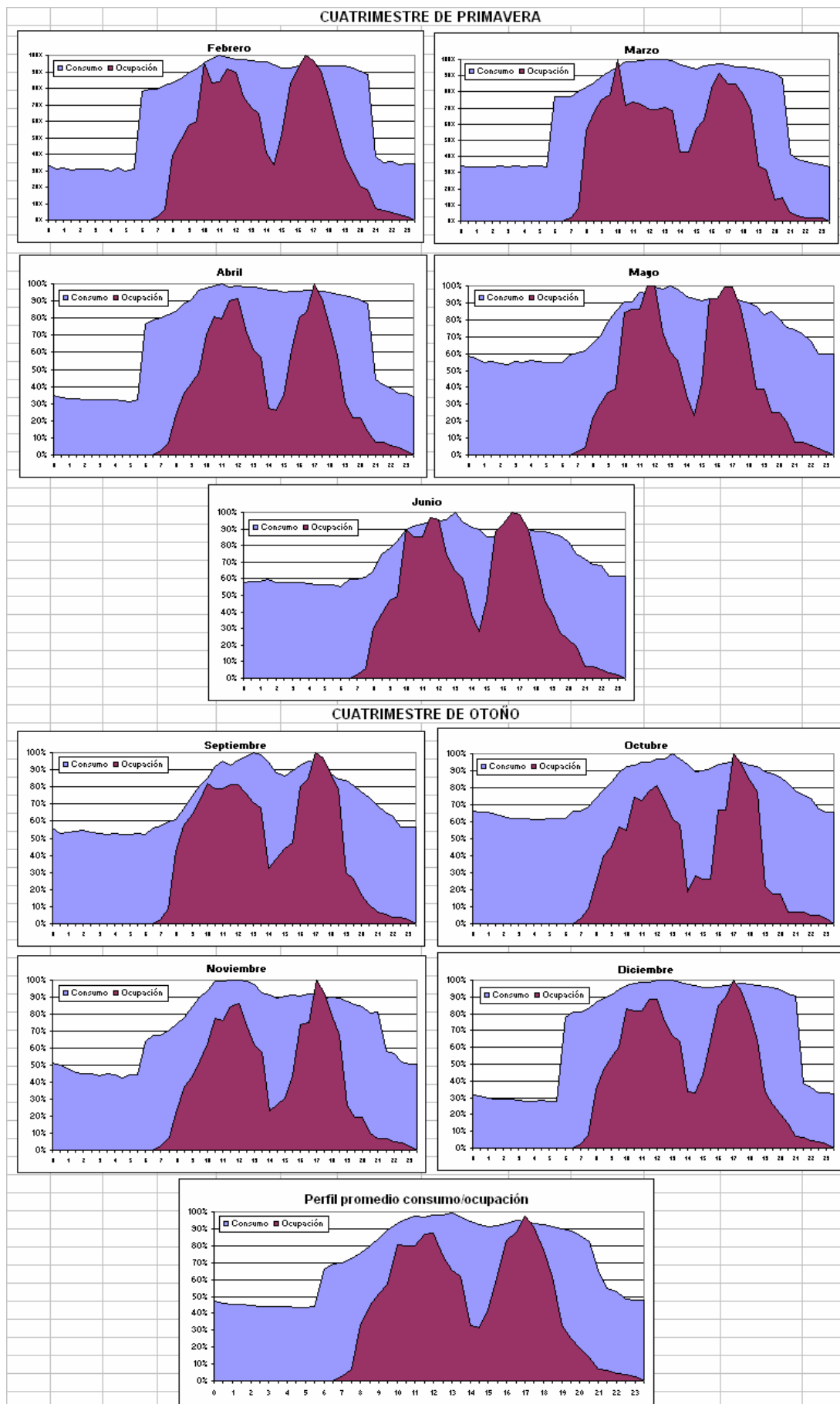
Datos dinámicos edificaciones en campus: Módulo D-4 Seguimiento del consumo energético en kWh por días "Tipo"



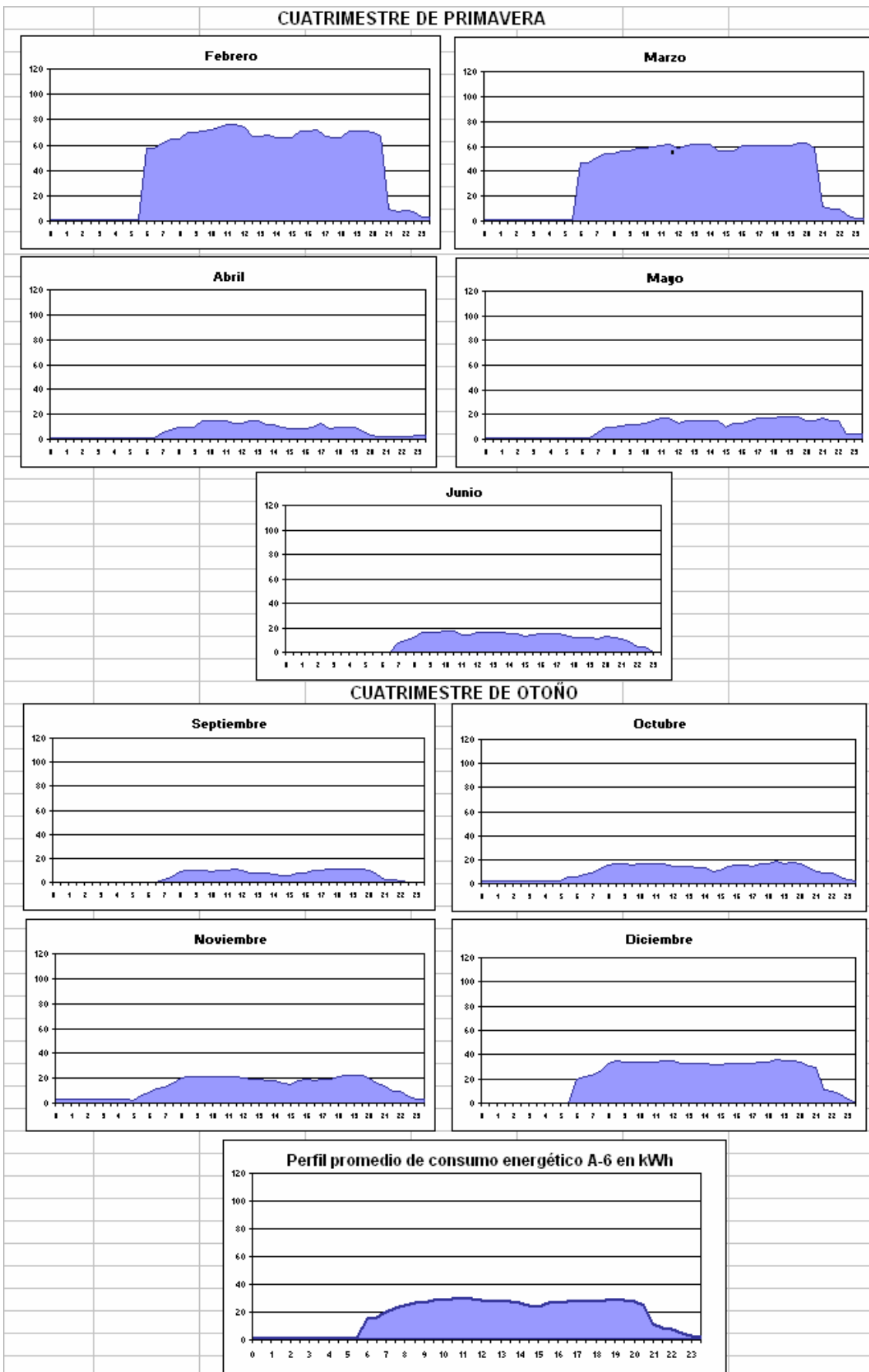
Datos dinámicos edificaciones en campus: Módulo D-4 Seguimiento de la ocupación en N° de personas por días "Tipo"



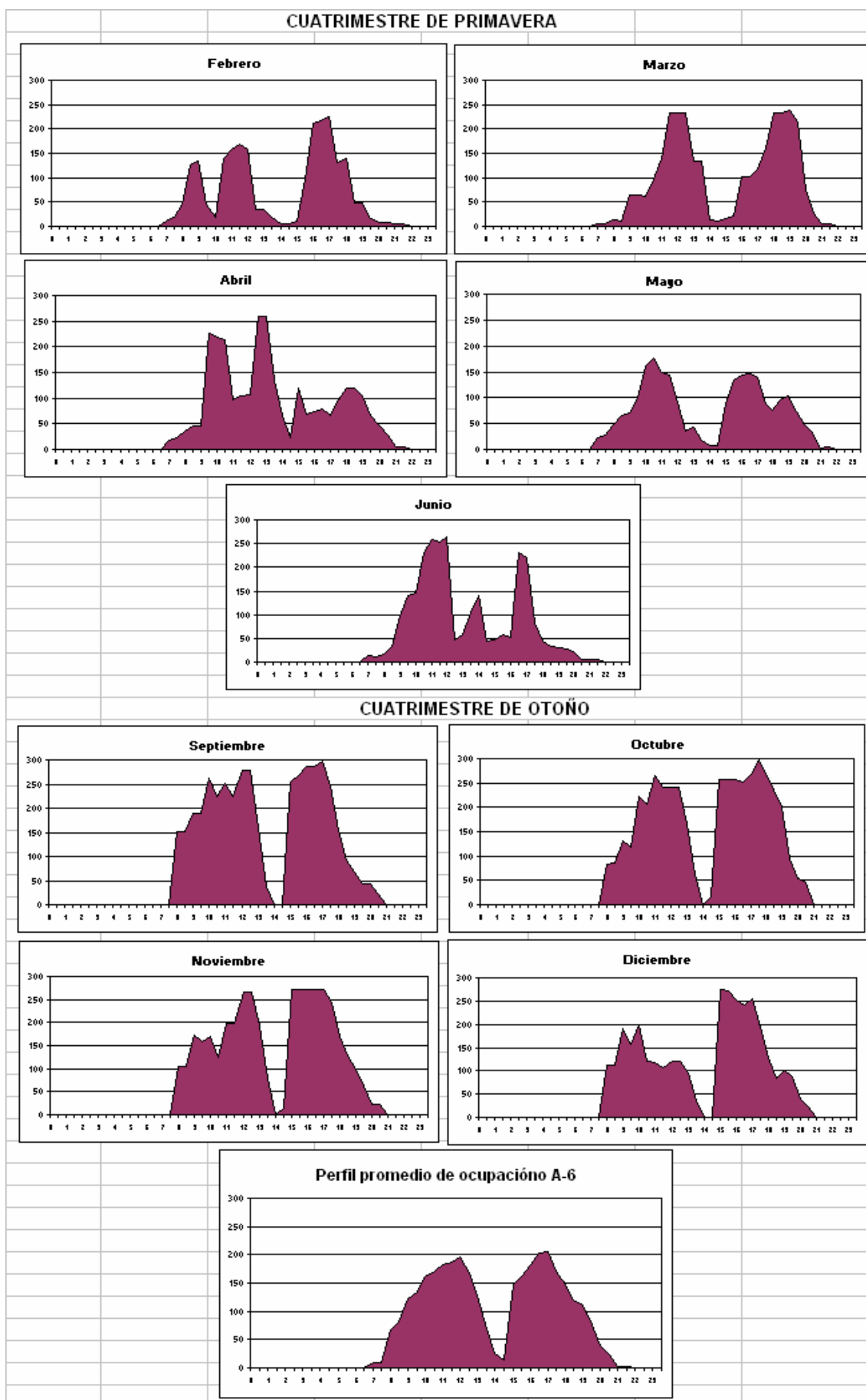
Datos dinámicos edificaciones en campus: Módulo D-4 Análisis normalizado de consumo y ocupación por días "Tipo"



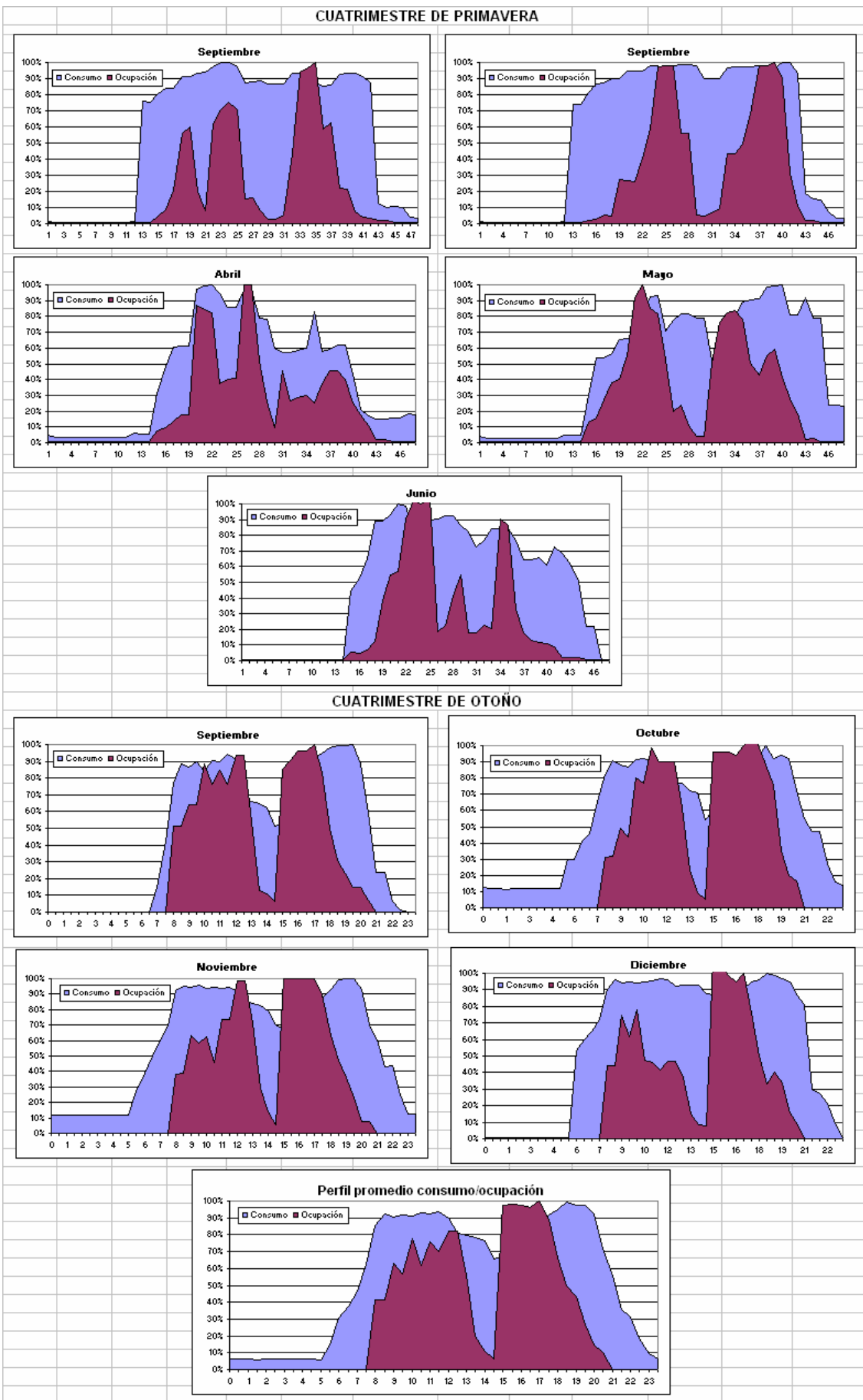
Datos dinámicos edificaciones en campus: Módulo A-6 Seguimiento del consumo energético en kWh por días "Tipo"



Datos dinámicos edificaciones en campus: Módulo A-6 Seguimiento de la ocupación en N° de personas por días "Tipo"



Datos dinámicos edificaciones en campus: Módulo A-6 Análisis normalizado de consumo y ocupación por días "Tipo"



2. Anexo 2. Evaluación de la demanda energética

- 2.1. Evaluación de la demanda por el método de los grados día**
- 2.2. Evaluación de la demanda con la herramienta ARCHISUN**
- 2.3. Evaluación de la demanda con la herramienta BALANÇ ENERGETIC**
- 2.4. Evaluación de la demanda con la herramienta LIDER**

2. Anexo 2: Evaluación de la demanda energética de los edificios estudiados

2.1. Evaluación de la demanda por el método de los grados día

Como se explica en el apartado 4.1.1, se trata del cálculo de las necesidades energéticas anuales de calefacción y refrigeración de una edificación, a partir de la definición detallada de la envolvente del edificio, los aportes internos y considerando la variación de las condiciones exteriores utilizando los grados día de invierno y verano como referencia.

Para este caso se utiliza la definición del método descrita en la metodología establecida en el documento "Manuales de Auditoría energética" preparado por el Servei de medi Ambient de la Diputació de Barcelona (Julio 1986) desarrollada por el profesor Rafael Serra Florensa.

La metodología propuesta permite calcular la demanda energética a partir de la definición de coeficientes que informan del comportamiento energético del edificio, estos coeficientes son:

1. Coeficiente de aislamiento G

Indica la capacidad de intercambio energético del edificio por unidad de volumen habitable en relación con la diferencia de temperatura interior – exterior. Las unidades son $W/m^3^{\circ}C$

$$G = G_t + G_v$$

Donde:

G_t = Intercambios por transmisión

G_v = Intercambios por ventilación

$$G_t = K_G \times f$$

K_G : Aislamiento medio de la piel en $W/m^2^{\circ}C$

f : Factor de forma en m^2/m^3

$$G_v = R \times 0.33 \text{ (calor específico del aire en } W/kg^{\circ}C)$$

R : renovaciones horarias en m^3/m^3h

2. Coeficiente de aportaciones internas. D

Indica la densidad de energía que se desprende al interior del edificio en funcionamiento por unidad de volumen habitable. Las unidades son W/m^3

$$D = \frac{Oc \times 120 + Pe}{Vh}$$

Donde:

Oc = Ocupación media de personas (N° de pers)

Pe = Potencia eléctrica media (Ilumin, máquinas, etc.) en W

Vh = Volumen habitable (m^3)

120= W de calor sensible por persona considerados como carga interna

3. Coeficiente de captación solar S_{fs}

Indica la capacidad de un edificio para captar energía de la radiación solar. Expresa la relación entre la superficie captadora y el teórico rendimiento máximo de captación (Superficie vertical orientada a sur con eficiencia = 1) con el volumen habitable. Las unidades son m²/m³.

$$S_{fs} = \frac{S_{fi} \times C_{ri} \times ri}{Vh}$$

Donde:

S_{fi} = Superficie de cada paramento que recibe sol en m²

C_{ri} = Coef de obstrucción y orientación

ri = Rendimiento de captación de cada superficie

Vh = Volumen habitable (m³)

4. Coeficiente de retardo en las aportaciones radiantes Fr

Indica la regularidad en la repartición en el tiempo de las aportaciones por radiación. Será nulo ($Fr = 0$) para los valores de $S_{fs} < 0.02$ y cuando más del 70% de las superficies captoras sean de captación directa (Ventanas o similares). Solo se considerará cuando haya sistemas concretos de captación indirecta de energía solar en invierno, o grandes cerramientos opacos y expuestos al sol en verano.

5. Coeficiente de inercia térmica M

Indica la capacidad del edificio para almacenar energía en períodos de ganancia energética i devolverla en periodos de baja. Influirá sobre la oscilación de temperaturas interiores (El crecimiento del índice amortigua la oscilación) y dificultará al mismo tiempo la puesta a régimen de los espacios de uso discontinuo. Las unidades serán W/m³°C.

$$M = \frac{\sum V_i \times d_i \times C_{ei} \times f_{im}}{Vh}$$

Donde:

V_i = Volumen de los materiales contenidos al interior del edificio (de aislamiento hacia adentro) en m³

d_i = Densidad de estos materiales en kg/m³.

C_{ei} = Calor específico de los materiales en Wh/kg°C

f_{im} = factor de situación y tipo de materiales

Vh = Volumen habitable (m³)

• Cálculo de la demanda

A partir de los coeficientes obtenidos, considerando el tipo de uso, se calcula la demanda energética para calefacción y refrigeración necesaria para alcanzar las condiciones interiores de confort utilizando como referencia los grados días de invierno (18/18) y verano (27/27). Las unidades son Wh/m³ anuales

Para obtener la demanda anual de energía en el período de calefacción Dc se define la siguiente formula a resolver:

$$Dc = I_n \times U \times \left[24 \times (G \times G_d - N \times D) - S_{fs} \times N \times R_v \times L \right]$$

Donde:

G = Coeficiente de aislamiento ($W/m^3 \times ^\circ C$).

G_d = Grados-día anuales de calefacción base 18

N = Número de días al año de calefacción

D = Coeficiente de aportaciones internas (W/m^3)

S_{fs} = Coeficiente de captación solar (m^2/m^3)

R_v = Radiación media diaria en un plano vertical a sur para invierno ($Wh/día m^3$) según tabla.

L = Coeficiente de corrección por oscilación de la temperatura interior

I_n = Coeficiente de intermitencia según horas de funcionamiento

U = Coeficiente de uso según los días de funcionamiento al mes:

Demanda anual de energía para refrigeración:

Se calculan los mismos coeficientes para la condición de verano y de acuerdo a la siguiente formula se estima la demanda anual en Wh/m^3 anuales

$$Dr = I_n \times U \times \left[24 \times (G \times G_d + N \times D) + S_{fs} \times N \times R_v \right]$$

- Resultados obtenidos con la metodología de los grados día:

A continuación se presenta un resumen de la evaluación de los resultados obtenidos aplicando esta metodología:

Evaluación de la demanda energética por el método de los grados día

• Edificios autónomos – EPSEB

Coefficientes de referencia

Coeficiente de transmisión Kg						
TIPO DE CERRAMIENTO	S (m2)	Aislamiento medio (K)	Coeficiente de situación (C)		S x K x C	
			Invierno	Verano	Invierno	Verano
Fachada Norte						
Muros	273,69	2,07	1,1	1	623,19	566,54
Antepechos	62	2,10	1,1	1	143,22	130,20
Ventanas	180	5,80	1,1	1	1148,40	1044,00
Ventanas p-4	60	5,80	1,1	1	382,80	348,00
Entre edificios						
Muros	374	2,13	1,1	1	876,28	796,62
Ventanas	211	5,80	1,1	1	1346,18	1223,80
Fachada Sur						
General						
Muros	318,2	2,33	0,8	1	593,12	741,41
Ventanas	518	5,80	0,8	1	2403,52	3004,40
Entre edificios						
Muros	308,5	2,26	0,8	1	557,77	697,21
Ventanas	31,5	5,80	0,8	1	146,16	182,70
Fachada Oeste						
General						
Muros	1452,38	1,81	1	1,2	2628,81	3154,57
Antepechos	176,25	1,89	1	1,2	333,11	399,74
Ventanas	716,34	5,80	1	1,2	4154,77	4985,73
Ventanas p-4	145,14	5,80	1	1,2	841,81	1010,17
Fachada este						
Principal						
Muros	1603,5	1,78	1	1,2	2854,23	3425,08
Antepechos	175	1,81	1	1,2	316,75	380,10
Ventanas	787,2	5,80	1	1,2	4565,76	5478,91
Ventanas p-4	177,27	5,80	1	1,2	1028,17	1233,80
Solera						
	2789,54	0,80	0,4	0,3	892,65	669,49
Cubierta						
Ppal	1632,7	1,20	1,2	1,3	2351,09	2547,01
Plana	1086,84	1,69	1,2	1,3	2204,11	2387,79
Transparente	70	3,00	1,2	1,3	252,00	273,00
Total superficie	13.149,05 m2				30.644 W/m2 °C	34.680 W/m2 °C

Coeficiente de captación solar (Sfs)						
TIPO DE CERRAMIENTO	S (m2)	Rendimiento de captación ri	Coeficiente de obstrucción y orientación Cri		S x ri x Cri	
			Invierno	Verano	Invierno	Verano
Fachada Norte						
Muros	273,69	0,02	0	0,2	0,00	1,09
Antepechos	62	0,15	0	0,2	0,00	1,86
Ventanas	180	0,7	0	0,2	0,00	12,60
Ventanas p-4	60	0,7	0	0,2	0,00	8,40
Entre edificios						
Muros	374	0,02	0	0,2	0,00	1,50
Ventanas	211	0,45	0	0,2	0,00	9,50
Fachada Sur						
General						
Muros	318,2	0,02	0,9	0,9	5,73	5,73
Ventanas	518	0,45	0,9	0,9	209,79	209,79
Ventanas p-4	21,8	0,7	0,9	0,9	13,73	13,73
Entre edificios						
Muros	308,5	0,02	0,7	0,7	4,32	4,32
Ventanas	31,5	0,45	0,7	0,7	9,92	9,92
Fachada Oeste						
General						
Muros	1452,38	0,02	0,3	1,2	8,71	34,86
Antepechos	176,25	0,15	0,3	1,2	7,93	31,73
Ventanas	429,8	0,7	0,3	1,2	90,26	180,52
S Generales	286,53	0,45	0,3	1,2	38,68	154,73
Ventanas p-4	145,14	0,7	0,3	1,2	30,48	121,92
Fachada este						
Principal						
Muros	1603,5	0,02	0,2	1,8	6,41	57,73
Antepechos	175	0,15	0,2	1,8	5,25	47,25
Ventanas	472,32	0,7	0,2	1,8	66,12	297,56
S Generales	314,88	0,45	0,2	1,8	28,34	255,05
Ventanas p-4	177,27	0,7	0,2	1,8	24,82	223,36
Cubierta						
	2414,7	0,01	0,6	2,2	14,49	53,12
Sfs =	$\frac{Sfi \times Cri \times ri}{Vh}$				564,99	1736,25
					0,013 m2/m3	0,041 m2/m3

Coeficiente de aislamiento G= Gt + Gv			
Invierno		Verano	
$Gt = Kg \cdot f$		$Gt = Kg \cdot f$	
$Kg = \frac{S \cdot Kx(C)}{(m^2)}$	$\frac{30.643,91 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}}{13.149,05 \text{ m}^2}$	$Kg = \frac{S \cdot Kx(C)}{(m^2)}$	$\frac{34.680,26 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}}{13.149,05 \text{ m}^2}$
$Kg = 2,33 \text{ w/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$		$Kg = 2,64 \text{ w/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$	
$f = \frac{S}{Vh}$	Volumen Habitable Vh =	$f = \frac{S}{Vh}$	Volumen Habitable Vh =
$f = 0,31 \text{ m}^2/\text{m}^3$	$\frac{42.555 \text{ m}^3}{42.555 \text{ m}^3}$	$f = 0,31 \text{ m}^2/\text{m}^3$	$\frac{42.555 \text{ m}^3}{42.555 \text{ m}^3}$
$Gt = 0,72 \text{ w/m}^3 \text{ }^\circ\text{C}$		$Gt = 0,81 \text{ w/m}^3 \text{ }^\circ\text{C}$	
$Gv = R \cdot 0,33$		$Gv = R \cdot 0,33$	
Renov por ventilac= $\frac{Prom \text{ Usuarios} \cdot m3h \text{ (renovaciones)}}{Vh}$		Renov por ventilac= $\frac{Prom \text{ Usuarios} \cdot m3h \text{ (renovac)}}{Vh}$	
$R = \frac{386 \cdot 35}{42.555 \text{ m}^3} = 0,32$		$R = \frac{243 \cdot 80}{42.555 \text{ m}^3} = 0,46$	
Renov por infiltrac= 1,66		Renov por infiltrac= 1,66	
Total renovaciones = 1,39+0,32		Total renovaciones = 1,66+0,46	
$R = 1,98$		$R = 2,1173$	
$Gv = 1,97 \cdot 0,33$		$Gv = 2,11173 \cdot 0,33$	
$Gv = 0,653$		$Gv = 0,699$	
G Invierno G= Gt + Gv		G Verano G= Gt + Gv	
1,37 W/m³ °C		1,51 W/m³ °C	

Coeficiente de aportaciones internas D =		$D = \frac{Oc \cdot x \cdot 120 + Pe}{Vh}$	
Invierno		Verano	
$Oc = N \cdot x \cdot Ho$	$\frac{386 \text{ pers} \cdot x \cdot 8h/d \cdot x \cdot 5d/s}{24h/d \cdot x \cdot 7d/s}$	$Oc = N \cdot x \cdot Ho$	$\frac{243 \text{ pers} \cdot x \cdot 8h/d \cdot x \cdot 5d/s}{24h/d \cdot x \cdot 7d/s}$
$Oc = 91,90$	Invierno	$Oc = 57,86$	Verano
$Pe = N \cdot x \cdot Hr$	$\frac{276420 \text{ W} \cdot x \cdot 8h/d \cdot x \cdot 5d/s}{24h/d \cdot x \cdot 7d/s}$	$Pe = N \cdot x \cdot Hr$	$\frac{276420 \text{ W} \cdot x \cdot 8h/d \cdot x \cdot 5d/s}{24h/d \cdot x \cdot 7d/s}$
$Pe = 65.814w$		$Pe = 65.814w$	
$D = \frac{(91,90 \cdot 120) + 65814 \text{ w}}{42.555 \text{ m}^3}$	$\frac{76842,85714}{42.555 \text{ m}^3}$	$D = \frac{(57,86 \cdot 120) + 65814 \text{ w}}{42.555 \text{ m}^3}$	$\frac{72757,14286}{42.555 \text{ m}^3}$
D Invierno		D Verano	
1,81 w/m³		1,71 w/m³	

Cálculo de la demanda energética anual

DEMANDA ENERGÉTICA ANUAL (Da)	
INVIERNO $Da = In \cdot U \cdot \{ 24 \cdot (G \cdot Gd - N \cdot x \cdot D) - Sfs \cdot N \cdot Rv \cdot L \}$	
VERANO $Da = In \cdot U \cdot \{ 24 \cdot (G \cdot Gd + N \cdot x \cdot D) - Sfs \cdot N \cdot Rv \}$	
Da Invierno	Da Verano
Coeficiente de intermitencia In : 0,80 Coeficiente de uso U : 0,80 Coeficiente de aislamiento G : 1,37 w/m ³ °C Grados dia/ año de calefacción base 18 Gd : 974 Dias al año de calefacción N : 105 Coeficiente de aportaciones internas D = 1,81 w/m ³ Coeficiente de captación solar Sfs = 0,013 m ² /m ³ Radiación media en plano vertical a sur Rv : 3.584 wh/dia m ³ Coef corrección oscilación de Temperatura L : 0,77 Coeficiente de inercia térmica M : 43,13 wh/m ³ °C	Coeficiente de intermitencia In : 0,80 Coeficiente de uso U : 0,80 Coeficiente de aislamiento G : 1,51 w/m ³ °C Grados dia/ año de refrigeración base 27 Gd : -85 Dias al año de refrigeración N : 43 Coeficiente de aportaciones internas D = 1,71 w/m ³ Coeficiente de captación solar Sfs = 0,0408 Radiación media en plano vertical a sur Rv : 2.940 wh/dia m ³ Coef corrección oscilación de Temperatura L : 0,00 Coeficiente de inercia térmica M : 0,00
Demanda de Calefacción Da = 15.176,10 wh/m³	Demanda de Refrigeración Da = 2.454,11 wh/m³
Demanda total en kWh calefacción: 645.819 Kwh/año	Demanda total en kWh refrigeración: 104.434 Kwh/año

Evaluación de la demanda energética por el método de los grados día

• Edificios autónomos – ETSAB

Coefficientes de referencia

Coeficiente de transmisión Kg						
TIPO DE CERRAMIENTO	S (m2)	Aislamiento medio (K)	Coeficiente de situación (C)		S x K x C	
			Invierno	Verano	Invierno	Verano
Fachada Norte						
Muros	772,36	1,63	1,1	1	1384,84	1258,9468
Ventanas	597,62	5,8	1,1	1	3812,82	3466,196
Ventanas p-7	47	5,8	1,1	1	299,86	272,6
Fachada Sur						
General						
Muros	751,1	1,61	0,8	1	967,42	1209,271
Ventanas	127,4	5,8	0,8	1	591,14	738,92
Lamas	244,8	5,8	0,8	1	1135,87	1419,84
Entre edificios						
Muros	166,8	1,54	0,6	0,6	154,12	154,1232
Ventanas	56,4	5,8	0,6	0,6	196,27	196,272
Fachada este						
Principal						
Muros	1235,58	1,81	1	1,2	2236,40	2683,67976
Ventanas	766,6	5,8	1	1,2	4446,28	5335,536
Ventanas p-7	160	5,8	1	1,2	928,00	1113,6
Laterales bar		0				
Muros	2	2,37	1	1,2	4,74	5,688
Ventanas	40	4	1	1,2	160,00	192
Fachada Oeste						
General						
Muros	1122,7	1,81	1	1,2	2032,09	2438,5044
Ventanas	655,51	5,8	1	1,2	3801,96	4562,3496
Ventanas p-7	160	5,8	1	1,2	928,00	1113,6
Biblioteca						
Muros	91,11	1,875	0,6	0,8	102,50	136,665
Ventanas	96	5,8	0,6	0,8	334,08	445,44
Forjados inferiores						
Solera enterrada	1294	1,00	0,4	0,3	517,60	388,2
Solera semi-enterrada	766,25	0,896	0,4	0,3	274,62	205,968
Forjado sobre local no calef.	296	0,802	0,6	0,4	142,44	94,9568
Cubiertas		0				
Cubierta ligera bar	98	0,59	1,2	1,3	69,38	75,166
Cubierta	1510,88	1,25	1,2	1,3	2266,32	2455,18
Total Superficie	11.058,11 m2				26.787 W/m2°C	29.963 W/m2°C

Coeficiente de captación solar (Sfs)						
TIPO DE CERRAMIENTO	S (m2)	Rendimiento de captación ri	Coeficiente de obstrucción y orientación (Cri)		S x ri x Cri	
			Invierno	Verano	Invierno	Verano
Fachada Norte						
Muros	772,36	0,02	0	0,2	0,00	3,09
Ventanas	597,62	0,7	0	0,2	0,00	41,83
Ventanas p-7	47	0,35	0	0,2	0,00	3,29
Fachada Sur						
General						
Muros	751,1	0,02	0,9	0,9	13,52	13,52
Ventanas	127,4	0,7	0,9	0,9	80,26	40,13
Lamas	244,8	0,6	1	1	146,88	146,88
Entre edificios						
Muros	166,8	0,08	0,3	0,4	4,00	5,34
Ventanas	56,4	0,6	0,3	0,4	10,15	13,54
Fachada Oeste						
General						
Muros	1122,7	0,02	0,2	1,8	4,49	40,42
Ventanas	655,51	0,7	0,2	1,8	91,77	412,97
Ventanas p-7	160	0,35	0,2	1,8	11,20	100,80
Biblioteca						
Muros	91,11	0,08	0,1	1,2	0,73	8,75
Ventanas	96	0,7	0,1	1,2	6,72	40,32
Fachada este						
Principal						
Muros	1237,58	0,02	0,2	1,8	4,95	44,55
Ventanas p-7	766,6	0,35	0,2	1,8	53,66	482,96
Laterales bar						
Muros	2	0,02	0,2	1,8	0,01	0,07
Ventanas	40	0,7	0,2	1,8	5,60	50,40
Cubierta bar	98	0,03	0,6	2,2	1,76	6,47
Cubierta	1510	0,01	0,6	2,2	9,06	33,22
					444,77	1488,54
					Sfs = Invierno	Verano
	Sfs = Sfi x Cri x ri				0,014 m2/m3	0,046 m2/m3
	Vh					

Coeficiente de aislamiento G= Gt + Gv	
Invierno	Verano
$G_t = K_g \cdot f$ $K_g = \frac{(S \times K \times C)}{(m^2)} = \frac{26.786,74 \text{ w/m}^2\text{°C}}{11.058,11 \text{ m}^2}$ $K_g = 2,42 \text{ w/m}^2 \text{°C}$ $f = \frac{S (m^2)}{V_h (m^3)} = \frac{32.086,34 \text{ m}^3}{32.086,34 \text{ m}^3}$ $f = 0,34 \text{ m}^2/\text{m}^3$ Gt = 0,83 W/m³ °C	$K_g = \frac{(S \times K \times C)}{(m^2)} = \frac{29.962,70 \text{ w/m}^2\text{°C}}{11.058,11 \text{ m}^2}$ $K_g = 2,71 \text{ w/m}^2 \text{°C}$ $f = \frac{S (m^2)}{V_h (m^3)} = \frac{32.086,34 \text{ m}^3}{32.086,34 \text{ m}^3}$ $f = 0,34 \text{ m}^2/\text{m}^3$ Gt = 0,93 W/m³ °C
$G_v = R \cdot 0,33$ $R = \frac{\text{Prom Usuar} \cdot \text{m}^3 \text{h}(\text{renov})}{V_h}$ Renov por ventilac= $\frac{315 \cdot 20}{32.086,34 \text{ m}^3} = 0,1963$ Renov por infiltrac= 1,93 $R = 1,93 + 0,1963$ $R = 2,1279$ $G_v = 2,1263 \cdot 0,33$ Gv = 0,70 W/m³ °C	$G_v = R \cdot 0,33$ $R = \frac{\text{Prom Usuar} \cdot \text{m}^3 \text{h}(\text{renov})}{V_h}$ Renov por ventilac= $\frac{276 \cdot 80}{32.086,34 \text{ m}^3} = 0,6881$ Renov por infiltrac= 1,93 $R = 1,93 + 0,6881$ $R = 2,6197$ $G_v = 2,6197 \cdot 0,33$ Gv = 0,86 W/m³ °C
G Invierno	G Verano
1,54 W/m³ °C	1,80 W/m³ °C

Coeficiente de aportaciones internas (D)	$D = \frac{O_c \times 120 + P_e}{V_h}$
$O_c = \frac{N \times H_o}{H_s} = \frac{315 \text{ pers} \times 8 \text{ h/d} \times 5 \text{ d/s}}{24 \text{ h/d} \times 7 \text{ d/s}}$ $O_c = 75,00$ $P_e = \frac{N \times H_r}{H_s} = \frac{284115 \text{ W} \times 8 \text{ h} \times 5 \text{ d/s}}{24 \text{ h/d} \times 7 \text{ d/s}}$ $P_e = 67.646 \text{ w}$ $D = \frac{75 \times 120 + 67618 \text{ w}}{32.086,34 \text{ m}^3} = \frac{76646,42857}{32.086,34 \text{ m}^3}$	$O_c = \frac{N \times H_o}{H_s} = \frac{296 \text{ pers} \times 8 \text{ h/d} \times 5 \text{ d/s}}{24 \text{ h/d} \times 7 \text{ d/s}}$ $O_c = 70,48$ $P_e = \frac{N \times H_r}{H_s} = \frac{269000 \text{ W} \times 8 \text{ h} \times 5 \text{ d/s}}{24 \text{ h/d} \times 7 \text{ d/s}}$ $P_e = 64.048 \text{ w}$ $D = \frac{70,48 \times 120 + 64048 \text{ w}}{32.086,34 \text{ m}^3} = \frac{72504,7619}{32.086,34 \text{ m}^3}$
D Invierno	D Verano
2,39 W/m³	2,26 W/m³

Cálculo de la demanda energética anual

DEMANDA ENERGÉTICA ANUAL Da	
INVIERNO $Da = I_n \times U \times \{ 24 \times (G \times G_d - N \times D) - Sfs \times N \times R_v \times L \}$	
VERANO $Da = I_n \times U \times \{ 24 \times (G \times G_d + N \times D) - Sfs \times N \times R_v \}$	
Invierno	Verano
Coeficiente de intermitencia $I_n : 0,80$ Coeficiente de uso $U : 0,80$ Coeficiente de aislamiento $G : 1,54 \text{ w/m}^3 \text{°C}$ Grados dia/ año de calefacción base 18 $G_d : 962$ Dias al año de calefacción $N : 119$ Coeficiente de aportaciones internas $D = 2,39 \text{ w/m}^3$ Coeficiente de captación solar $Sfs = 0,0139$ Radiación media en plano vertical a sur $R_v : 3.584 \text{ wh/dia m}^3$ Coef corrección oscilación de Temperatura $L : 0,76$ Coeficiente de inercia térmica $M : 40,98 \text{ wh/m}^3\text{°C}$	Coeficiente de intermitencia $I_n : 0,80$ Coeficiente de uso $U : 0,80$ Coeficiente de aislamiento $G : 1,80 \text{ w/m}^3 \text{°C}$ Grados dia/ año de refrigeración base 27 $G_d : -85$ Dias al año de refrigeración $N : 43$ Coeficiente de aportaciones internas $D = 2,26 \text{ w/m}^3$ Coeficiente de captación solar $Sfs = 0,0464$ Radiación media en plano vertical a sur $R_v : 2.940 \text{ wh/dia m}^3$ Coef corrección oscilación de Temperatura $L : 0,00$ Coeficiente de inercia térmica $M : 0,00$
Da Invierno	Da Verano
Demanda de Calefacción Da = 15.460,72 Wh/m³	Demanda de Refrigeración Da = 2.898,08 Wh/m³
Demanda total en kWh calefacción: 496.078 kWh/año	Demanda total en kWh refrigeración: 92.989 kWh/año

Evaluación de la demanda energética por el método de los grados día

• Edificios autónomos – ETSAV

Coefficientes de referencia

TIPO DE CERRAMIENTO	S (m2)	Coeficiente de transmisión Kg				
		Aislamiento medio (K)	Coficiente de situación (C)		S x K x C	
			Invierno	Verano	Invierno	Verano
Fachada Norte						
Principal						
Muros	558,2	1,100	1,1	1	675,42	614,02
Ventanas	271,8	5,800	1,1	1	1734,08	1576,44
Patio Aulas						
Muros	321,93	1,289	0,6	0,4	248,98	165,99
Ventanas	101,52	5,800	0,6	0,4	353,29	235,53
Patio acceso						
Muros	716,38	1,195	0,8	0,6	684,86	513,64
Ventanas	299,47	5,800	0,8	0,6	1389,54	1042,16
Paredes lucernarios	96	0,534	1,1	1	56,39	51,26
Fachada Sur						
Principal						
Muros	780,61	1,058	0,8	1	660,71	825,89
Ventanas	473,58	5,600	0,8	1	2121,64	2652,05
Patio Aulas						
Muros	321,93	1,409	0,6	0,4	272,16	181,44
Ventanas	101,52	5,800	0,6	0,4	353,29	235,53
Patio acceso						
Muros	479,58	0,991	0,8	0,6	380,21	285,16
Ventanas	94,92	5,800	0,8	0,6	440,43	330,32
Ventanas bib	91,2	3,700	0,8	0,6	269,95	202,46
Paredes lucernarios	96	0,534	0,8	1	41,01	51,26
Fachada Oeste						
Principal						
Muros	467	0,920	1	1,2	429,64	515,57
Pacios						
Muros	43,5	1,331	0,7	0,6	40,53	34,74
Ventanas	11,2	5,800	0,7	0,6	45,47	38,98
Paredes lucernarios	691,2	0,534	0,8	1	295,28	369,10
Fachada este						
Principal						
Muros	467	0,920	1	1,2	429,64	515,57
Pacios						
Muros	43,5	1,331	0,8	1	46,32	57,90
Ventanas	11,2	5,800	0,8	1	51,97	64,96
Paredes lucernarios	691,2	0,534	1	1,2	369,10	442,92
Forjado inferior	3155	0,800	0,4	0,3	1009,60	757,20
Cubierta	4391,83					
General	3947,96	0,600	1,2	1,3	2842,53	3079,41
Departaments	250,12	0,650	1,2	1,3	195,09	211,35
Claraboyas	193,75	3,000	1,2	1,3	697,50	755,63
Total Superficie	19.169,10 m2				16.135 w/m2°C	15.806 w/m2°C

TIPO DE CERRAMIENTO	S (m2)	Coeficiente de captación solar (Sfs)				
		Rendimiento de captación fi	Coefic de obstrucción y orientación Cri		S x fi x Cri	
			Invierno	Verano	Invierno	Verano
Fachada Norte						
Principal						
Muros	558,2	0	0	0,2	0,00	0,00
Ventanas	271,8	0,7	0	0,2	0,00	38,05
Patio aulas						
Muros	321,93	0	0	0,2	0,00	0,00
Ventanas	101,52	0,7	0	0,2	0,00	14,21
Patio acceso						
Muros	716,38	0	0	0,2	0,00	0,00
Ventanas	299,47	0,7	0	0,2	0,00	41,93
Paredes lucernarios	96	0	0	0,2	0,00	0,00
Fachada Sur						
Principal						
Muros	780,61	0	1	0,95	0,00	0,00
Ventanas	473,58	0,7	1	0,95	331,51	314,93
Patio aulas						
Muros	321,93	0	0,3	0,2	0,00	0,00
Ventanas	101,52	0,7	0,3	0,2	21,32	14,21
Patio acceso						
Muros	479,58	0	0,6	0,45	0,00	0,00
Ventanas	186,12	0,7	0,6	0,45	78,17	58,63
Paredes lucernarios	96	0,01	0,6	0,45	0,58	0,43
Fachada Oeste						
Principal						
Muros	456,25	0	0,2	1,8	0,00	0,00
Pacios						
Muros	287,39	0,01	0,1	1,2	0,29	3,45
Ventanas	32,1	0,7	0,1	1,2	2,25	26,96
Paredes lucernarios	691,2	0,01	0,1	1,2	0,69	8,29
Fachada este						
Principal						
Muros	456,25	0	0,2	1,8	0,00	0,00
Pacios						
Muros	287,39	0	0,1	1,2	0,00	0,00
Ventanas	32,1	0,7	0,1	1,2	2,25	26,96
Paredes lucernarios	691,2	0	0,1	1,2	0,00	0,00
Cubierta						
Forjado	4391,8	0,01	0,6	2,2	26,35	96,62
Claraboyas	193,75	0,2	0,6	2,2	23,25	85,25
Sfs =	Sfi x Cri x ri			Sfi x Cri x ri	486,64	729,93
	Vh			Sfs =	0,017 m2/m3	0,026 m2/m3

Coeficiente de aislamiento G= Gt + Gv	
Invierno	Verano
$G_t = K_g \cdot f$ $K_g = \frac{(S_x \cdot K_x C)}{(m^2)} = \frac{16.134,64 \text{ w/m}^2\text{°C}}{19.169,10 \text{ m}^2}$ $K_g = 0,84 \text{ w/m}^2 \text{ °C}$ $f = \frac{S}{V_h (m^3)}$ Volumen Habitable $V_h = 27.821 \text{ m}^3$ $f = 0,69 \text{ m}^2/\text{m}^3$ $G_t = 0,58 \text{ w/m}^3 \text{ °C}$ $G_v = R \cdot 0,33$ Renov por ventilac= $\frac{\text{Prom Usuarios} \cdot \text{m}^3\text{h} (\text{renovaciones})}{V_h}$ $R = \frac{268 \cdot 40}{27.821 \text{ m}^3} = 0,39$ Renov por infiltrac= 0,48 $R = 0,87$ $R = 0,8653$ $G_v = 0,8653 \cdot 0,33$ $G_v = 0,286$	$G_t = K_g \cdot f$ $K_g = \frac{(S_x \cdot K_x C)}{(m^2)} = \frac{16.134,64 \text{ w/m}^2\text{°C}}{19.169,10 \text{ m}^2}$ $K_g = 0,82 \text{ w/m}^2 \text{ °C}$ $f = \frac{S}{V_h (m^3)}$ Volumen Habitable $V_h = 27.821 \text{ m}^3$ $f = 0,69 \text{ m}^2/\text{m}^3$ $G_t = 0,57 \text{ w/m}^3 \text{ °C}$ $G_v = R \cdot 0,33$ Renov por ventilac= $\frac{\text{Prom Usuarios} \cdot \text{m}^3\text{h} (\text{renovaciones})}{V_h}$ $R = \frac{226 \cdot 80}{27.821 \text{ m}^3} = 0,6499$ Renov por infiltrac= 0,48 $R = 0,48+0,6499$ $R = 1,1299$ $G_v = 1,1299 \cdot 0,33$ $G_v = 0,373$
G Invierno	G Verano
0,87 w/m³ °C	0,94 w/m³ °C

Coeficiente de aportaciones internas D =	D = $\frac{O_c \cdot x \cdot 120 + P_e}{V_h}$
Invierno	Verano
$O_c = \frac{N \cdot H_o}{H_s} = \frac{268 \text{ pers} \cdot 10 \text{ h/d} \cdot 5 \text{ d/s}}{24 \text{ h/d} \cdot 7 \text{ d/s}}$ $O_c = \frac{13400}{168} = 79,76$ $P_e = \frac{N \cdot H_r}{H_s} = \frac{192280 \text{ W} \cdot 8 \text{ h/d} \cdot 5 \text{ d/s}}{24 \text{ h/d} \cdot 7 \text{ d/s}}$ $P_e = \frac{7691200}{168}$ $P_e = 45.781 \text{ w}$ $D = \frac{85.71 \cdot x \cdot 120 + 45781 \text{ w}}{27.821 \text{ m}^3}$	$O_c = \frac{N \cdot H_o}{H_s} = \frac{246 \text{ pers} \cdot 10 \text{ h/d} \cdot 5 \text{ d/s}}{24 \text{ h/d} \cdot 7 \text{ d/s}}$ $O_c = \frac{12300}{168} = 73,21$ $P_e = \frac{N \cdot H_r}{H_s} = \frac{192280 \text{ W} \cdot 8 \text{ h/d} \cdot 5 \text{ d/s}}{24 \text{ h/d} \cdot 7 \text{ d/s}}$ $P_e = \frac{7691200}{168}$ $P_e = 45.781 \text{ w}$ $D = \frac{73.21 \cdot x \cdot 120 + 45781}{27.821 \text{ m}^3}$
D Invierno	D Verano
1,99 w/m³	1,96 w/m³

Cálculo de la demanda energética anual

DEMANDA ENERGÉTICA ANUAL D_a			
INVIERNO $D_c = I_n \cdot U \cdot \{ 24 \cdot (G \cdot G_d - N \cdot D) - Sfs \cdot N \cdot R_v \cdot L \}$			
VERANO $D_r = I_n \cdot U \cdot \{ 24 \cdot (G \cdot G_d + N \cdot D) - Sfs \cdot N \cdot R_v \}$			
Invierno	Verano		
Coeficiente de intermitencia $I_n : 0,80$ Coeficiente de uso $U : 0,85$ Coeficiente de aislamiento $G : 0,87 \text{ w/m}^3 \text{ °C}$ Grados día/ año de calefacción base 18 $G_d : 1173$ Días al año de calefacción $N : 124$ Coeficiente de aportaciones internas $D = 1,99 \text{ w/m}^3$ Coeficiente de captación solar $Sfs = 0,0175$ Radiación media en plano vertical a sur $R_v : 3.400 \text{ wh/día m}^3$ Coef corrección oscilación de Temperatura $L : 0,60$ Coeficiente de inercia térmica $M : 34,88 \text{ wh/m}^3\text{°C}$	Coeficiente de intermitencia $I_n : 0,80$ Coeficiente de uso $U : 0,85$ Coeficiente de aislamiento $G : 0,94 \text{ w/m}^3 \text{ °C}$ Grados día/ año de refrigeración base 27 $G_d : -61$ Días al año de refrigeración $N : 44$ Coeficiente de aportaciones internas $D = 1,96 \text{ w/m}^3$ Coeficiente de captación solar $Sfs = 0,0262$ Radiación media en plano vertical a sur $R_v : 2.780 \text{ wh/día m}^3$ Coef corrección oscilación de Temperatura $L : 0,00$ Coeficiente de inercia térmica $M : 0,00$		
Demanda anual de Calefacción $D_c =$	9.557,47 wh/m³	Demanda anual de Refrigeración $D_r =$	2.653,93 wh/m³
Demanda total en kWh calefacción:	265.898,35 Kwh/año	Demanda total en kWh refrigeración:	73.835,02 Kwh/año

Evaluación de la demanda energética por el método de los grados día

• Edificios en campus – Módulo C-3 Campus Nord.

Coefficientes de referencia

Coeficiente de transmisión Kg						
TIPO DE CERRAMIENTO	S (m2)	Aislamiento medio (K)	Coficiente de situación (C)		S x K x C	
			Invierno	Verano	Invierno	Verano
Fachada Norte						
Muros	286	0,73	1,1	1	229,66	208,78
Ventanas	161,7	5,80	1,1	1	1031,65	937,86
Pavés de vidrio	60,48	3,40	1,1	1	226,20	205,63
Fachada Sur						
Muros fabrica	287,5	0,73	0,8	1	167,90	209,88
Muros mixtos	154,8	0,95	0,8	1	117,65	147,06
Ventanas	59,47	5,80	0,8	1	275,94	344,93
Pavés de vidrio	45	3,40	0,8	1	122,40	153,00
Fachada Oeste						
Muros	193,32	0,68	1	1,2	131,46	157,75
Ventanas	62,32	5,80	1	1,2	361,46	433,75
	62,32					
Fachada este						
Muros	188,36	0,68	1	1,2	128,08	153,70
Ventanas	60,92	5,80	1	1,2	353,34	424,00
Sostre sanitari						
	999,22	0,80	0,4	0,3	319,75	239,81
Cubierta						
General	700,9	0,41	1,2	1,3	344,84	373,58
Plana entre edificios	298,32	0,65	1,2	1,3	232,69	252,08
Total superficie	3.620,63 m2				4.043 W/m2 °C	4.242 W/m2 °C

Coeficiente de captación solar (Sfs)						
TIPO DE CERRAMIENTO	S (m2)	Rendimiento de captacion ri	Coefic de obstrucción y orientación Cri		S x ri x Cri	
			Invierno	Verano	Invierno	Verano
Fachada Norte						
Muros	286	0,02	0	0,2	0,00	1,14
Ventanas	161,7	0,7	0	0,2	0,00	22,64
Pavés de vidrio	60,48	0,6	0	0,2	0,00	3,63
Fachada Sur						
Muros fabrica	287,5	0,02	0,6	0,8	3,45	4,60
Muros mixtos	154,8	0,03	0,8	0,9	3,72	4,18
Ventanas	59,47	0,7	0,6	0,8	24,98	33,30
Pavés de vidrio	45	0,6	0,8	0,9	21,60	24,30
Fachada Oeste						
Muros	193,32	0,02	0,3	1,2	1,16	4,64
Ventanas	62,32	0,7	0,3	1,2	13,09	52,35
Fachada este						
Muros	188,36	0,02	0,2	1,8	0,75	6,78
Ventanas	60,92	0,7	0,2	1,8	8,53	76,76
Cubierta						
General	700,9	0,01	0,6	2,2	4,21	15,42
Plana entre edificios	298,32	0,01	0,6	2,2	1,79	6,56
					77,27	234,32
Sfs =	Sfi x Cri x ri			Sfs =	Invierno	Verano
	Vh				0,008 m2/m3	0,024 m2/m3

Coeficiente de aislamiento G= Gt + Gv			
Invierno		Verano	
Gt = Kg * f		Gt = Kg * f	
Kg = $\frac{(SxKxC)}{(m^2)}$ =	$\frac{4.043,01 \text{ w/m}^2 \text{ °C}}{3.620,63 \text{ m}^2}$	Kg = $\frac{(SxKxC)}{(m^2)}$ =	$\frac{4.241,81 \text{ w/m}^2 \text{ °C}}{3.620,63 \text{ m}^2}$
Kg =	1,12 w/m ² °C	Kg =	1,17 w/m ² °C
f = $\frac{S}{(m^2)}$	$\frac{9.708 \text{ m}^3}{9.708 \text{ m}^3}$	f = $\frac{S}{(m^2)}$	$\frac{9.708 \text{ m}^3}{9.708 \text{ m}^3}$
Vh (m3)	9.708 m3	Vh (m3)	9.708 m3
f =	0,37 m ² /m ³	f =	0,37 m ² /m ³
Gt = 0,42 W/m ³ °C		Gt = 0,44 W/m ³ °C	
Gv = Renovac * 0,33		Gv = Renovac * 0,33	
Renov por ventilac= $\frac{\text{Prom Usuarios} * \text{m}^3\text{h (renovaciones)}}{Vh}$		Renov por ventilac= $\frac{\text{Prom Usuarios} * \text{m}^3\text{h (renovac)}}{Vh}$	
Renov por ventilac= $\frac{130 * 35}{9.708 \text{ m}^3}$ =	0,47	R = $\frac{96 * 50}{9.708 \text{ m}^3}$ =	0,49
Renov por infiltrac= 0,37		Renov por infiltrac= 0,37	
Renovac total = 0,37+0,47	0,84	R = 0,37+0,49 =	0,8652
Gv = 0,84 * 0,33		Gv = 0,8652 * 0,33	
Gv =	0,277	Gv =	0,286
G Invierno	0,69 W/m³ °C	G Verano	0,72 W/m³ °C

Coeficiente de aportaciones internas D =		D = $\frac{Oc \times 120 + Pe}{Vh}$	
Invierno		Verano	
Oc = $\frac{N \times H_o}{H_s}$ =	$\frac{130 \text{ pers} \times 8\text{h/d} \times 5\text{d/s}}{24\text{h/d} \times 7\text{d/s}}$	Oc = $\frac{N \times H_o}{H_s}$ =	$\frac{96 \text{ pers} \times 8\text{h/d} \times 5\text{d/s}}{24\text{h/d} \times 7\text{d/s}}$
Oc =	30,95	Oc =	22,86
Pe = $\frac{N \times Hr}{H_s}$ =	$\frac{75000 \text{ W} \times 8\text{h/d} \times 5\text{d/s}}{24\text{h/d} \times 7\text{d/s}}$	Pe = $\frac{N \times Hr}{H_s}$ =	$\frac{880000 \text{ W} \times 8\text{h/d} \times 5\text{d/s}}{24\text{h/d} \times 7\text{d/s}}$
Pe =	17.857w	Pe =	20.952w
D = $\frac{(30,95 \times 120) + 17857}{9.708 \text{ m}^3}$	$\frac{21571,42857}{9.708 \text{ m}^3}$	D = $\frac{(22,86 \times 120) + 20952}{9.708 \text{ m}^3}$	$\frac{23695,2381}{9.708 \text{ m}^3}$
D Invierno	2,22 W/m³	D Verano	2,44 W/m³

Cálculo de la demanda energética anual

DEMANDA ENERGÉTICA ANUAL Da	
INVIERNO Da = In x U x { 24 x (G x Gd - N x D) - Sfs x N x Rv x L }	
VERANO Da = In x U x { 24 x (G x Gd + N x D) - Sfs x N x Rv }	
Invierno	Verano
Usuarios promedio U = 130 Coeficiente de intermitencia In : 0,75 Coeficiente de uso U : 0,80 Coeficiente de aislamiento G : 0,69 w/m ³ °C Grados día/ año de calefacción base 18 Gd : 1071 Dias al año de calefacción N : 89 Coeficiente de aportaciones internas D = 2,22 w/m ³ Coeficiente de captación solar Sfs= 0,0080 Radiación media en plano vertical a sur Rv : 3.584 wh/día m ³ Coef corrección oscilación de Temperatura L : 0,73 Coeficiente de inercia térmica M : 45,25 Wh/m ³ °C	Usuarios promedio U = 96 Coeficiente de intermitencia In : 0,80 Coeficiente de uso U : 0,85 Coeficiente de aislamiento G : 0,72 w/m ³ °C Grados día/ año de refrigeración base 27 Gd : -135 Dias al año de refrigeración N : 53 Coeficiente de aportaciones internas D = 2,44 W/m ³ Coeficiente de captación solar Sfs= 0,0241 Radiación media en plano vertical a sur Rv : 2.940 wh/día m ³ Coef corrección oscilación de Temperatura L : 0,00 Coeficiente de inercia térmica M : 0,00
Demanda de Calefacción Da = 6.741,09 Wh/m³	Demanda de Refrigeración Da = 3.077,00 Wh/m³
Demanda total en kWh calefacción: 65.443 kWh/año	Demanda total en kWh refrigeración: 29.871 kWh/año

Evaluación de la demanda energética por el método de los grados día

• Edificios en campus – Módulo D-4 Campus Nord.

Coeficientes de referencia

Coeficiente de transmisión Kg						
TIPO DE CERRAMIENTO	S (m2)	Aislamiento medio (K)	Coficiente de situación (C)		S x K x C	
			Invierno	Verano	Invierno	Verano
Fachada Norte						
Muros	347,25	0,69	1,1	1	263,56	239,60
Ventanas/puerta	181,72	5,80	1,1	1	1159,37	1053,98
Fachada Sur						
Muros fabrica	395,56	0,72	0,8	1	227,84	284,80
Ventanas	199,1	5,80	0,8	1	923,82	1154,78
Fachada Oeste						
Muros	323,25	0,71	1	1,2	229,51	275,41
Ventanas	18,1	5,80	1	1,2	104,98	125,98
Moros paves	22,03	3,40	1	1,2	74,90	89,88
Fachada este						
Muros	323,25	0,71	1	1,2	229,51	275,41
Ventanas	18,1	5,80	1	1,2	104,98	125,98
Moros paves	22,03	3,40	1	1,2	74,90	89,88
Sostre sanitari	750,5	0,80	0,4	0,3	240,16	180,12
Cubierta						
General	750,5	0,39	1,2	1,3	351,23	380,50
Total superficie	3.351,39 m2				3.984,78 W/m2 °C	4.276,32 W/m2 °C

Coeficiente de captación solar (Sfs)						
TIPO DE CERRAMIENTO	S (m2)	Rendimiento de captacion Γ_i	Coefic de obstrucción y orientación Cri		S x Γ_i x Cri	
			Invierno	Verano	Invierno	Verano
Fachada Norte						
Muros	347,25	0,02	0	0,2	0,00	1,39
Ventanas/puerta	181,72	0,7	0	0,2	0,00	25,44
Fachada Sur						
Muros fabrica	395,56	0,02	0,8	0,9	6,33	7,12
Ventanas	199,1	0,7	0,7	0,8	97,56	111,50
Fachada Oeste						
Muros	323,25	0,02	0,15	1,5	0,97	9,70
Ventanas	18,1	0,7	0,15	1,5	1,90	19,01
Moros paves	22,03	0,6	0,15	1,5	1,98	19,83
Fachada este						
Muros	323,25	0,02	0,15	1,5	0,97	9,70
Ventanas	18,1	0,7	0,15	1,5	1,90	19,01
Moros paves	22,03	0,6	0,15	1,5	1,98	19,83
Cubierta						
General	750,5	0,01	0,6	2,2	4,50	16,51
					113,59	242,50
Sfs =	$\frac{Sfi \times Cri \times ri}{Vh}$			Sfs =	Invierno 0,013 m2/m3	Verano 0,027 m2/m3

Coeficiente de aislamiento $G = G_t + G_v$			
Invierno		Verano	
$G_t = K_g \cdot f$		$G_t = K_g \cdot f$	
$K_g = \frac{(S_x K_x C)}{(m^2)} =$	$\frac{3.984,78 \text{ w/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}}{3.351,39 \text{ m}^2}$	$K_g = \frac{(S_x K_x C)}{(m^2)} =$	$\frac{4.276,32 \text{ w/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}}{3.351,39 \text{ m}^2}$
$K_g =$	$1,19 \text{ w/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$	$K_g =$	$1,28 \text{ w/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$
$f = \frac{S}{(m^2)}$	$\frac{9.001 \text{ m}^3}{9.001 \text{ m}^3}$	$f = \frac{S}{(m^2)}$	$\frac{9.001 \text{ m}^3}{9.001 \text{ m}^3}$
$f =$	$0,37 \text{ m}^2/\text{m}^3$	$f =$	$0,37 \text{ m}^2/\text{m}^3$
$G_t = 0,44 \text{ w/m}^3 \text{ }^\circ\text{C}$		$G_t = 0,48 \text{ w/m}^3 \text{ }^\circ\text{C}$	
$G_v = \text{Renovac} \cdot 0,33$		$G_v = \text{Renovac} \cdot 0,33$	
Renov por ventilac= $\text{Prom Usuarios} \cdot \text{m}^3\text{h (renovaciones)}$		Renov por ventilac= $\text{Prom Usuarios} \cdot \text{m}^3\text{h (renovac)}$	
Renov por ventilac= $\frac{63 \cdot 35}{9.001 \text{ m}^3} =$	$0,24$	$R = \frac{56 \cdot 50}{9.001 \text{ m}^3} =$	$0,31$
Renov por infiltrac= $0,51$		Renov por infiltrac= $0,51$	
Renovac total = $0,41 + 0,5124$	$0,76$	$R = 0,31 + 0,41 =$	$0,8233$
$G_v = 0,65 \cdot 0,33$		$G_v = 0,7209 \cdot 0,33$	
$G_v =$	$0,250$	$G_v =$	$0,272$
G Invierno	0,69 W/m³ °C	G Verano	0,75 W/m³ °C

Coeficiente de aportaciones internas $D =$		$D = \frac{O_c \cdot x \cdot 120 + P_e}{V_h}$	
Invierno		Verano	
$O_c = \frac{N \cdot x \cdot H_o}{H_s} =$	$\frac{63 \text{ pers} \cdot x \cdot 8\text{h/d} \cdot x \cdot 5\text{d/s}}{24\text{h/d} \cdot x \cdot 7\text{d/s}}$	$O_c = \frac{N \cdot x \cdot H_o}{H_s} =$	$\frac{56 \text{ pers} \cdot x \cdot 8\text{h/d} \cdot x \cdot 5\text{d/s}}{24\text{h/d} \cdot x \cdot 7\text{d/s}}$
$O_c =$	$15,00$	$O_c =$	$13,33$
$P_e = \frac{N \cdot x \cdot H_r}{H_s} =$	$\frac{38000 \text{ W} \cdot x \cdot 8\text{h/d} \cdot x \cdot 5\text{d/s}}{24\text{h/d} \cdot x \cdot 7\text{d/s}}$	$P_e = \frac{N \cdot x \cdot H_r}{H_s} =$	$\frac{51000 \text{ W} \cdot x \cdot 8\text{h/d} \cdot x \cdot 5\text{d/s}}{24\text{h/d} \cdot x \cdot 7\text{d/s}}$
$P_e =$	$9,048\text{w}$	$P_e =$	$12,143\text{w}$
$D = \frac{(15 \cdot x \cdot 120) + 11143 \text{ w}}{9.001 \text{ m}^3} =$	$\frac{10847,61905}{9.001 \text{ m}^3}$	$D = \frac{(22,86 \cdot x \cdot 120) + 108712 \text{ w}}{9.001 \text{ m}^3} =$	$\frac{13742,85714}{9.001 \text{ m}^3}$
D Invierno	1,21 W/m³	D Verano	1,53 W/m³

Cálculo de la demanda energética anual

DEMANDA ENERGÉTICA ANUAL D_a			
INVIERNO $D_a = I_n \cdot x \cdot U \cdot x \{ 24 \cdot x \cdot (G \cdot x \cdot G_d - N \cdot x \cdot D) - Sfs \cdot x \cdot N \cdot x \cdot Rv \cdot x \cdot L \}$			
VERANO $D_a = I_n \cdot x \cdot U \cdot x \{ 24 \cdot x \cdot (G \cdot x \cdot G_d + N \cdot x \cdot D) - Sfs \cdot x \cdot N \cdot x \cdot Rv \}$			
Invierno	Verano		
Coeficiente de intermitencia $I_n : 0,75$ Coeficiente de uso $U : 0,80$ Coeficiente de aislamiento $G : 0,69 \text{ w/m}^3 \text{ }^\circ\text{C}$ Grados día/ año de calefacción base 18 $G_d : 1071$ Días al año de calefacción $N : 89$ Coeficiente de aportaciones internas $D = 1,21 \text{ w/m}^3$ Coeficiente de captación solar $Sfs = 0,0126$ Radiación media en plano vertical a sur $Rv : 3.584 \text{ wh/día m}^3$ Coef corrección oscilación de Temperatura $L : 0,72$ Coeficiente de inercia térmica $M : 43,21 \text{ wh/m}^3\text{ }^\circ\text{C}$	Coeficiente de intermitencia $I_n : 0,80$ Coeficiente de uso $U : 0,85$ Coeficiente de aislamiento $G : 0,75 \text{ w/m}^3 \text{ }^\circ\text{C}$ Grados día/ año de refrigeración base 27 $G_d : -135$ Días al año de refrigeración $N : 53$ Coeficiente de aportaciones internas $D = 1,53 \text{ w/m}^3$ Coeficiente de captación solar $Sfs = 0,0269$ Radiación media en plano vertical a sur $Rv : 2.940 \text{ wh/día m}^3$ Coef corrección oscilación de Temperatura $L : 0,00$ Coeficiente de inercia térmica $M : 0,00$		
Demanda de Calefacción $D_a =$	7.408,29 Wh/m³	Demanda de Refrigeración $D_a =$	2.530,01 Wh/m³
Demanda total en kWh calefacción:	66.682 kWh/año	Demanda total en kWh refrigeración:	22.773 kWh/año

Evaluación de la demanda energética por el método de los grados día

• Edificios en campus – Módulo A-6 Campus Nord.

Coeficientes de referencia

Coeficiente de transmisión Kg						
TIPO DE CERRAMIENTO	S (m2)	Aislamiento medio (K)	Coficiente de situación (C)		S x K x C	
			Invierno	Verano	Invierno	Verano
Fachada Norte						
Muros	353,13	0,53	1,1	1	205,87	187,16
Ventanas/puerta	176,28	5,80	1,1	1	1124,67	1022,42
Fachada Sur						
Muros	294,86	0,53	0,8	1	125,02	156,28
Ventanas	166,3	4,30	0,8	1	572,07	715,09
Fachada Oeste						
Muros	151,09	0,53	1	1,2	80,08	96,09
Ventanas	69,76	5,80	1	1,2	404,61	485,53
Fachada este						
Muros	239,47	0,53	1	1,2	126,92	152,30
Ventanas	10,93	5,80	1	1,2	63,39	76,07
Sostre / p.soterrani	790	1,30	0,4	0,3	410,80	308,10
Cubierta						
General	790	0,45	1,2	1,3	426,60	462,15
Total superficie	3.041,82 m2				3.540,03 W/m2 °C	3.661,20 W/m2 °C

Coeficiente de captación solar (Sfs)						
TIPO DE CERRAMIENTO	S (m2)	Rendimiento de captacion ri	Coefic de obstrucción y orientación Cri		S x ri x Cri	
			Invierno	Verano	Invierno	Verano
Fachada Norte						
Muros	353,13	0,02	0	0,2	0,00	1,41
Ventanas/puerta	176,28	0,7	0	0,2	0,00	24,68
Fachada Sur						
Muros	294,86	0,02	0,6	0,8	3,54	4,72
Ventanas	166,3	0,49	0,6	0,8	48,89	65,19
Fachada Oeste						
Muros	151,09	0,02	0,1	1,5	0,30	4,53
Ventanas	69,76	0,49	0,1	1,5	3,42	51,27
Fachada este						
Muros	239,47	0,02	0,1	1,5	0,48	7,18
Ventanas	10,93	0,7	0,1	1,5	0,77	11,48
Cubierta						
General	790	0,01	0,6	2,2	4,74	17,38
					57,39	170,47
Sfs =	$\frac{Sfi \times Cri \times ri}{Vh}$			Sfs =	Invierno 0,006 m2/m3	Verano 0,017 m2/m3

Coeficiente de aislamiento G= Gt + Gv			
Invierno		Verano	
Gt = Kg * f		Gt = Kg * f	
Kg = (SxKxC) / (m2)	3.540,03 w/m2 °C	Kg = (SxKxC) / (m2)	3.661,20 w/m2 °C
Kg = 1,16 w/m2 °C	Volumen Habitable Vh = 3.041,82 m2	Kg = 1,20 w/m2 °C	Volumen Habitable Vh = 3.041,82 m2
f = S (m2)	10.200 m3	f = S (m2)	10.200 m3
Vh (m3)		Vh (m3)	
f = 0,30 m2/m3		f = 0,30 m2/m3	
Gt = 0,35 W/m3 °C		Gt = 0,36 W/m3 °C	
Gv = Renovac * 0,33		Gv = Renovac * 0,33	
Renov por ventilac= Prom Usuarios * m3h (renovaciones)		Renov por ventilac= Prom Usuarios * m3h (renovac)	
Vh		Vh	
Renov por ventilac= 267* 30 =	0,79	R = 108* 30 =	0,32
10.200 m3		10.200 m3	
Renov por infiltrac= 0,40		Renov por infiltrac= 0,40	
Renovac total = 0,40+0,79	1,19	R = 0,40+0,53 =	0,7219
Gv = 1,19 * 0,33		Gv = 0,933 * 0,33	
Gv =	0,393	Gv =	0,238
G Invierno	0,74 W/m3 °C	G Verano	0,60 W/m3 °C

Coeficiente de aportaciones internas D =		D = Oc x 120 + Pe	
Invierno		Verano	
Oc = N x Ho =		Oc = N x Ho =	
Hs	267 pers x 10h/d x 5d/s	Hs	108 pers x 10h/d x 5d/s
	24h/d x 7d/s		24h/d x 7d/s
Oc = 79,46		Oc = 32,14	
Pe = N x Hr =	18080 W x 10h/d x 5d/s	Pe = N x Hr =	18080 W x 10h/d x 5d/s
Hs	24h/d x 7d/s	Hs	24h/d x 7d/s
Pe = 5.381w		Pe = 5.381w	
D = (63,57 x 120) + 4.305 w	14916,66667	D = (32,14 x 120) + 5381 w	9238,095238
10.200 m3	10.200 m3	10.200 m3	10.200 m3
D Invierno	1,46 W/m3	D Verano	0,91 W/m3

Cálculo de la demanda energética anual

DEMANDA ENERGÉTICA ANUAL Da	
INVIERNO Da = In x U x { 24 x (G x Gd - N x D) - Sfs x N x Rv x L }	
VERANO Da = In x U x { 24 x (G x Gd + N x D) - Sfs x N x Rv }	
Invierno	Verano
Coeficiente de intermitencia In : 0,70 Coeficiente de uso U : 0,80 Coeficiente de aislamiento G : 0,74 w/m3 °C Grados día/ año de calefacción base 18 Gd : 719 Dias al año de calefacción N : 56 Coeficiente de aportaciones internas D = 1,46 w/m3 Coeficiente de captación solar Sfs= 0,0056 Radiación media en plano vertical a sur Rv : 3.584 wh/día m3 Coef corrección oscilación de Temperatura L : 0,80 Coeficiente de inercia térmica M : 31,23 wh/m3°C	Coeficiente de intermitencia In : 0,70 Coeficiente de uso U : 0,80 Coeficiente de aislamiento G : 0,60 w/m3 °C Grados día/ año de refrigeración base 27 Gd : -72 Dias al año de refrigeración N : 45 Coeficiente de aportaciones internas D = 0,91 w/m3 Coeficiente de captación solar Sfs= 0,0167 Radiación media en plano vertical a sur Rv : 2.940 wh/día m3 Coef corrección oscilación de Temperatura L : 0,00 Coeficiente de inercia térmica M : 0,00
Demanda de Calefacción Da = 5.539,17 Wh/m3	Demanda de Refrigeración Da = 1.208,08 Wh/m3
Demanda total en kWh calefacción: 56.500 kWh/año	Demanda total en kWh refrigeración: 12.322 kWh/año

2.2. Evaluación de la demanda con el Programa ARCHISUN

Este software, como se comentó en el apartado 4.1.1, ha sido desarrollado por el Grupo de Arquitectura y Energía de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), en el marco del programa THERMIE de la Comisión Europea. En el proyecto también han colaborado el Instituto Catalán de Energía, el Politécnico de Milán, de Italia, la Universidad de Hannover, de Alemania, y la empresa Tombazis and Ass., de Grecia.

La entrada de datos en el programa se ha dividido en dos grupos. El primero está compuesto por datos generales -volumen global de edificio, tipos de usos y número de ocupantes-, mientras que el segundo grupo está formado por datos específicos divididos a su vez en 5 áreas: localización, ubicación, entorno, forma, piel e interior.

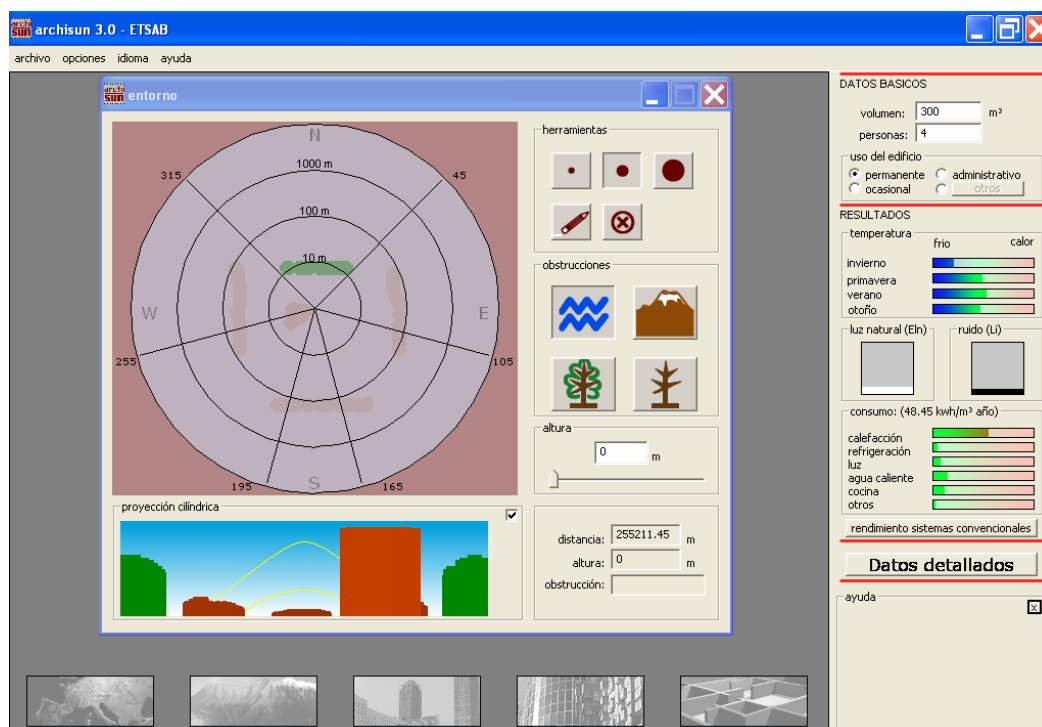


Fig. 2.2.1. ARCHISUN entrada de datos

En el área de Localización se pueden introducir datos sobre el lugar donde se va a ubicar el edificio. Entre estos datos figuran el clima de la zona, altitud, distancia del mar y grado de urbanización.

Los datos climáticos pueden ser modificados si se tienen datos específicos, (como en nuestro caso) y aproximarse de forma detallada a la realidad de las condiciones específicas del entorno en que funciona el edificio.

En la definición del entorno, es posible indicar gráficamente los elementos que rodean el edificio, como vegetación, barreras sólidas o agua. Con esta información el programa corrige los datos climáticos del área de localización. En este apartado también se incluyen, dependiendo de las estaciones, las oscilaciones de temperaturas, la radiación del sol que incide en el edificio, la humedad relativa, la intensidad del viento y los niveles de ruido del lugar donde se construirá el edificio.

La definición de la forma permite establecer relaciones entre el edificio y sus alrededores a

través de las proporciones, en planta y elevación. Con estos datos, el programa realiza un reparto básico de las superficies de sus cerramientos en distintas orientaciones.

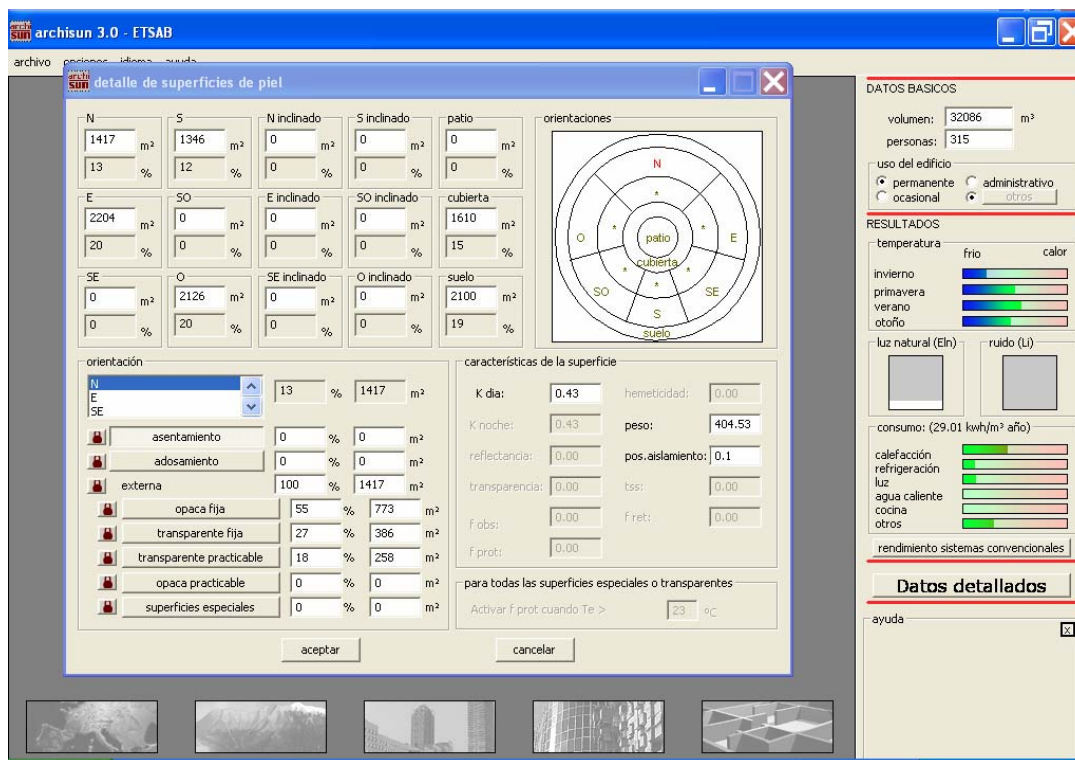


Fig. 2.2.2. ARCHISUN Definición de la piel

La descripción de la Piel permite definir las partes del edificio que tienen relación con el medio ambiente externo, calculando los coeficientes de pérdida de calor, la absorción de las radiaciones solares y la infiltración del aire, entre otros parámetros.

El Interior permite definir las principales características internas del edificio que determinan, en parte, su respuesta térmica dinámica y las corrientes de aire desde unas partes a otras. El programa utiliza estos datos para dar indicaciones sobre el consumo y la iluminación.

El cálculo de las cargas internas se hace según las ecuaciones de transferencia y conservación del calor, en un modelo de referencia que tiene en cuenta las ganancias solares al interior del edificio, las ganancias solares en los cerramientos opacos, la generación o la disipación interiores, y las transferencias del interior directamente al exterior (la ventilación y la transferencia a través de las superficies vidriadas), así como la acumulación de energía solar directa en el interior que se pueden generar (I. Marincic, 1999).

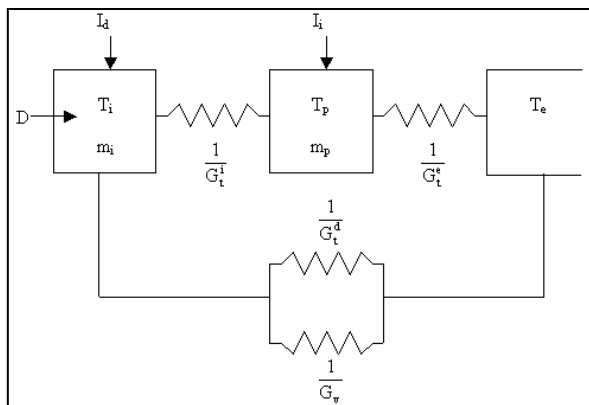


Fig. 2.2.3. ARCHISUN modelo de cálculo

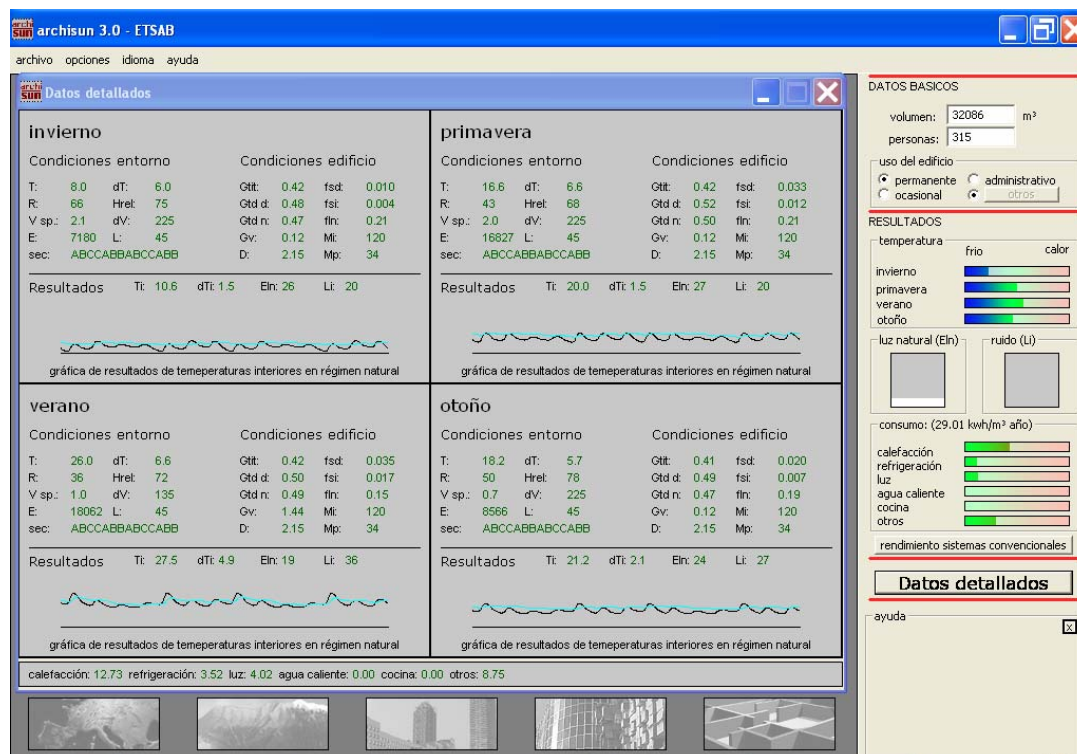


Fig. 2.2.3. ARCHISUN resultados

Los cálculos térmicos se llevan a cabo en el espacio de frecuencia (Fourier). Una vez que se conocen los datos externos (la temperatura, la radiación, etc.), las características del edificio y las características funcionales, la temperatura interior y el balance energético se obtienen aplicando la transformada inversa de Fourier.

Los algoritmos se utilizan para introducir los parámetros que intervienen en las ecuaciones básicas, que permiten el cálculo de su valor en cada caso en base a los datos climáticos y arquitectónicos escogidos por el usuario.

Los resultados de demanda en ARCHISUN se expresan en kWh/m³ anual para los diferentes usos energéticos del edificio, y el programa permite simular el consumo energético introduciendo como dato el rendimiento de los equipos que atenderán la demanda. Para el caso de los edificios estudiados en este trabajo, y considerando que se ha utilizado la herramienta ARCHISUN para evaluar la demanda energética del edificio, los valores de rendimiento de los sistemas considerados han sido de 1.0 tanto en calefacción como en refrigeración.

El programa también informa (gráfica y numéricamente) de la temperatura interior para cada estación del año y los valores más significativos de aislamiento, aportes internos, etc.

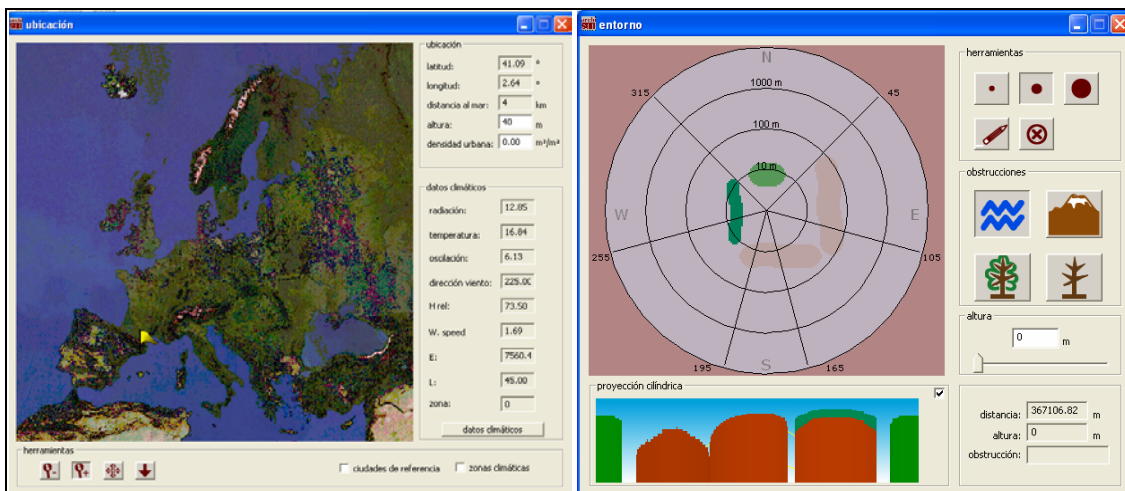
- Resultados obtenidos con ARCHISUN:

A continuación se presenta un resumen de los resultados obtenidos de demanda energética de los edificios estudiados, utilizando el software ARCHISUN:

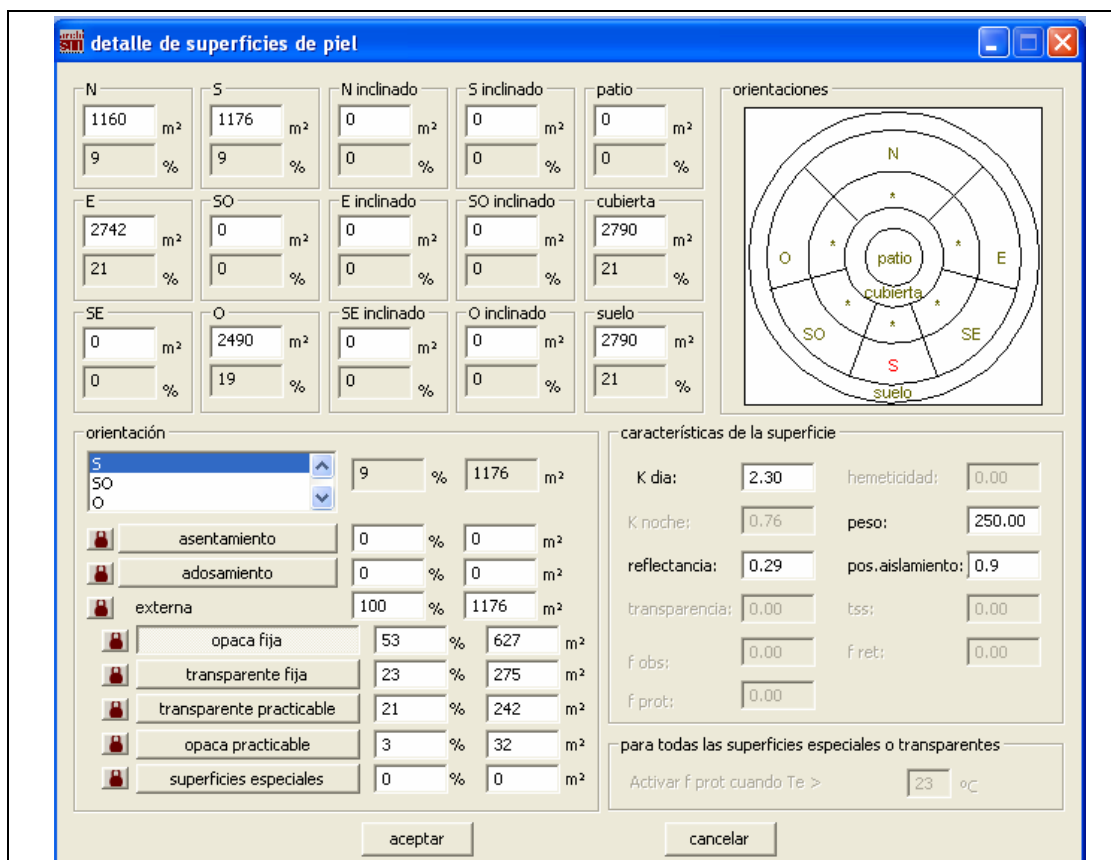
Evaluación de la demanda energética con ARCHISUN

- **Edificios autónomos – EPSEB**

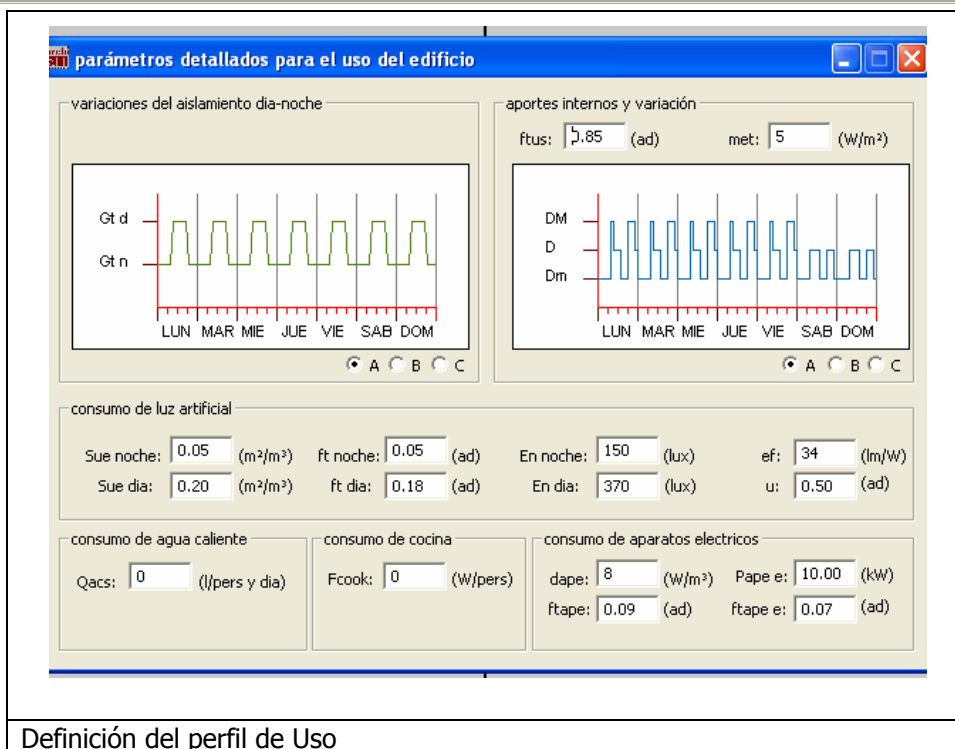
Definición del edificio



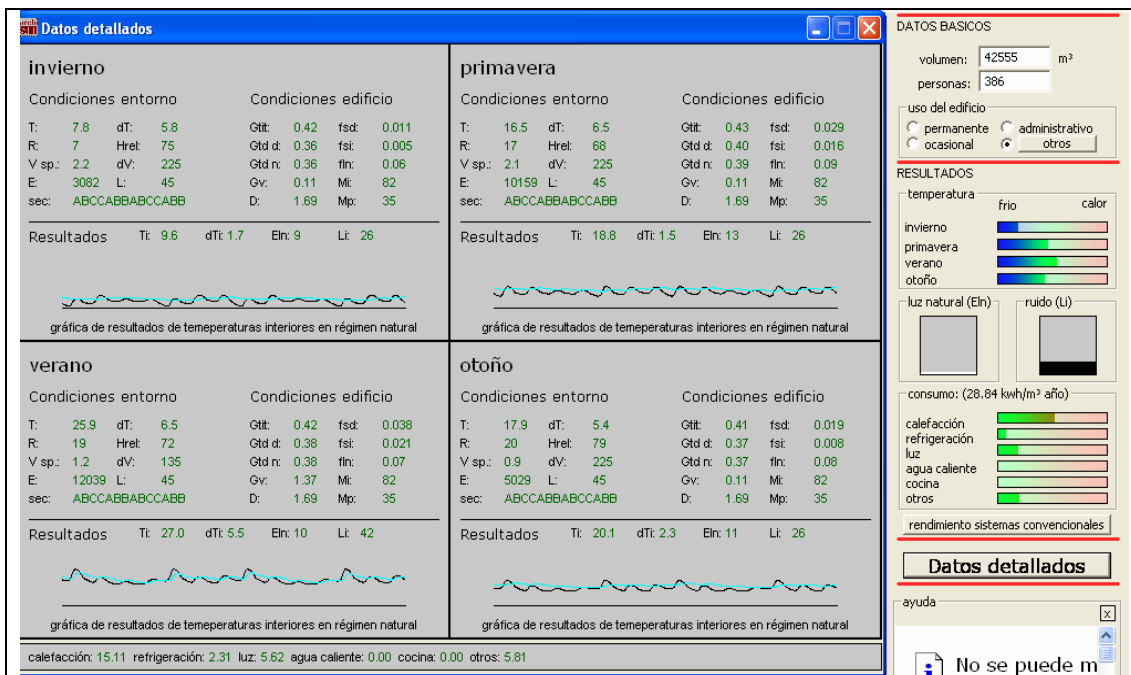
Definición del entorno climático y emplazamiento



Definición de las características de la Piel



RESULTADOS:



Resultados globales y perfiles de temperatura interior por estación

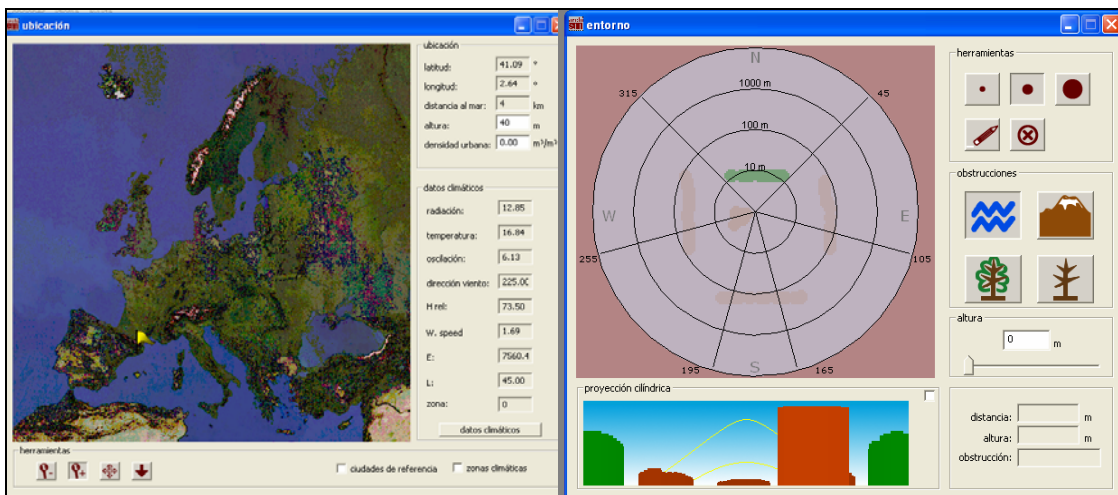
Demanda anual de calefacción:
634.006 kWh

Demanda anual de refrigeración:
98.302 kWh

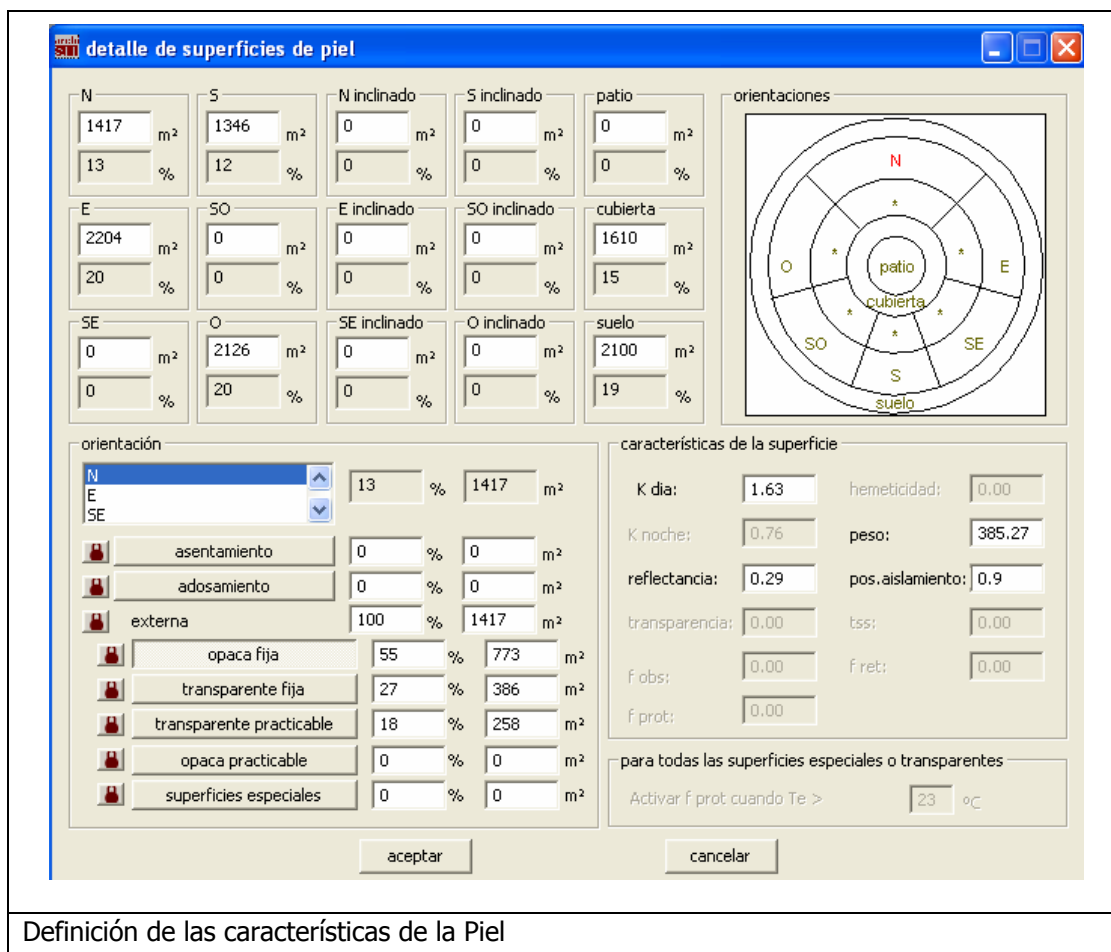
Evaluación de la demanda energética con ARCHISUN

- Edificios autónomos – ETSAB

Definición del edificio



Definición del entorno climático y emplazamiento



Definición de las características de la Piel

parámetros detallados para el uso del edificio

variaciones del aislamiento dia-noche

aportes internos y variación

ftus: 0.80 (ad) met: 45 (W/m²)

consumo de luz artificial

Sue noche: 0.16 (m²/m²) ft noche: 0.14 (ad) En noche: 125 (lux) ef: 34 (lm/W)

Sue día: 0.10 (m²/m²) ft día: 0.15 (ad) En día: 400 (lux) u: 0.43 (ad)

consumo de agua caliente

Qacs: 0 (l/pers y día)

consumo de cocina

Fcook: 0 (W/pers)

consumo de aparatos electricos

dape: 6 (W/m²) Pape e: 12.00 (kW)

ftape: 0.05 (ad) ftape e: 0.08 (ad)

Definición del perfil de Uso

RESULTADOS:

Datos detallados

invierno		primavera	
Condiciones entorno		Condiciones entorno	
T: 7.8	dT: 5.8	T: 16.6	dT: 6.6
R: 66	Hrel: 75	R: 43	Hrel: 68
V sp.: 1.2	dV: 0	V sp.: 2.0	dV: 90
E: 7180	L: 45	E: 16827	L: 45
sec: ABCCABBABCCABB		sec: ABCCABBABCCABB	
Resultados Ti: 9.8 dTi: 1.6 Eln: 26 Li: 20		Resultados Ti: 19.4 dTi: 1.6 Eln: 27 Li: 20	

verano		otoño	
Condiciones entorno		Condiciones entorno	
T: 26.0	dT: 6.6	T: 18.2	dT: 5.7
R: 36	Hrel: 72	R: 50	Hrel: 78
V sp.: 1.0	dV: 135	V sp.: 0.7	dV: 90
E: 18062	L: 45	E: 8566	L: 45
sec: ABCCABBABCCABB		sec: ABCCABBABCCABB	
Resultados Ti: 27.2 dTi: 5.3 Eln: 19 Li: 36		Resultados Ti: 20.6 dTi: 2.2 Eln: 24 Li: 27	

DATOS BASICOS

volumen: 32086 m³

personas: 315

uso del edificio: permanente ocasional administrativo otros

RESULTADOS

temperatura: frio calor

invierno:

primavera:

verano:

otoño:

luz natural (Eln) ruido (Li)

consumo: (24.42 kWh/m³ año)

calefacción:

refrigeración:

luz:

agua caliente:

cocina:

otros:

rendimiento sistemas convencionales

Datos detallados

ayuda

No se puede m

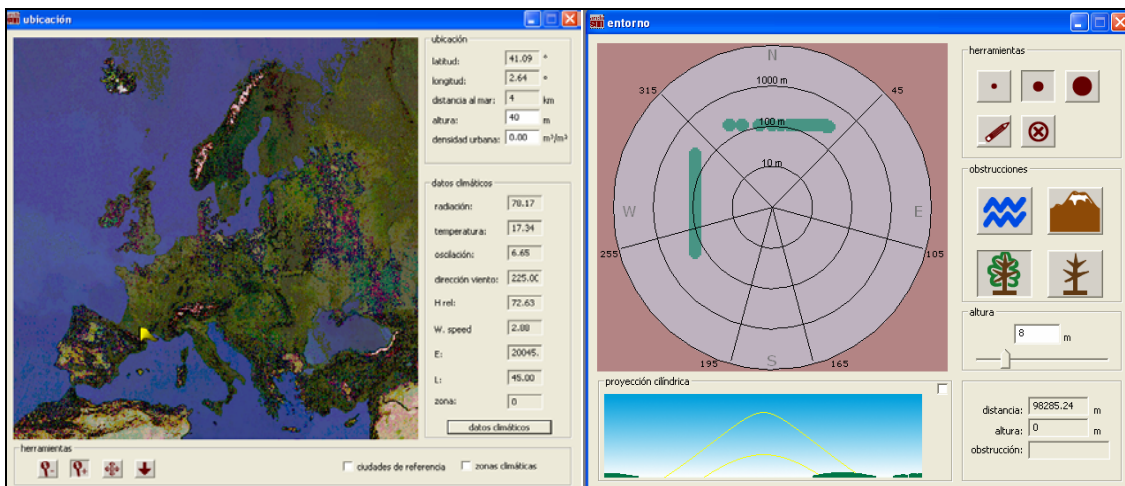
Resultados globales y perfiles de temperatura interior por estación

Demanda anual de calefacción: 483.215 kWh	Demanda anual de refrigeración: 91.124 kWh
---	--

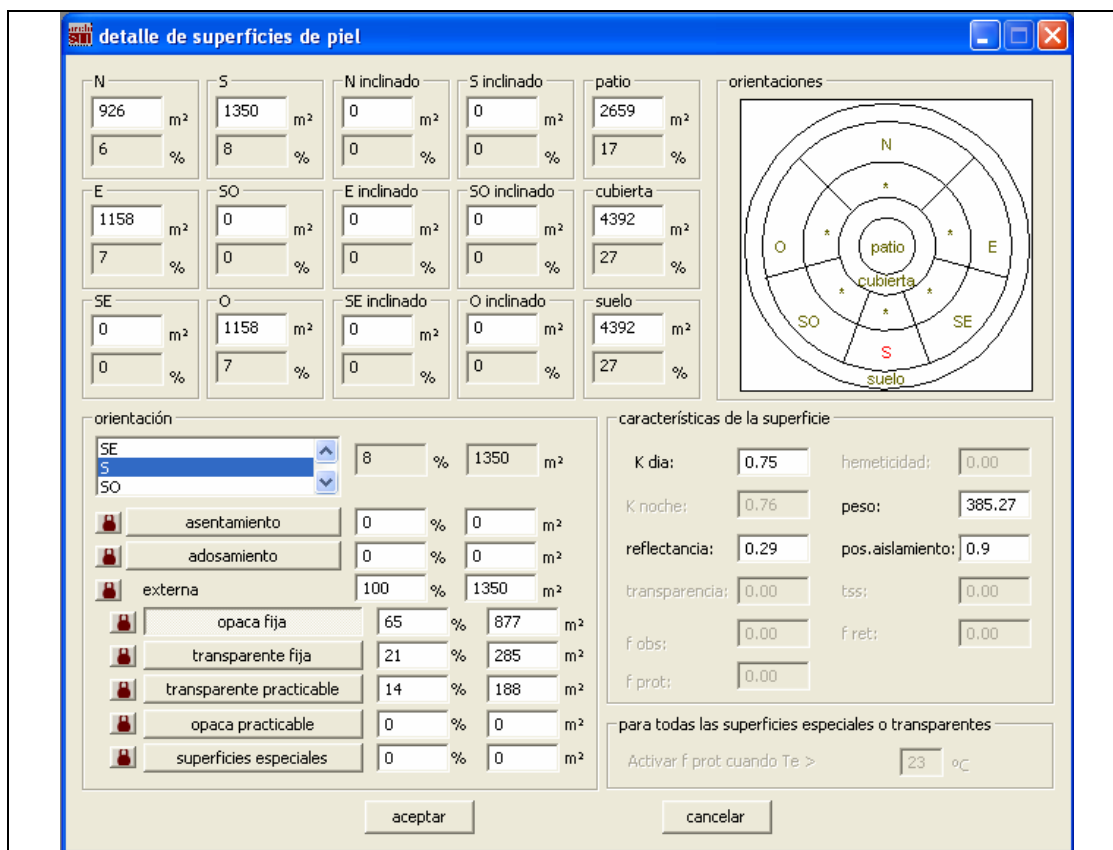
Evaluación de la demanda energética con ARCHISUN

- **Edificios autónomos – ETSAV**

Definición del edificio



Definición del entorno climático y emplazamiento



Definición de las características de la Piel

parámetros detallados para el uso del edificio

variaciones del aislamiento dia-noche

aportes internos y variación

ftus: 0.80 (ad) met: 24 (W/m²)

consumo de luz artificial

Sue noche: 0.05 (m²/m³) ft noche: 0.05 (ad) En noche: 150 (lux) ef: 34 (lm/W)

Sue dia: 0.12 (m²/m³) ft dia: 0.20 (ad) En dia: 370 (lux) u: 0.43 (ad)

consumo de agua caliente

Qacs: 0 (l/pers y dia)

consumo de cocina

Fcook: 0 (W/pers)

consumo de aparatos electricos

dape: 7 (W/m³) Pape e: 10.00 (kW)

ftape: 0.08 (ad) ftape e: 0.08 (ad)

Definición del perfil de Uso

RESULTADOS:

Datos detallados

invierno		primavera	
Condiciones entorno		Condiciones entorno	
T: 8.1	dT: 6.1	T: 16.8	dT: 6.8
R: 93	Hret: 75	R: 71	Hret: 68
V sp.: 2.6	dV: 225	V sp.: 2.5	dV: 225
E: 9976	L: 45	E: 25410	L: 45
sec: ABCCABBABCCABB		sec: ABCCABBABCCABB	
Resultados Ti: 12.7 dTi: 1.1 Eln: 29 Li: 24		Resultados Ti: 21.6 dTi: 1.5 Eln: 33 Li: 24	

verano		otoño	
Condiciones entorno		Condiciones entorno	
T: 26.6	dT: 7.2	T: 18.8	dT: 6.3
R: 64	Hret: 70	R: 83	Hret: 78
V sp.: 3.1	dV: 135	V sp.: 2.4	dV: 225
E: 30115	L: 45	E: 13713	L: 45
sec: ABCCABBABCCABB		sec: ABCCABBABCCABB	
Resultados Ti: 27.9 dTi: 5.6 Eln: 26 Li: 39		Resultados Ti: 23.4 dTi: 1.6 Eln: 32 Li: 29	

calefacción: 11.12 refrigeración: 1.38 luz: 3.82 agua caliente: 0.00 cocina: 0.00 otros: 4.64

DATOS BASICOS

volumen: 27821 m³

personas: 268

uso del edificio:
 permanente administrativo otros

RESULTADOS

temperatura: frio calor

invierno:

primavera:

verano:

otoño:

luz natural (Eln) ruido (Li)

consumo: (20.96 kWh/m³ año)

calefacción:

refrigeración:

luz:

agua caliente:

cocina:

otros:

rendimiento sistemas convencionales

Datos detallados

ayuda

No se puede m

Resultados globales y perfiles de temperatura interior por estación

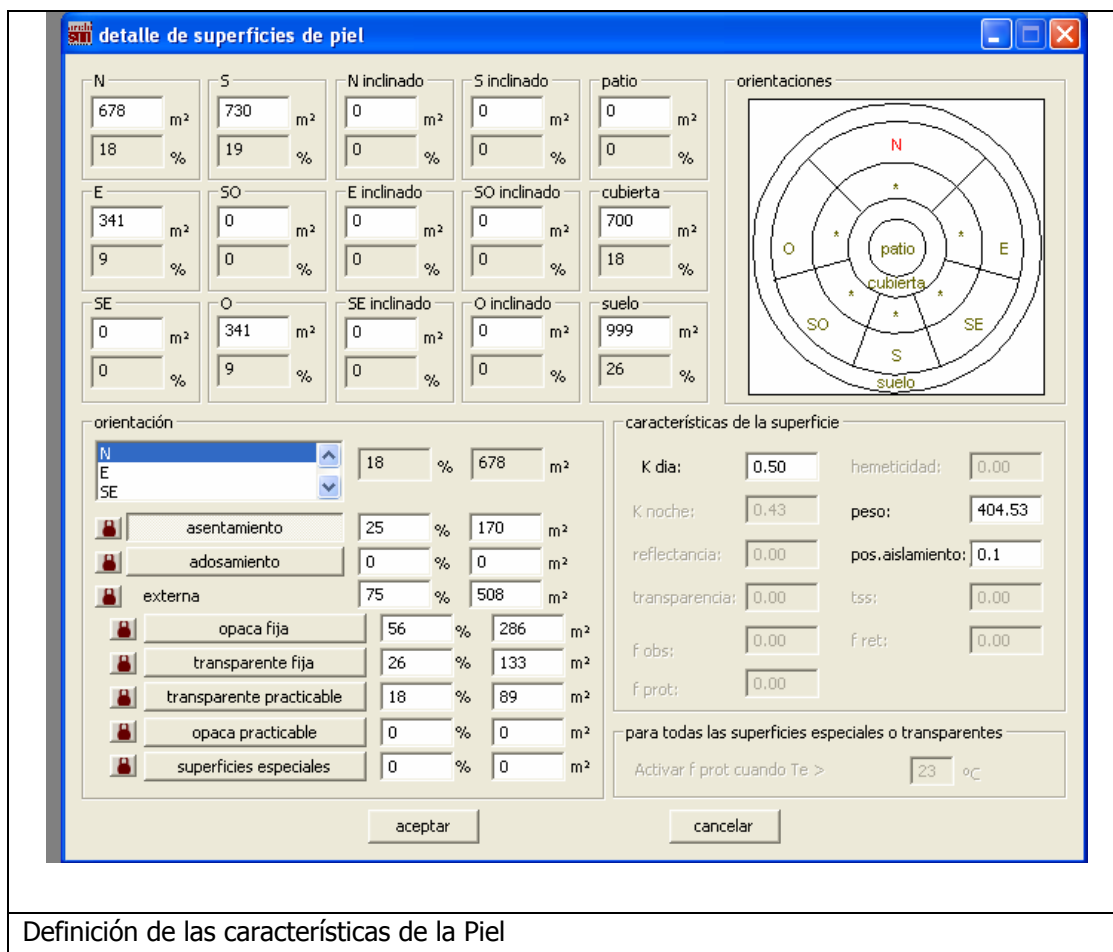
Demanda anual de calefacción:
309.370 kWh

Demanda anual de refrigeración:
38.393 kWh

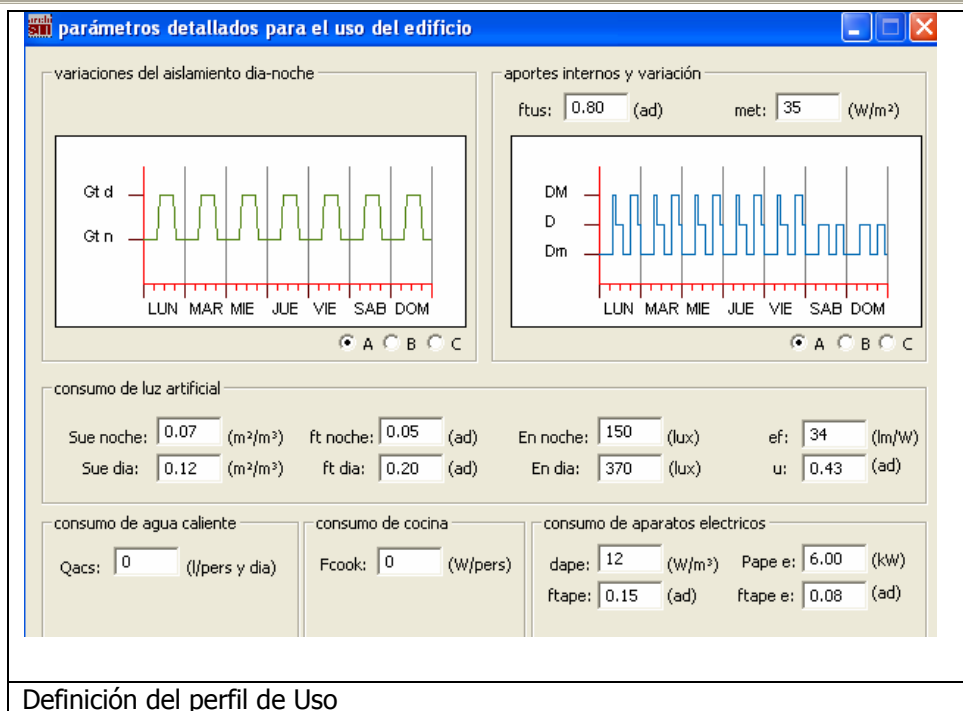
Evaluación de la demanda energética con ARCHISUN

- Edificios en campus – Módulo C-3 campus nord

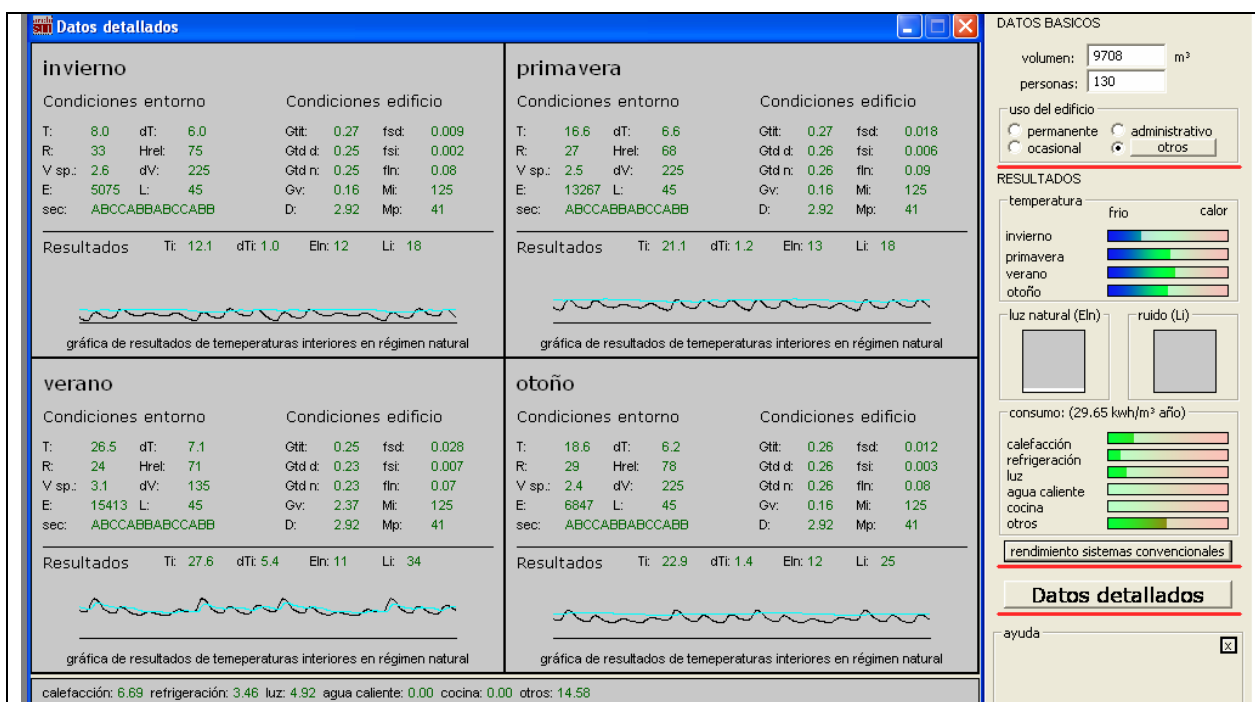
Definición del edificio



Definición de las características de la Piel



RESULTADOS:



Resultados globales y perfiles de temperatura interior por estación

Demanda anual de calefacción:
64.967 kWh

Demanda anual de refrigeración:
33.590 kWh

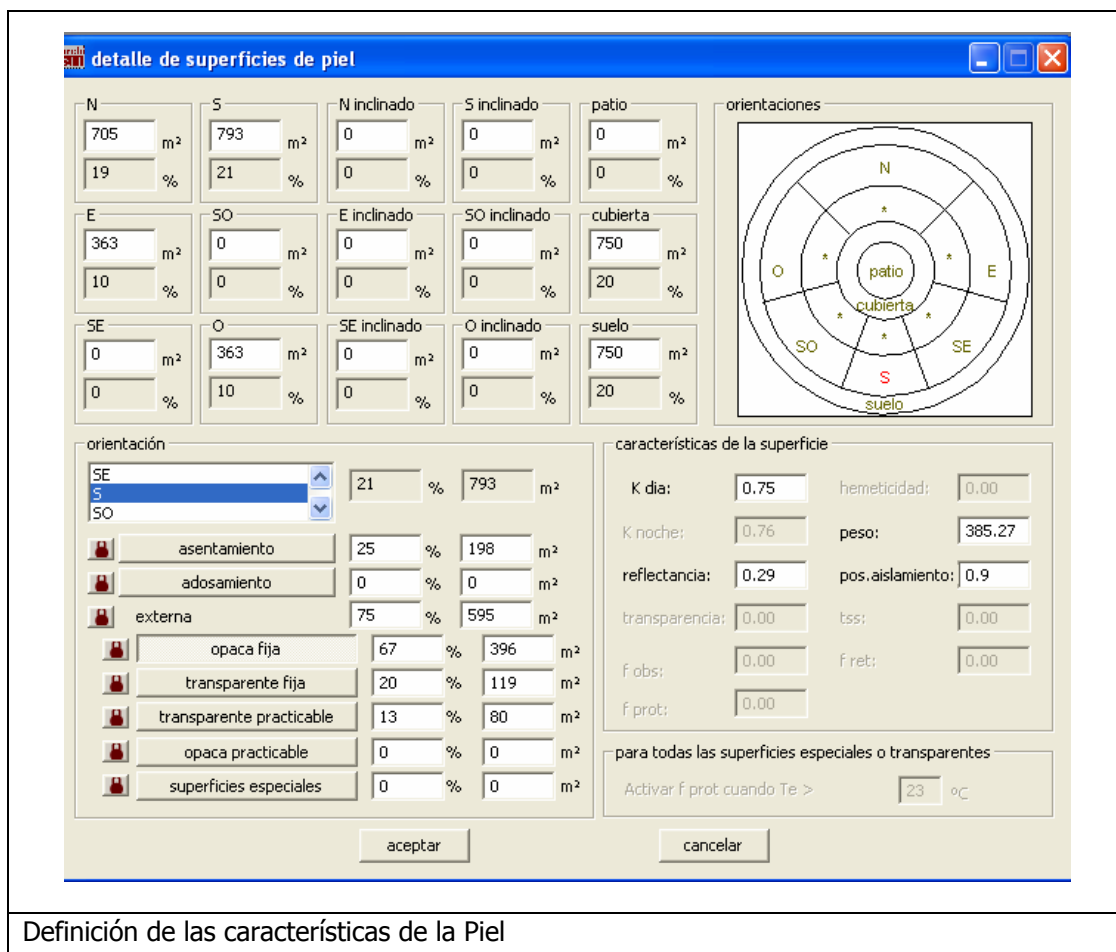
Evaluación de la demanda energética con ARCHISUN

- Edificios en campus – Módulo D-4 campus nord

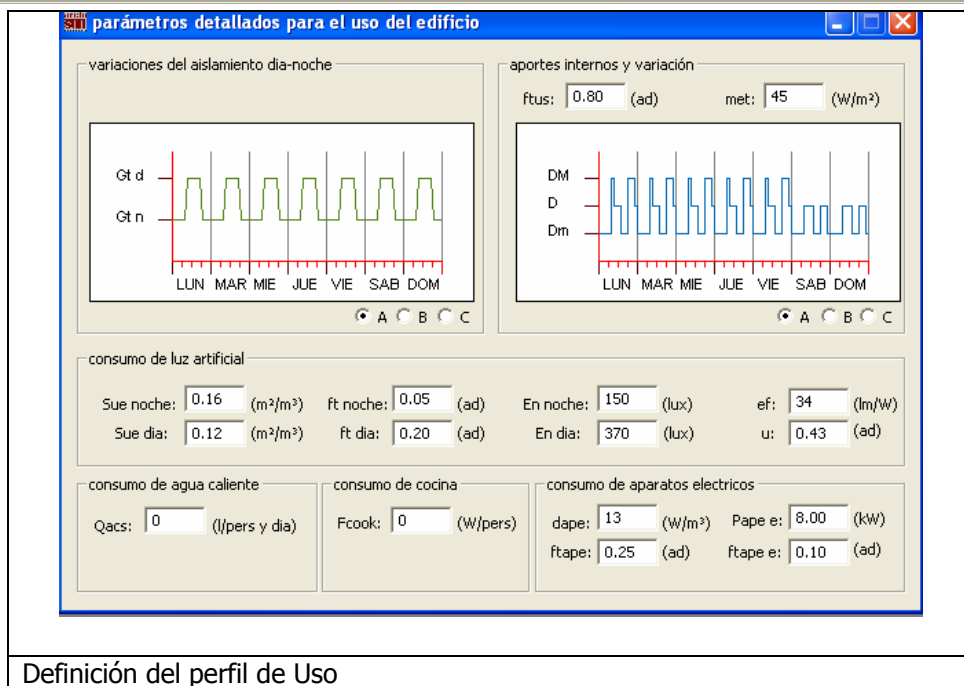
Definición del edificio



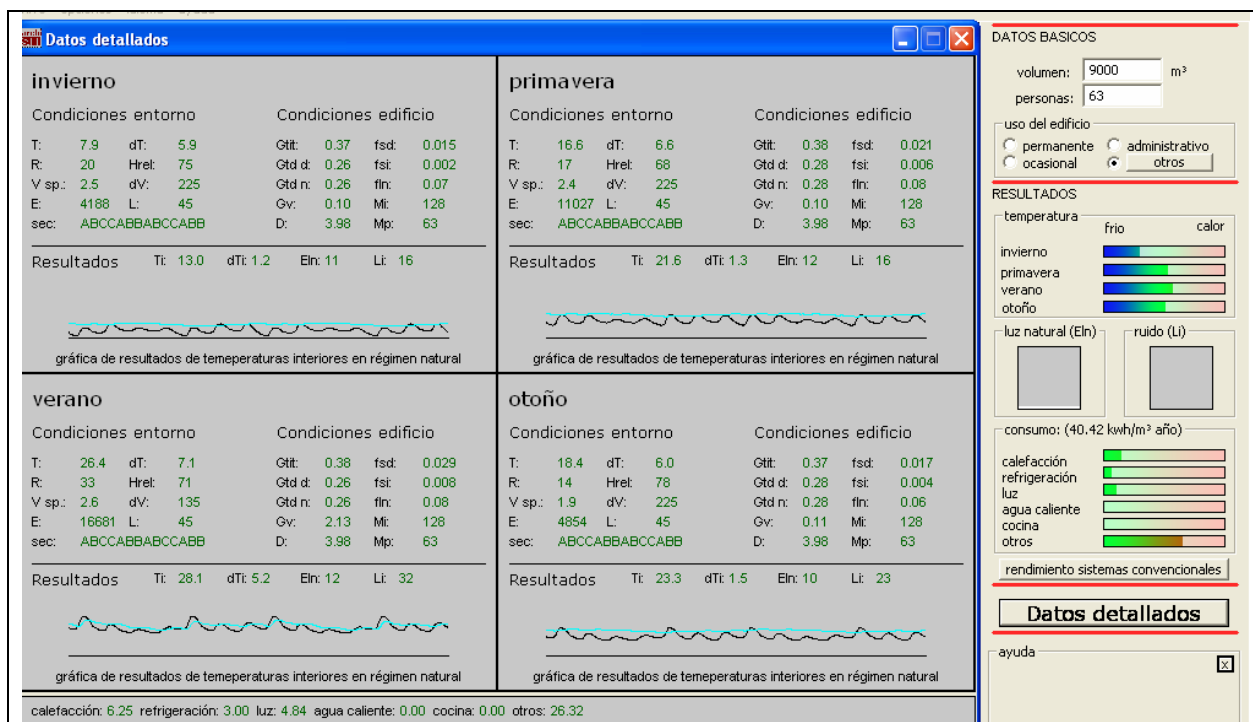
Definición del entorno climático y emplazamiento



Definición de las características de la Piel



RESULTADOS:



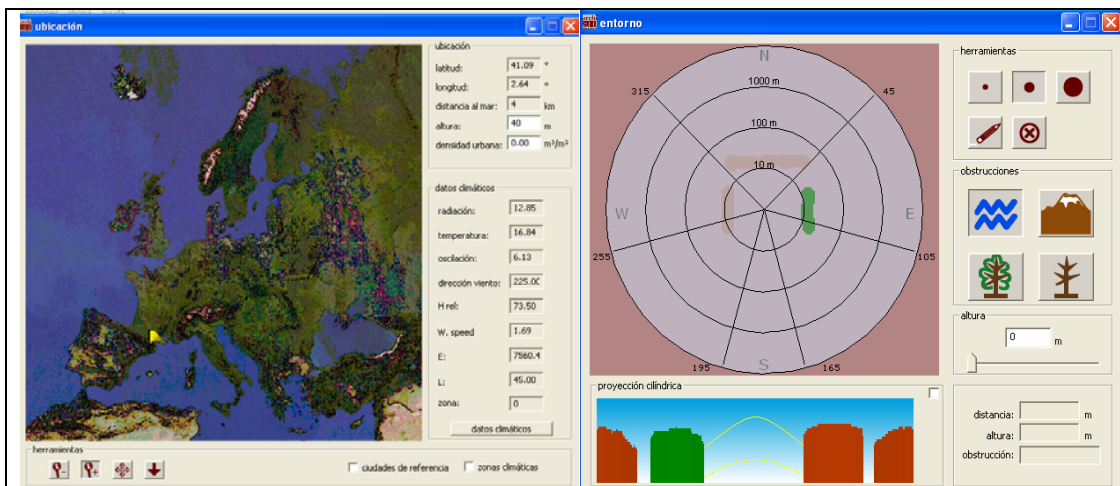
Resultados globales y perfiles de temperatura interior por estación

Demanda anual de calefacción: 56.250 kWh	Demanda anual de refrigeración: 27.000 kWh
---	---

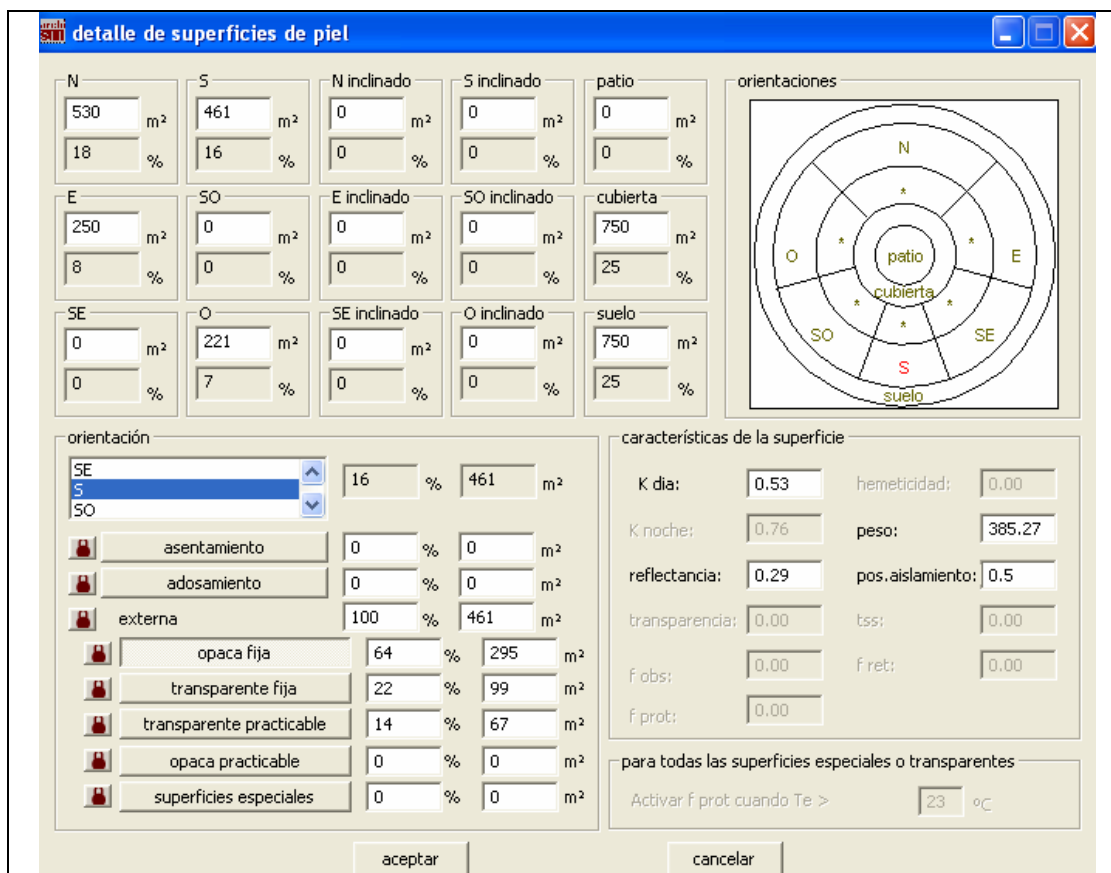
Evaluación de la demanda energética con ARCHISUN

- **Edificios en campus – Módulo A-6 campus nord**

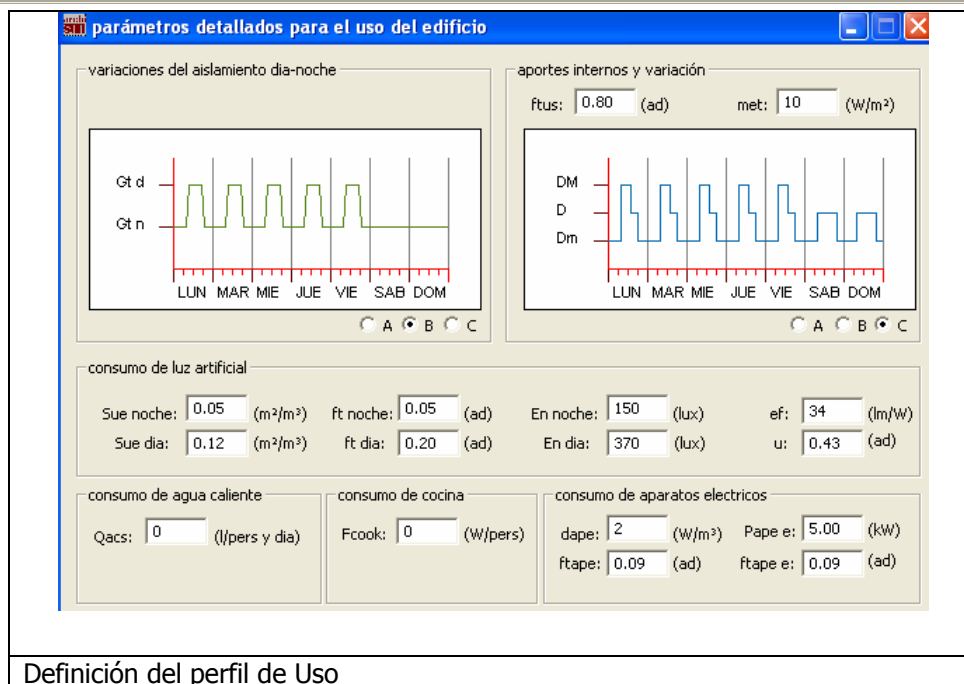
Definición del edificio



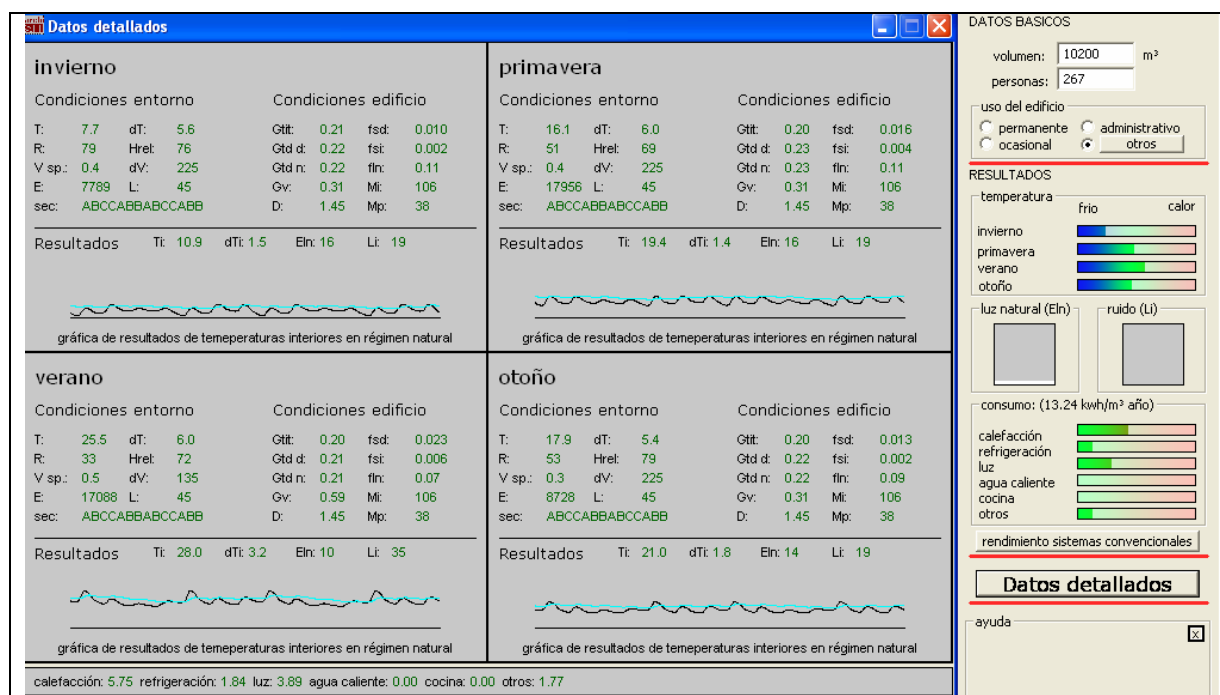
Definición del entorno climático y emplazamiento



Definición de las características de la Piel



RESULTADOS:



Resultados globales y perfiles de temperatura interior por estación

Demanda anual de calefacción: 58.650 kWh	Demanda anual de refrigeración: 18.768 kWh
---	---

2.3. Evaluación de la demanda con la herramienta BALANÇ ENERGÈTIC

Como se explicó de forma resumida en el apartado 4.1.1, esta herramienta parte de la base de que el incremento de temperatura interior de un edificio depende fundamentalmente del balance energético durante un determinado período (una hora p. ejem.) y la capacidad térmica del edificio que se expresa en la siguiente fórmula¹:

$$\Delta t(^{\circ}C) = \frac{\Delta E}{C_t} \quad (1)$$

Donde:

ΔE = Balance energético

C_t = Capacidad térmica

$$\Delta E = \pm C + A + O + R \pm T \pm V \quad (2)$$

$\pm C$ = Aporte energético en calefacción o refrigeración

+ A = Aportes aparatos

+ O = Aportes ocupantes

+ R = Ganancias por radiación solar

$\pm T$ = Ganancias/pérdidas por transmisión

$\pm V$ = Ganancias/pérdidas por ventilación

$$C_t = \sum C_{ei} \times M_i \quad (3)$$

C_{ei} = Calor específico de los materiales

M_i = Masa de los materiales

La temperatura final para cada período analizado simplemente será la diferencia respecto a la temperatura inicial del mismo período:

$$t_{fin} = t_{inicial} + \Delta t \quad (4)$$

Teniendo en cuenta cada una de las variables mencionadas la herramienta calcula la variación interior de la temperatura y define para un período de 24 horas la energía total necesaria (en frío o en calor) para mantener el balance energético en 0, considerando que la temperatura interior se mueva dentro de la banda de confort correspondiente para cada período del año y el edificio termine el período con la misma temperatura con que lo comenzó.

Las unidades energéticas que utiliza el programa son los Wh.

La herramienta Excel consta de 8 hojas de cálculo:

- La hoja "DADES" es donde se introducen las características básicas propias del edificio: Superficies, materiales, etc. y se van calculando automáticamente; el peso, el factor de forma, la KG etc. También se resume el incremento de temperatura al final del período cuando se han introducido todos los datos.

¹ © 1.999-2003 - ARCADÍ DE BOBES - SECCIÓ TECNOLOGIA - E.T.S. ARQUITECTURA VALLÉS - UPC.

*1999-2003 - ARCADÍ DE BOBES - SECCIÓ TECNOLOGIA - E.T.S. ARQUITECTURA VALLES - UPC									
DADES BASIQUES	NOM ARXIU: ETSAV	CAS: Julio	MES: JUNY	INTRODUC. DE SUPERF.	COEFICIENT D'INÈRCIA	AMPL. INT.	Tint. MITJA	Δ T	
RESULTATS GLOBALS	FACTOR DE FORMA (m-1)	SUPERFICIE (M2)	VOLUM INT. (M3)	Kg ² /W/m2.°C	TOTAL	CAPACITAT MASSA INT.	CAPACITAT EQUIP. INT.	CAPACITAT TOTAL / M2	PES / M2
	0.53	14777	27821	1.27	1789728	1050398	55915	62	360
DIMENSIONS I VARIABLES INTERIORS	ALÇADA MITJA (M)	SUP. PLANTA (M2)	MASA INTERIOR obra (kg)	COEF. D'INÈRCIA INTERIOR D'OBRA	MASA INTERIOR INTERIOR EQUIP (kg)	COEF. INÈRCIA INTERIOR EQUIP			
	4.0	28882.0	5708686.96	0.8	310640	0.4			
PARAMENT	SUPERFICIE (M2)	COEF. K (w/m2.°C)	ABS. MASSIS F.S. VIDRE	ALBEDO EXPOS. VIDRE	GRUIX FULL INTERIOR (m)	DENSITAT (Kg/m3)	COEFICIENT INÈRCIA MUR	CAPACITAT	SUPERF * K
NORD TOTAL	2365.3	1.15	0.20	0.65	0.14	1600	0.6	52319	1946
VIDRE, ETC.	672.8	5.80	0.70	0.70	0.01	2500.00	0.9	3482	3902
N.EST TOTAL									
VIDRE, ETC.									
EST TOTAL	1212.9	1.05	0.20	0.65	0.14	1600.00	0.6	37147	1262
VIDRE, ETC.	11.2	5.80	0.70	0.90	0.01	2500.00	0.9	58	65
SUDEST TOTAL									
VIDRE, ETC.									
SUD TOTAL	2439.3	1.13	0.20	0.65	0.14	1600.00	0.6	51875	1896
VIDRE, ETC.	761.2	5.60	0.70	0.30	0.01	2500.00	0.9	3939	4263
S.OEST TOTAL									
VIDRE, ETC.									
OEST TOTAL	1212.9	1.13	0.20	0.65	0.14	1600.00	0.6	37147	1358
VIDRE, ETC.	11.2	5.80	0.70	0.90	0.01	2500.00	0.9	58	65
N.OEST TOTAL									
VIDRE, ETC.									
COBERTA TOTAL	4391.8	0.45	0.20		0.15	2400.00	0.8	278081	1889
VIDRE, ETC.	193.8	3.00	0.50	0.80	0.01	2500.00	0.9	1003	581
SOSTRE SANITARI	3155.0	0.68			0.15	2400.00	0.8	208987	1502
SOLERA I MURS DE CONTENCIÓ									

Fig. 2.3.1. BALANÇ ENERGÈTIC entrada de datos

- En la segunda hoja denominada T.A.I se introducen las variables climáticas y de aportes internos del edificio: Tº exterior, infiltraciones, calefacción/refrigeración, aparatos, ocupantes, etc. y se presentan los resultados que se van obteniendo a partir de estos datos.

*1999-2003 - ARCADÍ DE BOBES - SECCIÓ TECNOLOGIA - E.T.S. ARQUITECTURA VALLES - UPC									
TEMPERATURES, INFILTRACIONS, APORTACIONS INTERNES			NOM ARXIU: ETSAV	CAS: Julio	MES: JUNY	AMPL. INT.	Tint. MITJA	Δ T	
TEMP. EXTERIOR	AMPLITUD TÈRMICA		DE INFILTRACIÓ PER M2		Dep	TEMP. INT. INICIAL	AMBIT DE CONFORT		
MITJA	24.5	EXTERIOR	14.0	DE FINESTRA	8.0	26.0	24	28	
HORA	TEMPERATURES EXTERIORS		VENTIL·LACIÓ		RENOVACIÓ	APORTACIONS INTERNES.			
	AUTOMÀTICA	MANUAL	DE CÀLCUL	Sq (m2/h)	TOTAL (vol/h)	CLIMATITZACIÓ	APARELLS	OCUPANTS	
5	17.5			17.5	500	2.6	-4225	51000	500
6	18.0			18.0	500	2.6	-4225	59670	500
7	19.6			19.6	500	2.6	-4225	52700	1750
8	21.8			21.8	3000	7.9	-4225	57375	3038
9	24.5			24.5	3000	7.9	-42900	63580	50025
10	27.2			27.2	3000	7.9	-41200	70465	50163
11	29.4			29.4	3000	7.9	-49400	74715	27700
12	31.0			31.0	3000	7.9	-49400	77265	40950
13	31.5			31.5	3000	7.9	-49400	78370	56338
14	31.4			31.4	3000	7.9	-49400	73100	55938
15	31.0			31.0	3000	7.9	-49400	72080	27213
16	30.3			30.3	3000	7.9	-49400	69785	39850
17	29.4			29.4	3000	7.9	-49400	71145	32563
18	28.4			28.4	3000	7.9	-42900	71825	26600
19	27.2			27.2	3000	7.9	-16250	69615	26338
20	25.9			25.9	3000	7.9	-4225	64855	7913
21	24.5			24.5	3000	7.9	-4225	55420	4100
22	23.1			23.1	3000	7.9	-4225	54995	2263
23	21.8			21.8	3000	7.9	-4225	53975	975
24	20.6			20.6	500	2.6	-4225	55760	950
1	19.6			19.6	500	2.6	-4225	55505	500
2	18.7			18.7	500	2.6	-4225	54570	700

Fig. 2.3.2. BALANÇ ENERGÈTIC hoja T.A.I

- En la tercera hoja "PERFIL USOS" se introducen hora a hora los perfiles de uso: número de ocupantes, grado de actividad, aparatos eléctricos en marcha e iluminación. Estos datos se envían automáticamente a la hoja anterior.

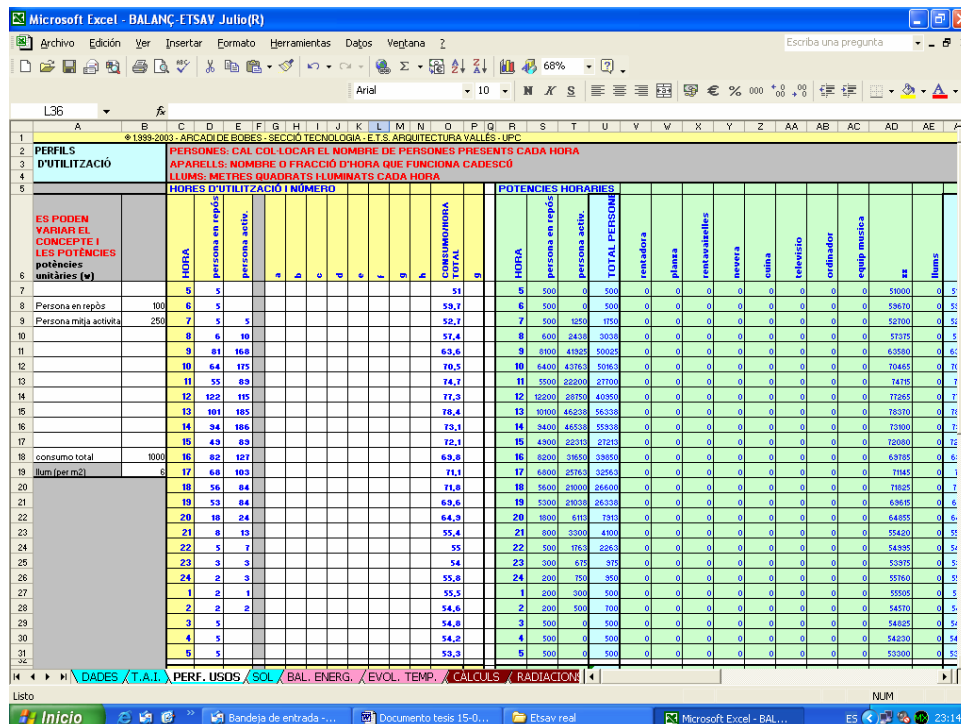


Fig. 2.3.3. BALANÇ ENERGÈTIC. Perfil de usos

- En la hoja SOL se introducen las condiciones globales de asoleamiento del edificio y, cuando se introducen los datos correspondientes, se presentan los resultados de radiación e incremento de temperatura al final del período.

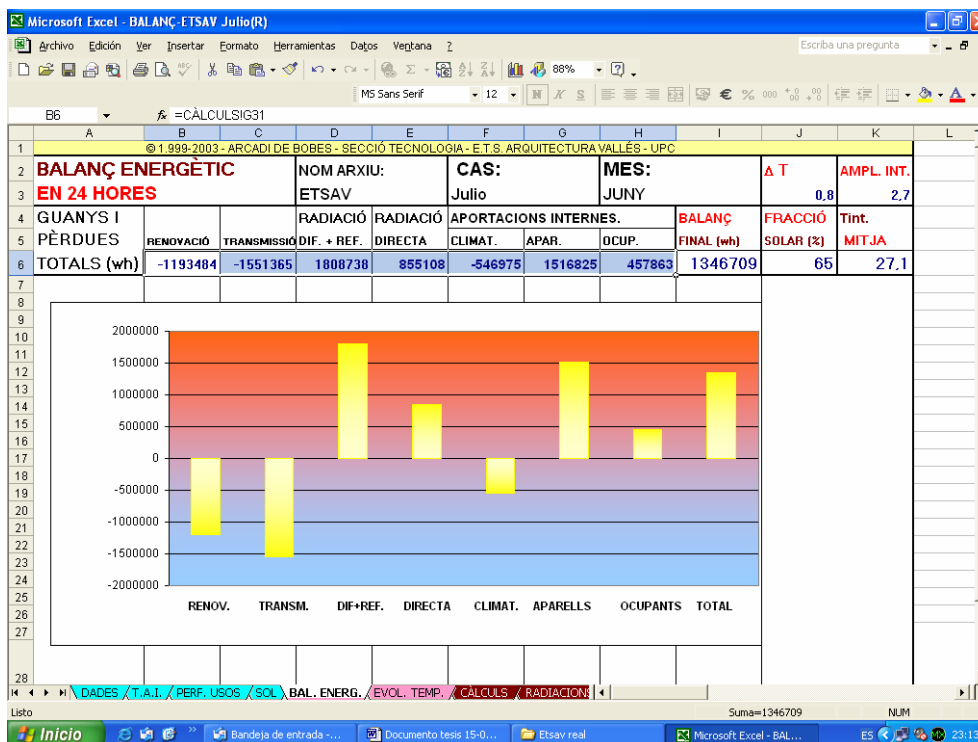


Fig. 2.3.4. BALANÇ ENERGÈTIC. Hoja de balance energético diario.

- La hoja "BAL. ENERG" es solamente de resultados y es donde se representan gráfica y numéricamente los datos del balance energético del período diario y el incremento de temperatura al final del período.
- En la hoja "EVOL. TEMP" se representa gráfica y numéricamente la evolución de las temperaturas interiores y exteriores y un resumen de las características básicas del edificio. Esta hoja es también solo de resultados.
- En la hoja "CÀLCULS" se realizan todos los cálculos de la herramienta
- La hoja "RADIACIONS" contiene los datos de radiación que se utilizan en los cálculos de la herramienta.

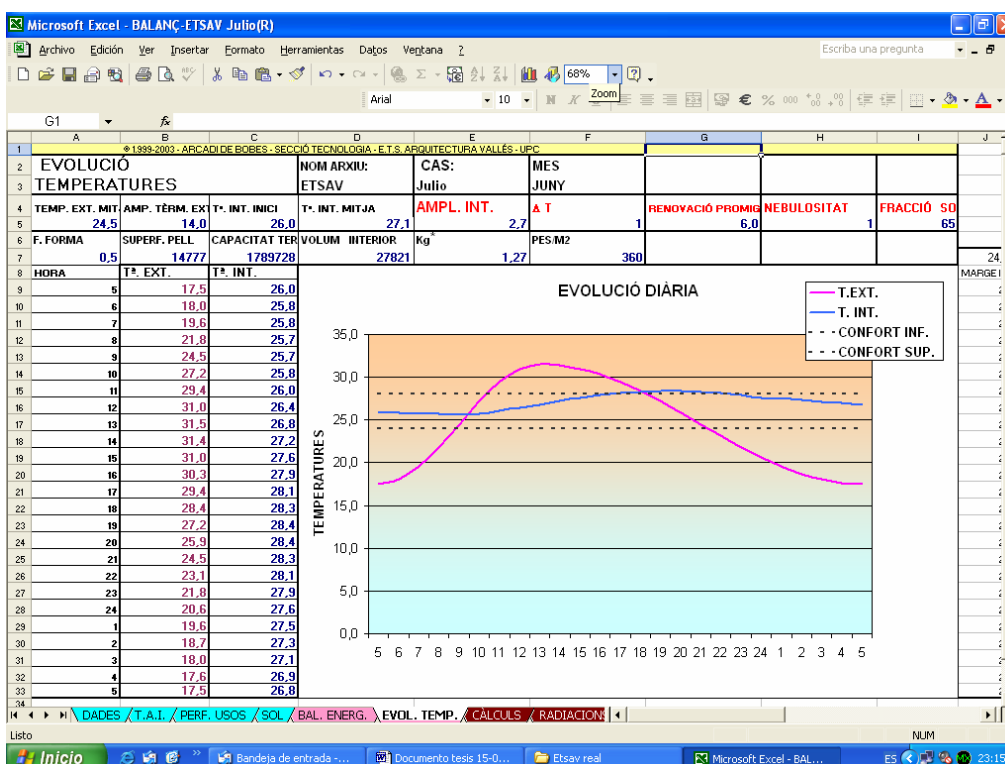


Fig. 2.3.5. BALANÇ ENERGÈTIC evolució de las temperaturas

No obstante la aclaración de su autor, donde establece las limitaciones de la herramienta, se trata de una instrumento de mucha utilidad para estudios de las características como el presente, ya que permite introducir las modificaciones de las diferentes variables hora a hora, tanto de la variación de las condiciones exteriores del edificio, como de los valores de consumo energético y volumen de usuarios que se levantaron en el trabajo de campo realizado.

Si bien BALANÇ ENERGÈTIC no es una herramienta de la precisión de un programa informático que realice un análisis en régimen transitorio o tipo multizona, si es una herramienta que permite conocer de forma aproximada las tendencias en la variación de las condiciones de confort interior, y estimar la incidencia del aporte energético en forma de frío o de calor para diferentes épocas del año. Esta condición, sumada al carácter "abierto" de una herramienta Excel como esta, le hace marcar una diferencia importante respecto a programas más desarrollados pero "herméticos" en cuanto a la visualización de los datos que consideran y la singularización que pueda requerir el usuario.

Teniendo en cuenta que Balanç Energètic permite obtener los valores de demanda para períodos de 1 día, fue necesario realizar para cada edificio el estudio de 12 días diferentes, uno

por cada mes del año, consignando la variación de las condiciones exteriores de temperatura, los parámetros de confort, los registros de consumo energético y seguimiento del volumen de usuarios realizados.

Considerando que un “día tipo” representa a todos los días del mes que se analiza, para cada mes del año se analizó cuantas veces se podría repetir este día y se distinguieron días laborables de no laborables. A partir de esta información se proyectó la demanda mensual y anual como se presenta en la **Fig. 2.3.6**.

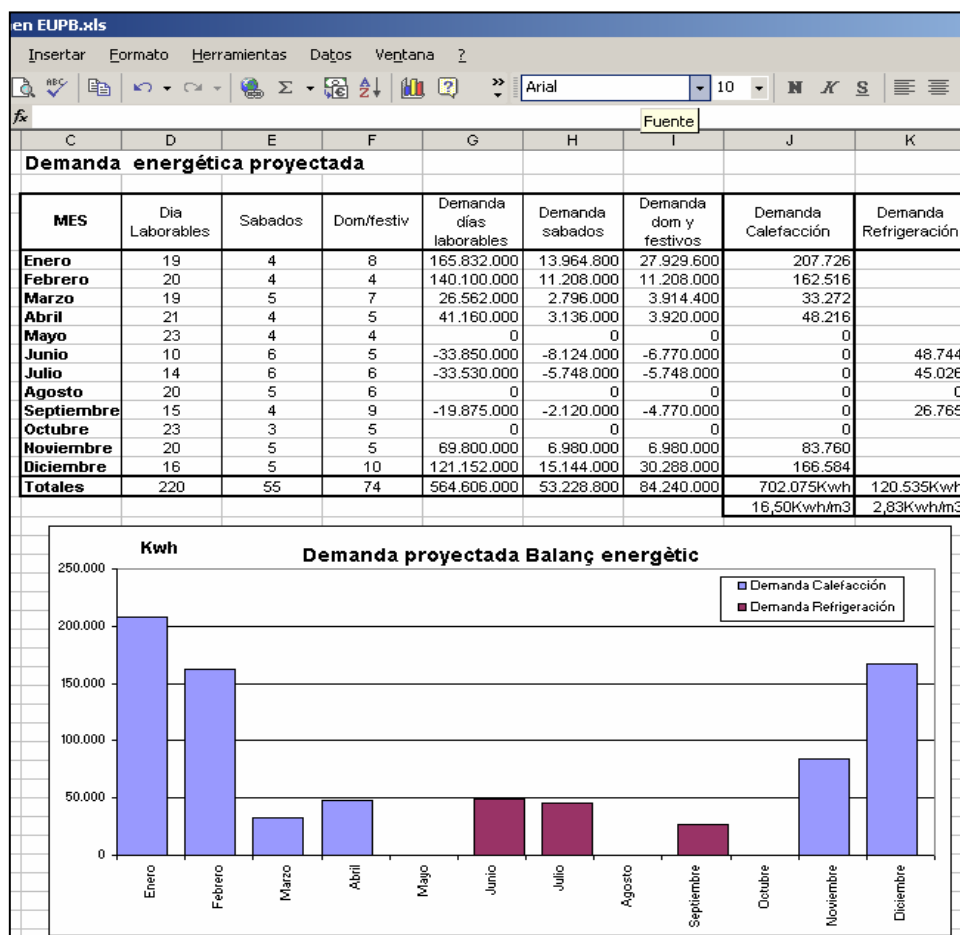


Fig. 2.3.6. BALANÇ ENERGÈTIC projección de la demanda

- Resultados obtenidos con BALANÇ ENERGÈTIC.

A continuación se presenta un resumen de los resultados obtenidos de demanda energética de los edificios estudiados, utilizando la herramienta BALANÇ ENERGÈTIC. Se presenta la siguiente información:

- la hoja de introducción de datos donde se definen las características generales de cada edificio.
- las gráficas de evolución de temperaturas de los días tipo de los meses más representativos del año (por la demanda energética que suponen), 4 del período de invierno y 2 del período de verano.
- datos de balance energético mensual y la proyección demanda anual que también se incluye

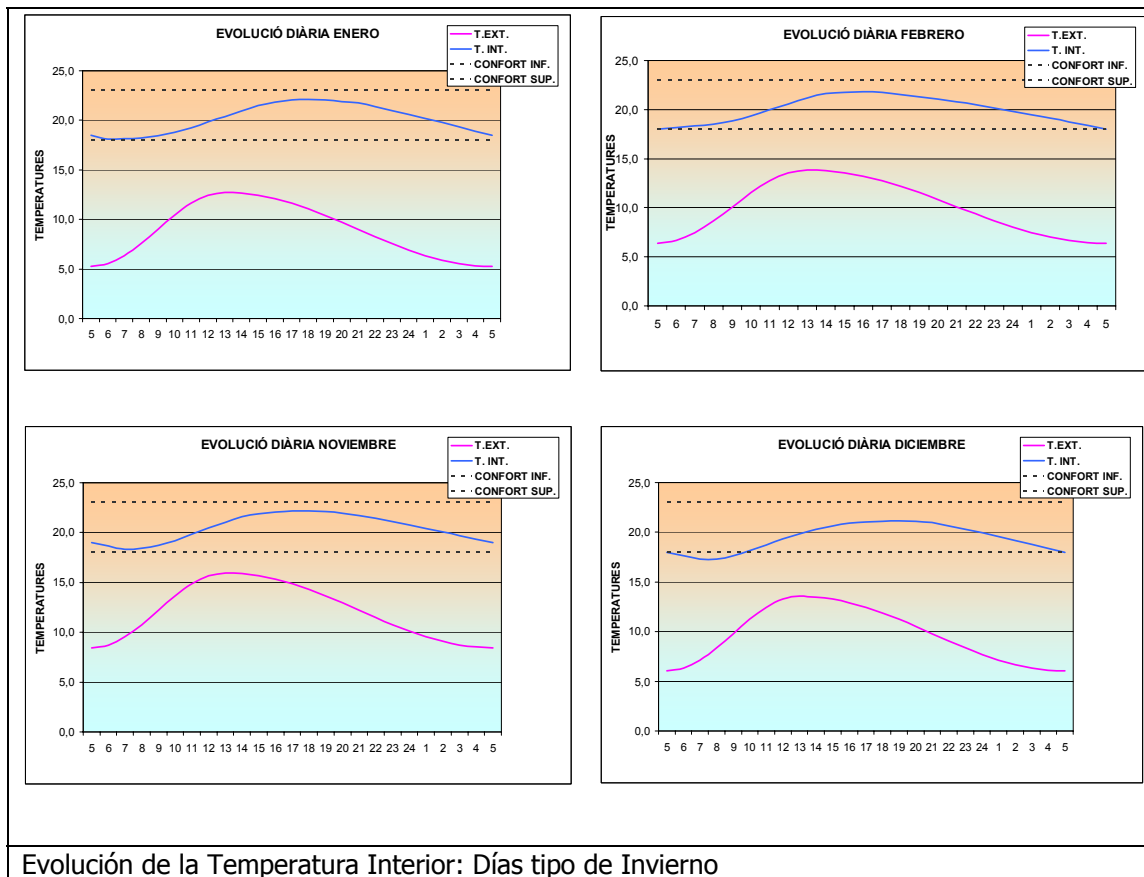
Con relación a los meses de primavera y otoño, aunque las gráficas correspondientes a estos meses no se incluyen en este documento, la demanda energética calculada en cada caso si se incluye en los resúmenes de balance energético y demanda anual.

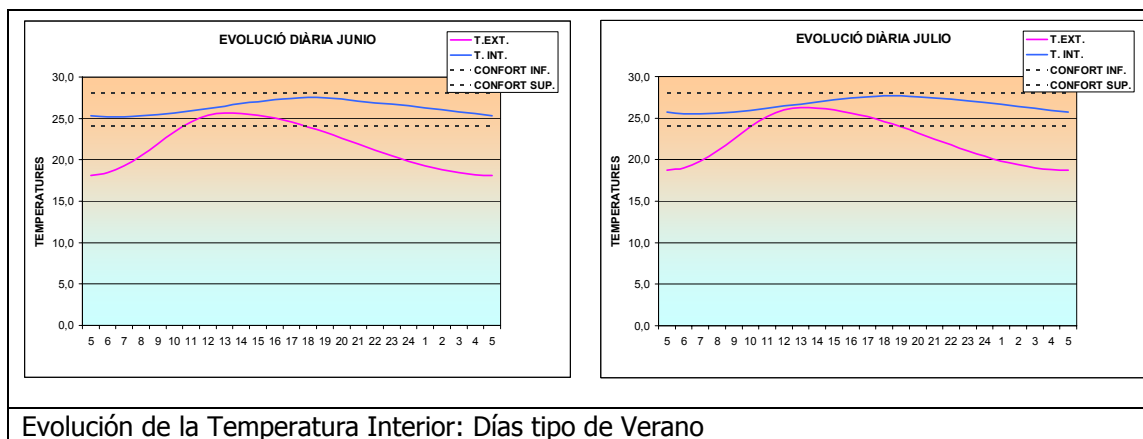
Evaluación de la demanda energética con la herramienta **BALANÇ ENERGÈTIC**

• Edificios autónomos – EPSEB

© 1.999-2003 - ARCAD I DE BOBES - SECCIÓ TECNOLOGIA - E.T.S. ARQUITECTURA VALLES - UPC										
DADES BASIQUES	NOM ARXIU:	CAS:	MES:		INTRODUC.	COEFICIENT	AMPL. INT.	Tint. MITJA Δ T		
	EPSEB	Abril	e	Maig / Set.	DE SUPERF.	D'INERCIA	4,0	18,8	-1,1	
RESULTATS GLOBALS	FACTOR DE FORMA (m-1)	QUPELL (m2)	VOLUM su INT. (M3)	Kg ^m	CAP. TERM. TOTAL	CAPACITAT g MASSA. INT.	CAPACITAT g EQUIP. INT.	CAPACITAT TOTAL / M2	PES / M2 INDICA s	
	0,31	13025	42055	2,30	1559959	848695	98510	646	3572	
DIMENSIONS I VARIABLES INTERIORS	ALÇADA MITJA (M)	SUP. PLANTA veu (M2)	MASSA INTERIOR obra (kg)	COEF. D'INERCIA INTERIOR D'OBRA	MASSA INTERIOR EQUIPAMENT (Kg.)	COEF. INERCIA INTERIOR EQUIP.				
	3,5	2414,7	4612473	0,8	547280	0,4				
PARAMENT	SUPERFICIE (M2)	COEF. K (w/m2.°C)	ABS. MASSIS ca F.S. VIDRE	FALBEDO F EXPOS. VIDRE	IGRUIX FULL INTERIOR (M.)	DENSITAT Uni (Kg/m3)	COEFICIENT D'INERCIA MUR	Capacitat	D SUPERF * K D	
NORD TOTAL	1160,7	2,07	0,70	0,65	0,05	1400,00	0,8	9141	1469	
VIDRE, ETC.	451,0	5,80	0,70	0,70	0,01	2500,00	0,9	2334	2616	
N.EST TOTAL										
VIDRE, ETC.										
EST TOTAL	2738,8	1,78	0,70	0,65	0,05	1400,00	0,8	22853	3158	
VIDRE, ETC.	964,5	5,80	0,70	0,70	0,01	2500,00	0,9	4991	5594	
SUDEST TOTAL										
VIDRE, ETC.										
SUD TOTAL	1198,0	2,13	0,70	0,65	0,05	1400,00	0,8	8072	1335	
VIDRE, ETC.	571,3	5,80	0,70	0,70	0,01	2500,00	0,9	2956	3314	
S.OEST TOTAL										
VIDRE, ETC.										
OEST TOTAL	2490,1	1,82	0,70	0,50	0,05	1400,00	0,8	20977	2964	
VIDRE, ETC.	861,5	5,80	0,70	0,70	0,01	2500,00	0,9	4458	4997	
N.OEST TOTAL										
VIDRE, ETC.										
COBERTA TOTAL	2718,0	1,20	0,60		0,30	1100,00	0,8	160787	3178	
VIDRE, ETC.	70,0	2,80	0,60	0,50	0,05	2500,00	0,9	1811	196	
SOSTRE SANITARI										
SOLERA I MURS DE CON	2719,5	0,80			0,30	2400,00	0,8	360285	1088	

Introducción de datos generales



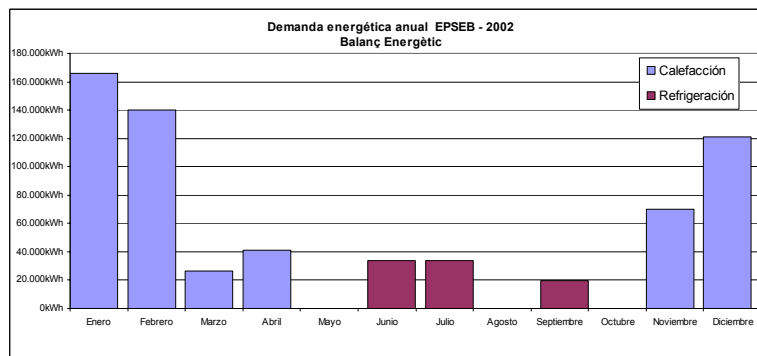


Resumen de resultados del balance energético para cada mes

MES	RENOVACION	TRANSMISION	RADIACIÓN DIF. + REF.	RADIACIÓN DIRECTA	APORTES INTERNOS.			BALANÇ FINAL (wh)
					CLIMAT.	APAR.	OCUP.	
Enero	-5.875.659	-8.154.857	1.150.278	1.552.888	8.728.000	1.871.436	728.040	0Wh
Febrero	-5.187.678	-7.283.056	1.150.278	1.552.888	7.005.000	2.058.580	703.450	0Wh
Marzo	-4.491.158	-4.921.153	2.758.051	2.341.728	1.398.000	2.058.580	856.350	0Wh
Abril	-4.841.954	-5.388.160	2.866.978	2.452.162	1.960.000	2.298.702	651.290	0Wh
Mayo	-3.809.283	-4.054.333	2.592.678	2.114.669	0	2.703.015	453.024	0Wh
Junio	-2.295.320	-1.377.223	3.091.570	1.946.632	-3.385.000	1.671.621	347.530	0Wh
Julio	-2.132.117	-1.154.567	2.848.770	1.632.203	-2.395.000	891.531	308.292	0Wh
Agosto	0	0	0	0	0	0	0	0Wh
Septiembre	-2.620.743	-2.564.272	2.183.985	1.610.568	-1.325.000	2.032.352	683.050	0Wh
Octubre	-3.655.466	-3.842.197	2.592.678	2.114.669	0	1.945.650	844.930	0Wh
Noviembre	-3.806.319	-5.444.960	1.106.731	1.503.806	3.490.000	2.479.885	671.520	0Wh
Diciembre	-5.419.352	-7.578.349	1.150.278	1.552.888	7.572.000	1.911.168	810.692	0Wh
Totales	-44.135.048	-51.763.126	23.492.273	20.375.100	23.048.000	21.922.519	7.058.168	0Wh

Demanda anual de Calefacción / Refrigeración en kWh -año

MES	Día Laborables	Sabados	Dom/festiv	Demanda días laborables	Demanda sábados	Demanda dom/festiv	DEMANDA ANUAL CALEFACCIÓN	DEMANDA ANUAL REFRIGERACIÓN
Enero	19	4	8	165832000	0	0	165.832	
Febrero	20	4	4	140100000	0	0	140.100	
Marzo	19	5	7	26562000	0	0	26.562	
Abril	21	4	5	41160000	0	0	41.160	
Mayo	23	4	4	0	0	0	0	
Junio	10	6	5	-33850000	0	0	0	33.850
Julio	14	6	6	-33530000	0	0	0	33.530
Agosto	20	5	6	0	0	0	0	0
Septiembre	15	4	9	-19875000	0	0	0	19.875
Octubre	23	3	5	0	0	0	0	0
Noviembre	20	5	5	69800000	0	0	69.800	
Diciembre	16	5	10	121152000	0	0	121.152	
Totales	220	55	74	564606000	0	0	564.606kWh	87.255kWh



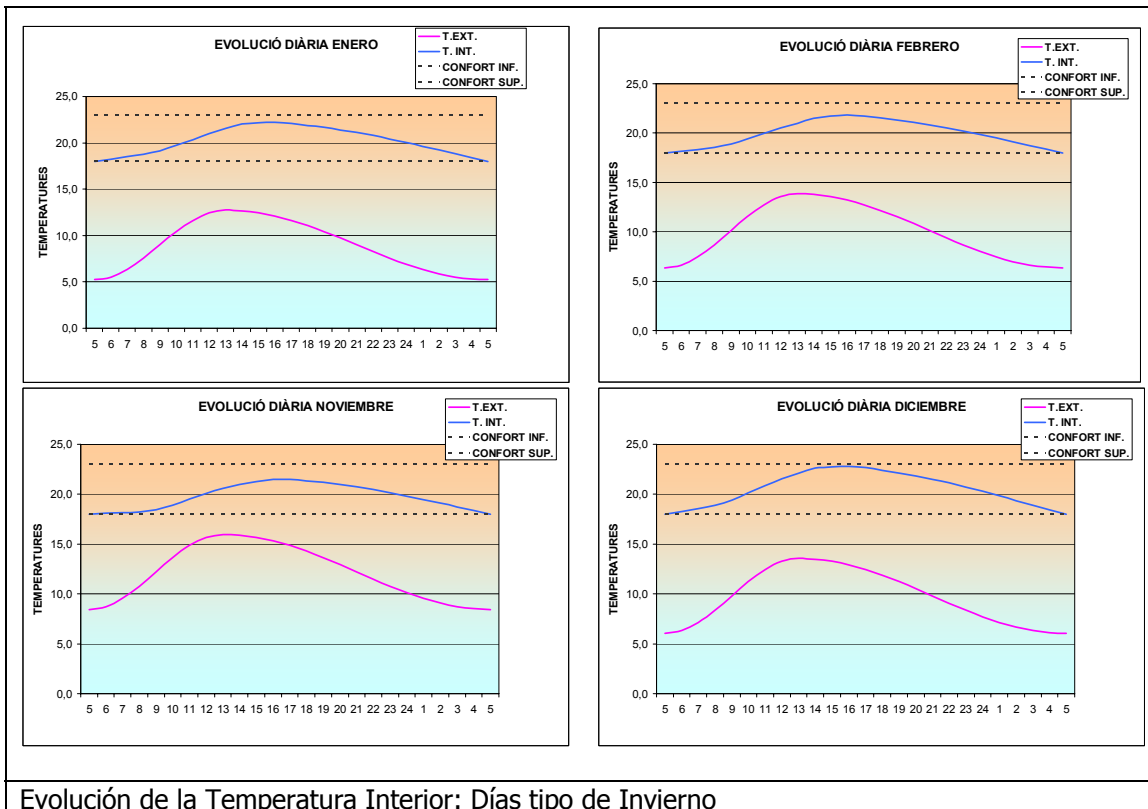
Nota: En el período de estudio (Año académico 2002-2003) la actividad en este edificio los fines de semana y festivos era prácticamente nula, sin clases programadas y sin servicio de Biblioteca. Solo se identificaron horas de presencia de usuarios en conserjería y labores de mantenimiento esporádicas.

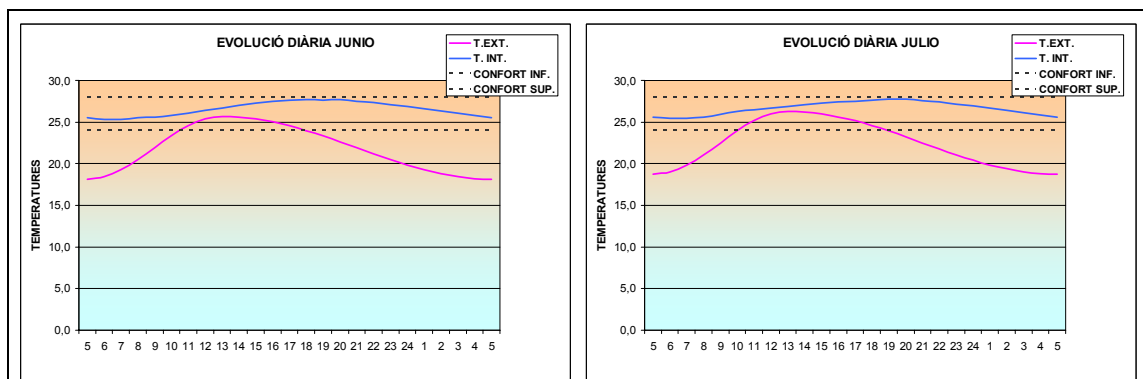
Evaluación de la demanda energética con la herramienta BALANÇ ENERGÈTIC

• Edificios autónomos – ETSAB

© 1.999-2003 - ARCAD I DE BOBES - SECCIÓ TECNOLOGIA - E.T.S. ARQUITECTURA VALLES - UPC									
DADES BASIQUES	NOM ARXIU: N	CAS:	MES:	DESEMB.	INTRODUC. DE SUPERF.	COEFICIENT D'INÈRCIA	AMPL. I Tint. MITJ	Δ T	
ETSAB	Enero	d					4,2	20,2	0,0
RESULTATS GLOBALS	FACTOR DE FORMA (m-1)	SUPERFICIE PELL (m2)	VOLUM INT. (M3)	DESEMB. Kg*	CAP. TÈRM. TOTAL	CAPACITAT MASSA INT.	CAPACITAT EQUIP. INT.	CAPACITAT TOTAL / M2	PES / M2 INDICA
	0,34	11058	32086	2,50	1495768	1044550	55915	1156	6395
DIMENSIONS I VARIABLES INTERIORS	ALÇADA MITJA (M)	SUP. PLANTA ve (M2)	MASA INTERIOR obra (kg)	COEF. D'INÈRCIA INTERIOR D'OBRA	MASA INTERIOR EQUIPAMENT (K)	COEF. INÈRCIA INTERIOR EQUIP.			
	3,6	1294,0	5676903	0,8	310640	0,4			
PARAMENT	SUPERFICIE (M2)	COEF. K (w/m2.°C)	ABS. MASSIS F.S. VIDRE	ALBEDO EXPOS. VIDRE	GRUIX FULL INTERIOR (M)	DENSITAT (Kg/m3)	COEFICIENT D'INÈRCIA MI	CAPACITAT	SUPERF. A
NORD TOTAL	1417,0	1,68	0,70	0,65	0,05	1400,00	0,8	9948	1298
VIDRE, ETC.	644,6	5,80	0,70	0,70	0,01	2500,00	0,9	3336	3739
N.EST TOTAL									
VIDRE, ETC.									
EST TOTAL	2204,2	1,82	0,70	0,65	0,05	1400,00	0,8	15940	2252
VIDRE, ETC.	966,6	5,80	0,70	0,70	0,01	2500,00	0,9	5002	5606
SUDEST TOTAL									
VIDRE, ETC.									
SUD TOTAL	1346,5	1,62	0,70	0,65	0,05	1400,00	0,8	11823	1487
VIDRE, ETC.	428,6	5,80	0,70	0,70	0,01	2500,00	0,9	2218	2486
S.OEST TOTAL									
VIDRE, ETC.									
OEST TOTAL	2125,3	1,82	0,70	0,65	0,05	1400,00	0,8	15634	2209
VIDRE, ETC.	911,5	5,80	0,70	0,70	0,01	2500,00	0,9	4717	5287
N.OEST TOTAL									
VIDRE, ETC.									
COBERTA TOTAL	1608,9	1,25	0,60		0,30	1800,00	0,8	159858	2011
VIDRE, ETC.	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0	0
SOSTRE SANITARI	1062,3	0,85			0,15	2400,00	0,8	70363	632
SOLERA I MURS DE C	1294,0	1,00			0,15	2400,00	0,8	85715	647

Introducción de datos generales





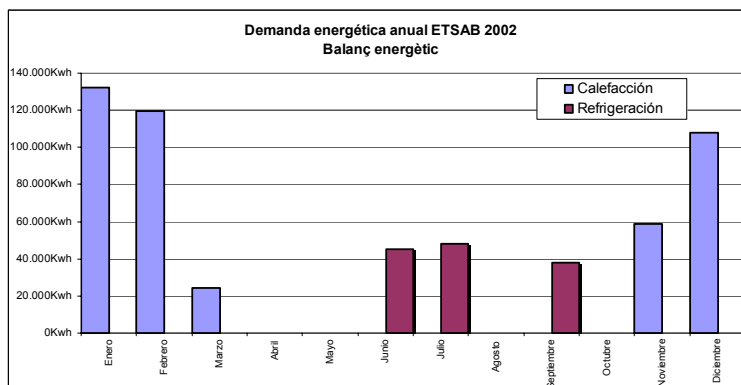
Evolución de la Temperatura Interior: Días tipo de Verano

Resumen de resultados del balance energético para cada mes

MES	RENOVACION	TRANSMISION	RADIACIÓN DIF. + REF.	RADIACIÓN DIRECTA	APORTES INTERNOS.			BALANÇ FINAL (wh)
					CLIMAT.	APAR.	OCUP.	
Enero	-5.095.425	-7.536.730	1.242.131	1.354.454	6.882.000	2.494.080	658.850	0Wh
Febrero	-4.325.855	-6.656.187	1.242.131	1.354.454	5.970.000	2.095.743	319.600	0Wh
Marzo	-4.236.107	-5.198.766	3.132.705	2.226.996	1.290.000	2.177.890	606.850	0Wh
Abril	-3.569.478	-4.314.261	3.132.705	2.226.996	0	1.995.668	527.950	0Wh
Mayo	-3.384.195	-3.980.325	2.895.757	1.908.853	0	2.021.076	539.200	0Wh
Junio	-2.158.371	-1.579.085	3.579.225	1.901.214	-4.517.000	2.353.290	421.150	0Wh
Julio	-1.809.987	-1.268.869	3.516.851	1.870.011	-3.425.000	941.316	175.200	0Wh
Agosto	0	0	0	0	0	0	0	0Wh
Septiembre	-2.175.441	-2.322.417	2.785.514	1.817.887	-2.525.000	1.965.120	454.240	0Wh
Octubre	-3.223.534	-3.723.219	2.677.958	1.749.782	0	1.988.960	531.360	0Wh
Noviembre	-3.410.981	-5.126.774	1.242.131	1.354.454	2.950.000	2.326.311	665.475	0Wh
Diciembre	-4.798.754	-7.187.404	1.242.131	1.354.454	6.625.000	2.338.200	425.600	0Wh
Totales	-38.188.127	-48.894.037	26.689.239	19.119.554	13.250.000	22.697.656	5.325.475	0Wh

Demanda anual de Calefacción / Refrigeración en kWh –año

MES	Dia Laborables	Sabados	Dom/festiv	Demanda días laborables	Demanda sábados	Demanda dom/festiv	DEMANDA ANUAL CALEFACCIÓN	DEMANDA ANUAL REFRIGERACIÓN
Enero	19	4	8	130758000	1651680	0	132.410	
Febrero	20	4	4	119400000	0	0	119.400	
Marzo	19	5	7	24510000	0	0	24.510	
Abril	21	4	5	0	0	0	0	
Mayo	23	4	4	0	0	0	0	0
Junio	10	2	2	-45170000	-542040	-451700	0	45.170
Julio	14	4	4	-47950000	0	0	0	47.950
Agosto	20	5	6	0	0	0	0	0
Septiembre	15	4	9	-37875000	-606000	0	0	37.875
Octubre	23	3	5	0	0	0	0	0
Noviembre	20	5	5	59000000	0	0	59.000	
Diciembre	16	5	10	106000000	1987500	0	107.988	
Totales	220	49	69	439668000	3639180	0	443.307 kWh	130.995 kWh

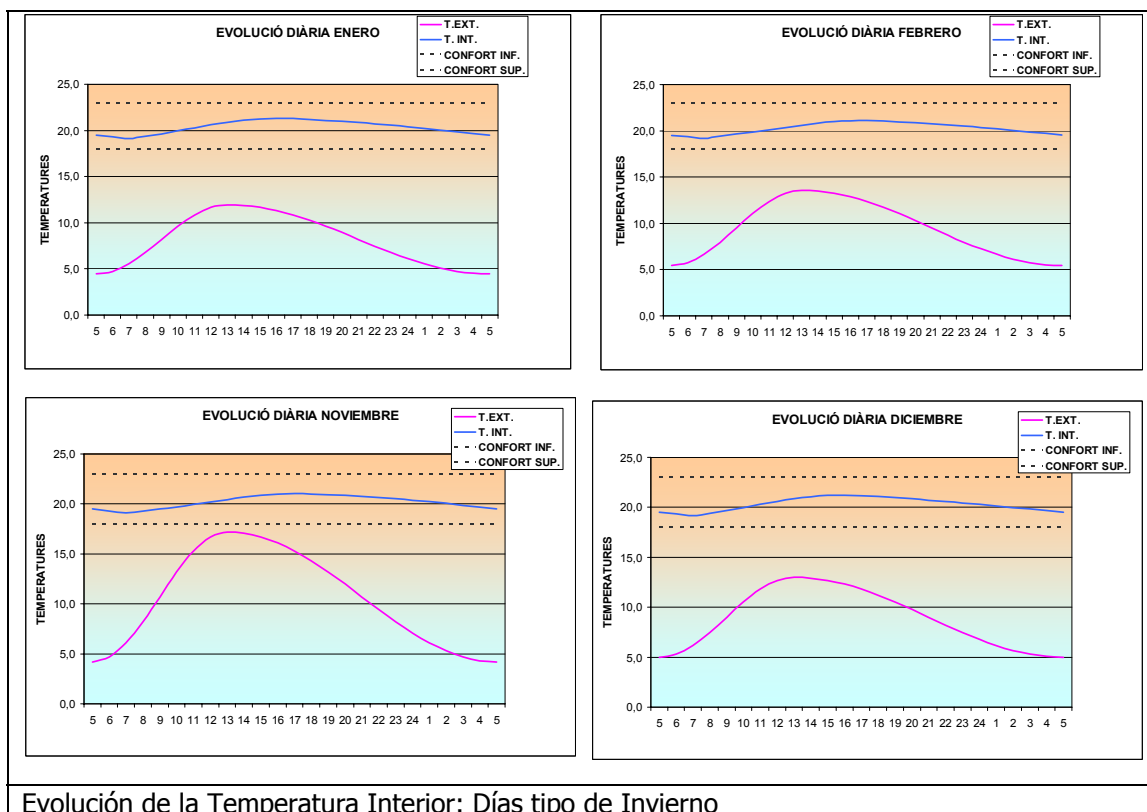


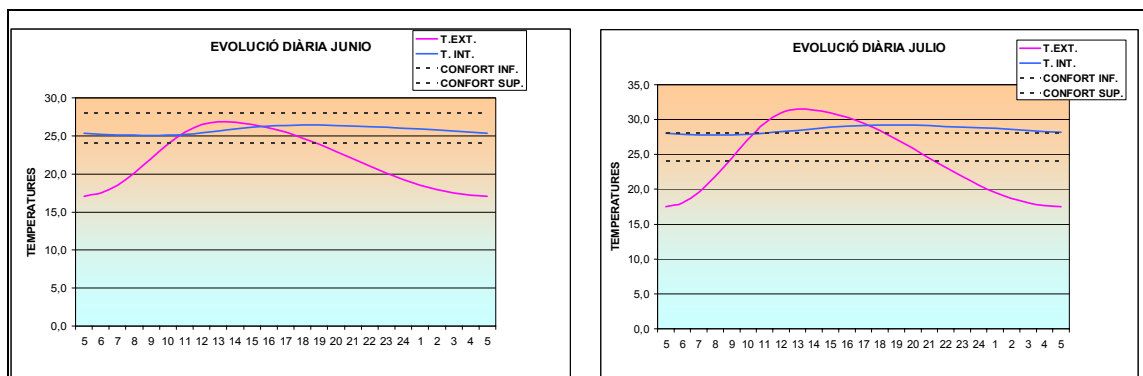
Evaluación de la demanda energética con la herramienta BALANÇ ENERGÈTIC

• Edificios autónomos – ETSAV

© 1.999-2003 - ARCAD I DE BOBES - SECCIÓ TECNOLOGIA - E.T.S. ARQUITECTURA VALLES - UPC										
DADES	NOM ARXIU:	CAS:	MES:	DESEMB.	INTRODUC.	COEFICIENT	AMPL. INT.	Tint. MITJA	Δ T	T
BASIQUES	ETSAV	Enero	d	DESEMB.	DE SUPERF.	D'INERCIA	F	2,2	20,4	0,0
RESULTATS	FACTOR DE	SUPERFICIE	VOLUM	Kg*	CAP. TERM.	CAPACITAT	CAPACITAT	CAPACITAT	CAPACITAT	PES / M2
GLOBS	FORMA (m-1)	PELL (m2)	INT. (M3)	W/m2.°C	TOTAL	MASSA. INT.	EQUIP. INT.	TOTAL / M2	INDICA	INDICA
	0,53	14777	27821	1,34	1789728	1050398	55915	62	360	
DIMENSIONS I VARIABLES INTERIORS	ALÇADA MITJA (M)	SUP. PLANTA (M2)	MASA INTERIOR obra (Kg)	COEF. D'INÈRCIA INTERIOR D'OBRA	MASA INTERIOR EQUIPAMENT (Kg)	COEF. INÈRCIA INTERIOR EQUIP.				
	4,0	28882,0	5708686,96	0,8	310640	0,4				
PARAMENT	SUPERFICIE (M2)	COEF. K (w/m2.°C)	ABS. MASSIS F.S. VIDRE	ALBEDO EXPOS. VIDRE	GRUIX FULL INTERIOR (M)	DENSITAT (Kg/m3)	COEFICIENT D'INÈRCIA MUR	CAPACITAT	SUPERF * K	
NORD TOTAL	2365,3	1,15	0,20	0,65	0,14	1600	0,6	52319	1946	
VIDRE, ETC.	672,8	5,80	0,70	0,70	0,01	2500,00	0,9	3482	3902	
N.EST TOTAL										
VIDRE, ETC.										
EST TOTAL	1212,9	1,05	0,20	0,65	0,14	1600,00	0,6	37147	1262	
VIDRE, ETC.	11,2	5,80	0,70	0,90	0,01	2500,00	0,9	58	65	
SUDEST TOTAL										
VIDRE, ETC.										
SUD TOTAL	2439,3	1,13	0,20	0,65	0,14	1600,00	0,6	51875	1896	
VIDRE, ETC.	761,2	5,60	0,70	0,70	0,01	2500,00	0,9	3939	4263	
S.OEST TOTAL										
VIDRE, ETC.										
OEST TOTAL	1212,9	1,13	0,20	0,65	0,14	1600,00	0,6	37147	1358	
VIDRE, ETC.	11,2	5,80	0,70	0,90	0,01	2500,00	0,9	58	65	
N.OEST TOTAL										
VIDRE, ETC.										
COBERTA TOTAL	4391,8	0,65	0,20	0,15	0,15	2400,00	0,8	278081	2729	
VIDRE, ETC.	193,8	3,00	0,50	0,80	0,01	2500,00	0,9	1003	581	
SOSTRE SANITARI	3155,0	0,80				2400,00	0,8	208987	1767	
SOLERA I MURS DE CONTENCIÓ										

Introducción de datos generales





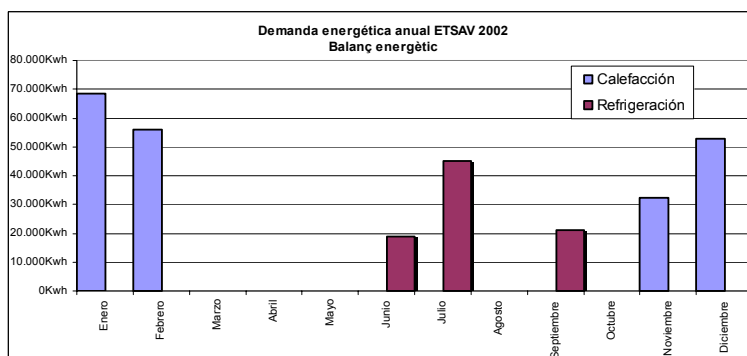
Evolución de la Temperatura Interior: Días tipo de Verano

Resumen de resultados del balance energético para cada mes

RENOVACION	TRANSMISION	RADIACIÓN DIF. + REF.	RADIACIÓN DIRECTA	APORTES INTERNOS.			BALANÇ FINAL (wh)
				CLIMAT.	APAR.	OCUP.	
-1.161.450	-5.829.894	647.696	1.210.915	3.135.000	1.572.480	425.850	0Wh
-1.082.870	-5.280.997	647.696	1.210.915	2.540.000	1.416.666	548.775	0Wh
-1.043.424	-4.448.811	1.576.507	1.393.467	0	1.933.826	588.738	0Wh
-997.838	-4.551.139	1.576.507	1.393.467	0	2.032.945	546.553	0Wh
-871.877	-3.941.582	1.427.800	1.090.548	0	1.782.342	512.905	0Wh
-601.351	-2.831.272	1.914.028	907.060	-1.000.000	1.213.460	457.863	0Wh
-108.463	-1.688.044	1.808.738	855.108	-2.505.900	1.213.460	457.863	0Wh
0	0	0	0	0	0	0	0Wh
-224.994	-2.236.227	1.353.446	939.088	-1.245.000	991.040	422.250	0Wh
-504.343	-3.248.635	588.391	902.801	0	1.725.020	537.350	0Wh
-827.483	-4.593.560	647.696	1.210.915	1.443.000	1.598.240	520.678	0Wh
-1.073.320	-5.470.793	647.696	1.210.915	2.707.000	1.598.240	380.521	0Wh
-8.497.415	-44.120.953	12.836.204	12.325.200	5.074.100	17.077.720	5.399.344	0Wh

Demanda anual de Calefacción / Refrigeración en kWh –año

MES	Dia Laborables	Sabados	Dom/festiv	Demanda días laborables	Demanda sábados	Demanda dom/festiv	DEMANDA ANUAL CALEFACCIÓN	DEMANDA ANUAL REFRIGERACIÓN
Enero	19	4	8	59565000	5016000	3762000	68.343	
Febrero	20	4	4	50800000	4064000	1016000	55.880	
Marzo	19	5	7	0	0	0	0	
Abril	21	4	5	0	0	0	0	
Mayo	21	4	4	0	0	0	0	
Junio	19	6	5	-19000000	0	0	0	19.000
Julio	18	6	4	-45106200	0	0	0	45.106
Agosto	20	5	6	0	0	0	0	0
Septiembre	17	4	9	-21165000	0	0	0	21.165
Octubre	23	3	5	0	0	0	0	
Noviembre	20	5	5	28860000	2886000	721500	32.468	
Diciembre	16	5	10	43312000	5414000	4060500	52.787	
Totales	233	55	72	182537000	17380000	9560000	209.477 kWh	85.271 kWh

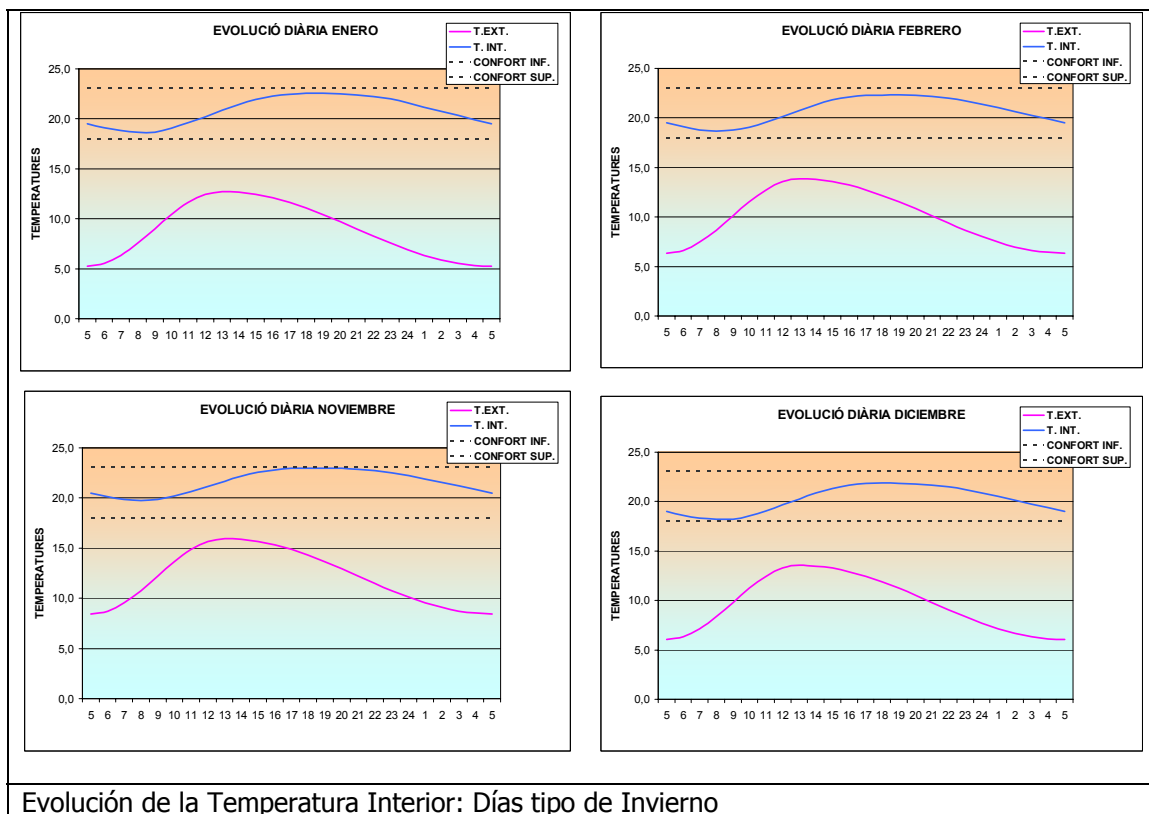


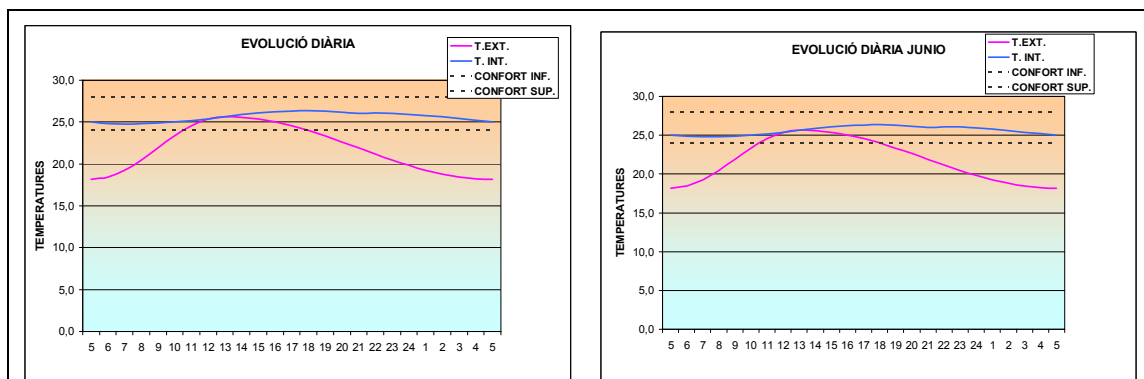
Evaluación de la demanda energética con la herramienta BALANÇ ENERGÈTIC

• Edificios en campus – Módulo C-3 campus nord

© 1.999-2003 - ARCAD I DE BOBES - SECCIÓ TECNOLOGIA - E. I. S. ARQUITECTURA VALLES - UPC										
DADES BASIQUES		NOM ARXIU: C-3	CAS: Enero	MES: d	DESEMB.	INTRODUC. DE SUPERF.	COEFICIENT D'INERCIÀ	AMPL. IN	Tint. MITJ. ΔT	0,0
RESULTATS GLOBAIS		FACTOR DE FORMA (m-1)	SUPERFICIE PELL (m2)	VOLUM INT. (M3)	Kg ^{m2} W/m2.°C	CAP. TÈRM. TOTAL	CAPACITAT MASSA INT.	CAPACITAT EQUIP. INT	CAPACITAT TOTAL / M2 INDICA	PES / M2
		0,27	2632	9708	2,06	247548	40332	9720	330	1826
DIMENSIONS I VARIABLES INTERIORS		ALÇADA MITJA (M)	SUP. PLANTA (M2)	MASA INTERIOR obra (kg)	COEF. D'INERCIÀ INTERIOR D'OBRA	MASA INTERIOR EQUIPAMENT (Kg)	COEF. INÈRCIA INTERIOR EQUIP.			
		3,5	750,0	219195	0,8	54000	0,4			
PARAMENT		SUPERFICIE (M2)	COEF. K (w/m2.°C)	ABS. MASSIS F.S. VIDRE	ALBEDO EXPOS. VIDRE	GRUIX FULL INTERIOR (M)	DENSITAT (Kg/m3)	COEFICIEN INÈRCIA MUR	CAPACITAT	SUPERF * K
NORD	TOTAL	508,2	0,73	0,80	0,20	0,05	1400,00	0,8	3684	209
	VIDRE, ETC.	222,2	4,50	0,60	0,65	0,01	2500,00	0,9	1150	1000
N.EST	TOTAL									
	VIDRE, ETC.									
EST	TOTAL	188,4	0,68	0,80	0,20	0,05	1400,00	0,8	1641	87
	VIDRE, ETC.	60,9	5,80	0,70	0,65	0,01	2500,00	0,9	315	353
SUDEST	TOTAL									
	VIDRE, ETC.									
SUD	TOTAL	546,8	0,85	0,80	0,20	0,05	1400,00	0,8	3703	244
	VIDRE, ETC.	259,3	4,50	0,60	0,65	0,01	2500,00	0,9	1342	1167
S.OEST	TOTAL									
	VIDRE, ETC.									
OEST	TOTAL	193,3	0,68	0,80	0,20	0,05	1400,00	0,8	1680	89
	VIDRE, ETC.	62,9	5,80	0,70	0,65	0,01	2500,00	0,9	326	365
N.OEST	TOTAL									
	VIDRE, ETC.									
COBERTA	TOTAL	999,2	1,20	0,80		0,20	1800,00	0,8	66188	1199
	VIDRE, ETC.	0,0	0,00	0,00		0,00	0,00	0,0	0	0
SOSTRE SANITARI		999,2	0,80			0,20	2400,00	0,8	88249	560
SOLERA I MURS DE C		196,0	1,40			0,30	2400,00	0,8	25966	137

Introducción de datos generales





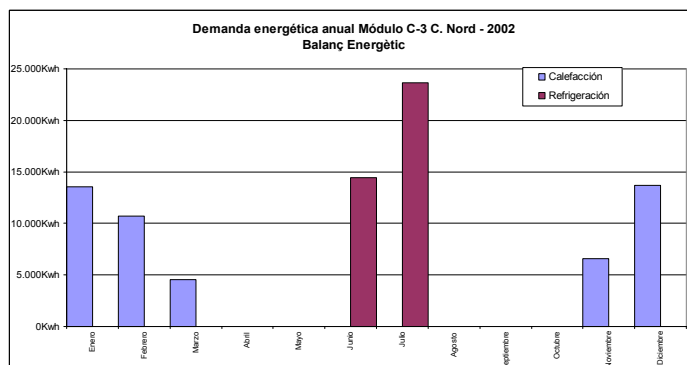
Evolución de la Temperatura Interior: Días tipo de Verano

Resumen de resultados del balance energético para cada mes

MES	RENOVACION	TRANSMISION	RADIACIÓN DIF. + REF.	RADIACIÓN DIRECTA	APORTES INTERNOS.			BALANÇ FINAL (wh)
					CLIMAT.	APAR.	OCUP.	
Enero	-609.106	-1.690.728	105.416	310.725	658.000	1.106.104	119.454	0Wh
Febrero	-569.161	-1.522.899	105.416	310.725	495.000	1.017.819	162.624	0Wh
Marzo	-541.692	-1.281.936	195.689	271.889	215.000	1.031.962	109.918	0Wh
Abril	-519.130	-1.192.206	209.561	310.730	0	1.031.962	109.918	0Wh
Mayo	-519.130	-1.192.206	209.561	310.730	0	1.031.962	109.918	0Wh
Junio	-152.218	-146.764	167.061	113.804	-1.162.000	1.017.819	162.624	0Wh
Julio	-77.330	85.475	155.336	98.068	-1.442.000	1.017.819	162.624	0Wh
Agosto	0	0	0	0	0	0	0	0Wh
Septiembre	-469.391	-1.299.703	105.416	310.725	0	1.003.628	109.918	0Wh
Octubre	-469.391	-1.299.703	105.416	310.725	0	1.003.628	109.918	0Wh
Noviembre	-486.770	-1.342.340	105.416	310.725	300.000	1.003.628	109.918	0Wh
Diciembre	-592.415	-1.607.636	105.416	310.725	760.000	913.992	109.918	0Wh
Totales	-5.005.734	-12.490.648	1.569.706	2.969.571	-176.000	11.180.325	1.376.752	0Wh

Demanda anual de Calefacción / Refrigeración en kWh –año

MES	Dia Laborables	Sabados	Dom/festiv	Demanda días laborables	Demanda sábados	Demanda dom/festiv	DEMANDA ANUAL CALEFACCIÓN	DEMANDA ANUAL REFRIGERACIÓN
Enero	19	4	8	12502000	1052800	0	13.554.800	
Febrero	20	4	4	9900000	792000	0	10.692.000	
Marzo	19	5	7	4085000	430000	0	4.515.000	
Abril	21	4	5	0	0	0	0	
Mayo	23	4	4	0	0	0	0	
Junio	10	6	5	-11620000	-2788800	0	0	14.408.800
Julio	14	6	6	-20188000	-3460800	0	0	23.648.800
Agosto	20	5	6	0	0	0	0	0
Septiembre	15	4	9	0	0	0	0	0
Octubre	23	3	5	0	0	0	0	0
Noviembre	20	5	5	6000000	600000	0	6.600.000	
Diciembre	16	5	10	12160000	1520000	0	13.680.000	
Totales	220	55	74	44647000	4394800	0	49.041.800 kWh	38.057.600 kWh

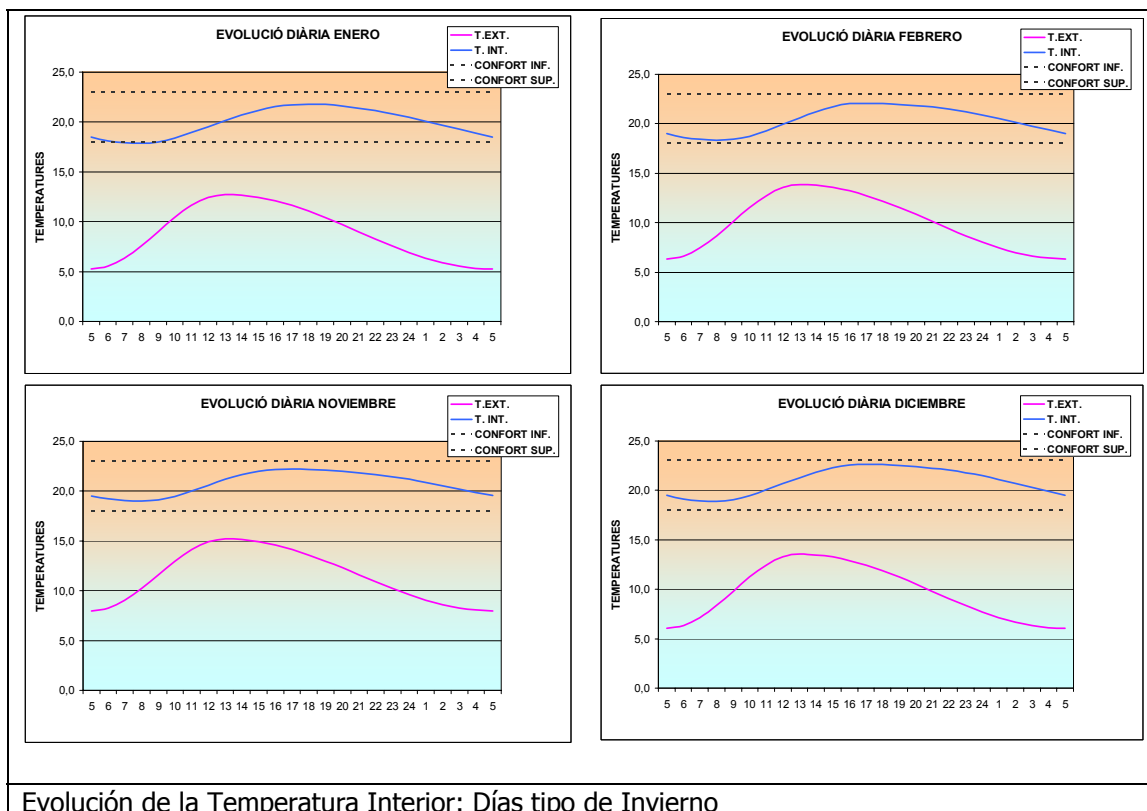


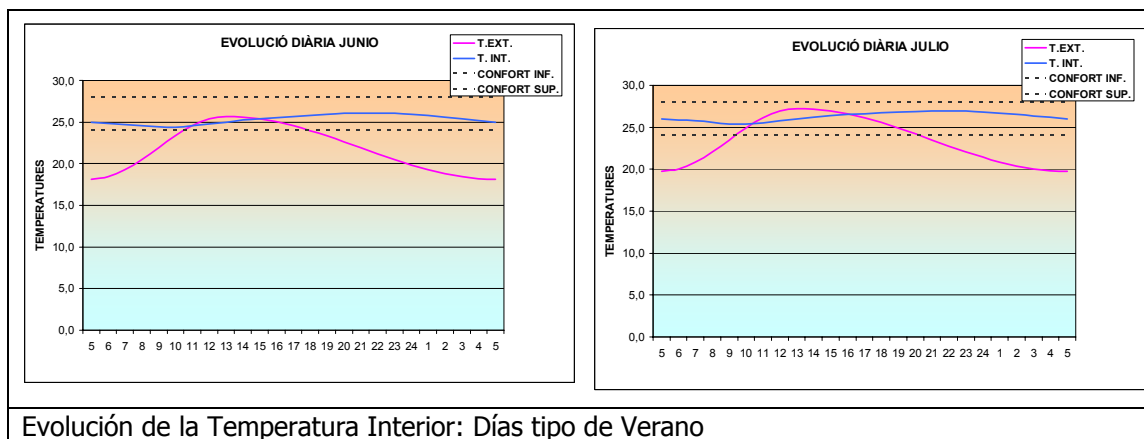
Evaluación de la demanda energética con la herramienta BALANÇ ENERGÈTIC

• Edificios en campus – Módulo D-4 campus nord

© 1.999-2003 - ARCADÍ DE BOBES - SECCIÓ TECNOLOGIA - E.T.S. ARQUITECTURA VALLES - UPC										
DADES BASIQUES	NOM ARXIU:	CAS:	MES:	INTRODUC. DE SUPERF.	COEFICIENT D'INÈRCIA	AMPL. INT.	Tint. MITJA	ΔT		
	D-4	Enero	d	DESEMB.		3,9	19,9	0,0		
RESULTATS GLOBAIS	FACTOR DE FORMA (m-1)	SUPERFICI PELL (m2)	VOLUM INT. (M3)	Kg* W/m2.°C	CAP. TÈRM. TOTAL	CAPACITAT MASSA. INT.	CAPACITAT EQUIP. INT.	CAPACITAT TOTAL / M2	PES / M2 INDICA	
	0,29	2771	9708	1,58	191750	30348	7740	256	1469	
DIMENSIONS I VARIABLES INTERIORS	ALÇADA MITJA (M)	SUP. PLANTA (M2)	MASA INTERIOR obra (kg)	COEF. D'INÈRCIA INTERIOR D'OBRA	MASA INTERIOR EQUIPAMENT (Kg)	COEF. INÈRCIA INTERIOR EQUIP.				
	3,0	750,0	164936	0,8	43000	0,4				
PARAMENT	SUPERFICIE (M2)	COEF. K (w/m2.°C)	ABS. MASSIS F.S. VIDRE	ALBEDO EXPOS. VIDRE	GRUIX FULL INTERIOR (M)	DENSITAT (Kg/m3)	COEFICIENT INÈRCIA MUR	CAPACITAT	SUPERF * K	
NORD TOTAL	529,0	0,69	0,80	0,20	0,05	1400,00	0,7	3914	240	
VIDRE, ETC.	181,7	5,80	0,60	0,65	0,01	2500,00	0,9	940	1054	
N.EST TOTAL										
VIDRE, ETC.										
EST TOTAL	363,4	0,71	0,80	0,20	0,05	1400,00	0,7	3644	230	
VIDRE, ETC.	40,0	4,50	0,70	0,65	0,01	2500,00	0,9	207	180	
SUDEST TOTAL										
VIDRE, ETC.										
SUD TOTAL	594,7	0,72	0,80	0,20	0,05	1400,00	0,7	4458	285	
VIDRE, ETC.	199,1	5,80	0,60	0,65	0,01	2500,00	0,9	1030	1155	
S.OEST TOTAL										
VIDRE, ETC.										
OEST TOTAL	363,4	0,71	0,80	0,20	0,05	1400,00	0,7	3644	230	
VIDRE, ETC.	40,0	4,50	0,70	0,65	0,01	2500,00	0,9	207	180	
N.OEST TOTAL										
VIDRE, ETC.										
COBERTA TOTAL	750,0	0,40	0,80		0,20	1800,00	0,7	43470	300	
VIDRE, ETC.	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0	0	
SOSTRE SANITARI	750,0	0,80			0,20	2400,00	0,8	66240	420	
SOLERA I MURS DE	171,0	1,20			0,30	2400,00	0,8	22654	103	

Introducción de datos generales





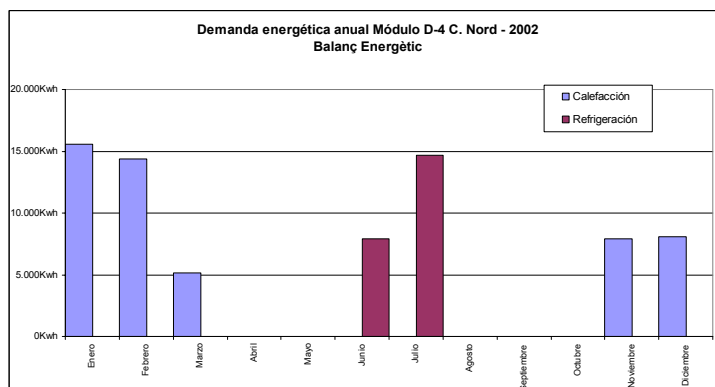
Evolución de la Temperatura Interior: Días tipo de Verano

Resumen de resultados del balance energético para cada mes

MES	RENOVACION	TRANSMISION	RADIACIÓN DIF. + REF.	RADIACIÓN DIRECTA	APORTES INTERNOS.			BALANÇ FINAL (wh)
					CLIMAT.	APAR.	OCUP.	
Enero	-434.356	-1.292.461	79.857	234.000	755.000	570.912	86.426	0Wh
Febrero	-439.565	-1.288.777	79.857	234.000	665.000	652.446	98.014	0Wh
Marzo	-369.264	-934.067	148.242	200.805	245.000	611.270	98.014	0Wh
Abril	-519.130	-1.192.206	209.561	310.730	0	1.031.962	109.918	0Wh
Mayo	-519.130	-1.192.206	209.561	310.730	0	1.031.962	109.918	0Wh
Junio	-117.957	-150.630	125.964	81.329	-638.000	600.062	99.721	0Wh
Julio	-49.136	37.270	125.964	81.329	-895.000	600.062	99.721	0Wh
Agosto	0	0	0	0	0	0	0	0Wh
Septiembre	-469.391	-1.299.703	105.416	310.725	0	1.003.628	109.918	0Wh
Octubre	-469.391	-1.299.703	105.416	310.725	0	1.003.628	109.918	0Wh
Noviembre	-351.019	-1.037.597	79.857	234.000	360.000	625.052	90.216	0Wh
Diciembre	-410.854	-1.200.112	79.857	234.000	450.000	754.116	93.368	0Wh
Totales	-4.149.193	-10.850.192	1.349.551	2.542.373	942.000	8.485.101	1.105.152	0Wh

Demanda anual de Calefacción / Refrigeración en kWh –año

MES	Dia Laborables	Sabados	Dom/festiv	Demanda días laborables	Demanda sábados	Demanda dom/festiv	DEMANDA ANUAL CALEFACCIÓN	DEMANDA ANUAL REFRIGERACIÓN
Enero	19	4	8	14345000	1208000	0	15.553	
Febrero	20	4	4	13300000	1064000	0	14.364	
Marzo	19	5	7	4655000	490000	0	5.145	
Abril	21	4	5	0	0	0	0	
Mayo	23	4	4	0	0	0	0	
Junio	10	6	5	-6380000	-1531200	0	0	7.911
Julio	14	6	6	-12530000	-2148000	0	0	14.678
Agosto	20	5	6	0	0	0	0	0
Septiembre	15	4	9	0	0	0	0	0
Octubre	23	3	5	0	0	0	0	0
Noviembre	20	5	5	7200000	720000	0	7.920	
Diciembre	16	5	10	7200000	900000	0	8.100	
Totales	220	55	74	46700000	4382000	0	51.082 kWh	22.589 kWh

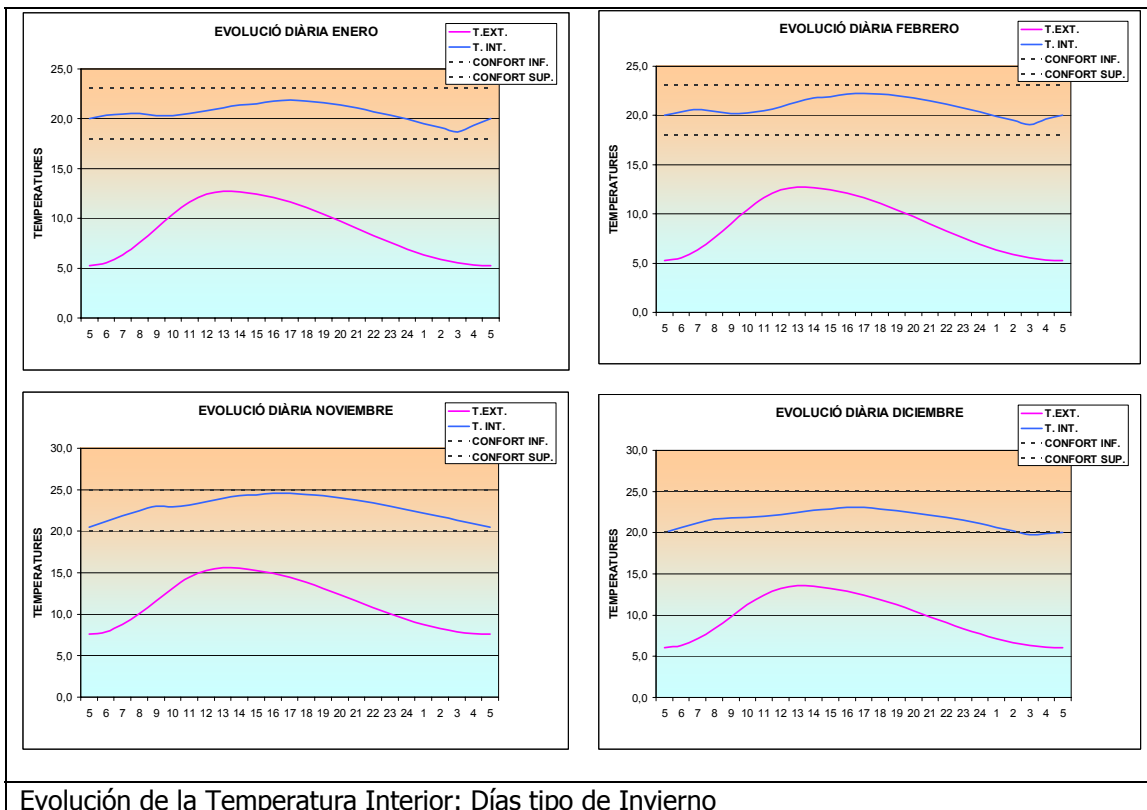


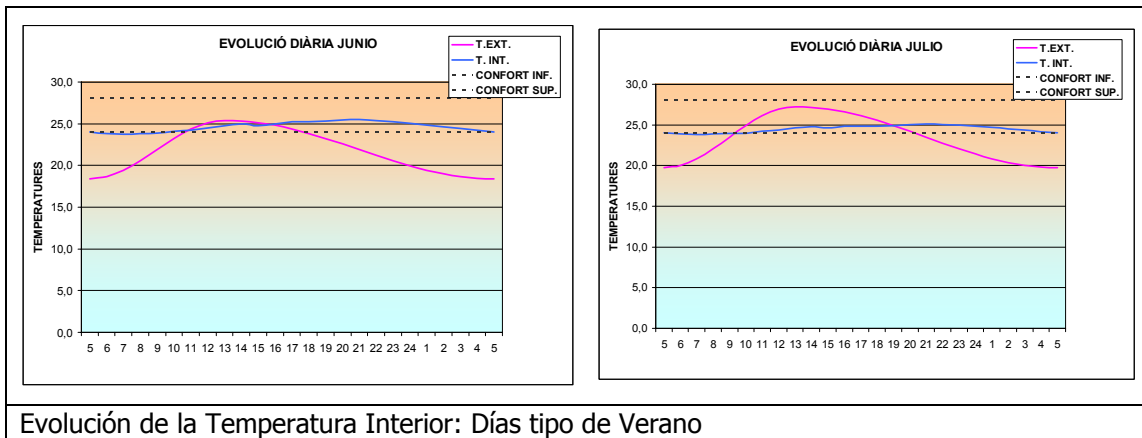
Evaluación de la demanda energética con la herramienta BALANÇ ENERGÈTIC

• Edificios en campus – Módulo A-6 campus nord

© 1.999-2003 - ARCADÍ DE BOBES - SECCIÓ TECNOLOGIA - E. I. S. ARQUITECTURA VALLES - UPC										
DADES BASIQUES	NOM ARXIU:	CAS:	MES:	DESEMB.	INTRODUC. DE SUPERF.	COEFICIENT D'INERCIA	AMPL. INT.	Tint. MITJA	ΔT	
	A-6	Enero	d				3,2	20,6	0,0	
RESULTATS GLOBALS	FACTOR DE FORMA (m-1)	SUPERFICI PELL (m2)	VOLUM INT. (M3)	DESEMB. W/m2.°C	CAP. TÈRM. TOTAL	COEF. INERCIA MASSA. INT.	CAPACITAT EQUIP. INT.	CAPACITAT TOTAL / M2	PES / M2	INDICA
	0,23	2252	9708	1,85	182038	20166	19800	230	1365	
DIMENSIONS I VARIABLES INTERIORS	ALÇADA MITJA (M)	SUP. PLANTA (M2)	MASA INTERIOR obra (kg)	COEF. D'INÈRCIA INTERIOR D'OBRA	MASA INTERIOR EQUIPAMENT (Kg)	COEF. INÈRCIA INTERIOR EQUIP.				
	3,5	790,0	109597	0,8	110000	0,4				
PARAMENT	SUPERFICIE (M2)	COEF. K (w/m2.°C)	ABS. MASSIS F.S. VIDRE	ALBEDO EXPOS. VIDRE	GRUIX FULL INTERIOR (M)	DENSITAT (Kg/m3)	COEFICIENT INÈRCIA MUR	CAPACITAT	SUPERF * K	
NORD TOTAL	529,4	0,73	0,80	0,20	0,09	1400,00	0,7	7164	258	
VIDRE, ETC.	176,3	4,50	0,60	0,65	0,01	2500,00	0,9	912	793	
N.EST TOTAL										
VIDRE, ETC.										
EST TOTAL	250,4	0,68	0,80	0,20	0,09	1400,00	0,7	4858	163	
VIDRE, ETC.	10,9	5,80	0,70	0,65	0,01	2500,00	0,9	57	63	
SUDEST TOTAL										
VIDRE, ETC.										
SUD TOTAL	461,2	0,85	0,80	0,20	0,09	1400,00	0,7	5982	251	
VIDRE, ETC.	166,3	4,50	0,60	0,65	0,01	2500,00	0,9	861	748	
S.OEST TOTAL										
VIDRE, ETC.										
OEST TOTAL	220,9	0,68	0,80	0,20	0,09	1400,00	0,7	3065	103	
VIDRE, ETC.	69,8	5,80	0,70	0,65	0,01	2500,00	0,9	361	405	
N.OEST TOTAL										
VIDRE, ETC.										
COBERTA TOTAL	790,0	1,20	0,80		0,20	1800,00	0,7	45788	948	
VIDRE, ETC.	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0	0	
SOSTRE SANITARI	790,0	0,80			0,20	2400,00	0,8	69773	442	
SOLERA I MURS DE CONTENCIÓ		0,00			0,00	2400,00	0,8			

Introducción de datos generales



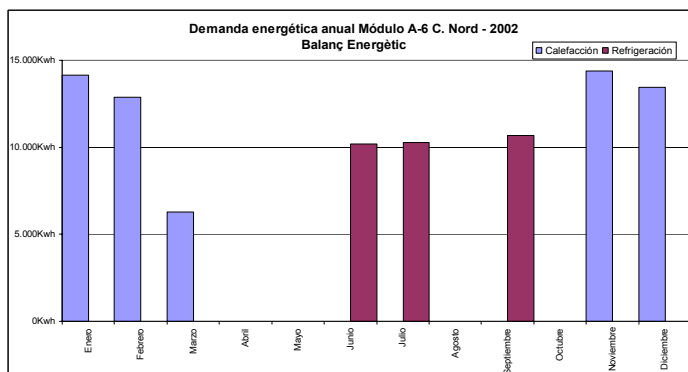


Resumen de resultados del balance energético para cada mes

MES	RENOVACION	TRANSMISION	RADIACIÓN DIF. + REF.	RADIACIÓN DIRECTA	APORTES INTERNOS.			BALANÇ FINAL (wh)
					CLIMAT.	APAR.	OCUP.	
Enero	-1.218.384	-1.176.235	73.550	199.688	745.000	229.519	1.147.226	0Wh
Febrero	-1.459.240	-1.200.587	73.550	199.688	645.000	286.356	1.455.456	0Wh
Marzo	-1.566.460	-918.998	136.535	175.059	330.000	249.664	1.594.239	0Wh
Abril	-519.130	-1.192.206	209.561	310.730	0	1.031.962	109.918	0Wh
Mayo	-519.130	-1.192.206	209.561	310.730	0	1.031.962	109.918	0Wh
Junio	-162.934	30.964	110.728	68.844	-1.018.000	153.992	815.665	0Wh
Julio	35.720	202.319	110.728	68.844	-1.027.000	153.992	455.471	0Wh
Agosto	0	0	0	0	0	0	0	0Wh
Septiembre	-230.307	-226.053	120.150	140.047	-711.000	231.028	676.648	0Wh
Octubre	-469.391	-1.299.703	105.416	310.725	0	1.003.628	109.918	0Wh
Noviembre	-1.680.897	-1.156.834	73.550	199.688	720.000	249.664	1.594.239	0Wh
Diciembre	-1.424.806	-1.204.453	73.550	199.688	840.000	329.324	1.186.412	0Wh
Totales	-9.214.958	-9.333.993	1.296.880	2.183.734	524.000	4.951.092	9.255.108	0Wh

Demanda anual de Calefacción / Refrigeración en kWh –año

MES	Dia Laborables	Sabados	Dom/festiv	Demanda días laborables	Demanda sábados	Demanda dom/festiv	DEMANDA ANUAL CALEFACCIÓN	DEMANDA ANUAL REFRIGERACIÓN
Enero	19	4	8	14155000	0	0	14.155	
Febrero	20	4	4	12900000	0	0	12.900	
Marzo	19	5	7	6270000	0	0	6.270	
Abril	21	4	5	0	0	0	0	
Mayo	23	4	4	0	0	0	0	
Junio	10	6	5	-10180000	0	0	-10.180	10.180
Julio	10	9	8	-10270000	0	0	-10.270	10.270
Agosto	20	5	6	0	0	0	0	0
Septiembre	15	4	9	-10665000	0	0	-10.665	10.665
Octubre	23	3	5	0	0	0	0	0
Noviembre	20	5	5	14400000	0	0	14.400	
Diciembre	16	5	10	13440000	0	0	13.440	
Totales	216	58	76	61165000	0	0	61.165 kWh	31.115 kWh



2.4. Evaluación de la demanda con el programa LIDER (Limitación de la Demanda Energética)

Como se mencionó en el apartado 4.1.1, se trata de la herramienta informática asociada a la implementación del Código Técnico de la Edificación. Este programa realiza una simulación de la demanda en base horaria y en régimen transitorio de transferencia de calor considerando todas las zonas que tiene el edificio (análisis multi-zona).

Al ser una herramienta asociada al cumplimiento de la normativa en lo referente a la limitación de la demanda energética, centra el análisis en las características de la envolvente del edificio (cerramientos verticales, cubiertas, soleras, etc.). Los parámetros de confort para las diferentes épocas del año son prefijados por el programa, y los aportes internos derivados de la ocupación y los aparatos se establecen por valores de referencia previamente definidos de acuerdo a 2 tipos de uso (baja carga interna; residencial, y alta carga interna; el resto de usos).

El programa integra un conjunto de subprogramas y documentos para el cálculo de la demanda de los que vale la pena mencionar los siguientes:

- Una interfaz gráfica que permite realizar la definición geométrica y la definición formal del edificio.
- El motor de cálculo que contiene los algoritmos que permiten calcular la demanda del edificio como ya se explicó en base horaria y en régimen transitorio multizona y la compara con un edificio de referencia que crea automáticamente el programa y que no es otro que el mismo edificio definido pero con unas características que le permitiría cumplir como mínimo con las exigencias del Código Técnico de la Edificación.
- Las librerías o base de datos que facilitan al usuario la definición de los diferentes elementos constructivos del edificio (materiales, composición de cerramientos, acristalamientos, etc.).

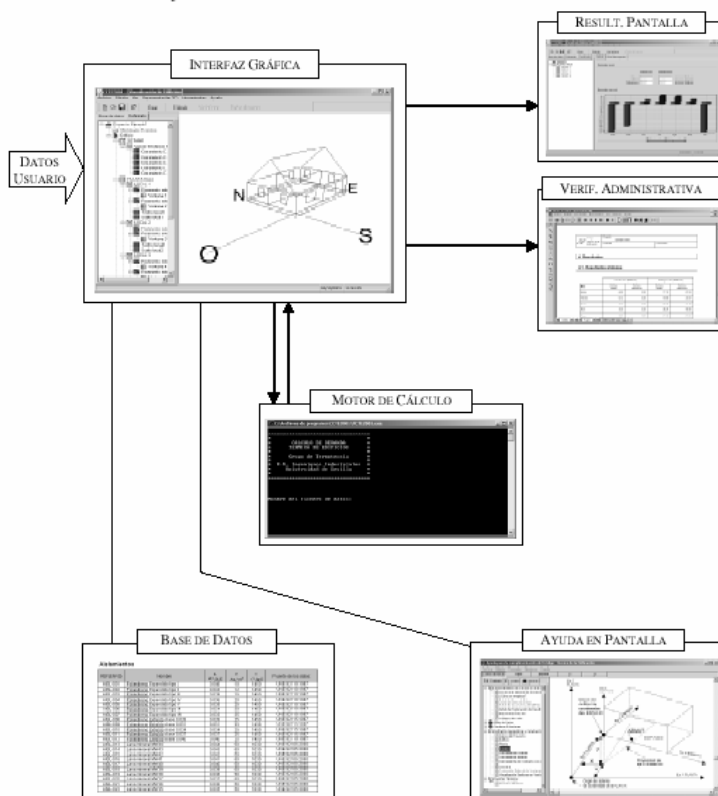


Fig. 2.4.1. Elementos de LIDER para el cálculo de la demanda.

Metodología de cálculo:

A partir de la información levantada de las características de los edificios ya sea desde planos existentes o mediante verificación in-situ se realiza la definición geométrica y se asignan los materiales utilizados en las diferentes soluciones constructivas.

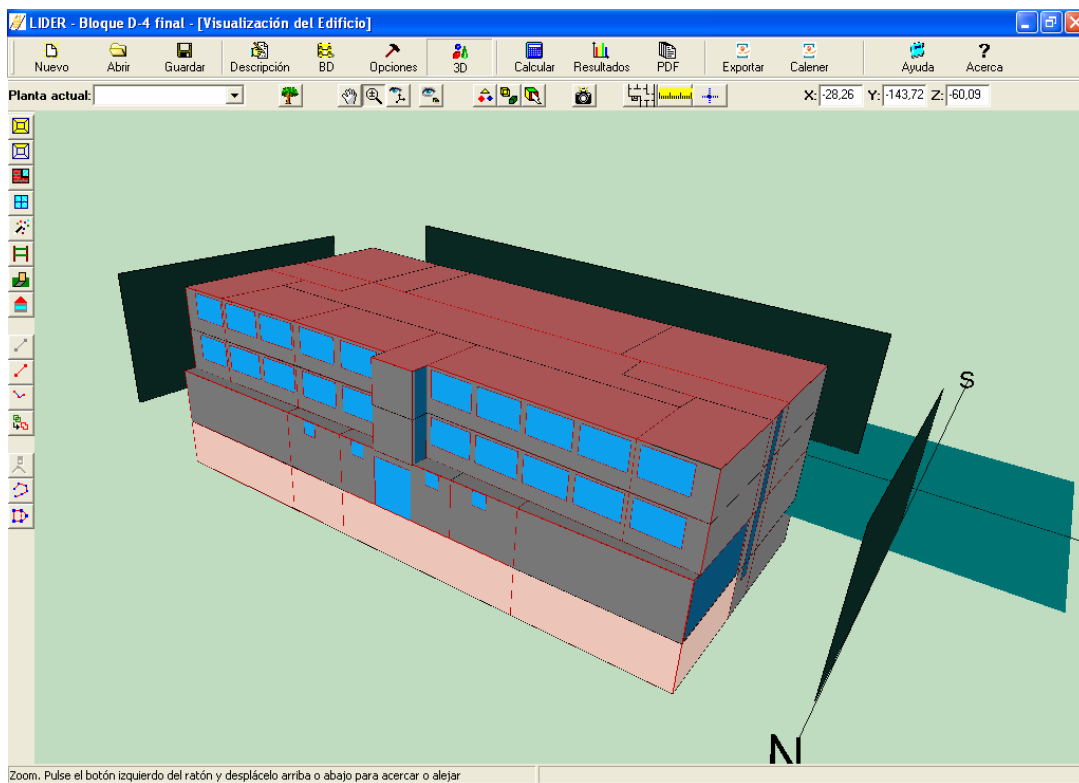


Fig. 2.4.2. Programa LIDER Modelización del edificio

Una vez definido totalmente el edificio el programa calcula la demanda de acuerdo a la siguiente secuencia descrita por sus autores:²

“La respuesta global del edificio se calcula a partir de lo que se denomina respuestas unitarias, lo cual conlleva un proceso diferido que supone las siguientes etapas:

1. Cálculo de las ganancias o pérdidas de calor del edificio frente a cada una de las solicitaciones exteriores (una a una), suponiendo que la temperatura interior es constante.
2. Cálculo de las ganancias o pérdidas de calor del edificio frente a cada una de las solicitaciones exteriores (una a una), suponiendo que la temperatura interior es constante.
3. Cálculo de la respuesta del edificio en términos de carga térmica para cada una de las solicitaciones unitarias (Funciones de transferencia) que caracterizan las ganancias o pérdidas instantáneas.
4. Cálculo de la carga térmica a temperatura constante, aplicando los resultados de la etapa tercera a las dos primeras.

² LOS PROGRAMAS INFORMÁTICAS DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN: LIDER Y CALENER. José L. Molina, Servando Álvarez, Ramón Velásquez, Grupo de Termotecnia. Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla

5. Cálculo de la respuesta del edificio frente a una excitación unitaria de la temperatura interior.
6. Cálculo de la carga térmica a temperatura variable (aplicando los resultados de la etapa quinta a la cuarta) y teniendo en cuenta el comportamiento del equipo acondicionador.”

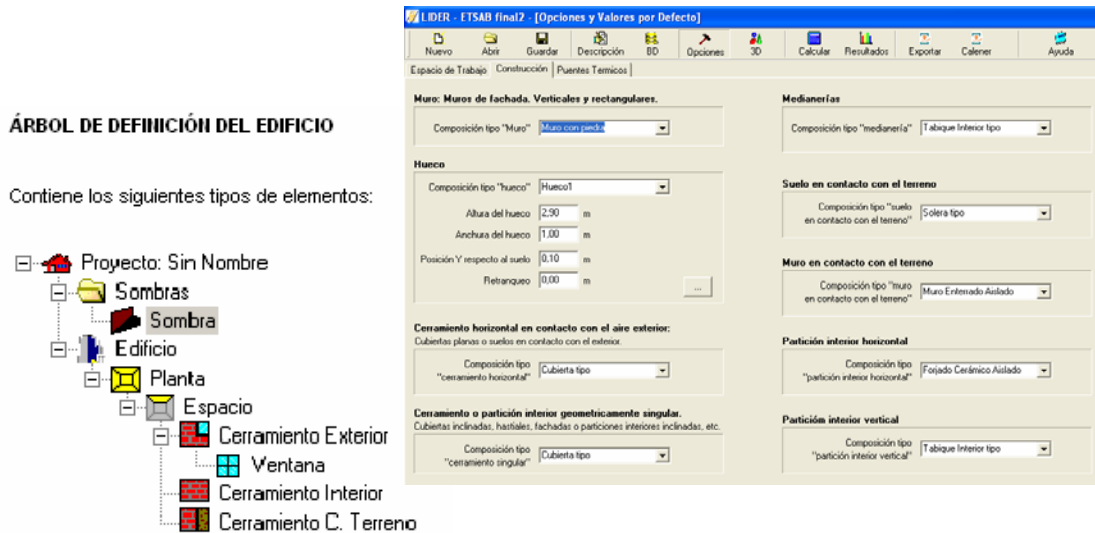


Fig. 2.4.3. Programa LIDER esquema de introducción de datos

Definición de elementos:

Para la definición de cada uno de los elementos que conforman la envolvente del edificio (Muros exteriores, suelos, techos, cubiertas), se deben especificar las diferentes capas que conforman el cerramiento con sus materiales y características.

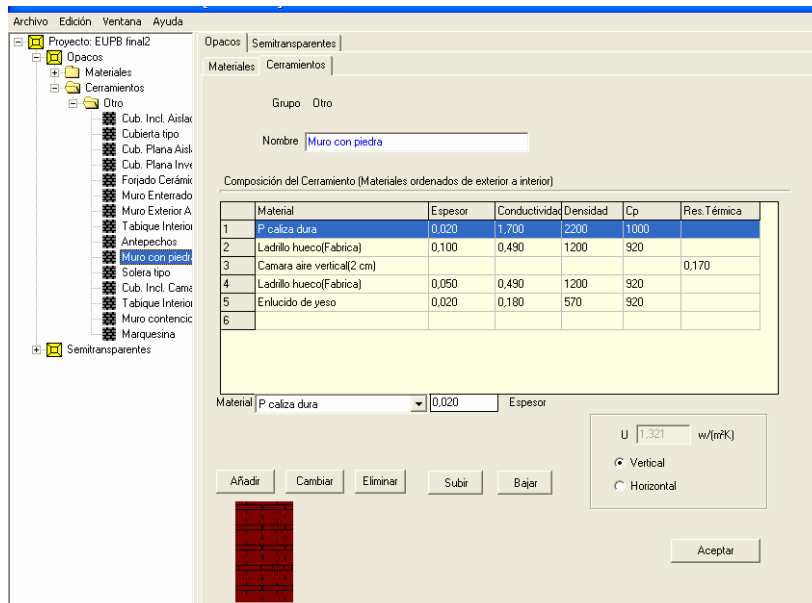


Fig. 2.4.4. Programa LIDER definición de cerramientos

El programa identifica de forma automática los puentes térmicos del proyecto y permite definir los valores de transmisión térmica lineal en cada caso (Frentes de forjado, Pilares, Jambas, etc.)

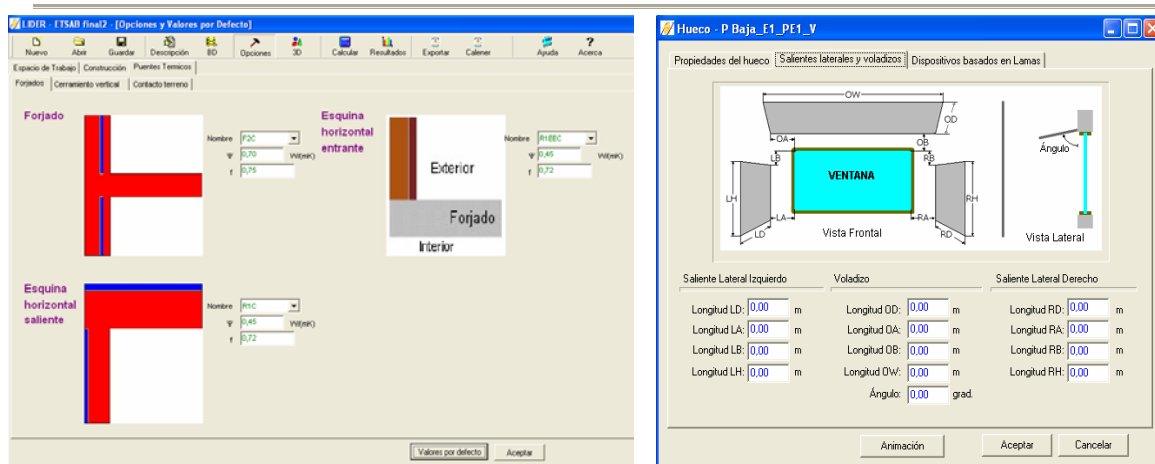


Fig. 2.4.5. Programa LIDER definición de ventanas y puentes térmicos

Cargas internas y equipo de climatización:

Como se ha mencionado, las cargas internas asociadas a los ocupantes y los aparatos que producen calor en el edificio, así como el sistema de acondicionamiento de aire que el programa pre-supone atenderá la demanda, son valores fijos que no se pueden modificar por el usuario de LIDER.

En cuanto a los parámetros de confort de referencia, el programa considera como temperaturas de referencia para el período de invierno 20°C y para el de verano de 25°C:

Para las cargas por ventilación e infiltración vale la pena citar la explicación textual del manual de referencia del programa: "se calculan del mismo modo para todos los tipos de espacios habitables salvo para residencial. Para este último se considera una ventilación más infiltración de 0.5 renovaciones/hora durante todo el año excepto de 2 de la mañana a 8 de la mañana en verano, período en el que se tienen 4 renovaciones/hora. Y en los restantes tipos habitables, en las horas en las que hay ocupación se considera nula la infiltración y la ventilación igual al valor indicado por el horario de ventilación/infiltración; y en las horas sin ocupación, la ventilación es nula y la infiltración se calcula a partir del área exterior expuesta, etc. En este cálculo se considera como máxima área exterior expuesta la formada por las dos fachadas consecutivas que suman un área vidriada mayor. A partir de este valor y de la permeabilidad de las ventanas, se calcula el valor anterior de ventilación más infiltración para invierno y para verano.

Resultados:

4.1. Resultados globales				
Mes	Calefacción (KWh/m²)		Refrigeración (KWh/m²)	
	Edificio objeto	Edificio referencia	Edificio objeto	Edificio referencia
Enero	-12,01	-8,92	0,00	0,00
Febrero	-8,64	-6,03	0,00	0,00
Junio	0,00	0,00	2,83	2,80
Julio	0,00	0,00	7,50	7,42
Agosto	0,00	0,00	6,93	7,12
Septiembre	0,00	0,00	3,48	3,88
Diciembre	-10,76	-7,80	0,00	0,00
Total	-31,41	-22,75	20,74	21,22

Fig. 2.4.6. Programa LIDER. Resultados globales.

Los resultados que aporta el programa LIDER permiten valorar la demanda energética global de calefacción y refrigeración en términos de kWh/m², y establecer la comparación con el edificio de referencia que el programa crea de forma automática, y que como se ha explicado supone un edificio con las mismas características de forma, volumen, orientación y uso, pero con unas soluciones constructivas que le permitirían cumplir con las exigencias mínimas del Código Técnico de la Edificación. Esta valoración será de gran utilidad a la hora de evaluar las posibilidades de mejora de las edificaciones.

Los resultados de demanda energética también se presentan para cada zona definida en el edificio y para cada componente de la zona (paredes, suelos, ventanas, etc.) lo que permite identificar los elementos que pueden estar contribuyendo a elevar la demanda y valorar las posibles alternativas de mejora.

Global		Nivel de espacios		(kWh/m ² Espacio)			
Espacios	m ²	Nº espacios iguales	Calefacción	Valoración Calefacción	Refrigeración	Valoración Refrigeración	
"P Sotano_E1"	420,29	1	-27,89	-25,45	14,28	12,32	
"P Sotano_E2"	179,09	1	-27,85	-24,74	7,65	10,28	
"P Sotano_E3"	91,44	1	-35,02	-28,88	6,93	10,14	
"P Sotano_E4"	44,98	1	-30,26	-26,49	6,17	10,10	
"P Sotano_E5"	17,40	1	-21,10	-22,84	7,37	11,57	
"P Sotano_E6"	148,44	1	-36,81	-29,64	15,10	12,10	
"P Sotano_E7"	20,61	1	-47,82	-37,01	6,04	9,74	
"P Sotano_E8"	306,61	1	-34,30	-28,67	10,36	11,76	
Total:	15819,77		-31,41	-22,76	20,73	21,22	

kWh/m² Edificio)

Fig. 2.4.7. Programa LIDER. Resultados detallados por espacio.

Conceptos		Componentes				
kWh/m ²	Calefacción			Refrigeración		
	Ganancias	Pérdidas	Neto	Ganancias	Pérdidas	Neto
Paredes Exteriores	0,00	-2,34	-2,34	0,01	-0,97	-0,96
Cubiertas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Suelos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Puentes Térmicos	0,00	-2,62	-2,62	0,08	-1,15	-1,07
Solar Ventanas	12,45	0,00	12,45	40,59	0,00	40,59
Transmisión Ventanas	0,00	-33,26	-33,26	0,04	-20,89	-20,85
Fuentes Internas	13,35	0,00	13,35	18,10	0,00	18,10
Infiltración	0,01	-25,70	-25,69	2,04	-8,35	-6,31
Total:	38,10	-73,71	-35,61	66,45	-36,61	29,84

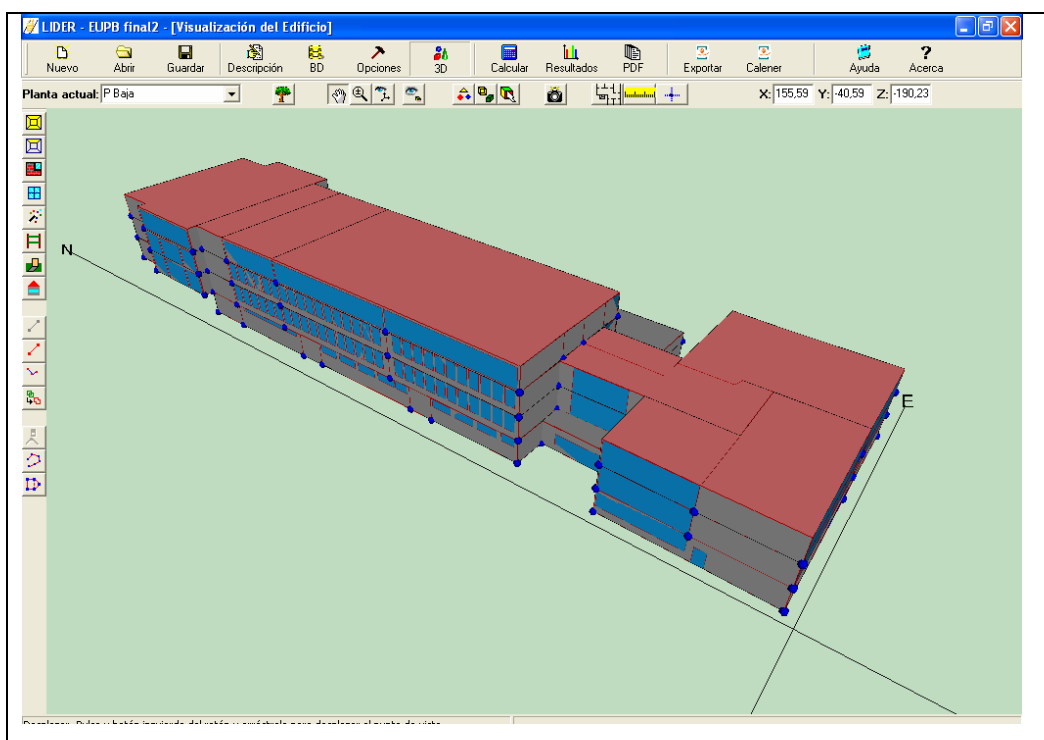
Fig. 2.4.8. Programa LIDER resultados detallados por elementos

- Resultados obtenidos con el programa LIDER para los edificios estudiados

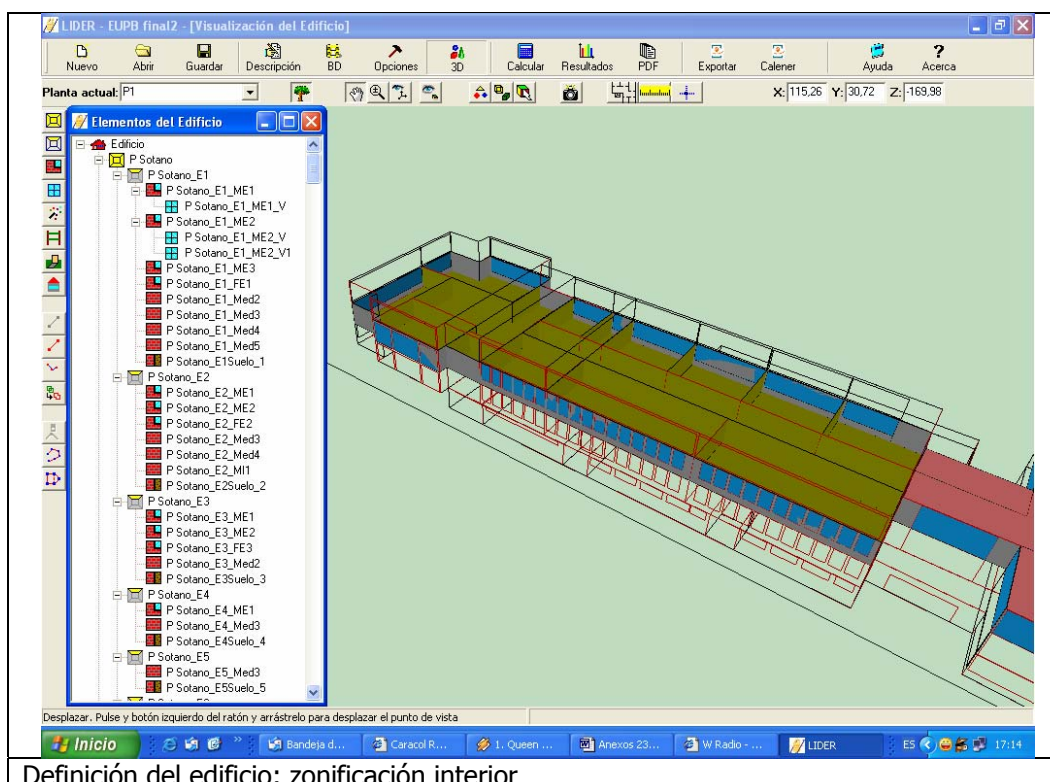
A continuación se presenta un resumen de los resultados obtenidos de demanda energética de los edificios estudiados, utilizando el programa LIDER

Evaluación de la demanda energética con el programa LIDER

• Edificios autónomos – EPSEB



Definición del edificio: Volumen general. Se han utilizado la opción que ofrece LIDER de multiplicadores para definir las plantas 1, 2 y 3 del edificio.



Definición del edificio: zonificación interior

- Definición de soluciones constructivas:

Nombre	U (W/m ² K)	Peso (kg/m ²)	Material	Espesor (m)
Muro con piedra	1,67	235,40	Enlucido de yeso	0,02
Solera tipo	1,03	584,30	Terrazo(Horm.dens.media)	0,03
			Mortero de cemento	0,03
			Forjado de hormigón	0,20
			Poliestireno expandido Tipo III	0,02
			Grava rodada o de machaqueo	0,10
Cub. Incl. Camara de Aire	0,52	414,20	Teja arcilla	0,01
			Impermeabilizante(Betun fieltro)	0,00
			Mortero de cemento	0,01
			Horm celular aridos silíceos 2	0,05
			Camara aire horizontal(> 15cm)	0,00
			Lana mineral MW42	0,06
			Forjado de hormigon	0,20
			Enlucido de yeso	0,01
Tabique Interior Aislado	0,51	204,60	Enlucido de yeso	0,01
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,08
			Poliuretano Proyectado	0,04
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,08
			Enlucido de yeso	0,01
Muro contencion	2,08	743,60	Enlucido de yeso	0,02
			Mortero de cemento	0,03
			Horm masa aridos ord sin vibrar	0,25
			Impermeabilizante(Betun fieltro)	0,00
			Grava rodada o de machaqueo	0,10

Forjado Cerámico Aislado	0,67	385,20	Poliestireno extruido C 0.034	0,04
			Forjado ceramico	0,21
			Entucido de yeso	0,01
Muro Enterrado Aislado	0,48	157,00	Poliestireno expandido Tipo VI	0,06
			Impermeabilizante(Betun fieltro)	0,00
			Bloque hueco de hormigon 2	0,12
			Entucido de yeso	0,01
Muro Exterior Aislado	0,57	290,95	Ladrillo macizo(Fabrica)	0,12
			Mortero de cemento	0,01
			Poliestireno extruido C 0.034	0,05
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,04
			Entucido de yeso	0,01
Tabique Interior tipo	3,64	107,40	Entucido de yeso	0,01
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,08
			Entucido de yeso	0,01
Antepechos	1,89	207,00	Acero	0,00
			Panel de particulas con cemento	0,03
			Camara aire vertical(2 cm)	0,00
			Ladrillo perforado(Fabrica)	0,09
			Entucido de yeso	0,02
Muro con piedra	1,67	235,40	P caliza dura	0,02
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,10
			Camara aire vertical(2 cm)	0,00
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,05

- Resultados

2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN		
El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación.		
	Calefacción KWh/m ²	Refrigeración KWh/m ²
Demanda Edificio Objeto	-31,41	20,73
Demanda Edificio Referencia	-22,76	21,22

De acuerdo a la valoración que hace el programa respecto al edificio de referencia que cumpliría la normativa, el edificio de la EPSEB (edificio objeto) no cumpliría las exigencias del Código Técnico de la Edificación.

Los resultados globales de demanda para cada mes del año son los siguientes:

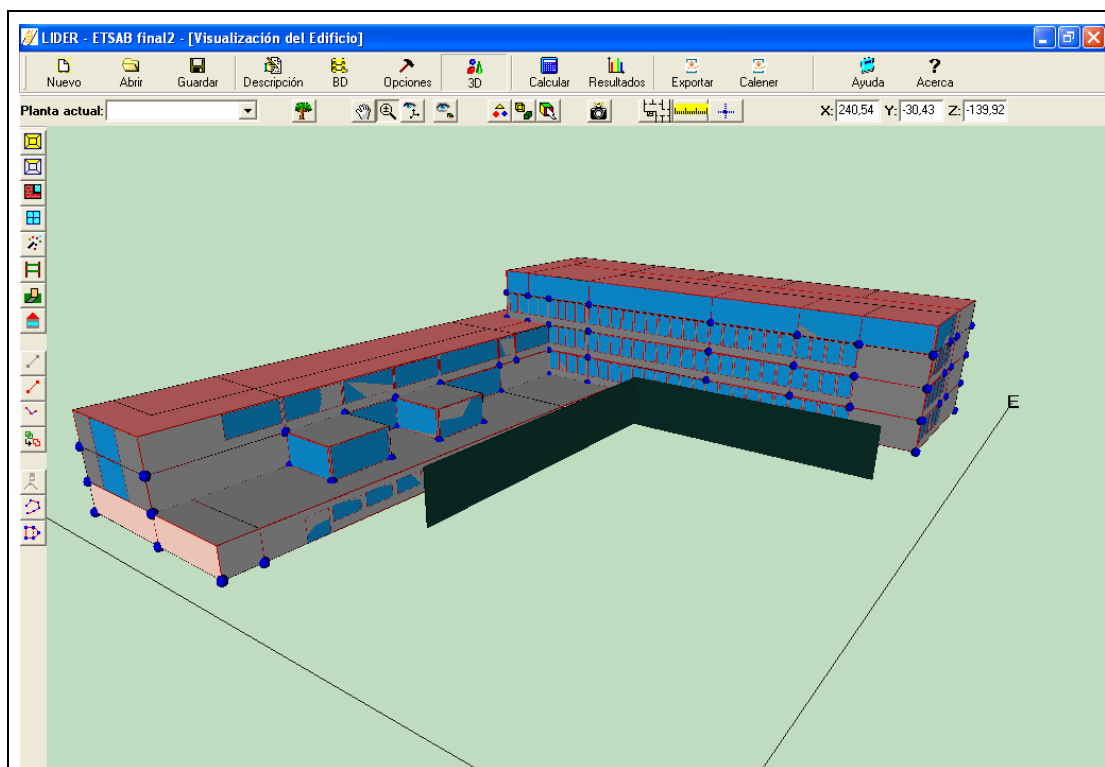
4.1. Resultados globales				
Mes	Calefacción (KWh/m ²)		Refrigeración (KWh/m ²)	
	Edificio objeto	Edificio referencia	Edificio objeto	Edificio referencia
Enero	-12,01	-8,92	0,00	0,00
Febrero	-8,64	-6,03	0,00	0,00
Junio	0,00	0,00	2,83	2,80
Julio	0,00	0,00	7,50	7,42
Agosto	0,00	0,00	6,93	7,12
Septiembre	0,00	0,00	3,48	3,88
Diciembre	-10,76	-7,80	0,00	0,00
Total	-31,41	-22,75	20,74	21,22

A partir de los resultados obtenidos, considerando la superficie construida, y en el caso de la refrigeración sustrayendo la demanda del mes de agosto en el que no hay actividad en el edificio, se obtienen los valores de demanda energética anual para calefacción y refrigeración:

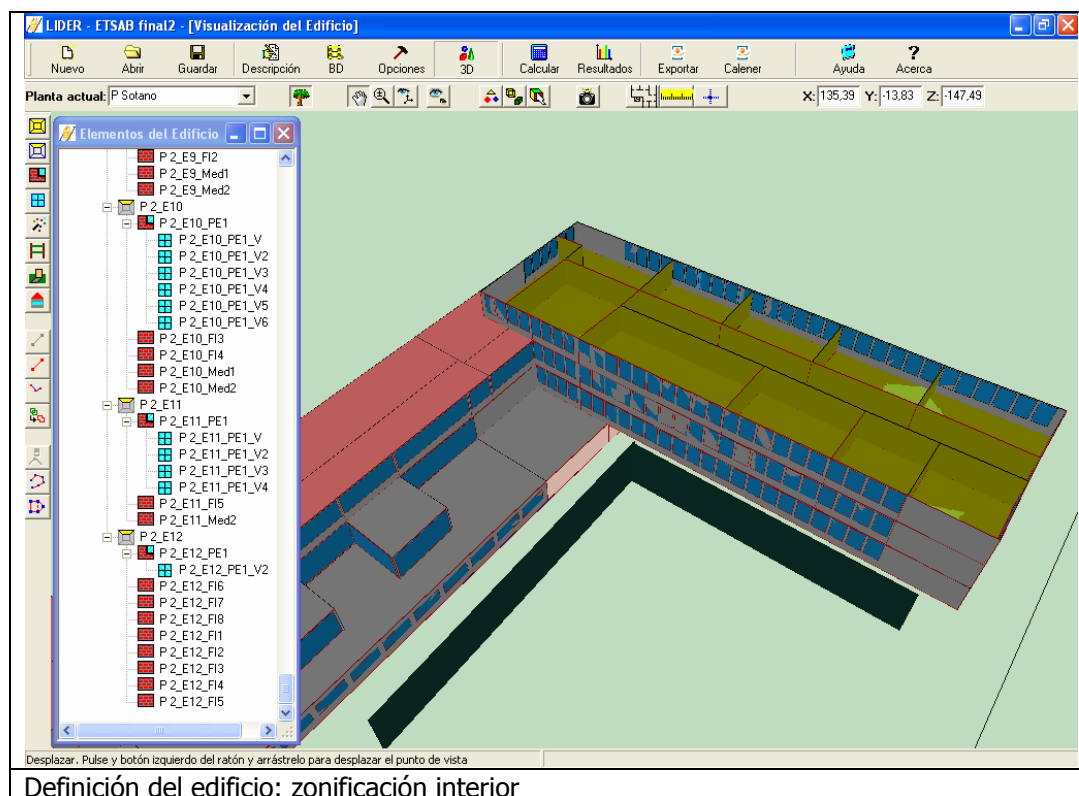
Edificio	Calefacción	Refrigeración
EPSEB	505.935 kWh	203.642 kWh
Edif. de referencia	335.324 kWh	207.918 kWh

Evaluación de la demanda energética con el programa LIDER

• Edificios autónomos – ETSAB



Definición del edificio: Volumen general. Se han utilizado la opción que ofrece LIDER de multiplicadores para definir las plantas 3, 4,5 y 6 del edificio.



Definición del edificio: zonificación interior

- Definición de soluciones constructivas:

Nombre	U (W/m ² K)	Peso (kg/m ²)	Material	Espesor (m)
Tabique Interior tipo	3,64	107,40	Enlucido de yeso	0,01
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,08
			Enlucido de yeso	0,01
Muro tipo	1,13	359,40	Ladrillo hueco(Fabrica)	0,15
			Camara aire vertical(10 cm)	0,00
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,14
			Enlucido de yeso	0,02
Muro con piedra	1,47	283,40	P caliza dura	0,02
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,14
			Camara aire vertical(2 cm)	0,00
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,05
			Enlucido de yeso	0,02
Solera tipo	0,67	584,60	Terrazo(Horm.dens.media)	0,03
			Mortero de cemento	0,03
			Forjado de hormigón	0,20
			Poliestireno expandido Tipo III	0,04
			Grava rodada o de maclaqueo	0,10
Cub. Incl. Camara de Aire	0,52	414,20	Teja arcilla	0,01
			Impermeabilizante(Betun fieltro)	0,00
			Mortero de cemento	0,01
			Horm celular atidos siliceos 2	0,05
			Camara aire horizontal(>15cm)	0,00
			Lana mineral MW42	0,06
			Forjado de hormigon	0,20

Nombre	U (W/m ² K)	Peso (kg/m ²)	Material	Espesor (m)
Cub. Incl. Aislada	0,42	415,20	Teja arcilla	0,01
			Impermeabilizante(Betun fieltro)	0,00
			Mortero de cemento	0,01
			Horm celular aridos siliceos 2	0,05
			Camara aire horizontal(>15cm)	0,00
			Lana mineral MW42	0,08
			Forjado de hormigon	0,20
			Entucido de yeso	0,01
Cubierta tipo	1,17	779,70	Teja hormigon	0,06
			Impermeabilizante(Betun fieltro)	0,08
			Mortero de cemento	0,03
			Horm masa aridos ord sin vibrar	0,10
			Camara aire horizontal(>15cm)	0,00
			Forjado de hormigon	0,20
			Entucido de yeso	0,01
Cub. Plana Aislada	0,49	427,90	Baldosin catalan(Plaquetas)	0,02
			Horm masa aridos ord sin vibrar	0,05
			Impermeabilizante(Betun fieltro)	0,00
			Poliestireno expandido Tipo IV	0,06

Nombre	U (W/m ² K)	Peso (kg/m ²)	Material	Espesor (m)
Cub. Incl. Camara de Aire	0,52	414,20	Entucido de yeso	0,01
Tabique Interior Aislado	0,51	204,60	Entucido de yeso	0,01
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,08
			Poliuretano Proyectado	0,04
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,08
			Entucido de yeso	0,01
Muro contencion	2,08	743,60	Entucido de yeso	0,02
			Mortero de cemento	0,03
			Horm masa aridos ord sin vibrar	0,25
			Impermeabilizante(Betun fieltro)	0,00
			Grava rodada o de machaqueo	0,10

- Resultados

2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN		
El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación.		
	Calefacción KWh/m ²	Refrigeración KWh/m ²
Demanda Edificio Objeto	-34,68	20,33
Demanda Edificio Referencia	-24,35	16,48

De acuerdo a la valoración que hace el programa respecto al edificio de referencia que cumpliría la normativa, el edificio de la ETSAB (edificio objeto) no cumpliría las exigencias del Código técnico de la Edificación.

Los resultados globales de demanda para cada mes del año son los siguientes:

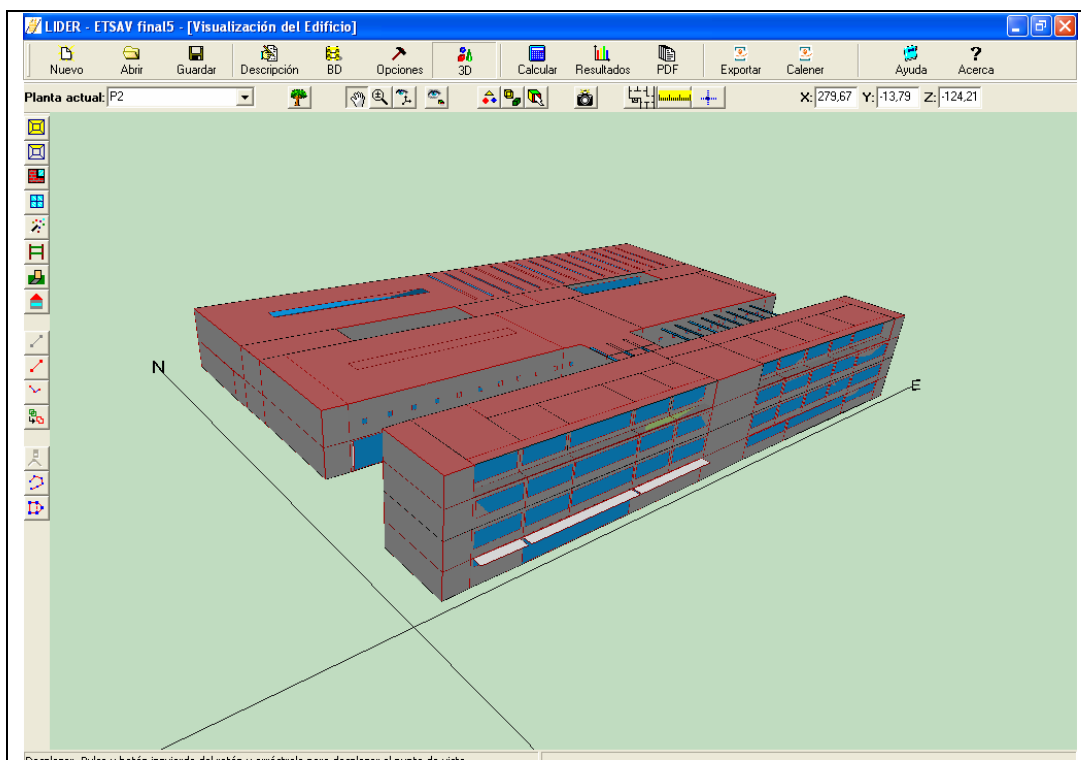
4.1. Resultados globales				
Mes	Calefacción (KWh/m ²)		Refrigeración (KWh/m ²)	
	Edificio objeto	Edificio referencia	Edificio objeto	Edificio referencia
Enero	-13,26	-9,42	0,00	0,00
Febrero	-9,51	-6,65	0,00	0,00
Junio	0,00	0,00	2,57	1,78
Julio	0,00	0,00	7,38	5,94
Agosto	0,00	0,00	6,94	5,77
Septiembre	0,00	0,00	3,44	2,98
Diciembre	-11,92	-8,27	0,00	0,00
Total	-34,69	-24,34	20,33	16,47

A partir de los resultados obtenidos, considerando la superficie construida, y en el caso de la refrigeración que en el mes de agosto no hay actividad en el edificio, se obtienen los valores de demanda energética anual para calefacción y refrigeración:

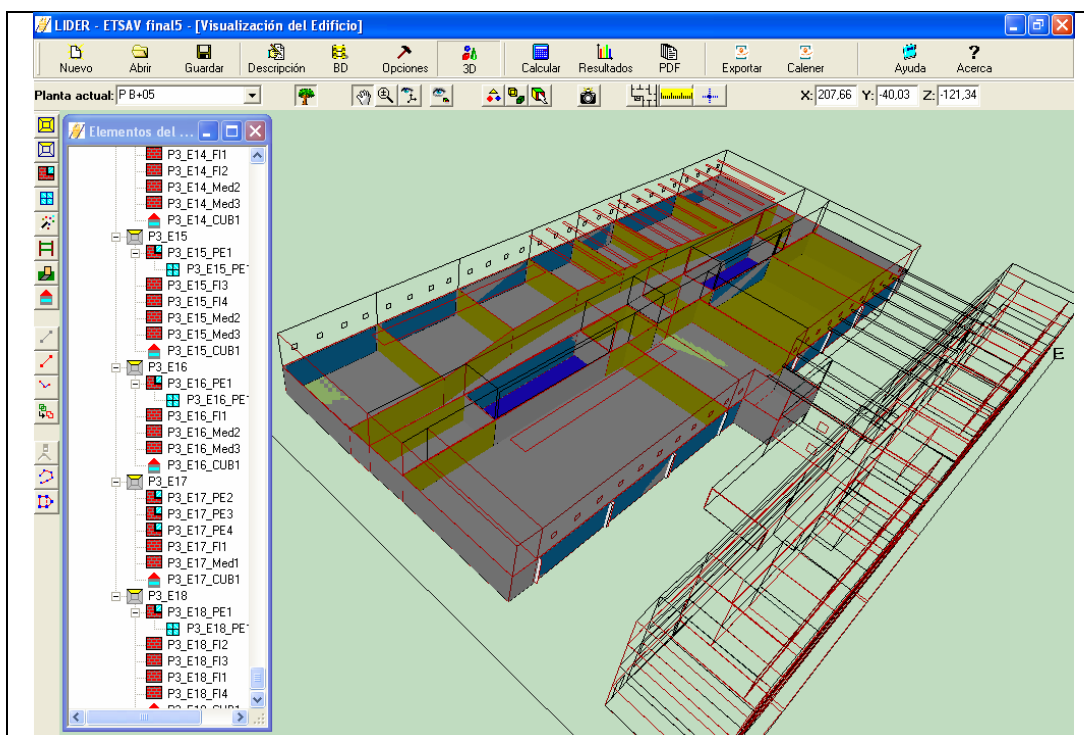
Edificio	Calefacción	Refrigeración
ETSAB	378.190 kWh	145.978 kWh
Edif. de referencia	265.354 kWh	116.651 kWh

Evaluación de la demanda energética con el programa LIDER

- Edificios autónomos – ETSAV



Definición del edificio: Volumen general



Definición del edificio: zonificación interior

- Definición de soluciones constructivas:

Nombre	U (W/m ² K)	Peso (kg/m ²)	Material	Espesor (m)
Muro Exterior Aislado	0,57	290,95	Entucido de yeso	0,01
Tabique Interior tipo	3,64	107,40	Entucido de yeso	0,01
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,08
			Entucido de yeso	0,01
Fachada lateral	0,64	392,48	Ladrillo hueco(Fabrica)	0,14
			Poliestireno expandido Tipo II	0,04
			Camara aire vertical(2 cm)	0,00
			Ladrillo perforado(Fabrica)	0,14
Muro tipo	1,35	336,00	Ladrillo hueco(Fabrica)	0,14
			Camara aire vertical(2 cm)	0,00
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,14
Forjado sanitario	0,47	754,90	Terrazo(Horm.dens.media)	0,03
			Mortero de cemento	0,03
			Forjado de hormigón	0,20
			Poliestireno expandido Tipo III	0,06
			Grava rodada o de machaqueo	0,20
Cub. Incl. Camara de Aire	0,52	414,20	Teja arcilla	0,01
			Impermeabilizante(Betun fieltro)	0,00
			Mortero de cemento	0,01
			Horm celular aridos siliceos 2	0,05
			Camara aire horizontal(>15cm)	0,00
			Lana mineral MW42	0,06
			Forjado de hormigon	0,20
			Entucido de yeso	0,01

Nombre	U (W/m ² K)	Peso (kg/m ²)	Material	Espesor (m)
Cub. Plana Aislada	0,49	427,90	Poliestireno expandido Tipo IV	0,06
			Impermeabilizante(Betun fieltro)	0,00
			Mortero de cemento	0,01
			Forjado ceramico	0,20
			Entucido de yeso	0,01
Cub. Plana Invertida Aislada	0,54	447,45	Grava rodada o de machaqueo	0,05
			Poliestireno extruido C 0.034	0,05
			Impermeabilizante(Betun fieltro)	0,00
			Horm masa aridos ord sin vibrar	0,05
			Forjado ceramico	0,20
			Entucido de yeso	0,01
Forjado Cerámico Aislado	0,67	385,20	Terrazo(Horm.dens.media)	0,02
			Mortero de cemento	0,04
			Poliestireno extruido C 0.034	0,04
			Forjado ceramico	0,21
			Entucido de yeso	0,01
Muro Enterrado Aislado	0,48	157,00	Poliestireno expandido Tipo VI	0,06
			Impermeabilizante(Betun fieltro)	0,00
			Bloque hueco de hormigon 2	0,12
			Entucido de yeso	0,01
Muro Exterior Aislado	0,57	290,95	Ladrillo macizo(Fabrica)	0,12
			Mortero de cemento	0,01
			Poliestireno extruido C 0.034	0,05
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,04

- Resultados

2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN		
El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación.		
	Calefacción KWh/m ²	Refrigeración KWh/m ²
Demanda Edificio Objeto	-35,09	19,22
Demanda Edificio Referencia	-20,72	36,51

De acuerdo a la valoración que hace el programa respecto al edificio de referencia que cumpliría la normativa, el edificio de la ETSAV (edificio objeto) no cumpliría las exigencias del Código técnico de la Edificación.

Los resultados globales de demanda para cada mes del año son los siguientes:

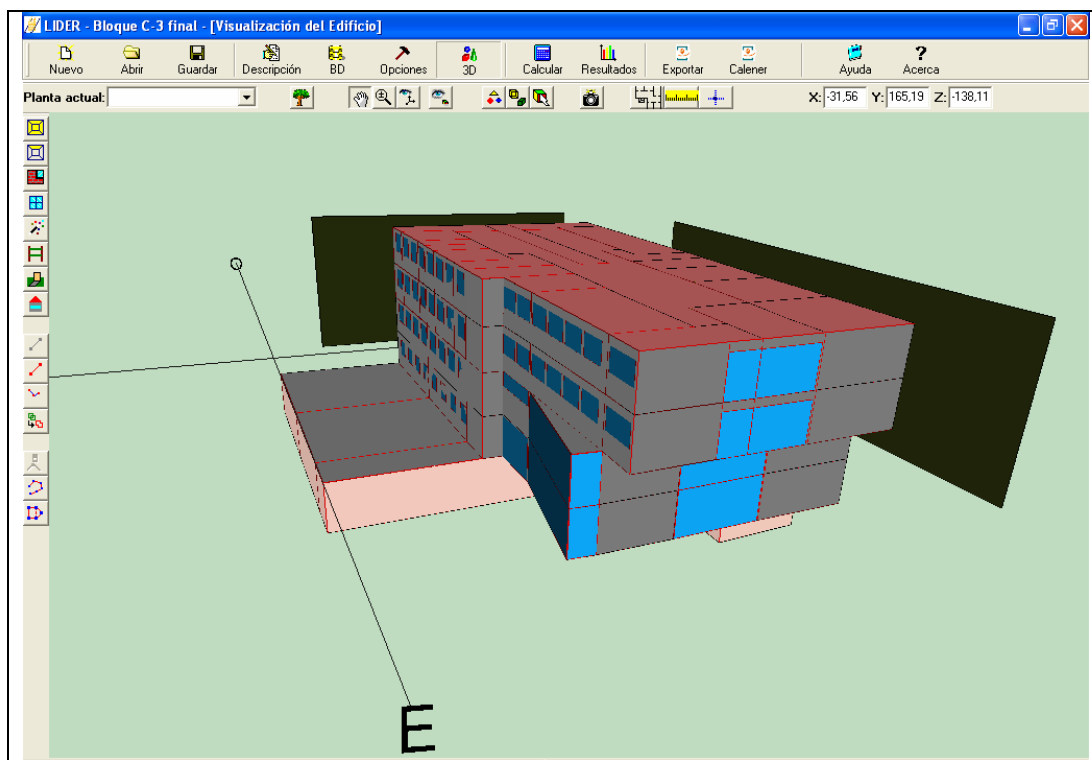
4.1. Resultados globales				
Mes	Calefacción (KWh/m ²)		Refrigeración (KWh/m ²)	
	Edificio objeto	Edificio referencia	Edificio objeto	Edificio referencia
Enero	-13,36	-8,16	0,00	0,00
Febrero	-9,80	-5,40	0,00	0,00
Junio	0,00	0,00	2,19	6,82
Julio	0,00	0,00	6,88	11,51
Agosto	0,00	0,00	6,72	11,24
Septiembre	0,00	0,00	3,43	6,95
Diciembre	-11,93	-7,16	0,00	0,00
Total	-35,09	-20,72	19,22	36,52

A partir de los resultados obtenidos, considerando la superficie construida, y en el caso de la refrigeración que en el mes de agosto no hay actividad en el edificio, se obtienen los valores de demanda energética anual para calefacción y refrigeración:

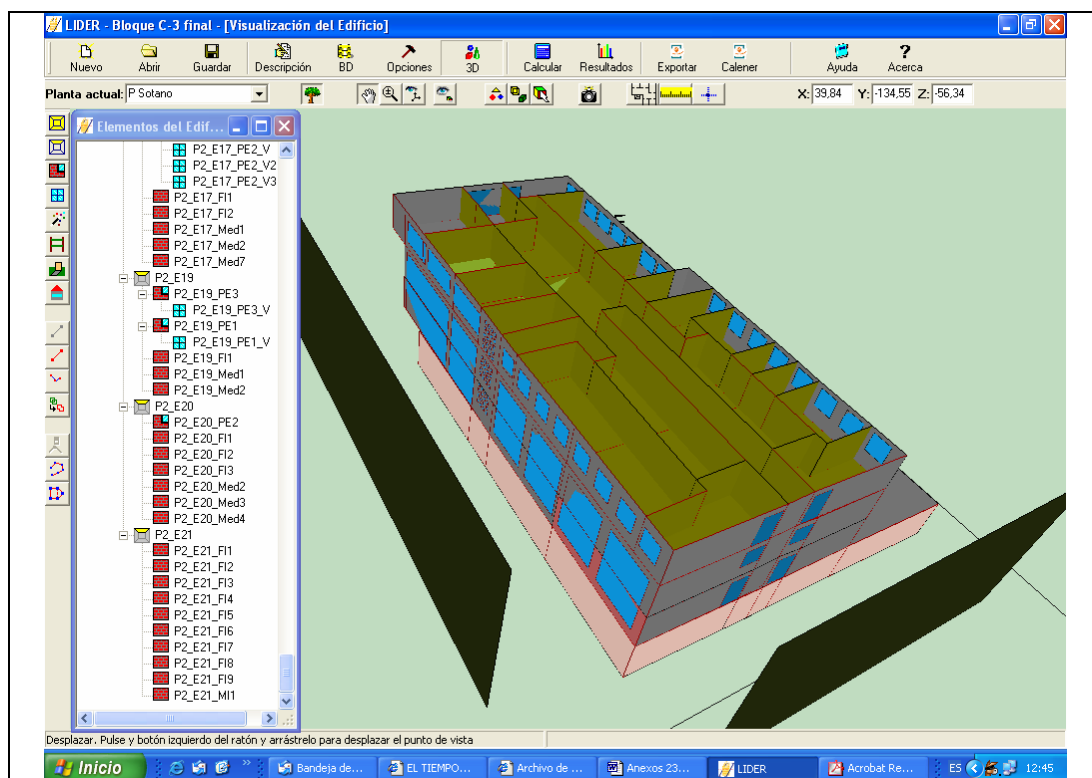
Edificio	Calefacción	Refrigeración
ETSAV	317.810 kWh	113.212 kWh
Edif. de referencia	187.661 kWh	228.960 kWh

Evaluación de la demanda energética con el programa LIDER

• Edificios en campus – Módulo C-3



Definición del edificio: Volumen general



Definición del edificio: zonificación interior

- Definición de soluciones constructivas:

Nombre	U (W/m ² K)	Peso (kg/m ²)	Material	Espesor (m)
Cub. Plana Invertida Aislada	0,54	447,45	Horm masa artidos ord sin vibrar	0,05
			Forjado ceramico	0,20
			Entucido de yeso	0,01
Forjado Cerámico Aislado	0,67	385,20	Terrazo(Horm.dens.media)	0,02
			Mortero de cemento	0,04
			Poliestireno extruido C 0.034	0,04
			Forjado ceramico	0,21
			Entucido de yeso	0,01
Muro Enterrado Aislado	0,48	157,00	Poliestireno expandido Tipo VI	0,06
			Impermeabilizante(Betun fieltro)	0,00
			Bloque hueco de hormigon 2	0,12
			Entucido de yeso	0,01
Muro Exterior Aislado	0,57	290,95	Ladrillo macizo(Fabrica)	0,12
			Mortero de cemento	0,01
			Poliestireno extruido C 0.034	0,05
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,04
			Entucido de yeso	0,01
Tabique Interior Aislado	0,51	204,60	Entucido de yeso	0,01
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,08
			Poliuretano Proyectado	0,04
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,08
			Entucido de yeso	0,01
Muro tipo	0,67	361,50	Ladrillo hueco(Fabrica)	0,15
			Espuma de poliuretano	0,03

Nombre	U (W/m ² K)	Peso (kg/m ²)	Material	Espesor (m)
Muro tipo	0,67	361,50	Camara aire vertical(10 cm)	0,00
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,14
			Enlucido de yeso	0,02
Muro con piedra	0,73	333,50	P caliza dura	0,02
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,14
			Espuma de poliuretano	0,03
			Camara aire vertical(2 cm)	0,00
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,09
			Enlucido de yeso	0,02
Solera	0,56	700,20	Terrazo(Horm.dens.media)	0,03
			Mortero de cemento	0,03
			Forjado cerámico	0,22
			Poliestireno expandido Tipo VI	0,04
			Grava rodada o de machaqueo	0,15

- Resultados

2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN		
El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación.		
	Calefacción KWh/m ²	Refrigeración KWh/m ²
Demanda Edificio Objeto	-25,61	22,46
Demanda Edificio Referencia	-23,46	20,02

De acuerdo a la valoración que hace el programa respecto al edificio de referencia que cumpliría la normativa, el módulo C-3 (edificio objeto) no cumpliría las exigencias del Código técnico de la Edificación.

Los resultados globales de demanda para cada mes del año son los siguientes:

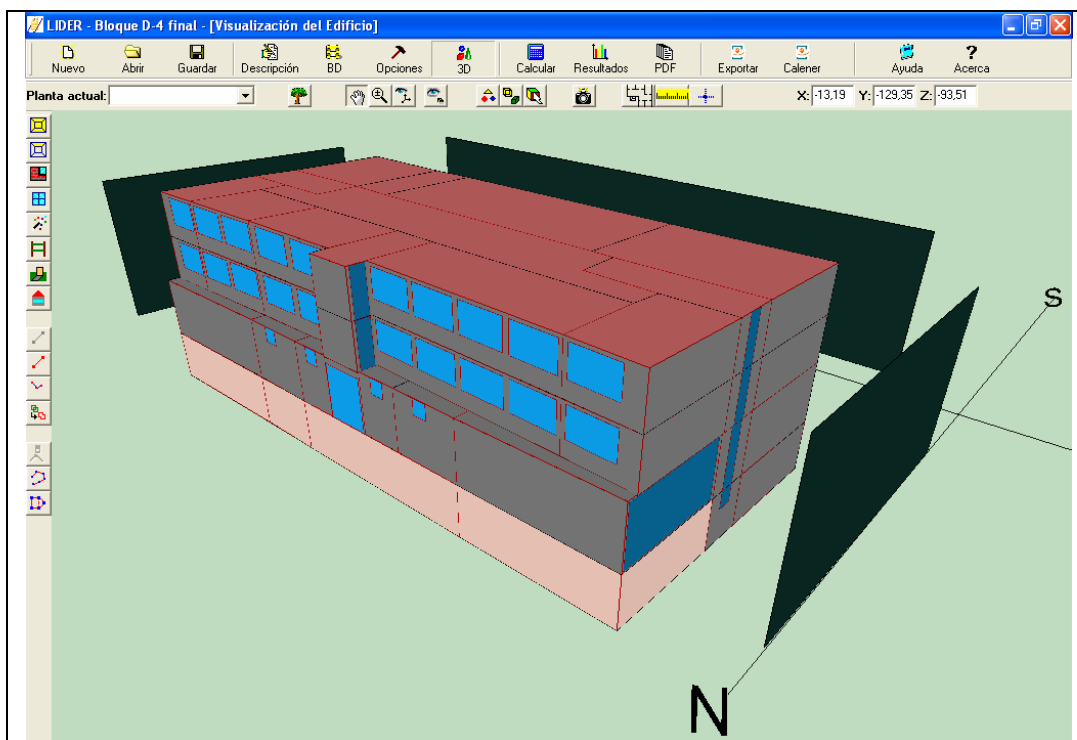
4.1. Resultados globales				
Mes	Calefacción (KWh/m ²)		Refrigeración (KWh/m ²)	
	Edificio objeto	Edificio referencia	Edificio objeto	Edificio referencia
Enero	-9,92	-9,11	0,00	0,00
Febrero	-7,06	-6,48	0,00	0,00
Junio	0,00	0,00	2,84	2,42
Julio	0,00	0,00	7,70	6,87
Agosto	0,00	0,00	7,56	6,79
Septiembre	0,00	0,00	4,36	3,94
Diciembre	-8,63	-7,87	0,00	0,00
Total	-25,61	-23,46	22,46	20,02

A partir de los resultados obtenidos, considerando la superficie construida, y en el caso de la refrigeración que en el mes de agosto no hay actividad en el edificio, se obtienen los valores de demanda energética anual para calefacción y refrigeración:

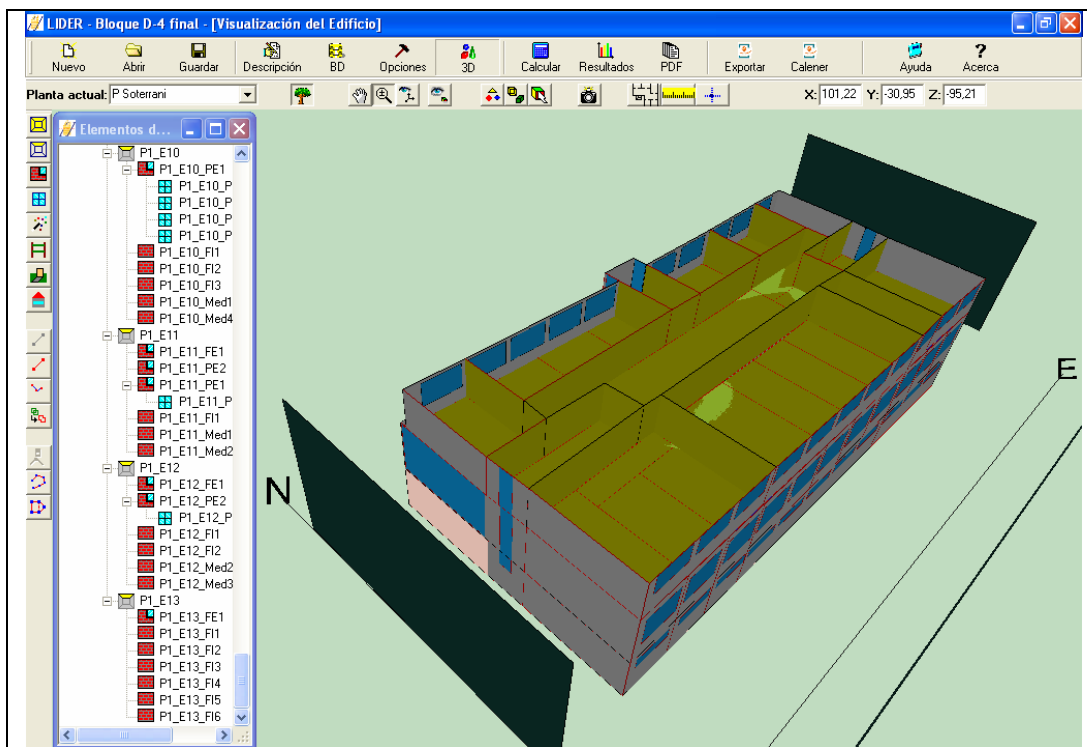
Edificio	Calefacción	Refrigeración
Módulo C-3	70.735 kWh	41.153 kWh
Edif. de referencia	64.769 kWh	36.541 kWh

Evaluación de la demanda energética con el programa LIDER

• Edificios en campus – Módulo D-4



Definición del edificio: Volumen general



Definición del edificio: zonificación interior

- Definición de soluciones constructivas:

Nombre	U (W/m ² K)	Peso (kg/m ²)	Material	Espesor (m)
Cub. Plana Aislada	0,49	427,90	Impermeabilizante(Betun fieltro)	0,00
			Poliestireno expandido Tipo IV	0,06
			Impermeabilizante(Betun fieltro)	0,00
			Mortero de cemento	0,01
			Forjado ceramico	0,20
			Entucido de yeso	0,01
Cub. Plana Invertida Aislada	0,54	447,45	Grava rodada o de machaqueo	0,05
			Poliestireno extruido C 0.034	0,05
			Impermeabilizante(Betun fieltro)	0,00
			Horm masa aridos ord sin vibrar	0,05
			Forjado ceramico	0,20
			Entucido de yeso	0,01
Forjado Cerámico Aislado	0,67	385,20	Terrazo(Horm.dens.media)	0,02
			Mortero de cemento	0,04
			Poliestireno extruido C 0.034	0,04
			Forjado ceramico	0,21
			Entucido de yeso	0,01
Muro Enterrado Aislado	0,48	157,00	Poliestireno expandido Tipo VI	0,06
			Impermeabilizante(Betun fieltro)	0,00
			Bloque hueco de hormigon 2	0,12
			Entucido de yeso	0,01
Muro Exterior Aislado	0,57	290,95	Ladrillo macizo(Fabrica)	0,12
			Mortero de cemento	0,01
			Poliestireno extruido C 0.034	0,05

Nombre	U (W/m ² K)	Peso (kg/m ²)	Material	Espesor (m)
Muro Exterior Aislado	0,57	290,95	Ladrillo hueco(Fabrica)	0,04
			Enlucido de yeso	0,01
Tabique Interior Aislado	0,51	204,60	Enlucido de yeso	0,01
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,08
			Poliuretano Proyectado	0,04
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,08
			Enlucido de yeso	0,01
Muro tipo	0,53	432,40	Ladrillo macizo(Fabrica)	0,14
			Camara aire vertical(5 cm)	0,00
			Poliestireno expandido Tipo V	0,04
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,14
			Enlucido de yeso	0,02
Muro tipo lateral	0,59	287,88	Ladrillo hueco(Fabrica)	0,14
			Camara aire vertical(2 cm)	0,00
			Poliestireno expandido Tipo II	0,04
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,09
			Enlucido de yeso	0,02

- Resultados

2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN		
El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación.		
	Calefacción KWh/m ²	Refrigeración KWh/m ²
Demanda Edificio Objeto	-25,16	17,03
Demanda Edificio Referencia	-23,70	18,80

De acuerdo a la valoración que hace el programa respecto al edificio de referencia que cumpliría la normativa, el módulo D-4 (edificio objeto) no cumpliría las exigencias del Código técnico de la Edificación.

Los resultados globales de demanda para cada mes del año son los siguientes:

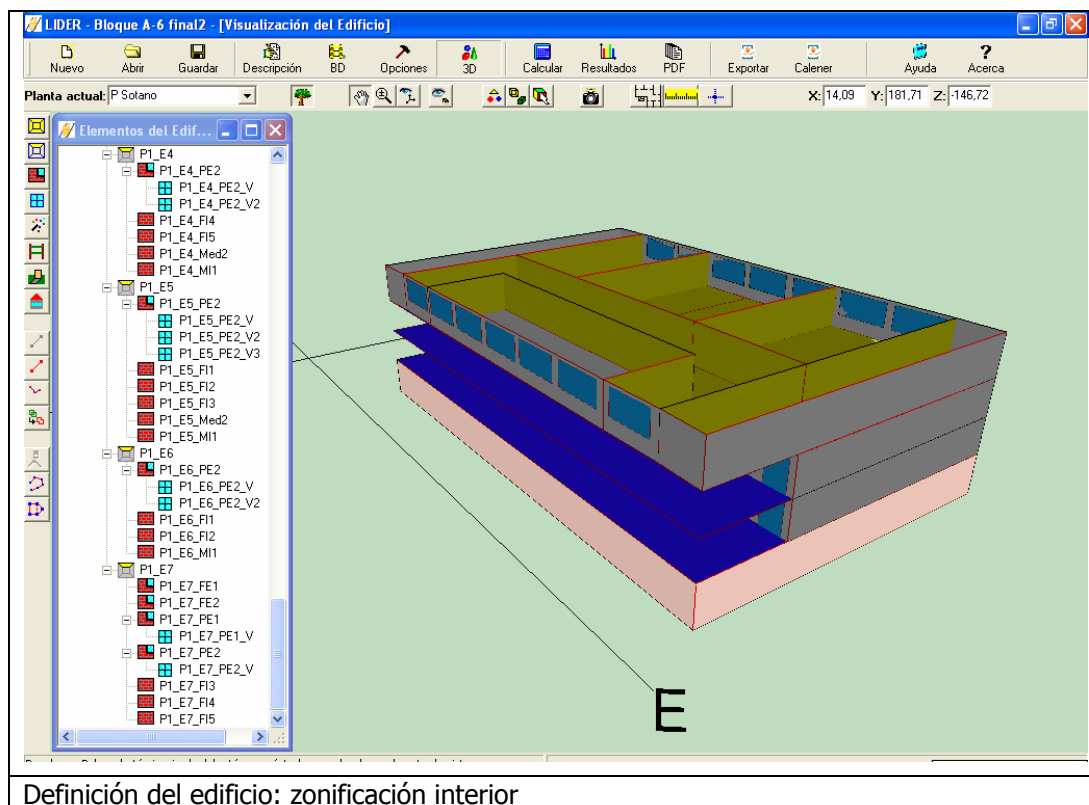
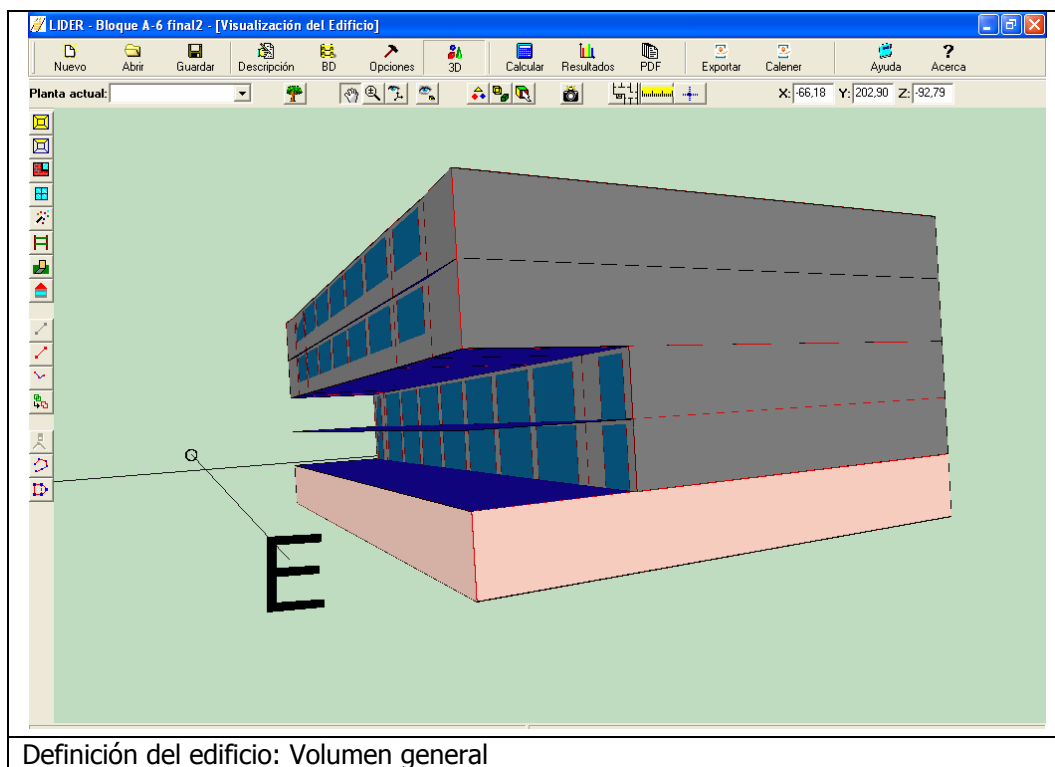
4.1. Resultados globales				
Mes	Calefacción (KWh/m ²)		Refrigeración (KWh/m ²)	
	Edificio objeto	Edificio referencia	Edificio objeto	Edificio referencia
Enero	-9,69	-9,19	0,00	0,00
Febrero	-6,91	-6,39	0,00	0,00
Junio	0,00	0,00	1,74	2,22
Julio	0,00	0,00	5,95	6,46
Agosto	0,00	0,00	5,99	6,49
Septiembre	0,00	0,00	3,34	3,62
Diciembre	-8,56	-8,12	0,00	0,00
Total	-25,16	-23,70	17,02	18,79

A partir de los resultados obtenidos, considerando la superficie construida, y en el caso de la refrigeración que en el mes de agosto no hay actividad en el edificio, se obtienen los valores de demanda energética anual para calefacción y refrigeración:

Edificio	Calefacción	Refrigeración
Módulo D-4	62.849 kWh	27.553 kWh
Edif. de referencia	43.490 kWh	19.559 kWh

Evaluación de la demanda energética con el programa LIDER

- Edificios en campus – Módulo A-6



- Definición de soluciones constructivas:

Nombre	U (W/m ² K)	Peso (kg/m ²)	Material	Espesor (m)
Cub. Plana Aislada	0,49	427,90	Forjado cerámico	0,20
			Entucido de yeso	0,01
Cub. Plana Invertida Aislada	0,54	447,45	Grava rodada o de machaqueo	0,05
			Poliestireno extruido C 0.034	0,05
			Impermeabilizante(Betun fieltro)	0,00
			Horm masa aridos ord sin vibrar	0,05
			Forjado cerámico	0,20
			Entucido de yeso	0,01
Forjado Cerámico Aislado	0,67	385,20	Terrazo(Horm.dens.media)	0,02
			Mortero de cemento	0,04
			Poliestireno extruido C 0.034	0,04
			Forjado cerámico	0,21
			Entucido de yeso	0,01
Muro Enterrado Aislado	0,48	157,00	Poliestireno expandido Tipo VI	0,06
			Impermeabilizante(Betun fieltro)	0,00
			Bloque hueco de hormigon 2	0,12
			Entucido de yeso	0,01
Muro Exterior Aislado	0,57	290,95	Ladrillo macizo(Fabrica)	0,12
			Mortero de cemento	0,01
			Poliestireno extruido C 0.034	0,05
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,04
			Entucido de yeso	0,01
Tabique Interior Aislado	0,51	204,60	Entucido de yeso	0,01
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,08

Nombre	U (W/m ² K)	Peso (kg/m ²)	Material	Espesor (m)
Tabique Interior Aislado	0,51	204,60	Poliuretano Proyectado	0,04
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,08
			Enlucido de yeso	0,01
Muro tipo	0,67	361,50	Ladrillo hueco(Fabrica)	0,15
			Espuma de poliuretano	0,03
			Camara aire vertical(10 cm)	0,00
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,14
			Enlucido de yeso	0,02
Muro con chapa	0,48	298,05	Chapa grecada de acero(Acero)	0,00
			Poliestireno extruido C 0.040	0,03
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,14
			Espuma de poliuretano	0,03
			Camara aire vertical(2 cm)	0,00
			Ladrillo hueco(Fabrica)	0,09
			Enlucido de yeso	0,02
Solera	0,56	700,20	Terrazo(Horm.dens.media)	0,03
			Mortero de cemento	0,03
			Forjado cerámico	0,22
			Poliestireno expandido Tipo VI	0,04
			Grava rodada o de machaqueo	0,15

- Resultados

2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN		
El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación.		
	Calefacción KWh/m ²	Refrigeración KWh/m ²
Demanda Edificio Objeto	-20,01	14,25
Demanda Edificio Referencia	-17,43	12,61

De acuerdo a la valoración que hace el programa respecto al edificio de referencia que cumpliría la normativa, el módulo A-6 (edificio objeto) no cumpliría las exigencias del Código técnico de la Edificación.

Los resultados globales de demanda para cada mes del año son los siguientes:

4.1. Resultados globales				
Mes	Calefacción (KWh/m ²)		Refrigeración (KWh/m ²)	
	Edificio objeto	Edificio referencia	Edificio objeto	Edificio referencia
Enero	-7,68	-6,72	0,00	0,00
Febrero	-5,68	-4,93	0,00	0,00
Junio	0,00	0,00	1,53	1,42
Julio	0,00	0,00	5,00	4,51
Agosto	0,00	0,00	4,95	4,36
Septiembre	0,00	0,00	2,77	2,32
Diciembre	-6,65	-5,79	0,00	0,00
Total	-20,01	-17,44	14,25	12,61

A partir de los resultados obtenidos, considerando la superficie construida, y en el caso de la refrigeración que en el mes de agosto no hay actividad en el edificio, se obtienen los valores de demanda energética anual para calefacción y refrigeración:

Edificio	Calefacción	Refrigeración
Módulo D-4	61.747 kWh	31.996 kWh
Edif. de referencia	53.459 kWh	28.033 kWh

3. Anexo 3. Evaluación del rendimiento medio de los sistemas

- 3.1. Características de las instalaciones**
- 3.2. Evaluación del rendimiento utilizando valores de referencia**
- 3.3. Evaluación con la herramienta CALENER**

3. Anexo 3: Evaluación de rendimiento de los sistemas:

3.1. Características de las instalaciones de los edificios estudiados.

- **Edificios autónomos: EPSEB.**

Sistema de calefacción:

La generación de calor se realiza con 2 calderas estándar marca Ygnis modelo WA de potencia calorífica 650 kW, con rendimiento nominal del 85% alimentadas con gas natural como combustible, y con quemador de tiro forzado de 0.80 kW de consumo eléctrico. Estas calderas no funcionan bajo esquema de escalonamiento y solamente se regulan por control de temperatura de entrada y salida.



Fig. 3.1.1 Cuarto de calderas EPSEB

El sistema se distribuye por 8 circuitos que alimentan a cada fachada (N, S, E y O) en 2 niveles; uno para las plantas inferiores (planta semisótano, la zona de talleres y aula master, planta baja y primera) y el otro para las plantas superiores (plantas 2, 3 y 4). También hay 2 circuitos adicionales; uno para zonas comunes, y otro independiente para la sala de actos de la planta baja.

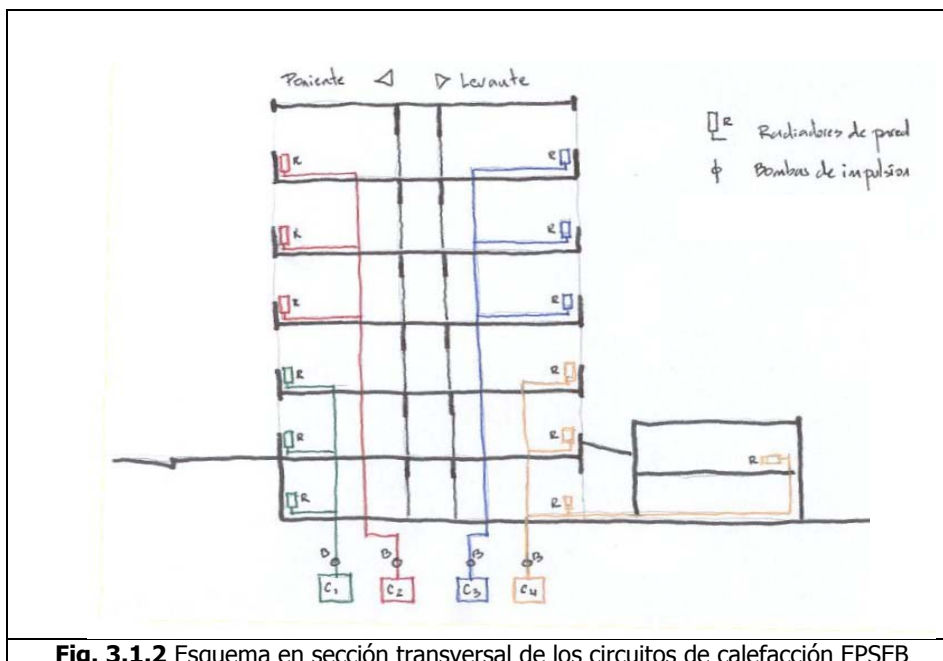


Fig. 3.1.2 Esquema en sección transversal de los circuitos de calefacción EPSEB

Los emisores a nivel de cada local son radiadores de fundición de diferente nº de elementos, de potencia calorífica nominal desde 1.500 hasta 2.840 W, montados sobre un circuito de agua caliente bitubular de cobre visto y sin aislamiento térmico.

Control y regulación del sistema de calefacción:

El edificio dispone de sondas de temperatura exterior, ubicadas en la cubierta del edificio y sondas interiores en algunas aulas y pasillos que desafortunadamente no se utilizan y por su estado y mantenimiento no sirven de referencia al sistema.

La regulación del sistema de calefacción solo se realiza como se mencionó, a partir de la temperatura de entrada y retorno del agua del circuito a las calderas centrales.

Todo el sistema de generación y distribución se activa en días laborables a las 7h y funciona de forma continua, salvo interrupciones voluntarias. El apagado es a discreción de la conserjería sobre las 20 – 21 horas dependiendo la actividad del centro³. No se tiene constancia de que se realice apagado selectivo de circuitos y el sistema se enciende y se apaga en su totalidad generando importantes despilfarros energéticos.

En cuanto a los emisores, no se utilizan válvulas termostáticas o aparatos de regulación automática y solamente se realiza regulación que pueda hacer cada usuario abriendo o cerrando la válvula de paso en el emisor correspondiente.

Sistema de refrigeración

La demanda de refrigeración es atendida de forma individual en cada local del edificio con aparatos de ventana, (38 Unidades en total de los modelos Glassier/Interclisa 041-A 13-A o ACK 16^a) con potencias nominales de 3.600W y 2.320W respectivamente, y aparatos tipo Split o Bombas de Calor de diferentes marcas y referencias que tienen potencias nominales para refrigeración entre 2.400 – 3.600W.

La gestión y control de los parámetros de confort para estos aparatos se hace de forma individual en cada local.

De acuerdo a las políticas de la UPC⁴ respecto a la climatización de los espacios, que por el tipo de uso que tienen requieren de sistemas de calefacción y/o refrigeración, para el caso de la EPSEB, se observa que todos los espacios que "requieren" sistema de calefacción lo disponen, y en el caso de la refrigeración solo el 48.77% de los que la requieren están siendo atendidos⁵:

REFRIGERACIÓN EDIFICIO EPSEB	SUPERFICIE	%
Espacios con refrigeración	4.908,87	48,77%
Espacios sin refrigeración	5.156,39	51,23%
TOTAL	10.065,26	100,00%

³ Datos extraídos directamente de entrevista con el Responsable de Mantenimiento de la escuela.

⁴ Plan Plurianual de Inversiones en edificios existentes PPIEE 2004-2006, Comisión de aire acondicionado. Vicerrectoría adjunta de edificaciones UPC.

⁵ Base de datos de Aire Acondicionado UPC. Servei de Patrimoni. Marzo de 2.005

- **Edificios autónomos: ETSAB**

Sistema de calefacción:

La generación de calor se realiza mediante 3 calderas estándar marca Ygnis modelos W 450 y 610kW, con rendimiento nominal del 85% y 78% (2 de ellas). El combustible que utilizan es el gas natural con un quemador de tiro forzado por caldera de 0.80, 1,2 y 1.0 kW de consumo eléctrico respectivamente. Estas calderas no funcionan bajo esquema de escalonamiento y solamente se regulan por control de temperatura de entrada y salida.

A partir de la generación centralizada de calor el sistema se divide en dos:

- De un lado está el circuito de aire que aprovecha la generación de calor de 2 de las calderas y mediante turbinas de impulsión de aire, atiende la climatización de la "torre" de aulas y despachos desde la planta 1 a la 7ª.



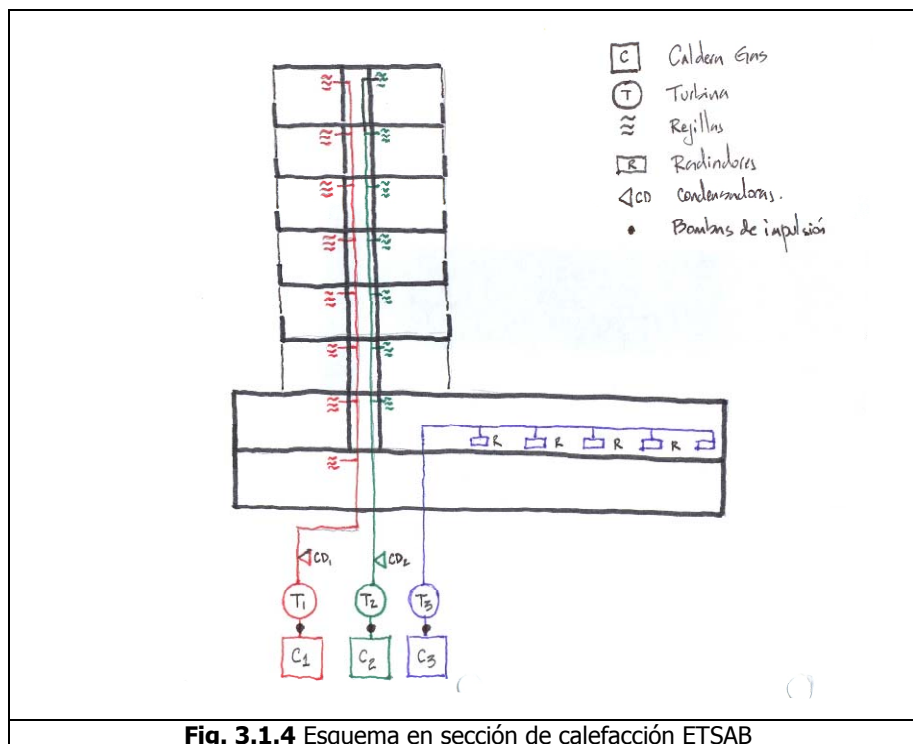
Fig. 3.1.3 Cuarto de calderas y turbinas ETSAB

La distribución se hace por conductos verticales con importantes problemas de aislamiento y pérdidas en el recorrido. Este sistema vertical se concentra en la zona de ascensores y escaleras en cada planta, y se distribuye en horizontal por conductos galvanizados ocultos en el falso techo, con aislamiento (deficiente en muchos puntos) de lana de roca, que tiene 2 ramales paralelos al pasillo de distribución de cada planta: uno para las aulas y otro para los despachos que entregan el aire por sistema de rejilla convencional de 30 x 90cm en las aulas y despachos del edificio.

- De otro lado está el sistema por agua que atiende la calefacción de las plantas semisótano, baja y primera. Este sistema distribuye el calor generado por la tercera caldera mediante un circuito bitubular de tuberías de acero negro y cobre visto sin aislamiento y térmico.

Los emisores a nivel de cada local son radiadores de fundición de diferente nº de elementos, de potencia calorífica nominal desde 750 hasta 1.480 W.

NOTA: Este edificio ha tenido una modificación importante de las instalaciones de calefacción, cambiando el sistema alimentado por aire en las aulas de la Torre Segarra por circuitos de radiadores que se ha realizado en el segundo semestre de 2004. La descripción de las instalaciones que aquí se hace corresponde al período del estudio 2002- 2003.



Control y regulación del sistema de calefacción:

Se dispone de sondas de temperatura exterior, ubicadas en la cubierta del edificio y sondas interiores en algunas aulas en desuso. La regulación por tanto solo se realiza al igual que en la EPSEB, a partir del control de temperatura de entrada y retorno del agua del circuito a las calderas centrales.

Como es gestionado por el mismo personal de mantenimiento de la EPSEB el régimen de funcionamiento es similar; todo el sistema de generación y distribución se activa en días laborables sobre las 7 a.m. y funciona de forma continua salvo interrupciones voluntarias. El apagado es a discreción de la conserjería sobre las 20 – 21 horas dependiendo la actividad del centro⁶. Solo se realiza encendido/apagado selectivo en el caso del circuito que alimenta la biblioteca que se habilita los fines de semana (sábados) y el resto de circuitos se encienden y apagan de forma simultánea.

En cuanto a los emisores tipo radiador, no se utilizan válvulas termostáticas o aparatos de regulación automática y solamente la regulación que pueda hacer cada usuario se realiza abriendo o cerrando la válvula de paso en el emisor correspondiente.

Sistema de refrigeración

La demanda de refrigeración también es atendida de forma individual en cada local del edificio: con aparatos en la mayoría de los casos tipo Split , (16 Unidades en total de los modelos Fujitsu / Mitsubishi) con potencias nominales entre 2.800W y 3.400W, algunos aparatos de ventana y Bombas de Calor de diferentes marcas y referencias que tienen potencias nominales para refrigeración entre 1.300 – 3.500W .

La gestión y control de los parámetros de confort para estos aparatos se hace de forma individual en cada local.

⁶ Datos extraídos directamente de entrevista con el Responsable de Mantenimiento de la escuela.

De acuerdo a las políticas ya mencionadas de la UPC, para el caso de la ETSAB se observa que todos los espacios que "requieren" sistema de calefacción lo disponen, y en el caso de la refrigeración tan solo el 22,58% de los espacios son atendidos:

REFRIGERACIÓN EDIFICIO ETSAB	SUPERFICIE	%
Espacios con refrigeración	2.368,32	22,58%
Espacios sin refrigeración	8.122,55	77,42%
TOTAL	10.490,87	100,00%

- **Edificios autónomos: ETSAV**

Sistema de calefacción⁷:

Se trata de un sistema centralizado con generación de calor a partir de 2 calderas estándar marca Ygnis Ibérica S.A tipo W.A 405 de 517.000 Kcal/h de potencia nominal cada una, que utilizan gas natural como combustible, con quemador de tiro forzado de 1,5 kW de potencia eléctrica y un rendimiento nominal del 87%.

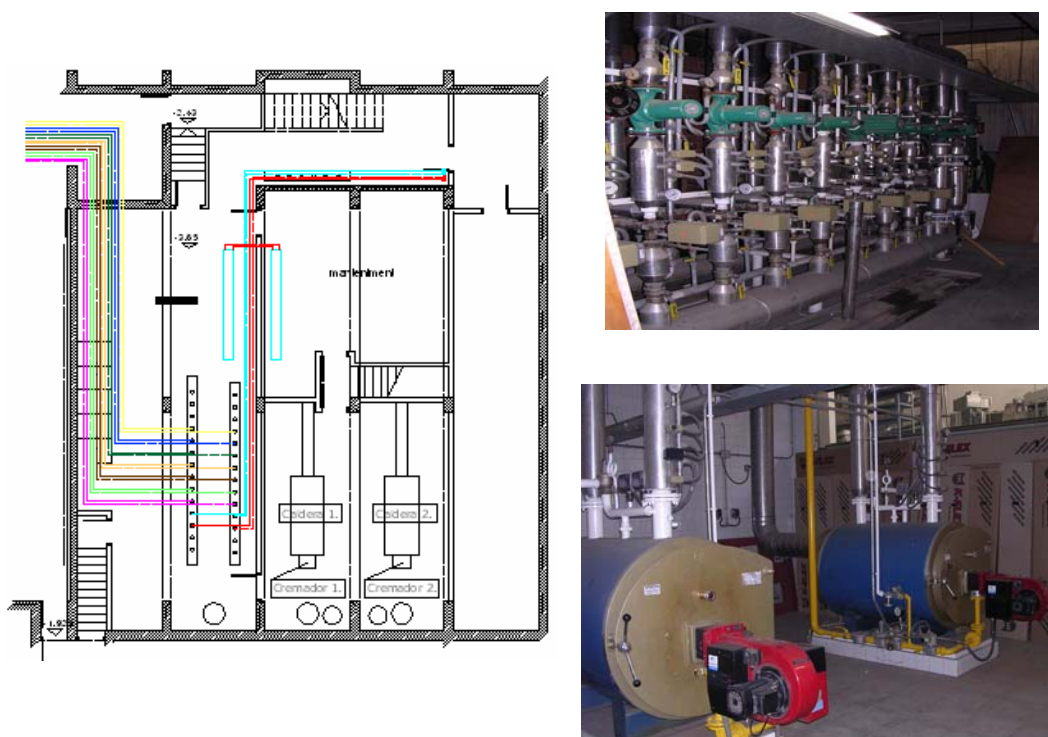


Fig. 3.1.5 Cuadro de calderas ETSAV

La distribución se realiza con 9 circuitos que alimentan las diferentes zonas del edificio y que se reparten por el edificio según el esquema de la **Fig. 3.16**

Se utilizan emisores estáticos tipo panel formado por tubos hidráulicamente independientes soldados a colectores de distribución situados en sus extremos.

⁷ Datos tomados a partir de la memoria de instalaciones del edificio. Lluís Nadal Oller, Arquitecte. Març de 1.989. y verificada "in situ".

L1.	Seras utilitat.	
L2.	Seras utilitat.	
L3.	Seras utilitat.	
L4.	Entrada	Aula P1.
	Sortida	
L5.	Entrada	Aules Tècniques.
	Sortida	
L6.	Entrada	Aula P4.
	Sortida	
L7.	Entrada	Aula P5.
	Sortida	
L8.	Entrada	Biblioteca.
	Sortida	
L9.	Entrada	Sala d'actes i centre de càlcul.
	Sortida	
L10.	Entrada	Aula P2.
	Sortida	
L11.	Entrada	Seminaris Sud.
	Sortida	
	Sortida auxiliar	
L12.	Entrada	Seminaris Nord.
	Sortida	
	Sortida auxiliar	
C 1.	Càrdex 1.	
C 2.	Càrdex 2.	

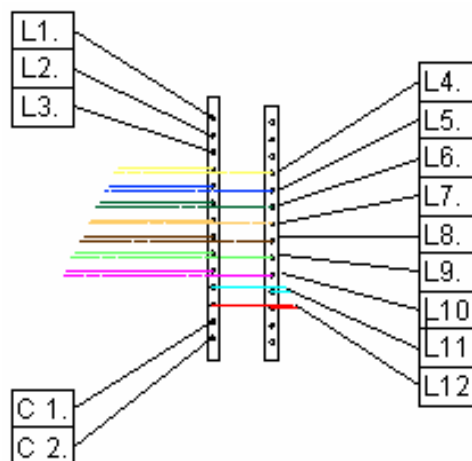


Fig. 3.1.6 Esquema de distribución de circuitos de calefacción ETSAV

De acuerdo al tipo de local al que atienden se distinguen 3 situaciones en el edificio:

- Aulas de dibujo en el edificio docente: Los paneles se sitúan suspendidos bajo jácena configurando unidades de 2 paneles y una luminaria lineal. La alimentación es bitubular con

sentido de flujo alterno, un solo circuito hidráulico por panel. Retorno invertido (excepto en los paneles terminales).

Alimentación a baja temperatura. Cesión térmica por radiación-convección y radiación principal por lámina de aire caliente en el techo.

El control previsto de temperatura ambiente no funciona correctamente y simplemente se realiza una limitación de la temperatura de impulsión.



Fig. 3.1.6. Emisores en aulas y pasillos ETSAV

- Nivel inferior del edificio docente: Los paneles se sitúan suspendidos bajo techo anexos a los ventanales. La alimentación es monotubular con doce circuitos hidráulicos por panel.

Cesión térmica por radiación combatiendo pérdidas en zona perimetral. Control sobre temperatura del agua en impulsión por compensación según condiciones exteriores y limitación de máxima.

- Edificio despachos: Los paneles se sitúan de forma convencional en los antepechos de las ventanas. La alimentación es bitubular, con un circuito por panel y retorno invertido en distribución horizontal.

Cesión térmica por convección – radiación. Control sobre temperatura del agua en impulsión y compensación del retorno según condiciones exteriores .

Control y regulación del sistema de calefacción:

El edificio dispone de sondas de temperatura exterior ubicadas en la cubierta del edificio y sondas interiores en algunas aulas y pasillos que desafortunadamente no se utilizan y por su estado y mantenimiento no sirven de referencia al sistema.

La regulación del sistema de calefacción solo se realiza como se mencionó a partir de la temperatura de entrada y retorno del agua de cada circuito a las calderas centrales.

Todo el sistema de generación y distribución se activa en días laborables sobre las 7 am y funciona de forma continua salvo interrupciones voluntarias. El apagado es a discreción de la conserjería sobre las 20 – 21 horas dependiendo la actividad del centro⁸. No se tiene constancia

⁸ Datos extraídos directamente de entrevista con el Responsable de Mantenimiento de la escuela.

de que se realice apagado selectivo de circuitos y el sistema entra y sale en su totalidad generando importantes despilfarros energéticos.

En cuanto a los emisores no se utilizan válvulas termostáticas o aparatos de regulación automática, y solamente se puede realizar la regulación abriendo o cerrando la válvula de paso en el emisor correspondiente que pueda hacer cada usuario es la que puede darse.

Sistema de refrigeración

La demanda de refrigeración, al igual que la ETSAB y EPSEB también es atendida de forma individual en cada local del edificio: con aparatos en la mayoría de los casos tipo bomba de calor de diferentes marcas y referencias que tienen potencias nominales para refrigeración entre 1.300 – 3.500W.

De acuerdo a las políticas ya mencionadas de la UPC, para el caso de la ETSAV, se observa que todos los espacios que “requieren” sistema de calefacción lo disponen, y en el caso de la refrigeración presenta un porcentaje bajo de espacios atendidos con tan solo el 13,23%:

REFRIGERACIÓN EDIFICIO ETSAV	SUPERFICIE	%
Espacios con refrigeración	692,43	13,23%
Espacios sin refrigeración	4.542,17	86,77%
TOTAL	5.234,60	100,00%

- **Edificios en campus: Módulo C-3 Campus Nord.**

Tanto la calefacción como la refrigeración funcionan en un esquema centralizado que aprovecha la misma infraestructura (Red de distribución vertical y horizontal) para los dos usos energéticos.

Sistema de calefacción:

Se trata de un sistema de 3 calderas marca Chaffoteaux et Maury Mod 105GRSC, de 122 kW de potencia cada una de tipo estándar ubicadas en la cubierta del edificio, cada una de ellas con quemador atmosférico, las cuales se encuentran divididas internamente en 3 módulos que, de acuerdo a la demanda, van funcionando por separado o en forma simultánea.

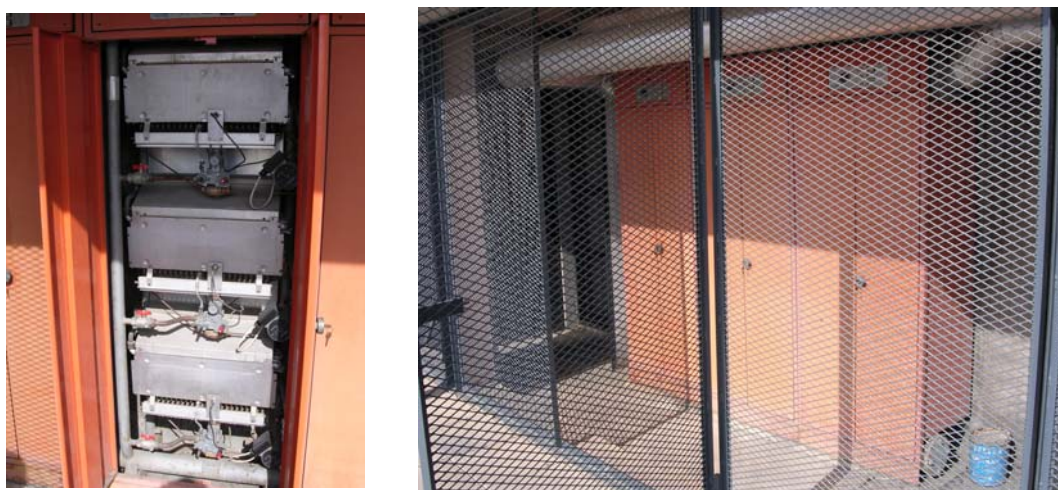


Fig. 3.1.7 Generación centralizada de calor: Calderas en la cubierta del módulo C-3

La distribución se hace por 5 circuitos de agua caliente de 2 tubos de acero negro, con aislamiento de espuma elastomérica, que alimentan a cada una de las orientaciones (N, S, E, O) y un circuito central para la planta baja. Esta infraestructura alimenta una red de emisores tipo FAN-COIL, la mayoría de ellos modelo DAIKIN FW-VM4, con unidades dispuestas en todos los locales del edificio.

Las unidades FAN-COIL (78 unidades en todo el edificio) tienen un consumo eléctrico aproximado (ventilador) entre 84-250W, y una potencia calorífica de 4.300 W para los elementos estándar.



Fig. 3.1.8 Unidades FAN-COIL en despachos, y sondas de temperatura módulo C-3.

En algunos laboratorios y aulas de la planta sótano hay dispuestas unidades tipo SPLIT (2un de 5 kW de potencia c/u) o Bombas de Calor (1 Un de 12 kW de potencia) que funcionan de forma independiente.

Sistema de refrigeración:

Para la producción centralizada de frío, se utilizan 4 enfriadoras marca TRANE modelo CXA 060, con un rendimiento nominal de 1.8. La distribución se realiza utilizando la misma infraestructura de calefacción con 5 circuitos que alimentan a cada una de las orientaciones (N, S, E, O) y un circuito central para la planta baja. Cada circuito tiene asociadas las bombas de impulsión y circulación con una potencia nominal de 450- 1000 W.

A nivel de emisores se utilizan las mismas unidades FAN- COIL dispuestas en el edificio que para su funcionamiento en régimen de frío tienen una potencia nominal de 3.890 W.



Fig. 3.1.9. Cuarto de calderas y refrigeración edificio C-3

En cuanto a los espacios que deberían y tienen atendidas sus necesidades de climatización, para el caso del módulo C-3 se observa que todos los espacios que “requieren” sistema de calefacción lo disponen, y en el caso de la refrigeración el 96.24 % están siendo atendidos:

REFRIGERACIÓN EDIFICIO C-3	SUPERFICIE	%
Espacios con refrigeración	1.727,97	96,24%
Espacios sin refrigeración	67,46	3,76%
TOTAL	1.795,43	100,00%

Control y regulación del sistema de calefacción:

En cuanto al control, el edificio dispone de sondas de temperatura ubicadas en los pasillos interiores, que registran el comportamiento de la temperatura interior respecto a las temperaturas de referencia, e informan a un software centralizado de la marca SAUTER que permite realizar el seguimiento de la operación del sistema, las temperaturas de consigna y las diferentes fases en que trabaja el sistema (escalonamientos de carga, programación de interrupciones, etc.).

Es importante considerar que el sistema tiene problemas de “respuesta lenta” a las variaciones de las condiciones interiores en situaciones habituales. Por ejemplo una vez el sistema deja de generar calor / frío al recibir información de una de las sondas del edificio, el líquido caliente o frío sigue circulando por la red de distribución. Como las terminales FAN-COIL no pueden individualizarse, (By-pass) los ventiladores siguen impulsando aire caliente/frío durante unos minutos y los usuarios terminan por actuar por su cuenta (abrir ventanas), con lo cual el sistema recibe contraórdenes.

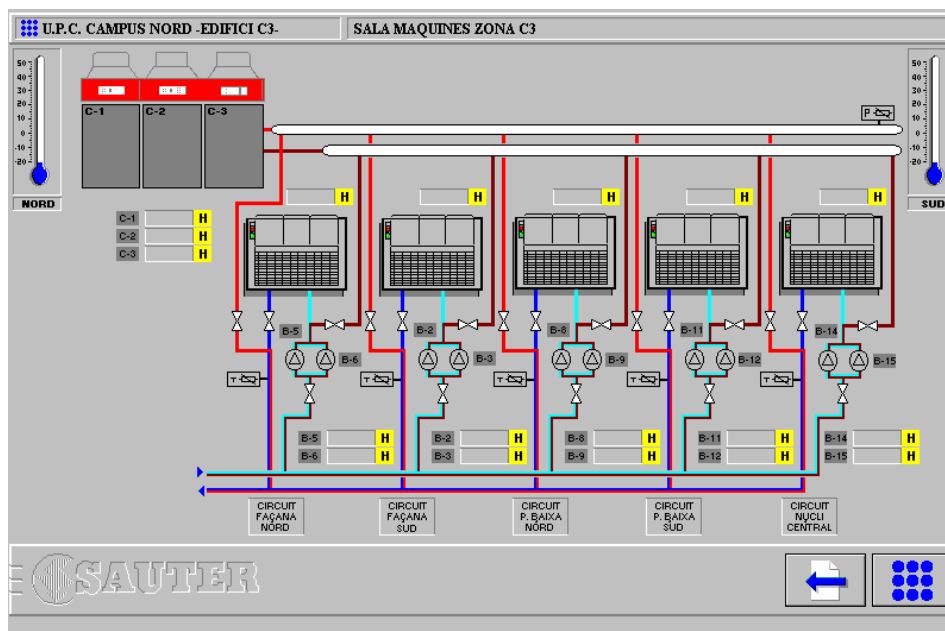


Fig. 3.1.10. Esquema de distribución y control con SAUTER para el módulo C-3.

Todo el sistema de generación y distribución se activa en días laborables sobre las 6:30- 7 am y funciona de forma continua salvo interrupciones voluntarias que se coordinan desde el servicio de mantenimiento del campus⁹. El apagado suele realizarse a diferentes horas dependiendo la actividad del centro pero, usualmente sobre las 19:30 - 20h.

⁹ Datos extraídos directamente de entrevista con la coordinación de Mantenimiento del campus nord

- **Edificios en campus: Módulo D-4 Campus Nord.**

Sistema de calefacción:

Se trata de un sistema centralizado con generación de calor a partir de 2 calderas estándar marca Ygnis Ibérica S.A de 114 kW de potencia cada una, ubicadas en la cubierta del edificio, con quemador atmosférico y un rendimiento nominal del 87%.



Fig. 3.1.11. Cuarto de calderas edificio D-4

El sistema de distribución se divide en 3 circuitos; uno para la fachada norte, otro para la fachada sur y un circuito central para las zonas comunes y de circulación del edificio. Cada circuito tiene sus bombas de impulsión correspondientes de 420 W de consumo nominal c/u.

Los emisores a nivel de cada local son radiadores de fundición, de diferente nº de elementos siendo los más comunes los modelos ROCA DUBA 61/2D y 80/2D de potencia calorífica nominal 2.480W, que están montados sobre un circuito de agua caliente bitubular de acero negro y sin aislamiento térmico.

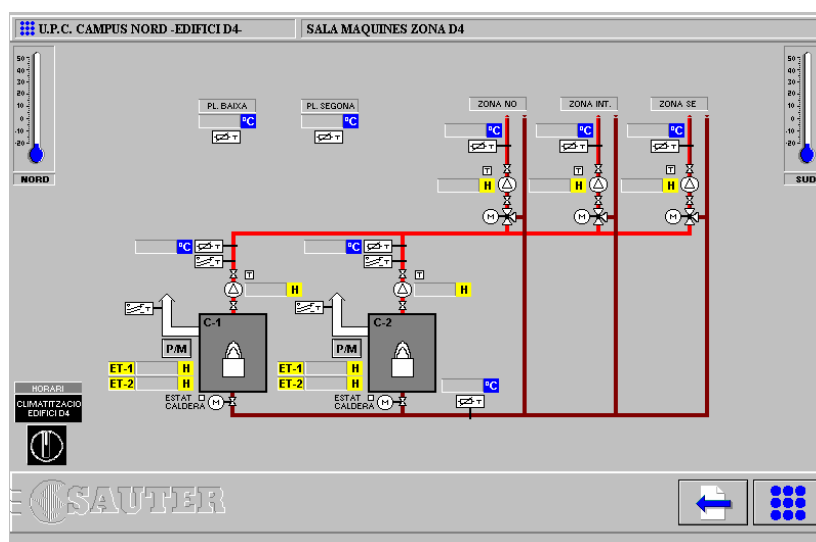


Fig. 3.1.12. Esquema de distribución y control con SAUTER para el módulo D-4

Sistema de refrigeración:

La demanda de refrigeración es atendida de forma individual en cada local del edificio, con aparatos tipo Split o Bombas de Calor individuales que tienen potencias nominales para refrigeración entre 1,6 – 2,8 kW y que cubren en total un 73,70% del total de espacios que lo requieren.

La gestión y control de los parámetros de confort para estos aparatos se hace de forma individual en cada local.



Fig. 3.1.13. Equipos de refrigeración en cubierta módulo D-4

REFRIGERACIÓN EDIFICIO D-4	SUPERFICIE	%
Espacios con refrigeración	1.323,58	73,70%
Espacios sin refrigeración	472,33	26,30%
TOTAL	1.795,91	100,00%

Control y regulación del sistema de calefacción:

En cuanto al control, el edificio dispone de sondas de temperatura ubicadas en los pasillos interiores que informan al sistema de control centralizado sobre las temperaturas de referencia.

Al igual que la mayoría de edificios del Campus Nord la gestión de las instalaciones de climatización se realiza mediante software centralizado de la firma SAUTER que permite realizar el seguimiento de la operación del sistema, las temperaturas de consigna y las diferentes fases en que trabaja el sistema.

- **Edificios en campus: Módulo A-6 Campus Nord.**

En este edificio las instalaciones de climatización solamente atienden las necesidades de calefacción. En algunos locales de la planta semi-sótano hay unidades individuales de refrigeración, pero estas zonas no han sido objeto del presente estudio por lo que no se consideran en la descripción.

Sistema de calefacción:

Se trata de un sistema centralizado con generación de calor a partir de 1 caldera estándar marca Ygnis Suiza de 250.000 kcal/h de potencia, con quemador atmosférico y un rendimiento nominal del 92%.

Se encuentra ubicada en la cubierta del edificio en un cuarto compartido con la caldera del aula contiguo (A-5).



Fig. 3.1.14. Cuarto de calderas edificios A-5 y A-6

El sistema de distribución se divide en 2 circuitos, uno para la fachada norte y otro para la fachada sur. Cada circuito tiene sus bombas de impulsión correspondientes de 385 W de potencia nominal.

Los emisores en los diferentes locales y áreas comunes del edificio son radiadores de fundición montados sobre un sistema de distribución de agua caliente bitubular de tubería de acero negro y sin aislamiento térmico.

Control y regulación:

Para el control y regulación, el edificio dispone de sondas de temperatura ubicadas en algunas aulas y en los pasillos interiores, que informan al sistema de control centralizado sobre las temperaturas de referencia. Este sistema presenta inconvenientes importantes ya que el sistema de regulación, aunque toma el valor promedio de varias sondas, no tiene suficientes instaladas en todos los locales y se da el caso que, por ejemplo mientras en un aula a plena

ocupación la temperatura interior puede ser elevada, en otra aula vacía y en pasillos la temperatura es muy diferente y el valor promedio puede no ser representativo.



Fig. 3.1.15. Sondas de temperatura interior módulo A-6

El sistema también está controlado mediante software centralizado de la firma SAUTER que permite realizar el seguimiento de la operación del sistema, las temperaturas de consigna y las diferentes fases en que trabaja el sistema.

El esquema general de la instalación es el siguiente:

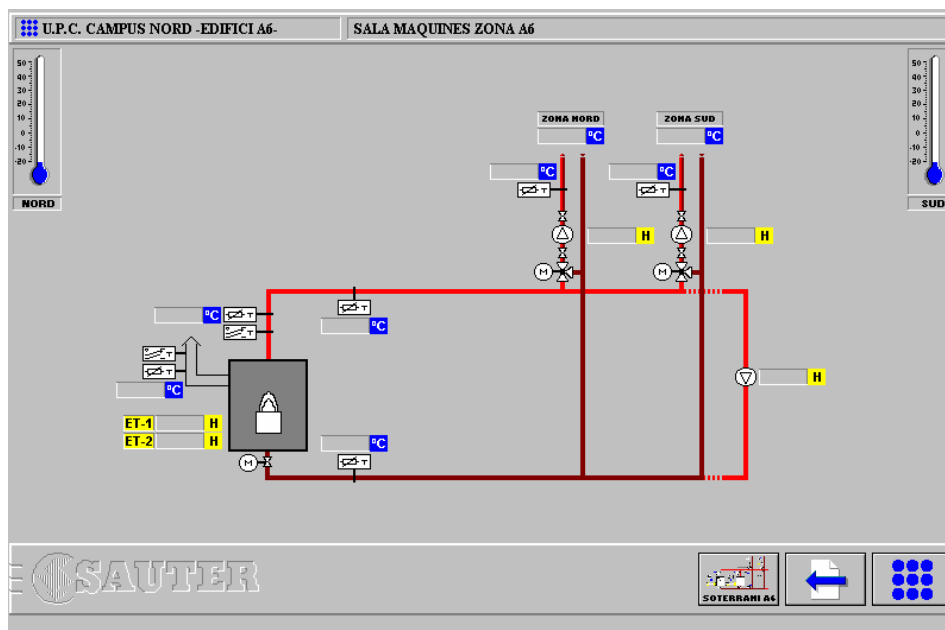


Fig.3.1.16. Esquema de distribución y control con SAUTER para el módulo A-6

3.2. Evaluación del rendimiento utilizando valores de referencia

Tal como se mencionó en el apartado 4.2.1; teniendo en cuenta las características de los sistemas de climatización empleados en cada edificio, obtenidas del levantamiento de datos realizado y de acuerdo a documentación técnica de referencia (RITE, normas ASHRAE, etc.) se estima el rendimiento del sistema considerando la ecuación planteada para la evaluación del rendimiento global:

$$\eta = \eta_g \times \eta_d \times \eta_r$$

Donde:

- η : rendimiento global
- η_g : rendimiento de generación
- η_d : rendimiento de distribución
- η_r : rendimiento de regulación

Existe documentación de referencia que permite realizar una valoración del rendimiento global, según las características generales del sistema y los rendimientos nominales de los elementos dispuestos en cada sistema.

Un ejemplo de este tipo de valoraciones es el realizado en el marco de los proyectos HIADES y EDAC bajo la coordinación del Institut Cerdá que se resume en la Guía de la Edificación Sostenible:

RENDIMIENTO GLOBAL DE LAS INSTALACIONES	
Instalaciones colectivas de Gas	$\eta: \eta_g \times \eta_d \times \eta_r$
Calefacción	
Caldera con quemador atmosférico	0,79
Caldera con quemador con aire forzado	0,81
Caldera de recuperación	0,85
Caldera de,90 condensación	0,90
Bomba de calor de gas con recuperación	1,44
Bomba de calor de gas sin recuperación	1,26
Máquina de absorción	0,90
Refrigeración	
Bomba de calor de gas	1,10
Absorción de efecto simple	0,54
Absorción de doble efecto	0,81
Instalaciones colectivas eléctricas	$\eta: \eta_g \times \eta_d \times \eta_r$
Calefacción	
Caldera de acumulación	0,84
Bomba de calor	2,50
Refrigeración	
Bomba de calor	2,25
Instalaciones individuales eléctricas	$\eta: \eta_g \times \eta_d \times \eta_r$
Calefacción directa. Sistemas unitarios	
Convectores	1,0
Radiadores	1,0
Refrigeración	
Equipos de ventana	2,3
Sistemas partidos	2,3

Instalaciones individuales de Gas		$\eta: \eta_g \times \eta_d \times \eta_r$
Calefacción sistemas individuales		
Caldera con quemador atmosférico		0,79
Caldera de alta eficiencia		0,85
Caldera de condensación		0,93
Generadores de aire		0,71
Calefacción sistema unitario		
Convectores murales		0,80

Tabla 3.2.1. Valores de referencia rendimiento global de las instalaciones ¹⁰

Cuando se dispone de información detallada sobre los aparatos y sistemas dispuestos en el edificio, como es el caso de este trabajo, es posible realizar una valoración un poco mas detallada de cada una de las variables de la ecuación planteada.

Rendimiento de los sistemas centralizados de calefacción:

Para valorar el rendimiento de generación se dispone de los datos de rendimiento nominal de cada una de las calderas de los edificios. Adicionalmente se han considerado como referencia los valores establecidos en los documentos de revisión del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) donde se evalúan las prestaciones de los diferentes tipos de calderas que suelen disponerse en los edificios.

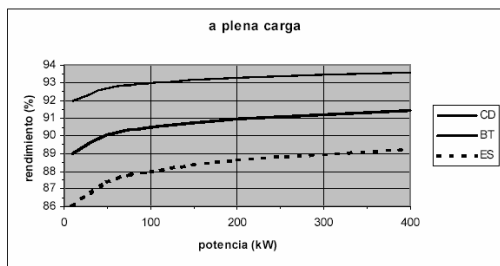


Fig. 03.17- Rendimiento a plena carga

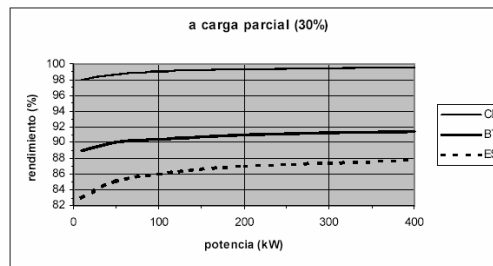


Fig. 03.18- Rendimiento a carga parcial

RENDIMIENTO A PLENA CARGA (100%)						
tipo de caldera	POTENCIA en kW					
	10	50	100	200	300	400
estándar	86,0	87,4	88,0	88,6	89,0	89,2
de baja temperatura	89,0	90,0	90,5	91,0	91,2	91,4
de gas de condensación	92,0	92,7	93,0	93,3	93,5	93,6

RENDIMIENTO A CARGA PARCIAL (30%)						
tipo de caldera	POTENCIA en kW					
	10	50	100	200	300	400
estándar	83,0	85,1	86,0	86,9	87,4	87,8
de baja temperatura	89,1	90,0	90,5	91,0	91,2	91,4
de gas de condensación	98,0	98,7	99,0	99,3	99,5	99,6

Fig. 3.2.1 Rendimiento medio de calderas de baja temperatura condensación y estándar a plena carga y a carga parcial según Directiva Europea 92/44/CEE Fuente: IDAE Libro de comentarios al RITE

¹⁰ INSTITUT CERDA. Guía de la Edificació Sostenible, Barcelona Febrer de 1.999

Es necesario tener en cuenta que de todas las calderas se conoce el rendimiento teórico nominal y que se trata de calderas con potencias superiores a 400 kW que se encuentran en dentro del rango superior de las que se especifican en el RITE.

En los edificios estudiados, salvo en el módulo C-3, se trata de calderas de tipo estándar, en ningún caso se trabaja bajo esquemas de escalonamiento de carga, y hay un mínimo nivel de regulación y control. A partir de los valores de rendimiento teórico nominal, se tomarán como referencia los valores de rendimiento a carga parcial, por ser posiblemente los que mas se acerquen a la realidad del rendimiento de las instalaciones estudiadas.

En cuanto a los rendimientos de distribución se tomará como referencia las consideraciones del manual de calefacción del COAC¹¹ que establece un rango de rendimientos para el caso de edificios de viviendas, de los cuales se consideran equiparables los bloques multifamiliares, que utilizan radiadores como elementos emisores en los locales y que tienen la siguiente valoración:

Sistemas de calefacción por agua	Rendimiento de Distribución
Edificios con una red de distribución pequeña y aislamiento adecuado en las tuberías.	0.94 a 0.96
Edificios con una red de distribución grande y aislamiento adecuado en las tuberías.	0.90
Sin aislamiento en las tuberías	0.88

Para el rendimiento por regulación, en este mismo manual se establece el siguiente caso para la misma tipología de edificios:

Tipo de regulación	Rendimiento
Edificios con regulación en base a la temperatura exterior	0.93
Edificios sin regulación	0.78

Teniendo en cuenta que siempre existe algún tipo de elemento de regulación en los edificios, en la valoración del rendimiento global es importante considerar la referencia que se presenta en el Manual de fundamentos técnicos CEV¹², realizada sobre un total de 244 casos en diferentes tipologías de edificios y variando las condiciones de emplazamiento, ubicación geográfica y uso, entre otros. Para los 3 casos que se consideran más habituales en los sistemas utilizados en la edificación: con termostato ambiente en un local, con centralita de regulación y con válvulas termostáticas en los locales.

Los valores propuestos para el factor corrector por el tipo de regulación que se realice son:

Tipo de regulación	Rendimiento
Termostato ambiente	0.90
Centralita de regulación	0.95
Válvulas termostáticas	1.00

En el caso de los sistemas de distribución, salvo en el caso del edificio C-3 que posee un sistema centralizado del cual es posible valorar cada variable de forma individual, para el resto de los casos por tratarse de soluciones individuales que no suponen redes de distribución o sistemas centralizados de regulación y control, el rendimiento del sistema es simplemente el

¹¹J.M. Millán. Manual de Calefacción COAC.

¹² IDAE . Fundamentos de la calificación energética de viviendas. 1999

COP o rendimiento individual de los aparatos dispuestos en el edificio. En el caso del módulo A-6 como se ha explicado no existe sistema de refrigeración en ningún local.

El resumen de la evaluación del rendimiento de los sistemas utilizando valores de referencia es el siguiente:

Edificio	η_g	η_d	η_r	Rendimiento global $\eta: \eta_g \times \eta_d \times \eta_r$	Observaciones
Calefacción					
EPSEB	0.878	0.90	0.93	0.73	Rendimiento promedio estimado de las calderas a partir de valor nominal. Nivel de aislamiento adecuado a la infraestructura, regulación por temperatura de entrada y salida de caldera (valor estimado)
ETSAB	0.80	0.88	0.85	0.60	Rendimiento promedio de las 3 calderas, estimado a partir de valores nominal. Deficiente nivel de aislamiento, regulación por temperatura de entrada y salida de calderas (valor estimado)
ETSAV	0.870	0.90	0.85	0.67	Rendimiento promedio estimado de las calderas a partir de valor nominal. Nivel de aislamiento adecuado a la infraestructura, regulación por temperatura de entrada y salida de caldera (valor estimado)
C-3	0.880	0.90	0.95	0.75	Rendimiento promedio estimado de las calderas considerando que a su vez, son módulos de 3 calderas. Nivel de aislamiento adecuado a la infraestructura, regulación por termostatos de ambiente y centralita SAUTER.
D-4	0.870	0.90	0.93	0.73	Rendimiento promedio estimado de las calderas considerando que a su vez, son módulos de 3 calderas. Nivel de aislamiento adecuado a la infraestructura, regulación por termostatos de ambiente con problemas de compensación y centralita SAUTER.
A-6	0.86	0.90	0.90	0.70	Rendimiento estimado de la caldera a partir del teórico nominal. Nivel de aislamiento adecuado a la infraestructura, regulación por termostatos de ambiente con problemas de ubicación y compensación. Centralita SAUTER.

Edificio	η_g	η_d	η_r	Rendimiento global $\eta: \eta_g \times \eta_d \times \eta_r$	Observaciones
Refrigeración					
EPSEB	-	-	-	2.1	Valor promedio del COP de las máquinas dispuestas en el edificio (Aparatos de ventana, splits y Bombas de calor)
ETSAB	-	-	-	2.0	Valor promedio del COP de las máquinas dispuestas en el edificio (Aparatos de ventana, splits y Bombas de calor)
ETSAV	-	-	-	2.3	Valor promedio del COP de las máquinas dispuestas en el edificio (Aparatos de ventana, splits y Bombas de calor)
C-3	2,16	0.88	0.90	1.71	Rendimiento estimado a partir del teórico nominal de las enfriadoras y FAN-COILS. Nivel de aislamiento adecuado a la infraestructura, regulación por termostatos de ambiente con problemas de ubicación y compensación. Centralita SAUTER.
D-4	-	-	-	2.2	Valor promedio del COP de las máquinas dispuestas en el edificio (Unidades split y Bombas de calor)
A-6	-	-	-	-	No hay sistemas/aparatos de refrigeración dispuestos en la zona de aula estudiada.

3.3. Evaluación del rendimiento utilizando la herramienta CALENER

Tal como se ha mencionado en el apartado 4.1.2, en el ámbito español se viene trabajando en el desarrollo de la herramienta CALENER por el grupo de investigación AICIA de la cátedra de Termotecnia de la ETS de Ingenieros Industriales de Sevilla, que en el marco de la transposición de la directiva europea 2002/91/CE de Eficiencia Energética en los Edificios, esta llamada a ser la herramienta de calificación de ámbito estatal.

Para el desarrollo del trabajo aquí presentado se ha trabajado con la versión 2.02 del programa.

CALENER es una herramienta de calificación energética que evalúa el consumo de energía del edificio objeto de estudio, y lo califica en función de las emisiones de CO₂ asociadas al tipo de combustible que emplee. Para ello analiza en primer lugar la demanda a atender en el edificio, y en segundo lugar, de acuerdo a los sistemas que se definan para atender dicha demanda y su rendimiento establece el consumo energético que supondrá mantener unas condiciones de confort determinadas. Para que el programa pueda calcular el consumo y las emisiones asociadas es necesario definir en detalle las características de los equipos, el diseño de la instalación (sectorización) y el nivel de control y regulación de cada local, lo que permite que el programa informe también del rendimiento medio estacional de los sistemas del edificio **que para efectos de este trabajo es la información más relevante.**

Evaluación del rendimiento en CALENER:

La consideración del rendimiento en la herramienta CALENER se establece a partir de una ecuación similar a la definida de forma genérica para el rendimiento global de los sistemas, pero que incorpora algunas variables y definiciones que vale la pena analizar en detalle en palabras de sus autores¹³:

El rendimiento medio global se define como el producto de los rendimientos medios de los diferentes bloques,

$$\eta: \eta_g \times \eta_t \times \eta_e \times \eta_r$$

Donde:

- η : rendimiento medio global
- η_g : rendimiento medio de generación
- η_t : rendimiento medio de transporte
- η_e : rendimiento medio de emisión
- η_r : rendimiento medio de regulación

El **rendimiento medio de generación** tiene en cuenta la eficiencia de conversión de la energía del combustible en energía térmica. No siempre es un valor inferior a la unidad y depende del tipo de generador, del combustible utilizado, del fraccionamiento de potencia del generador, de su rendimiento nominal, de su curva de rendimiento a carga parcial y de las condiciones de funcionamiento del generador que determinan su régimen de funcionamiento a carga parcial. El régimen a carga parcial depende a su vez de los factores que determinan la carga térmica de la instalación: la localidad geográfica y las características del edificio.

El **rendimiento medio del transporte** considera las pérdidas de calor en la red de distribución que no se recuperan. Dependen de la longitud de la red de distribución, del nivel de aislamiento, de la temperatura del fluido que hacen circular y de la temperatura de los locales que atraviesa la red de transporte. El rendimiento de transporte es siempre inferior a la unidad y solo se considera igual a la unidad cuando las pérdidas contribuyen a combatir la carga de calefacción.

¹³ IDAE. Fundamentos de la calificación energética de viviendas. 1999

El **rendimiento medio de emisión** considera las pérdidas de calor en la cesión de energía en las unidades terminales de los locales. En los sistemas de calefacción y refrigeración depende fundamentalmente del tipo de unidad Terminal y de su ubicación en el local. En las instalaciones donde se impulsa directamente el aire tratado a los locales, este rendimiento es igual a la unidad.

El **rendimiento medio de regulación** mide la capacidad del sistema y de sus elementos de regulación para suministrar a los locales en cada instante de tiempo la carga térmica correspondiente.

En una instalación real, el tiempo de respuesta del sistema de control, la variación temporal de la carga y la inercia del sistema hacen prácticamente imposible que las unidades terminales suministren exactamente la carga térmica, dando lugar a sobrecalentamientos o sobreenfriamientos en los locales. En estas condiciones, el rendimiento de regulación definido como el cociente entre la energía cedida a los locales y la energía que se cedería si el control fuera ideal, puede ser mayor o menor que la unidad. Un rendimiento de regulación diferente de la unidad supone siempre oscilaciones de temperatura del aire de los locales.

El rendimiento de regulación depende básicamente del propio sistema de regulación (control individual o centralizado, situación del termostato ambiente, nº de elementos de control, etc., de la calidad de sus componentes y de las características de los locales que determinan la curva de carga.

Metodología de cálculo:

CALENER al igual que LIDER define de forma automática un edificio de referencia con el que compara las prestaciones del edificio objeto y determina la calificación energética.

De acuerdo a la descripción de sus propios autores¹⁴: Una vez que el usuario ha introducido el proyecto (epidermis edificatoria, sistemas de calefacción y aire acondicionado, agua caliente sanitaria e iluminación), CALENER califica energéticamente mediante los siguientes pasos:

1. Simulación horaria del edificio introducido por el usuario, "edificio objeto", para obtener su consumo de energía final.
2. Cálculo de las emisiones asociadas al edificio objeto, considerando todos los tipos de energía.
3. Definición del edificio de referencia. CALENER modifica el "edificio objeto" para crear el "edificio de referencia".
4. Simulación horaria del edificio de referencia para obtener el consumo.
5. Cálculo de las emisiones asociadas al edificio de referencia.
6. Finalmente la Calificación Energética se obtiene mediante la comparación entre las emisiones del edificio objeto y las del edificio de referencia.

La calificación energética se realiza en porcentaje de mejora del edificio objeto respecto al de referencia (**Fig. 3.3.1**)

¹⁴ LOS PROGRAMAS INFORMÁTICOS DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS: MÉTODO GRÁFICO EG, LIDER Y CALENER José L. Molina, Servando Álvarez, Ramón Velásquez Grupo de Termotecnia. Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla. Jornades IDAE 01/12/2004

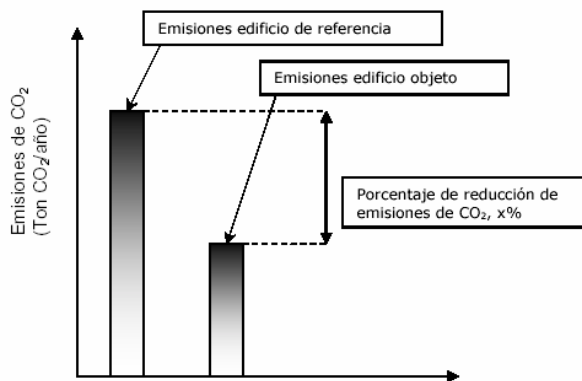


Fig. 3.3.1. Proceso de calificación energética de CALENER

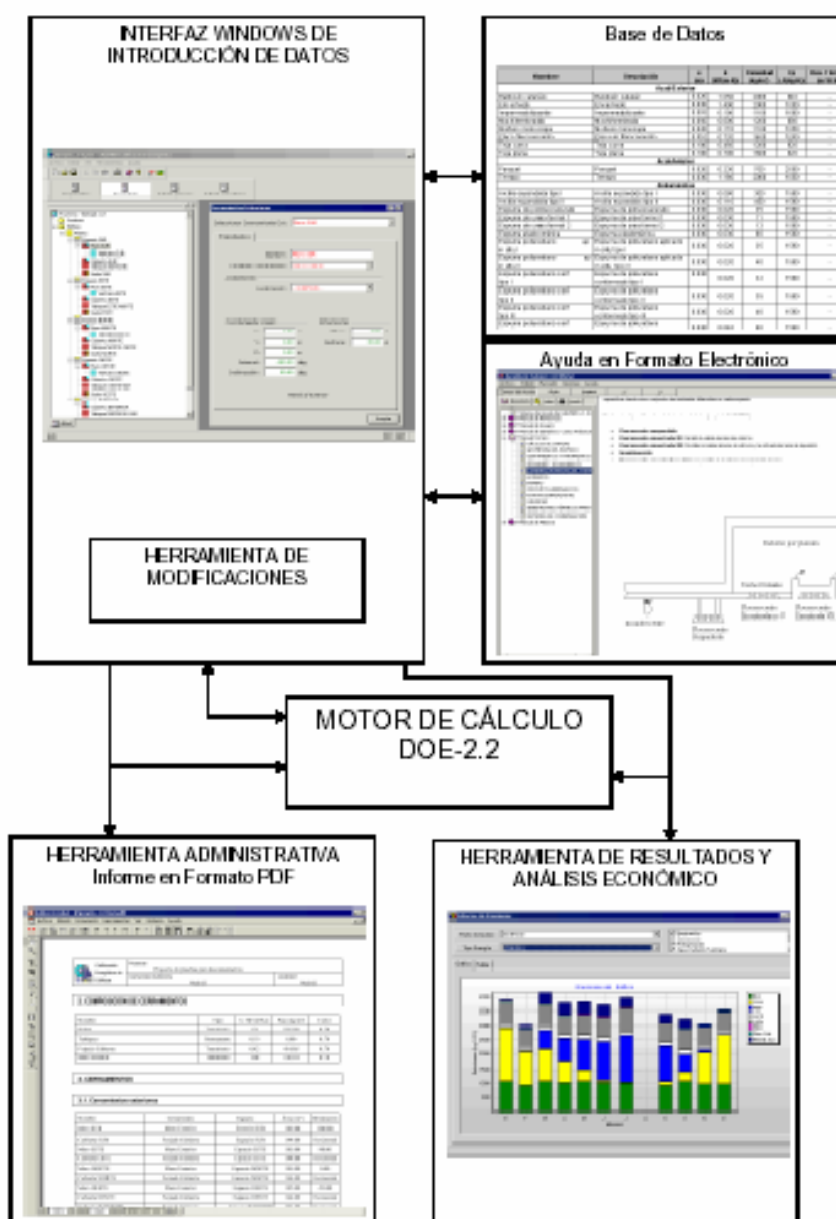


Fig. 3.3.2. Esquema general de funcionamiento de CALENER

Como se ha mencionado para el análisis planteado en esta tesis, de la información que aporta el programa CALENER se consideran **solamente los valores de rendimiento de los sistemas**, ya que el cálculo de la demanda y el consumo en términos absolutos que hace el programa son sólo un resultado intermedio sin interés final en CALENER.

La demanda energética de calefacción y refrigeración se calcula según sus autores “a temperatura y humedad constante todo el año en todos los espacios, usando la misma temperatura para todos los meses del año (20°C). Es por esto que aparecen demandas de calefacción y refrigeración en casi todos los meses y que los espacios no acondicionados también tienen demanda.”

Definición de componentes:

La versión de CALENER con que se ha trabajado no permite una entrada gráfica del edificio a estudiar, pero si permite importar los datos de entrada gráfica (definición volumétrica, orientación, emplazamiento, sombras, etc.) y definición de componentes (cerramientos, materiales, etc.) realizados con la herramienta LIDER.

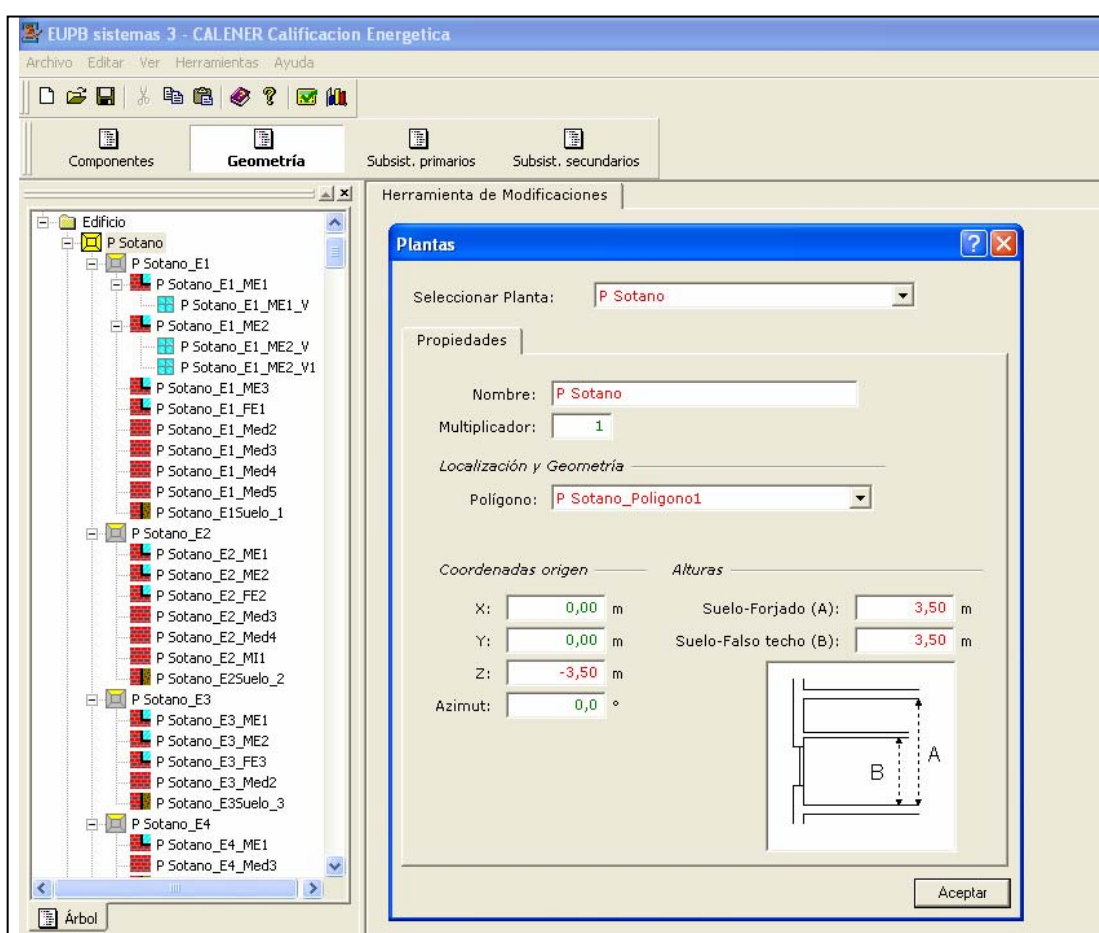


Fig. 3.3.3. CALENER definición geométrica y componentes importados de LIDER.

A partir de la definición general del edificio, CALENER permite definir el perfil de uso y ocupación del edificio que condicionará el funcionamiento de los sistemas y el consumo de recursos energéticos para generar el clima interior. Es así como es posible definir horarios de funcionamiento, ocupación, utilización de persianas, etc.

En cuanto a las cargas internas asociadas a los diferentes perfiles de uso, CALENER ofrece un menú de usos con valores prefijados que sirven de referencia al introducir los datos del edificio y que es posible modificarlos si se tienen datos detallados de cada aspecto (número de usuarios, potencia instalada de aparatos, iluminación, etc.).

Nombre	Descripción		
Espacio Docencia	Espacios destinados a la docencia		
Ocupación			
<i>Horario Ocupación</i>	<i>Área/Ocupante</i>	<i>Q sensible/Ocupante</i>	<i>Q latente/Ocupante</i>
Ocupación-Docencia	6,97	71,79	45,42
Equipos			
<i>Horario equipos</i>	<i>Potencia/Área</i>		
iluminación-Docencia	10,76		
Infiltraciones			
<i>Horario infiltraciones</i>	<i>Renovaciones/hr</i>		
Infiltración-Docencia	1		
Iluminación			
<i>Horario Iluminación</i>	<i>Potencia/Área</i>	<i>Tipo de luminaria</i>	
iluminación-Docencia	17,22	Fluorescente encastrada No V	

Nombre	Descripción		
Espacio Oficina	Espacios tipo oficinas		
Ocupación			
<i>Horario Ocupación</i>	<i>Área/Ocupante</i>	<i>Q sensible/Ocupante</i>	<i>Q latente/Ocupante</i>
Ocupación-Oficina	25,55	73,25	58,6
Equipos			
<i>Horario equipos</i>	<i>Potencia/Área</i>		
iluminación-Oficina	16,15		
Infiltraciones			
<i>Horario infiltraciones</i>	<i>Renovaciones/hr</i>		
Infiltración-Oficina	1		
Iluminación			
<i>Horario Iluminación</i>	<i>Potencia/Área</i>	<i>Tipo de luminaria</i>	
iluminación-Oficina	13,99	Fluorescente encastrada No V	

Nombre	Descripción		
Espacio Sala-Reuniones	Espacios tipo sala de reuniones		
Ocupación			
<i>Horario Ocupación</i>	<i>Área/Ocupante</i>	<i>Q sensible/Ocupante</i>	<i>Q latente/Ocupante</i>
Ocupación-Reuniones	4,65	71,78	45,42
Equipos			
<i>Horario equipos</i>	<i>Potencia/Área</i>		
iluminación-Reuniones	10,76		
Infiltraciones			
<i>Horario infiltraciones</i>	<i>Renovaciones/hr</i>		
Infiltración-Reuniones	1		
Iluminación			
<i>Horario Iluminación</i>	<i>Potencia/Área</i>	<i>Tipo de luminaria</i>	
iluminación-Reuniones	17,22	Fluorescente encastrada No V	

La Librería de CALENER ofrece diferentes perfiles de uso con cargas internas asociadas a: ocupación, la potencia instalada de aparatos e iluminación, renovaciones de aire por infiltración.

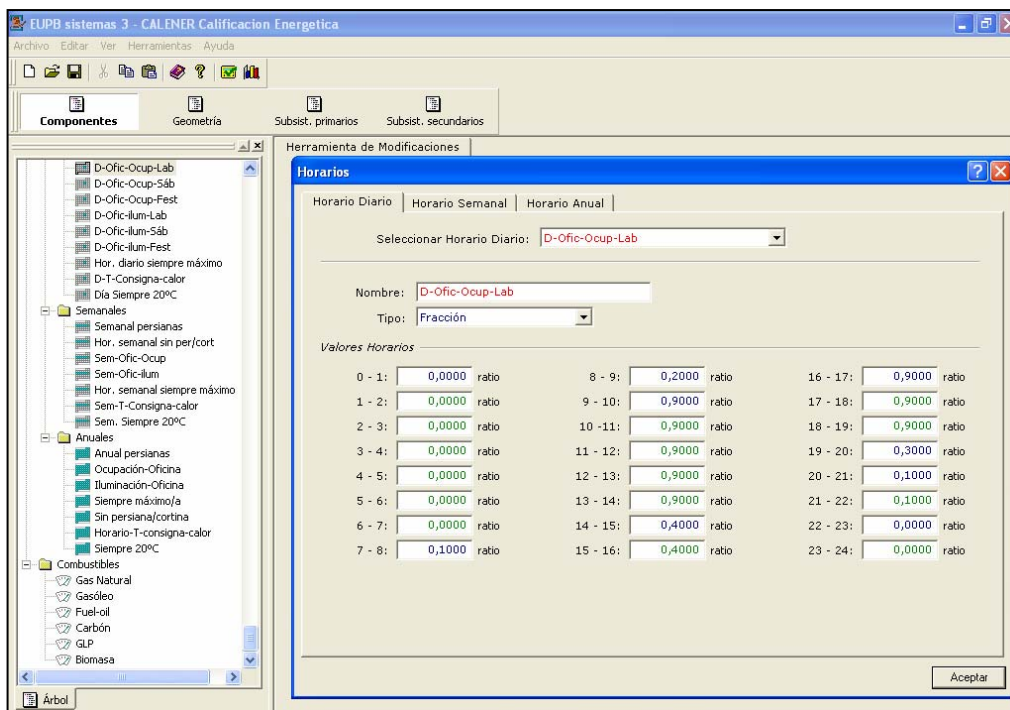


Fig. 3.3.4. CALENER definición de horarios de funcionamiento y ocupación.

Una vez se han definidas las características generales y el perfil de uso del edificio, se han de definir los sistemas previstos para atender la demanda energética del edificio, comenzando por el esquema general de funcionamiento (zonificación, subsistemas, etc.) pasando por la definición de cada uno de los componentes que posean, con la posibilidad de singularizarlos en cuanto a sus características y patrones de funcionamiento (Temperaturas de referencia, sistemas de control, horarios, etc.).

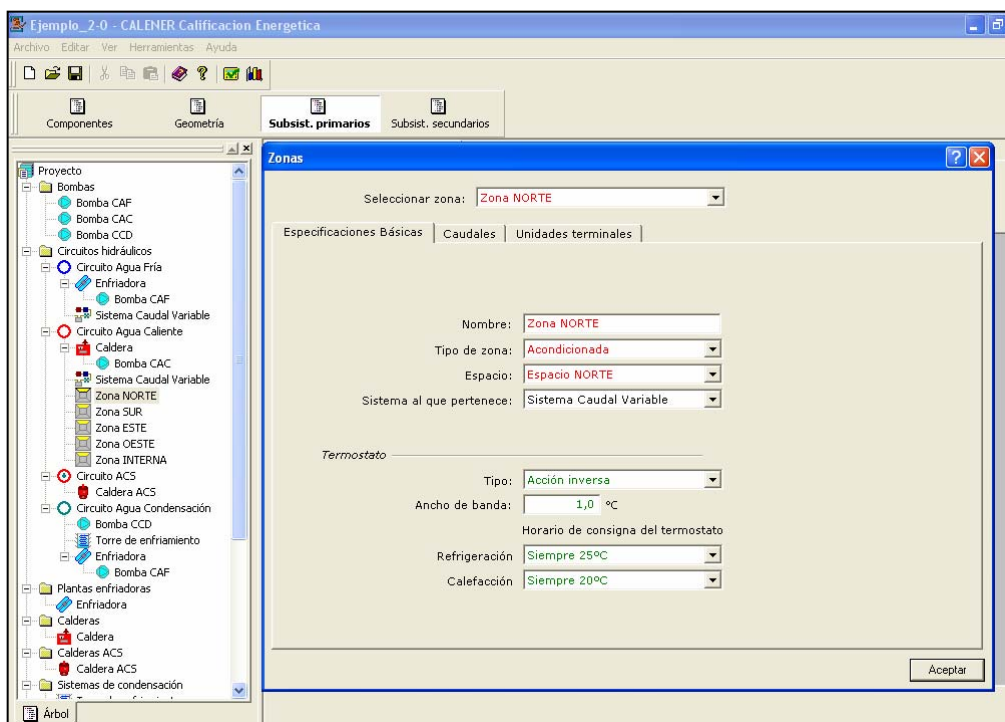


Fig. 3.3.5. CALENER definición de sistemas y zonificación.

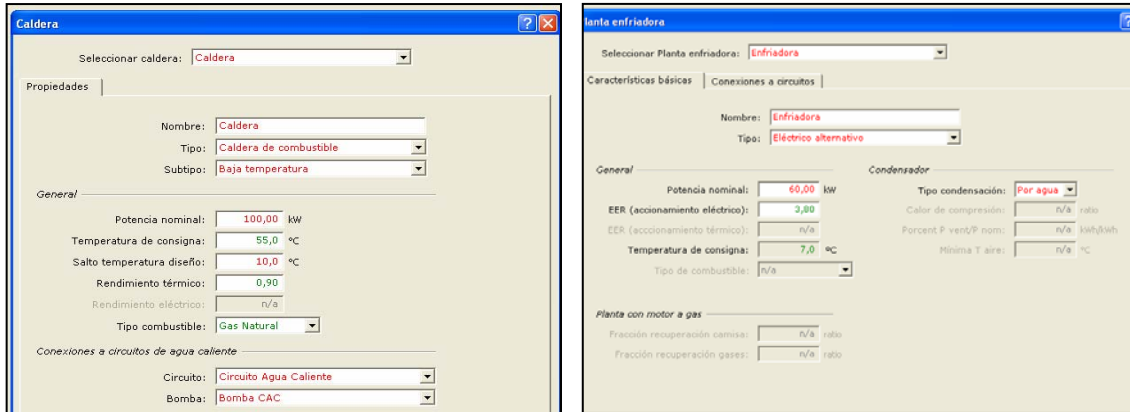


Fig. 3.3.6. CALENER definición de elementos de sistemas

Resultados:

CALENER dispone de una herramienta que permite visualizar y comparar los resultados del análisis que realiza (demanda y emisiones asociadas de CO₂). En este trabajo interesa fundamentalmente el informe de emisiones asociadas, ya que en él se expresa el rendimiento de cada equipo, que a su vez tiene asociado todos los componentes y elementos que lo integran. Por ejemplo: el rendimiento de una caldera tendrá asociado la cantidad de zonas que alimente, si se hace fraccionamiento de carga, el tipo de control y regulación que se realice y la programación horaria que se haya definido.

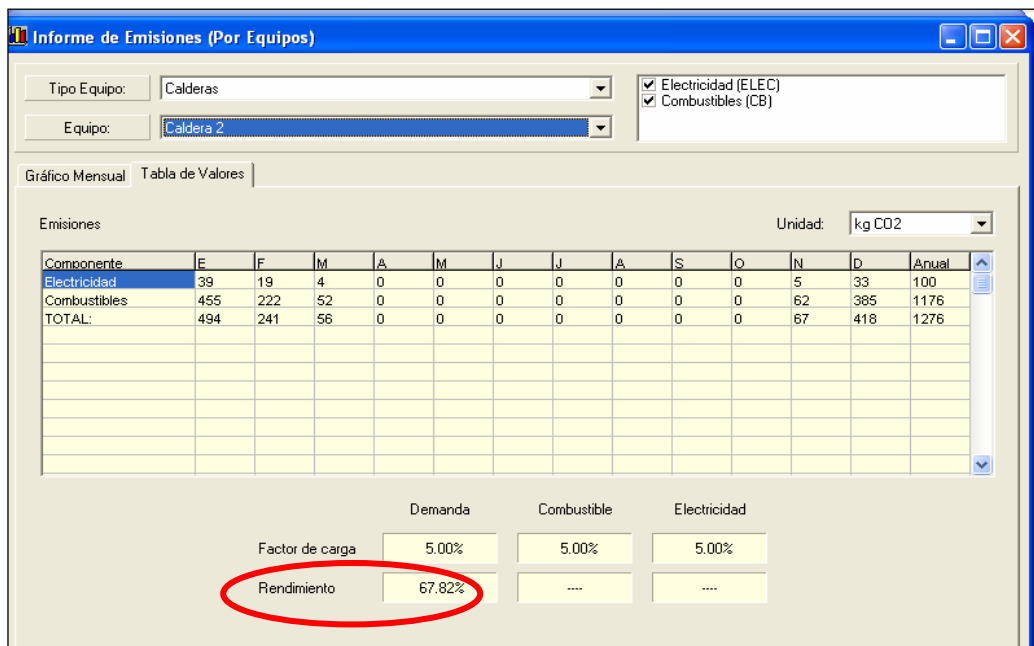


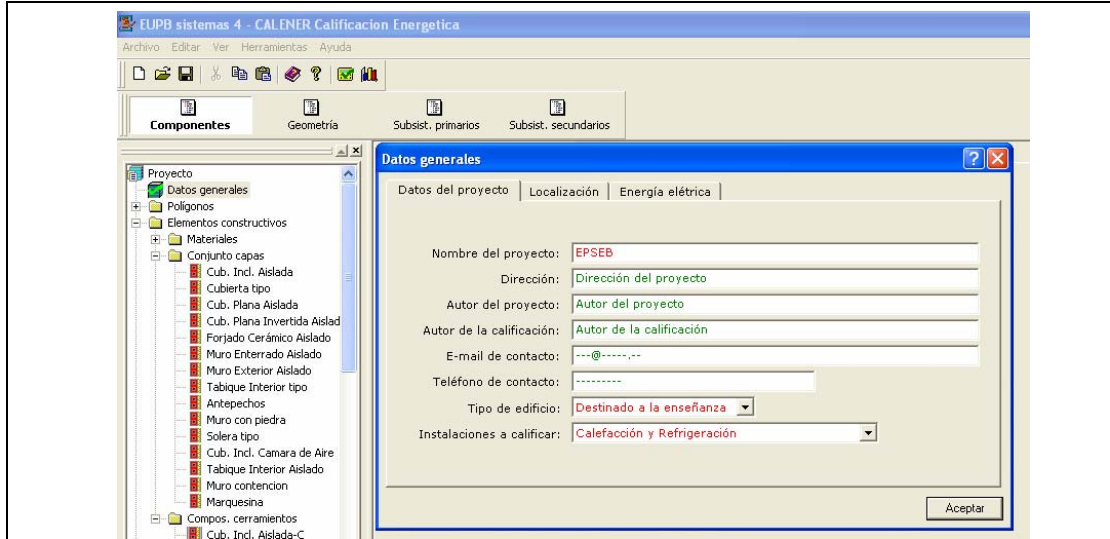
Fig. 3.3.7. CALENER resultados por equipos: rendimiento

En el caso de la refrigeración, al disponer la mayoría de edificios de soluciones individuales en algunos locales que no llegan a cubrir la demanda requerida, la valoración del rendimiento simplemente será la relacionada con el COP de cada máquina, y solamente en el caso del edificio C-3 del Campus Nord es posible hacer una valoración del rendimiento global del sistema.

Evaluación del rendimiento de los sistemas de climatización con la herramienta CALENER

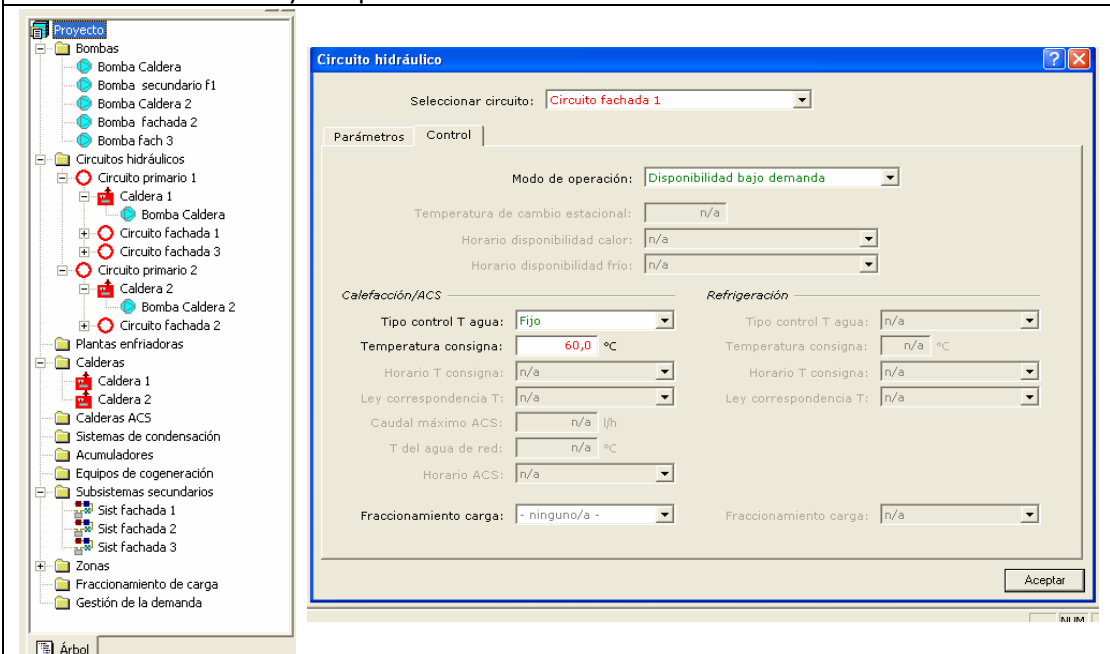
• Edificios autónomos – EPSEB

Definición del edificio:



Desde LIDER se importa la definición de las características geométricas, de emplazamiento, tipo de uso, así como las soluciones constructivas que se disponen en el edificio. En CALENER es posible definir otros usos diferentes a los 2 especificados en LIDER, de esta manera es posible definir para el caso de la EPSEB el uso de "Edificio para la enseñanza".

Definición de sistemas y componentes:



Se definen como sistemas primarios en el caso de la calefacción los que están asociados a las 2 calderas dispuestas en el edificio, que a su vez atienden a cada uno de los circuitos de fachada y de planta en que se divide la zonificación del sistema. Cada circuito tiene una agrupación de zonas a las que sirve, con características y régimen de control y funcionamiento que es posible definir en forma detallada.

Definición de perfil de uso y cargas internas por espacio:

	Calificación Energética de Edificios	Proyecto EPSEB		
		Comunidad Autónoma Cataluña	Localidad Barcelona	

Nombre	m ² /ocupante (m ² /persona)	Equipo (W/m ²)	Iluminación (W/m ²)	IEE (W/m ² -100lux)	Iluminación Natural
P Sotano_E1	7,00	10,76	17,22	-	No
P Sotano_E2	7,00	10,76	17,22	-	No
P Sotano_E3	7,00	10,76	17,22	-	No
P Sotano_E4	7,00	10,76	17,22	-	No
P Sotano_E5	25,55	16,15	15,00	-	No
P Sotano_E6	25,55	16,15	15,00	-	No
P Sotano_E7	7,00	10,76	17,22	-	No
P Sotano_E8	7,00	10,76	17,22	-	No
P Sotano_E9	4,65	10,76	17,22	-	No
P Sotano_E10	7,00	10,76	17,22	-	No
P Sotano_E11	30,00	5,00	10,00	-	No
P Sotano_E12	30,00	5,00	10,00	-	No
P Sotano_E13	30,00	5,00	10,00	-	No
P Sotano_E14	30,00	5,00	10,00	-	No
P Sotano_E15	10,00	15,00	15,00	-	No
P Sotano_E16	10,00	15,00	15,00	-	No
P Sotano_E17	10,00	15,00	15,00	-	No
P Sotano_E18	10,00	15,00	15,00	-	No
P Sotano_E19	10,00	15,00	15,00	-	No
P Sotano_E20	30,00	5,00	10,00	-	No
P Sotano_E21	30,00	5,00	10,00	-	No
P Baja_E1	7,00	10,76	23,22	-	No
P Baja_E2	10,00	15,00	15,00	-	No
P Baja_E3	5,00	10,76	17,22	-	No
P Baja_E4	30,00	5,00	8,00	-	No
P Baja_E5	30,00	5,00	11,00	-	No
P Baja_E6	7,00	10,76	21,26	-	No
P Baja_E7	7,00	10,76	19,12	-	No
P Baja_E8	7,00	10,76	16,18	-	No
P Baja_E9	7,00	10,76	22,12	-	No
P Baja_E10	7,00	10,76	21,16	-	No
P Baja_E11	12,00	7,30	9,00	-	No
P Baja_E12	23,00	12,12	16,16	-	No

Horarios

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Diario: D-Ofic-Occp-Lab

Nombre: D-Ofic-Occp-Lab

Tipo: Fracción

Valores Horarios

0 - 1:	0,0000 ratio	8 - 9:	0,2000 ratio	16 - 17:	0,9000 ratio
1 - 2:	0,0000 ratio	9 - 10:	0,9000 ratio	17 - 18:	0,9000 ratio
2 - 3:	0,0000 ratio	10 - 11:	0,9000 ratio	18 - 19:	0,9000 ratio
3 - 4:	0,0000 ratio	11 - 12:	0,9000 ratio	19 - 20:	0,3000 ratio
4 - 5:	0,0000 ratio	12 - 13:	0,9000 ratio	20 - 21:	0,1000 ratio
5 - 6:	0,0000 ratio	13 - 14:	0,9000 ratio	21 - 22:	0,1000 ratio
6 - 7:	0,0000 ratio	14 - 15:	0,4000 ratio	22 - 23:	0,0000 ratio
7 - 8:	0,1000 ratio	15 - 16:	0,4000 ratio	23 - 24:	0,0000 ratio

Horarios

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Diario: D-Docen-Occp-Lab

Nombre: D-Docen-Occp-Lab


Tipo: Fracción

Valores Horarios

0 - 1:	0,0000 ratio	8 - 9:	0,7500 ratio	16 - 17:	0,6000 ratio
1 - 2:	0,0000 ratio	9 - 10:	0,9000 ratio	17 - 18:	0,6000 ratio
2 - 3:	0,0000 ratio	10 - 11:	0,9000 ratio	18 - 19:	0,6000 ratio
3 - 4:	0,0000 ratio	11 - 12:	0,8000 ratio	19 - 20:	0,3000 ratio
4 - 5:	0,0000 ratio	12 - 13:	0,9000 ratio	20 - 21:	0,2000 ratio
5 - 6:	0,0000 ratio	13 - 14:	0,9000 ratio	21 - 22:	0,2000 ratio
6 - 7:	0,0000 ratio	14 - 15:	0,4500 ratio	22 - 23:	0,2000 ratio
7 - 8:	0,0000 ratio	15 - 16:	0,4500 ratio	23 - 24:	0,2000 ratio

Para cada espacio se han definido las cargas internas de ocupación (m2/persona), equipos e iluminación (W/m2) de acuerdo al levantamiento de datos realizado. También se han definido perfiles de ocupación para los principales usos presentes en el edificio (docente, oficinas, almacenes) y rutinas de uso de iluminación y persianas como protección solar.

Resumen de características de los sistemas:

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto EPSEB	
	Comunidad Autónoma Cataluña	Localidad Barcelona

9. SUBSISTEMAS PRIMARIOS

9.1. Bombas de circulación

Nombre	Tipo de control	Caudal (l/h)	Altura (m)	Potencia nominal (kW)	Rendimiento global
Bomba Calera	Caudal constante	10.000	15,0	0,66	0,62
Bomba fachada 1	Caudal constante	4.250	15,0	0,28	0,62
Bomba Calera 2	Caudal constante	10.000	15,0	0,66	0,62
Bomba fachada 2	Caudal constante	4.250	15,0	0,28	0,62
Bomba fachada 3	Caudal constante	3.500	15,0	0,23	0,62
Bomba fachada 4	Caudal constante	3.500	15,0	0,23	0,62
Bomba circuito comunes	Caudal constante	3.200	15,0	0,21	0,62
Bomba circuito anexos	Caudal constante	2.590	15,0	0,17	0,62

9.2. Circuitos hidráulicos

Nombre	Tipo	Subtipo	Modo de operación	T. consigna calor (°C)	T. consigna frío (°C)
Circuito primario 1	Agua caliente	Primario	Disp. demanda	60,0	-
Circuito primario 2	Agua caliente	Primario	Disp. demanda	60,0	-
Circuito fachada 1	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	60,0	-
Circuito fachada 2	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	60,0	-
Circuito fachada 3	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	60,0	-
Circuito fachada 4	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	60,0	-
Circuito zonas comunes	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	60,0	-
Circuito espacios anexos	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	60,0	-

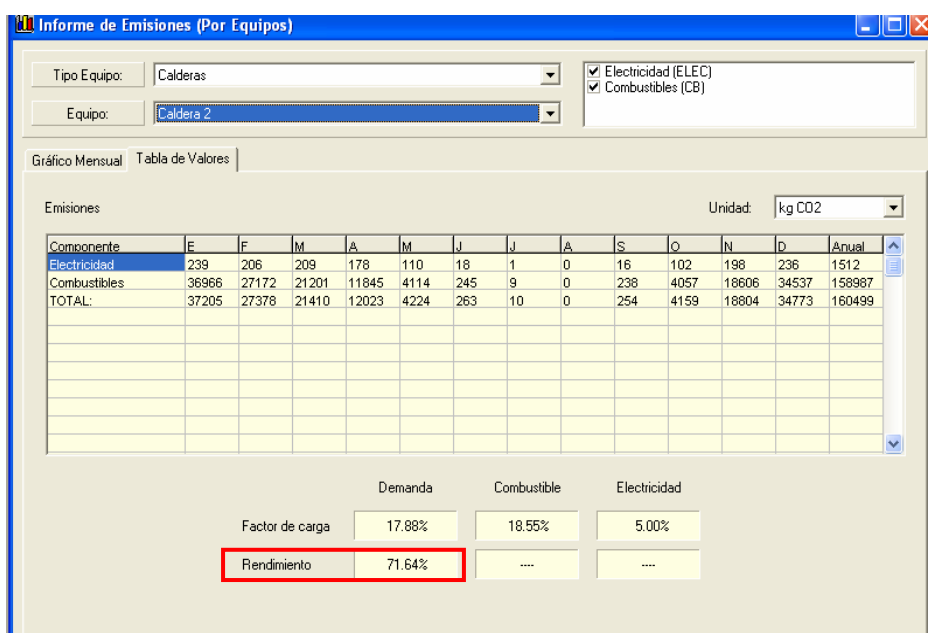
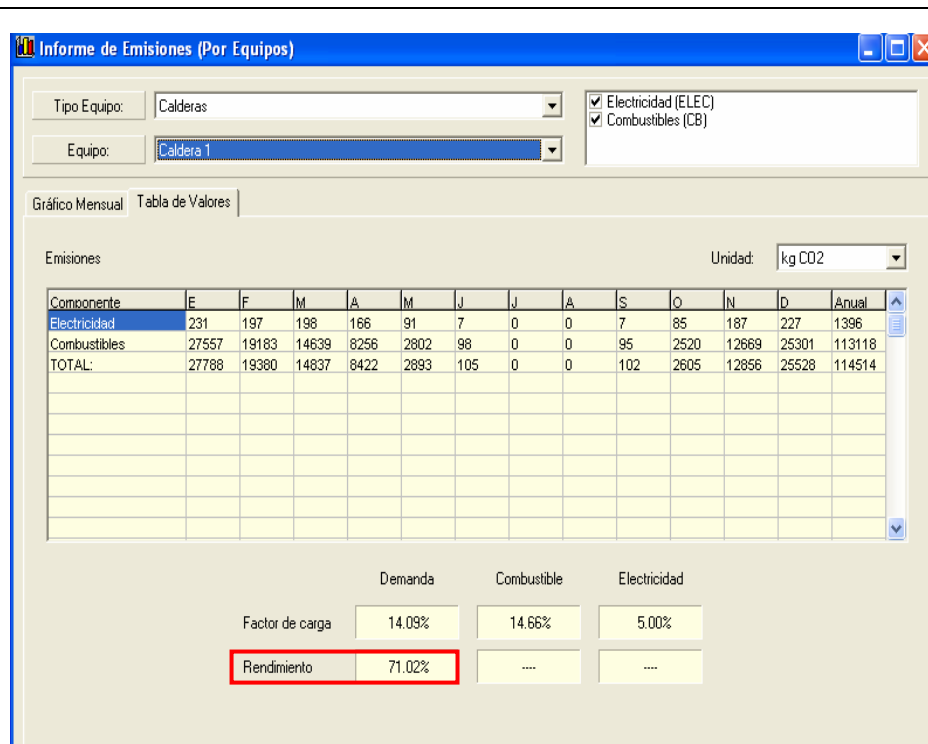
9.3. Plantas Enfriadoras

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	EER Eléctrico	EER Térmico

9.4. Calderas

Nombre	Subtipo	Combustible	Potencia nominal (kW)	Rendimiento nominal
Caldera 1	Convencional	Gas Natural	600,00	0,80
Caldera 2	Convencional	Gas Natural	600,00	0,78

La herramienta administrativa del programa, que hace un resumen de todos los parámetros del análisis, permite resumir las principales características de los elementos del sistema analizado.

Resultados:Valoración del rendimiento global del sistema:

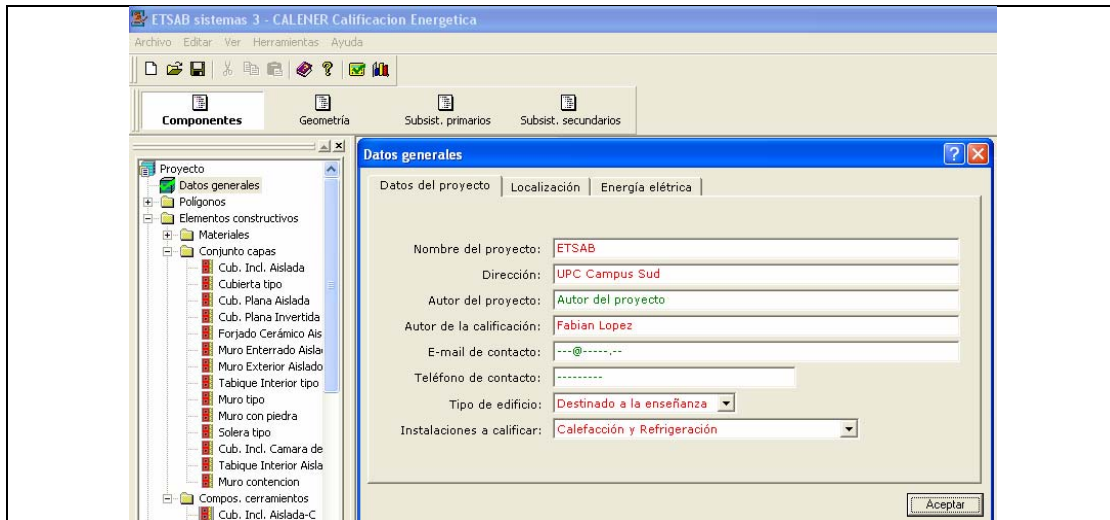
Como se ha mencionado, el valor del rendimiento global se presenta en el informe de emisiones asociadas a los equipos que generan el Calor/frío en el sistema. En el caso de la EPSEB únicamente se dispone de la valoración del sistema de calefacción a través del rendimiento global de los subsistemas asociados a las calderas 1 y 2 que es de **71.02%** y **71.84 %** respectivamente, lo que supone un rendimiento global del sistema de **71,43%**.

En el caso de la refrigeración, al ser sistemas individuales independientes, la valoración con CALENER del rendimiento global de los sistemas no tiene sentido. Se tomará como valores de referencia el promedio de los COP de las unidades individuales dispuestas en los locales del edificio. **2.016 %**

Evaluación del rendimiento de los sistemas de climatización con la herramienta CALENER

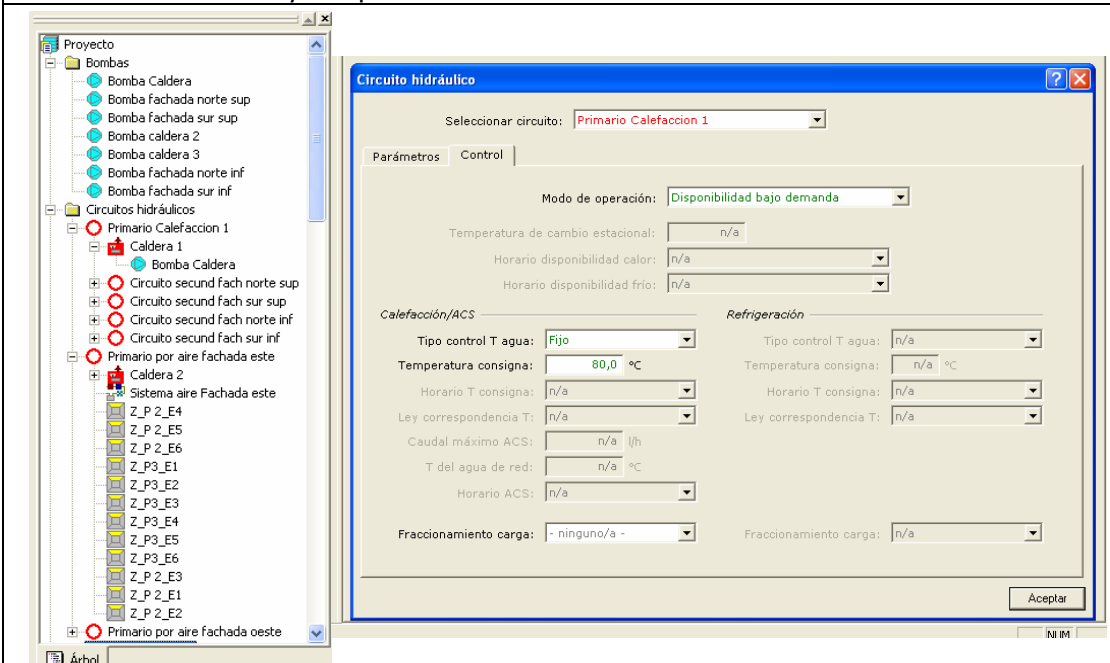
• Edificios autónomos – ETSAB

Definición del edificio:




Desde LIDER se importa la definición de las características geométricas, de emplazamiento, tipo de uso, así como las soluciones constructivas que se disponen en el edificio. Se define el uso Docente como principal y se especifican los restantes usos (despachos, pasillos, bar, etc.) de forma individual en cada local.

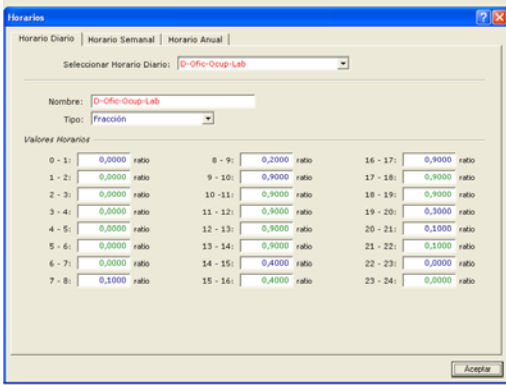
Definición de sistemas y componentes:



Se definen 3 sistemas primarios asociados a las calderas dispuestas en el edificio, 2 de ellas alimentan a los circuitos por aire de la torre de aulas y despachos (planta 1ª a 7ª) y la 3ª caldera alimenta el circuito por agua de las plantas inferiores del ala norte. Cada circuito tiene una agrupación de zonas a las que sirve, con características y régimen de control y funcionamiento que es posible definir en forma detallada.

Definición de perfil de uso y cargas internas por espacio:

 Calificación Energética de Edificios		Proyecto ETSAB		Localidad Barcelona	
		Comunidad Autónoma Cataluña			
Nombre	m ² /ocupante (m ² /persona)	Equipo (W/m ²)	Iluminación (W/m ²)	IEE (W/m ² -100lux)	Iluminación Natural
P Sotano_E7	22,00	7,00	8,00	-	No
P baja_E1	9,00	10,76	26,00	-	No
P baja_E2	16,00	10,00	14,00	-	No
P baja_E3	12,22	21,30	23,00	-	No
P baja_E4	12,00	19,00	16,00	-	No
P baja_E5	8,00	7,00	9,00	-	No
P baja_E6	25,00	10,00	17,00	-	No
P baja_E7	23,00	5,00	8,50	-	No
P baja_E8	30,00	10,00	17,00	-	No
P baja_E9	11,00	17,00	14,00	-	No
P baja_E10	30,00	7,00	6,00	-	No
P baja_E12	10,00	15,00	15,00	-	No
P baja_E11	13,00	10,00	19,00	-	No
P baja_E13	8,00	23,00	18,00	-	No
PI_E1	10,00	15,00	15,00	-	No
PI_E2	10,00	15,00	15,00	-	No
PI_E3	10,00	15,00	15,00	-	No
PI_E4	10,00	15,00	15,00	-	No
PI_E5	10,00	15,00	15,00	-	No
PI_E6	15,00	14,00	10,00	-	No
PI_E7	11,00	4,00	7,00	-	No
PI_E8	20,00	11,00	13,00	-	No
PI_E9	10,00	16,00	9,00	-	No
PI_E10	13,00	14,00	17,00	-	No
PI_E11	10,00	15,00	15,00	-	No
PI_E12	7,00	10,76	17,22	-	No
PI_E13	7,00	10,76	17,22	-	No
PI_E14	9,00	12,00	19,00	-	No
PI_E15	7,00	12,22	18,00	-	No
PI_E16	23,00	8,00	9,00	-	No
P 2_E1	10,00	15,00	15,00	-	No
P 2_E2	10,00	15,00	15,00	-	No
P 2_E3	10,00	15,00	15,00	-	No
P 2_E4	10,00	15,00	15,00	-	No



Horarios
Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Diario: **D-Ofic-Occp-Lab**

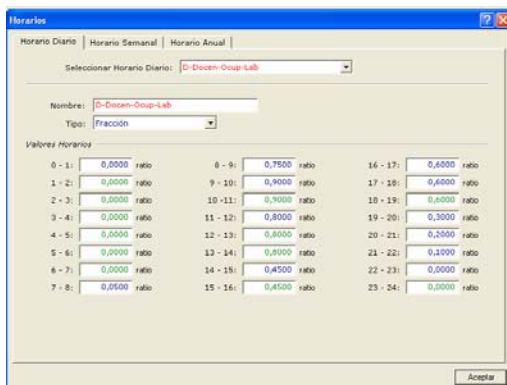
Nombre: **D-Ofic-Occp-Lab**

Tipo: **Fracción**

Valores Horarios

0 - 1:	0,0000 ratio	8 - 9:	0,2000 ratio	16 - 17:	0,9000 ratio
1 - 2:	0,0000 ratio	9 - 10:	0,9000 ratio	17 - 18:	0,9000 ratio
2 - 3:	0,0000 ratio	10 - 11:	0,9000 ratio	18 - 19:	0,9000 ratio
3 - 4:	0,0000 ratio	11 - 12:	0,9000 ratio	19 - 20:	0,3000 ratio
4 - 5:	0,0000 ratio	12 - 13:	0,9000 ratio	20 - 21:	0,1000 ratio
5 - 6:	0,0000 ratio	13 - 14:	0,9000 ratio	21 - 22:	0,1000 ratio
6 - 7:	0,0000 ratio	14 - 15:	0,4000 ratio	22 - 23:	0,0000 ratio
7 - 8:	0,1000 ratio	15 - 16:	0,4000 ratio	23 - 24:	0,0000 ratio

Aceptar



Horarios
Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Diario: **D-Docen-Occp-Lab**

Nombre: **D-Docen-Occp-Lab**

Tipo: **Fracción**


Valores Horarios

0 - 1:	0,0000 ratio	8 - 9:	0,7500 ratio	16 - 17:	0,6000 ratio
1 - 2:	0,0000 ratio	9 - 10:	0,9000 ratio	17 - 18:	0,6000 ratio
2 - 3:	0,0000 ratio	10 - 11:	0,9000 ratio	18 - 19:	0,6000 ratio
3 - 4:	0,0000 ratio	11 - 12:	0,8000 ratio	19 - 20:	0,3000 ratio
4 - 5:	0,0000 ratio	12 - 13:	0,9000 ratio	20 - 21:	0,2000 ratio
5 - 6:	0,0000 ratio	13 - 14:	0,9000 ratio	21 - 22:	0,2000 ratio
6 - 7:	0,0000 ratio	14 - 15:	0,4500 ratio	22 - 23:	0,2000 ratio
7 - 8:	0,0000 ratio	15 - 16:	0,4500 ratio	23 - 24:	0,2000 ratio

Aceptar

Para cada espacio se han definido las cargas internas de ocupación (m2/persona), equipos e iluminación (W/m2) de acuerdo al levantamiento de datos realizado. También se han definido perfiles de ocupación para los principales usos presentes en el edificio: Docente, Oficinas, Almacenes. Y rutinas de uso de iluminación y persianas.

Resumen de características de los sistemas:

	Calificación Energética de Edificios	Proyecto	ETSAB	Localidad	Barcelona
		Comunidad Autónoma	Cataluña		

9. SUBSISTEMAS PRIMARIOS

9.1. Bombas de circulación

Nombre	Tipo de control	Caudal (l/h)	Altura (m)	Potencia nominal (kW)	Rendimiento global
Bomba Caldera	Caudal constante	10.000	15,0	0,66	0,62
Bomba fachada... norte sup	Caudal constante	3.750	15,0	0,25	0,62
Bomba fachada sur sup	Caudal constante	3.750	15,0	0,25	0,62
Bomba caldera 2	Caudal constante	8.000	15,0	0,53	0,62
Bomba caldera 3	Caudal constante	8.000	15,0	0,53	0,62
Bomba fachada norte inf	Caudal constante	2.950	15,0	0,20	0,62
Bomba fachada sur inf	Caudal constante	2.950	15,0	0,20	0,62

9.2. Circuitos hidráulicos

Nombre	Tipo	Subtipo	Modo de operación	T. consigna calor (°C)	T. consigna frío (°C)
Primario Calefacción 1	Agua caliente	Primario	Disp. demanda	80,0	-
Primario calefacción 2	Agua caliente	Primario	Disp. demanda	80,0	-
Primario calefacción 3	Agua caliente	Primario	Disp. demanda	80,0	-
Circuito sec...h norte sup	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	80,0	-
Circuito sec...ach sur sup	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	80,0	-
Circuito sec...h norte inf	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	80,0	-
Circuito sec...ach sur inf	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	80,0	-

9.3. Plantas Enfriadoras

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	EER Eléctrico	EER Térmico

9.4. Calderas

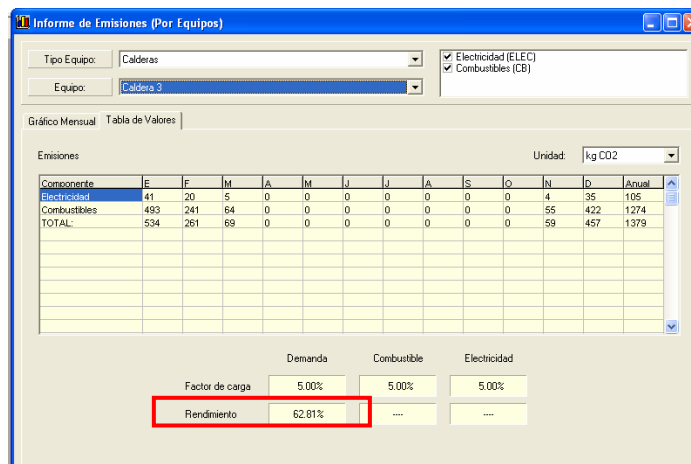
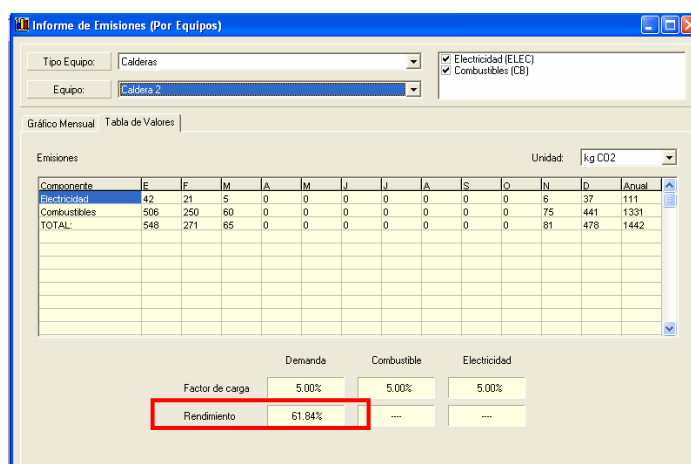
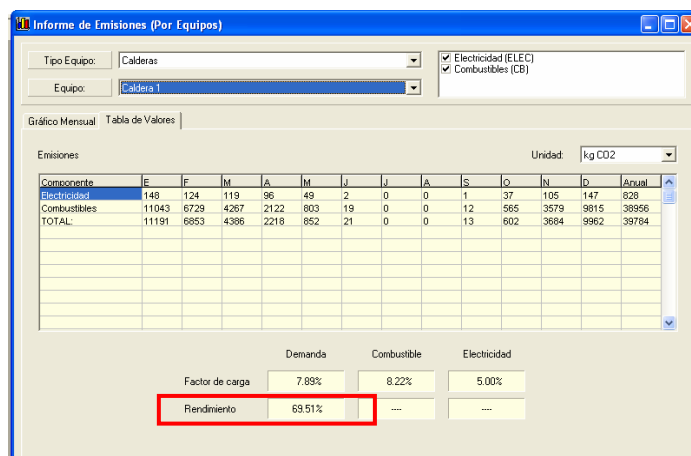
Nombre	Subtipo	Combustible	Potencia nominal (kW)	Rendimiento nominal
Caldera 1	Convencional	Gas Natural	450,00	0,80
Caldera 2	Convencional	Gas Natural	350,00	0,75
Caldera 3	Convencional	Gas Natural	350,00	0,75

Nombre	Sistema aire Fachada este
Tipo	Aut. caudal variable
Fuente de calor	Agua caliente
Tipo de condensación	Por aire
EER	2,80
COP	-
Potencia batería frío (kW)	3,00
Potencia batería calor (kW)	350,00
Caudal ventilador de impulsión (m³/h)	1.000
Potencia ventilador de impulsión (kW)	1,00
Control ventilador de impulsión	Velocidad variable
Caudal ventilador de retorno (m³/h)	-
Potencia ventilador de retorno (kW)	-
Sección de humectación	-
Enfriamiento gratuito	-
Enfriamiento evaporativo	-
Recuperación de energía	-

Nombre	Sistema aire Fachada oeste
Tipo	Aut. caudal variable
Fuente de calor	Agua caliente
Tipo de condensación	Por aire
EER	2,80
COP	-
Potencia batería frío (kW)	3,00
Potencia batería calor (kW)	350,00
Caudal ventilador de impulsión (m³/h)	1.000
Potencia ventilador de impulsión (kW)	3,00
Control ventilador de impulsión	Velocidad variable
Caudal ventilador de retorno (m³/h)	-
Potencia ventilador de retorno (kW)	-
Sección de humectación	-
Enfriamiento gratuito	-
Enfriamiento evaporativo	-
Recuperación de energía	-

Se resumen las principales características de los elementos que conforman el sistema de calefacción, que en el caso de la ETSAB es mixto, de 3 calderas que alimentan 2 sistemas; por aire y por agua (ver descripción detallada del sistema).

Resultados:



Valoración del rendimiento global del sistema:

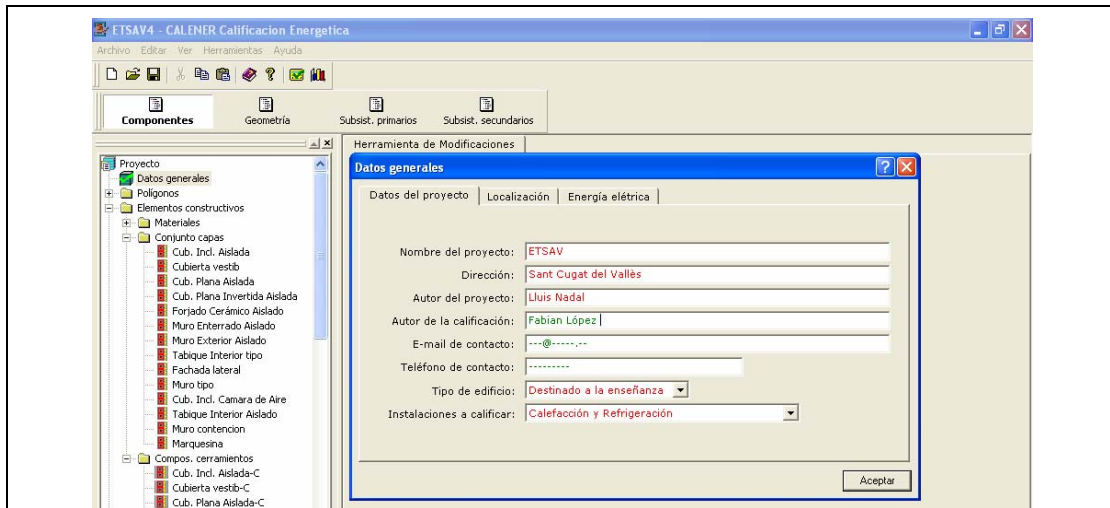
En el caso de la ETSAB se dispone de la valoración del sistema de calefacción a través del rendimiento global de los sistemas asociados a las calderas: La caldera 1 que atiende al sistema de calefacción por agua de las plantas inferiores tiene un rendimiento global de **69,51%** y las 2 calderas que atienden el sistema por aire tienen un rendimiento inferior de **61,84 % y 62,81%** respectivamente, lo que supone un rendimiento global del sistema de **64,72%.**

En el caso de la refrigeración, al ser sistemas individuales independientes, la valoración con CALENER del rendimiento global de los sistemas no tiene sentido. Se tomará como valores de referencia el promedio de los COP de las unidades individuales dispuestas en los locales del edificio. **2.023 %**

Evaluación del rendimiento de los sistemas de climatización con la herramienta CALENER

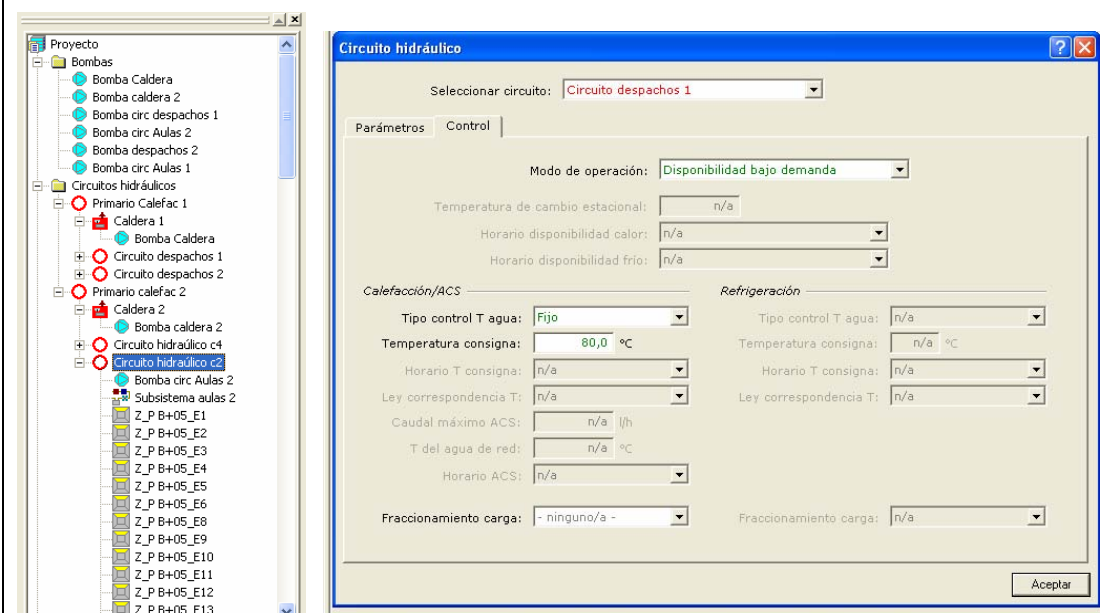
• Edificios autónomos – ETSAV

Definición del edificio:




Desde LIDER se importa la definición de las características geométricas, de emplazamiento, tipo de uso, así como las soluciones constructivas que se disponen en el edificio. Se define el uso Docente como principal y se especifican los restantes usos (despachos, pasillos, bar, etc.) de forma individual en cada local.

Definición de sistemas y componentes:




Se definen los 4 sistemas primarios y 9 circuitos secundarios asociados a las 2 calderas dispuestas en el edificio, 2 circuitos principales alimentan al edificio de despachos y los restantes a la zona de aulas divididos por plantas y zonas este y oeste. Cada circuito tiene una agrupación de zonas a las que sirve, con características y régimen de control y funcionamiento que es posible definir en forma detallada.

Definición de perfil de uso y cargas internas por espacio:

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto				
	Comunidad Autónoma	Cataluña	Nombre del proyecto	Localidad	Tarragona
Nombre	m ² /ocupante (m ² /persona)	Equipo (W/m ²)	Iluminación (W/m ²)	IEE (W/m ² ·100lux)	Iluminación Natural
P B+0_E10	19,23	16,16	13,00	-	No
P B+05_E1	7,79	19,54	17,22	-	No
P B+05_E2	20,66	16,08	17,44	-	No
P B+05_E3	6,65	10,76	21,33	-	No
P B+05_E4	22,00	6,33	9,22	-	No
P B+05_E5	10,00	15,00	15,00	-	No
P B+05_E6	19,10	2,23	3,16	-	No
P B+05_E8	16,00	12,00	10,00	-	No
P B+05_E9	11,56	14,88	15,55	-	No
P B+05_E10	7,00	10,76	17,22	-	No
P B+05_E11	7,65	11,33	17,22	-	No
P B+05_E12	6,97	10,76	17,46	-	No
P B+05_E13	6,97	10,76	17,22	-	No
P B+05_E14	6,97	10,76	17,22	-	No
P B+05_E15	4,23	34,36	15,46	-	No
P B+05_E16	6,02	15,00	31,36	-	No
P B+05_E7	19,00	4,22	4,23	-	No
P B+05_E17	25,26	11,16	12,58	-	No
P B+05_E18	19,00	9,85	9,01	-	No
P1+0_E1	16,16	2,26	3,68	-	No
P1+0_E2	6,26	23,23	15,15	-	No
P1+0_E3	10,00	15,00	15,00	-	No
P1+0_E4	8,88	26,26	19,52	-	No
P1+0_E5	22,88	4,22	9,89	-	No
P1+0_E6	10,00	15,00	10,31	-	No
P1+0_E7	10,00	15,00	12,66	-	No
P1+0_E8	10,00	15,00	15,54	-	No
P1+0_E9	10,00	15,00	19,26	-	No
P1+0_E10	10,00	15,00	15,00	-	No
P1+0_E11	10,00	15,00	15,00	-	No
P1+0_E12	10,00	15,00	15,00	-	No
P1+0_E13	10,00	15,00	15,00	-	No
P1+0_E14	10,00	15,00	15,00	-	No
P1+0_E15	10,00	15,00	15,00	-	No

Para cada espacio se han definido las cargas internas de ocupación (m2/persona), equipos e iluminación (W/m2) de acuerdo al levantamiento de datos realizado. También se han definido perfiles de ocupación para los principales usos presentes en el edificio: Docente, Oficinas, Almacenes. Y rutinas de uso de iluminación y persianas.

Resumen de características de los sistemas:

	Calificación Energética de Edificios	Proyecto		Nombre del proyecto	
		Comunidad Autónoma	Cataluña	Localidad	Tarragona

9. SUBSISTEMAS PRIMARIOS					
---------------------------------	--	--	--	--	--

9.1. Bombas de circulación					
-----------------------------------	--	--	--	--	--

Nombre	Tipo de control	Caudal (l/h)	Altura (m)	Potencia nominal (kW)	Rendimiento global
Bomba Caklera	Caudal constante	10.000	15,0	0,66	0,62
Bomba caklera 2	Caudal constante	10.000	15,0	0,66	0,62
Bomba circ despachos 1	Caudal constante	4.000	15,0	0,27	0,62
Bomba circ Aulas 2	Caudal constante	4.000	15,0	0,27	0,62
Bomba despachos 2	Caudal constante	4.000	15,0	0,27	0,62
Bomba circ Aulas 1	Caudal constante	4.000	15,0	0,27	0,62

9.2. Circuitos hidráulicos					
-----------------------------------	--	--	--	--	--

Nombre	Tipo	Subtipo	Modo de operación	T. consigna calor (°C)	T. consigna frío (°C)
Primario Calefac 1	Agua caliente	Primario	Disp. permanente	80,0	-
Primario calefac 2	Agua caliente	Primario	Disp. permanente	80,0	-
Circuito hidráulico c4	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	80,0	-
Circuito despachos 1	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	80,0	-
Circuito despachos 2	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	80,0	-
Circuito hidráulico c2	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	80,0	-

9.3. Plantas Enfriadoras				
---------------------------------	--	--	--	--

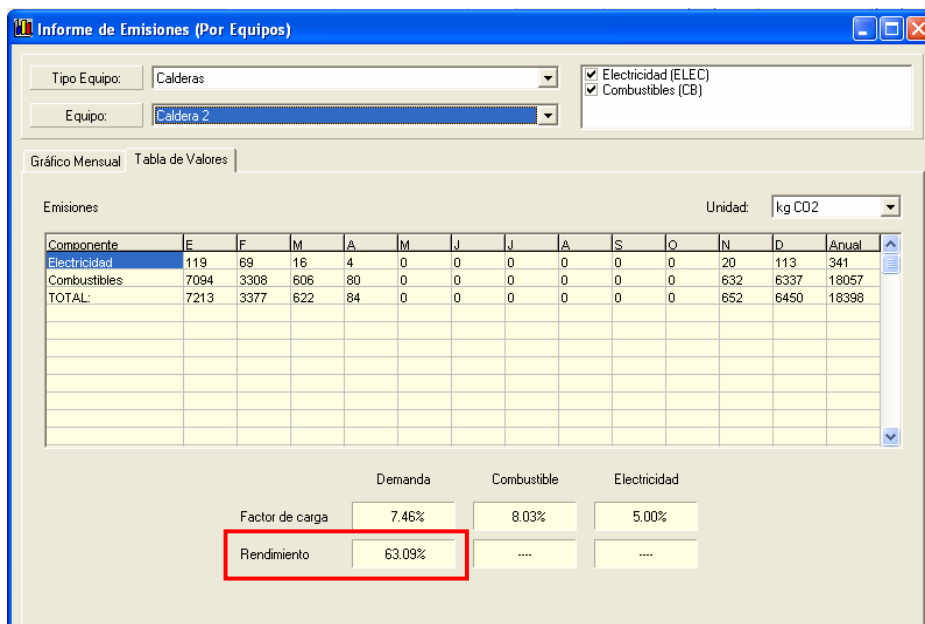
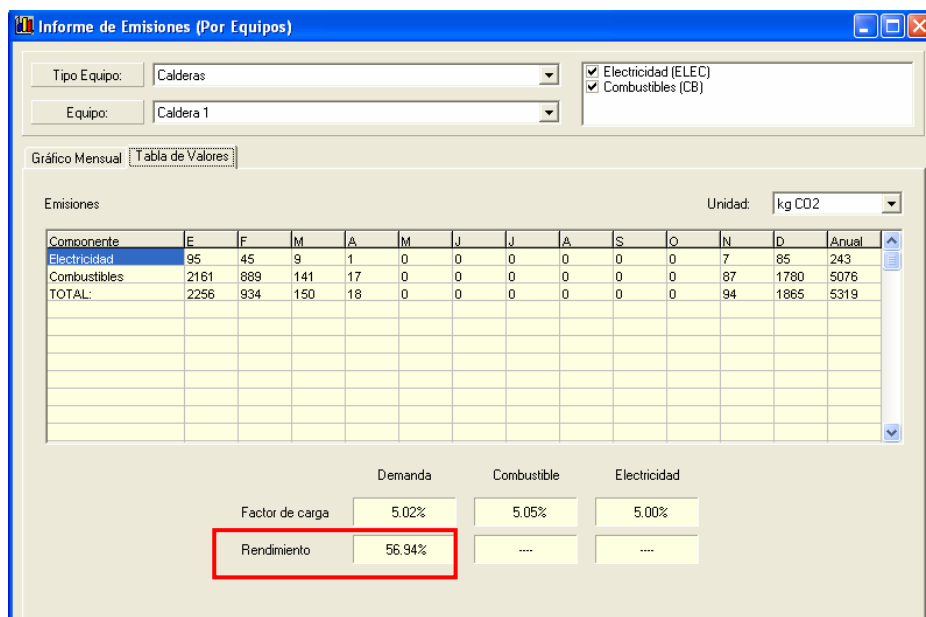
Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	EER Eléctrico	EER Térmico

9.4. Calderas				
----------------------	--	--	--	--

Nombre	Subtipo	Combustible	Potencia nominal (kW)	Rendimiento nominal
Caldera 1	Convencional	Gas Natural	560,00	0,75
Caldera 2	Convencional	Gas Natural	560,00	0,70

Se resumen las principales características de los elementos que conforman el sistema de calefacción de la ETSAV a partir de las 2 calderas, y de acuerdo a las características de los diferentes elementos que conforman el sistema (ver descripción detallada del sistema).

Resultados:



Valoración del rendimiento global del sistema:

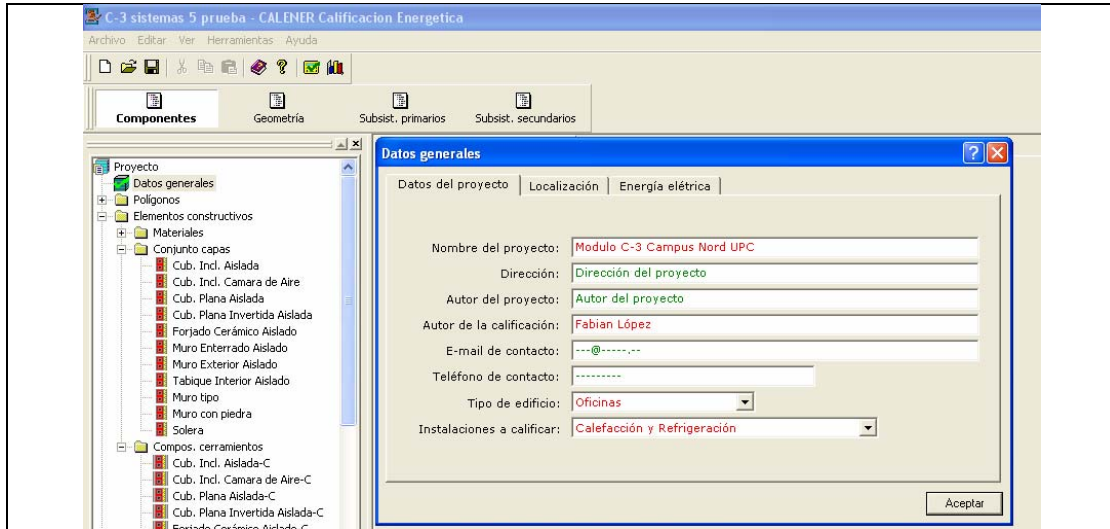
La valoración del sistema de calefacción a través del rendimiento global de lo sistemas asociados a las calderas es el siguiente: Para la caldera 1 se obtiene un rendimiento global de **56,94%** y para la caldera 2 un rendimiento de **63,09**, lo que supone un rendimiento global del sistema de **60,01%**.

En el caso de la refrigeración, al ser sistemas individuales independientes, la valoración con CALENER del rendimiento global de los sistemas no tiene sentido. Se tomará como valores de referencia el promedio de los COP de las unidades individuales dispuestas en los locales del edificio. **2.00 %**

Evaluación del rendimiento de los sistemas de climatización con la herramienta CALENER

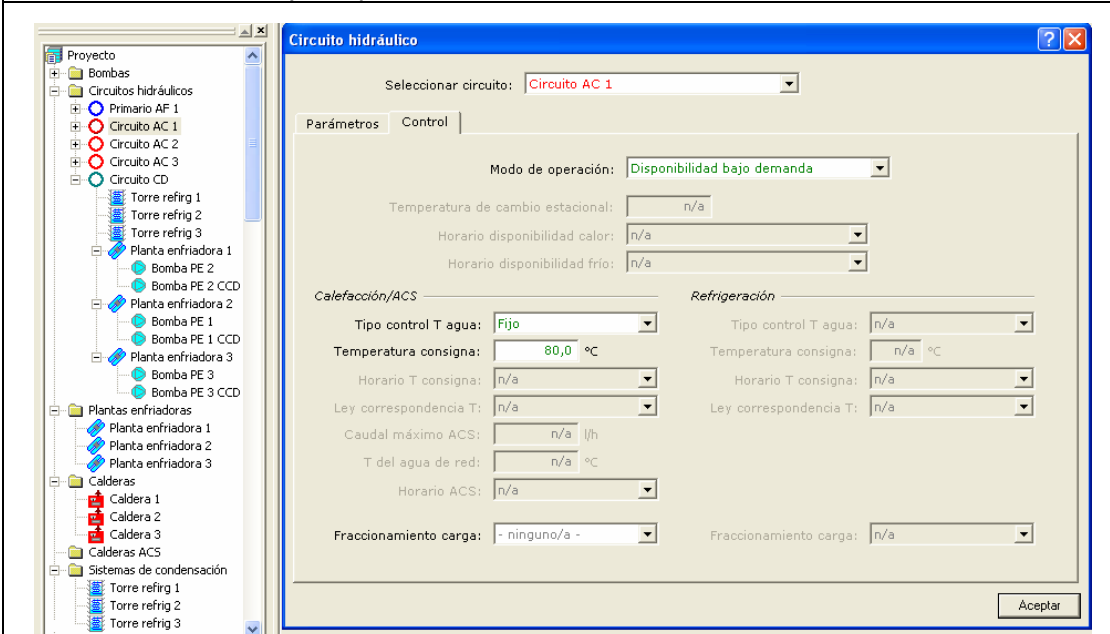
• Edificios en campus – Módulo C-3 Campus Nord

Definición del edificio:



Desde LIDER se importa la definición de las características geométricas, de emplazamiento, así como las soluciones constructivas que se disponen en el edificio. Se define el uso de oficinas como principal y se especifican los restantes usos (Aulas, laboratorios, pasillos, etc.) de forma individual en cada local.

Definición de sistemas y componentes:

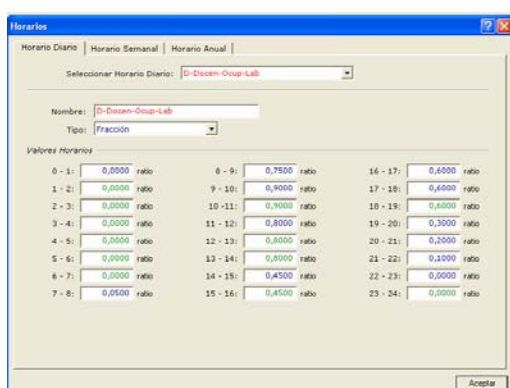
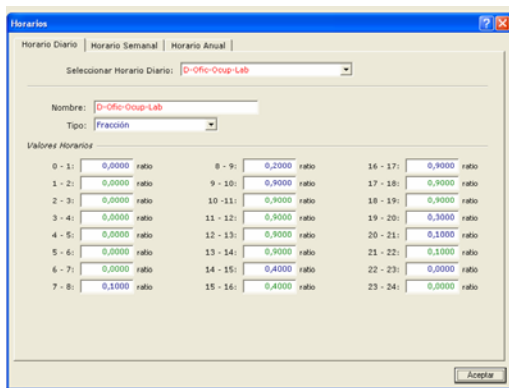


En el caso del edificio C-3, es el único de los estudiados donde es posible evaluar el rendimiento global de los sistemas de calefacción y refrigeración que utilizan la misma infraestructura de distribución y regulación (ver descripción detallada del sistema). Cada circuito hidráulico tiene una agrupación de zonas a las que sirve, con características y régimen de control y funcionamiento que es posible definir en forma detallada.

Definición de perfil de uso y cargas internas por espacio:

7.2. Espacios - Características ocupacionales y funcionales

Nombre	m ² /ocupante (m ² /persona)	Equipo (W/m ²)	Iluminación (W/m ²)	IEE (W/m ² ·100lux)	Iluminación Natural
P Sotano_E1	19,32	22,00	19,36	-	No
P Sotano_E2	12,56	19,46	17,45	-	No
P Sotano_E3	9,87	13,79	19,46	-	No
P Sotano_E4	23,00	3,34	4,54	-	No
P Sotano_E5	8,00	34,00	17,22	-	No
P Sotano_E6	10,00	15,00	15,00	-	No
P Sotano_E7	10,00	15,00	15,00	-	No
P Sotano_E8	7,76	10,76	18,98	-	No
P Sotano_E9	10,00	15,00	15,00	-	No
P Sotano_E10	10,00	15,00	15,00	-	No
P Sotano_E11	21,20	11,00	10,43	-	No
P Baja_E1	10,00	15,00	15,00	-	No
P Baja_E2	10,00	15,00	15,00	-	No
P Baja_E3	6,77	10,34	18,67	-	No
P Baja_E4	7,43	10,78	17,87	-	No
P Baja_E5	10,00	15,00	15,00	-	No
P Baja_E6	10,00	15,00	15,00	-	No
P Baja_E7	12,32	18,00	21,21	-	No
P Baja_E8	10,00	15,00	11,34	-	No
P Baja_E9	10,00	15,00	8,65	-	No
P Baja_E10	10,00	15,00	19,67	-	No
P Baja_E11	10,00	15,00	16,65	-	No
PI_E1	10,00	15,00	9,65	-	No
PI_E2	32,32	21,22	9,76	-	No
PI_E3	10,00	15,00	15,00	-	No
PI_E4	10,00	15,00	15,00	-	No
PI_E5	10,00	15,00	15,00	-	No



Para cada espacio se han definido las cargas internas de ocupación (m2/persona), equipos e iluminación (W/m2) de acuerdo al levantamiento de datos realizado. También se han definido perfiles de ocupación para los principales usos presentes en el edificio: Oficinas, Aulas, Almacenes. Y rutinas de uso de iluminación y persianas.

Resumen de características de los sistemas:

Calificación Energética de Edificios		Proyecto		Localidad	
		Modulo C-3 Campus Nord UPC		Barcelona	
		Comunidad Autónoma Cataluña			

9. SUBSISTEMAS PRIMARIOS					
9.1. Bombas de circulación					
Nombre	Tipo de control	Caudal (l/h)	Altura (m)	Potencia nominal (kW)	Rendimiento global
Bomba Caldera 1	Caudal constante	10,000	15,0	0,66	0,62
Bomba AF 1	Caudal constante	9,000	15,0	0,60	0,62
Bomba secund AC 1	Caudal constante	4,000	15,0	0,27	0,62
Bomba PE 1	Caudal constante	10,000	26,0	1,15	0,62
Bomba PE 1 CCD	Caudal constante	10,000	29,0	1,28	0,62
Bomba AF 2a	Caudal constante	9,000	15,0	0,60	0,62
Bomba secund AC 2	Caudal constante	4,000	15,0	0,27	0,62
Bomba PE 2	Caudal constante	10,000	26,0	1,15	0,62
Bomba PE 2 CCD	Caudal constante	10,000	29,0	1,28	0,62
Bomba Caldera 2	Caudal constante	10,000	15,0	0,66	0,62
Bomba secund AC3	Caudal constante	4,000	15,0	0,27	0,62
Bomba AF 3	Caudal constante	9,000	15,0	0,60	0,62
Bomba AF 4	Caudal constante	9,000	15,0	0,60	0,62
Bomba secund AC 4	Caudal constante	9,000	15,0	0,60	0,62
Bomba PE 3	Caudal constante	10,000	25,0	1,11	0,62
Bomba PE 3 CCD	Caudal constante	10,000	25,0	1,11	0,62
Bomba Caldera 3	Caudal constante	10,000	15,0	0,66	0,62
Bomba AF 5	Caudal constante	9,000	15,0	0,60	0,62
Bomba secund AC 5	Caudal constante	4,000	15,0	0,27	0,62

9.2. Circuitos hidráulicos					
Nombre	Tipo	Subtipo	Modo de operación	T. consigna calor (°C)	T. consigna frío (°C)
Círculo AC 1	Agua caliente	Primario	Disp. demanda	80,0	-
Primario AF 1	Agua fría	Primario	Disp. demanda	-	7,0
Círculo CD	Círculo Condensación	Primario	Disp. demanda	-	30,0
Círculo AC 2	Agua caliente	Primario	Disp. demanda	80,0	-
Círculo AC 3	Agua caliente	Primario	Disp. demanda	80,0	-
Círculo AF 4	Agua fría	Secundario	Disp. demanda	-	7,0
Círculo AF 1	Agua fría	Secundario	Disp. demanda	-	7,0
Círculo secund AC 1	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	80,0	-
Círculo secund AC 2	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	80,0	-

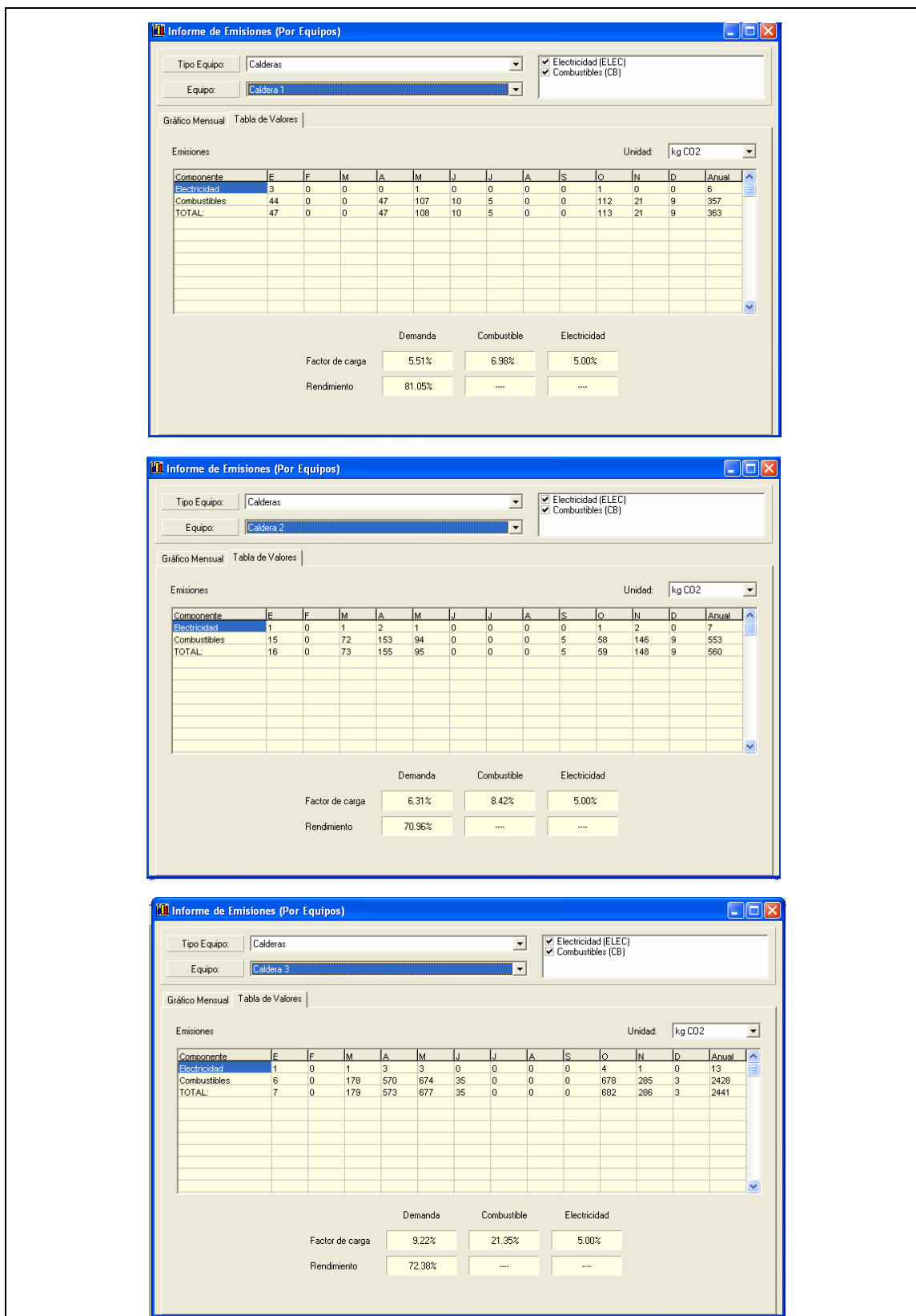
Nombre	Tipo	Subtipo	Modo de operación	T. consigna calor (°C)	T. consigna frío (°C)
Círculo secund AC 3	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	80,0	-
Círculo AF 3	Agua fría	Secundario	Disp. demanda	-	7,0
Círculo AF 2	Agua fría	Secundario	Disp. demanda	-	7,0
Círculo secund AC4	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	80,0	-
Círculo AF 5	Agua fría	Secundario	Disp. demanda	-	7,0
Círculo secund AC5	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	80,0	-

9.3. Plantas Enfriadoras				
Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	EER Eléctrico	EER Térmico
Planta enfriadora 1	Eléctrico centrífugo	26,00	4,30	-
Planta enfriadora 2	Eléctrico centrífugo	27,50	4,30	-
Planta enfriadora 3	Eléctrico centrífugo	27,00	4,30	-

9.4. Calderas				
Nombre	Subtipo	Combustible	Potencia nominal (kW)	Rendimiento nominal
Caldera 1	Convencional	Gas Natural	122,00	0,70
Caldera 2	Convencional	Gas Natural	122,00	0,70
Caldera 3	Convencional	Gas Natural	122,00	0,70

Se resumen las principales características de los elementos que conforman cada uno de los sistemas de calefacción y refrigeración del edificio.

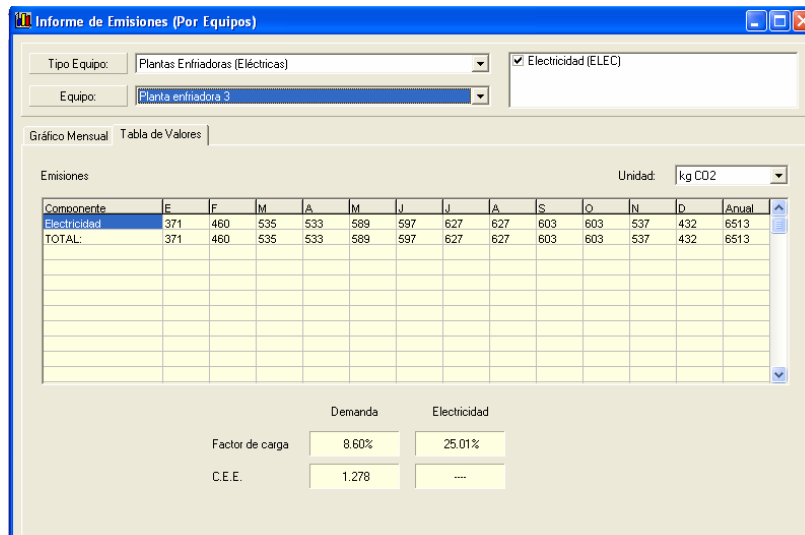
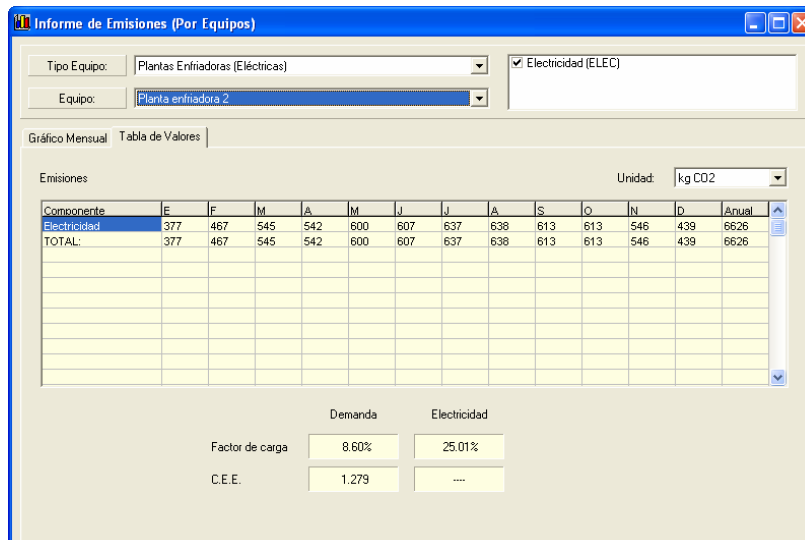
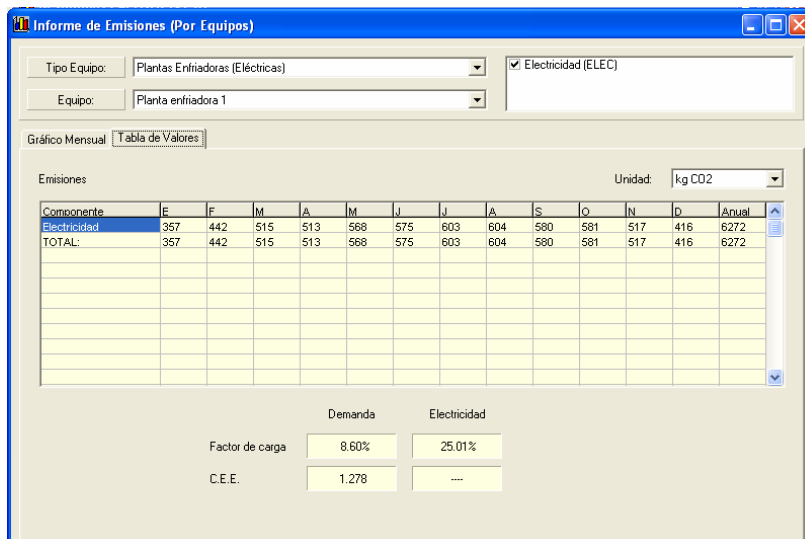
Resultados sistema de calefacción:



Valoración del rendimiento global del sistema:

La valoración del sistema de calefacción a través del rendimiento global de lo sistemas asociados a las calderas es el siguiente: Para la caldera 1 se obtiene un rendimiento global de **81,05%**, para la caldera 2 un rendimiento de **70,96%**, y para la caldera 3 de un **72,38%**, lo que supone un rendimiento global del sistema de **74,79%**.

Resultados sistema de refrigeración:



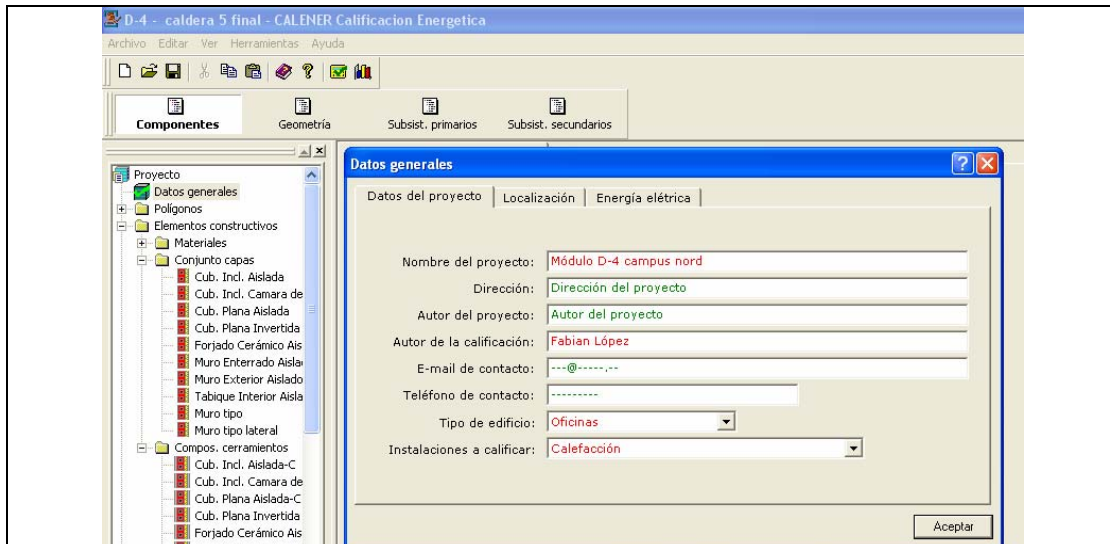
Valoración del rendimiento global del sistema:

En el caso de la refrigeración se obtiene un rendimiento global del sistema de **130%** asociado al coeficiente de eficiencia energética de las plantas enfriadoras. La planta 1 tiene un coeficiente de **1,278** la planta 2 de **1,279**, y la planta 3 de **1,278**.

Evaluación del rendimiento de los sistemas de climatización con la herramienta CALENER

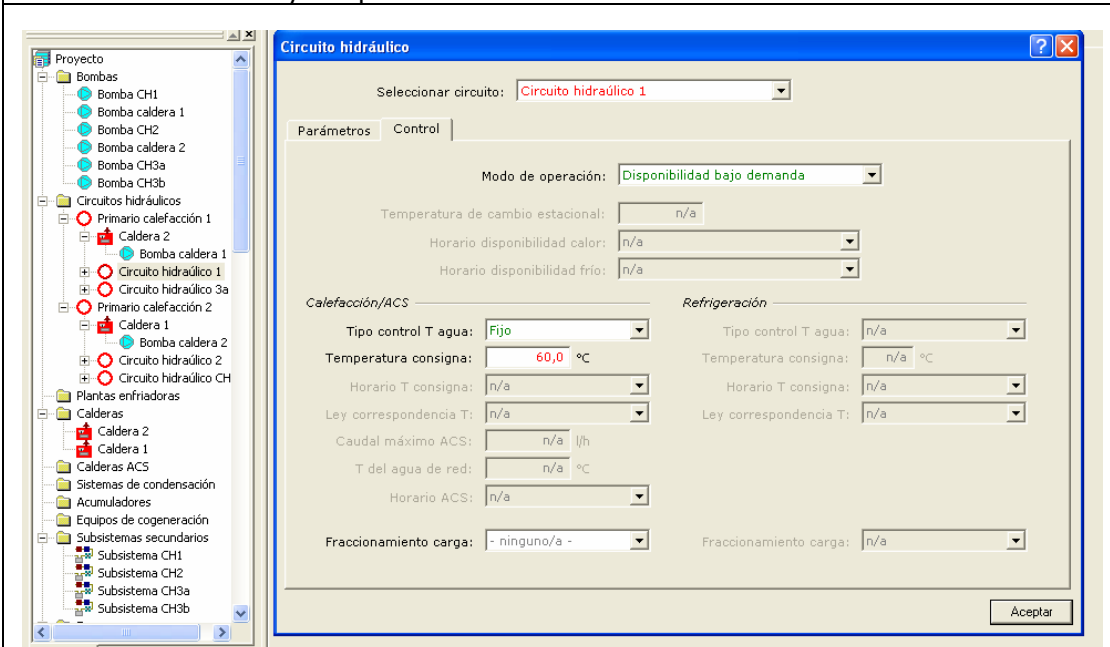
• Edificios en campus – Módulo D-4 Campus Nord

Definición del edificio:



Desde LIDER se importa la definición de las características geométricas, de emplazamiento, así como las soluciones constructivas que se disponen en el edificio. Se define el uso de oficinas como principal y se especifican los restantes usos (Aulas, laboratorios, pasillos, etc.) de forma individual en cada local.

Definición de sistemas y componentes:

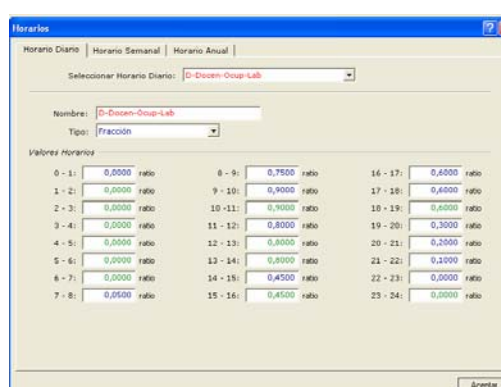
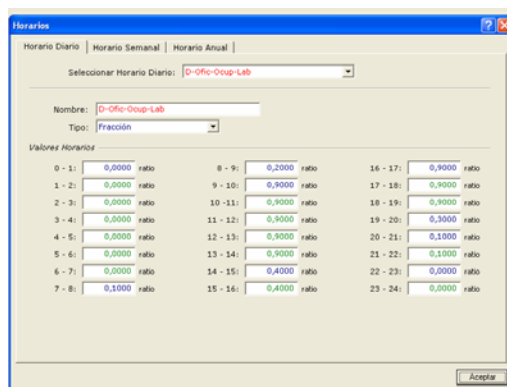


Se definen los 2 sistemas primarios y 5 circuitos secundarios asociados a las 2 calderas dispuestas en el edificio (1 por fachada y 1 interior para la zona de circulación y espacios comunes). Cada circuito tiene una agrupación de zonas a las que sirve, con características y régimen de control y funcionamiento que es posible definir en forma detallada.

Definición de perfil de uso y cargas internas por espacio:


7.2. Espacios - Características ocupacionales y funcionales

Nombre	m ² /ocupante (m ² /persona)	Equipo (W/m ²)	Iluminación (W/m ²)	IEE (W/m ² ·100lux)	Iluminación Natural
P Soterrani_E1	23,00	16,00	16,34	-	No
P Soterrani_E2	7,00	12,33	17,22	-	No
P Soterrani_E3	9,00	9,78	9,34	-	No
P Soterrani_E4	10,00	15,00	15,00	-	No
P Soterrani_E5	10,00	15,00	15,00	-	No
P Soterrani_E6	13,56	10,75	9,98	-	No
P Soterrani_E7	8,43	34,23	13,00	-	No
P Soterrani_E8	11,32	10,76	8,89	-	No
P Soterrani_E9	11,87	10,03	19,90	-	No
P Soterrani_E10	23,00	32,21	15,65	-	No
P Soterrani_E11	10,00	15,00	15,00	-	No
P Soterrani_E12	10,00	15,00	15,00	-	No
P Baja_E1	8,34	10,21	18,87	-	No
P Baja_E2	6,98	11,48	34,00	-	No
P Baja_E3	18,95	9,76	8,87	-	No
P Baja_E4	17,00	16,13	17,22	-	No
P Baja_E5	10,00	15,00	10,66	-	No
P Baja_E6	10,00	15,00	9,32	-	No
P Baja_E7	10,00	15,00	6,44	-	No
P Baja_E8	10,00	15,00	14,23	-	No
P Baja_E9	12,00	9,78	18,43	-	No
P Baja_E10	20,67	9,54	6,67	-	No
P Baja_E11	23,98	15,00	11,90	-	No
P Baja_E12	10,00	15,00	15,00	-	No
P Baja_E13	10,00	15,00	15,00	-	No



Para cada espacio se han definido las cargas internas de ocupación (m2/persona), equipos e iluminación (W/m2) de acuerdo al levantamiento de datos realizado. También se han definido perfiles de ocupación para los principales usos presentes en el edificio: Oficinas, Aulas, Almacenes. Y rutinas de uso de iluminación y persianas.

Resumen de características de los sistemas:

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto	
	Módulo D-4 campus nord	
	Comunidad Autónoma	Localidad
	Cataluña	Barcelona

9. SUBSISTEMAS PRIMARIOS

9.1. Bombas de circulación

Nombre	Tipo de control	Caudal (l/h)	Altura (m)	Potencia nominal (kW)	Rendimiento global
Bomba CH1	Caudal constante	2.500	15,0	0,17	0,62
Bomba caldera 1	Caudal constante	10.000	15,0	0,66	0,62
Bomba CH2	Caudal constante	2.500	15,0	0,17	0,62
Bomba caldera 2	Caudal constante	10.000	15,0	0,66	0,62
Bomba CH3a	Caudal constante	6.200	15,0	0,41	0,62
Bomba CH3b	Caudal constante	6.200	15,0	0,41	0,62

9.2. Circuitos hidráulicos

Nombre	Tipo	Subtipo	Modo de operación	T. consigna calor (°C)	T. consigna frío (°C)
Primario calefacción 1	Agua caliente	Primario	Horario	60,0	-
Primario calefacción 2	Agua caliente	Primario	Horario	60,0	-
Circuito hidráulico 1	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	60,0	-
Circuito hidráulico 2	Agua caliente	Secundario	Horario	60,0	-
Circuito hidráulico 3a	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	60,0	-
Circuito hidráulico CH3b	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	60,0	-

9.3. Plantas Enfriadoras

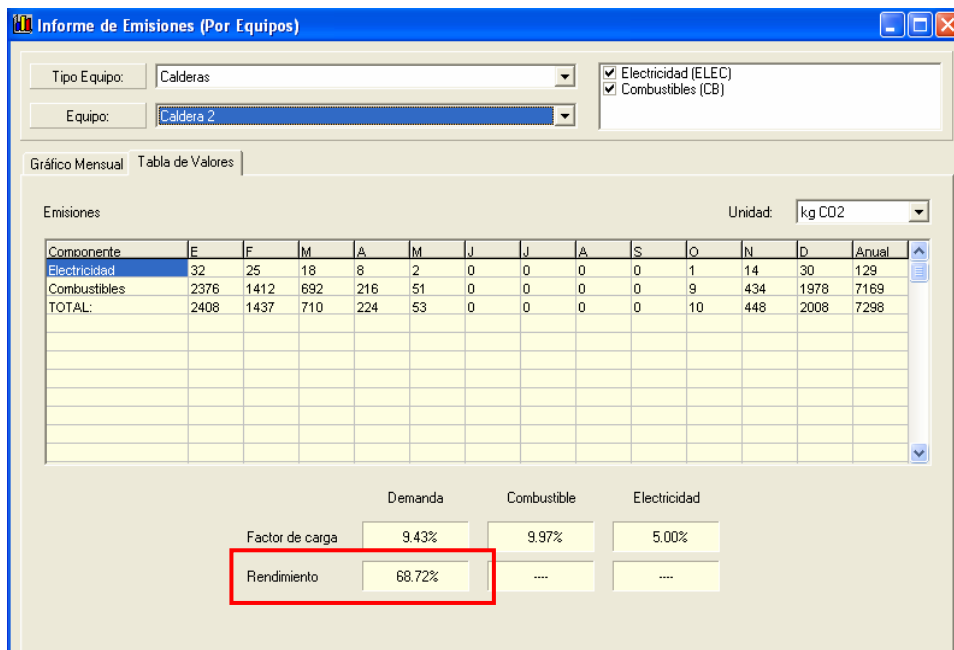
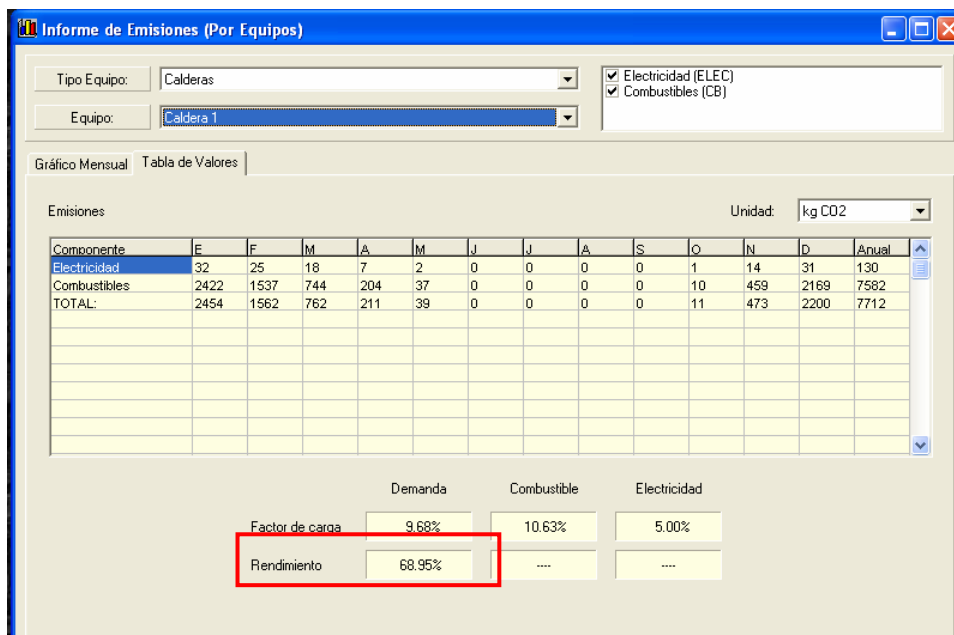
Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	EER Eléctrico	EER Térmico

9.4. Calderas

Nombre	Subtipo	Combustible	Potencia nominal (kW)	Rendimiento nominal
Caldera 2	Convencional	Gas Natural	114,00	0,80
Caldera 1	Convencional	Gas Natural	114,00	0,80

Se resumen las principales características de los elementos que conforman el sistema de calefacción del edificio.

Resultados:



Valoración del rendimiento global del sistema:

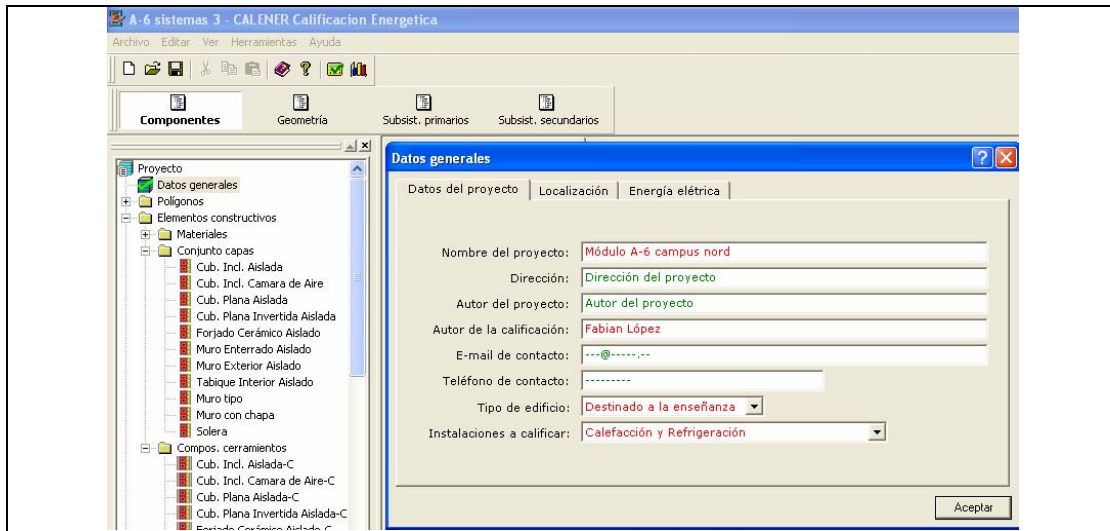
La valoración del sistema de calefacción a través del rendimiento global de lo sistemas asociados a las calderas es el siguiente: Para la caldera 1 se obtiene un rendimiento global de **68,95%**, y para la caldera 2 un rendimiento de **68,72%**. Lo que supone un rendimiento global del sistema de **68,83%**.

En el caso de la refrigeración, al ser sistemas individuales independientes, la valoración con CALENER del rendimiento global de los sistemas no tiene sentido. Se toma como valor de referencia el promedio de los COP de las unidades individuales dispuestas en los locales del edificio. **2.00 %**

Evaluación del rendimiento de los sistemas de climatización con la herramienta CALENER

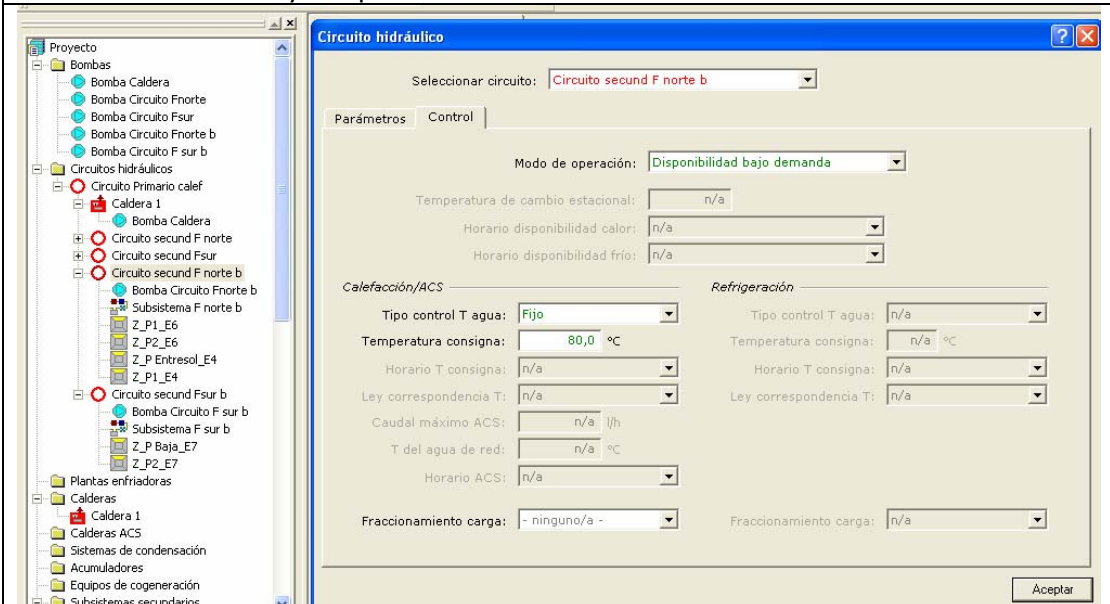
• Edificios en campus – Módulo A-6 Campus Nord

Definición del edificio:



Desde LIDER se importa la definición de las características geométricas, de emplazamiento, así como las soluciones constructivas que se disponen en el edificio. Se define el uso de Aulas como principal y se especifican los restantes usos (Lavabos, pasillos, etc.) de forma individual en cada local.

Definición de sistemas y componentes:

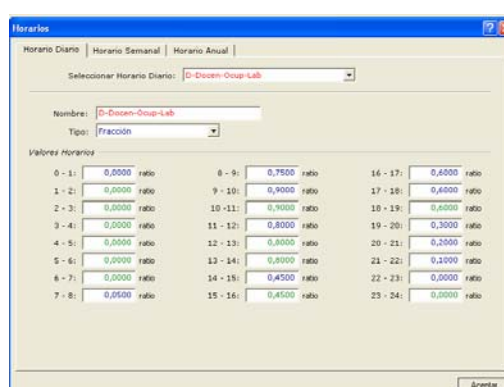
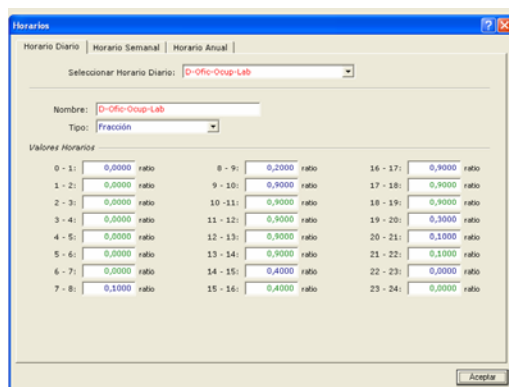


Se definen el sistema primario de calefacción con 4 circuitos secundarios asociados a la caldera dispuesta en el edificio. Cada circuito tiene una agrupación de zonas a las que sirve, con características y régimen de control y funcionamiento que es posible definir en forma detallada.

Definición de perfil de uso y cargas internas por espacio:


7.2. Espacios - Características ocupacionales y funcionales

Nombre	m ² /ocupante (m ² /persona)	Equipo (W/m ²)	Iluminación (W/m ²)	IEE (W/m ² ·100lux)	Iluminación Natural
P Sotano_E1	30,00	10,00	9,00	-	No
P Baja_E2	16,00	9,36	8,86	-	No
P Baja_E3	32,00	4,65	6,52	-	No
P Baja_E4	32,00	6,58	5,87	-	No
P Baja_E5	6,77	10,76	17,22	-	No
P Baja_E6	7,88	11,20	10,33	-	No
P Baja_E7	6,85	9,56	14,80	-	No
P Entreso_E1	32,00	3,65	4,36	-	No
P Entreso_E2	20,45	7,50	6,22	-	No
P Entreso_E3	26,20	9,63	8,85	-	No
P Entreso_E4	6,87	9,62	18,74	-	No
P Entreso_E5	7,75	10,96	18,54	-	No
P Entreso_E6	7,10	8,54	9,43	-	No
P1_E1	28,23	6,23	5,00	-	No
P1_E2	6,23	9,65	8,97	-	No
P1_E3	24,10	3,35	5,62	-	No
P1_E4	6,93	10,76	17,22	-	No
P1_E5	8,36	9,78	5,74	-	No
P1_E6	7,32	8,74	6,52	-	No
P1_E7	24,51	11,20	18,52	-	No
P2_E1	16,77	9,65	8,36	-	No
P2_E2	8,22	11,88	19,62	-	No
P2_E3	26,23	5,33	6,37	-	No
P2_E4	7,31	10,85	9,36	-	No
P2_E5	10,00	15,00	15,00	-	No
P2_E6	10,00	15,00	15,00	-	No
P2_E7	10,00	15,00	15,00	-	No



Para cada espacio se han definido las cargas internas de ocupación (m2/persona), equipos e iluminación (W/m2) de acuerdo al levantamiento de datos realizado. También se han definido perfiles de ocupación para los principales usos presentes en el edificio: Oficinas, Aulas, Almacenes. Y rutinas de uso de iluminación y persianas.

Resumen de características de los sistemas:

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto	Módulo A-6 campus nord	
	Comunidad Autónoma	Cataluña	Localidad Barcelona

9. SUBSISTEMAS PRIMARIOS

9.1. Bombas de circulación

Nombre	Tipo de control	Caudal (l/h)	Altura (m)	Potencia nominal (kW)	Rendimiento global
Bomba Calera	Caudal constante	10.000	15,0	0,66	0,62
Bomba Circuito Norte	Caudal constante	5.500	15,0	0,37	0,62
Bomba Circuito Sur	Caudal constante	5.500	15,0	0,37	0,62
Bomba Circuito Norte b	Caudal constante	4.000	15,0	0,27	0,62
Bomba Circuito Sur b	Caudal constante	4.000	15,0	0,27	0,62

9.2. Circuitos hidráulicos

Nombre	Tipo	Subtipo	Modo de operación	T. consigna calor (°C)	T. consigna frío (°C)
Circuito Primario calef	Agua caliente	Primario	Disp. demanda	80,0	-
Circuito secund Norte	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	80,0	-
Circuito secund Sur	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	80,0	-
Circuito secund Norte b	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	80,0	-
Circuito secund Sur b	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	80,0	-

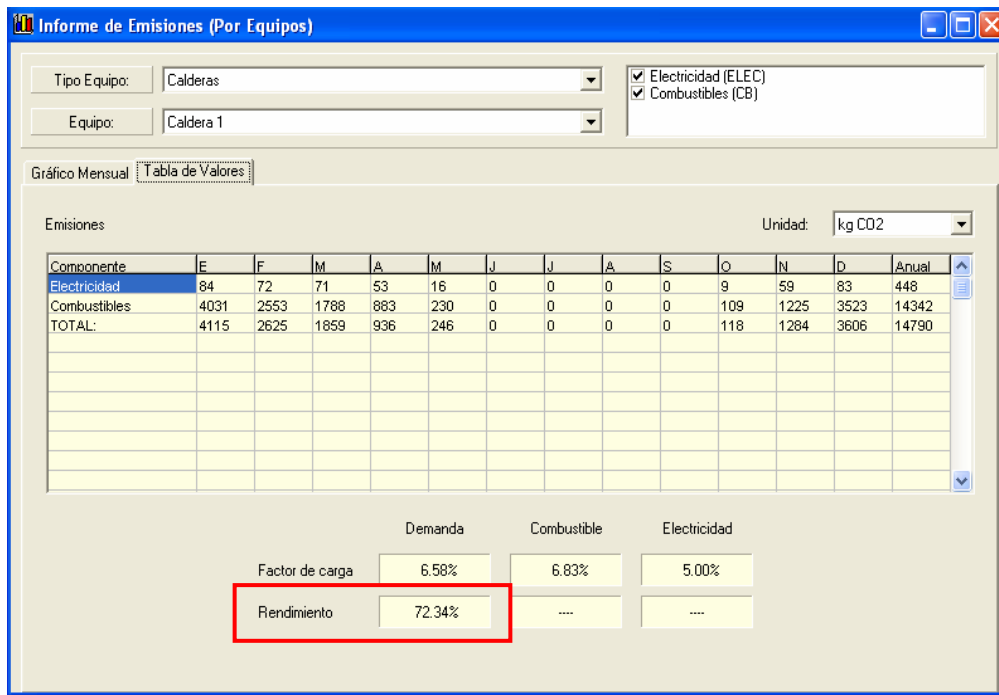
9.3. Plantas Enfriadoras

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	EER Eléctrico	EER Térmico

9.4. Calderas

Nombre	Subtipo	Combustible	Potencia nominal (kW)	Rendimiento nominal
Caldera 1	Convencional	Gas Natural	250,00	0,86

Se resumen las principales características de los elementos que conforman el sistema de calefacción del edificio.

Resultados:Valoración del rendimiento global del sistema:

La valoración del sistema de calefacción a través del rendimiento global de lo sistemas asociado a la caldera que genera el calor en el edificio es el siguiente: **72,34%**.

En cuanto a la refrigeración, el módulo A-6 (al menos en la parte objeto del presente estudio correspondiente al aula) no dispone de sistema alguno de refrigeración.

4. Anexo 4. Evaluación del factor de gestión

- 4.1. Parámetros del análisis**
- 4.2. Resultados obtenidos por edificio**

4. Anexo 4: Evaluación del factor de gestión

4.1. Parámetros del análisis

En el apartado 4.3 se define el procedimiento empleado y los objetivos del análisis. Según lo allí expuesto era necesario, en primer lugar, segregar el consumo de energía para climatización, y posteriormente identificar cual es la incidencia del aporte energético en los niveles de confort del edificio para un período de tiempo determinado.

Del levantamiento de datos, se conocían los perfiles de consumo energético total para los diferentes "días tipo" del año de cada edificio. Era necesario entonces segregar, de ese consumo total, el consumo destinado a la climatización de los edificios, para lo cual como se referencia en el apartado 3.3.1, fue necesario hacer un seguimiento detallado de un lado del consumo de gas en los edificios para el caso de la calefacción, y de otro lado del consumo de electricidad en los meses en que funcionan los sistemas/aparatos de refrigeración.

En el caso de la refrigeración, simplemente con el seguimiento del consumo realizado que permitió obtener valores cada 30 minutos, era posible identificar (por el diferencial de consumo respecto a un mes en que no se utilice sistema de climatización alguno) en los meses de verano la incidencia de la refrigeración en el consumo total.

En el caso del consumo de gas, en el que no se tenían lecturas tan detalladas y se contaba únicamente con la referencia de consumo registrada en el contador de gas en cada edificio, no era posible realizar este nivel de seguimiento. Fue necesario realizar lecturas diarias del contador en los períodos de funcionamiento de la caldera, e incluso lecturas en diferentes franjas horarias que se complementaron con un seguimiento del consumo eléctrico de los diferentes elementos que conforman el sistema y su funcionamiento (quemadores de las calderas y bombas de impulsión).

En el caso de los edificios autónomos, en los quemadores de las calderas se instaló un analizador de redes portátil que fue necesario programar para obtener medidas de consumo cada 5 minutos, lo que permitió identificar los períodos de puesta en marcha y apagado de la caldera a lo largo de un día. Adicionalmente, como esta información no permitía identificar la cantidad de consumo, se controló el funcionamiento de las bombas de impulsión de los diferentes circuitos hidráulicos para poder identificar si al entrar en funcionamiento la caldera lo hacía a plena carga, alimentando todos los circuitos a la vez, o de forma parcial alimentando solo los que se pusieran en marcha. Con esta información y con las lecturas de consumo en el mismo período fue posible establecer perfiles de consumo energético para lo días tipo.

En los edificios en campus, el trabajo fue menos complejo ya que se disponía de un lado del seguimiento ON-LINE del consumo eléctrico, y se disponía además de información del sistema de gestión SAUTER, que permitía identificar las entradas y salidas del sistema (On-Off), las horas de funcionamiento de las calderas, la simultaneidad del funcionamiento (cuando son mas de una por edificio) y adicionalmente se hizo el seguimiento de la arranque y parada de los diferentes circuitos. Al igual que en el caso de los edificios autónomos esta información se contrastó con los registros del contador de gas en cada período.

En cuanto a la incidencia del consumo identificado en los parámetros de confort interior de los edificios, se utilizó como referencia el tipo de análisis que realiza la herramienta BALANÇ ENERGÈTIC (ver explicación detallada en el anexo 2.3 de este documento), ya que como se ha mencionado, de las herramientas empleadas en el análisis de la demanda energética, es la única que permite visualizar el balance hora a hora, y la incidencia del aporte energético de climatización respecto a la temperatura interior.

Los datos de balance energético y temperaturas interiores para los diferentes días tipo del año, obtenidos con BALANÇ ENERGÈTIC, se incorporaron a una hoja Excel donde se simulaban las

posibilidades de variación del aporte energético (perfil teórico y perfil real), y su incidencia en la evolución de la temperatura interior, para poder evaluar el diferencial de consumo.

4.2. Resultados obtenidos por edificio

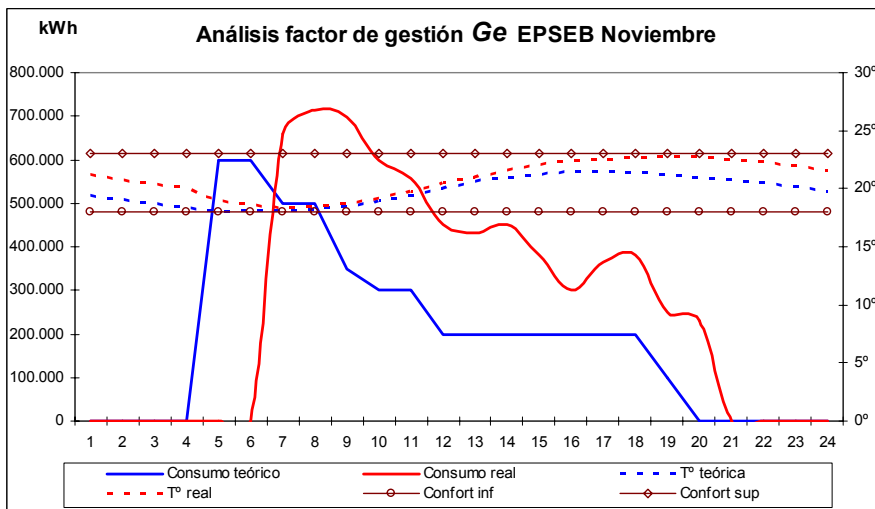
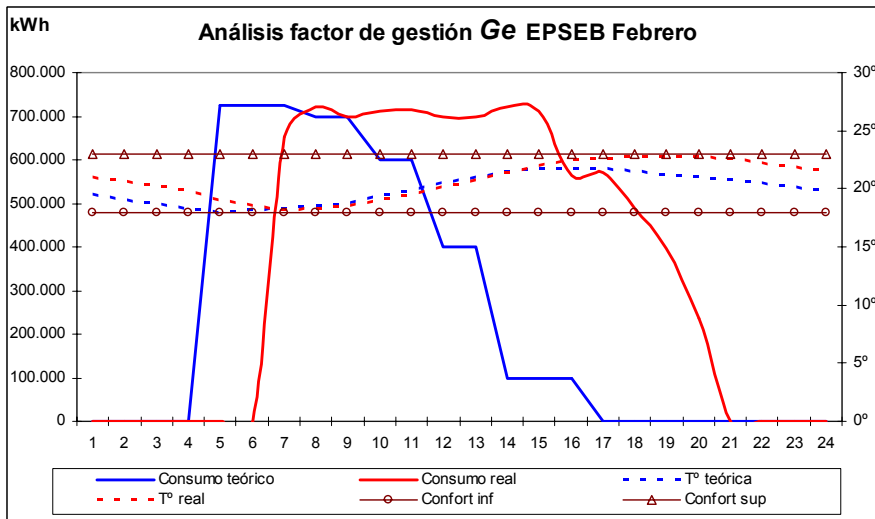
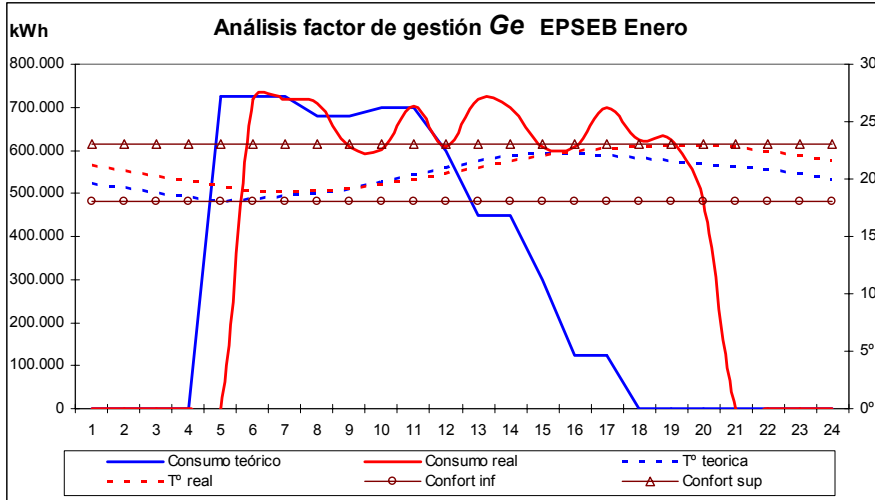
Para cada edificio estudiado se realizó el análisis del factor de uso y gestión, referido a las condiciones de confort interior, definiendo bandas de confort para los días tipo de cada mes del año: en invierno entre 18° - 23°C de temperatura interior, en primavera entre 20° - 24° y en verano entre 24°-28°, lo que permitió obtener los valores de **Ge** a operar en la ecuación del consumo energético planteada.

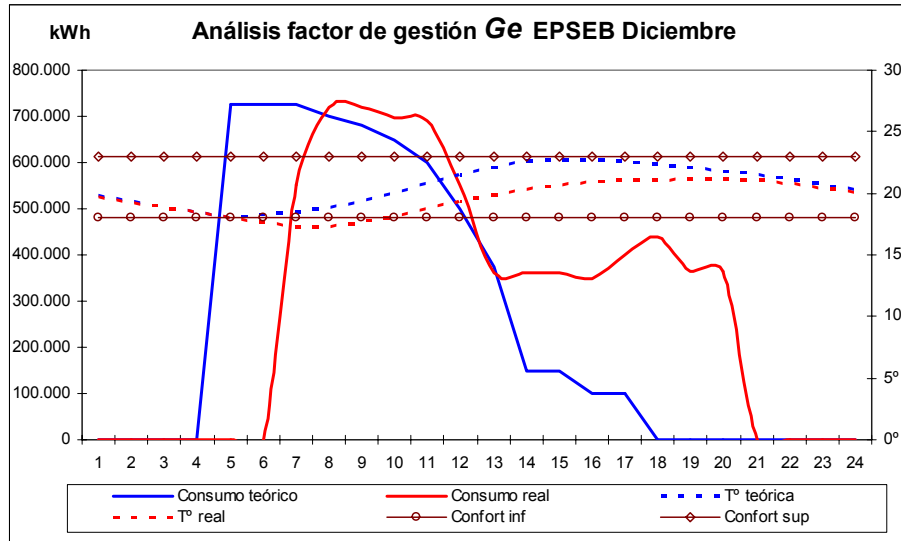
Como se explica también en el apartado 4.3, aunque el análisis se realizó para todos los meses del año, salvo en el caso del módulo C-3 del campus nord, aquí se presentan únicamente los resultados de los meses representativos del período de invierno, ya que el análisis de los meses de verano presenta perfiles de aporte energético teórico y real incomparables, al no disponer los edificios de sistemas centralizados o individuales que cubran la demanda de todos los espacios que lo requieren. En el caso del edificio C-3 en que si es posible realizar el análisis por tener un sistema centralizado de refrigeración, se presentan los resultados obtenidos para todos los días tipo analizados.

Evaluación del factor de gestión *Ge*.

- Edificios autónomos – EPSEB

Perfiles obtenidos para el análisis del período de invierno:





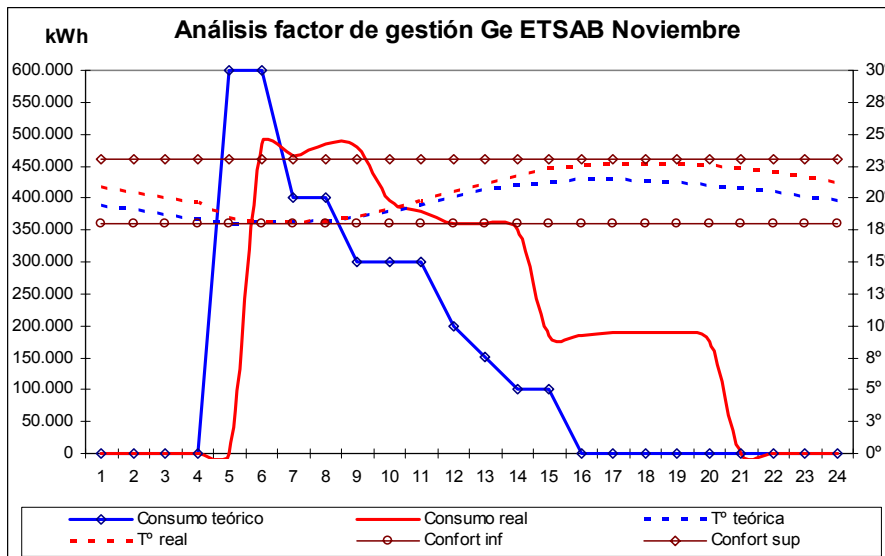
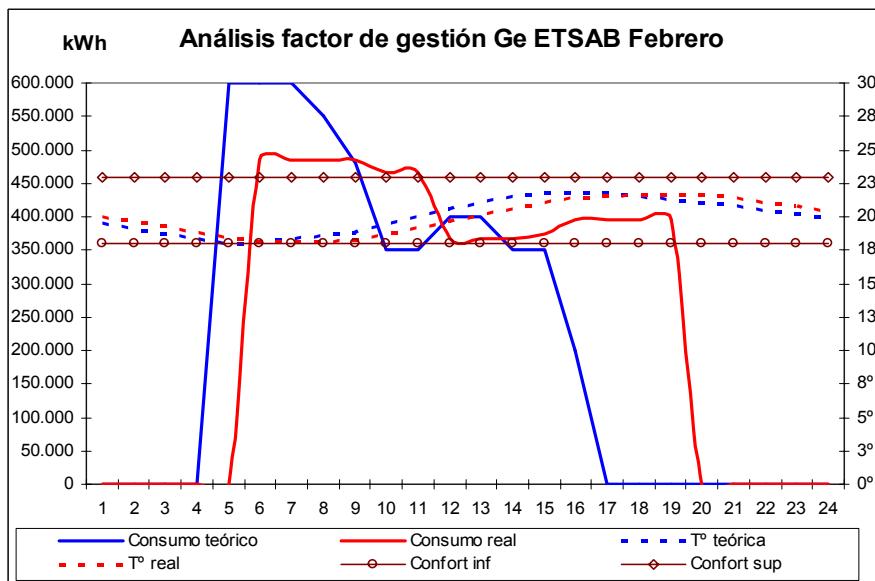
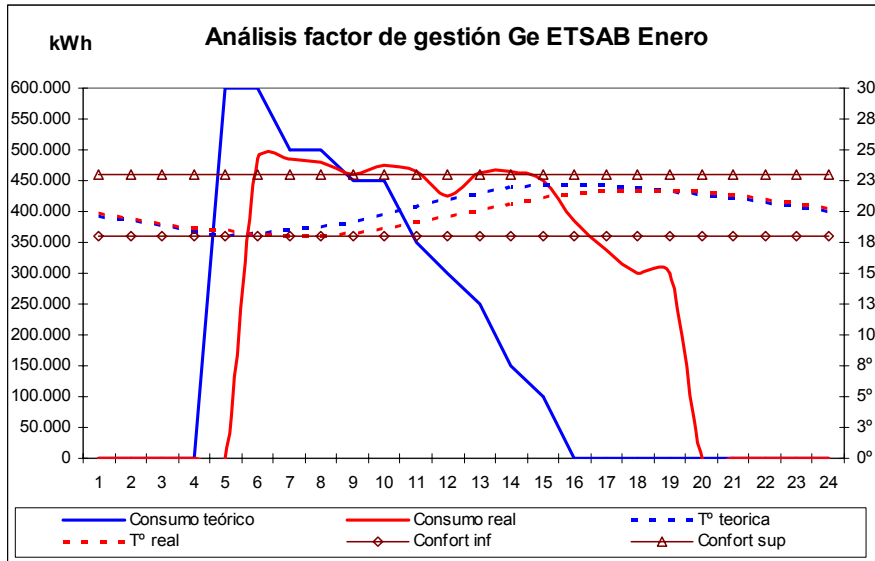
EPSEB	ENERO				FEBRERO				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	Hora	Consumo teórico	T° teórica	Consumo real	T° real	Consumo teórico	T° teórica	Consumo real	T° real	Consumo teórico	T° teórica	Consumo real	T° real	Consumo teórico	T° teórica	Consumo real
1	0	19,6	0	21,2	0	19,5	0	21,1	0	19,5	0	21,2	0	19,8	0	19,7
2	0	19,2	0	20,7	0	19,1	0	20,6	0	19,1	0	20,8	0	19,4	0	19,3
3	0	18,8	0	20,3	0	18,7	0	20,2	0	18,7	0	20,4	0	18,9	0	18,9
4	0	18,4	0	19,8	0	18,4	0	19,8	0	18,4	0	20,1	0	18,4	0	18,5
5	725.000	18,0	0	19,4	725.000	18,0	0	19,0	600.000	18,0	0	19,0	725.000	18,0	0	18,0
6	725.000	18,2	720.000	18,9	725.000	18,2	0	18,6	600.000	18,1	0	18,7	725.000	18,3	0	17,6
7	725.000	18,5	720.000	19,0	725.000	18,4	653.000	18,2	500.000	18,2	658.000	18,3	725.000	18,6	551.093	17,3
8	680.000	18,8	710.000	19,0	700.000	18,6	720.000	18,3	500.000	18,2	715.000	18,4	700.000	18,9	720.000	17,3
9	680.000	19,2	608.232	19,2	700.000	18,9	698.000	18,6	350.000	18,4	698.000	18,7	680.000	19,4	720.000	17,6
10	700.000	19,7	602.000	19,5	600.000	19,4	710.000	19,0	300.000	18,9	598.000	19,2	650.000	20,1	696.000	18,1
11	700.000	20,3	702.000	20,0	600.000	20,0	715.000	19,6	300.000	19,5	558.000	19,8	600.000	20,8	690.000	18,7
12	600.000	21,0	608.232	20,5	400.000	20,6	698.000	20,2	200.000	20,1	450.000	20,5	500.000	21,5	551.093	19,3
13	450.000	21,6	720.000	21,0	400.000	21,0	698.000	20,8	200.000	20,6	432.000	21,1	375.000	22,1	360.000	19,9
14	450.000	22,0	698.000	21,6	100.000	21,5	720.000	21,4	200.000	21,0	450.000	21,6	150.000	22,6	360.000	20,3
15	300.000	22,2	608.232	22,5	100.000	21,7	710.000	22,0	200.000	21,3	380.000	22,1	150.000	22,8	360.000	20,6
16	125.000	22,2	608.232	22,8	100.000	21,8	563.000	22,4	200.000	21,5	300.000	22,4	100.000	22,8	350.000	20,9
17	125.000	22,1	700.000	23,0	0	21,7	569.641	22,7	200.000	21,5	365.000	22,6	100.000	22,7	400.000	21,0
18	0	21,9	623.000	23,5	0	21,5	489.000	22,8	200.000	21,3	380.000	22,7	0	22,4	440.000	21,1
19	0	21,6	623.000	23,8	0	21,3	396.000	22,8	100.000	21,2	250.000	22,8	0	22,1	365.000	21,2
20	0	21,4	480.000	23,6	0	21,1	235.000	22,7	0	21,0	232.000	22,8	0	21,8	365.000	21,1
21	0	21,1	0	23,1	0	20,8	0	22,6	0	20,8	0	22,6	0	21,5	0	21,1
22	0	20,8	0	22,9	0	20,5	0	22,2	0	20,5	0	22,3	0	21,1	0	20,8
23	0	20,1	0	22,6	0	20,0	0	21,9	0	20,0	0	21,9	0	20,1	0	20,4
24	0	19,6	0	22,4	0	19,5	0	21,5	0	19,5	0	21,6	0	19,8	0	20,0
Ge	6.985.000 Wh		9.730.928 Wh		5.875.000 Wh		8.574.641 Wh		4.650.000 Wh		6.466.000 Wh		6.180.000 Wh		6.928.186 Wh	
	0,72				0,69				0,72				0,89			
Factor de gestión Ge promedio para meses de invierno									Ge =			0,75				

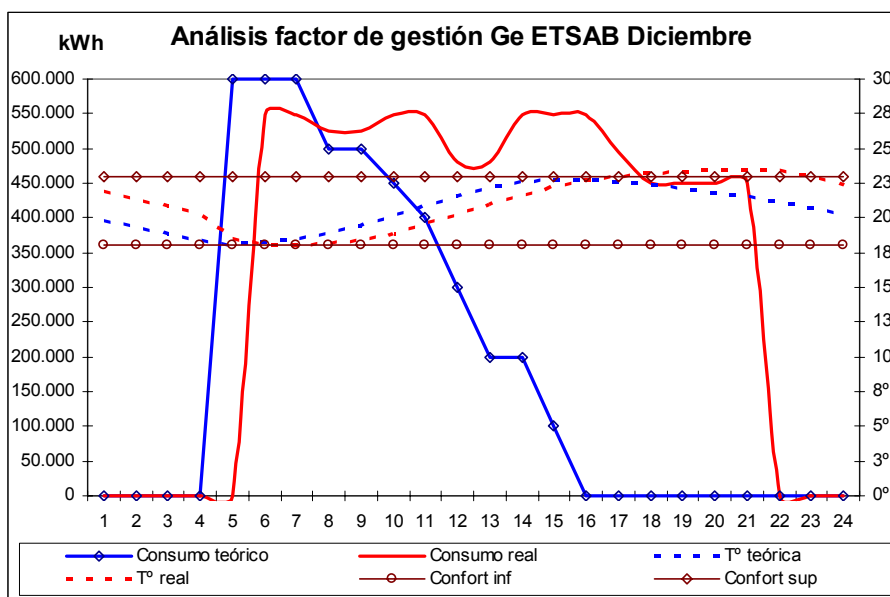
En los perfiles obtenidos para la EPSEB, se observa que en todos los meses sería posible consumir menos recursos energéticos y mantener la temperatura interior del edificio dentro de la banda de confort, o en el caso en que la variación de temperatura interior estimada esté dentro de la banda de confort, se trataría de balancearlo para que la T° de entrada y salida sea la misma.

Es significativo el potencial de ahorro que se podría obtener en el mes de febrero (31%) considerando que es uno de los meses de mayor consumo en calefacción, mientras que en diciembre sería mínima el ahorro (8,9%). Todas las curvas para los "Días tipo" analizados y el valor promedio obtenido del factor de gestión para los meses de invierno, permiten suponer en términos de energía consumida (kWh) importantes cantidades de energía "sacrificada".

Evaluación del factor de gestión *Ge*.
• Edificios autónomos – ETSAB

Perfiles obtenidos para el análisis del período de invierno:





ETSAB	ENERO				FEBRERO				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	Consumo teórico	T° teórica	Consumo real	T° real	Consumo teórico	T° teórica	Consumo real	T° real	Consumo teórico	T° teórica	Consumo real	T° real	Consumo teórico	T° teórica	Consumo real	T° real
1	0	20,0	0	19,8	0	19,5	0	20,0	0	19,5	0	20,9	0	19,8	0	21,9
2	0	19,2	0	19,4	0	19,1	0	19,6	0	19,1	0	20,5	0	19,4	0	21,4
3	0	18,8	0	19,0	0	18,7	0	19,3	0	18,7	0	20,0	0	18,9	0	20,8
4	0	18,4	0	18,6	0	18,4	0	18,9	0	18,4	0	19,6	0	18,4	0	20,3
5	600.000	18,0	0	18,5	600.000	18,0	0	18,5	600.000	18,0	0	18,5	600.000	18,0	0	18,5
6	600.000	18,2	485.000	18,1	600.000	18,2	485.000	18,1	600.000	18,1	485.000	18,1	600.000	18,3	548.292	18,0
7	500.000	18,5	485.000	18,0	600.000	18,4	485.000	18,1	400.000	18,2	466.352	18,2	600.000	18,6	548.292	18,1
8	500.000	18,8	480.000	18,0	550.000	18,6	485.000	18,1	400.000	18,2	485.000	18,2	500.000	18,9	525.000	18,1
9	450.000	19,2	460.000	18,2	480.000	18,9	485.000	18,3	300.000	18,4	480.000	18,6	500.000	19,4	525.000	18,4
10	450.000	19,7	476.000	18,6	350.000	19,4	465.000	18,7	300.000	18,9	395.036	19,2	450.000	20,1	548.292	18,9
11	350.000	20,3	466.000	19,1	350.000	20,0	465.000	19,1	300.000	19,5	380.000	19,8	400.000	20,8	548.292	19,6
12	300.000	21,0	425.000	19,6	400.000	20,6	368.000	19,7	200.000	20,1	360.000	20,5	250.000	21,5	480.000	20,3
13	250.000	21,6	463.300	20,1	400.000	21,0	368.000	20,1	150.000	20,6	360.000	21,1	225.000	22,1	480.000	20,9
14	150.000	22,0	465.000	20,6	350.000	21,5	368.000	20,6	100.000	21,0	350.000	21,8	225.000	22,6	450.000	21,6
15	100.000	22,2	450.000	21,1	350.000	21,7	375.000	21,1	100.000	21,3	150.000	22,3	100.000	22,8	450.000	22,2
16	0	22,2	385.000	21,5	200.000	21,8	385.000	21,4	0	21,5	150.000	22,6	0	22,8	450.000	22,7
17	0	22,1	336.300	21,7	0	21,7	385.000	21,6	0	21,5	150.000	22,7	0	22,7	350.000	23,0
18	0	21,9	300.000	21,7	0	21,5	350.000	21,6	0	21,3	100.000	22,7	0	22,4	250.000	23,2
19	0	21,6	300.000	21,7	0	21,3	350.000	21,7	0	21,2	100.000	22,6	0	22,1	150.000	23,3
20	0	21,4	0	21,6	0	21,1	0	21,7	0	21,0	100.000	22,5	0	21,8	100.000	23,4
21	0	21,1	0	21,3	0	20,8	0	21,4	0	20,8	0	22,4	0	21,5	0	23,4
22	0	20,8	0	21,0	0	20,5	0	21,1	0	20,4	0	22,0	0	20,8	0	23,4
23	0	20,4	0	20,6	0	20,0	0	20,8	0	19,9	0	21,6	0	20,3	0	22,9
24	0	20,0	0	20,2	0	19,5	0	20,4	0	19,5	0	20,9	0	19,8	0	22,4
Ge	4.250.000 Wh		5.976.600 Wh		5.230.000 Wh		5.819.000 Wh		3.450.000 Wh		4.511.388 Wh		4.450.000 Wh		6.403.168 Wh	
	0,71				0,90				0,76				0,69			
Factor de gestión promedio para meses de invierno									Ge		0,77					

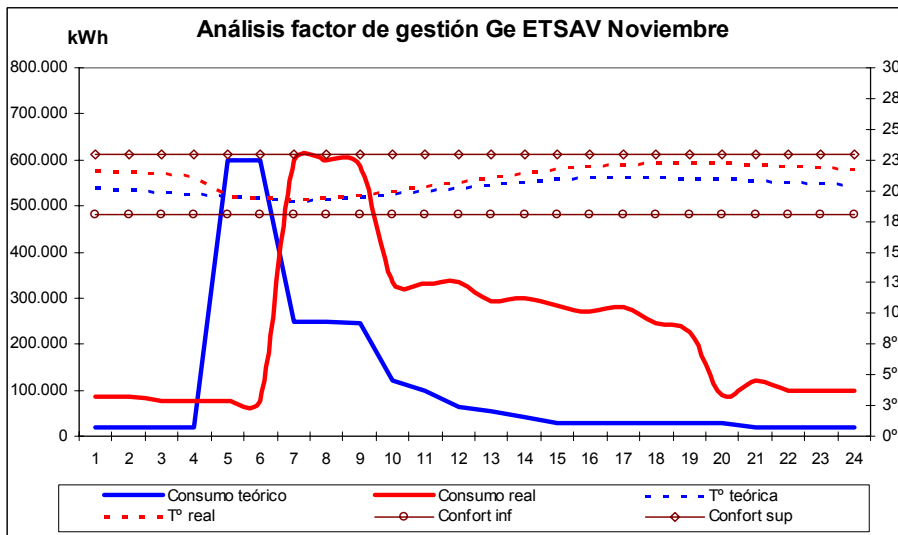
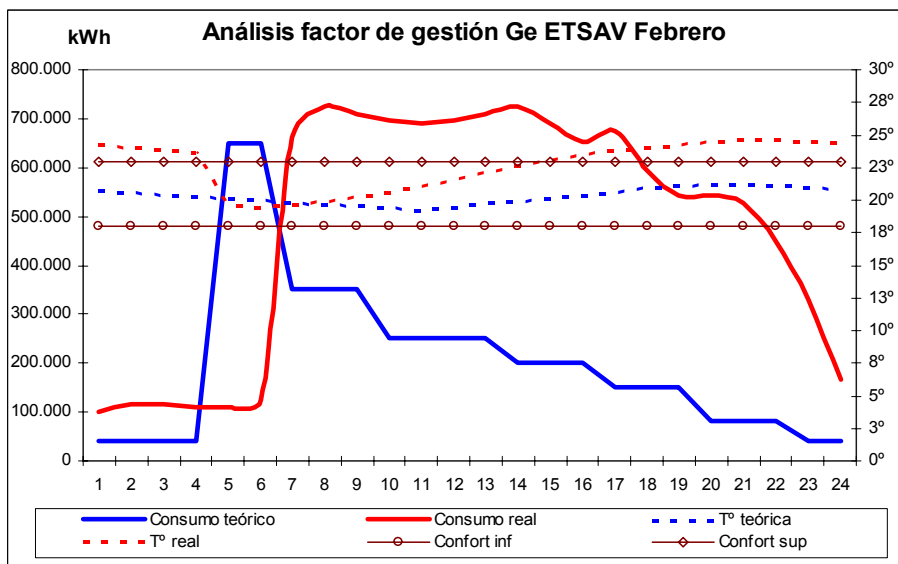
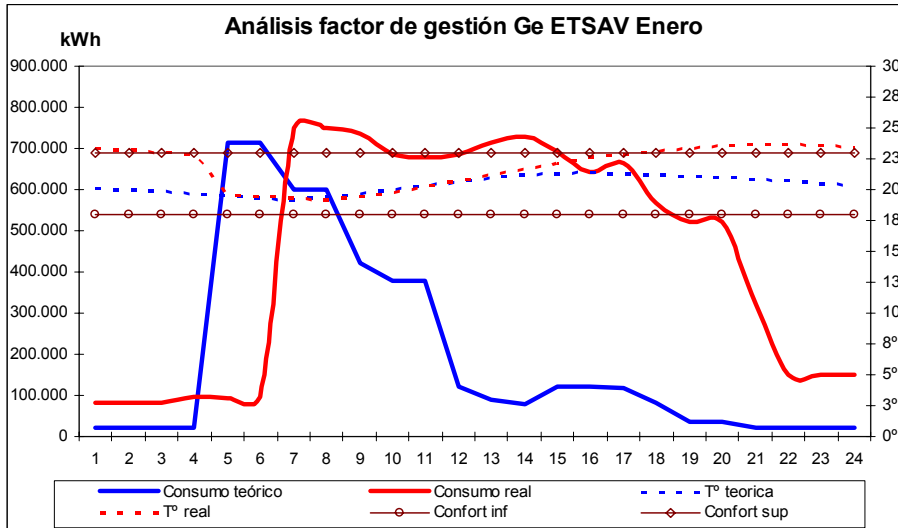
En los perfiles obtenidos para la ETSAB, al igual que en el caso de la EPSEB, se observa que en todos los meses sería posible consumir menos recursos energéticos y mantener la temperatura interior del edificio dentro de la banda de confort, o en el caso en que la variación de temperatura interior estimada esté dentro de la banda de confort, se trataría de balancearlo para que la T° de entrada y salida sea la misma.

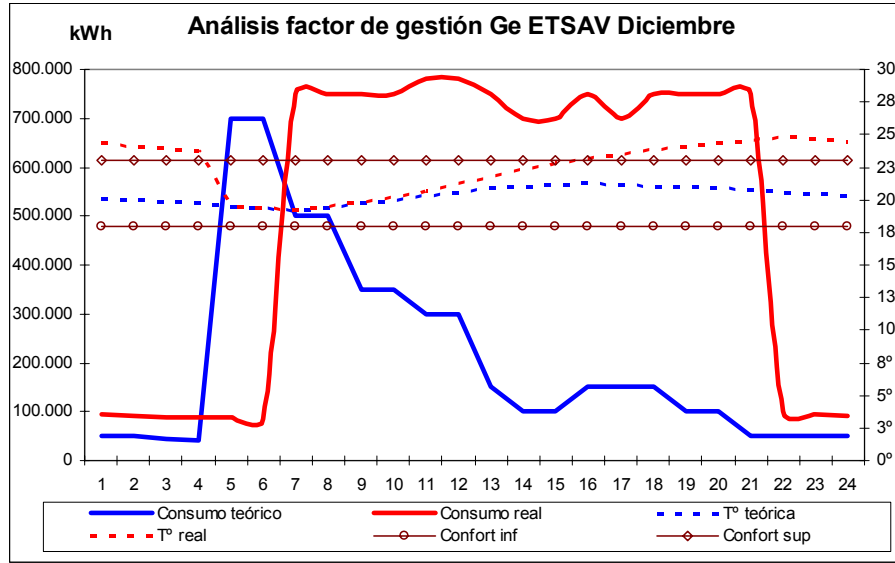
Se podrían obtener ahorros significativos en meses como: Diciembre (31%), Enero (29%), por ser meses de consumo elevado si se tiene en cuenta los valores de consumo en kWh suponen una importante cantidad de energía "sacrificada". En el mes de Febrero el potencial de ahorro es bajo de acuerdo al comportamiento de los parámetros de confort con el perfil de consumo real, pero supone que se podría ahorrar un 10% de la energía consumida para balancear el edificio en el período estudiado.

Evaluación del factor de gestión *Ge*.

• Edificios autónomos – ETSAV

Perfiles obtenidos para el análisis del período de invierno:





ETSAV	ENERO				FEBRERO				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	Consumo teórico	T° teórica	Consumo real	T° real	Consumo teórico	T° teórica	Consumo real	T° real	Consumo teórico	T° teórica	Consumo real	T° real	Consumo teórico	T° teórica	Consumo real	T° real
1	20.000	20,2	86.000	23,3	40.000	20,7	100.000	24,2	20.000	20,2	92.000	21,7	50.000	20,1	95.000	24,3
2	20.000	20,0	86.000	23,2	40.000	20,5	115.000	24,0	20.000	20,1	92.000	21,5	50.000	20,0	90.000	24,1
3	20.000	19,8	86.000	23,0	40.000	20,4	115.000	23,9	20.000	19,9	92.000	21,3	45.000	19,8	88.000	24,0
4	20.000	19,7	95.000	22,8	40.000	20,3	110.000	23,7	20.000	19,7	80.000	21,2	42.000	19,7	88.000	23,8
5	716.055	19,5	92.000	19,5	650.000	20,1	110.000	19,5	600.000	19,5	80.000	19,5	700.000	19,5	88.000	19,5
6	716.055	19,3	98.000	19,4	650.000	20,0	126.000	19,4	600.000	19,3	78.000	19,3	700.000	19,3	85.000	19,4
7	600.000	19,2	788.000	19,3	350.000	19,8	663.000	19,6	250.000	19,1	600.000	19,2	500.000	19,2	750.000	19,2
8	600.000	19,4	788.000	19,1	350.000	19,7	725.000	19,9	250.000	19,3	600.000	19,4	500.000	19,4	750.000	19,5
9	420.000	19,7	735.000	19,4	350.000	19,5	710.500	20,2	245.000	19,5	588.000	19,6	350.000	19,7	750.000	19,8
10	380.000	20,0	687.413	19,8	250.000	19,4	696.000	20,6	120.000	19,7	350.000	20,0	350.000	20,0	750.000	20,2
11	380.000	20,3	680.252	20,2	250.000	19,2	688.750	21,0	100.000	19,9	360.000	20,3	300.000	20,3	780.000	20,7
12	120.000	20,6	687.413	20,7	250.000	19,5	696.000	21,5	65.000	20,2	360.000	20,6	300.000	20,6	780.000	21,2
13	90.000	20,9	715.400	21,2	250.000	19,7	710.500	22,1	55.000	20,4	300.000	21,0	150.000	20,9	760.000	21,8
14	80.000	21,2	730.000	21,7	200.000	19,9	725.000	22,6	40.000	20,7	300.000	21,4	100.000	21,1	760.000	22,3
15	120.000	21,3	693.500	22,2	200.000	20,1	688.750	23,1	30.000	20,9	290.000	21,7	100.000	21,2	700.000	22,8
16	120.000	21,4	644.450	22,6	200.000	20,4	652.500	23,5	30.000	21,0	280.000	21,9	150.000	21,2	750.000	23,2
17	116.250	21,3	665.931	22,9	150.000	20,6	600.000	23,8	30.000	21,0	279.000	22,1	150.000	21,2	730.000	23,5
18	82.000	21,2	568.260	23,1	150.000	20,9	600.000	24,0	30.000	21,0	285.000	22,2	150.000	21,1	750.000	23,8
19	37.500	21,1	559.000	23,4	150.000	21,1	543.750	24,2	30.000	20,9	240.000	22,2	100.000	21,0	760.000	24,1
20	37.500	21,0	546.000	23,6	80.000	21,1	543.750	24,4	30.000	20,9	90.000	22,2	100.000	20,9	760.000	24,4
21	20.000	20,8	320.000	23,7	80.000	21,2	526.000	24,5	20.000	20,8	130.000	22,1	50.000	20,7	750.000	24,6
22	20.000	20,7	160.000	23,7	80.000	21,0	450.000	24,5	20.000	20,7	110.000	22,0	50.000	20,6	130.000	24,8
23	20.000	20,5	160.000	23,6	40.000	20,9	330.000	24,5	20.000	20,5	110.000	21,9	50.000	20,4	95.000	24,7
24	20.000	20,3	160.000	23,5	40.000	20,0	166.000	24,4	20.000	20,0	110.000	21,8	50.000	20,4	90.000	24,5
Ge	4.775.360 Wh				4.880.000 Wh				2.665.000 Wh				5.087.000 Wh			
	0,44				0,43				0,45				0,42			
Factor de gestión promedio para meses de invierno									Ge			0,44				

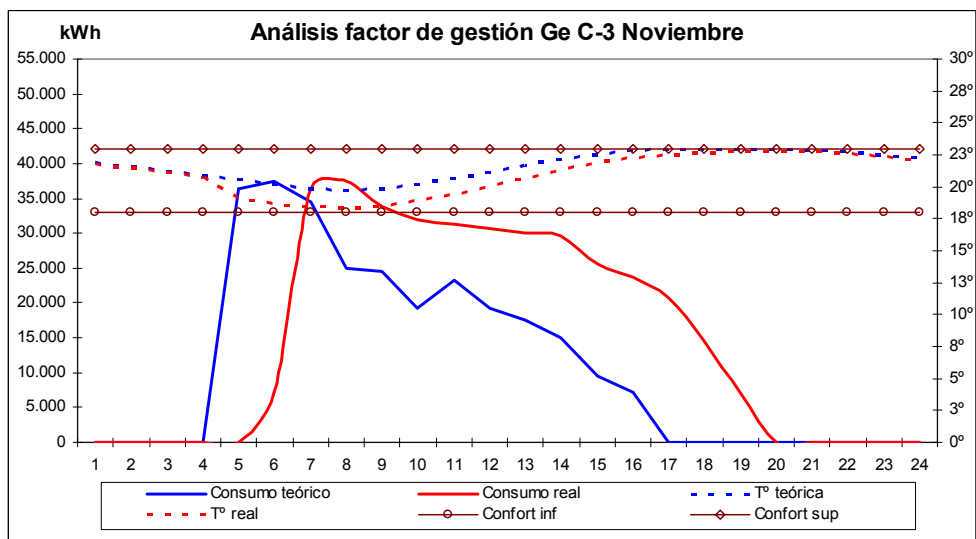
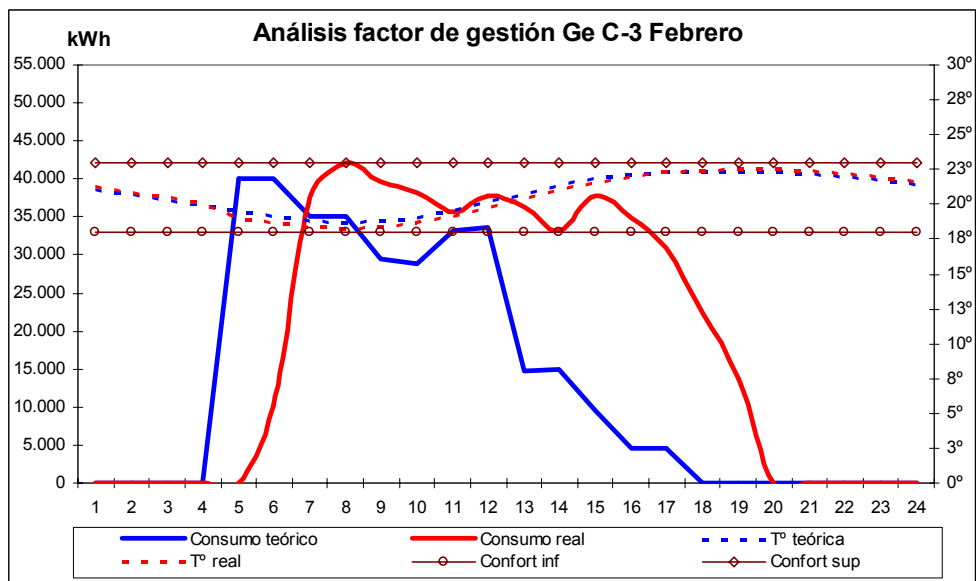
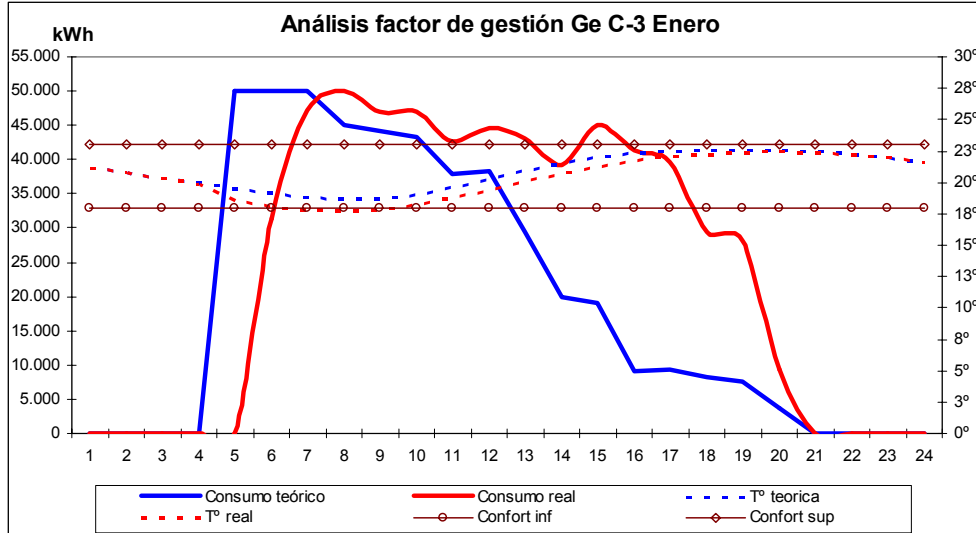
En los perfiles obtenidos para la ETSAV, se observa una marcada incidencia del factor de gestión, no solo en la cantidad de recursos energéticos desperdiciados, sino en el perfil de la temperatura interior con valores en muchos casos fuera de la banda de confort o completamente descompensados respecto al balance energético.

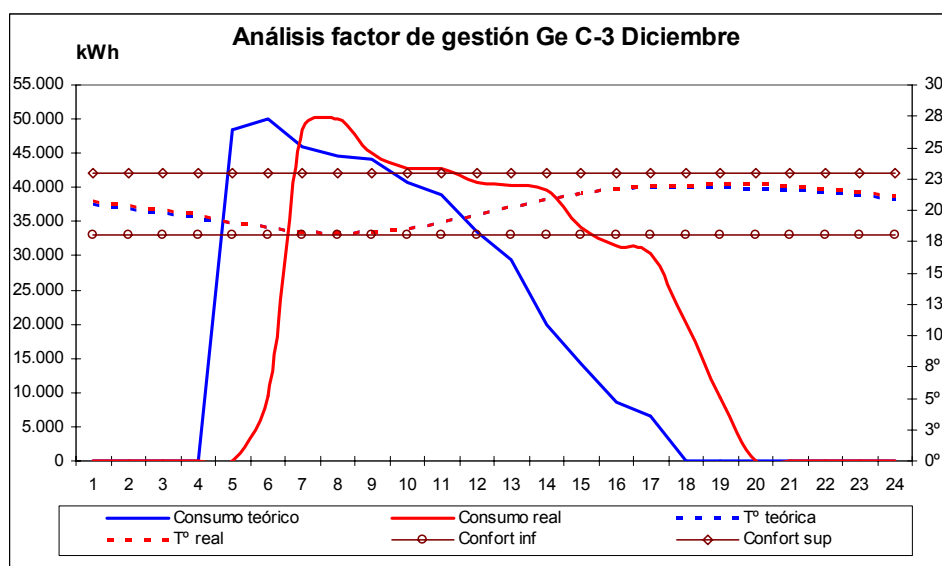
Los valores del factor de uso y gestión en todos los casos se sitúa en torno al 40%, lo que supone "despilfarrar" cerca de un 60% de los recursos que se emplean. Es importante observar el comportamiento de la temperatura interior en esos períodos donde se advierte un edificio descompensado que consume energía en las cantidades que no se requieren y totalmente ajeno a las condiciones de confort interior.

Evaluación del factor de gestión *Ge*.

• Edificios en campus – Módulo C-3 Campus Nord.

Perfiles obtenidos para el análisis del período de invierno:



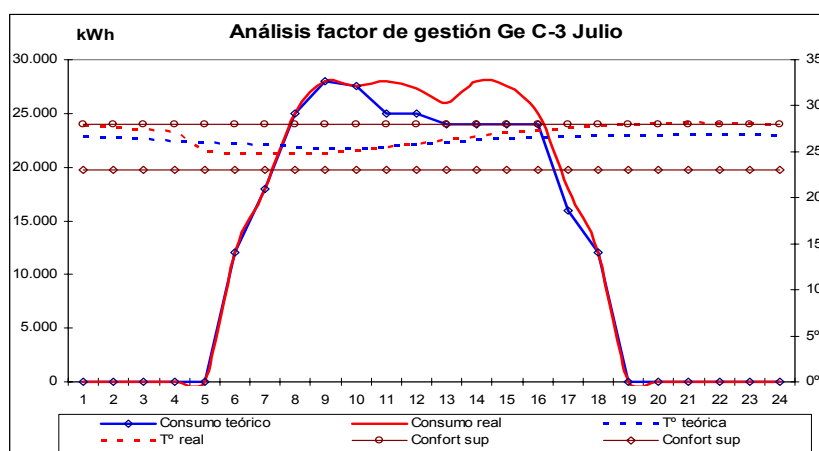
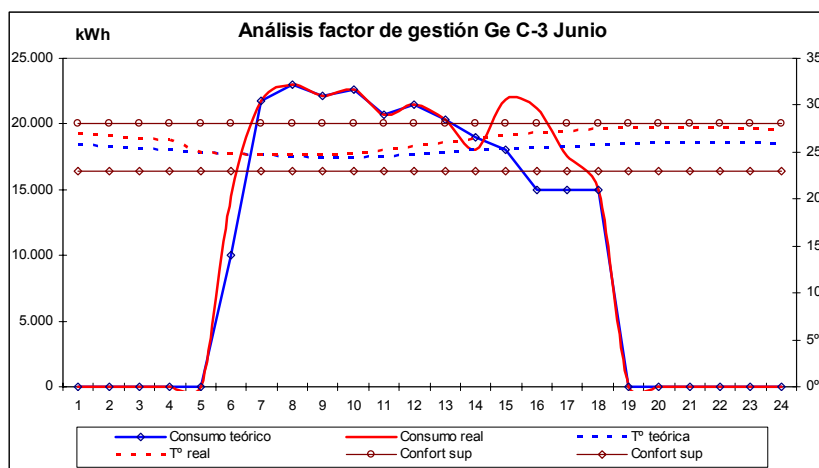


C-3	ENERO				FEBRERO				NOVIEMBRE				DICIEMBRE																			
	Consumo teórico	T° teórica	Consumo real	T° real	Consumo teórico	T° teórica	Consumo real	T° real	Consumo teórico	T° teórica	Consumo real	T° real	Consumo teórico	T° teórica	Consumo real	T° real																
1	0	21,2	0	21,2	0	21,0	0	21,3	0	21,9	0	21,8	0	20,5	0	20,8																
2	0	20,8	0	20,7	0	20,7	0	20,9	0	21,6	0	21,4	0	20,2	0	20,4																
3	0	20,3	0	20,3	0	20,3	0	20,5	0	21,2	0	21,1	0	19,8	0	20,0																
4	0	19,9	0	19,9	0	19,9	0	20,1	0	20,9	0	20,7	0	19,4	0	19,6																
5	50.000	19,5	0	18,5	40.000	19,5	0	19,0	36.375	20,5	0	19,0	48.500	19,0	0	19,0																
6	50.000	19,1	31.487	18,1	40.000	19,1	10.133	18,6	37.500	20,1	7.125	18,7	50.000	18,6	9.500	18,6																
7	50.000	18,8	47.117	17,9	35.000	18,8	37.578	18,3	34.500	19,9	36.375	18,4	46.000	18,3	48.500	18,3																
8	45.000	18,7	50.000	17,8	35.000	18,6	42.222	18,2	25.000	19,7	37.500	18,3	44.500	18,2	50.000	18,2																
9	44.100	18,7	47.040	17,8	29.400	18,8	39.723	18,3	24.500	19,9	33.810	18,5	44.100	18,2	45.080	18,2																
10	43.200	19,1	47.040	18,2	28.800	19,1	38.101	18,6	19.200	20,2	32.040	18,9	40.800	18,6	42.720	18,6																
11	38.000	19,6	42.750	18,8	33.250	19,6	35.699	19,2	23.250	20,6	31.388	19,4	38.950	19,1	42.750	19,1																
12	38.400	20,2	44.640	19,4	33.600	20,1	37.696	19,7	19.200	21,1	30.600	20,1	33.600	19,7	40.800	19,7																
13	29.400	20,9	43.120	20,1	14.700	20,8	36.412	20,4	17.640	21,7	30.135	20,7	29.400	20,3	40.180	20,3																
14	20.000	21,5	39.226	20,7	15.000	21,3	33.124	21,0	15.000	22,1	29.625	21,3	20.000	20,9	39.500	20,9																
15	19.000	21,9	45.125	21,3	9.500	21,8	37.704	21,5	9.500	22,5	25.650	21,9	14.250	21,3	34.200	21,4																
16	9.000	22,3	41.400	21,7	4.500	22,1	34.960	22,0	7.200	22,8	23.625	22,3	8.550	21,7	31.500	21,7																
17	9.300	22,5	39.525	22,0	4.650	22,3	31.021	22,3	0	22,9	20.719	22,5	6.510	21,8	30.225	21,9																
18	8.200	22,5	29.520	22,2	0	22,3	22.504	22,4	0	23,0	14.700	22,7	0	21,9	20.090	22,0																
19	7.500	22,6	28.125	22,3	0	22,3	13.617	22,5	0	23,0	7.031	22,8	0	21,8	9.375	22,1																
20	3.750	22,5	9.375	22,4	0	22,3	0	22,5	0	22,9	0	22,8	0	21,8	0	22,0																
21	0	22,4	0	22,4	0	22,2	0	22,4	0	22,9	0	22,7	0	21,7	0	21,9																
22	0	22,2	0	22,2	0	22,0	0	22,2	0	22,8	0	22,6	0	21,5	0	21,7																
23	0	22,0	0	22,0	0	21,7	0	22,0	0	22,5	0	22,4	0	21,2	0	21,5																
24	0	21,2	0	21,6	0	21,0	0	21,6	0	21,9	0	22,1	0	20,5	0	21,1																
Ge	464.850 Wh				585.490 Wh				323.400 Wh				450.495 Wh				288.865 Wh				360.323 Wh				425.160 Wh				484.420 Wh			
	0,79								0,72								0,75								0,88							
Factor de gestión Ge promedio para meses de invierno												Ge =				0,78																

Para el análisis en período de invierno, se observan valores de *Ge* bajos, si se considera que es un edificio con una infraestructura adecuada, y con una gestión y mantenimiento más cuidadoso que otros de los edificios analizados.

Estos valores posiblemente reflejan las dificultades del diseño del sistema (zonificación), y especialmente por el nivel de control y regulación, para adaptarse a la variabilidad y dispersión del uso respecto a lo teóricamente previsto. (Ver explicación detallada de las características del sistema **anexo 3**.)

Perfiles obtenidos para el análisis del período de verano:



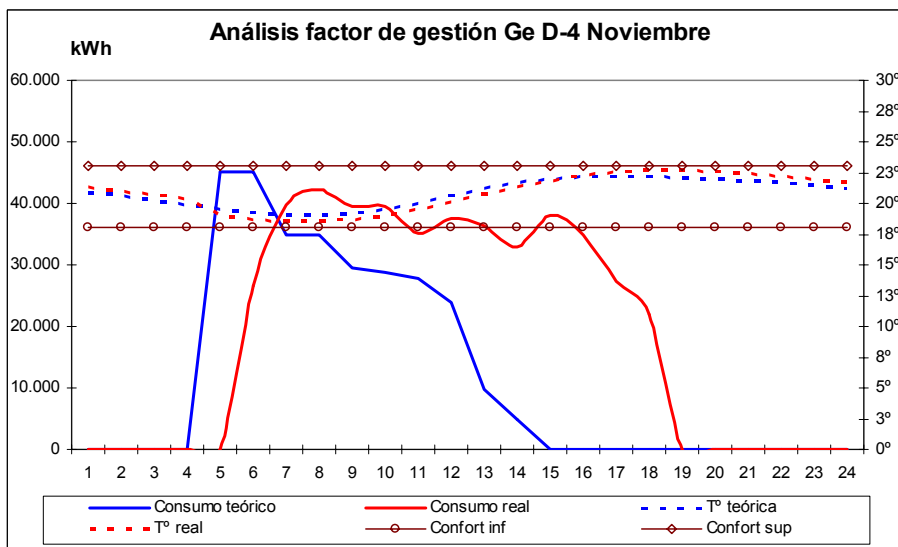
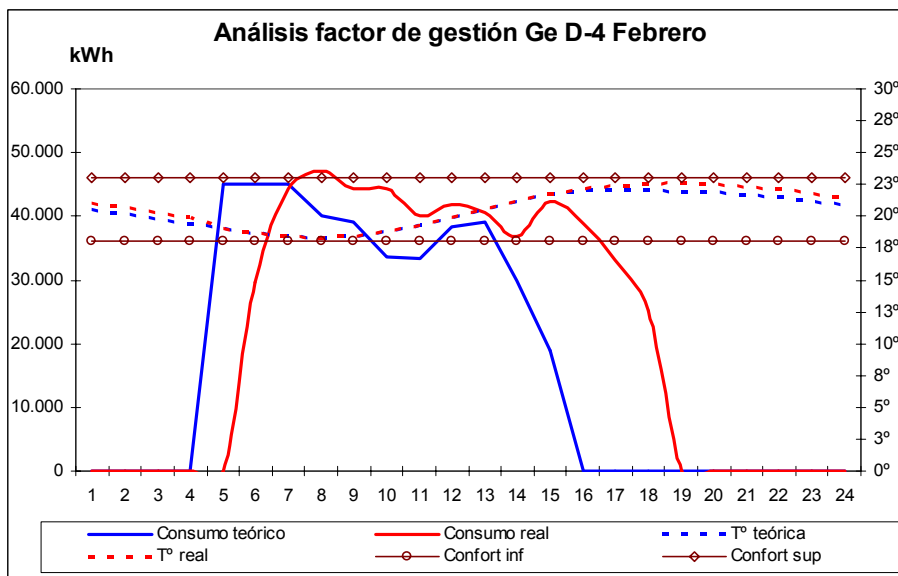
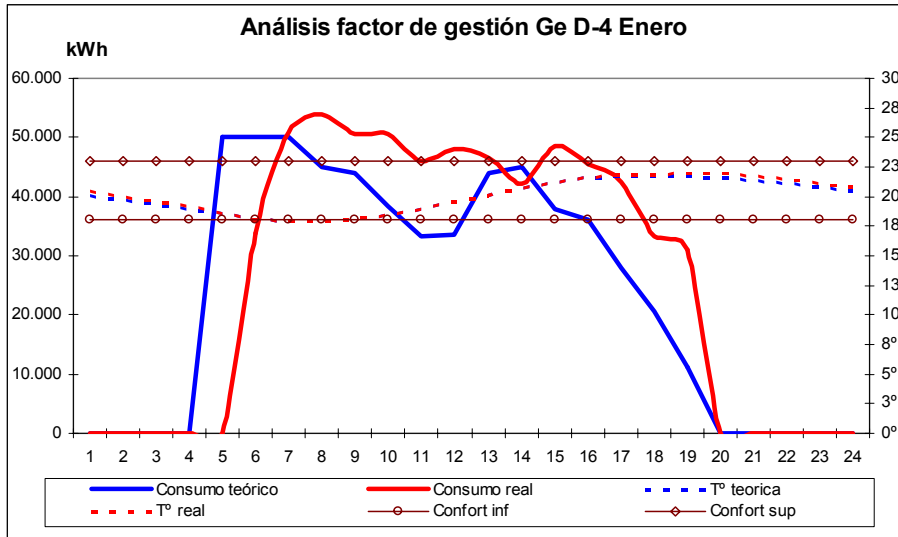
En situación de verano el potencial de ahorro en promedio es cercano al 6% lo que supondría una gestión óptima de los recursos que se emplean, con un potencial de mejora que pasaría por optimizar los sistemas de control y regulación ya mencionados.

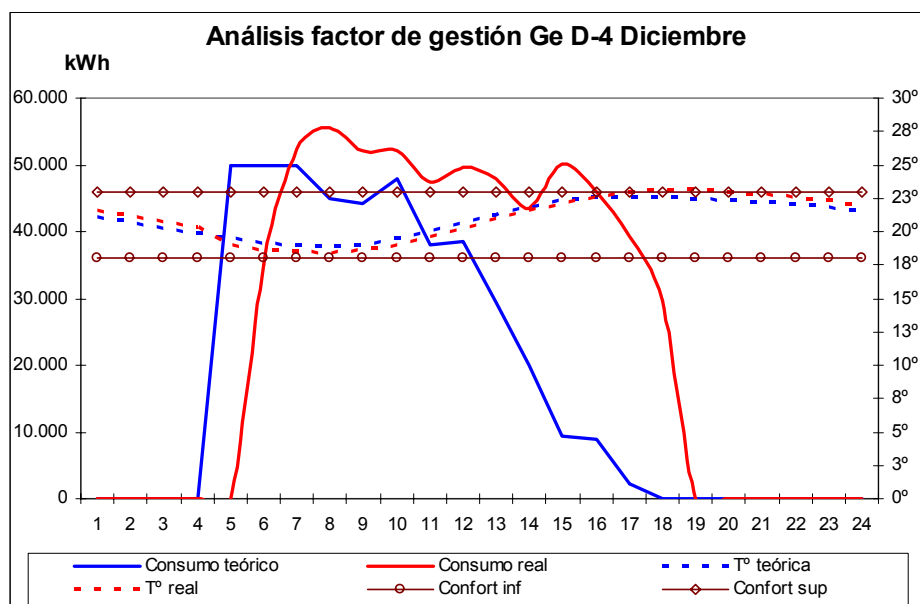
JULIO				JULIO			
Consumo teórico	T° teórica	Consumo real	T° real	Consumo teórico	T° teórica	Consumo real	T° real
0	25,8	0	27,0	0	26,7	0	27,8
0	25,6	0	26,8	0	26,5	0	27,6
0	25,4	0	26,5	0	26,4	0	27,4
0	25,2	0	26,3	0	26,2	0	27,2
0	25,0	0	25,0	0	26,0	0	25,0
10.000	24,9	14.511	24,9	12.000	25,9	12.000	24,9
21.715	24,7	21.715	24,7	18.000	25,8	18.000	24,8
23.043	24,6	23.043	24,7	25.000	25,6	25.000	24,8
22.122	24,4	22.122	24,7	28.000	25,4	28.000	24,9
22.583	24,4	22.583	24,9	27.500	25,4	27.500	25,1
20.739	24,5	20.739	25,2	25.000	25,5	28.000	25,4
21.430	24,8	21.430	25,6	25.000	25,8	27.350	25,9
20.278	25,0	20.278	26,0	24.000	26,0	26.000	26,3
19.000	25,2	18.078	26,4	24.000	26,2	28.000	26,7
18.000	25,4	21.891	26,8	24.000	26,4	27.500	27,0
15.000	25,6	21.200	27,1	24.000	26,5	25.000	27,3
15.000	25,6	17.513	27,3	16.000	26,6	18.000	27,6
15.000	25,8	14.978	27,5	12.000	26,7	12.000	27,9
0	25,9	0	27,6	0	26,8	0	28,0
0	26,0	0	27,7	0	26,9	0	28,1
0	26,1	0	27,7	0	26,9	0	28,2
0	26,1	0	27,7	0	26,9	0	28,2
0	26,0	0	27,6	0	26,9	0	28,1
0	25,8	0	27,4	0	26,7	0	28,0
243.910 kWh		260.083 kWh		284.500 kWh		302.350 kWh	
0,94				0,94			
Factor de gestión promedio para meses de verano						Ge =	0,94

Evaluación del factor de gestión *Ge*.

• Edificios en campus - Módulo D-4 Campus Nord

Perfiles obtenidos para el análisis del período de invierno:





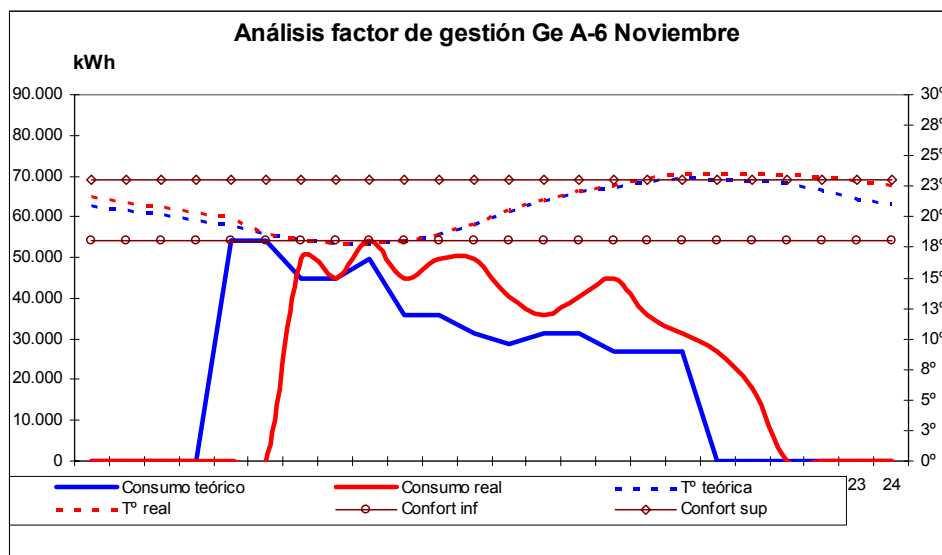
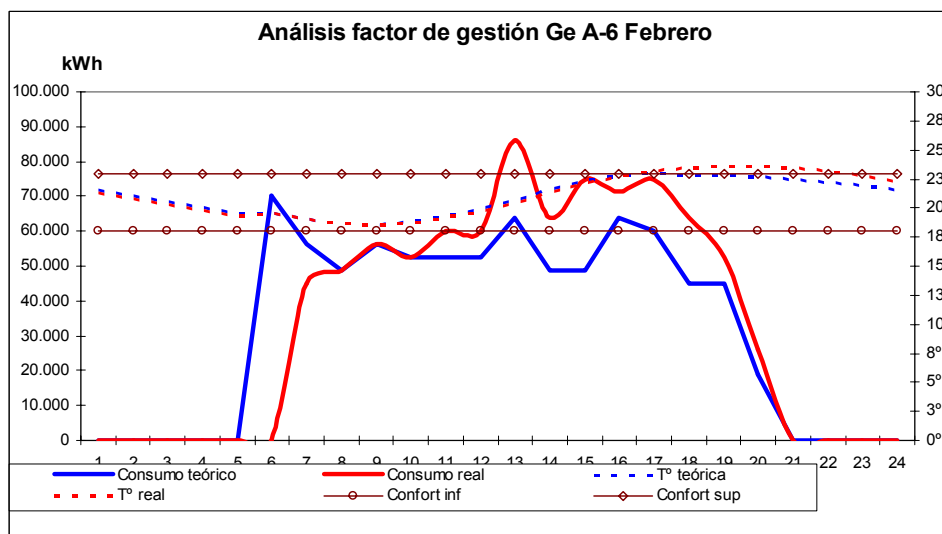
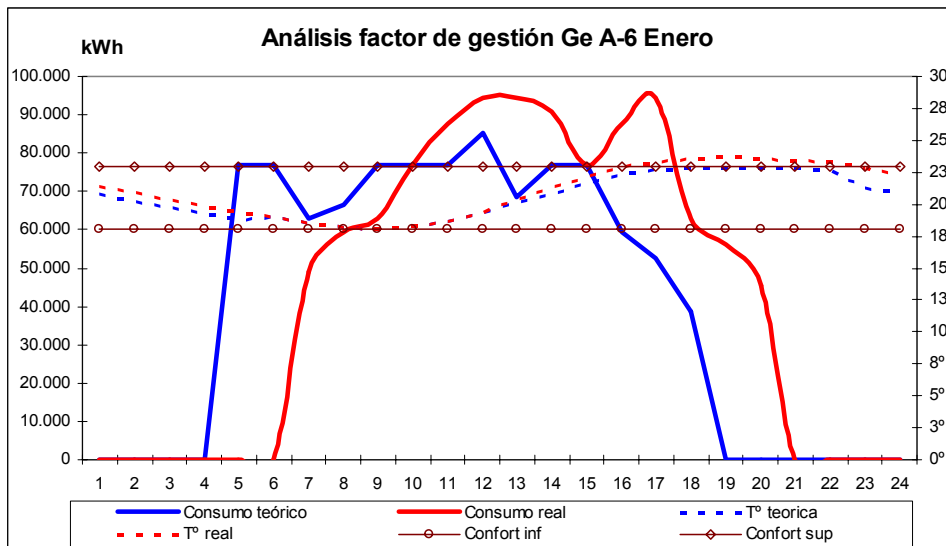
D-4	ENERO				FEBRERO				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	Consumo teórico	T° teórica	Consumo real	T° real	Consumo teórico	T° teórica	Consumo real	T° real	Consumo teórico	T° teórica	Consumo real	T° real	Consumo teórico	T° teórica	Consumo real	T° real
1	0	20,1	0	20,4	0	20,5	0	21,1	0	20,9	0	21,4	0	21,1	0	21,6
2	0	19,7	0	20,0	0	20,1	0	20,7	0	20,6	0	21,0	0	20,7	0	21,6
3	0	19,3	0	19,6	0	19,8	0	20,3	0	20,2	0	20,7	0	20,3	0	21,2
4	0	18,9	0	19,2	0	19,4	0	19,9	0	19,9	0	20,3	0	19,9	0	20,8
5	50.000	18,5	0	18,5	45.000	19,0	0	19,0	45.000	19,5	0	19,0	50.000	19,5	0	20,4
6	50.000	18,1	33.909	18,1	45.000	18,6	29.587	18,6	45.000	19,2	26.511	18,7	50.000	19,1	34.942	19,0
7	50.000	17,9	50.741	17,9	45.000	18,4	44.273	18,4	35.000	19,1	39.671	18,5	50.000	19,0	52.286	18,6
8	45.000	17,9	53.846	17,9	40.000	18,4	46.982	18,4	35.000	19,0	42.098	18,5	45.000	18,9	55.486	18,5
9	44.100	18,0	50.658	18,0	39.200	18,4	44.201	18,4	29.400	19,1	39.606	18,6	44.100	19,1	52.201	18,4
10	38.400	18,4	50.658	18,4	33.600	18,7	44.201	18,7	28.800	19,5	39.606	19,0	48.000	19,5	52.201	18,6
11	33.250	18,9	46.038	18,9	33.250	19,3	40.170	19,3	37.000	20,0	35.236	19,6	38.000	20,1	47.440	19,0
12	33.600	19,5	48.074	19,5	38.400	19,9	41.946	19,9	24.000	20,6	37.585	20,2	38.400	20,7	49.538	19,6
13	44.100	20,1	46.437	20,1	39.200	20,6	40.517	20,6	9.800	21,2	36.305	20,8	29.400	21,3	47.851	20,3
14	45.000	20,7	42.243	20,7	30.000	21,2	36.858	21,2	5.000	21,7	33.027	21,4	20.000	21,9	43.530	21,0
15	38.000	21,2	48.596	21,2	19.000	21,7	42.401	21,7	0	22,0	37.994	21,9	9.500	22,3	50.076	21,6
16	36.000	21,6	45.575	21,6	0	22,0	38.901	22,2	0	22,2	34.857	22,3	9.000	22,6	45.942	22,2
17	27.900	21,7	42.565	21,8	0	22,1	33.207	22,4	0	22,2	27.195	22,5	2.325	22,6	39.217	22,6
18	20.500	21,8	33.342	21,9	0	22,0	25.041	22,5	0	22,2	21.891	22,6	0	22,6	29.574	22,9
19	11.250	21,8	31.096	22,0	0	22,0	0	22,6	0	22,1	0	22,7	0	22,5	0	23,1
20	0	21,6	0	22,0	0	21,9	0	22,5	0	22,0	0	22,6	0	22,4	0	23,0
21	0	21,4	0	21,8	0	21,7	0	22,3	0	21,9	0	22,4	0	22,2	0	23,0
22	0	21,2	0	21,5	0	21,5	0	22,1	0	21,7	0	22,2	0	22,1	0	22,8
23	0	20,8	0	21,2	0	21,2	0	21,8	0	21,5	0	22,0	0	21,8	0	22,6
24	0	20,1	0	20,8	0	20,5	0	21,4	0	20,9	0	21,7	0	21,1	0	22,3
Ge	567.100 Wh		623.781 Wh		407.650 Wh		508.284 Wh		294.000 Wh		451.582 Wh		433.725 Wh		600.285 Wh	
	0,91				0,80				0,65				0,72			
Factor de gestión promedio para meses de invierno									Ge			0,77				

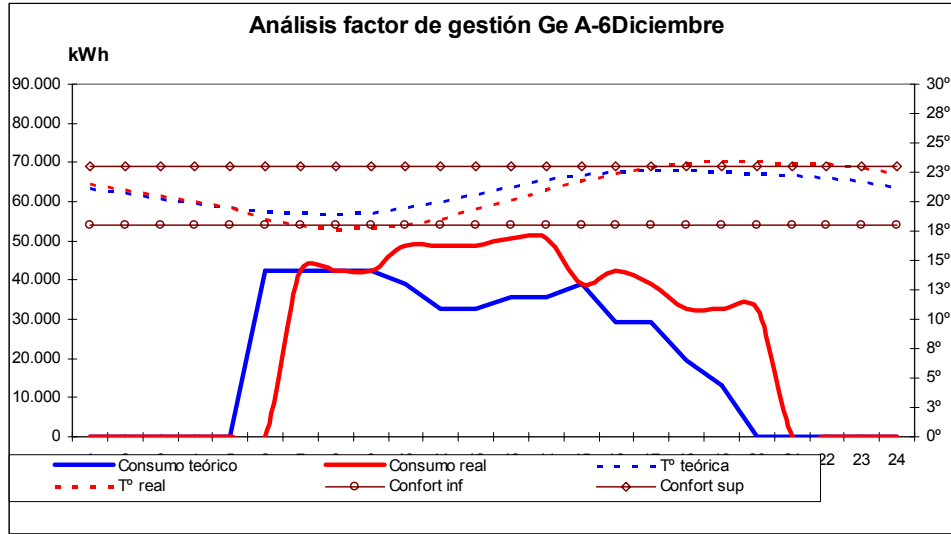
Los perfiles obtenidos para el módulo D-4, reflejan un “despilfarro” energético que en promedio es del 23%, con valores a destacar como el 35% del mes de noviembre aunque es uno de los meses de menor consumo en el período, y de un 28% en el mes de diciembre que sí supone uno de los de mayor consumo energético. Estos valores pueden reflejar los problemas de la infraestructura y el diseño del sistema para atender períodos de demanda reducida, con poca capacidad de respuesta rápida a necesidades puntuales.

Evaluación del factor de gestión *Ge*.

- Edificios en campus - Módulo A-6 Campus Nord

Perfiles obtenidos para el análisis del período de invierno:





A-6	ENERO				FEBRERO				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	Consumo teórico	T° teórica	Consumo real	T° real	Consumo teórico	T° teórica	Consumo real	T° real	Consumo teórico	T° teórica	Consumo real	T° real	Consumo teórico	T° teórica	Consumo real	T° real
1	0	20,7	0	21,4	0	21,6	0	21,4	0	21,0	0	21,6	0	21,1	0	21,5
2	0	20,2	0	20,9	0	21,1	0	20,8	0	20,5	0	21,2	0	20,7	0	21,5
3	0	19,8	0	20,3	0	20,6	0	20,3	0	20,1	0	20,8	0	20,3	0	21,0
4	0	19,3	0	19,8	0	20,0	0	19,8	0	19,7	0	20,3	0	19,9	0	20,5
5	77.000	18,8	49.000	19,3	0	19,5	0	19,3	54.000	19,3	0	19,9	0	19,5	0	20,0
6	77.000	19,0	59.500	19,0	70.000	19,5	0	19,5	54.000	18,5	0	18,5	42.250	19,1	0	19,5
7	63.000	18,6	63.000	18,6	56.250	19,0	45.000	19,0	45.000	18,1	49.500	18,1	42.250	19,0	42.250	18,5
8	66.500	18,1	77.000	18,1	48.750	18,6	48.750	18,6	45.000	17,8	45.000	17,8	42.250	18,9	42.250	18,1
9	77.000	18,1	87.500	18,1	56.250	18,5	56.250	18,5	49.500	17,8	54.000	17,8	42.250	19,1	42.250	17,7
10	77.000	18,2	94.500	18,2	52.500	18,7	52.500	18,7	36.000	18,0	45.000	18,0	39.000	19,5	48.750	17,7
11	77.000	18,7	94.500	18,7	52.500	19,2	60.000	19,1	37.000	18,5	49.500	18,6	32.500	20,1	48.750	18,0
12	85.400	19,3	91.000	19,4	52.500	19,9	60.000	19,7	31.500	19,4	49.500	19,4	32.500	20,7	48.750	18,6
13	68.600	20,1	77.000	20,3	63.750	20,7	86.250	20,4	28.800	20,4	40.500	20,5	35.750	21,3	50.700	19,4
14	77.000	20,8	87.500	21,2	48.750	21,6	63.750	21,3	31.500	21,3	36.000	21,5	35.750	21,9	50.700	20,2
15	77.000	21,6	94.500	22,2	48.750	22,4	75.000	22,2	31.500	22,0	40.500	22,2	39.000	22,3	39.000	21,0
16	59.500	22,4	63.000	23,0	63.750	22,8	71.250	22,7	27.000	22,4	45.000	22,6	29.250	22,6	42.250	21,7
17	52.500	22,7	56.000	23,3	60.000	23,0	75.000	23,2	27.000	22,9	36.000	23,1	29.250	22,6	39.000	22,3
18	38.500	22,9	45.500	23,5	45.000	22,9	63.750	23,5	27.000	23,1	31.500	23,5	19.500	22,6	32.500	22,9
19	0	22,8	0	23,6	45.000	22,8	52.500	23,5	0	23,1	27.000	23,6	13.000	22,5	32.500	23,2
20	0	22,9	0	23,5	18.750	22,6	26.250	23,5	0	23,0	18.000	23,6	0	22,4	32.500	23,3
21	0	22,8	0	23,5	0	22,4	0	23,5	0	22,7	0	23,4	0	22,2	0	23,3
22	0	22,6	0	23,0	0	22,1	0	23,2	0	22,1	0	23,2	0	22,1	0	23,3
23	0	21,2	0	22,4	0	22,0	0	22,8	0	21,5	0	22,9	0	21,8	0	23,2
24	0	20,7	0	21,4	0	21,6	0	22,4	0	21,0	0	22,5	0	21,1	0	22,8
Ge	973.000 Wh		1.039.500 Wh		782.500 Wh		836.250 Wh		524.800 Wh		567.000 Wh		474.500 Wh		592.150 Wh	
	0,94				0,94				0,93				0,80			
Factor de gestión Ge promedio para meses de invierno									Ge =			0,90				

Los perfiles obtenidos para el aula A-6 reflejan un potencial relativamente bajo de ahorro asociado al diferencial de uso y gestión de los recursos que consume el edificio, considerando el perfil de uso intermitente, que carga y descarga de usuarios al edificio durante el día (aportes internos) y la baja "flexibilidad" de los sistemas e instalaciones para adaptarse a esta variabilidad.

Las medidas que permitirían aprovechar al máximo este potencial de ahorro pasarían por inversiones en el sistema para zonificarlo mejor y dotarlo de los elementos de control y regulación adecuados, que permitan un seguimiento permanente de las condiciones de confort interior individualmente (por aula), con una capacidad de respuesta mucho más rápida del sistema.