



UNIVERSIDAD DE JAÉN  
*Centro de Estudios de Postgrado*

## Trabajo Fin de Máster

# CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE UN EDIFICIO TERCIARIO Y PROPUESTA DE MEJORA CON INSTALACIÓN INMÓTICA

**Alumno: Bonache Gómez, Miguel Ángel**

Tutor: Prof. D. Alfonso Rodríguez Quesada  
Dpto: Ingeniería Mecánica y Minera

**Diciembre, 2016**

Trabajo Fin de Máster

**CALIFICACIÓN ENERGÉTICA  
DE UN EDIFICIO TERCIARIO Y  
PROPUESTA DE MEJORA  
CON INSTALACIÓN INMÓTICA**

Alumno

Tutor

**Miguel Ángel Bonache Gómez**

**Prof. D. Alfonso Rodríguez Quesada**

***Dedicatorias***

*A Carolina, por su paciencia y comprensión,  
y por el ánimo y el entusiasmo que me  
transmite cada día.*

*A mi familia y amigos.*

***Agradecimiento***  
*A Alfonso Rodríguez Quesada, director de  
este Trabajo, por sus orientaciones y  
sugerencias aportadas.*

## **RESUMEN**

Mediante el presente Trabajo Fin de Máster se pretende realizar la calificación energética de un edificio terciario, concretamente un hotel.

En primer lugar se indica el marco normativo en el cual nos hemos basado y se realiza una descripción del edificio y de sus instalaciones.

A continuación se obtiene la limitación de la demanda energética del edificio mediante la herramienta unificada HULC.

Seguidamente se obtiene la calificación energética del edificio mediante el programa oficial Calener GT y se presenta una metodología de mejora, creada por CEDOM, mediante la implantación de un sistema de control inmótico, ya que los programas actuales de calificación energética oficiales no permiten incorporar dichos sistemas.

Finalmente se estudiará la viabilidad económica de la mejora propuesta.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1. Motivación.....	6
1.2. Objetivos.....	6
1.3. Normativa.....	6
2. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....	6
2.1. Características generales.....	6
2.2. Descripción de las instalaciones.....	8
2.2.1. Producción de ACS.....	8
2.2.2. Instalación de climatización.....	8
2.2.3. Instalación de ventilación.....	10
2.2.4. Instalación de iluminación.....	13
2.2.5. Instalación solar fotovoltaica.....	14
3. LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.....	14
3.1. Datos del edificio.....	14
3.2. Zonificación.....	14
3.3. Definición de cerramientos y huecos exteriores.....	21
3.4. Definición de los espacios.....	21
3.5. Resultados obtenidos.....	27
4. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA.....	28
4.1. Componentes y Geometría.....	28
4.2. Subsistemas primarios.....	31
4.3. Subsistemas secundarios.....	32
4.4. Resultados obtenidos.....	36
5. MEJORA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA.....	38
5.1. Introducción.....	38
5.2. Descripción del procedimiento.....	39
5.3. Aplicación del procedimiento a nuestro edificio.....	39
5.3.1. Calificación energética del edificio.....	39
5.3.2. Determinación de la clasificación energética del sistema de control.....	39
5.3.3. Determinación de los factores de eficiencia.....	41

---

5.3.4. Aplicación de los factores de eficiencia.....	45
6. ESTUDIO Y VIABILIDAD ECONÓMICA.....	46
7. TRABAJOS FUTUROS.....	49
8. CONCLUSIONES.....	49
9. LISTA DE REFERENCIAS.....	49

## ANEXOS

ANEXO 1. COMPOSICIÓN DE LOS CERRAMIENTOS

ANEXO 2. HORARIOS ANUALES

ANEXO 3. TABLAS DE LA NORMA UNE-EN 15232

ANEXO 4. INFORME DE CALENER GT

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Ubicación del municipio.....	7
Figura 2.2. Ubicación y orientación del hotel en el municipio.....	7
Figura 3.1. Zonificación planta baja.....	15
Figura 3.2. Zonificación planta primera.....	16
Figura 3.3. Zonificación planta segunda.....	18
Figura 3.4. Zonificación planta cubierta.....	19
Figura 3.5. Aspecto del hotel introducido en HULC.....	20
Figura 3.6. Sombras de edificios cercanos.....	20
Figura 3.7. Resultado demanda energética.....	27
Figura 4.1. Definición de subsistemas primarios.....	31
Figura 4.2. Definición de subsistemas secundarios (Fan coils).....	33
Figura 4.3. Definición de subsistemas secundarios (Climatizadora de aire primario).....	33
Figura 4.4. Resultado calificación energética.....	36
Figura 4.5. Calificación detallada en emisiones de CO <sub>2</sub> ..	37
Figura 4.6. Calificación detallada en energía primaria.....	37
Figura 5.1. Clasificación energética del Sistema de Automatización y Control .....	38



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Características de la unidad exterior de la bomba de calor.....	8
Tabla 2.2. Características de los Fan coils.....	9
Tabla 2.3. Fan coils utilizados en cada espacio.....	10
Tabla 2.4. Caudales de aire de renovación de la UTA 1.....	11
Tabla 2.5. Caudales de aire de renovación de la UTA 2.....	11
Tabla 2.6. Caudales de aire de renovación de la UTA 3.....	11
Tabla 2.7. Caudales de aire de renovación de la UTA 4.....	12
Tabla 2.8. Caudales de aire de renovación de la UTA 5.....	12
Tabla 2.9. Caudales de aire de renovación de la UTA 6.....	12
Tabla 2.10. Caudales de aire de renovación de la UTA 7.....	12
Tabla 2.11. Iluminación de los espacios.....	13
Tabla 3.1. Nombres utilizados en HULC (planta baja).....	15
Tabla 3.2. Nombres utilizados en HULC (planta primera).....	17
Tabla 3.3. Nombres utilizados en HULC (planta segunda).....	19
Tabla 3.4. Nombres utilizados en HULC (planta cubierta).....	19
Tabla 3.5. Cerramientos utilizados.....	21
Tabla 3.6. Cargas internas debidas a la ocupación.....	22
Tabla 3.7. Cargas internas debidas a la iluminación.....	23
Tabla 3.8. Cargas internas debidas a los equipos.....	24
Tabla 3.9. Ventilación.....	25
Tabla 3.10. Equipos de acondicionamiento.....	26
Tabla 4.1. Tipo de actividad y espacio.....	29
Tabla 4.2. Valor de las infiltraciones.....	30
Tabla 4.3. Agrupación de Fan coils.....	34
Tabla 4.4. Parámetros de los subsistemas secundarios Fan coil.....	35
Tabla 4.5. Parámetros de los subsistemas secundarios Climatizadora de aire primario.....	36
Tabla 5.1. Clasificación energética del sistema inmótico del Hotel I.....	41
Tabla 5.2. Clasificación energética del sistema inmótico del Hotel II.....	42
Tabla 5.3. Clasificación energética del sistema inmótico del Hotel III.....	43

---

<b>Tabla 5.4.</b> Clasificación energética del sistema inmótico del Hotel IV.....	44
<b>Tabla 5.5.</b> Aplicación de los factores de eficiencia.....	45
<b>Tabla 5.6.</b> Resultados finales de la calificación energética con sistema de control inmótico.....	46
<b>Tabla 6.1.</b> Coste de la instalación inmótica.....	48

## 1 Introducción

### 1.1 Motivación

Cumpliendo con el plan de estudios del Máster en Sostenibilidad y Eficiencia Energética en los Edificios y en la Industria se realiza el presente Trabajo Fin de Máster, para así culminar el proceso de formación.

### 1.2 Objetivos

Los objetivos del presente Trabajo Fin de Máster se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Obtener la limitación de la demanda energética de un edificio terciario.
- Realizar la calificación energética de un edificio terciario.
- Mejorar la calificación energética de un edificio terciario mediante la implantación de un sistema de control inmótico.
- Estudiar la viabilidad económica de la mejora propuesta.

### 1.3 Normativa

La certificación energética de edificios tiene su origen en la política europea, que mediante una serie de directivas insta a los estados miembros a adoptar medidas para disminuir las emisiones a la atmósfera. La directiva 2010/31/UE, de 19 de mayo, relativa a la eficiencia energética de los edificios, obliga a expedir un certificado de eficiencia energética para los edificios o unidades de estos, que se construyan, vendan o alquilen.

A nivel estatal el Real Decreto 235/2013 de 5 de abril aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios, tanto de edificios nuevos como existentes.

## 2 Descripción del edificio

### 2.1 Características generales

El edificio es de nueva construcción y está formado por un bloque aislado situado en la esquina entre la avenida de Carles Buigas y la calle de Torremolinos, en la ciudad de Salou. El hotel permanece abierto desde el 22 de enero hasta el 16 de diciembre.

El edificio tiene una superficie construida de 3518 m<sup>2</sup> y está formado por planta baja, primera, segunda y planta cubierta.

En la planta baja se encuentra un vestíbulo de entrada que da acceso a la recepción del hotel, a la zona de administración, zona del restaurante y a las plantas superiores.

La zona de administración consta de cinco despachos, cocina para trabajadores y dos estancias para archivos.

En la zona del restaurante hay baños de planta baja, bar y es donde se encuentra la cocina principal. En la zona de recepción hay unas estancias dedicadas a caja de seguridad.

En las plantas primera y segunda hay 34 habitaciones, 32 de las cuales son dobles y 2 de tipo suite. El acceso a las habitaciones se realiza por dos distribuidores que unen el vestíbulo de cada planta a la parte central del edificio.

En la planta cubierta hay un recinto técnico en la parte central del edificio y la cubierta exterior es transitable.



Figura 2.1. Ubicación del municipio

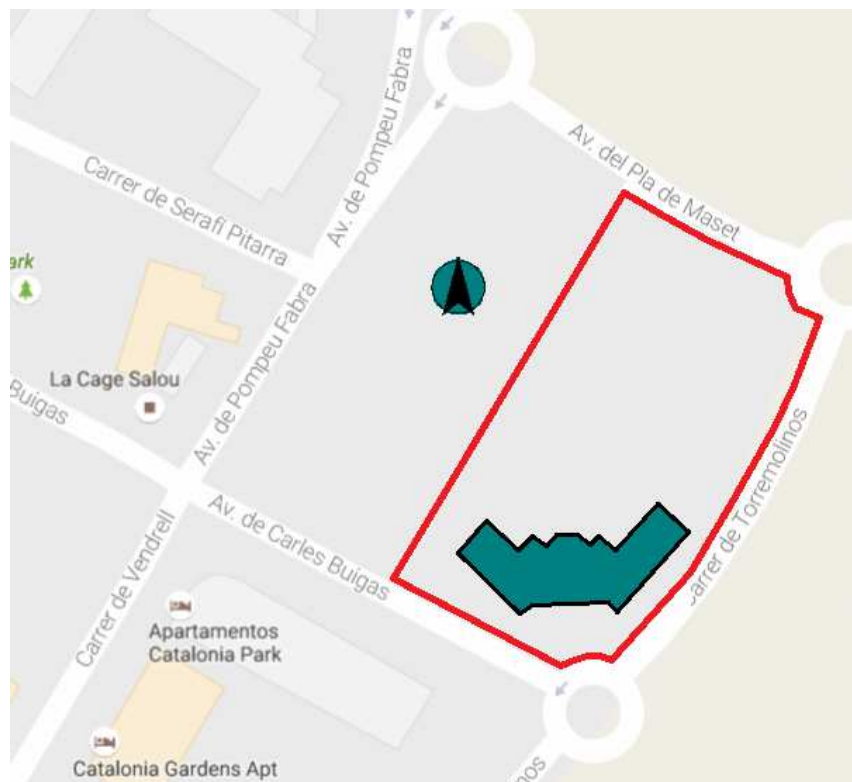


Figura 2.2. Ubicación y orientación del hotel en el municipio

## 2.2 Descripción de las instalaciones

A continuación se va a realizar una descripción de las instalaciones del hotel que se tendrán en cuenta a la hora de realizar la certificación energética del mismo. Todos los datos se han obtenido del Trabajo Fin de Grado *Proyecto Ejecutivo de las Instalaciones de un Hotel* indicado en el apartado 9. *Lista de referencias*.

### 2.2.1 Producción de ACS

El sistema de producción de ACS, está formado por una caldera de 23,6 kW de gas situada en la planta cubierta y conectada a un acumulador de agua de 2500 litros. La caldera se activa cuando un termostato le indica que el agua en el interior del acumulador no está a los 60°C requeridos.

Para la producción de ACS el hotel también dispone de una instalación complementaria de energía solar térmica, formada por 7 colectores solares que calientan el agua y la envían a un depósito acumulador. En total se tiene una superficie de captación de 22 m<sup>2</sup> que suponen un ahorro anual en la producción de ACS del 60%.

### 2.2.2 Instalación de climatización

El sistema está formado por una bomba de calor polivalente de condensación por aire situada en la planta cubierta y unidades fan coil situadas en el falso techo de cada una de las estancias que requieren climatización.

La unidad exterior se encarga de enfriar o calentar agua al mismo tiempo si el sistema lo necesita. Hay dos conductos de impulsión (agua fría y caliente) y dos conductos más de retorno de agua (agua fría y caliente), de esta manera se asegura la demanda de refrigeración o calefacción al mismo tiempo, independientemente de si es verano o invierno. Por lo tanto se trata de un sistema de 4 tubos.

La unidad exterior es de la marca Airlan modelo NRP 1000, dispone de un grupo de bombeo propio y sus características se indican en la tabla 2.1.

Potencia frigorífica	Potencia calorífica	EER	COP
260 kW	290 kW	2,95	7,47

Tabla 2.1. Características de la unidad exterior de la bomba de calor

En la instalación hay diferentes tipos de unidades de fan coils de la marca Airlan, dependiendo de las demandas calorífica y frigorífica del espacio a climatizar. En la tabla 2.2 se indican las características de cada uno de ellos y en la tabla 2.3 los Fan coils utilizados para cada uno de los espacios, en función de las cargas térmica y frigorífica necesarias.

Modelo	Potencia térmica (kW)	Potencia frigorífica (kW)	Caudal aire (m <sup>3</sup> /h)	Caudal agua (l/h)
FCXIP 20	3,4	1,5	220	290
FCXIP 30	4,97	2,21	350	420
FCXIP 40	7,4	3,40	220	290
FCXIP 50	8,62	4,19	220	290
VED 432	13,87	8,01	1250	1060
VED 441	9	9,30	1250	716
VED 632	22,80	13,90	2110	1800
VED 641	14,8	16,45	2110	1206
VED 741	15,8	18,10	2350	1272

Tabla 2.2. Características de los Fan coils

Espacios	Cargas necesarias		Modelo Fan coil
	Frigorífica	Témica	Seleccionado
Bar	8,79	5,27	VED 441
Restaurante	53,46	38,39	3 x VED 741
Vestíbulo Planta baja	13,29	12,65	VED 632
	9	8,69	VED 441
Vestíbulo P1	13,32	11,52	VED 632
Vestíbulo P2	14,98	12,62	VED 641
Sala polivalente	34,91	27,18	2 x VED 741
Zona administración	6,27	7,2	VED 432
Distribuidor 1	15,6	16,96	VED 641
Distribuidor 2	15,26	16,96	VED 641
Distribuidor 3	15,57	17,56	VED 641
Distribuidor 4	16,24	17,56	VED 641
Despacho gerente	3,71	2,9	FCXI 50
Despacho sub gerente	2,64	2,42	FCXI 40
Despacho contador 1	2,1	1,7	FCXI 30
Despacho contador 2	0,96	0,88	FCXI 20
Despacho recursos	1,55	1,45	FCXI 30
Recepción	1,25	1,1	FCXI 20
Habitación doble (34)	0,75	1,62	FCXI 20
Habitación suite (2)	0,75	1,64	FCXI 20

Tabla 2.3. Fan coils utilizados en cada espacio

### 2.2.3 Instalación de ventilación

Para la renovación del aire interior, el hotel dispone de un sistema de ventilación individual por zonificación. El sistema está formado por unidades de tratamiento de aire (UTA) situadas en el falso techo, conectadas a conductos instalados en el falso techo hasta los diferentes espacios.

Las UTA's también disponen de un recuperador de calor, que recupera parte de la temperatura interior, disminuyendo el coste de la climatización.

En total se utilizan 7 unidades de tratamiento de aire instaladas en el falso techo. En las tablas 2.4., 2.5, 2.6., 2.7., 2.8., 2.9. y 2.10. se indican los caudales de aire de renovación para cada uno de los espacios junto con la UTA encargada de ello.

UTA 1 (Planta Baja)	
Espacio	Caudal aire exterior (m <sup>3</sup> /h)
Zona administración (50%)	967,5
Sala polivalente	6165
Archivo	45
Despacho gerente	180
Despacho sub gerente	135
Despacho contador 1	90
Despacho contador 2	45
Despacho Recursos humanos	90
Cocina 2	28,8

Tabla 2.4. Caudales de aire de renovación de la UTA 1

UTA 2 (Planta Baja)	
Espacio	Caudal aire exterior (m <sup>3</sup> /h)
Vestíbulo Planta baja	5535
Recepción	90
Caja seguridad	45
Zona administración (50%)	967,5

Tabla 2.5. Caudales de aire de renovación de la UTA 2

UTA 3 (Planta Baja)	
Espacio	Caudal aire exterior (m <sup>3</sup> /h)
Cocina 1	144
Bar clientes	921,6
Bar servicio	28,8
Baños planta baja	585
Restaurante	6978

Tabla 2.6. Caudales de aire de renovación de la UTA 3



UTA 4 (Planta Primera)	
Espacio	Caudal aire exterior (m <sup>3</sup> /h)
Habitaciones dobles tipo (8)	460,8
Distribuidor 1	2160
Vestíbulo P1 (50%)	1980

Tabla 2.7. Caudales de aire de renovación de la UTA 4

UTA 5 (Planta Primera)	
Espacio	Caudal aire exterior (m <sup>3</sup> /h)
Habitaciones dobles tipo (8)	460,8
Habitación tipo Suite	115,2
Distribuidor 2	2160
Vestíbulo P1 (50%)	1980

Tabla 2.8. Caudales de aire de renovación de la UTA 5

UTA 6 (Planta Segunda)	
Espacio	Caudal aire exterior (m <sup>3</sup> /h)
Habitaciones dobles tipo (8)	460,8
Distribuidor 3	2160
Vestíbulo P2 (50%)	1980

Tabla 2.9. Caudales de aire de renovación de la UTA 6

UTA 7 (Planta Segunda)	
Espacio	Caudal aire exterior (m <sup>3</sup> /h)
Habitaciones dobles tipo (8)	460,8
Habitación tipo Suite	115,2
Distribuidor 4	2160
Vestíbulo P2 (50%)	1980

Tabla 2.10. Caudales de aire de renovación de la UTA 7

### 2.2.4 Instalación de iluminación

La iluminación del hotel se realiza mediante lámparas tipo downlight empotradas en el falso techo de 18W y de 25W cada una, y mediante tubos fluorescentes de 3x18W, 2x36W y 3x36W empotrados también en el falso techo.

En la tabla 2.11 se indica para cada una de los espacios la cantidad y el tipo de lámparas instaladas, los VEEI obtenido y límite, además de la potencia instalada por metro cuadrado (W/m<sup>2</sup>).

Espacios	Tipo de luminaria	Cantidad	(W/m <sup>2</sup> )	VEEI Límite	VEEI
Bar	Downlight (1x25W)	16	8,04	8	1,90
Restaurante	Downlight (1x25W)	57	8,99	8	1,86
Vestíbulo Planta baja	Downlight (1x25W)	44	11,05	4	2,11
Vestíbulo P1	Fluorescente (2x36W)	6	8,03	4	2,38
Vestíbulo P2	Fluorescente (2x36W)	6	8,03	4	2,38
Sala polivalente	Fluorescente (3x36W)	20	15,80	3	2,19
Zona administración	Downlight (1x25W)	15	9,59	3	1,92
Distribuidores 1	Fluorescente (2x36W)	12	10,83	4	2,54
Distribuidores 2	Fluorescente (2x36W)	12	10,83	4	2,54
Distribuidores 3	Fluorescente (2x36W)	12	10,83	4	2,54
Distribuidores 4	Fluorescente (2x36W)	12	10,83	4	2,54
Despacho gerente	Fluorescente (2x36W)	6	15,49	3	2,73
Despacho subgerente	Fluorescente (2x36W)	4	17,69	3	2,95
Despacho contador 1	Fluorescente (2x36W)	4	14,98	3	2,91
Despacho contador 2	Fluorescente (2x36W)	4	14,98	3	2,91
Despacho RRHH	Fluorescente	4	18,15	3	2,89
Recepción	Downlight (1x25W)	8	13,39	4	2,54
Habitaciones tipo dobles	Downlight (1x18W)	7	4,46	10	2,08
Habitaciones tipo suite	Downlight (1x18W)	14	7,37	10	2,35
Archivo	fluorescente (2x36W)	5	15,63	4	3,09
Caja seguridad	Downlight (1x18W)	4	10,50	4	2,85
Cocina 1	Fluorescente (3x36W)	6	18,23	4	3,53
Cocina 2	Fluorescente (3x18W)	3	14,36	4	3,24
Baños planta baja	Downlight (1x18W)	12	6,21	4	2,55
Cámara técnica	Fluorescente (2x36W)	9	6,75	4	2,34

Tabla 2.11. Iluminación de los espacios

### 2.2.5 Instalación solar fotovoltaica

El hotel dispone de una instalación solar fotovoltaica en la planta cubierta, formada por 48 paneles solares fotovoltaicos de 300 Wp cada uno. Dicha instalación tiene una producción anual de energía eléctrica de 24883 kWh/año.

## 3 Limitación de la demanda energética

Para la obtención de la limitación de la demanda energética se ha utilizado la herramienta unificada HULC ofrecida por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo del Ministerio de Fomento y por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), que nos permite verificar el cumplimiento del Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico de Ahorro de Energía (CTE-HE1), que forma parte del procedimiento para la certificación energética de los edificios.

### 3.1 Datos del edificio

Como se ha indicado en el apartado 2.1 el edificio es de nueva construcción y se encuentra situado en la esquina entre la avenida de Carles Buigas y la calle de Torremolinos, en la ciudad de Salou.

La entrada principal del hotel está orientada hacia el sur tal y como se indica en la figura 2.2.

Según el código técnico de la edificación, la zona climática del municipio de Salou corresponde a la provincia de Tarragona (B3) y la altura sobre el nivel del mar se ha considerado de 2 metros.

### 3.2 Zonificación

Como se ha indicado en el apartado 2.1 el hotel está formado por 3 plantas y una planta cubierta, y en cada una de las plantas se encuentran los diferentes espacios dedicados a bar, restaurante, vestíbulos, etc.

Para que la herramienta unificada HULC pueda realizar el cálculo de la demanda energética correctamente se debe dividir el edificio en diferentes espacios. Esta necesidad es debida a que el programa necesita definir unos parámetros característicos de cada zona, como el tipo de espacio, las cargas internas, horarios de utilización, etc.

La zonificación escogida en la planta baja se indica en la figura 3.1 y en la tabla 3.1. el nombre utilizado en HULC para cada espacio.

La zonificación escogida en la primera planta se indica en la figura 3.2 y en la tabla 3.2. el nombre utilizado en HULC para cada espacio.

La zonificación escogida en la segunda planta se indica en la figura 3.3 y en la tabla 3.3. el nombre utilizado en HULC para cada espacio.

La zonificación escogida en la planta cubierta se indica en la figura 3.4 y en la tabla 3.4. el nombre utilizado en HULC para dicho espacio.

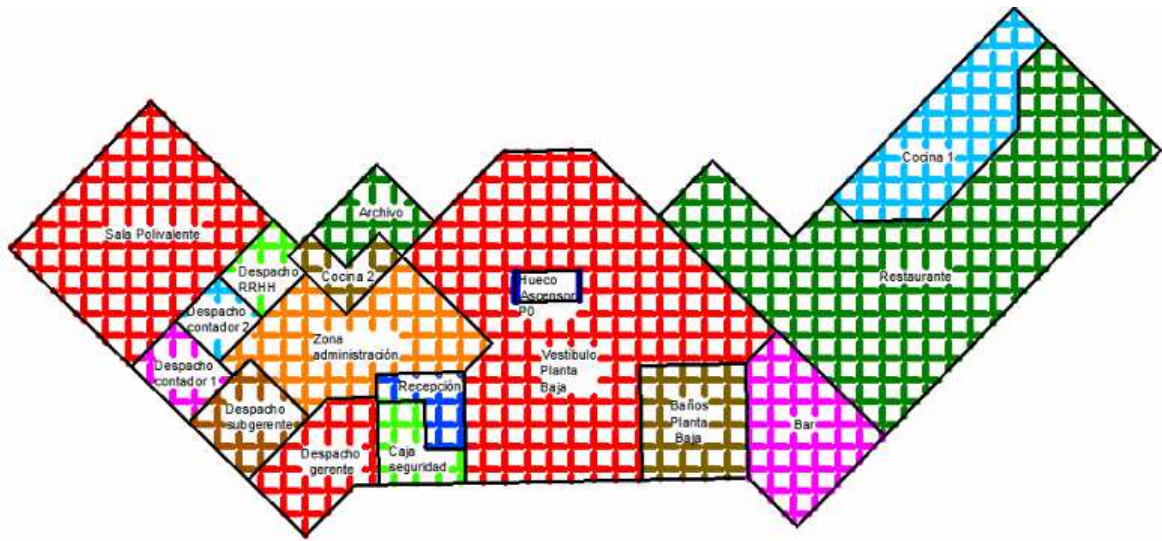


Figura 3.1. Zonificación planta baja

Espacio	Nombre utilizado en HULC
Bar	P01_E16_Bar
Restaurante	P01_E15_Restauran
Vestíbulo Planta Baja	P01_E12_Vest_P0
Sala polivalente	P01_E01_S_poliva
Zona administración	P01_E05_Z_admini
Despacho gerente	P01_E07_D_gerente
Despacho sub	P01_E04_D_sub_ger
Despacho contador 1	P01_E02_D_conta_1
Despacho contador 2	P01_E03_D_conta_2
Despacho RRHH	P01_E06_D_RRHH
Recepción	P01_E10_Recepción
Cocina 1	P01_E08_Cocina1
Cocina 2	P01_E17_Cocina2
Balos planta baja	P01_E14_Aseos
Archivo	P01_E09_Archivo
Caja seguridad	P01_E11_Caja_seg
Huevo ascensor	P01_E13_H_Asc_P0

Tabla 3.1. Nombres utilizados en HULC (planta baja)

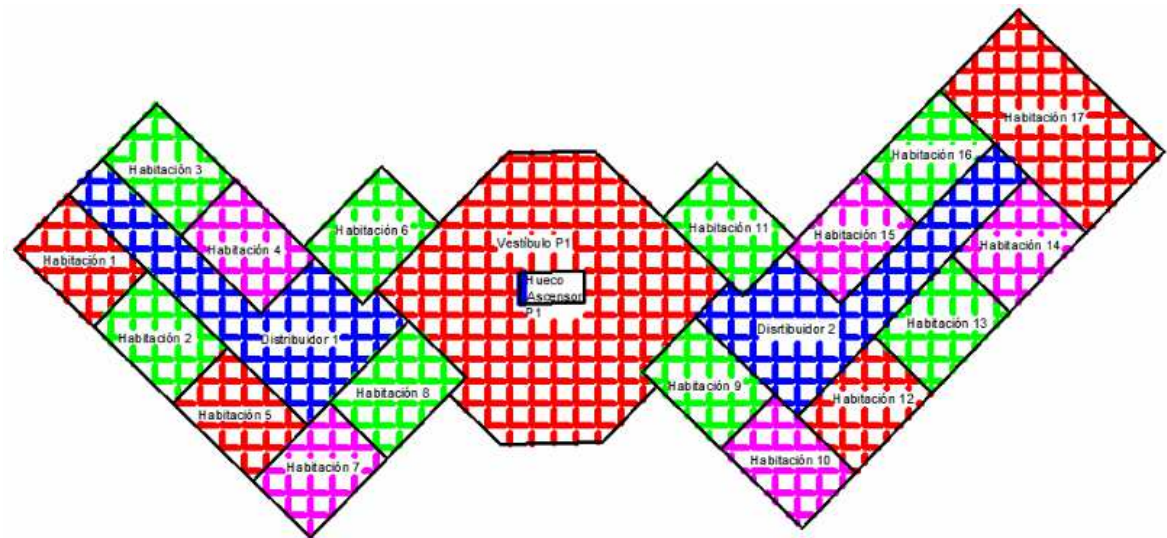


Figura 3.2. Zonificación planta primera

Espacio	Nombre utilizado en HULC
Distribuidor 1	P02_E02_Dist_1
Distribuidor 2	P02_E14_Dist_2
Vestíbulo P1	P01_E12_Vest_P1
Hueco Ascensor P1	P02_E11_H_Asc_P1
Habitación 1	P02_E01_Habit_1
Habitación 2	P02_E03_Habit_2
Habitación 3	P02_E04_Habit_3
Habitación 4	P02_E06_Habit_4
Habitación 5	P02_E05_Habit_5
Habitación 6	P02_E08_Habit_6
Habitación 7	P02_E07_Habit_7
Habitación 8	P02_E09_Habit_8
Habitación 9	P02_E12_Habit_9
Habitación 10	P02_E15_Habit_10
Habitación 11	P02_E13_Habit_11
Habitación 12	P02_E17_Habit_12
Habitación 13	P02_E19_Habit_13
Habitación 14	P02_E21_Habit_14
Habitación 15	P02_E16_Habit_15
Habitación 16	P02_E18_Habit_16
Habitación 17	P02_E20_Habit_17

Tabla 3.2. Nombres utilizados en HULC (planta primera)

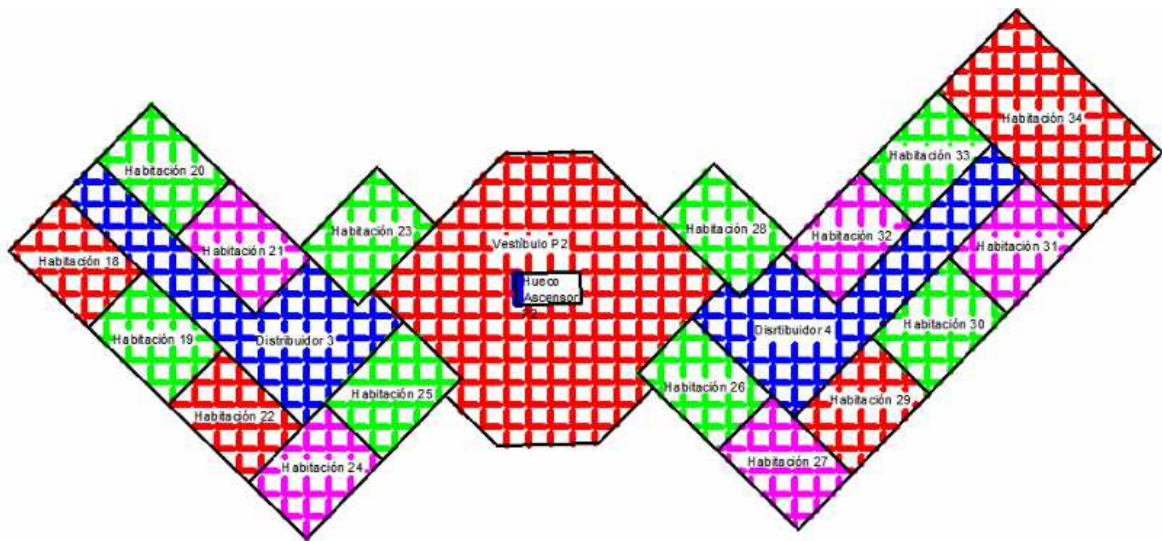


Figura 3.3. Zonificación planta segunda

Espacio	Nombre utilizado en HULC
Distribuidor 3	P03_E02_Dist_3
Distribuidor 4	P03_E14_Dist_4
Vestíbulo P2	P03_E10_Vest_P2
Hueco Ascensor P2	P03_E11_H_Asc_P2
Habitación 18	P03_E01_Habit_18
Habitación 19	P03_E03_Habit_19
Habitación 20	P03_E04_Habit_20
Habitación 21	P03_E06_Habit_21
Habitación 22	P03_E05_Habit_22
Habitación 23	P03_E08_Habit_23
Habitación 24	P03_E07_Habit_24
Habitación 25	P03_E09_Habit_25
Habitación 26	P03_E12_Habit_26
Habitación 27	P03_E15_Habit_27
Habitación 28	P03_E13_Habit_28
Habitación 29	P03_E17_Habit_29
Habitación 30	P03_E19_Habit_30
Habitación 31	P03_E21_Habit_31
Habitación 32	P03_E16_Habit_32



Habitación 33	P03_E18_Habit_33
Habitación 34	P03_E20_Habit_34

Tabla 3.3. Nombres utilizados en HULC (planta segunda)

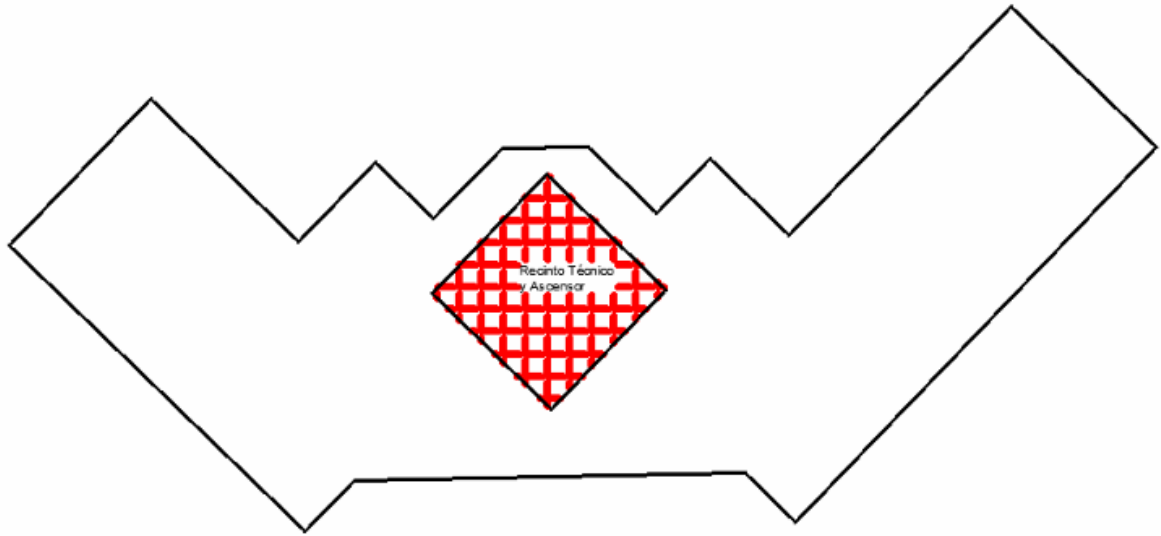


Figura 3.4. Zonificación planta cubierta

Espacio	Nombre utilizado en HULC
Recinto Técnico Ascensor	P04_E01_C_Asc

Tabla 3.4. Nombres utilizados en HULC (planta cubierta)

Una vez definidos los espacios se ha realizado la definición geométrica del edificio en HULC, siendo el resultado obtenido el de la figura 3.5. Para ello ha sido necesario definir los cerramientos y huecos exteriores indicados en el siguiente apartado 3.3. Como se puede observar en la figura 3.6., también se han definido los edificios cercanos para tener en cuenta el efecto de las sombras.



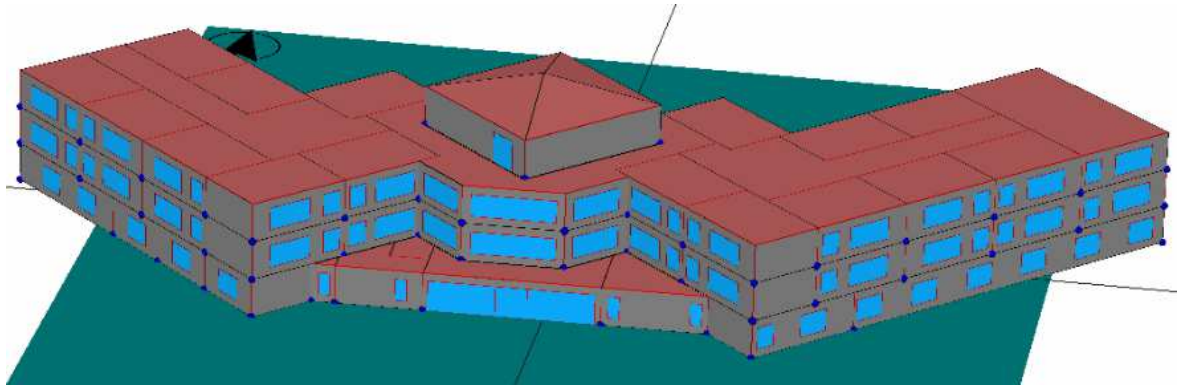


Figura 3.5. Aspecto del hotel introducido en HULC

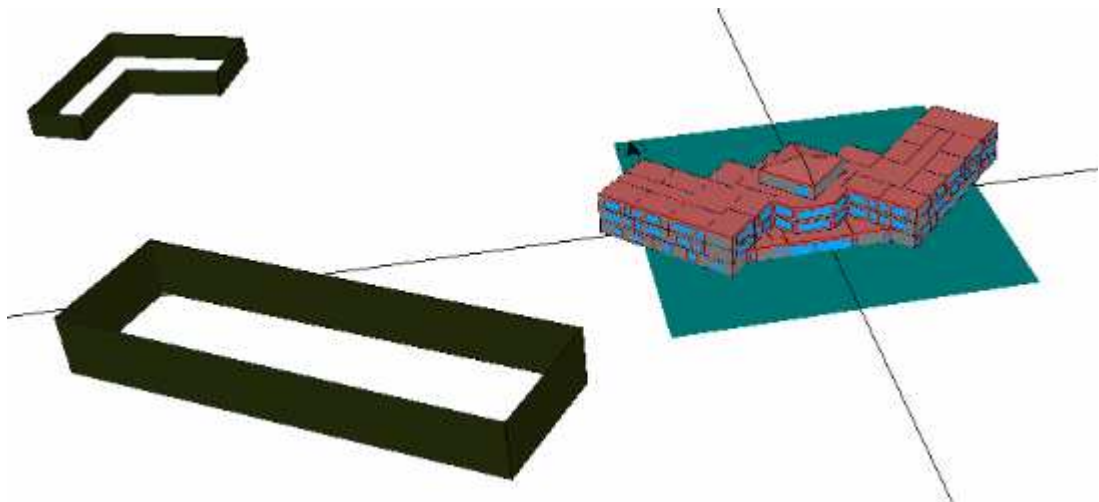


Figura 3.6. Sombras de edificios cercanos

### 3.3 Definición de cerramientos y huecos exteriores

Los diferentes cerramientos utilizados junto con su valor global de transmitancia térmica (U) se indican en la tabla 3.5. Todos los materiales utilizados se han cogido de la biblioteca del programa HULC. La composición detallada de los diferentes cerramientos se muestran en el Anexo 1.

Cerramiento, hueco	Coefficiente global de transmisión $W/(m^2 \cdot ^\circ K)$
Muro exterior	0,88
Cubierta plana	0,7
Cubierta inclinada	0,7
Forjado interno	0,7
Solera	0,7
Tabique	2,60

Tabla 3.5. Cerramientos utilizados

Para los huecos exteriores se han utilizado vidrios climalit dobles con una transmitancia térmica de  $3,37 W/(m^2 \cdot ^\circ K)$ .

### 3.4 Definición de los espacios

Una vez realizada la definición geométrica del edificio y los espacios, se ha procedido a definir los datos relacionados con el uso al que está destinado cada uno de los espacios, las cargas internas (ocupación, iluminación y equipos), infiltraciones, tipo de espacio y horarios anuales de utilización de cada uno de ellos. Todos estos datos están recogidos en las tablas 3.6., 3.7., 3.8., 3.9., 3.10. y los horarios indicados en dichas tablas se pueden consultar en el Anexo 2. Los horarios de la tabla 3.9. son los propios de la base de datos de HULC.

Cargas internas (Ocupación)				
Espacios	Horario	Área Ocupante (m <sup>2</sup> /persona)	Calor sensible (w/persona)	Calor latente (w/persona)
Bar	HA_OCUPA_BAR	1,80	77	85
Restaurante	HA_OCUPA_RESTAURANTE	1,35	77	85
Vestíbulo planta baja	HA_OCUPA_VEST_BAÑOS	10,34	67	35
Vestíbulo P1	HA_OCUPA_VEST_BAÑOS	9,78	67	35
Vestíbulo P2	HA_OCUPA_VEST_BAÑOS	9,78	67	35
Sala polivalente	HA_OCUPA_SALA_POLI	1,25	70	47
Zona administración	HA_OCUPA_DESPA_ADMIN	10,77	70	60
Distribuidor 1	HA_OCUPA_VEST_BAÑOS	5,95	67	35
Distribuidor 2	HA_OCUPA_VEST_BAÑOS	5,95	67	35
Distribuidor 3	HA_OCUPA_VEST_BAÑOS	5,95	67	35
Distribuidor 4	HA_OCUPA_VEST_BAÑOS	5,95	67	35
Despacho gerente	HA_OCUPA_DESPA_ADMIN	5,14	70	60
Despacho subgerente	HA_OCUPA_DESPA_ADMIN	7	70	60
Despacho contador 1	HA_OCUPA_DESPA_ADMIN	6,4	70	60
Despacho contador 2	HA_OCUPA_DESPA_ADMIN	4,5	70	60
Despacho RRHH	HA_OCUPA_DESPA_ADMIN	5,3	70	60
Recepción	HA_OCUPA_RECEPCIÓN	5,13	67	35
Habitaciones tipo doble	HA_OCUPA_HABITACIONES	12,1	73	80
Habitaciones tipo suite	HA_OCUPA_HABITACIONES	13,67	73	80
Archivo	HA_OCUPA_OTRAS	21,94	75	55
Caja seguridad	HA_OCUPA_OTRAS	18,59	75	55
Cocina 1	HA_OCUPA_COCINA	9,57	80	80
Cocina 2	HA_OCUPA_COCINA	11,20	80	80
Baños planta baja	HA_OCUPA_VEST_BAÑOS	2,96	75	55
Cámara técnica	HA_OCUPA_OTRAS	43,59	75	55

Tabla 3.6. Cargas internas debidas a la ocupación

Cargas internas (Iluminación)		
Espacios	Horario	Control automático
Bar	HA_ILU_BAR	NO
Restaurante	HA_ILU_RESTAURANTE	NO
Vestíbulo Planta Baja	HA_ILU_VEST_BAÑOS	NO
Vestíbulo P1	HA_ILU_VEST_BAÑOS	NO
Vestíbulo P2	HA_ILU_VEST_BAÑOS	NO
Sala polivalente	HA_ILU_SALA_POLI	NO
Zona administración	HA_ILU_DESPA_ADMIN	NO
Distribuidores 1	HA_ILU_VEST_BAÑOS	NO
Distribuidores 2	HA_ILU_VEST_BAÑOS	NO
Distribuidores 3	HA_ILU_VEST_BAÑOS	NO
Distribuidores 4	HA_ILU_VEST_BAÑOS	NO
Despacho gerente	HA_ILU_DESPA_ADMIN	NO
Despacho subgerente	HA_ILU_DESPA_ADMIN	NO
Despacho contador 1	HA_ILU_DESPA_ADMIN	NO
Despacho contador 2	HA_ILU_DESPA_ADMIN	NO
Despacho RRHH	HA_ILU_DESPA_ADMIN	NO
Recepción	HA_ILU_RECEPCIÓN	NO
Habitaciones tipo	HA_ILU_HABITACIÓN	NO
Habitaciones suite	HA_ILU_HABITACIÓN	NO
Archivo	HA_ILU_OTRAS	NO
Caja seguridad	HA_ILU_OTRAS	NO
Cocina 1	HA_ILU_COCINA	NO
Cocina 2	HA_ILU_COCINA	NO
Baños planta baja	HA_ILU_VEST_BAÑOS	NO
Recinto técnico	HA_ILU_OTRAS	NO

\* El tipo de luminaria, la potencia instalada por metro cuadrado, el VEEL límite y el VEEL están indicados en la tabla 2.11

Tabla 3.7. Cargas internas debidas a la iluminación

<b>Cargas internas (Equipos)</b>		
<b>Espacios</b>	<b>Horario</b>	<b>W/m2</b>
Bar	HA_EQUIPOS	11
Restaurante	HA_EQUIPOS	11
Vestíbulo planta baja	HA_EQUIPOS	2
Vestíbulo secundario	HA_EQUIPOS	2
Vestíbulo P1	HA_EQUIPOS	2
Vestíbulo P2	HA_EQUIPOS	2
Sala polivalente	HA_EQUIPOS	11
Zona administración	HA_EQUIPOS	16
Distribuidor 1	HA_EQUIPOS	2
Distribuidor 2	HA_EQUIPOS	2
Distribuidor 3	HA_EQUIPOS	2
Distribuidor 4	HA_EQUIPOS	2
Despacho gerente	HA_EQUIPOS	16
Despacho subgerente	HA_EQUIPOS	16
Despacho contador 1	HA_EQUIPOS	16
Despacho contador 2	HA_EQUIPOS	16
Despacho RRHH	HA_EQUIPOS	16
Recepción	HA_EQUIPOS	16
Habitaciones tipo dobles	HA_EQUIPOS	5
Habitaciones tipo suite	HA_EQUIPOS	5
Archivo	HA_EQUIPOS	4
Caja seguridad	HA_EQUIPOS	4
Cocina 1	HA_EQUIPOS	20
Cocina 2	HA_EQUIPOS	20
Baños planta baja	HA_EQUIPOS	5
Recinto técnico	HA_EQUIPOS	11

Tabla 3.8. Cargas internas debidas a los equipos

Ventilación		
Espacios	Horario	Renovaciones/hora
Bar	UsoEspacio-12h_vent	6
Restaurante	UsoEspacio-12h_vent	28
Vestíbulo planta baja	UsoEspacio-24h_vent	9
Vestíbulo P1	UsoEspacio-24h_vent	9
Vestíbulo P2	UsoEspacio-24h_vent	9
Sala polivalente	UsoEspacio-12h_vent	18
Zona administración	UsoEspacio-8h_vent	4,5
Distribuidor 1	UsoEspacio-24h_vent	9
Distribuidor 2	UsoEspacio-24h_vent	9
Distribuidor 3	UsoEspacio-24h_vent	9
Distribuidor 4	UsoEspacio-24h_vent	9
Despacho gerente	UsoEspacio-8h_vent	2
Despacho subgerente	UsoEspacio-8h_vent	2
Despacho contador 1	UsoEspacio-8h_vent	2
Despacho contador 2	UsoEspacio-8h_vent	2
Despacho RRHH	UsoEspacio-8h_vent	2
Recepción	UsoEspacio-24h_vent	2,4
Habitaciones tipo	UsoEspacio-24h_vent	0,75
Habitaciones suite	UsoEspacio-24h_vent	0,50
Archivo	UsoEspacio-12h_vent	0,82
Caja seguridad	UsoEspacio-8h_vent	1
Cocina 1	UsoEspacio-12h_vent	2
Cocina 2	UsoEspacio-12h_vent	2
Baños planta baja	UsoEspacio-24h_vent	9

Tabla 3.9. Ventilación

Equipo de acondicionamiento		
Espacios	Tipo de espacio	Horario equipo acondicionamiento
Bar	Acondicionado	HA_CLIMA_BAR
Restaurante	Acondicionado	HA_CLIMA_RESTAURANTE
Vestíbulo planta baja	Acondicionado	HA_CLIMA_VEST_BAÑOS
Vestíbulo P1	Acondicionado	HA_CLIMA_VEST_BAÑOS
Vestíbulo P2	Acondicionado	HA_CLIMA_VEST_BAÑOS
Sala polivalente	Acondicionado	HA_CLIMA_SALA_POLI
Zona administración	Acondicionado	HA_CLIMA_DESPA_ADMIN
Distribuidor 1	Acondicionado	HA_CLIMA_VEST_BAÑOS
Distribuidor 2	Acondicionado	HA_CLIMA_VEST_BAÑOS
Distribuidor 3	Acondicionado	HA_CLIMA_VEST_BAÑOS
Distribuidor 4	Acondicionado	HA_CLIMA_VEST_BAÑOS
Despacho gerente	Acondicionado	HA_CLIMA_DESPA_ADMIN
Despacho subgerente	Acondicionado	HA_CLIMA_DESPA_ADMIN
Despacho contador 1	Acondicionado	HA_CLIMA_DESPA_ADMIN
Despacho contador 2	Acondicionado	HA_CLIMA_DESPA_ADMIN
Despacho RRHH	Acondicionado	HA_CLIMA_DESPA_ADMIN
Recepción	Acondicionado	HA_CLIMA_DESPA_ADMIN
Habitaciones tipo	Acondicionado	HA_CLIMA_HABITACIÓN
Habitaciones suite	Acondicionado	HA_CLIMA_HABITACIÓN
Archivo	No Acondicionado	HA_CLIMA_OTRAS
Caja seguridad	No Acondicionado	HA_CLIMA_OTRAS
Cocina 1	No acondicionado	HA_CLIMA_OTRAS
Cocina 2	No acondicionado	HA_CLIMA_OTRAS
Baños planta baja	No acondicionado	HA_CLIMA_VEST_BAÑOS
Cámara técnica	No acondicionado	-

Tabla 3.10. Equipos de acondicionamiento

### 3.5 Resultados obtenidos

Una vez realizada la simulación se obtiene la demanda energética de nuestro edificio objeto respecto al de referencia. Los resultados obtenidos se muestran en la figura 3.7.

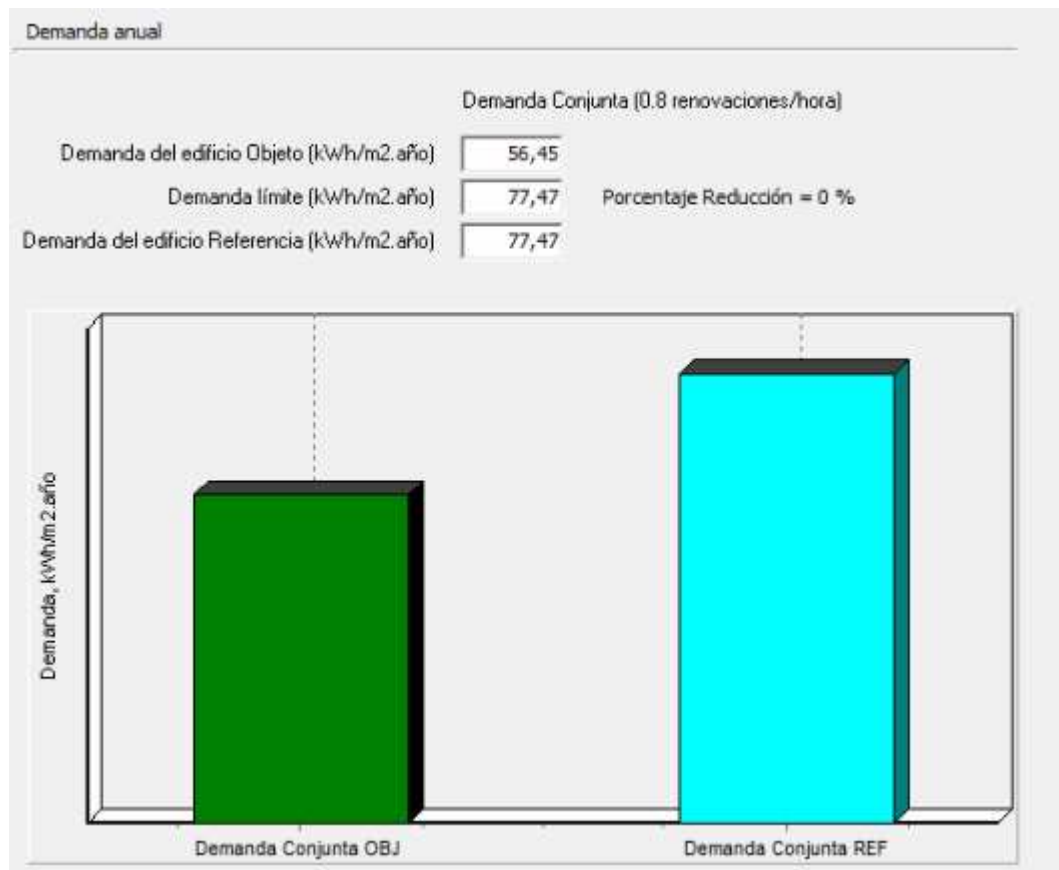


Figura 3.7. Resultado demanda energética

Se puede observar que los resultados indican las demandas energética de refrigeración y calefacción del edificio objeto de forma conjunta, cuyo valor es de 56,45 kWh/m<sup>2</sup> año, y que es inferior a la demanda energética del edificio de referencia 77,47 kWh/m<sup>2</sup> año.

Por lo tanto el edificio cumple con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento DB-HE.



## 4 Calificación energética

Para la obtención de la calificación energética se ha utilizado la herramienta Calener GT ofrecida por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo del Ministerio de Fomento y por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Se ha utilizado esta herramienta y no otras oficiales ya que es la única mediante la cual se pueden definir los sistemas existentes en el hotel de forma más o menos aproximada.

Para poder realizar la calificación energética, Calener GT consta de cuatro apartados:

1. Componentes
2. Geometría
3. Subsistemas primarios
4. Subsistemas secundarios.

### 4.1 Componentes y Geometría

Los apartados 1 y 2 se obtienen directamente de la exportación desde HULC, aunque hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Al cargar en Calener GT el fichero exportado desde HULC se producen las siguientes incidencias:
  - El programa no conserva los datos de carga interna asignadas a los espacios en HULC, por lo que se han tenido que reintroducir de nuevo en cada uno de los espacios.
  - Hay que indicar para cada espacio el tipo actividad (oficina, comercio, hotel...), y el tipo de espacio en cuanto a la intensidad de la carga interna. Los valores utilizados se muestran en la tabla 4.1.
  - Hay que volver a indicar si el espacio es acondicionado o no acondicionado.
- En el apartado de GEOMETRÍA, se deben indicar el valor de las infiltraciones junto con sus horarios (introducidos en el apartado de COMPONENTES) para cada uno de los espacios. Los valores utilizados se pueden observar en la tabla 4.2. y los horarios se pueden consultar en el Anexo 2, los cuales serán los complementarios de los horarios de los equipos de climatización.
- En el apartado de COMPONENTES y pestaña de *datos generales* se ha indicado el tipo de edificio, que en nuestro caso es un Hotel y también se ha indicado la cantidad de energía eléctrica generada al año con energías renovables que en nuestro caso es de 24883 kWh/año.
- En el apartado de GEOMETRÍA se han definido 7 *espacios de aire primario* que serán utilizados como espacios ficticios. Se han creado para poder simular la renovación de aire realizada por las 7 UTA's existentes en el edificio. Estos espacios ficticios son necesarios ya que el programa Calener GT sólo permite asignar un subsistema secundario a cada espacio, y en nuestro caso la mayor parte de los espacios dispone de climatización

mediante Fan Coils y renovación de aire mediante una UTA. Dichos espacios han sido definidos como acondicionados y con ocupación, iluminación e infiltraciones nulas.

Espacios	Tipo de Actividad	Tipo de espacio
Bar	Bar, restaurante	Alta carga interna
Restaurante	Bar, restaurante	Alta carga interna
Vestíbulo planta baja	Hotel, hostel	Baja carga interna
Vestíbulo P1	Hotel, hostel	Baja carga interna
Vestíbulo P2	Hotel, hostel	Baja carga interna
Sala polivalente	Otras	Alta carga interna
Zona administración	Otras	Alta carga interna
Distribuidor 1	Hotel, hostel	Baja carga interna
Distribuidor 2	Hotel, hostel	Baja carga interna
Distribuidor 3	Hotel, hostel	Baja carga interna
Distribuidor 4	Hotel, hostel	Baja carga interna
Despacho gerente	Hotel, hostel	Baja carga interna
Despacho subgerente	Hotel, hostel	Baja carga interna
Despacho contador 1	Hotel, hostel	Baja carga interna
Despacho contador 2	Hotel, hostel	Baja carga interna
Despacho RRHH	Hotel, hostel	Baja carga interna
Recepción	Hotel, hostel	Baja carga interna
Habitaciones tipo	Hotel, hostel	Baja carga interna
Habitaciones suite	Hotel, hostel	Baja carga interna
Archivo	Hotel, hostel	Baja carga interna
Caja seguridad	Hotel, hostel	Baja carga interna
Cocina 1	Otras	Alta carga interna
Cocina 2	Otras	Alta carga interna
Baños planta baja	Hotel, hostel	Baja carga interna
Cámara técnica	Otras	Alta carga interna
Hueco ascensor	Otras	Baja carga interna

Tabla 4.1. Tipo de actividad y espacio

Infiltraciones		
Espacios	Horario	Renovaciones/hora
Bar	HA_INF_BAR	1
Restaurante	HA_INF_RESTAURANTE	1
Vestíbulo planta	HA_INF_VEST_BAÑOS	1
Vestíbulo P1	HA_INF_VEST_BAÑOS	1
Vestíbulo P2	HA_INF_VEST_BAÑOS	1
Sala polivalente	HA_INF_SALA_POLI	1
Zona	HA_INF_DESPA_ADMIN	1
Distribuidor 1	HA_INF_VEST_BAÑOS	1
Distribuidor 2	HA_INF_VEST_BAÑOS	1
Distribuidor 3	HA_INF_VEST_BAÑOS	1
Distribuidor 4	HA_INF_VEST_BAÑOS	1
Despacho	HA_INF_DESPA_ADMIN	1
Despacho	HA_INF_DESPA_ADMIN	1
Despacho	HA_INF_DESPA_ADMIN	1
Despacho	HA_INF_DESPA_ADMIN	1
Despacho RRHH	HA_INF_DESPA_ADMIN	1
Recepción	HA_INF_RECEPCIÓN	1
Habitaciones	HA_INF_HABITACIÓN	1
Habitaciones	HA_INF_HABITACIÓN	1
Archivo	HA_INF_OTRAS	1
Caja seguridad	HA_INF_OTRAS	1
Cocina 1	HA_INF_COCINA	1
Cocina 2	HA_INF_COCINA	1
Baños planta	HA_INF_VEST_BAÑOS	1
Cámara técnica	HA_INF_OTRAS	1

Tabla 4.2. Valor de las infiltraciones

Por otro lado las definiciones de los subsistemas primario y secundario se deben realizar íntegramente en Calener GT y los veremos a continuación.

## 4.2 Subsistemas primarios

La definición de los subsistemas primarios, mostrados en la figura 4.1., se han realizado de la siguiente forma:

- Como se ha indicado en el apartado 2.2 el hotel dispone de un sistema de climatización, formado por una bomba de calor polivalente de condensación por aire de 4 tubos y unidades fan coil. Este sistema permite asegurar la demanda simultánea de refrigeración o calefacción. Calener GT no permite simular una bomba de calor de 4 tubos condensada por aire y tampoco simular la simultaneidad en la demanda de refrigeración y calefacción. Un nota aclaratoria, sobre la utilización de Calener GT, publicada por el Instituto Catalán de la Energía (ICAEN), propone como solución utilizar una bomba de calor de 2 tubos, pero eso sí la demanda simultánea de refrigeración y calefacción no es posible simularla.

De esta forma se ha definido el sistema de climatización utilizando una bomba de calor de 2 tubos. Las características utilizadas en su definición han sido las indicadas en el apartado 2.2.2.

También se ha definido un circuito hidráulico a 2 tubos junto con una bomba de impulsión. El modo de operación del circuito hidráulico se ha escogido por *cambio estacional por temperatura*.

- El sistema de ACS se ha definido mediante una caldera de gas de 23 kW junto con un depósito de acumulación de 2500 l. También se ha definido la existencia de paneles solares térmicos y el porcentaje de demanda de ACS cubierto, tal y como se indicó en el apartado 2.2.1.

En este caso también se ha definido el horario de demanda de ACS el cual se puede consultar en el Anexo 2.

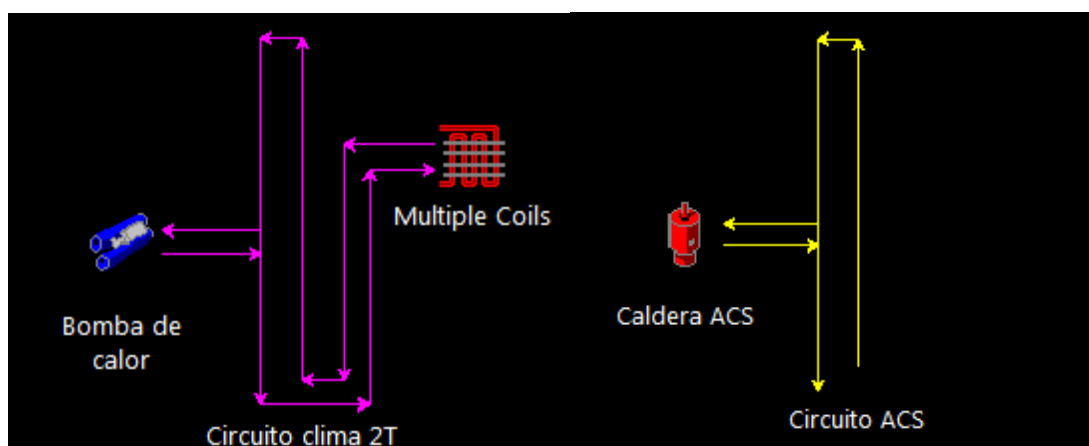


Figura 4.1. Definición de subsistemas primarios

### 4.3 Subsistemas secundarios

Las definiciones de los subsistemas secundarios, mostrados en las figuras 4.2. y 4.3., se han realizado de la siguiente forma:

- Los espacios acondicionados con características similares y que utilizan el mismo modelo de Fan Coil se han agrupado en un mismo subsistema Fan Coil equivalente de la forma indicada en la tabla 4.3. Para ello se han sumado sus respectivas potencias de refrigeración y calefacción.
- A su vez, en cada uno de los espacios asociados se han definido el caudal de aire de impulsión del Fan Coil correspondiente, así como las potencias de refrigeración y calefacción necesarias. Dichos datos se obtienen de las tablas 2.2. y 2.3. respectivamente.
- Todas las baterías de los subsistemas Fan Coils de la tabla 4.3. se han conectado al circuito de climatización *Circuito clima 2T*, siendo sus parámetros introducidos los indicados en la tabla 4.4. El resto de parámetros se han dejado por defecto. Los horarios se pueden consultar en el Anexo 2.

En dicha tabla se observa que para los subsistemas *Archivo\_Ventila* y *C\_seguridad\_ventila* el caudal de aire y las potencias de refrigeración y calefacción son cero, ya que los espacios *Archivo* y *Caja seguridad* sólo están ventilados con las UTA's 1 y 2 respectivamente.

Para el caso de los huecos del ascensor *C\_Asc\_ventila* se observa que el caudal de aire y potencias de refrigeración y calefacción son también cero, ya que estos espacios no están acondicionados y tampoco tienen renovación de aire. Como el programa Calener GT obliga a que todos los espacios tengan asignado un subsistema secundario, por este motivo los huecos del ascensor se han asignado a un subsistema secundario del tipo Fan coil.

- Para describir las UTA's se ha utilizado un subsistema secundario del tipo *climatizadora de aire primario* al cual se le ha asignado el espacio ficticio creado en el apartado de GEOMETRÍA llamado *espacio aire primario UTAX*. En este caso las potencias asignadas a las baterías de refrigeración y calefacción ha sido nulas en todos los casos, ya que las UTA's existentes en nuestra instalación tan sólo se encargan de realizar la renovación de aire. El rendimiento del recuperador de calor de cada una de las UTA's es de 0,45. El resto de parámetros introducidos se indican en la tabla 4.5.

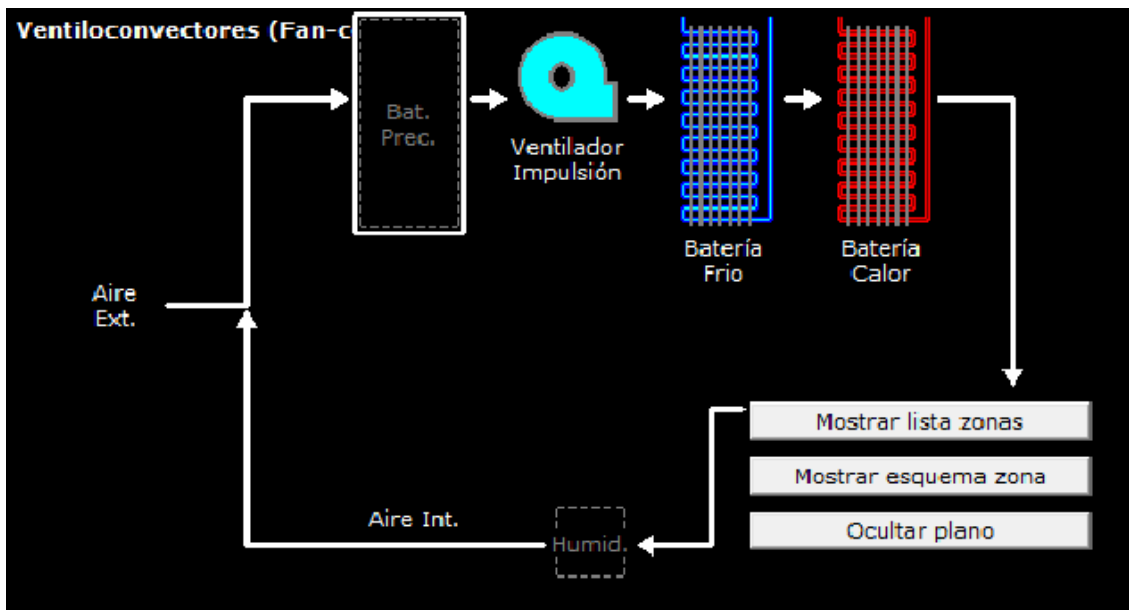


Figura 4.2. Definición de subsistemas secundarios (Fan coils)

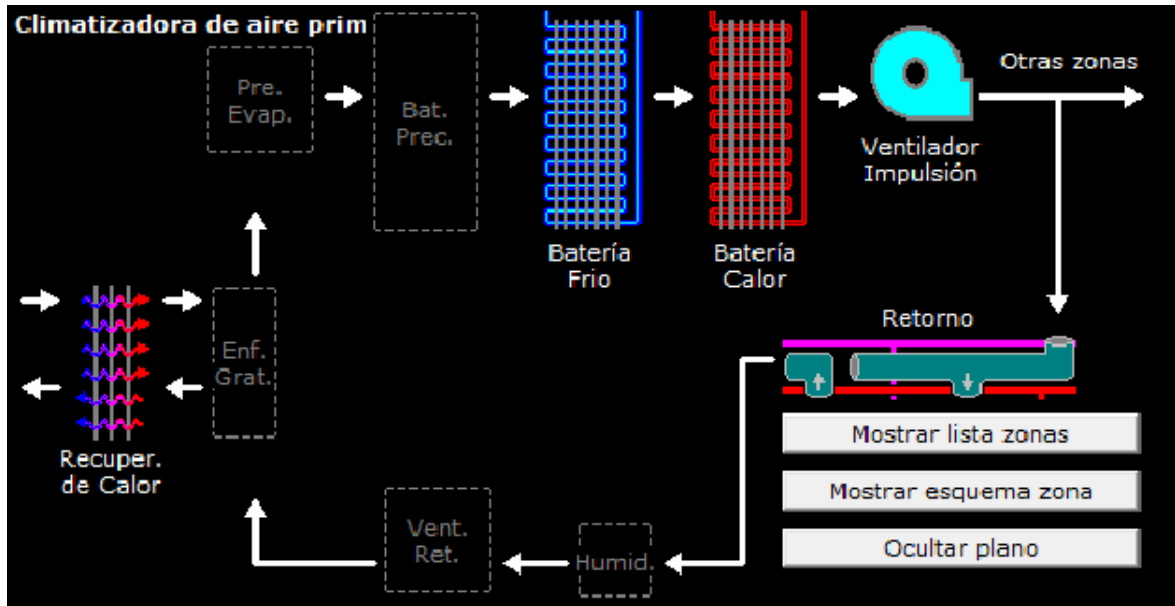


Figura 4.3. Definición de subsistemas secundarios (Climatizadora de aire primario)

Nº subsistema	Subsistema Fan Coil	Espacios asociados
1	Bar_FanCoil	Bar
2	Restaurante_FanCoil	Restaurante
3	Vestíbulo_P0_FanCoil	Vestíbulo planta baja
4	Vestíbulos_P1_P1_FanCoil	Vestíbulo P1
		Vestíbulo P2
5	Sala_Poliva_FanCoil	Sala polivalente
6	Z_administra_FanCoil	Zona administración
7	Distribuidores_Fancoil	Distribuidor 1
		Distribuidor 2
		Distribuidor 3
		Distribuidor 4
8	Despachos_FanCoil	Despacho gerente
		Despacho subgerente
		Despacho contador 1
		Despacho contador 2
		Despacho RRHH
9	Recepcion_FanCoil	Recepción
10	HabTipo_P1_FanCoil	Habitaciones tipo dobles (1 a 16)
11	HabSuite_P1_FanCoil	Habitación tipo suite (17)
12	HabTipo_P2_FanCoil	Habitaciones tipo dobles (18 a
13	HabSuite_P2_FanCoil	Habitación tipo suite (34)
14	Archivo_Ventila	Archivo
15	C_seguridad_ventila	Caja seguridad
16	Cocina_1_Ventilación	Cocina 1
17	Cocina_2_Ventilación	Cocina 2
18	Aseos_P0_Ventila	Baños planta baja
19	C_Asc_ventila	Hueco Ascensor P0
		Hueco Ascensor P1
		Hueco Ascensor P2
		Recinto técnico

Tabla 4.3. Agrupación de Fan coils

Nº subsistema	Ventiladores		R (Kw)	C (Kw)
	Horario	Caudal(m <sup>3</sup> /h)		
1	HA_CLIMA_BAR	1250	9,3	9
2	HA_CLIMA_RESTAURANTE	7050	54,30	47,4
3	HA_CLIMA_VEST_BAÑOS	3360	23,20	31,8
4	HA_CLIMA_VEST_BAÑOS	4220	27,8	45,8
5	HA_CLIMA_SALA_POLI	4700	36,20	31,6
6	HA_CLIMA_DESPA_ADMIN	1250	8	13,8
7	HA_CLIMA_DESPA_ADMIN	8440	65,8	59,2
8	HA_CLIMA_DESPA_ADMIN	2100	13,51	29,3
9	HA_CLIMA_VEST_BAÑOS	220	1,50	3,4
10	HA_CLIMA_HABITACIÓN	3520	24	54,4
11	HA_CLIMA_HABITACIÓN	700	4,42	9,94
12	HA_CLIMA_HABITACIÓN	3520	24	54,5
13	HA_CLIMA_HABITACIÓN	700	4,42	9,94
14	HA_CLIMA_OTRAS	0	0	0
15	HA_CLIMA_OTRAS	0	0	0
16	HA_CLIMA_COCINA	144	0	0
17	HA_CLIMA_COCINA	29	0	0
18	HA_CLIMA_VEST_BAÑOS	585	0	0
19	-	0	0	0

\*R→ Refrigeración; \*C→ Calefacción

Tabla 4.4. Parámetros de los subsistemas secundarios Fan coil

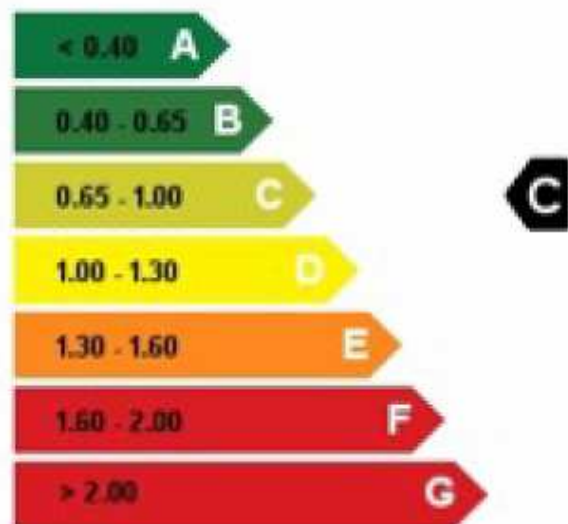


UTA N°	Ventiladores		
	Horario	Caudal(m3/h)	Potencia (kW)
1	HA_CLIMA_VEST_BAÑOS	7746	4,40
2	HA_CLIMA_VEST_BAÑOS	6638	4,40
3	HA_CLIMA_VEST_BAÑOS	6979	4,40
4	HA_CLIMA_HABITACIÓN	4600	2,2
5	HA_CLIMA_HABITACIÓN	4716	2,2
6	HA_CLIMA_HABITACIÓN	4600	2,2
7	HA_CLIMA_HABITACIÓN	4716	2,2

Tabla 4.5. Parámetros de los subsistemas secundarios Climatizadora de aire primario

#### 4.4 Resultados obtenidos

Una vez introducidos todos los sistemas se ha procedido a realizar la calificación energética del hotel, siendo la calificación global del edificio resultante la indicada en la figura 4.4.



Original: C IEE = 0.738

Modificada: C IEE = 0.738

Figura 4.4. Resultado calificación energética

Se observa que el valor del indicador de emisiones de CO<sub>2</sub> es de 0,738, obteniendo así una calificación C.

En la figura 4.5. se indica la calificación detallada del edificio en la cual se puede observar el indicador de emisiones para cada una de las instalaciones del edificio.

#### Calificación en emisiones de CO<sub>2</sub>

Original: **C**

Modificada: **C**

Concepto	Original (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	Modificado (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	Referencia (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	Índice original	Índice modificado
Emisiones Clima.	111.29	111.29	4325.50	0.026	0.026
Emisiones Ilumina.	14.51	14.51	34.16	0.425	0.425
Emisiones A.C.S.	1.99	1.99	1.19	1.671	1.671
<b>Emisiones Totales</b>	<b>127.79</b>	<b>127.79</b>	<b>173.25</b>	<b>0.738</b>	<b>0.738</b>

Área de suelo: 3518.41 m<sup>2</sup>

Figura 4.5. Calificación detallada en emisiones de CO<sub>2</sub>

También se puede observar que el hotel tiene un consumo de energía primaria anual de 752,05 kWh/m<sup>2</sup> tal y como se indica en la figura 4.6.

#### Calificación en energía primaria

Original: **C**

Modificada: **C**

Concepto	Original (kWh/m <sup>2</sup> )	Modificado (kWh/m <sup>2</sup> )	Referencia (kWh/m <sup>2</sup> )	Índice original	Índice modificado
Primaria Clima.	656.99	656.99	16537.18	0.040	0.040
Primaria Ilumina.	85.67	85.67	201.66	0.425	0.425
Primaria A.C.S.	9.39	9.39	7.02	1.337	1.337
<b>Primaria Total</b>	<b>752.05</b>	<b>752.05</b>	<b>890.91</b>	<b>0.844</b>	<b>0.844</b>

Área de suelo: 3518.41 m<sup>2</sup>

Figura 4.6. Calificación en energía primaria

Una vez obtenida la calificación energética, nuestro objetivo es mejorar dicha calificación para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y mejorar así la eficiencia energética de nuestro edificio.

A continuación vamos a ver la forma de realizar una mejora en su eficiencia energética mediante la instalación de un sistema de control inmótico y obtener posteriormente su calificación energética.

## 5 Mejora de la calificación energética

### 5.1 Introducción

La mejora de la calificación energética se realizará mediante la instalación de un sistema de control inmótico. Aunque los sistemas domóticos/inmóticos contribuyen a la eficiencia energética, los programas oficiales existentes para obtener la calificación energética, no permiten contabilizar la aportación de dichos sistemas.

Por esta razón la Asociación Española de Domótica (CEDOM) ha elaborado un procedimiento basado en la norma española UNE-EN 15232 “Eficiencia energética de los edificios. Métodos de cálculo de las mejoras de la eficiencia energética mediante la aplicación de sistemas integrados de gestión técnica de edificios”.

Este procedimiento es aplicable a partir de la calificación energética obtenida como resultado de aplicar la opción simplificada o cualquiera de los programas informáticos de calificación oficiales. Es aplicable tanto a edificios residenciales como terciarios.

Para aplicar este procedimiento, es importante remarcar que se deben deshabilitar en Calener GT las funciones relativas al control de la iluminación, que es como se ha realizado la calificación de nuestro edificio. Así obtenemos la calificación de un edificio sin ningún tipo de control.

La norma UNE-EN 15232 tiene en consideración elementos de control para la regulación de la calefacción, la refrigeración, la ventilación y el aire acondicionado, la iluminación y las persianas. Considera también los sistemas de automatización y la gestión técnica de viviendas y edificios.

Dicha norma establece una clasificación energética del Sistema de Automatización y Control (BACS). Es importante no confundir esta clasificación con la clasificación establecida en la calificación energética de edificios.



Figura 5.1. Clasificación energética del Sistema de Automatización y Control

## 5.2 Descripción del procedimiento

El procedimiento a realizar consta de varios pasos que se pueden resumir de la siguiente manera:

1. Realizar la calificación energética del edificio, sin ningún sistema de control ni automatización, según los programas autorizados.
2. Determinar la clase de eficiencia energética del control del edificio según la norma UNE-EN 15232. Para ello es necesario disponer de una descripción de la instalación de gestión y control energético del edificio. A continuación, mediante unas tablas que contiene la norma y que están incluidas en el Anexo 3, se determina la clasificación energética del Sistema de Automatización y Control. Para cumplimentar las tablas, se ha de ir marcando funcionalidad a funcionalidad el nivel de control y gestión que tiene la instalación del edificio.
3. Determinar los factores de eficiencia según la norma UNE-EN 15232 a partir de la clase obtenida en el paso 2. La norma define un factor de eficiencia para la energía térmica (también utilizado para ACS) y otro para la energía eléctrica. Para ello dispone de unas tablas para determinar cada factor en función de la tipología del edificio. Dichas tablas están incluidas en el Anexo 3.
4. Aplicar los factores de eficiencia, obtenidos en el paso 3, a la calificación energética del edificio determinada en el paso 1, para obtener la nueva calificación energética teniendo en cuenta el nivel de control y automatización del edificio.

## 5.3 Aplicación del procedimiento a nuestro edificio

En este apartado se va a aplicar el procedimiento anteriormente descrito a nuestro edificio.

### 5.3.1 Calificación energética del edificio

La calificación energética se ha realizado con el programa Calener GT cuyos resultados se pueden observar en las figuras 4.4., 4.5. y 4.6.

### 5.3.2 Determinación de la clasificación energética del sistema de control

Para poder determinar la clasificación energética del sistema de control, antes es necesario definir el mismo. A continuación se indican las características más importantes del sistema de control inmótico, que se implementará bajo el estándar KNX, propuesto para mejorar la eficiencia energética del hotel:

- **Iluminación:** En las zonas de paso como distribuidores y vestíbulos, la iluminación se gestionará de forma automática mediante detectores de presencia, de modo que se encenderán siempre que sea necesario y según las necesidades de luz, ya que contarán con una fotocélula que nos indicará la luz existente en la zona.

En el restaurante y el bar la iluminación se realizará por regulación teniendo en cuenta la luz natural.

En las habitaciones se realizará un control y regulación manual según el gusto del cliente, pero condicionado a la aportación de luz exterior y a la activación del tarjetero de la habitación. En el baño la iluminación será automática y se realizará por control de presencia.

- **Persianas:** Todas las persianas estarán motorizadas. El control se realizará según las condiciones interiores, exteriores y el confort, ya sea definido por el usuario o la dirección. La apertura y el cierre se realizará en función de la luz natural existente y también de la cantidad de radiación solar que entre por la ventana.
- **Climatización:** El control tendrá en cuenta varios factores, como las condiciones exteriores, las condiciones en el interior de las salas o habitaciones y finalmente las establecidas por la dirección o recepción.  
Los Fan coils se integrarán en el sistema de control inmótico de forma que se pueda establecer para las distintas habitaciones y zonas del hotel la temperatura, así como ver el estado de las mismas. Para ello se incorporarán un elemento de control inmótico.  
Además las bombas del circuito de climatización dispondrán de un variador de frecuencia controlado por el sistema inmótico.
- **Ventilación:** Cada una de las UTA's dispone de un variador de velocidad que permite variar la velocidad del ventilador y que será controlado también por el sistema inmótico. También se incluirá en el control la opción de realizar free-cooling y controlar la humedad del aire de impulsión. Se dispondrá en los diferentes espacios del hotel de un sensor de medida de la calidad del aire (concentración de CO<sub>2</sub>, humedad relativa y temperatura).
- Independientemente del funcionamiento del sistema inmótico, para conseguir una correcta gestión y monitorización de la totalidad de la instalación, se instalará un ordenador ubicado en las oficinas del hotel.

### 5.3.3 Determinación de los factores de eficiencia

Atendiendo a las características del sistema de control inmótico descrito en el apartado 5.3.2. y rellenando las tablas 3.1., 3.2., 3.3. y 3.4. del Anexo 3 se obtiene la clasificación de nuestro sistema de control que tendrá una clase de eficiencia energética A. Los resultados obtenidos se muestran en las tablas 5.1., 5.2., 5.3. y 5.4 que se muestran a continuación

		Definición de las clases			
		No Residencial			
		D	C	B	A
<b>REGULACIÓN AUTOMÁTICA</b>					
<b>REGULACIÓN DE LA CALEFACCIÓN</b>					
<b>Regulación de la emisión</b>					
	El sistema de control se instala en el nivel del emisor o del ambiente, para el caso 1, un solo sistema puede controlar varios ambientes				
0	No se realiza ninguna regulación automática				
1	Regulación automática centralizada	■			
2	Regulación automática de ambientes individuales con válvulas termostáticas o reguladores electrónicos	■	■		
3	Regulación de ambientes individuales con comunicación entre reguladores y con el BACS	■	■	■	
4	Regulación integrada de ambientes individuales incluso con control de la demanda (ocupación, calidad de aire, etc.)	■	■	■	■
<b>Regulación de la temperatura (de impulsión o de retorno) del agua caliente de la red de distribución</b>					
	Se puede aplicar una función similar al control de las redes de calefacción directas				
0	No se realiza ninguna regulación automática	■			
1	Regulación con compensación por temperatura exterior	■	■		
2	Regulación de la temperatura interior	■	■	■	■
<b>Control de las bombas de distribución</b>					
	Las bombas controladas se pueden instalar en diferentes niveles de la red				
0	Sin control	■			
1	Control de arranque/parada	■	■		
2	Control de bombas de velocidad variable con $\Delta p$ constante	■	■	■	■
3	Control de bombas de velocidad variable con $\Delta p$ proporcional	■	■	■	■
<b>Control intermitente de la emisión y/o la distribución</b>					
	Un regulador puede controlar varias zonas/ambientes que tengan las mismas pautas de ocupación				
0	No se realiza ninguna regulación automática	■			
1	Regulación automática con un programa horario prefijado	■	■		
2	Regulación automática con optimización de arranque/parada	■	■	■	■
<b>Control del generador</b>					
0	A temperatura constante	■			
1	A temperatura variable dependiendo de la temperatura exterior	■	■		
2	A temperatura variable dependiendo de la carga	■	■	■	■
<b>Secuencia de diferentes generadores NO APLICA</b>					
0	Prioridades basadas solo en las cargas	■	■		
1	Prioridades basadas en las cargas y en la capacidad del generador	■	■	■	
2	Prioridades basadas en la eficiencia del generador (comprobar otra norma)	■	■	■	■

Tabla 5.1. Clasificación energética del sistema inmótico del Hotel I

		Definición de las clases			
		No Residencial			
		D	C	B	A
<b>REGULACIÓN DE LA REFRIGERACIÓN</b>					
<b>Regulación de la emisión</b>					
	El sistema de control se instala en el nivel del emisor o del ambiente, para el caso 1, un solo sistema puede controlar varios ambientes				
0	No se realiza ninguna regulación automática				
1	Regulación automática centralizada				
2	Regulación automática de ambientes individuales con válvulas termostáticas o reguladores electrónicos				
3	Regulación de ambientes individuales con comunicación entre reguladores y con el BACS				
4	Regulación integrada de ambientes individuales incluso con control de la demanda (ocupación, calidad de aire, etc.)				X
<b>Regulación de la temperatura (de impulsión o de retorno) del agua caliente de la red de distribución</b>					
	Se puede aplicar una función similar al control de las redes de calefacción directas				
0	No se realiza ninguna regulación automática				
1	Regulación con compensación por temperatura exterior				
2	Regulación de la temperatura interior				X
<b>Control de las bombas de distribución</b>					
	Las bombas controladas se pueden instalar en diferentes niveles de la red				
0	Sin control				
1	Control de arranque/parada				
2	Control de bombas de velocidad variable con $\Delta p$ constante				X
3	Control de bombas de velocidad variable con $\Delta p$ proporcional				
<b>Control intermitente de la emisión y/o la distribución</b>					
	Un regulador puede controlar varias zonas/ambientes que tengan las mismas pautas de ocupación				
0	No se realiza ninguna regulación automática				
1	Regulación automática con un programa horario prefijado				
2	Regulación automática con optimización de arranque/parada				X
<b>Enclavamiento entre la regulación de la calefacción de la refrigeración en la emisión y/o distribución</b>					
0	Sin enclavamiento				
1	Enclavamiento parcial (dependiente del sistema de CVC)				
2	Enclavamiento total				X
<b>Control del generador</b>					
0	A temperatura constante				
1	A temperatura variable dependiendo de la temperatura exterior				
2	A temperatura variable dependiendo de la carga				X
<b>Secuencia de diferentes generadores NO APLICA</b>					
0	Prioridades basadas solo en las cargas				
1	Prioridades basadas en las cargas y en la capacidad del generador				
2	Prioridades basadas en la eficiencia del generador (comprobar otra norma)				

Tabla 5.2. Clasificación energética del sistema inmótico del Hotel II



		Definición de las clases			
		No Residencial			
		D	C	B	A
<b>REGULACIÓN DE LA VENTILACIÓN Y DEL AIRE ACONDICIONADO</b>					
<b>Regulación del caudal de aire a nivel del ambiente</b>					
0	Sin control				
1	Control manual				
2	Control por horario				
3	Por control de presencia				
4	Por control de la demanda				X
<b>Regulación del caudal de aire a nivel del climatizador</b>					
0	Sin control				
1	Control horario de arranque/parada				
2	Regulación automática del caudal o la presión con o sin reajuste de la presión				X
<b>Control antihielo de recuperadores de energía</b>					
0	Sin control antihielo				
1	Con control antihielo				X
<b>Control de sobrecalentamiento de recuperadores de energía</b>					
0	Sin control de sobrecalentamiento				
1	Con control de sobrecalentamiento				X
<b>Refrigeración gratuita</b>					
0	Sin control				
1	Refrigeración nocturna				
2	Refrigeración gratuita				X
3	Control directo h,x				
<b>Regulación de la temperatura de impulsión</b>					
0	Sin control				
1	Punto de consigna constante				
2	Punto de consigna variable con compensación por temperatura exterior				
3	Punto de consigna variable con compensación dependiente de la demanda				X
<b>Regulación de la humedad</b>					
0	Sin regulación				
1	Limitación de la humedad del aire de impulsión				
2	Regulación de la humedad del aire de impulsión				X
3	Regulación de la humedad del aire ambiente o de retorno				

Tabla 5.3. Clasificación energética del sistema inmótico del Hotel III



		Definición de las clases			
		No Residencial			
		D	C	B	A
<b>CONTROL DE LA ILUMINACIÓN</b>					
<b>Control de ocupación</b>					
0	Interruptor manual para encender/apagar				
1	Interruptor manual para encender/apagar + señal adicional de apagado generalizado				
2	Control automático de encendido/atenuado				
3	Control automático de encendido/apagado				X
4	Control manual de encendido/atenuado automático				
5	Control manual de encendido/apagado automático				
<b>Control de la iluminación natural</b>					
0	Manual				
1	Automático				X
<b>CONTROL DE PERSIANAS</b>					
0	Mando manual				
1	Mando motorizado con control manual				
2	Mando motorizado con regulación automática				
3	Control combinado iluminación/persianas/CVC (también mencionado anteriormente)				X
<b>SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE VIVIENDAS</b>					
<b>SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE EDIFICIOS</b>					
0	No hay un sistema de automatización de viviendas - No hay un sistema de automatización y control de edificios				
1	Adaptación centralizada del sistema de automatización y control de viviendas y edificios a las necesidades del usuario, por ejemplo pro-gramas horarios, puntos de consigna,...				
2	Optimización centralizada del sistema de automatización y control de viviendas y edificios, por ejemplo ajuste de reguladores, puntos de consigna, ...				X
<b>GESTIÓN TÉCNICA DE DE VIVIENDAS Y EDIFICIOS</b>					
<b>Detección de fallos de los sistemas de viviendas y edificios y prestación del soporte necesario para el diagnóstico de estos fallos</b>					
0	No				
1	Si				X
<b>Presentación de la información sobre el consumo de energía, condiciones interiores y posibilidades de mejora</b>					
0	No				
1	Si				X

Tabla 5.4. Clasificación energética del sistema inmótico del Hotel IV

Una vez obtenida la clase de eficiencia energética, se obtienen los factores de eficiencia. Para ello consultando las tablas 3.5. y 3.7. del Anexo 3 se obtienen los siguientes factores indicados en las columnas (3) y (4) de la tabla 5.5.

### 5.3.4 Aplicación de los factores de eficiencia

En este punto es importante remarcar que el edificio de referencia para el Calener GT y para la norma UNE-EN 15232 deben ser el mismo. Es decir en el Calener GT como no hemos aplicado ningún control, el edificio de referencia es un edificio sin control inmótico.

Para la norma UNE-EN 15232 el edificio de referencia es el que tiene el sistema de Automatización y Control estándar, es decir clase C.

Por lo tanto los datos de los factores de eficiencia deben referirse a un edificio con sistema de control de clase D (edificio sin control inmótico). Para ello dividimos el factor de eficiencia obtenido (4) entre el factor de eficiencia de un edificio no eficiente (clase D). El proceso se muestra en la tabla 5.5.

Seguidamente multiplicando las emisiones del edificio objeto debidas a climatización, iluminación y ACS por el factor corregido (5), obtenemos las emisiones del edificio objeto teniendo en cuenta la aportación del sistema inmótico en la mejora de la eficiencia energética del edificio.

Concepto	Resultados Calener GT (sin control inmótico)		Factores UNE-EN 15232				Cálculos	
	(1) Emisiones edificio objeto KgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	(2) Emisiones edificio referencia KgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	(3) Factor eficiencia edificio no eficiente, clase D	(4) Factor eficiencia edificio objeto, clase A	(5) Corrección (4)/(3)	(6) Emisiones edificio objeto corregidas (1)*(5) KgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>		
Climatización	111,29	4325,50	$f_{BAC,HC}$ 1,31	$f_{BAC,HC}$ 0,68	0,52	57,87		
Iluminación	14,51	34,16	$f_{BAC,el}$ 1,07	$f_{BAC,el}$ 0,90	0,84	12,19		
ACS	1,99	1,19	$f_{BAC,HC}$ 1,31	$f_{BAC,HC}$ 0,68	0,52	1,03		
Totales	127,79	173,25	-	-	-	71,09		

Tabla 5.5. Aplicación de los factores de eficiencia

Finalmente en la tabla 5.6 podemos observar la nueva calificación energética obtenida. Se puede observar que hemos pasado de una calificación energética C a una B.

Resultados Finales		
Emisiones totales del edificio objeto (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	(1)	127,79
Emisiones totales del edificio de referencia (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	(2)	173,25
Emisiones totales del edificio objeto corregidas (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	(6)	71,09
Índice de emisiones según Calener GT sin control inmótico	(1)/(2)	0,738
Calificación energética según Calener GT sin control inmótico	-	C
Índice de emisiones aplicando la norma UNE-EN 15232 con control inmótico	(6)/(2)	0,41
Calificación energética aplicando la norma UNE-EN 15232 con control inmótico	-	B

Tabla 5.6. Resultados finales de la calificación energética con sistema de control inmótico

## 6 Estudio y viabilidad económica

En este apartado se va a realizar un estudio para ver si es viable económicamente la propuesta de un sistema inmótico como mejora de la calificación energética.

En el caso del edificio sin mejoras se tienen los siguientes consumos en energía primaria:

- Consumo en climatización: 2311,56 MWh/año
- Consumo en iluminación: 301,42 MWh/año
- Consumo en ACS: 33,04 MWh/año

En el caso de aplicar las mejora del sistema de control inmótico tenemos los siguientes consumos. Para ello multiplicamos los consumos sin sistema inmótico por el coeficiente de corrección (5) obtenido en el apartado 5.3.4.:

- Consumo en climatización:  $2311,56 \times 0,52 = 1202,01$  MWh/año
- Consumo en iluminación:  $301,42 \times 0,84 = 253,19$  MWh/año
- Consumo en ACS:  $33,04 \times 0,52 = 17,18$  MWh/año

Por lo tanto se obtienen los siguientes ahorros energéticos:

- Ahorro energético en climatización: 1109,55 MWh/año
- Ahorro energético en iluminación: 48,23 MWh/año
- Ahorro energético en ACS: 15,86 MWh/año

Utilizando para el coste de la energía eléctrica un valor de 0,13 euros/kWh y para el coste del gas un valor 0,05 euros/kWh, obtenemos el siguiente ahorro económico anual:

- Ahorro económico en climatización: 144241,5 euros/año
- Ahorro económico en iluminación: 7234,5 euros/año
- Ahorro económica en ACS: 793euros/año
- Ahorro Total= 152269 euros/año

En la Tabla 6.1 se puede observar un presupuesto aproximado que podría tener la instalación del sistema inmótico propuesto y que asciende a **214736 euros**, por lo que el sistema inmótico quedaría amortizado en aproximadamente **1,41 años**.

Descripción	Cantidad	Precio unitario (euros)	Total (euros)
Fuente de alimentación Bus	8	335,2	2681,6
Actuador de 2 canales	60	270	16200
Detector de presencia	60	95	5700
Sensor luminosidad	60	290	17400
Salida regulada 4 canales todo tipo luminarias	68	675	45900
Unidad acopladora de bus	120	67	8040
Pulsador simple	60	80	4800
Pulsador doble	60	92	5520
Pasarela variador/knx	10	450	4500
Controlador UTA	7	440	3080
Controlador de fan-coils	54	320	17280
Sensor calidad del aire (CO2, humedad, temperatura)	60	231	13860
Motor persiana	60	190	11400
Medidor de energía 3 canales	60	430,14	25808,4
Módulo interfaz de medición	60	230	13800
Actuador persiana	60	160	9600
Cable de bus (metros)	1200	1,23	1476
Instalación y conexión de elementos	1	3500	3500
Estación meteorológica	1	490	490
Programación del sistema	1	2500	2500
Equipo informático de supervisión y control	1	1200	1200
<b>TOTAL</b>			<b>214736</b>

Tabla 6.1. Coste de la instalación inmótica

## 7 Trabajos futuros

Debido a que la norma UNE-EN 15232 se actualizó en el año 2014, CEDOM está trabajando en la actualización del procedimiento de calificación energética para tener en cuenta muchas más variables y permitir acercarse más a la realidad tecnológica actual.

Por lo tanto un trabajo futuro, sería obtener una nueva calificación energética utilizando el nuevo procedimiento.

## 8 Conclusiones

Mediante la realización de este trabajo se ha podido comprobar que un sistema domótico/inmótico permite mejorar la calificación energética de un edificio y mejorar su ahorro energético.

Además la metodología expuesta resuelve el problema de poder contabilizar el ahorro energético que aporta la domótica/inmótica en los programas de calificación energética actuales.

## 9 Lista de referencias

[1] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA). Disponible en <http://www.idae.es/>

[2] Instituto Catalán de Energía <http://icaen.gencat.cat/es/>

[3] Preguntas frecuentes sobre las herramientas de calificación. Disponible en [http://icaen.gencat.cat/web/.content/01\\_estalvi\\_i\\_eficiencia\\_energetica/documents/arxius/faqs\\_certificacion\\_edificios\\_cast.pdf](http://icaen.gencat.cat/web/.content/01_estalvi_i_eficiencia_energetica/documents/arxius/faqs_certificacion_edificios_cast.pdf)

[4] Calener GT. Grandes edificios terciarios. Manual de Usuario. Disponible en [http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_CALENER\\_01\\_GT\\_Manual\\_Usuario\\_A2009\\_A\\_3f7f57eb.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_CALENER_01_GT_Manual_Usuario_A2009_A_3f7f57eb.pdf)

[5] Calener GT. Grandes edificios terciarios. Manual Técnico. Disponible en [http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_CALENER\\_03\\_GT\\_Manual\\_Tecnico\\_A2009\\_A\\_f23fc148.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_CALENER_03_GT_Manual_Tecnico_A2009_A_f23fc148.pdf)

[6] Calener GT. Grandes edificios terciarios. Manual de Referencia. Disponible en [http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_CALENER\\_04\\_GT\\_Manual\\_Referencia\\_A2009\\_A\\_55d36db6.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_CALENER_04_GT_Manual_Referencia_A2009_A_55d36db6.pdf)

[7] Asociación Española de Domótica e Inmótica. Disponible en <http://www.cedom.es>

[8] Procedimiento para la certificación energética de edificios con domótica o inmótica. Disponible en <http://www.cedom.es/sobre-domotica/certificacion-energetica>

[9] Proyecto ejecutivo de las instalaciones de un hotel (UPC). Autor Jose María Martínez Blancas



UNIVERSIDAD DE JAÉN  
*Centro de Estudios de Postgrado*

## Trabajo Fin de Máster

# CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE UN EDIFICIO TERCIARIO Y PROPUESTA DE MEJORA CON INSTALACIÓN INMÓTICA

## ANEXOS

**Alumno/a:** Bonache Gómez, Miguel Ángel

**Tutor/a:** Prof. D. Alfonso Rodríguez Quesada

**Dpto:** Ingeniería Mecánica y Minera

**Diciembre, 2016**





## ÍNDICE

ANEXO 1. COMPOSICIÓN DE LOS CERRAMIENTOS.....	4
ANEXO 2. HORARIOS ANUALES.....	7
ANEXO 3. TABLAS DE LA NORMA UNE-EN 15232.....	15
ANEXO 4. INFORME DE CALENER GT.....	21

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Composición muro exterior.....	4
Figura 1.2. Composición cubierta plana.....	4
Figura 1.3. Composición cubierta inclinada.....	5
Figura 1.4. Composición forjado interno.....	5
Figura 1.5. Composición solera.....	6
Figura 1.6. Composición tabique.....	6

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.1.</b> Horario de ocupación de espacios.....	8
<b>Tabla 2.2.</b> Horario de iluminación.....	9
<b>Tabla 2.3.</b> Horario de funcionamiento de equipos.....	10
<b>Tabla 2.4.</b> Horario de funcionamiento de la climatización.....	12
<b>Tabla 2.5.</b> Horario de infiltraciones.....	13
<b>Tabla 2.6.</b> Horario de demanda de ACS.....	14
<b>Tabla 3.1.</b> Clasificación energética del sistema de Automatización y Control I.....	15
<b>Tabla 3.2.</b> Clasificación energética del sistema de Automatización y Control II.....	16
<b>Tabla 3.3.</b> Clasificación energética del sistema de Automatización y Control III.....	17
<b>Tabla 3.4.</b> Clasificación energética del sistema de Automatización y Control IV.....	18
<b>Tabla 3.5.</b> Factores de eficiencia. Edificios no residenciales (Energía térmica).....	19
<b>Tabla 3.6.</b> Factores de eficiencia. Edificios residenciales (Energía térmica).....	19
<b>Tabla 3.7.</b> Factores de eficiencia. Edificios no residenciales (Energía eléctrica).....	20
<b>Tabla 3.8.</b> Factores de eficiencia. Edificios residenciales (Energía eléctrica).....	20

## Anexo 1. Composición de los cerramientos

### 1.1 Muro exterior

Nombre

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

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	1 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80	0,115	0,567	1150	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,015	0,700	1350	1000	
3	MW Lana mineral [0,04 W/(mK)]	0,021	0,041	40	1000	
4	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,090	0,432	930	1000	
5	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015	0,570	1150	1000	
6						

Grupo Material

Material   Espesor (m)

U  W/(mK)




Figura 1.1. Composición muro exterior

### 1.2 Cubierta plana

Grupo Cerramientos:

Nombre

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

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0,020	1,000	2000	800	
2	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,010	0,410	900	1000	
3	MW Lana mineral [0,04 W/(mK)]	0,032	0,041	40	1000	
4	Betún fieltro o lámina	0,010	0,230	1100	1000	
5	FU Entrevigado de hormigón aligerado d <	0,250	1,121	1180	1000	
6	Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0,040	0,250	825	1000	
7						

Grupo Material

Material   Espesor (m)

U  W/(mK)

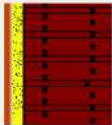


Figura 1.2. Composición cubierta plana

### 1.3 Cubierta inclinada

Grupo Cerramientos

Nombre

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

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Teja de arcilla cocida	0,010	1,000	2000	800	
2	Betún fieltro o lámina	0,010	0,230	1100	1000	
3	MW Lana mineral [0.04 W/(mK)]	0,037	0,041	40	1000	
4	Betún fieltro o lámina	0,010	0,230	1100	1000	
5	FU Entrevigado de hormigón aligerado d<	0,250	1,121	1180	1000	
6	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020	0,570	1150	1000	
7						

Grupo Material

Material   Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U  W/(m²K)

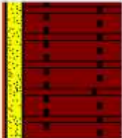


Figura 1.3. Composición cubierta inclinada

### 1.4 Forjado interno

Grupo Cerramientos

Nombre

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

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Azulejo cerámico	0,010	1,300	2300	840	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,050	1,300	1900	1000	
3	MW Lana mineral [0.04 W/(mK)]	0,034	0,041	40	1000	
4	FU Entrevigado de hormigón aligerado d<	0,250	1,121	1180	1000	
5	Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0,040	0,250	825	1000	
6						

Grupo Material

Material   Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U  W/(m²K)

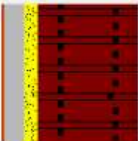


Figura 1.4. Composición forjado interno

### 1.5 Solera

Grupo Cerramientos

Nombre

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

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Azulejo cerámico	0,010	1,300	2300	840	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,050	1,300	1900	1000	
3	MW Lana mineral [0,04 W/(mK)]	0,043	0,041	40	1000	
4	Hormión armado d > 2500	0,400	2,500	2600	1000	
5						

Grupo Material

Material   Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U  W/(m²K)

Figura 1.5. Composición solera

### 1.6 Tabique

Grupo Cerramientos

Nombre

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

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015	0,570	1150	1000	
2	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070	0,432	930	1000	
3	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015	0,570	1150	1000	
4						

Grupo Material

Material   Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U  W/(m²K)

Figura 1.6. Composición tabique





10h - 11h	25	100	100	100	100	100	100	100	100
11h - 12h	25	100	100	100	100	100	100	100	100
12h - 13h	25	50	50	100	100	100	100	100	100
13h - 14h	25	100	100	100	100	100	100	100	0
14h - 15h	25	100	100	0	50	100	0	100	0
15h - 16h	100	100	100	0	50	100	0	100	0
16h - 17h	100	0	50	100	50	0	0	100	100
17h - 18h	50	0	50	100	50	0	100	100	100
18h-19h	50	0	25	100	100	100	100	100	100
19h - 20h	50	0	50	0	100	100	100	100	0
20h - 21h	50	100	50	0	50	100	100	100	0
21h - 22h	50	100	100	0	25	100	0	100	0
22h - 23h	50	100	100	0	50	100	100	50	0
23h - 24h	100	25	50	0	25	100	100	50	0

Tabla 2.1. Horario de ocupación de espacios

## 2.2 Horario de iluminación

Para cada uno de los espacios se ha definido su propio horario anual cuyos nombres utilizados en HULC y Calener GT se indican a continuación:

HA\_ILU\_HABITACIÓN → Para las habitaciones

HA\_ILU\_RESTAURANTE → Para el restaurante

HA\_ILU\_BAR → Para el bar

HA\_ILU\_DESPA\_ADMIN → Para los despachos y zona administración

HA\_ILU\_VEST\_BAÑOS → Para los vestíbulos y baños de planta baja

HA\_ILU\_COCINA → Para las cocinas

HA\_ILU\_SALA\_POLI → Para la sala polivalente

HA\_ILU\_RECEPCIÓN → Para la Recepción

HA\_ILU\_OTRAS → Para el resto de espacios

Intervalo horario	Habitación (%)	Restaurante (%)	Bar (%)	Despachos, administración (%)	Vestíbulo, baños (%)	Cocina (%)	Sala polivalente (%)	Recepción (%)	Resto (%)
0h - 1h	20	0	0	0	100	0	0	50	0
1h - 2h	20	0	0	0	100	0	0	50	0
2h - 3h	20	0	0	0	100	0	0	50	0
3h - 4h	20	0	0	0	100	0	0	50	0
4h - 5h	20	0	0	0	100	0	0	50	0
5h - 6h	20	0	0	0	100	0	0	50	0
6h - 7h	20	0	0	0	100	100	0	50	0
7h - 8h	30	100	100	0	100	100	0	50	0
8h - 9h	30	100	100	100	100	100	0	10	0
9h - 10h	30	100	100	100	100	100	100	10	0
10h - 11h	30	100	100	100	100	100	100	10	100
11h - 12h	30	100	100	100	100	100	100	10	100
12h - 13h	30	100	100	100	100	100	100	10	100
13h - 14h	30	100	100	100	100	100	100	10	0
14h - 15h	30	100	100	0	100	100	0	10	0
15h - 16h	30	100	100	0	100	100	0	10	0
16h - 17h	30	0	100	100	100	0	0	10	100
17h - 18h	30	0	100	100	100	0	100	10	100
18h-19h	50	0	100	100	100	100	100	10	100
19h - 20h	100	0	100	0	100	100	100	10	0
20h - 21h	100	100	100	0	100	100	100	10	0
21h - 22h	100	100	100	0	100	100	0	10	0
22h - 23h	100	100	100	0	100	100	100	50	0
23h - 24h	50	100	100	0	100	100	100	50	0

Tabla 2.2. Horario de iluminación

### 2.3 Horario de funcionamiento de equipos

El horario de funcionamiento de equipos es el mismo para todos los espacios y se ha nombrado como HA\_EQUIPOS.

Intervalo horario	General (%)
0h - 1h	25
1h - 2h	25
2h - 3h	25
3h - 4h	25
4h - 5h	25
5h - 6h	25
6h - 7h	25
7h - 8h	25
8h - 9h	50
9h - 10h	100
10h - 11h	100
11h - 12h	100
12h - 13h	100
13h - 14h	100
14h - 15h	100
15h - 16h	100
16h - 17h	100
17h - 18h	100
18h-19h	100
19h - 20h	100
20h - 21h	100
21h - 22h	100
22h - 23h	100
23h - 24h	50

Tabla 2.3. Horario de funcionamiento de equipos



14h - 15h	1	1	1	0	1	1	1	1	0
15h - 16h	1	1	1	0	1	1	0	1	0
16h - 17h	1	0	1	1	1	0	0	1	1
17h - 18h	1	0	1	1	1	0	1	1	1
18h-19h	1	0	1	1	1	1	1	1	1
19h - 20h	1	0	1	0	1	1	1	1	0
20h - 21h	1	1	1	0	1	1	1	1	0
21h - 22h	1	1	1	0	1	1	0	1	0
22h - 23h	1	1	1	0	1	1	1	1	0
23h - 24h	1	1	1	0	1	1	1	1	0

Tabla 2.4. Horario de funcionamiento de la climatización

## 2.5 Horario de infiltraciones

Para cada uno de los espacios se ha definido su propio horario anual cuyos nombres utilizados en HULC y Calener GT se indican a continuación:

HA\_INF\_HABITACIÓN → Para las habitaciones

HA\_INF\_RESTAURANTE → Para el restaurante

HA\_INF\_BAR → Para el bar

HA\_INF\_DESPA\_ADMIN → Para los despachos y zona administración

HA\_INF\_VEST\_BAÑOS → Para los vestíbulos y baños de planta baja

HA\_INF\_COCINA → Para las cocinas

HA\_INF\_SALA\_POLI → Para la sala polivalente

HA\_INF\_RECEPCIÓN → Para la Recepción

HA\_INF\_OTRAS → Para el resto de espacios

Intervalo horario	Habitación (%)	Restaurante (%)	Bar (%)	Despachos, administración (%)	Vestíbulo, baños (%)	Cocina (%)	Sala polivalente (%)	Recepción (%)	Resto (%)
0h - 1h	0	1	1	1	0	1	1	0	1
1h - 2h	0	1	1	1	0	1	1	0	1
2h - 3h	0	1	1	1	0	1	1	0	1
3h - 4h	0	1	1	1	0	1	1	0	1
4h - 5h	0	1	1	1	0	1	1	0	1
5h - 6h	0	1	1	1	0	1	1	0	1
6h - 7h	0	1	1	1	0	0	1	0	1
7h - 8h	0	0	0	1	0	0	1	0	1
8h - 9h	0	0	0	0	0	0	1	0	1
9h - 10h	1	0	0	0	0	0	0	0	1
10h - 11h	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11h - 12h	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12h - 13h	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13h - 14h	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14h - 15h	0	0	0	1	0	0	0	0	1
15h - 16h	0	0	0	1	0	0	1	0	1
16h - 17h	0	1	0	0	0	1	1	0	0
17h - 18h	0	1	0	0	0	1	0	0	0
18h-19h	0	1	0	0	0	0	0	0	0
19h - 20h	0	1	0	1	0	0	0	0	1
20h - 21h	0	0	0	1	0	0	0	0	1
21h - 22h	0	0	0	1	0	0	1	0	1
22h - 23h	0	0	0	1	0	0	0	0	1
23h - 24h	0	0	0	1	0	1	0	0	1

Tabla 2.5. Horario de infiltraciones

## 2.6 Horario de demanda de ACS

Intervalo horario	Demanda (%)
0h - 1h	5
1h - 2h	5
2h - 3h	5
3h - 4h	5
4h - 5h	5
5h - 6h	5
6h - 7h	10
7h - 8h	80
8h - 9h	100
9h - 10h	50
10h - 11h	25
11h - 12h	25
12h - 13h	25
13h - 14h	25
14h - 15h	50
15h - 16h	60
16h - 17h	70
17h - 18h	70
18h-19h	40
19h - 20h	25
20h - 21h	20
21h - 22h	20
22h - 23h	5
23h - 24h	5

Tabla 2.6. Horario de demanda de ACS

## Anexo 3. Tablas de la norma UNE-EN 15232

### 3.1 Clasificación energética del Sistema de Automatización y Control

		Definición de las clases							
		Residencial				No residencial			
		D	C	B	A	D	C	B	A
<b>REGULACIÓN AUTOMÁTICA</b>									
<b>REGULACIÓN DE LA CALEFACCIÓN</b>									
Regulación de la emisión									
<i>El sistema de control se instala en el nivel del emisor o del ambiente, para el caso 1, un solo sistema puede controlar varios ambientes</i>									
0	No se realiza ninguna regulación automática								
1	Regulación automática centralizada								
2	Regulación automática de ambientes individuales con válvulas termostáticas o reguladores electrónicos								
3	Regulación de ambientes individuales con comunicación entre reguladores y con el BACS								
4	Regulación integrada de ambientes individuales incluso con control de la demanda (ocupación, calidad de aire, etc.)								
Regulación de la temperatura (de impulsión o de retorno) del agua caliente de la red de distribución									
<i>Se puede aplicar una función similar al control de las redes de calefacción directas</i>									
0	No se realiza ninguna regulación automática								
1	Regulación con compensación por temperatura exterior								
2	Regulación de la temperatura interior								
Control de las bombas de distribución									
<i>Las bombas controladas se pueden instalar en diferentes niveles de la red</i>									
0	Sin control								
1	Control de arranque/parada								
2	Control de bombas de velocidad variable con $\Delta p$ constante								
3	Control de bombas de velocidad variable con $\Delta p$ proporcional								
Control intermitente de la emisión y/o la distribución									
<i>Un regulador puede controlar varias zonas/ambientes que tengan las mismas pautas de ocupación</i>									
0	No se realiza ninguna regulación automática								
1	Regulación automática con un programa horario prefijado								
2	Regulación automática con optimización de arranque/parada								
Control del generador									
0	A temperatura constante								
1	A temperatura variable dependiendo de la temperatura exterior								
2	A temperatura variable dependiendo de la carga								
Secuencia de diferentes generadores									
0	Prioridades basadas solo en las cargas								
1	Prioridades basadas en las cargas y en la capacidad del generador								
2	Prioridades basadas en la eficiencia del generador (comprobar otra norma)								

Tabla 3.1. Clasificación energética del sistema de Automatización y Control I



		Definición de las clases							
		Residencial				No residencial			
		D	C	B	A	D	C	B	A
<b>REGULACIÓN DE LA REFRIGERACIÓN</b>									
Regulación de la emisión									
	<i>El sistema de control se instala en el nivel del ensor o del ambiente, para el caso 1, un solo sistema puede controlar varios ambientes</i>								
0	No se realiza ninguna regulación automática								
1	Regulación automática centralizada								
2	Regulación automática de ambientes individuales con válvulas termostáticas o reguladores electrónicos								
3	Regulación de ambientes individuales con comunicación entre reguladores y con el BACS								
4	Regulación integrada de ambientes individuales incluso con control de la demanda (ocupación, calidad de aire, etc.)								
Regulación de la temperatura (de impulsión o de retorno) del agua fría de la red de distribución									
	<i>Se puede aplicar una función similar al control de las redes de refrigeración directas</i>								
0	No se realiza ninguna regulación automática								
1	Regulación con compensación por temperatura exterior								
2	Regulación de la temperatura interior								
Control de las bombas de distribución									
	<i>Las bombas controladas se pueden instalar en diferentes niveles de la red</i>								
0	Sin control								
1	Control de arranque/parada								
2	Control de bombas de velocidad variable con $\Delta p$ constante								
3	Control de bombas de velocidad variable con $\Delta p$ proporcional								
Control intermitente de la emisión y/o la distribución									
	<i>Un regulador puede controlar varias zonas/ambientes que tengan las mismas pautas de ocupación</i>								
0	No se realiza ninguna regulación automática								
1	Regulación automática con un programa horario prefijado								
2	Regulación automática con optimización de arranque/parada								
Enclavamiento entre la regulación de la calefacción y de la refrigeración en la emisión y/o la distribución									
0	Sin enclavamiento								
1	Enclavamiento parcial (dependiente del sistema de HVAC)								
2	Enclavamiento total								
Control del generador									
0	A temperatura constante								
1	A temperatura variable dependiendo de la temperatura exterior								
2	A temperatura variable dependiendo de la carga								
Secuencia de diferentes generadores									
0	Prioridades basadas solo en las cargas								
1	Prioridades basadas en las cargas y en la capacidad del generador								
2	Prioridades basadas en la eficiencia del generador (comprobar otra norma)								

Tabla 3.2. Clasificación energética del sistema de Automatización y Control II

		Definición de las clases							
		Residencial				No residencial			
		D	C	B	A	D	C	B	A
<b>REGULACIÓN DE LA VENTILACIÓN Y DEL AIRE ACONDICIONADO</b>									
Regulación del caudal de aire a nivel del ambiente									
0	Sin control								
1	Control manual								
2	Control por horario								
3	Por control de presencia								
4	Por control de la demanda								
Regulación del caudal de aire a nivel del climatizador									
0	Sin control								
1	Control horario de arranque/parada								
2	Regulación automática del caudal o la presión con o sin reajuste de la presión								
Control antihielo de recuperadores de energía									
0	Sin control antihielo								
1	Con control antihielo								
Control de sobrecalentamiento de recuperadores de energía									
0	Sin control de sobrecalentamiento								
1	Con control de sobrecalentamiento								
Refrigeración gratuita									
0	Sin control								
1	Refrigeración nocturna								
2	Refrigeración gratuita								
3	Control directo h,x								
Regulación de la temperatura de impulsión									
0	Sin control								
1	Punto de consigna constante								
2	Punto de consigna variable con compensación por temperatura exterior								
3	Punto de consigna variable con compensación dependiente de la demanda								
Regulación de la humedad									
0	Sin regulación								
1	Limitación de la humedad del aire de impulsión								
2	Regulación de la humedad del aire de impulsión								
3	Regulación de la humedad del aire ambiente o de retorno								

Tabla 3.3. Clasificación energética del sistema de Automatización y Control III

		Definición de las clases							
		Residencial				No residencial			
		D	C	B	A	D	C	B	A
<b>CONTROL DE LA ILUMINACIÓN</b>									
Control de ocupación									
0	Interruptor manual para encender/apagar								
1	Interruptor manual para encender/apagar + señal adicional de apagado generalizado								
2	Control automático de encendido/atemado								
3	Control automático de encendido/apagado								
4	Control manual de encendido/atemado automático								
5	Control manual de encendido/apagado automático								
Control de la iluminación natural									
0	Manual								
1	Automático								
<b>CONTROL DE PERSIANAS</b>									
0	Mando manual								
1	Mando motorizado con control manual								
2	Mando motorizado con regulación automática								
3	Control combinado iluminación/persianas/HVAC (también mencionado anteriormente)								
<b>SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE VIVIENDAS</b>									
<b>SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE EDIFICIOS</b>									
0	No hay un sistema de automatización de viviendas No hay un sistema de automatización y control de edificios								
1	Adaptación centralizada del sistema de automatización y control de viviendas y edificios a las necesidades del usuario, por ejemplo programas horarios, puntos de consigna, ...								
2	Optimización centralizada del sistema de automatización y control de viviendas y edificios, por ejemplo ajuste de reguladores, puntos de consigna, ...								
<b>GESTIÓN TÉCNICA DE DE VIVIENDAS Y EDIFICIOS</b>									
Detección de fallos de los sistemas de viviendas y edificios y prestación del soporte necesario para el diagnóstico de estos fallos									
0	No								
1	Si								
Presentación de la información sobre el consumo de energía, condiciones interiores y posibilidades de mejora									
0	No								
1	Si								

Tabla 3.4. Clasificación energética del sistema de Automatización y Control IV

### 3.2 Tablas de factores de eficiencia

Tipos de edificios no residenciales	Factores de eficiencia de la BAC $f_{BAC,HC}$			
	D	C (Referencia)	B	A
	No eficiente energéticamente	Estándar	Avanzado	Elevada eficiencia energética
Oficinas	1,51	1	0,80	0,70
Salas de conferencias	1,24	1	0,75	0,5 <sup>a</sup>
Centros de enseñanza (escuelas)	1,20	1	0,88	0,80
Hospitales	1,31	1	0,91	0,86
Hoteles	1,31	1	0,85	0,68
Restaurantes	1,23	1	0,77	0,68
Establecimientos comerciales de venta generalista y al detalle	1,56	1	0,73	0,6 <sup>a</sup>
Otros tipos: – centros deportivos – almacenes – edificios industriales – etc.		1		

<sup>a</sup> Estos valores dependen en gran medida de la demanda de calefacción/refrigeración para climatización.

Tabla 3.5. Factores de eficiencia. Edificios no residenciales (Energía térmica)

Tipos de Edificios residenciales	Factores de eficiencia de la BAC $f_{BAC,HC}$			
	D	C (Referencia)	B	A
	No eficiente energéticamente	Estándar	Avanzado	Elevada eficiencia energética
Viviendas unifamiliares Bloques de viviendas Otros edificios residenciales o edificios residenciales similares	1,10	1	0,88	0,81

Tabla 3.6. Factores de eficiencia. Edificios residenciales (Energía térmica)

Tipos de Edificios no residenciales	Factores de eficiencia de la BAC $f_{BAC,e}$			
	D	C (Referencia)	B	A
	No eficiente energéticamente	Estándar	Avanzado	Elevada eficiencia energética
Oficinas	1,10	1	0,93	0,87
Salas de conferencias	1,06	1	0,94	0,89
Centros de enseñanza (escuelas)	1,07	1	0,93	0,86
Hospitales	1,05	1	0,98	0,96
Hoteles	1,07	1	0,95	0,90
Restaurantes	1,04	1	0,96	0,92
Establecimientos comerciales de venta generalista y al detalle	1,08	1	0,95	0,91
Otros tipos: – centros deportivos – almacenes – edificios industriales – etc.		1		

Tabla 3.7. Factores de eficiencia. Edificios no residenciales (Energía eléctrica)

Tipos de Edificios residenciales	Factores de eficiencia de la BAC $f_{BAC,e}$			
	D	C (Referencia)	B	A
	No eficiente energéticamente	Estándar	Avanzado	Elevada eficiencia energética
Viviendas unifamiliares Bloques de viviendas Otros edificios residenciales o edificios residenciales similares	1,08	1	0,93	0,92

Tabla 3.8. Factores de eficiencia. Edificios residenciales (Energía eléctrica)

## Anexo 4. Informe de Calener GT

 Calificación Energética de Edificios	<b>ANEXO PostCALENER: Informe de modificación de la Calificación Energética de Edificios</b>
	Proyecto: <b>tfm_hotel_mabg</b>

### 1. DATOS GENERALES

Nombre del proyecto		tfm_hotel_mabg	
Comunidad autónoma		Localidad	
Cataluña		Tarragona	
Tipo de edificio	Superficie acondicionada (m <sup>2</sup> )	Superficie no acondicionada (m <sup>2</sup> )	
Hoteles y restaurantes	3419.55	98.86	
Autor de la calificación original		Fecha de la calificación original	
MIGUEL ÁNGEL		15/10/16	

### 2. INDICADORES ENERGÉTICOS ANUALES

Concepto	EF orig.	EF mod.	EF ref.	EP orig.	EP mod.	EP ref.	EM orig.	EM mod.	EM ref.
Climatización	130.65	130.65	428.75	656.99	656.99	16537.18	111.29	111.29	4325.50
Iluminación	45.36	45.36	103.21	85.67	85.67	201.66	14.51	14.51	34.16
A.C.S.	7.89	7.89	3.59	9.39	9.39	7.02	1.99	1.99	1.19
<b>Total</b>	<b>183.90</b>	<b>183.90</b>	<b>535.55</b>	<b>752.05</b>	<b>752.05</b>	<b>890.91</b>	<b>127.79</b>	<b>127.79</b>	<b>173.25</b>

EF: Energía final (kWh/m<sup>2</sup>), EP: Energía primaria (kWh/m<sup>2</sup>), EM: Emisiones CO2 (kg CO2/m<sup>2</sup>)

orig: original, mod: modificado, ref: referencia, la superficie utilizada es la suma de la acondicionada y la no condicionada

### 3. ETIQUETA Y VALORES FINALES

#### Calificación en emisiones:

Original: C IEE = 0.738

Modificada: C IEE = 0.738

#### Calificación en energía primaria no renovable:

Original: C IEE = 0.844

Modificada: C IEE = 0.844



Etiquetas original

Etiquetas modificada

IEE: Indicador de eficiencia energética = EM / EM ref.