

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

**MÁSTER EN INSTALACIONES TÉRMICAS Y
ELÉCTRICAS. EFICIENCIA ENERGÉTICA**



**ANÁLISIS ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DE OFICINAS Y
DE SUS INSTALACIONES EN LUGO UTILIZANDO LA
HERRAMIENTA INFORMÁTICA CALENER GT**

TRABAJO FIN DE MASTER

AUTOR: José Antonio Martínez Más

DIRECTOR/ES: Manuel Lucas Miralles

Manuel Jesús Romero Rincón



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	DATOS GENERALES	5
3.	NORMATIVA APLICADA	6
4.	CRITERIOS Y CONSIDERACIONES	7
4.1.	Justificación del Cumplimiento del DB-HE0.....	9
4.2.	Justificación del Cumplimiento del DB-HE1.....	19
4.3.	Justificación del Cumplimiento del DB-HE2.....	40
4.4.	Justificación del Cumplimiento del DB-HE3.....	57
4.5.	Justificación del Cumplimiento del DB-HE4.....	80
4.6.	Justificación del Cumplimiento del DB-HE5.....	89
4.7.	Cumplimiento REBT – Instalación eléctrica en BT.....	93
4.8.	Certificado de eficiencia energética del edificio.....	110
5.	CONCLUSIONES.....	121

1. INTRODUCCIÓN

En 2006 vio la luz el Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo por el que se aprobó el Código Técnico de la Edificación. En él se dieron las primeras pinceladas sobre los principios de ahorro energético y eficiencia. Tanto para la comprobación de HE1 como para la certificación energética era válido usar la opción simplificada. Esta opción dejaba a la imaginación multitud de datos, existiendo valores cuantitativamente insuficientes en muchas zonas.

En 2013 apareció la Orden FOM/1635/2013 de 10 de septiembre por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE “Ahorro de Energía”, del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo.

Esta actualización se basaba en los mismos principios de ahorro energético y eficiencia pero con objetivos mucho más ambiciosos. Surge la necesidad de reducir las emisiones y de analizar la rentabilidad. Apareció la nueva sección de limitación de consumo energético (DB-HE0).

Desaparece la opción simplificada para realizar el certificado energético, y es obligatorio utilizar la opción general. Aparece la Herramienta Unificada para justificar DB-HE0 y DB-HE1.

La tendencia es que para el 31 de diciembre de 2018, todos los edificios públicos de la U.E., y para el 31 de diciembre de 2020 el resto de edificios, sean E.E.C.N (Edificios de Energía Casi Nulos). Este edificio se define como aquel con un rendimiento muy alto de energía, donde la casi nula o muy baja cantidad de energía requerida debe ser ampliamente cubierta por fuentes renovables en el lugar o cerca del mismo.

EL 13 de Noviembre de 2015 se publica la nueva versión de la Herramienta Unificada Líder Calener (HULC), que une en un mismo software comprobación HE y certificación energética. Siendo obligatorio utilizar esta versión para los certificados nuevos que se registren a partir del 14 de enero de 2016.

El objetivo del Trabajo Fin de Máster es analizar energéticamente un edificio terciario de uso administrativo. Para ello se justificarán todas las exigencias del vigente DB-HE. Se calcularán las demandas que afectan a la envolvente térmica (HE1) y posteriormente los consumos (instalaciones y equipos). Se calculará la instalación eléctrica que llevaría el edificio conforme al REBT-2002, ya que forma parte del máster.

Para terminar se realizará el certificado de eficiencia energética del edificio, comentando los resultados obtenidos y proponiendo sistemas de mejora.

2. DATOS GENERALES

2.1. Datos Personales

- Nombre: José Antonio Martínez Más
-

2.2. Datos del edificio

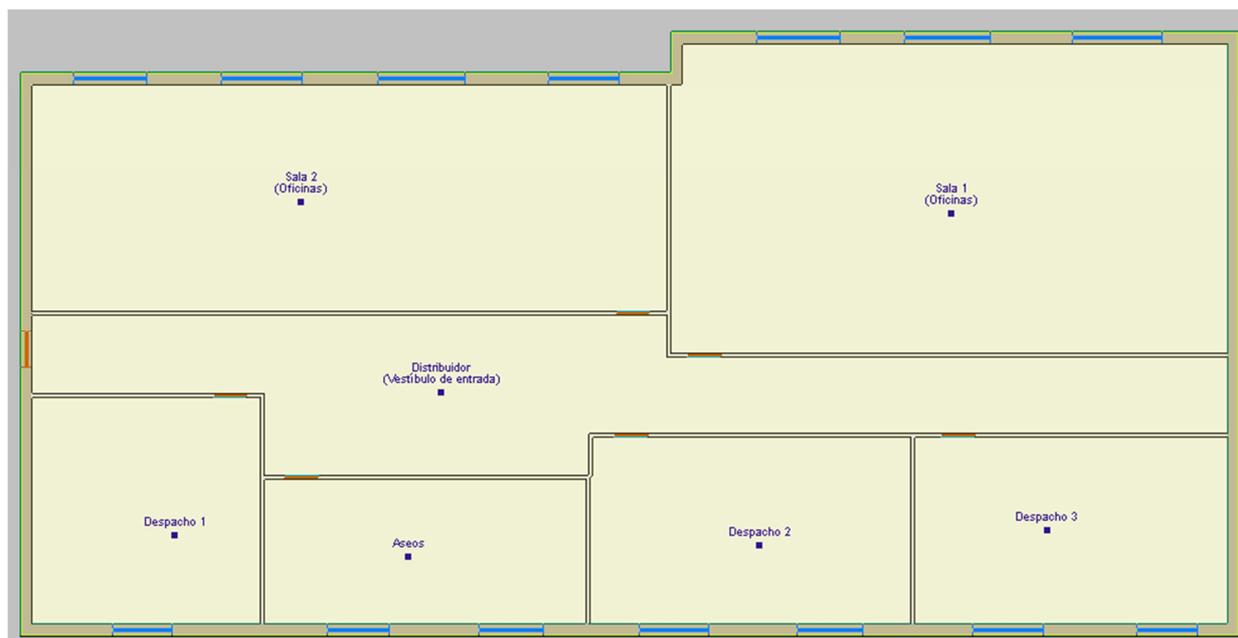
El edificio objeto del TFM se sitúa en la localidad de Lugo.

Se trata de un edificio de uso administrativo y de nueva construcción, por lo que cumplirá con toda la normativa en vigor.

Consta de una única planta baja donde se distribuyen todas las estancias:

Planta	Espacio	Estancia	Descripción	Tipo
P01	E01	Despacho1	Habitable	Acondicionado
	E02	Aseos	Habitable	No Acondicionado
	E03	Despacho2	Habitable	Acondicionado
	E04	Despacho3	Habitable	Acondicionado
	E05	Pasillo	Habitable	No Acondicionado
	E06	Sala1	Habitable	Acondicionado
	E07	Sala2	Habitable	Acondicionado

Todas las estancias del edificio son habitables y acondicionadas, salvo el pasillo y los aseos que son no acondicionados.



3. NORMATIVA APLICADA

- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- R.D. 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE "Ahorro de Energía", del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Corrección de errores del Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Corrección de errores del Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- RD 865/2003, de 4 de Julio, por el que se establecen los criterios higiénicos sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
- UNE-EN ISO 10456:2001, Materiales y productos para la edificación. Procedimientos para la determinación de los valores térmicos declarados y de diseño.

4. CRITERIOS Y CONSIDERACIONES SEGUIDAS

Se va a realizar un estudio energético de un edificio de oficinas situado en **Lugo**.

Como se analizarán todas las instalaciones desde el punto de vista de la energía, se propone realizar un recorrido por la mayoría de las asignaturas tratadas en el Máster justificando el cumplimiento del Documento Básico de Ahorro de Energía al completo, CTE-DB-HE. De este modo el TFM tendrá una estructura similar a un proyecto real.

Este documento tiene por objeto establecer las reglas y procedimientos que permiten cumplir el requisito básico de ahorro de energía, así como conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios.

Su entrada en vigor fue el 17 de marzo del 2006 mediante el Real Decreto 314/2006 por el que se aprobó el Código Técnico de la Edificación, y ha sufrido una importante actualización mediante la Orden FOM/1635/2013 de 10 de Septiembre, por la que se actualiza el DB-HE.

Esta actualización implica mayores exigencias energéticas a los edificios, y la tendencia es ir reduciendo paulatinamente consumo y emisiones en cada revisión de la Normativa.

En los documentos siguientes a este se justifica el cumplimiento de las secciones obligatorias en el edificio objeto de este TFM.

Estos documentos son:

- 1.- Justificación cumplimiento DB-HE. Sección **HE0**. Limitación del consumo energético.
- 2.- Justificación cumplimiento DB-HE. Sección **HE1**. Limitación de la demanda de energía.
- 3.- Justificación cumplimiento DB-HE. Sección **HE2**. Rendimiento de las instalaciones térmicas.
- 4.- Justificación cumplimiento DB-HE. Sección **HE3**. Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.
- 5.- Justificación cumplimiento DB-HE. Sección **HE4**. Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.
- 6.- Justificación cumplimiento DB-HE. Sección **HE5**. Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

CUMPLIMIENTO DB-HE AHORRO DE ENERGÍA



HE0.- LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO



1.- Ámbito de aplicación

Esta Sección es de aplicación en:

- a) edificios de nueva construcción y ampliaciones de edificios existentes;
- b) edificaciones o partes de las mismas que, por sus características de utilización, estén abiertas de forma permanente y sean acondicionadas.

2.- Definición de la zona climática

Capital de provincia.- Lugo

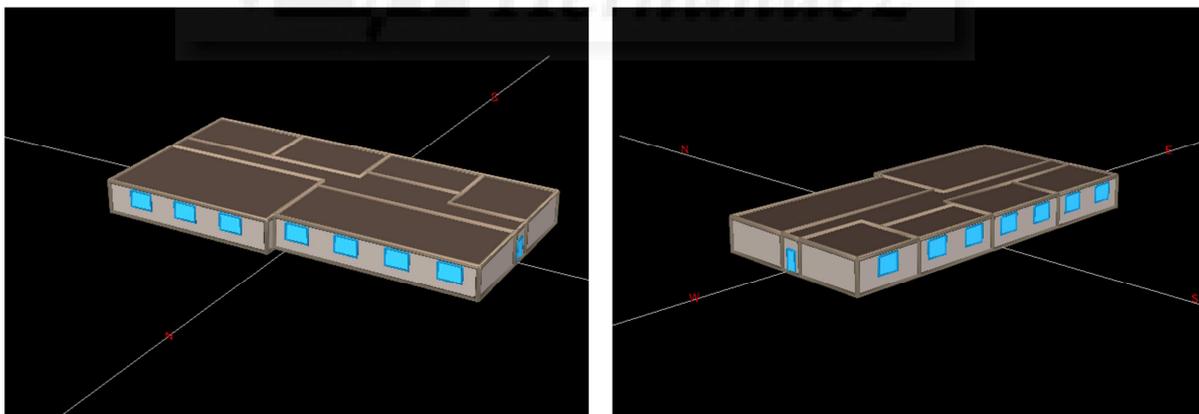
Localidad.- Lugo

Altitud.- 412 msnm

Zona climática.- D1

3.- Procedimiento empleado por el cálculo del consumo energético

El procedimiento de cálculo empleado para el cálculo del consumo energético del edificio, cumple con lo especificado en el apartado 5 del DB-HE0. En concreto se ha usado el programa informático “CALENER GT” versión 3.21 de 2013.



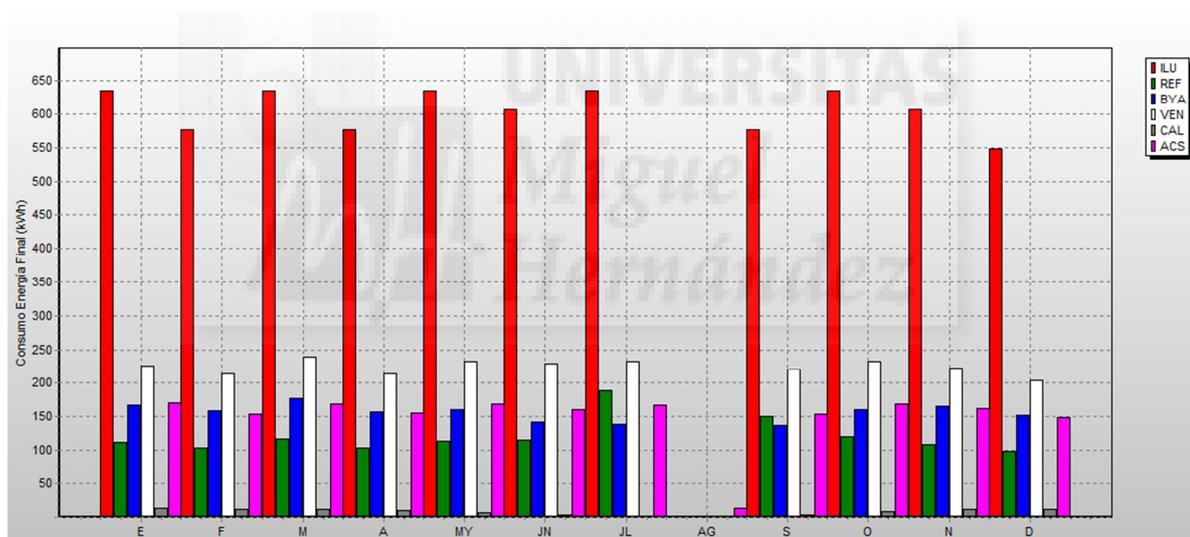
4.- Demandas y consumos.

- **Demanda energética del edificio**

Ahorro alcanzado (%)	25,44	≤ Ahorro mínimo (%)	25,00	SI	
$D_{cal(0,80),O}$	47,70	kWh/m ² año	$D_{cal(0,80),R}$	63,90	kWh/m ² año
$D_{ref(0,80),O}$	0,00	kWh/m ² año	$D_{ref(0,80),R}$	0,11	kWh/m ² año
$D_{G(0,80),O}$	47,70	kWh/m ² año	$D_{G(0,80),R}$	63,98	kWh/m ² año

- **Consumos mensuales**

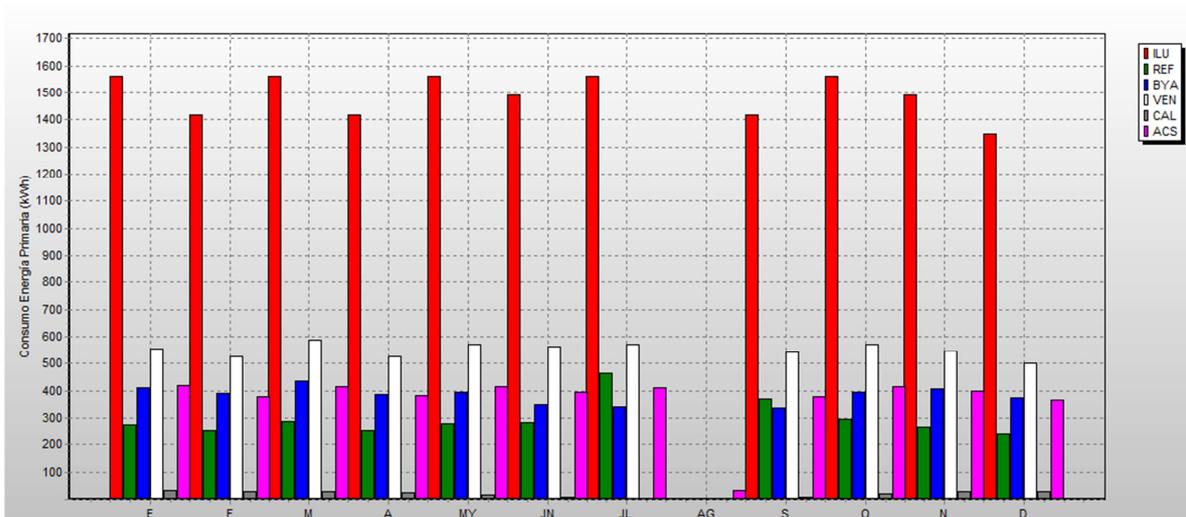
Consumo de energía final (electricidad)



Consumo Energía Final (kWh)

	E	F	M	A	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D	TOTAL
Iluminación	635,6	577,8	635,6	577,8	635,6	606,7	635,6	0,0	577,8	635,6	606,7	548,9	6673,4
Refrigeración	111,3	104,0	116,4	104,0	113,6	115,2	188,5	0,0	150,4	120,7	108,6	99,5	1332,3
Bombas y Auxiliares	167,2	158,6	177,5	157,0	160,1	143,0	139,4	0,0	137,8	161,2	164,8	151,7	1718,3
Ventiladores	225,1	213,5	239,0	213,5	232,0	229,7	232,0	0,0	220,4	232,0	222,7	204,2	2464,2
Calefacción	12,8	11,4	12,1	9,9	7,2	2,8	1,3	0,0	2,7	7,6	11,1	11,6	90,5
ACS	170,1	154,4	169,7	154,8	168,7	160,4	167,3	13,5	153,2	168,5	161,9	149,2	1791,6
TOTAL	1322,1	1219,6	1350,2	1216,9	1317,2	1257,8	1364,1	13,5	1242,3	1325,5	1275,9	1165,0	14070,3

Consumo de energía primaria (electricidad)

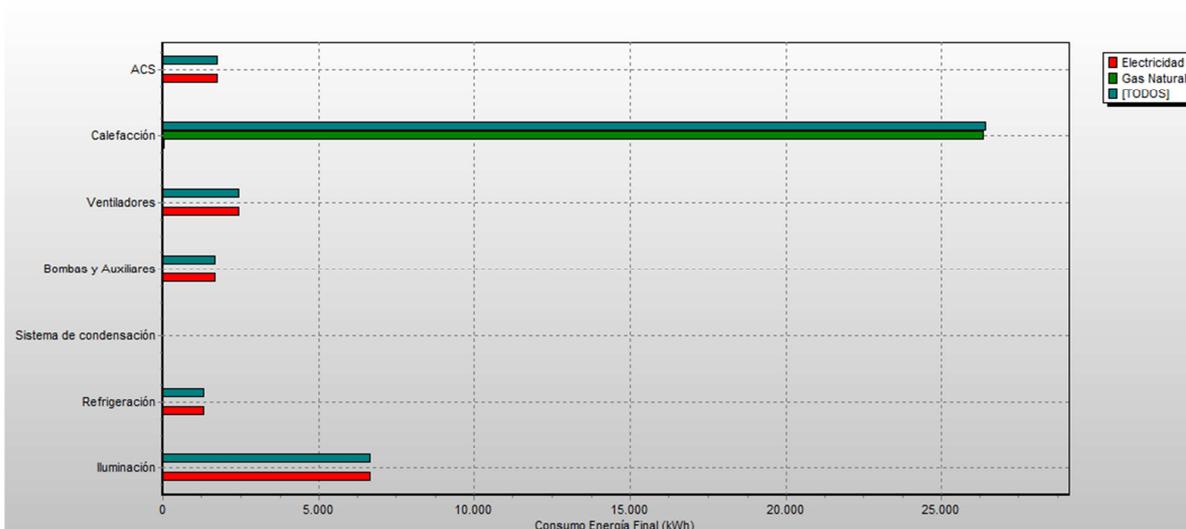


Consumo Energía Primaria (kWh)

	E	F	M	A	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D	TOTAL
Iluminación	1561,1	1419,2	1561,1	1419,2	1561,1	1490,2	1561,1	0,0	1419,2	1561,1	1490,2	1348,3	16392,0
Refrigeración	273,3	255,4	286,0	255,5	279,1	283,1	463,0	0,0	369,5	296,5	266,9	244,3	3272,5
Bombas y Auxiliares	410,8	389,6	435,9	385,6	393,2	351,2	342,5	0,0	338,5	396,0	404,9	372,6	4220,7
Ventiladores	552,8	524,3	587,0	524,3	569,9	564,2	569,9	0,0	541,4	569,9	547,1	501,5	6052,8
Calefacción	31,6	27,9	29,7	24,3	17,7	6,8	3,3	0,0	6,5	18,6	27,3	28,4	222,2
ACS	417,8	379,2	416,8	380,2	414,4	394,1	410,9	33,1	376,3	413,8	397,7	366,4	4400,8
TOTAL	3247,4	2995,7	3316,5	2989,1	3235,5	3089,6	3350,8	33,1	3051,5	3256,0	3134,1	2861,6	34561,1

- Consumos anuales

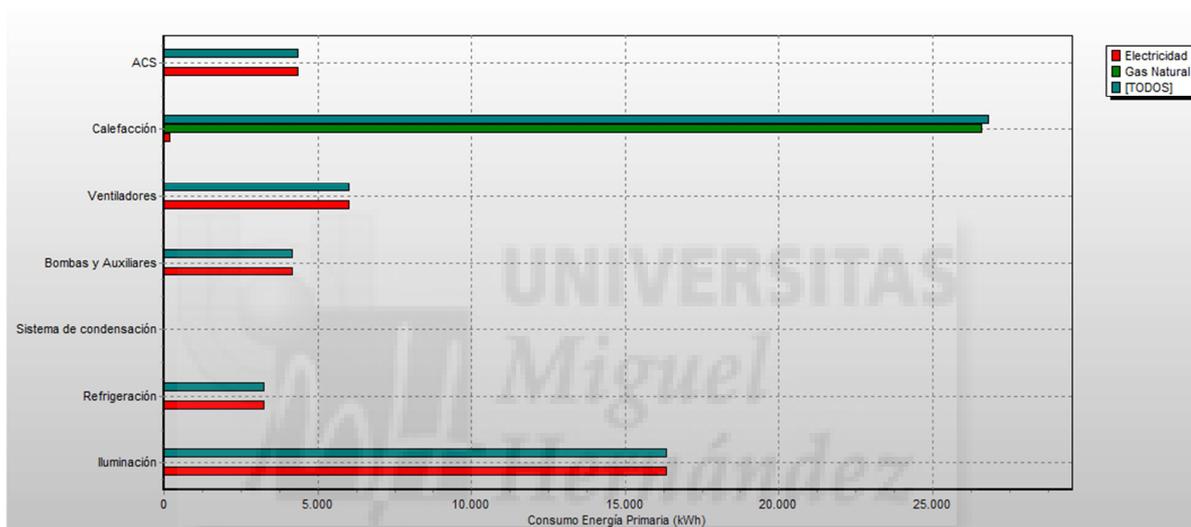
Consumo de energía final (electricidad)



Consumo Energía Final (kWh)

	Electricidad	Gas Natural	[TODOS]
Iluminación	6673,4	0,0	6673,4
Refrigeración	1332,3	0,0	1332,3
Sistema de condensación	0,0	0,0	0,0
Bombas y Auxiliares	1718,3	0,0	1718,3
Ventiladores	2464,2	0,0	2464,2
Calefacción	90,5	26353,7	26444,2
ACS	1791,6	0,0	1791,6
TOTAL	14070,3	26353,7	40424,0

Consumo de energía primaria (electricidad)



Consumo Energía Primaria (kWh)

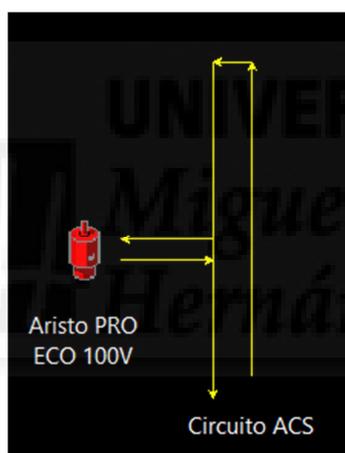
	Electricidad	Gas Natural	[TODOS]
Iluminación	16392,0	0,0	16392,0
Refrigeración	3272,5	0,0	3272,5
Sistema de condensación	0,0	0,0	0,0
Bombas y Auxiliares	4220,7	0,0	4220,7
Ventiladores	6052,8	0,0	6052,8
Calefacción	222,2	26643,6	26865,8
ACS	4400,8	0,0	4400,8
TOTAL	34561,1	26643,6	61204,7

5.- Descripción y disposición de los sistemas empleados y rendimientos considerados.

- **Producción de ACS**

Se produce ACS mediante un acumulador con resistencia eléctrica Ariston Pro ECO 100V. Para cumplir con las necesidades de energía solar térmica se ha proyectado un equipo compacto de 150L, ya que la demanda a cubrir es la del lavabo del aseo.

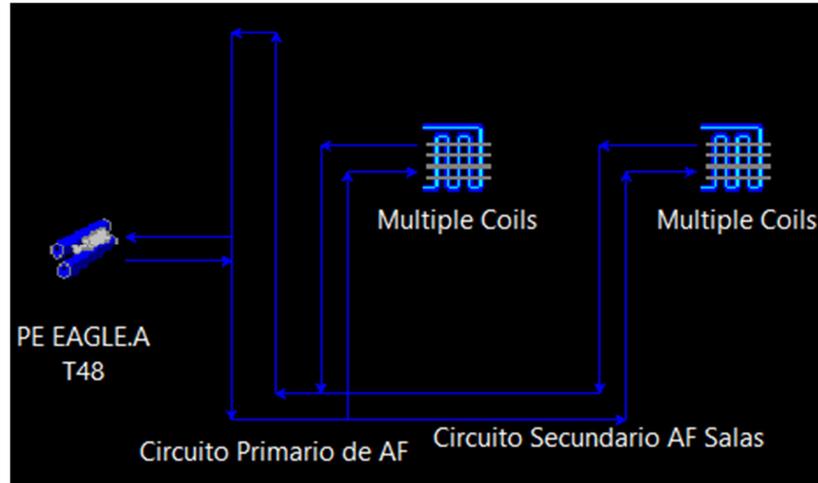
Nombre	Tipo de Energía	Potencia nominal KW	Rendimiento	Modo obtención
PRO ECO 100V	Eléctrico	1,5	1	Ficha técnica



- **Refrigeración**

El sistema de refrigeración está formado por una enfriadora Eagle AT48 de circuito simple. El agua del circuito primario de la enfriadora desemboca en un colector donde se distribuye a las distintas estancias. Las unidades terminales son fancoils.

Nombre	Cantidad	Tipo	Energía	P. Nom KW	Obtención
Eagle.A T.48	1	Compresor	Eléctrica	46,2	Ficha técnica
Daikin FWD04	3	Fan-coil	Eléctrica	3,9	Ficha técnica
Daikin FWD10AT	1	Fan-coil	Eléctrica	10,34	Ficha técnica
Daikin FWD12	1	Fan-coil	Eléctrica	11,90	Ficha técnica



Existen 3 bombas, una para el circuito primario de la enfriadora y dos para los secundarios que van a salas y despachos:

- B AF1: caudal 5900 l/h pérdida de altura 4m, circuito de agua caliente primario.
- B AF2: caudal 2100 l/h pérdida de altura 4m, zona de despachos.
- B AF3: caudal 3800 l/h pérdida de altura 4m, salas.

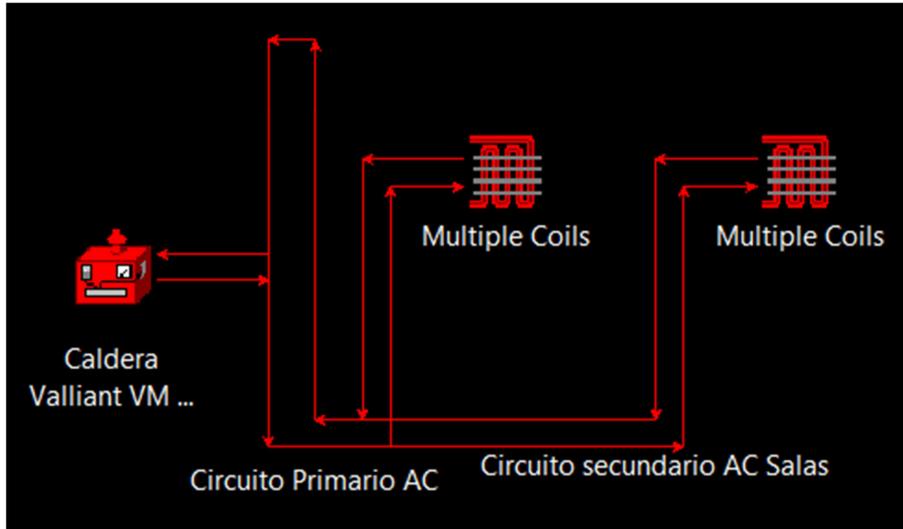
Hay 3 tipos de fancoils:

- Despachos: Fan-coils Daikin FWD04 (uno en cada despacho).
- Sala 2: Fan-coil Daikin FWB10AT.
- Sala 1: Fan-coil Daikin FWD12.

• Calefacción

El sistema de calefacción está formado por una caldera Vaillant turboMAX plus VM 282-5 de gas natural. El circuito primario de agua de la caldera desemboca en un colector que la distribuye a los circuitos secundario.

Nombre	Cantidad	Tipo	Energía	P. Nom kW	Rendimiento	Obtención
Caldera VM ES 282,5	1	Convencional	Gas Natural	28	93%	Ficha técnica
Daikin FWD04	3	Fan-coil	Eléctrica	4,05		Ficha técnica
Daikin FWD10AT	1	Fan-coil	Eléctrica	18,78	3,82	Ficha técnica
Daikin FWD12	1	Fan-coil	Eléctrica	14,45		Ficha técnica



- **Ventilación**

RITE	Ocupación	IDA2	Qv
Estancia	personas	[l/s*p]	[m3/h]
DESPACHO1	4	12,5	180
ASEOS	0	12,5	0
DESPACHO2	4	12,5	180
DESPACHO3	4	12,5	180
DISTRIBUIDOR	0	12,5	0
SALA1	12	12,5	540
SALA2	10	12,5	450
TOTAL			1530

Como el caudal de ventilación es inferior a 1800 m3/h, no es preceptiva la instalación de un sistema de recuperación de calor.

- **iluminación**

Se ha calculado la instalación de iluminación mediante CYPE para el cumplimiento del DB-HE3. El sistema escogido es el de luminarias fluorescentes sin ventilar, obteniendo un VEEI y una potencia instalada inferiores a los máximos permitidos. Se han puesto los valores máximos de estos parámetros en Herramienta Unificada y Calener GT conforme a CTE-2006.

Ocupación		VEEI objeto	VEEI (HE3-2006)	VEEI (HE-2013)	Potencia máxima	Potencia instalada	
Estancia	Espacio	personas	[W/m2]	[W/m2]	[W/m2]	[W/m2]	
DESPACHO1	P1_E01	4	2,20	3,5	3	12	8,09
ASEOS	P1_E02	0	2,60	4,5	6	12	5,01
DESPACHO2	P1_E03	4	2,30	3,5	3	12	8,03
DESPACHO3	P1_E04	4	2,30	3,5	3	12	8,03
DISTRIBUIDOR	P1_E05	0	3,30	4,5	6	12	9,26
SALA1	P1_E06	12	2,40	4,5	3	12	8,6
SALA2	P1_E07	10	2,30	4,5	3	12	8,36

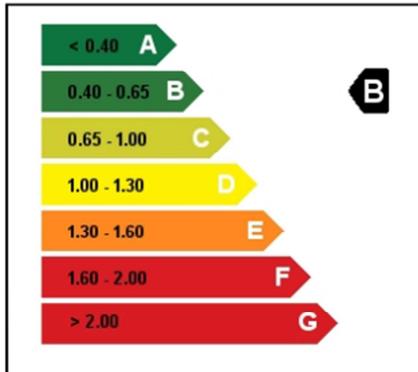
5.- Rendimientos considerados

Equipo	Rendimiento
Enfriadora	EER 2,82
Caldera	91%
Acumulador	100%
Bombas	80%

6.- Factor de conversión de energía final a energía primaria empleados

Energético	a Energía Primaria Total	a Energía Primaria No Renovable	a Emisiones de CO2 (kgCO2/kWh)
Electricidad	2,603	2,603	0,649
Gas Natural	1,011	1,011	0,204
Gasoleo	1,081	1,081	0,287
Fuel-oil	1,081	1,081	0,280
GLP	1,081	1,081	0,244
Carbon	1,000	1,000	0,347
Biomasa densificada (pelets)	1,000	0,085	0,000
Biomasa (otro tipo)	1,000	0,034	0,000

7.- Calificación energética obtenida



Concepto	Edif. Objeto	Edif. Referencia
Energía Final (kWh/año)	40424.0	68818.4
Energía Final (kWh/(m²año))	93.1	158.6
En. Primaria (kWh/año)	61204.6	115272.1
En. Primaria (kWh/(m²año))	141.0	265.6
Emisiones (kg CO2/año)	13993.2	29473.8
Emisiones (kg CO2/(m²año))	32.2	67.9

El consumo real de energía del edificio y sus emisiones de dióxido de carbono dependerán de la climatología y de las condiciones de operación y funcionamiento reales del edificio, entre otros factores.

Indicador Energético	Edif. Objeto	Edif. Referencia	Índice	Calificación
Demanda Calef. (kW·h/m²)	38.0	50.7	0.75	C
Demanda Refri. (kW·h/m²)	20.7	14.5	1.42	E
Energía Primaria (kW·h/m²)	141.0	265.6	0.53	B

Emisiones Climat. (kg CO2/m²)	20.3	27.8	0.73	C
Emisiones ACS (kg CO2/m²)	2.5	23.2	0.11	A
Emisiones Ilum. (kg CO2/m²)	9.4	16.9	0.56	B
Emisiones Tot. (kg CO2/m²)	32.2	67.9	0.47	B

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

HE1.- LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA



1.- **Ámbito de aplicación**

Esta Sección es de aplicación en:

a) edificios de nueva construcción;

b) intervenciones en edificios existentes:

- Ampliación: aquellas en las que se incrementa la superficie o el volumen construido;
- Reforma: cualquier trabajo u obra en un edificio existente distinto del que se lleve a cabo para el exclusivo mantenimiento del edificio;
- Cambio de uso.

Se excluyen del ámbito de aplicación:

- a) los edificios históricos protegidos cuando así lo determine el órgano competente que deba dictaminar en materia de protección histórico-artística;
- b) construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años;
- c) edificios industriales, de la defensa y agrícolas o partes de los mismos, en la parte destinada a talleres y procesos industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales;
- d) edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m²;
- e) las edificaciones o partes de las mismas que, por sus características de utilización, estén abiertas de forma permanente;
- f) cambio del uso característico del edificio cuando este no suponga una modificación de su perfil de uso.

2.- **Definición de la zona Climática.**

Aplicando la Tabla B.1 Zonas Climáticas de la Península Ibérica del DB-HE1, tenemos:

Capital de provincia.- Lugo

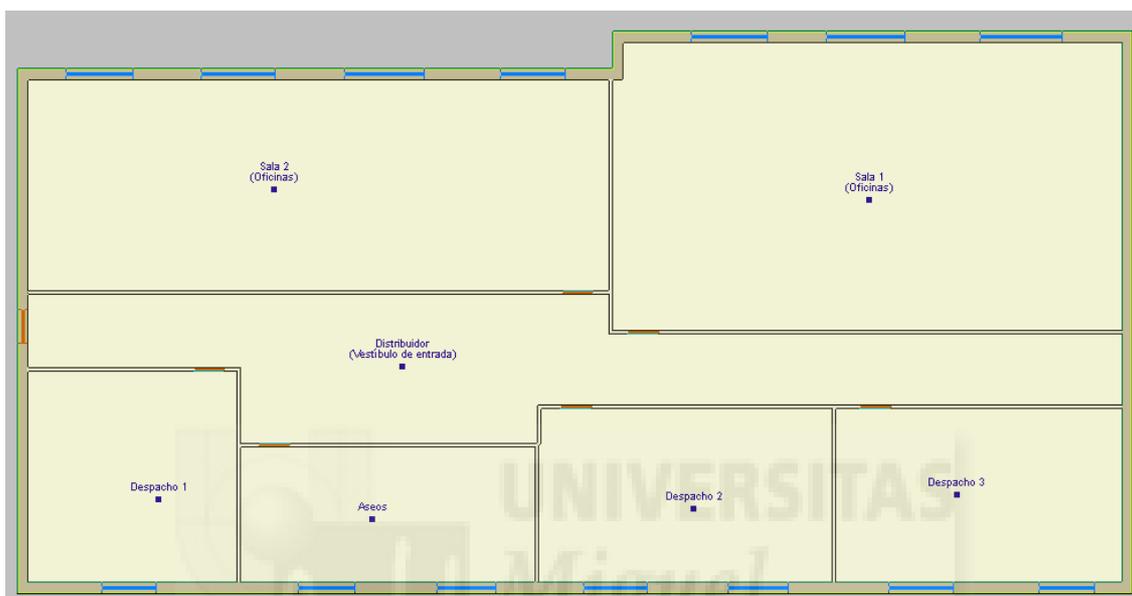
Localidad.- Lugo

Altitud.- 412m

Zona climática.- D1

3.- Descripción geométrica, constructiva y de usos del edificio.

Se trata de un edificio de nueva construcción de uso administrativo.

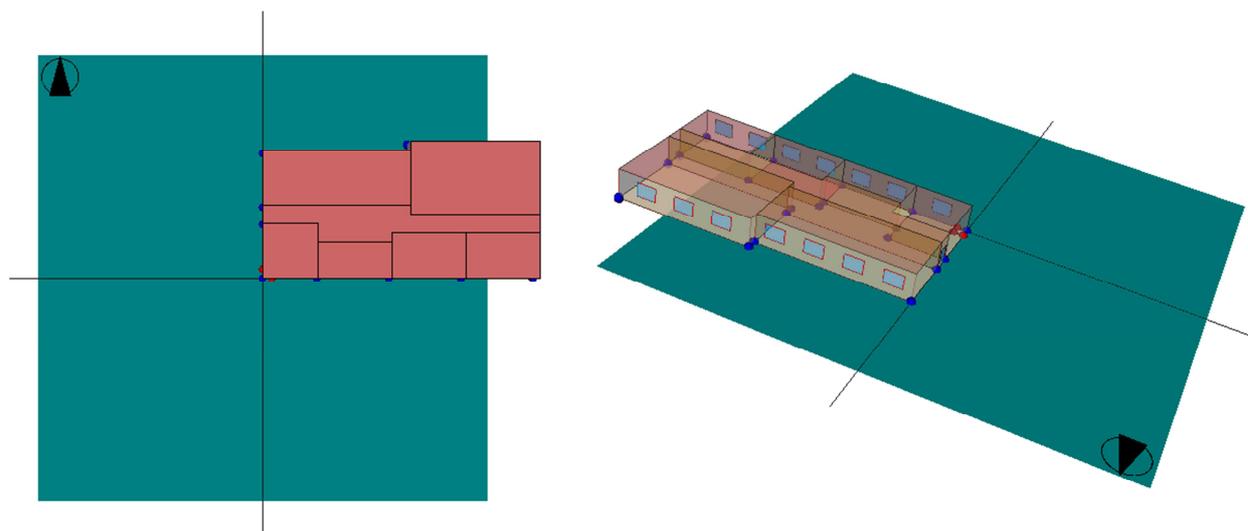


Espacio	superficie	Habitable
DESPACHO1	36	Acondicionado
DESPACHO2	40	Acondicionado
DESPACHO3	40	Acondicionado
DISTRIBUIDOR	78	No Acondicionado
ASEOS	32	No Acondicionado
SALA2	112	Acondicionado
SALA1	96	Acondicionado
Total	434m2	

Ventilación del edificio terciario - Se calculan las renovaciones de cada espacio así como el total de renovaciones del edificio. Para el cálculo de esta sección se usará 0.8 renovaciones/h conforme al DB-HE1. El cálculo de renovaciones se usará más adelante en la certificación energética.

Para el cálculo de las demandas de refrigeración y calefacción se ha utilizado la Herramienta Unificada versión 0.9.958.791 de fecha 12 de mayo de 2014.

El eje Y del modelo del edificio simulado forma un ángulo de 0º con el Norte:



Descripción de los materiales utilizados en las soluciones constructivas

CERRAMIENTOS: CARACTERÍSTICAS Y MATERIALES

			U W/m ² K
	CAPA	ESPESOR cm	ELEMENTO
Fachada	1/2 pie ladrillo perforado	12	0,35
	Mortero de cemento	1	
	Rockwool Fixrock Eco 0,037 LM	9	
	LH Doble	7	
	Enlucido de yeso	1,5	
Tabique	Enlucido de yeso	1,5	2,69
	LH Doble	7	
	Enlucido de yeso	1,5	
Suelo	Plaqueta o baldosa cerámica	2	0,41
	Mortero de cemento	2	
	Weber Therm EPS 0,037	8	
	LH Doble	7	
	Enlucido de yeso	1,5	
Cubierta	Plaqueta o baldosa cerámica	2	0,37
	Mortero de cemento	1	
	XPS Polyfoam Knauf 0,036	8	
	Impermeabilización lámina betún	0,3	
	Mortero de cemento	1	
	Hormigón en masa	2	
	Forjado unidireccional	30	
	Cámara de aire (plénium)	20	
	Enlucido de yeso	1,5	

Se ha utilizado la **conductividad declarada** por el fabricante en los aislamientos utilizados en las soluciones constructivas.

Las ventanas serán de doble hoja y del tipo 4/12/4, siendo el marco de PVC de tres cámaras.

Clase de permeabilidad al aire de las carpinterías (ventanas): clase 3.

Según UNE EN 12.207 se establece la permeabilidad de las carpinterías por clases (caudal de aire que dejan pasar en función de la superficie)

Clase	Permeabilidad al aire a 100 Pa m ³ /hora . m ²	Presión máxima de ensayo Pa
0	Sin ensayar	Sin ensayar
1	≤ 50	150
2	≤ 27	300
3	≤ 9	600
4	≤ 3	600

Para conocer la transmitancia del vidrio y su factor solar se ha utilizado **Calumen**.

Utilizando la expresión siguiente se calcula la transmitancia del hueco:

$$U = (1-FM) * U_v + FM * U_m$$

							Permeabilidad	Transmitancia
Hueco	Ancho (m)	Alto (m)	% Marco	U marco	U vidrio	Vidrio	Elemento	Elemento
Ventanas	2	1,5	20	1,8	2,8	doble		2,6
Puerta	1,2	2	40	1,8	2,8	doble	Clase 3 < 9 m ³ /hm ²	2,4

Características del vidrio según ficha técnica de Calumen



Calumen® II 1.3.3
 martes, 4 de agosto de 2015
 Base de datos : SGG Spain

Diseño del acristalamiento



	Primera hoja	Segunda hoja
Gas		Aire 12,00mm
Capa		
Primera hoja	PLANILUX 4,00mm	PLANILUX 4,00mm
Capa		
Película		
Capa		
Segunda hoja		
Capa		

Tamaños de fabricación

Espesor nominal :: 20,0 mm
 Peso :: 20,0 kg/m²

Factores luminosos (EN410-2011) : (D65 2°)

Transmitancia : 82 %
 Reflectancia exterior : 15 %
 Reflectancia interior : 15 %

Factores energéticos (EN410-2011) :

Transmitancia : 73 %
 Reflectancia exterior : 13 %
 Reflectancia interior : 13 %
 Absorción A1 :: 8 %
 Absorción A2 :: 6 %

Factor solar (EN410-2011) :

g : 0,78
 Coeficiente de sombra : 0,89

Transmisión térmica (EN673-2011) - 0° Respecto a la posición vertical

Ug : 2,8 W/(m².K)

Aislamiento de Fachada:

FIXROCK ECO 



PRODUCTO

Panel semi-rígido de lana de roca no revestido.

APLICACIONES

Aislamiento térmico y acústico en particiones interiores verticales, distributivas y separativas. Aislamiento en particiones horizontales sobre falso techo. Aislamiento de cámaras y trasdosados. Absorbente acústico.



La opción más económica.
Buen aislamiento térmico.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Característica	Valor	Norma	
Densidad nominal	30 kg/m ³	EN1602	
Conductividad térmica	0.037 W/(m*K)	EN 12667	
Resistencia térmica	Espesor en mm	R(m2K/W)	
	40	1,05	
	50	1,35	
	60	1,6	
	75	2	
Tolerancia de espesor	T3	EN 823	
Estabilidad dimensional a una temperatura y humedad específicas	DS(TH)	EN 1604	
Reacción al fuego	A1	EN 13501.1	
Dimensiones	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)
	1350	600	40
	1350	600	50
	1350	600	60
	1350	600	75
	1350	400	40
	1350	400	50
	1350	400	60
Resistencia a la difusión de vapor de agua	MV2	EN 12086	
Absorción de agua a corto plazo	WS1 Absorción de agua < 1,0 Kg/m2	EN 1609	

Aislamiento de Suelo:

weber.therm placa EPS Ficha Técnica Producto

placa de poliestireno expandido para el aislamiento del sistema weber.therm etics

Características técnicas	Especificaciones técnicas del material aislante en base a la UNE EN 13163			
	Descripción	Norma de las mediciones	Valor (ud.)	Código designación
	conductividad térmica	EN 12667 EN 12939	0.037 mK/W	λ37 (definida en el mercado CE)
	longitud	EN 822	±0.6% ó 3 mm	L1
	anchura	EN 822	± 2	W2
	espesor	EN 823	± 1	T2
	rectangularidad	EN 824	± 2/1000	S2
	planicidad	EN 825	5 mm	P4
	condiciones de la superficie	-----	Superficie cortada con hilo en caliente, homogénea y sin piel	-----
	Estabilidad dimensional en condiciones normales y constantes de laboratorio (23°C y 50% HR)	EN 1603	Los valores relativos a la longitud y anchura no deben ser superiores al ±0,2 %	DS(IN)2
	Estabilidad dimensional bajo condiciones específicas de temperatura y humedad	EN 1604	Condiciones 48 h y 70°C. Los cambios relativos a longitud, anchura y espesor, no deben exceder el 1%	DS(70,-)1
	Absorción de agua por inmersión parcial	EN 1609	≤0,5 kg/m ²	W _p ≤0,5 kg/m ²
	Absorción de agua a largo plazo por inmersión	EN 12087	≤ 5 %	WL(IT)5
	Resistencia a la difusión del vapor de agua	EN 12086	μ ≤ 60	μ60
	Resistencia a la tracción perpendicular a las caras	EN 1607	≥ 150 kPa	TR150
	Resistencia al cizallamiento	EN 12090	≥ 0.02 N/mm ²	≥ 0.02 N/mm ²
	Módulo de cizallamiento	EN 12090	≥ 1.0 N/mm ²	≥ 1.0 N/mm ²
	Resistencia a la congelación-descongelación	EN 12091	≤ 10%	≤ 10%
	Tensión de compresión al 10% de deformación	EN 826	≥ 60 kPa	CS(10)60
	Resistencia a la flexión	EN 12089	≥ 150 kPa	BS150
	Densidad	-----	15-20 kg/m ³	15-20 kg/m ³
	Reacción al fuego (Euroclases)	EN 13501-1	E	E

Aislamiento de Cubierta:

Soluciones Polyfoam® para aislamiento térmico

Características técnicas según EN 13164				
Característica	Unidad	Especificación	Norma de referencia	
Conductividad térmica (λ_D)	W/m·K	C	0,034 (30 a 60 mm)	EN 12667
			0,036* (70 a 100 mm)	
			0,038 (110 a 220 mm)	
		D	0,029	
Reacción al fuego	–	Euroclase E	EN 13501-1	
Tolerancias en espesor (T)	mm		-2, +2 (esp. < 50)	EN 823
			-2, +3 (esp. de 50 a 120)	
			-2, +8 (esp. > 120)	
Resistencia a compresión (σ_{10})	kPa		≥ 200 (tipo C 3)	EN 826
			≥ 300 (tipo C 4 y D 350)	
			≥ 500 (tipo C 5)	
			≥ 700 (tipo C 700)	
Estabilidad dimensional a temperatura específica	%	≤ 5	EN 1604	
Deformación bajo carga y temperatura	%	≤ 5	EN 1605	
Resistencia a tracción, perp. a las caras (σ_{mt})	kPa	≥ 200	EN 1607	
Absorción de agua por inmersión (W_{1t})	%	≤ 0,7	EN 12087	
Absorción de agua por difusión	%	≤ 3	EN 12088	
Fluencia a compresión $\epsilon_{ct} - CC(2/1,5/50)$	kPa		≥ 125 (tipos C 3, C 4 y D 350)	EN 1606
			≥ 175 (tipo C 5 y C 700)	
Resistencia hielo/deshielo tras inmersión	%	≤ 1	EN 12091	

* 0,038 para Polyfoam C 700 LJ

Otras características técnicas	Unidad	Especificación
Coefficiente de dilatación lineal	mm/m·K	≤ 0,07
Capacidad térmica	kJ/kg·K	1,4
Capilaridad	–	Nula
Temperaturas límites de uso	°C	-60 / +75

4.- CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Según 2.2.1.1.2, el porcentaje de ahorro de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración respecto del edificio de referencia debe ser igual o superior al establecido en la tabla siguiente (tabla 2):

Tabla 2.2 Porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta respecto al edificio de referencia para edificios de otros usos, en %

Zona climática de verano	Carga de las fuentes internas			
	Baja	Media	Alta	Muy alta
1, 2	25%	25%	25%	10%
3, 4	25%	20%	15%	0%*

* No debe superar la demanda límite del edificio de referencia

Los valores de ahorro especificados en la tabla se refieren a un valor teórico y constante de ventilación igual a 0,8 ren/h.

Para obtener la carga interna (baja, media, alta o muy alta), es necesario calcular la densidad de las fuentes internas y, a partir de esta, determinar la carga interna. Las definiciones de densidad de las fuentes internas y carga interna vienen recogidas en el Apéndice A de esta sección. Junto con la definición de la densidad de las fuentes internas se incluye, a modo de comentario, un ejemplo práctico de cómo calcularla y cómo determinar la carga interna.

Para determinar las cargas de las fuentes internas, se utiliza la definición y el método descrito en el apéndice A:

Densidad de las fuentes internas: promedio horario de la carga térmica total debida a las fuentes internas, repercutida sobre la superficie útil.

Se calcula a partir de las cargas nominales en cada hora para cada carga (carga sensible debida a la ocupación, carga debida a iluminación y carga debida a equipos) a lo largo de una semana tipo:

$$C_{FI} = \Sigma C_{oc} / (7 \cdot 24) + \Sigma C_{il} / (7 \cdot 24) + \Sigma C_{eq} / (7 \cdot 24)$$

ΣC_{oc} = suma de las cargas sensibles nominales por ocupación [W/m²], por hora y a lo largo de una semana tipo

ΣC_{il} = suma de las cargas nominales por iluminación [W/m²], por hora y a lo largo de una semana tipo

ΣC_{eq} = suma de las cargas nominales de equipos [W/m²], por hora y a lo largo de una semana tipo

DENSIDAD DE CARGAS	superficie	ocupación	Q sensible (W)	P iluminación (W)	Q equipos (W)
DESPACHO1	36	4	261,07	321,2	1000
DESPACHO2	40	4	261,07	321,2	1000
DESPACHO3	40	4	261,07	321,2	1000
DISTRIBUIDOR	78	9	593,79	722,7	
SALA1	112	12	791,72	803	
SALA2	96	10	659,77	963,6	
Total	402	43	2828,49	3613,5	3000

Suponiendo el 100% de ocupación, y un horario de oficina de lunes a viernes con una jornada laboral de 8 horas:

	Cargas W	ocupación	días/semana	horas/día	TOTAL Wh/m2
Cargas ocupación	2828,49	100%	5	8	281,44
Cargas iluminación	3613,50	100%	5	8	359,55
Cargas equipos	3000	100%	5	8	398,01

La densidad de carga de las fuentes internas para una semana tipo es:

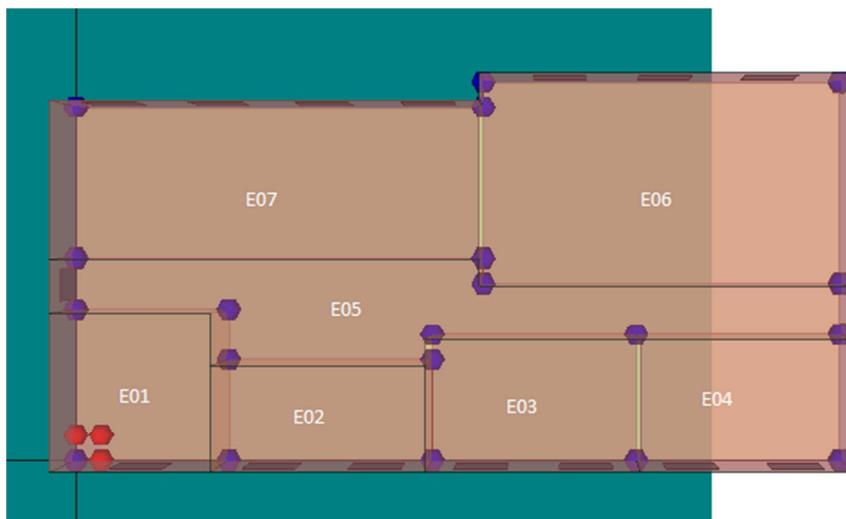
Semana tipo	Total W/m2
Cargas ocupación	1,67
Cargas iluminación	2,14
Cargas equipos	4,06
TOTAL	7,87

Se corresponde con carga **MEDIA**, luego hay que tener un ahorro de al menos el 25% respecto del edificio de referencia.

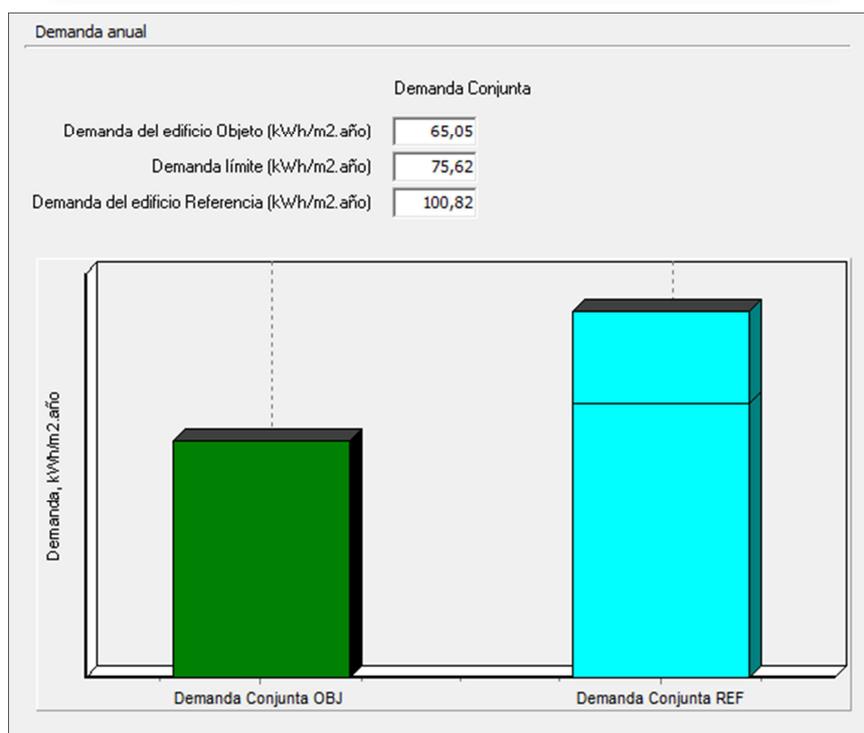
Tabla A.1 Carga interna en función de la densidad de las fuentes internas

Carga interna	Densidad de las fuentes internas, C_{FI} [W/m ²]
Baja	< 6
Media	6 – 9
Alta	9 – 12
Muy alta	> 12

LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO



Planta	Espacio	Estancia	Descripción	Tipo
P01	E01	Despacho1	Habitable	Acondicionado
	E02	Aseos	Habitable	No Acondicionado
	E03	Despacho2	Habitable	Acondicionado
	E04	Despacho3	Habitable	Acondicionado
	E05	Pasillo	Habitable	No Acondicionado
	E06	Sala1	Habitable	Acondicionado
	E07	Sala2	Habitable	Acondicionado



Factores de paso de Energía Final			
Energético	a Energía Primaria Total	a Energía Primaria No Renovable	a Emisiones de CO2 (kgCO2/kWh)
Electricidad	2,603	2,603	0,649
Gas Natural	1,011	1,011	0,204
Gasoleo	1,081	1,081	0,287
Fuel-oil	1,081	1,081	0,280
GLP	1,081	1,081	0,244
Carbon	1,000	1,000	0,347
Biomasa densificada (pelets)	1,000	0,085	0,000
Biomasa (otro tipo)	1,000	0,034	0,000

Cumple con las exigencias del DB-HE1.

Informe HE1:

Nueva construcción o ampliación, en usos distintos al residencial privado

Porcentaje de ahorro sobre la demanda energética conjunta* de calefacción y de refrigeración para 0,80 ren/h**

Ahorro alcanzado (%) ≤ Ahorro mínimo (%)

$D_{calearf,edif}$ kWh/m²año $D_{calearf,ref}$ kWh/m²año

$D_{refrig,edif}$ kWh/m²año $D_{refrig,ref}$ kWh/m²año

$D_{conj,edif}$ kWh/m²año $D_{conj,ref}$ kWh/m²año

Ahorro mínimo Porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta respecto al edificio de referencia según la tabla 2.2 del apartado 2.2.1.1.2 de la sección HE1

$D_{calearf,edif}$ Demanda energética de calefacción del edificio objeto para 0,80

$D_{refrig,edif}$ Demanda energética de refrigeración del edificio objeto para 0,80 ren/h

$D_{conj,edif}$ Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto para 0,80 ren/h

$D_{calearf,ref}$ Demanda energética de calefacción del edificio de referencia para 0,80 ren/hora

$D_{refrig,ref}$ Demanda energética de refrigeración del edificio de referencia para 0,80 ren/h

$D_{conj,ref}$ Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio de referencia para 0,80 ren/h

*La demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración se obtiene como suma ponderada de la demanda energética de calefacción (Dcal) y la demanda energética de refrigeración (Dref). La expresión que permite obtener la demanda energética conjunta

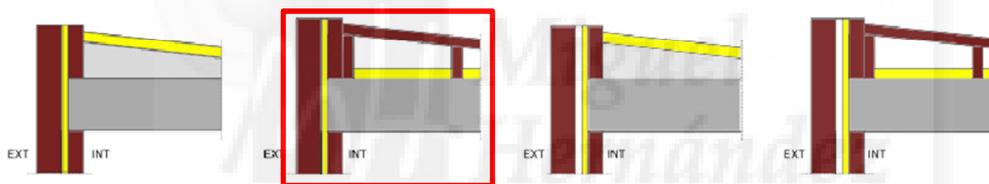
**Esta aplicación únicamente permite, para el caso expuesto, la comprobación de las exigencias del apartado 2.2.1.1.2 de la sección DB-HE1. Se recuerda que otras exigencias de la sección DB-HE1 que resulten de aplicación deben asimismo verificarse, así como el resto de las secciones del DB-HE

Los resultados anteriores se han obtenidos **tratando los puentes térmicos**, empleando la opción por catálogo en lugar de por defecto, mejorando notablemente la demanda.

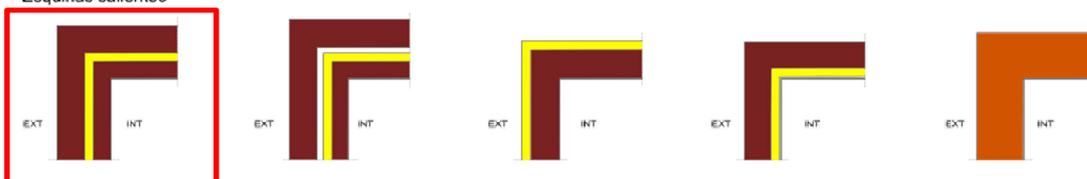
Puentes térmicos W/mK	Por defecto	Por catálogo
Cubiertas planas	0,96	0,28
Esquinas salientes	0,11	0,06
Esquinas entrantes	-0,16	-0,08
Alféizar	0,44	0,08
Dinteles	0,82	0,1
Suele terreno	0,57	0,35

Las configuraciones para el tratamiento de puentes térmicos que se han supuesto son las siguientes:

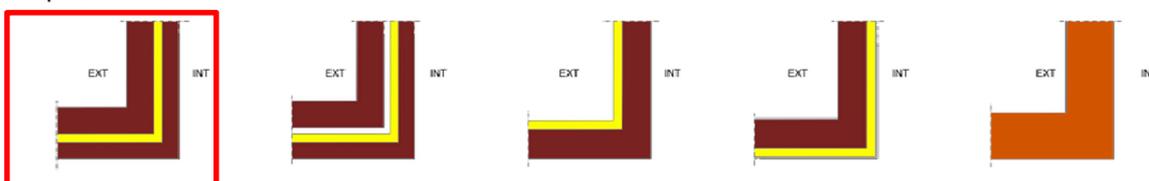
Forjado no interrumpe el aislamiento en fachada



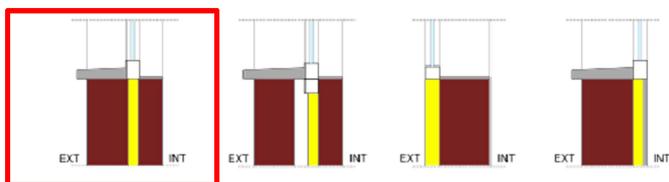
Esquinas salientes



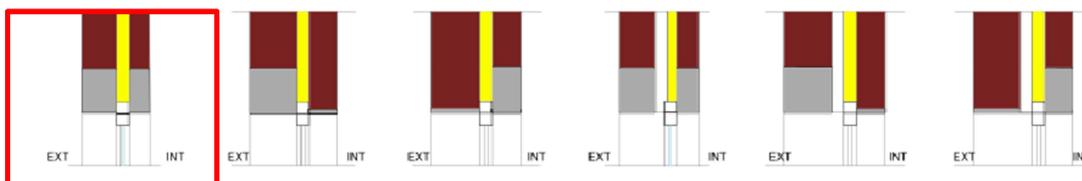
Esquinas entrantes



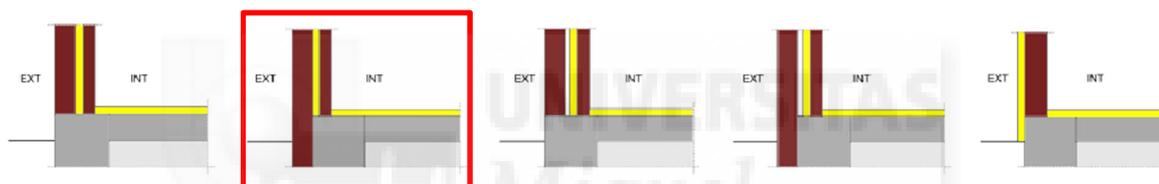
Continuidad entre el aislamiento de muro y la carpintería



Fachadas de doble hoja



Muros con aislamiento pero sin continuidad con el aislamiento de la solera



Comparativo HE1 Tratando puentes térmicos y sin tratar

Aislamientos	PT defecto	PT Catálogo
Fachada	15cm	9cm
Suelo	15cm	8cm
Cubierta	19cm	8cm
Demanda objeto	74,49 kWh /m2año	65,05 kWh /m2año
Demanda límite	75,62 kWh /m2año	75,62 kWh /m2año
Demanda referencia	100,82 kWh /m2año	100,82 kWh /m2año

Como se puede apreciar el tratamiento de los puentes térmicos es algo básico para optimizar los aislamientos de las soluciones constructivas, llegando a ser necesario el doble de espesores en algunos casos.

Cumplimiento de limitación de condensaciones intersticiales.

- **Zona climática según zonificación establecida en el DB HE 1**

El edificio en estudio se encuentra en la ciudad de Lugo, mediante la tabla B.1 del DB HE 1 se tiene que la zona climática es D1 y se sitúa a una altitud de 412 m.s.n.m.

- **Descripción geométrica, constructiva y de usos del edificio**

Este estudio se hace sobre un edificio de uso administrativo cuyos espacios son todos habitables.

Para determinar la formación de condensaciones seguimos los pasos establecidos en el documento de apoyo al DB-HE Comprobación de limitaciones de superficiales e intersticiales en los cerramientos ([DA DB-HE/2](#)) del Código Técnico de la Edificación.

Primero se deben identificar las condiciones externas e internas del elemento en cuestión tomando en cuenta el mes más desfavorable energéticamente y su ubicación geográfica.

Temperatura mes más desfavorable (enero): 5,8°C

Humedad relativa más desfavorable (enero): 85%

Condiciones interiores: T^a=20°C HR: 55% Higrometría: Clase 3

Presión de saturación

$$P_{\text{sat Lugo}} = 610,5 e^{\left(\frac{17,269 \cdot 5,8}{237,3 + 5,8}\right)} = 683,738 \text{ Pa}$$

Presión de vapor

$$P_{\text{vap Lugo}} = 0,85 \cdot 683,738 = 581,177 \text{ Pa}$$

Una vez conocidas las presiones de saturación y vapor de la localidad, se extraen los datos de las resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior de la Tabla 1, del DA DB HE 1.

Estos datos son necesarios para la comprobación de condensaciones en fachada y en la cubierta, ya que son los elementos que están en contacto con el exterior.

Tabla 1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en $m^2 \cdot K / W$

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	R_{se}	R_{si}	
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo Horizontal	0,04	0,13	Fachada
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente (Techo)	0,04	0,10	Cubierta
Cerramientos horizontales y flujo descendente (Suelo)	0,04	0,17	



FACHADA ZONA D1								
Elemento	e [m]	conductividad [W/mK]10°C	Ri [m2K/W]	T[°C]	Psat [Pa]	mu	Sd	Pva[Pa]
1 Ambiente exterior				5,80	683,74	0	0	581,18
2 Rse			0,040	6,00	934,37	0	0	581,18
3 1/2 Pié LM	0,115	1,02	0,113	6,55	970,70	10	1,15	853,83
4 Mortero de cemento	0,01	1,3	0,008	6,59	973,23	50	0,5	972,37
5 Aislamiento	0,09	0,037	2,432	18,50	2128,97	10	0,9	1185,75
6 LH Doble	0,07	0,469	0,149	19,23	2228,44	6	0,42	1285,32
7 Enlucido de yeso	0,015	0,57	0,026	19,36	2246,14	6	0,09	1306,66
8 Rsi			0,130	19,87	2318,37	0	0	1285,32
9 Ambiente interior				20,00	2336,95	0	0	1285,32
Rtotal			2,898					

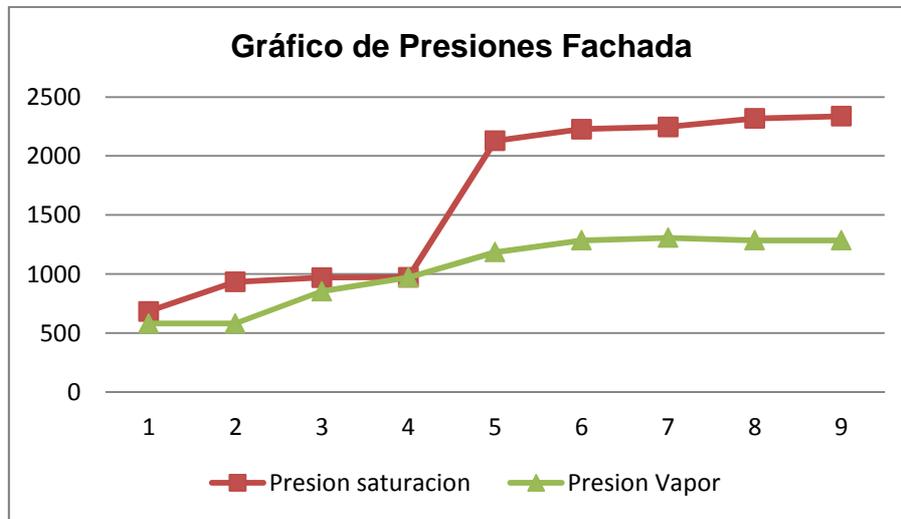
Sd total	2,97
----------	------

$$T = T_{amb} + (R_{elem} / R_{total}) (T_i - T_e)$$

$$P_v = P_v(ant) + (S_{dcapa} / S_{dtotal}) (P_{vi} - P_{ve})$$

$$S_d = \mu \cdot e$$

Um [W/m2K]	0,35
------------	------



Como se puede ver en el gráfico, la presión de saturación está siempre por encima de la presión de vapor, esto indica que no se producirán condensaciones en el elemento constructivo. El punto crítico del gráfico es el número 4, que corresponde con la cara exterior del aislamiento. En este punto se produce un cambio brusco de temperatura y es donde se producen las condensaciones.

Si miramos en la tabla de presiones ese punto:

Presión saturación: 973,23 Pa	Presión de vapor: 972,37 Pa
-------------------------------	-----------------------------

Como la presión de saturación es mayor, no se producirán condensaciones y la solución constructiva es válida.

De lo contrario, tendríamos que adoptar medidas para evitar este problema, como por ejemplo, la incorporación de una barrera de vapor mediante un aislamiento con papel Kraft.

CUBIERTA ZONA D1								
Elemento	e [m]	cond [W/mK]10°C	Ri [m2K/W]	T[°C]	Psat [Pa]	mu	Sd	Pva[Pa]
Ambiente exterior				5,80	683,74	0	0	581,18
Rse			0,040	6,01	935,52	0	0	581,18
Plaqueta cerámica	0,02	1	0,020	6,12	942,46	10	0,2	673,95
Mortero de cemento	0,01	1,3	0,008	6,16	945,15	50	0,5	905,88
Aislamiento XPS	0,08	0,036	2,222	18,04	2067,84	10	0,8	1276,97
Impermeabilización	0,003	0,23	0,013	18,11	2076,92	6	0,018	1285,32
Mortero de cemento	0,01	1,3	0,008	18,15	2082,21	6	0,06	1313,15
Hormigón en masa	0,02	2	0,010	18,20	2089,05	6	0,12	1361,48
Forjado unidireccional	0,3	1,429	0,210	19,29	2236,82	6	1,8	1811,41
Enlucido de yeso	0,015	0,57	0,026	18,03	2067,15	6	0,09	1811,91
Rsi			0,100	18,64	2147,68	0	0	1285,32
Ambiente interior				20,00	2336,95	0	0	1285,32
		Rtotal	2,657					

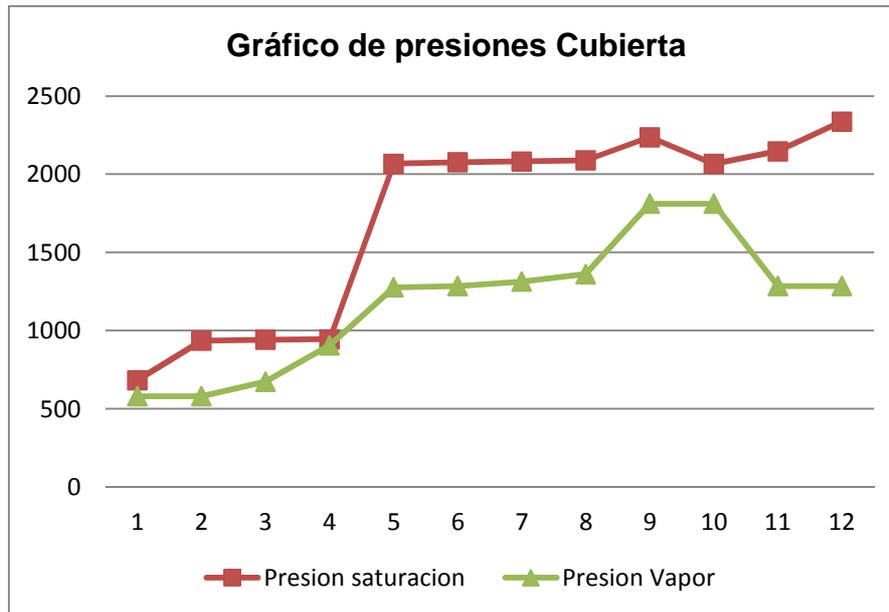
Sd total	1,518
----------	-------

$$T = T_{amb} + (R_{elem} / R_{total}) (T_i - T_e)$$

$$P_v = P_v(ant) + (S_{dcapa} / S_{dtotal}) (P_{vi} - P_{ve})$$

$$S_d = \mu \cdot e$$

Um [W/m2K]	0,38
------------	------



Al igual que antes, el punto crítica se corresponde con la variación brusca de temperatura, esto es, el inicio del aislamiento. Analizando el punto:

Presión saturación: 945,15 Pa	Presión de vapor: 905,88 Pa
-------------------------------	-----------------------------

No se producen condensaciones intersticiales.

HE2.- RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS



Ámbito de aplicación

A efectos de la aplicación del RITE se considerarán como instalaciones térmicas las instalaciones fijas de climatización (calefacción, refrigeración y ventilación) y de producción de agua caliente sanitaria, destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas.

El RITE se aplicará a las instalaciones térmicas en los edificios de nueva construcción y a las instalaciones térmicas que se reformen en los edificios existentes, exclusivamente en lo que a la parte reformada se refiere, así como en lo relativo al mantenimiento, uso e inspección de todas las instalaciones térmicas, con las limitaciones que en el mismo se determinan.

Instalaciones proyectadas

Se proyecta una instalación térmica por agua. Los generadores térmicos serán una enfriadora situada en la cubierta del edificio y una caldera de Gas Natural, que aportarán las necesidades de frío y calor. Todas las estancias contarán con fancoils.

Los equipos escogidos para la instalación son los siguientes:

Equipo	Marca	Modelo	P. Frío	P. Calor
Enfriadora	Eagle	T.48	46,20kW	-
Caldera	Vaillant	VM ES 282-5	-	28,00kW
Fancoils Despachos (3)	Daikin	FWD04	3,90kW	4,05kW
Fancoil Sala grande	Daikin	FWD12	11,90kW	14,45kW
Fancoil Sala pequeña	Daikin	FWB10AT	10,34kW	18,78kW

Carga calor total	Carga Frío total	P. equipo Calor	P. equipo Frío
19.709,7W	20.068,8W	28.000W	46.200W

Comparando la carga térmica necesaria para cubrir las necesidades de los recintos con los equipos propuestos se observa que existe sobredimensionamiento en los fancoils de las salas y la enfriadora.

Estancia	Carga Frío	Carga Calor	P. Frío	P. Calor
Despacho1	2.076,42W	1.881,20W	3.900W	4.050W
Despacho2	3.610,48W	2.151,65W	3.900W	4.050W
Despacho3	3.451,79W	1.982,32W	3.900W	4.050W
Sala Grande	5.393,13W	5.480,70W	11.900W	14.450W
Sala pequeña	4.524,83W	4.867,96W	10.340W	18.780W

Estancia	Ocupación personas	IDA2 [l/s*p]	Qv [m3/h]
DESPACHO1	4	12,5	180
ASEOS	0	12,5	0
DESPACHO2	4	12,5	180
DESPACHO3	4	12,5	180
DISTRIBUIDOR	0	12,5	0
SALA1	12	12,5	540
SALA2	10	12,5	450
TOTAL			1530

Como el caudal de ventilación es inferior a 1800 m3/h, no es preceptiva la instalación de un sistema de recuperación de calor.

A continuación se presenta el cálculo de cargas térmicas del edificio realizado con CYPE:

1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: Lugo

Latitud (grados): 43.01 grados

Altitud sobre el nivel del mar: 454 m

Percentil para verano: 5.0 %

Temperatura seca verano: 20.67 °C

Temperatura húmeda verano: 18.00 °C

Oscilación media diaria: 6.5 °C

Oscilación media anual: 21.9 °C

Percentil para invierno: 97.5 %

Temperatura seca en invierno: 1.80 °C

Humedad relativa en invierno: 90 %

Velocidad del viento: 5.2 m/s

Temperatura del terreno: 6.60 °C

Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %

Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %

Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %

Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %

Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %

Porcentaje de cargas debido a la propia instalación: 3 %

Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

Porcentaje de mayoración de cargas (Verano): 0 %

2.- RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

2.1.- Refrigeración

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)										
Recinto		Conjunto de recintos								
Despacho 1 (Despacho)		1								
Condiciones de proyecto										
Internas				Externas						
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 16.0 °C						
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 16.0 °C						
Cargas de refrigeración a las 13h (12 hora solar) del día 1 de Marzo								C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores										
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)				
Fachada	O	15.1	0.34	335	Claro	14.1		-51.10		
Fachada	S	12.9	0.34	335	Claro	14.8		-40.43		
Ventanas exteriores										
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m²)					
1	S	2.2	2.80	0.89	427.4			934.96		
Cubiertas										
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)					
Azotea	31.8	0.38	522	Intermedio	17.1			-83.07		
Cerramientos interiores										
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)						
Pared interior	10.0	2.12	90	19.1				-103.93		
Total estructural									656.43	
Ocupantes										
Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)							
Empleado de oficina	4	60.48	65.27					241.90	261.07	
Iluminación										
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación								
Fluorescente con reactancia	444.55	1.08							480.11	
Instalaciones y otras cargas										
Cargas interiores								241.90	1249.23	
Cargas interiores totales									1491.13	
Cargas debidas a la propia instalación								3.0 %	57.17	
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.89								Cargas internas totales	241.90	1962.83
Potencia térmica interna total									2204.73	
Ventilación										
Caudal de ventilación total (m³/h)										
158.8								268.53	-396.85	
Cargas de ventilación								268.53	-396.85	
Potencia térmica de ventilación total									-128.31	
Potencia térmica								510.44	1565.98	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 31.8 m² 65.4 W/m²								POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 2076.4 W		

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto		Conjunto de recintos						
Despacho 2 (Despacho)		1						
Condiciones de proyecto								
Internas				Externas				
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 16.0 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 16.0 °C				
Cargas de refrigeración a las 13h (12 hora solar) del día 1 de Marzo							C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores								
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)		
Fachada	S	16.2	0.34	335	Claro	14.8		-50.71
Ventanas exteriores								
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m²)			
2	S	5.0	2.80	0.89	427.4			2139.07
Cubiertas								
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)			
Azotea	36.6	0.38	522	Intermedio	17.1			-95.44
Cerramientos interiores								
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)				
Pared interior	9.9	2.12	90	19.1				-103.09
Total estructural								1889.83
Ocupantes								
Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)					
Empleado de oficina	4	60.48	65.27				302.38	326.34
Iluminación								
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación						
Fluorescente con reactancia	512.49	1.08						553.49
Instalaciones y otras cargas								
Cargas interiores							302.38	1465.53
Cargas interiores totales								1767.91
Cargas debidas a la propia instalación								
3.0 %								100.66
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.92		Cargas internas totales					302.38	3456.02
Potencia térmica interna total								3758.40
Ventilación								
Caudal de ventilación total (m³/h)								
183.0								
Cargas de ventilación							309.58	-457.50
Potencia térmica de ventilación total								-147.92
Potencia térmica							611.96	2998.52
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 36.6 m² 98.6 W/m²							POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 3610.5 W	

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Conjunto de recintos							
Despacho 3 (Despacho)		1							
Condiciones de proyecto									
Internas				Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 16.0 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 16.0 °C					
Cargas de refrigeración a las 13h (12 hora solar) del día 1 de Marzo							C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores									
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)			
Fachada	S	15.8	0.34	335	Claro	14.8		-49.43	
Fachada	E	12.4	0.34	335	Claro	14.6		-40.06	
Ventanas exteriores									
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m²)				
2	S	4.8	2.80	0.89	427.4			2068.24	
Cubiertas									
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)				
Azotea	35.7	0.38	522	Intermedio	17.1			-93.44	
Total estructural								1885.32	
Ocupantes									
Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)						
Empleado de oficina	4	60.48	65.27				241.90	261.07	
Iluminación									
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación							
Fluorescente con reactancia	499.33	1.08						539.27	
Instalaciones y otras cargas									
Cargas interiores							241.90	1371.01	
Cargas interiores totales								1612.91	
Cargas debidas a la propia instalación									
3.0 %								97.69	
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.93							Cargas internas totales	241.90	3354.02
Potencia térmica interna total								3595.92	
Ventilación									
Caudal de ventilación total (m³/h)									
178.3							301.63	-445.75	
Cargas de ventilación							301.63	-445.75	
Potencia térmica de ventilación total								-144.12	
Potencia térmica							543.53	2908.26	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 35.7 m²							96.8 W/m²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 3451.8 W	

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)										
Recinto		Conjunto de recintos								
Sala 1 (Oficinas)		1								
Condiciones de proyecto										
Internas				Externas						
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 20.1 °C						
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 18.0 °C						
Cargas de refrigeración a las 18h (16 hora solar) del día 1 de Julio								C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores										
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)				
Fachada	O	2.7	0.34	335	Claro	16.2		-7.13		
Fachada	N	26.5	0.34	335	Claro	16.3		-69.89		
Fachada	E	20.7	0.34	335	Claro	19.0		-35.08		
Ventanas exteriores										
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m²)					
3	N	9.5	2.80	0.89	10.3			98.40		
Cubiertas										
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)					
Azotea	105.1	0.38	522	Intermedio	23.1			-35.49		
Total estructural									-49.19	
Ocupantes										
Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)							
Empleado de oficina	12	60.48	65.98					725.71		
Iluminación										
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación								
Fluorescente con reactivancia	1471.51	1.05						1545.09		
Instalaciones y otras cargas										
Cargas interiores								725.71	4018.54	
Cargas interiores totales									4744.25	
Cargas debidas a la propia instalación								3.0 %	119.08	
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.85								Cargas internas totales	725.71	4088.43
Potencia térmica interna total									4814.14	
Ventilación										
Caudal de ventilación total (m³/h)										
525.5								1222.98	-643.99	
Cargas de ventilación								1222.98	-643.99	
Potencia térmica de ventilación total									578.99	
Potencia térmica								1948.69	3444.44	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 105.1 m²								51.3 W/m²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 5393.1 W	

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Conjunto de recintos							
Sala 2 (Oficinas)		1							
Condiciones de proyecto									
Internas				Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 20.1 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 18.0 °C					
Cargas de refrigeración a las 18h (16 hora solar) del día 1 de Julio							C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores									
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)			
Fachada	O	15.1	0.34	335	Claro	16.5		-38.80	
Fachada	N	30.4	0.34	335	Claro	16.2		-80.83	
Ventanas exteriores									
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m²)				
4	N	11.5	2.80	0.89	10.3			118.92	
Cubiertas									
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)				
Azotea	88.1	0.38	522	Intermedio	23.1			-29.12	
Total estructural								-29.83	
Ocupantes									
Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)						
Empleado de oficina	10	60.48	65.98					604.76 659.77	
Iluminación									
Tipo	Potencia (W)		Coef. iluminación						
Fluorescente con reactancia	1233.45		1.05					1295.12	
Instalaciones y otras cargas									
Cargas interiores							604.76	3364.54	
Cargas interiores totales								3969.30	
Cargas debidas a la propia instalación							3.0 %	100.04	
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.85							Cargas internas totales	604.76	3434.75
Potencia térmica interna total								4039.51	
Ventilación									
Caudal de ventilación total (m³/h)									
							440.5		
Cargas de ventilación							1025.12	-539.80	
Potencia térmica de ventilación total								485.32	
Potencia térmica							1629.88	2894.95	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 88.1 m²							51.4 W/m²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 4524.8 W	

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Conjunto de recintos							
Distribuidor (Vestíbulo de entrada)		1							
Condiciones de proyecto									
Internas				Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 20.1 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 18.0 °C					
Cargas de refrigeración a las 18h (16 hora solar) del día 1 de Julio							C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores									
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)			
Fachada	O	3.5	0.34	335	Claro	16.5			
Fachada	E	5.1	0.34	335	Claro	19.0		-8.91 -8.71	
Puertas exteriores									
Núm. puertas	Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Teq. (°C)				
1	Opaca	O	1.8	0.59	33.2			9.88	
Cubiertas									
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)				
Azotea	75.0	0.38	522	Intermedio	23.1			-24.32	
Cerramientos interiores									
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)					
Pared interior	19.7	2.12	90	21.6				-100.00	
Hueco interior	1.7	1.64		22.0				-5.40	
Total estructural								-137.46	
Ocupantes									
Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)						
Empleado de oficina	9	60.48	65.98				544.28	593.79	
Iluminación									
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación							
Fluorescente con reactancia	900.12	1.05						945.13	
Instalaciones y otras cargas									
Cargas interiores							544.28	1913.97	
Cargas interiores totales								2458.26	
Cargas debidas a la propia instalación									
3.0 %								53.30	
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.77							Cargas internas totales	544.28	1829.81
Potencia térmica interna total								2374.10	
Ventilación									
Caudal de ventilación total (m³/h)									
375.1							872.78	-459.58	
Cargas de ventilación							872.78	-459.58	
Potencia térmica de ventilación total								413.20	
Potencia térmica							1417.06	1370.23	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 75.0 m²				37.2 W/m²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 2787.3 W				

2.2.- Calefacción

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
Despacho 1 (Despacho)		1				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 1.8 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	O	15.1	0.34	335	Claro	109.01 84.77
Fachada	S	12.9	0.34	335	Claro	
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)		U (W/(m²·K))		
1	S	2.2		2.80		117.61
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color		
Azotea	31.8	0.39	522	Intermedio		237.40
Forjados inferiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)			
Solera	31.8	0.30	251		135.25	
Cerramientos interiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)			
Pared interior	10.0	2.12	90		203.15	
Total estructural						887.18
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 44.36
Cargas internas totales						931.54
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
						158.8 949.66
Potencia térmica de ventilación total						949.66
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 31.8 m²		59.2 W/m²		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		1881.2 W

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
Despacho 2 (Despacho) 1						
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 1.8 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	S	16.2	0.34	335	Claro	106.32
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))			
2	S	5.0	2.80	269.08		
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color		
Azotea	36.6	0.39	522	Intermedio	273.68	
Forjados inferiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)			
Solera	36.6	0.30	251	155.92		
Cerramientos interiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)			
Pared interior	9.9	2.12	90	201.51		
Total estructural						1006.52
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 50.33
Cargas internas totales						1056.85
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
						183.0
						1094.81
Potencia térmica de ventilación total						1094.81
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 36.6 m²		58.8 W/m²		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		2151.7 W

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
Despacho 3 (Despacho) 1						
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 1.8 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	S	15.8	0.34	335	Claro	
Fachada	E	12.4	0.34	335	Claro	103.63 89.66
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))			
2	S	4.8	2.80	260.17		
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color		
Azotea	35.7	0.39	522	Intermedio	266.66	
Forjados inferiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)			
Solera	35.7	0.30	251	151.91		
Total estructural						872.03
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 43.60
Cargas internas totales						915.63
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
178.3						1066.69
Potencia térmica de ventilación total						1066.69
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE		55.6		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		1982.3
35.7 m ²		W/m ²				W

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
Sala 1 (Oficinas)		1				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 1.8 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	O		2.7	0.34	335 Claro	
Fachada	N	26.5	0.34	335	Claro	19.34
Fachada	E	20.7	0.34	335	Claro	208.15
						148.85
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)		U (W/(m²·K))		
3	N	9.5		2.80		616.01
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color		
Azotea	105.1	0.39	522	Intermedio		785.83
Forjados inferiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)			
Solera	105.1	0.30	251			447.69
Total estructural						2225.88
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 111.29
Cargas internas totales						2337.18
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
525.5						3143.52
Potencia térmica de ventilación total						3143.52
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE		52.1		POTENCIA TÉRMICA		5480.7
105.1 m ²		W/m ²		TOTAL :		W

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
Sala 2 (Oficinas)		1				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 1.8 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	O	15.1	0.34	335	Claro	109.01
Fachada	N	30.4	0.34	335	Claro	239.25
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))			
4	N	11.5	2.80	744.47		
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color		
Azotea	88.1	0.39	522	Intermedio	658.70	
Forjados inferiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)			
Solera	88.1	0.30	251	375.26		
Total estructural						2126.67
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 106.33
Cargas internas totales						2233.01
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
440.5						2634.95
Potencia térmica de ventilación total						2634.95
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE		55.3		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		4868.0
88.1 m ²		W/m ²				W

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
Distribuidor (Vestíbulo de entrada) 1						
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 1.8 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	O		3.5	0.34	335 Claro	
Fachada	E		5.1	0.34	335 Claro	25.03
						36.95
Puertas exteriores						
Núm. puertas	Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))		
1	Opaca	O		1.8	0.59	22.71
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color		
Azotea	75.0	0.39	522	Intermedio	560.81	
Forjados inferiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)			
Solera	75.0	0.30	251	319.49		
Cerramientos interiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)			
Pared interior	19.7	2.12	90	400.64		
Hueco interior	1.7	1.64		26.36		
Total estructural						1391.99
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 69.60
Cargas internas totales						1461.59
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
375.1						2243.37
Potencia térmica de ventilación total						2243.37
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 75.0 m²		49.4 W/m²		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		3705.0 W

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Refrigeración

Conjunto: 1													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Despacho 1	Planta baja	656.43	1249.23	1491.13	1962.83	2204.73	158.77	-396.85	-128.31	65.39	1565.98	2051.02	2076.42
Despacho 2	Planta baja	1889.83	1465.53	1767.91	3456.02	3758.40	183.03	457.50	-147.92	98.63	2998.52	3249.72	3610.48
Despacho 3	Planta baja	1885.32	1371.01	1612.91	3354.02	3595.92	178.33	445.75	-144.12	96.78	2908.26	3084.10	3451.79
Sala 1	Planta baja	-49.19	4018.54	4744.25	4088.43	4814.14	525.54	643.99	578.99	51.31	3444.44	4854.41	5393.13
Sala 2	Planta baja	-29.83	3364.54	3969.30	3434.75	4039.51	440.52	539.80	485.32	51.36	2894.95	4054.83	4524.83
Distribuidor	Planta baja	-137.46	1913.97	2458.26	1829.81	2374.10	375.05	459.58	413.20	37.16	1370.23	2415.63	2787.30
Total							1861.2		Carga total simultánea			19709.7	

Calefacción

Conjunto: 1							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m³/h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Despacho 1	Planta baja	931.54	158.77	949.66	59.24	1881.20	1881.20
Despacho 2	Planta baja	1056.85	183.03	1094.81	58.78	2151.65	2151.65
Despacho 3	Planta baja	915.63	178.33	1066.69	55.58	1982.32	1982.32
Sala 1	Planta baja	2337.18	525.54	3143.52	52.14	5480.70	5480.70
Sala 2	Planta baja	2233.01	440.52	2634.95	55.25	4867.96	4867.96
Distribuidor	Planta baja	1461.59	375.05	2243.37	49.39	3704.96	3704.96
Total			1861.2	Carga total simultánea		20068.8	

4.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Refrigeración		
Conjunto	Potencia por superficie (W/m²)	Potencia total (W)
1	49.2	19709.7

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (W/m²)	Potencia total (W)
1	50.0	20068.8

HE3.- EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN



Ámbito de aplicación

Esta sección es de aplicación a las instalaciones de iluminación interior en:

- a) edificios de nueva construcción;
- b) intervenciones en edificios existentes con una superficie útil total final (incluidas las partes ampliadas, en su caso) superior a 1000 m², donde se renueve más del 25% de la superficie iluminada;
- c) otras intervenciones en edificios existentes en las que se renueve o amplíe una parte de la instalación, en cuyo caso se adecuará la parte de la instalación renovada o ampliada para que se cumplan los valores de eficiencia energética límite en función de la actividad y, cuando la renovación afecte a zonas del edificio para las cuales se establezca la obligatoriedad de sistemas de control o regulación, se dispondrán estos sistemas;
- d) cambios de uso característico del edificio;
- e) cambios de actividad en una zona del edificio que impliquen un valor más bajo del Valor de Eficiencia Energética de la Instalación Límite, respecto al de la actividad inicial, en cuyo caso se adecuará la instalación de dicha zona.

Se excluyen del ámbito de aplicación:

- a) construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años;
- b) edificios industriales, de la defensa y agrícolas o partes de los mismos, en la parte destinada a talleres y procesos industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales;
- c) edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m²;
- d) interiores de viviendas;
- e) los edificios históricos protegidos cuando así lo determine el órgano competente que deba dictaminar en materia de protección histórico-artística.

3 En los casos excluidos en el punto anterior, en el proyecto se justificarán las soluciones adoptadas, en su caso, para el ahorro de energía en la instalación de iluminación.

4 Se excluyen, también, de este ámbito de aplicación los alumbrados de emergencia.

En esta sección se justificará el cumplimiento de la eficiencia de las instalaciones de iluminación del edificio según DB-HE-2013.

El valor de la eficiencia energética de la instalación no superará el de la siguiente tabla:

Tabla 2.1 Valores límite de eficiencia energética de la instalación

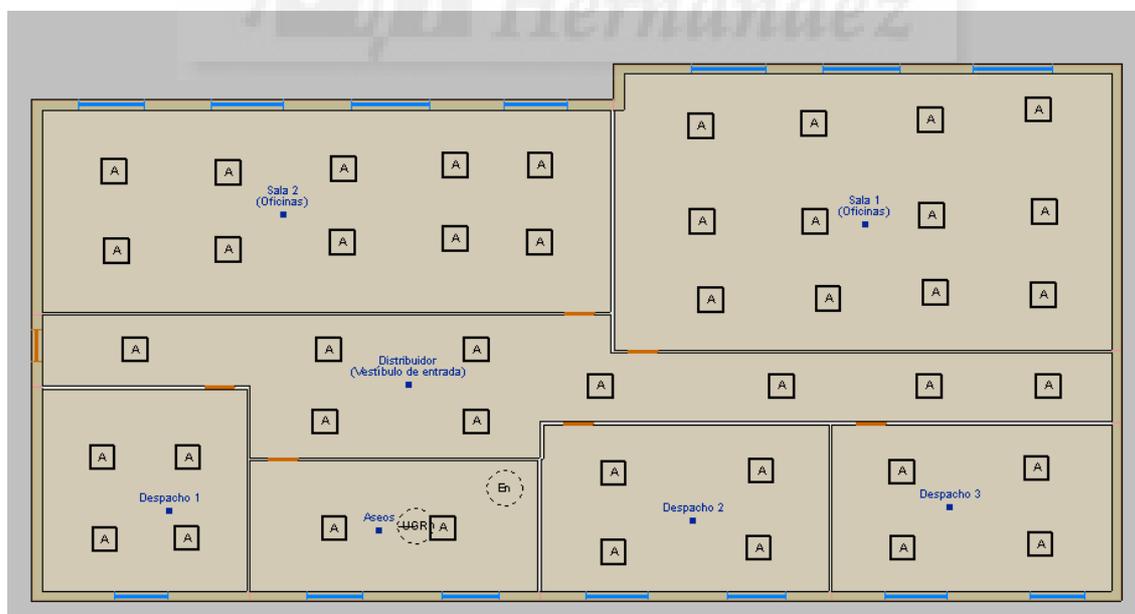
Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico ⁽¹⁾	3,5
aulas y laboratorios ⁽²⁾	3,5
habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas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

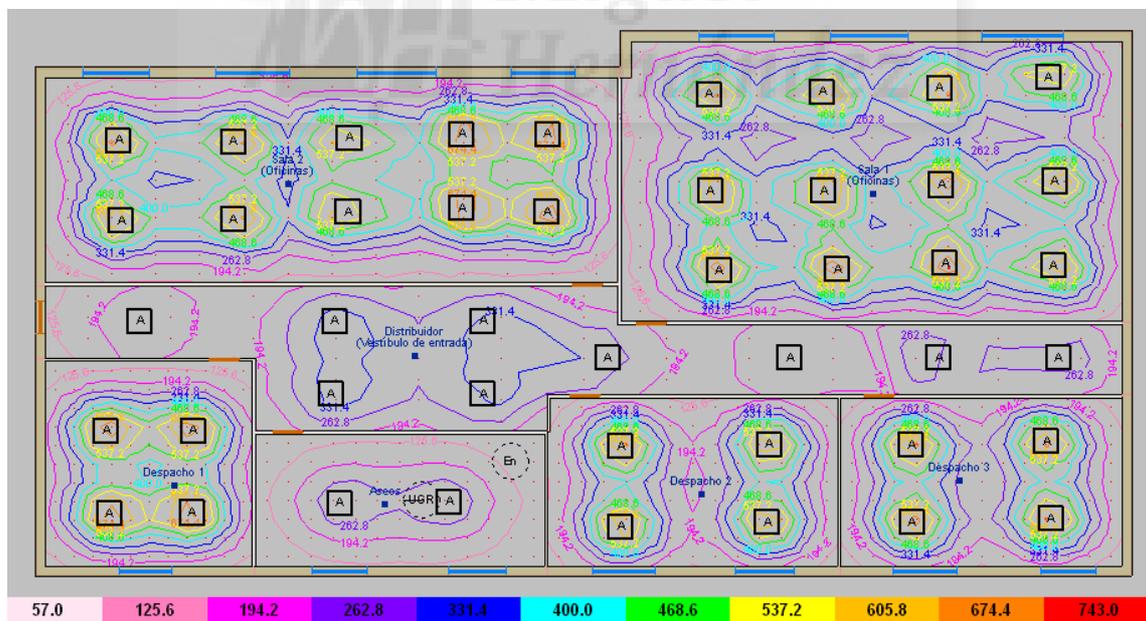
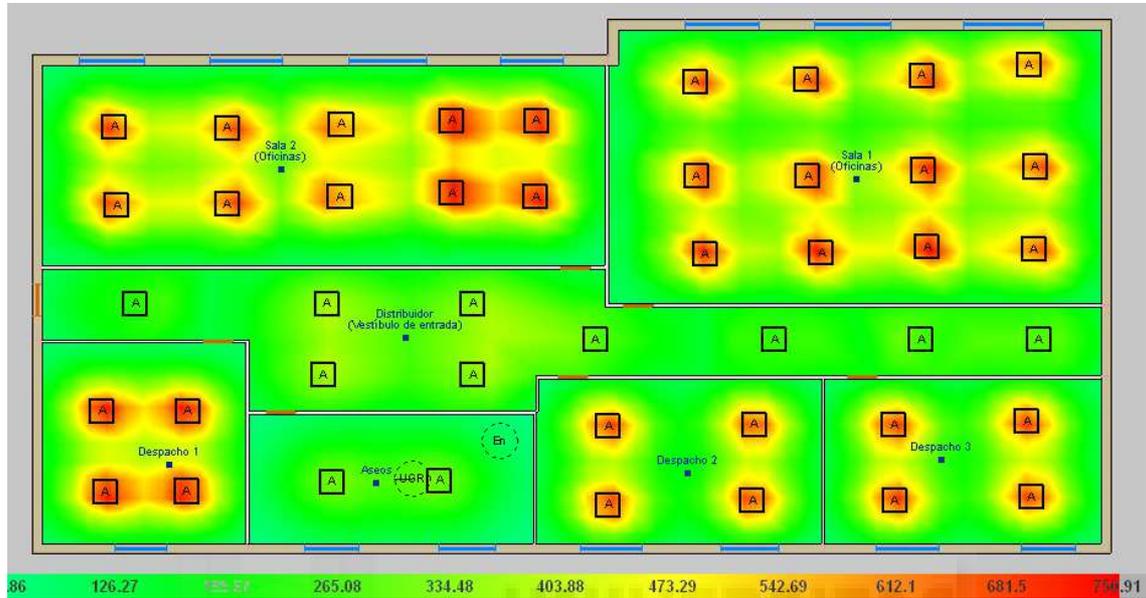
La potencia instalada en iluminación, teniendo en cuenta la potencia de las lámparas y equipos auxiliares no superarán los valores de la siguiente tabla:

Tabla 2.2 Potencia máxima de iluminación

Uso del edificio	Potencia máxima instalada [W/m ²]
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600lux	25

Estancia	Luminarias	Número	P [W]	VEEI obj	VEEI 2013	VEEI 2006	P [W/m2]	P Max [W/m2]
Despacho1	4x18W	4	321,2	2,20	3	3,5	8,9	12
Despacho2	4x18W	4	321,2	2,30	3	3,5	8,03	12
Despacho3	4x18W	4	321,2	2,30	3	3,5	8,03	12
Sala1 grande	4x18W	12	963,60	2,40	3	4,5	8,6	12
Sala2 pequeña	4x18W	10	803,00	2,30	3	4,5	8,36	12
Distribuidor	4x18W	9	722,70	3,30	6	4,5	9,26	12
Aseos	4x18W	2	160,60	2,60	6	4,5	5,01	12





Ficha de cumplimiento de HE-3:

Análisis energético de un edificio de oficinas – TFM

INFORMACIÓN RELATIVA AL EDIFICIO

Tipo de uso: Administrativo			
Potencia límite: 12.00 W/m ²			
Planta	Recinto	Superficie iluminada	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.
		S(m ²)	P (W)
Planta baja	Despacho 1 (Despacho)	36	321.20
Planta baja	Despacho 2 (Despacho)	40	321.20
Planta baja	Despacho 3 (Despacho)	40	321.20
Planta baja	Sala 1 (Oficinas)	112	963.60
Planta baja	Sala 2 (Oficinas)	96	803.00
Planta baja	Aseos (Aseo de planta)	32	160.60
Planta baja	Distribuidor (Vestíbulo de entrada)	78	722.70
TOTAL		434	3613.50
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada: P_{tot}/S_{tot} (W/m ²): 8.32			

INFORMACIÓN RELATIVA A LAS ZONAS

Administrativo en general												
VEEI máximo admisible: 3.00 W/m ²												
Planta	Recinto	Índice del local	Número de puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento previsto	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.	Eficiencia de las lámparas utilizadas en el local	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas	Coefficiente de transmisión luminosa del vidrio de las ventanas del local	Ángulo de sombra
K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m ²)	Em (lux)	UGR	Ra	T	θ (°)		
Planta baja	Despacho 1 (Despacho)	2	81	0.80	321.20	1.38	2.20	442.17	15.0	85.0	0.12 (*)	90.0
Planta baja	Despacho 2 (Despacho)	2	78	0.80	321.20	1.14	2.30	367.51	15.0	85.0	0.19 (*)	90.0
Planta baja	Despacho 3 (Despacho)	2	77	0.80	321.20	1.19	2.30	383.08	15.0	85.0	0.19 (*)	90.0
Planta baja	Sala 1 (Oficinas)	3	143	0.80	963.60	0.39	2.40	379.21	16.0	85.0	0.21 (*)	90.0
Planta baja	Sala 2 (Oficinas)	2	117	0.80	803.00	0.49	2.30	394.12	16.0	85.0	0.22 (*)	90.0
(*) En los recintos señalados, es obligatorio instalar un sistema de aprovechamiento de la luz natural.												

Zonas comunes												
VEEI máximo admisible: 6.00 W/m ²												
Planta	Recinto	Índice del local	Número de puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento previsto	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.	Eficiencia de las lámparas utilizadas en el local	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas	Coefficiente de transmisión luminosa del vidrio de las ventanas del local	Ángulo de sombra
K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m ²)	Em (lux)	UGR	Ra	T	θ (°)		
Planta baja	Aseos (Aseo de planta)	1	55	0.80	160.60	1.32	2.60	212.25	17.0	85.0	0.18 (*)	90.0

Análisis energético de un edificio de oficinas – TFM

(*) En los recintos señalados, es obligatorio instalar un sistema de aprovechamiento de la luz natural.

Zonas comunes										
VEEI máximo admisible: 6.00 W/m ²										
Planta	Recinto	Índice del local	Número de puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento o previsto	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.	Eficiencia de las lámparas utilizadas en el local	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas
		K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m ²)	Em (lux)	UGR	Ra
Planta baja	Distribuidor (Vestíbulo de entrada)	1	37	0.80	722.70	0.40	3.30	286.90	16.0	85.0

Se presentan a continuación los resultados del alumbrado interior y los cálculos luminotécnicos realizados con Cype:

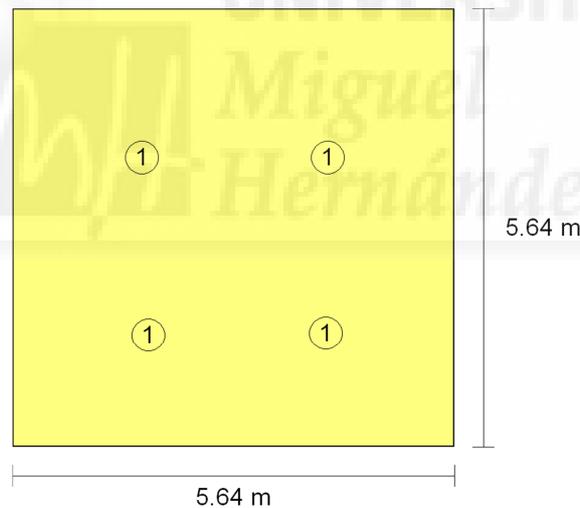


1.- ALUMBRADO INTERIOR

RECINTO			
Referencia:	Despacho 1 (Despacho)	Planta:	Planta baja
Superficie:	31.8 m ²	Altura libre:	2.68 m
		Volumen:	85.3 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	1.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	1.67
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Disposición de las luminarias



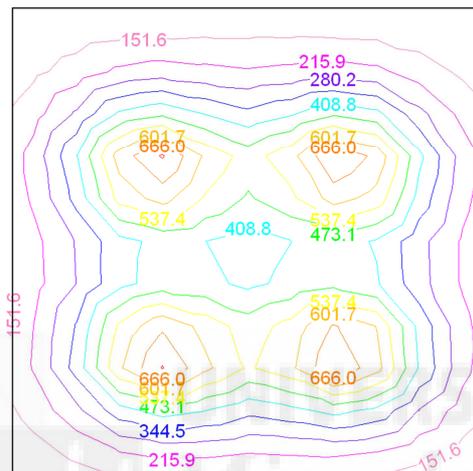
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	4	Luminaria de superficie, de 652x652x100 mm, para 4 lámparas fluorescentes TL de 18 W	5400	17	59	4 x 80.3
						Total = 321.2 W

Valores de cálculo obtenidos

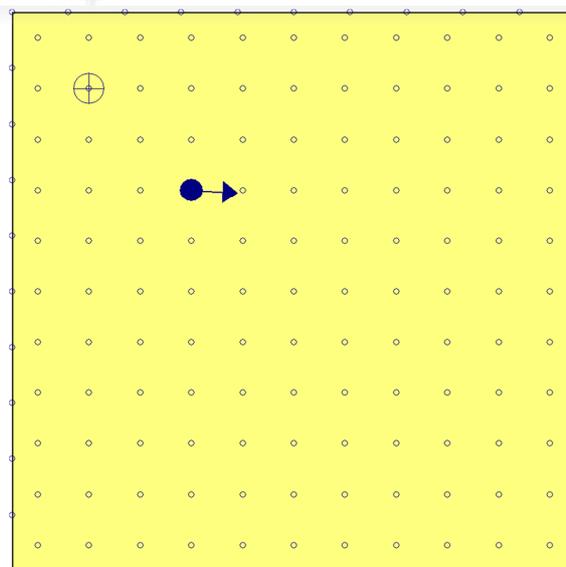
--

Iluminancia mínima:	178.75 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	442.17 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	15.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	2.20 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	10.12 W/m ²
Factor de uniformidad:	40.43 %

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

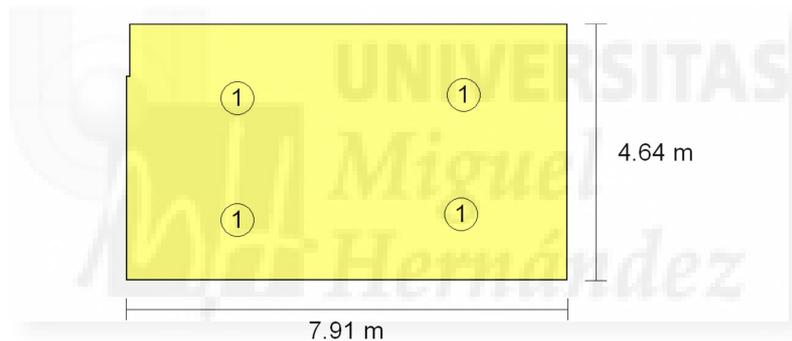


- ⊕ Iluminancia mínima (178.75 lux)
- Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 15.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 161)

RECINTO			
Referencia:	Despacho 2 (Despacho)	Planta:	Planta baja
Superficie:	36.6 m ²	Altura libre:	2.68 m Volumen: 98.3 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	1.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	1.73
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

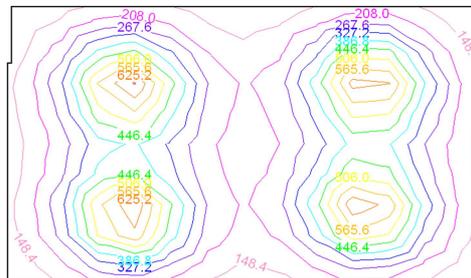
Disposición de las luminarias



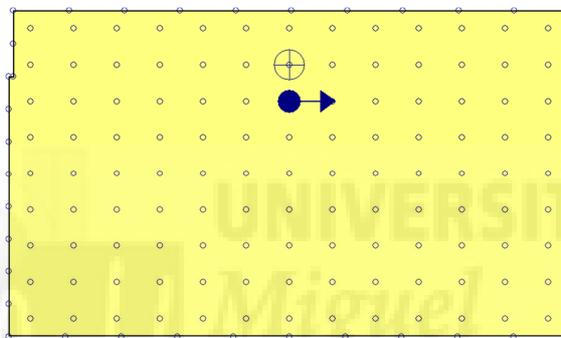
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	4	Luminaria de superficie, de 652x652x100 mm, para 4 lámparas fluorescentes TL de 18 W	5400	17	59	4 x 80.3
						Total = 321.2 W

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	165.45 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	367.51 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	15.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	2.30 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	8.77 W/m ²
Factor de uniformidad:	45.02 %

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

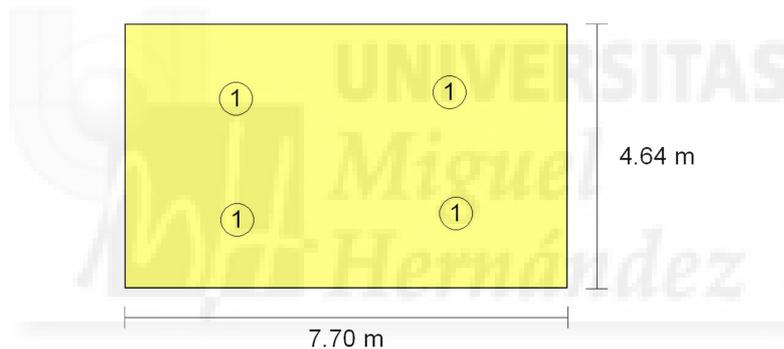


- ⊕ Iluminancia mínima (165.45 lux)
- ◀ Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 15.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 158)

RECINTO			
Referencia:	Despacho 3 (Despacho)	Planta:	Planta baja
Superficie:	35.7 m ²	Altura libre:	2.68 m
		Volumen:	95.8 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	1.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	1.72
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

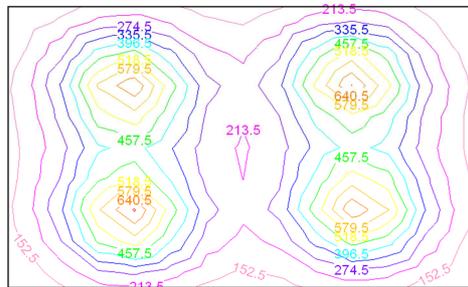
Disposición de las luminarias



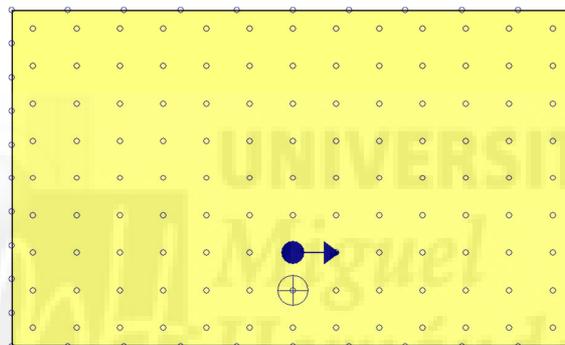
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	4	Luminaria de superficie, de 652x652x100 mm, para 4 lámparas fluorescentes TL de 18 W	5400	17	59	4 x 80.3
						Total = 321.2 W

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	193.85 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	383.08 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	15.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	2.30 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	9.01 W/m ²
Factor de uniformidad:	50.60 %

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

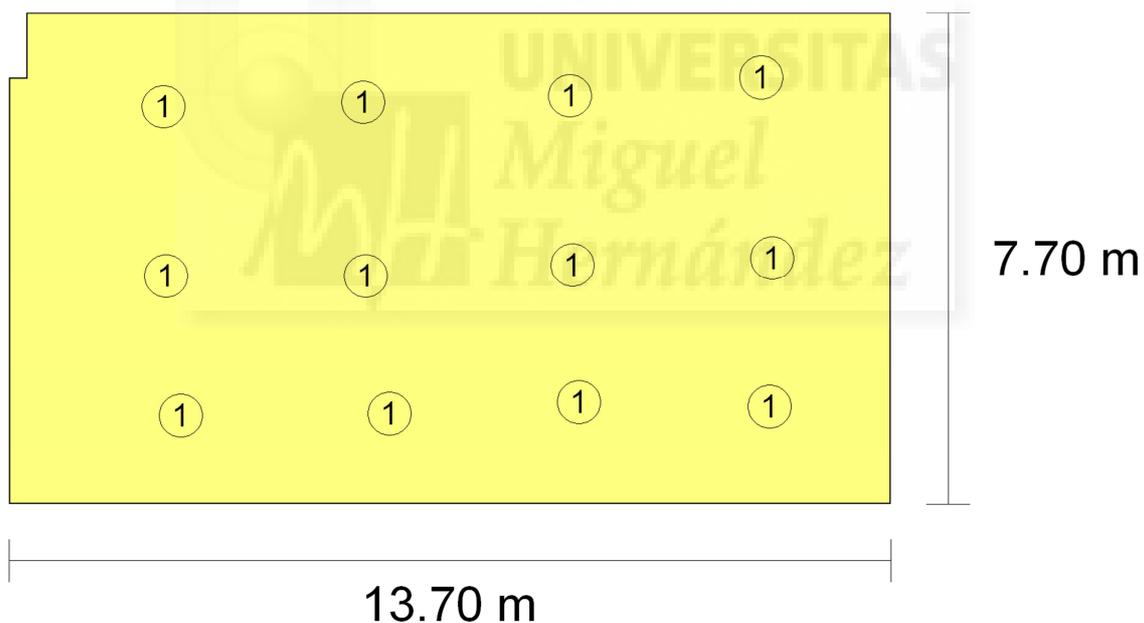


- ⊕ Iluminancia mínima (193.85 lux)
- ◀● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 15.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 157)

RECINTO			
Referencia:	Sala 1 (Oficinas)	Planta:	Planta baja
Superficie:	105.1 m ²	Altura libre:	2.68 m
		Volumen:	282.2 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	1.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	2.92
Número mínimo de puntos de cálculo:	16

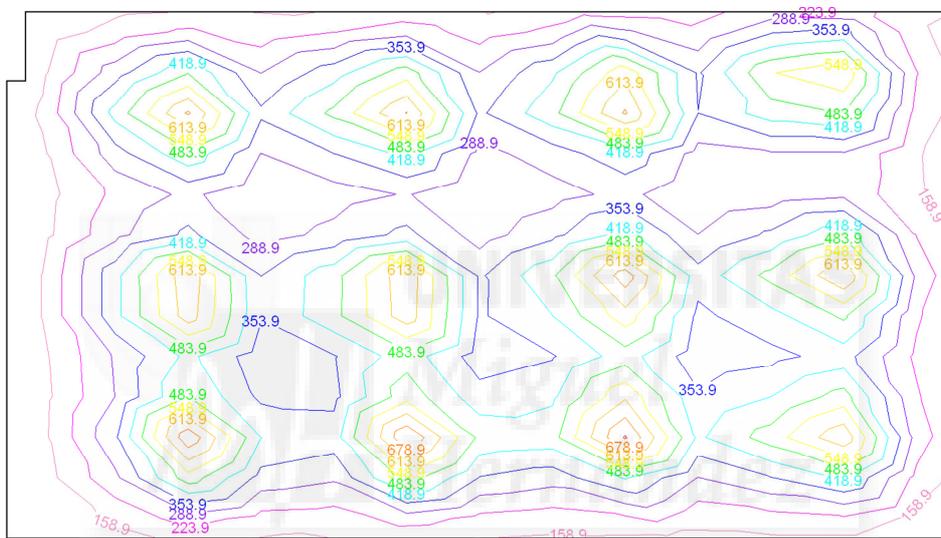
Disposición de las luminarias



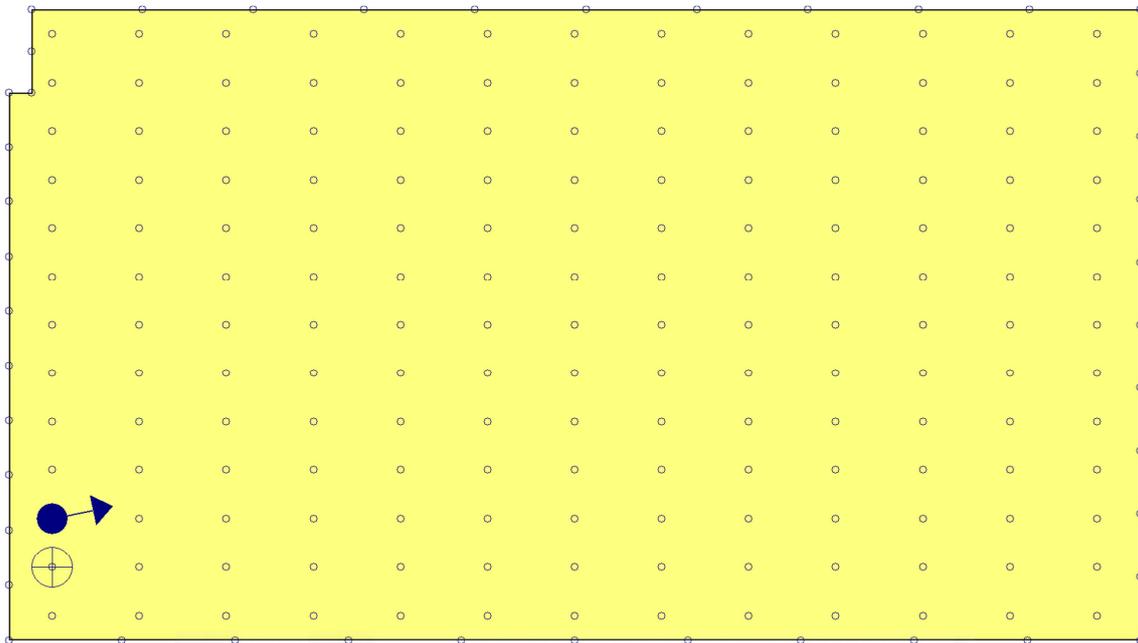
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	12	Luminaria de superficie, de 652x652x100 mm, para 4 lámparas fluorescentes TL de 18 W	5400	6	59	12 x 80.3
						Total = 963.6 W

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	129.30 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	379.21 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	16.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	2.40 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	9.17 W/m ²
Factor de uniformidad:	34.10 %

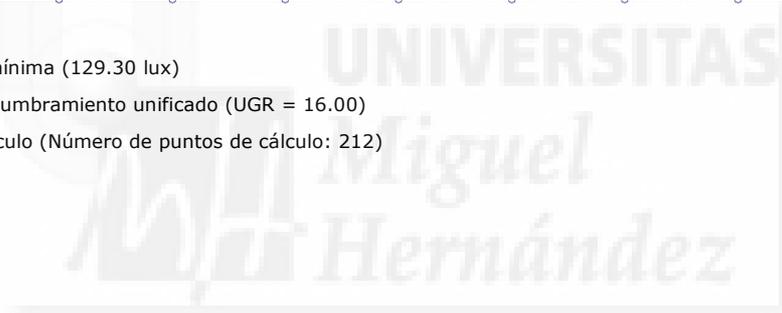
Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados



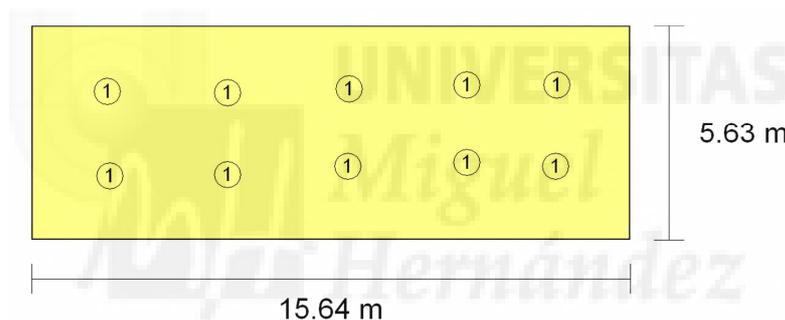
- ⊕ Iluminancia mínima (129.30 lux)
- ◀ Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 16.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 212)



RECINTO			
Referencia:	Sala 2 (Oficinas)	Planta:	Planta baja
Superficie:	88.1 m ²	Altura libre:	2.69 m
		Volumen:	236.6 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	1.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	2.46
Número mínimo de puntos de cálculo:	16

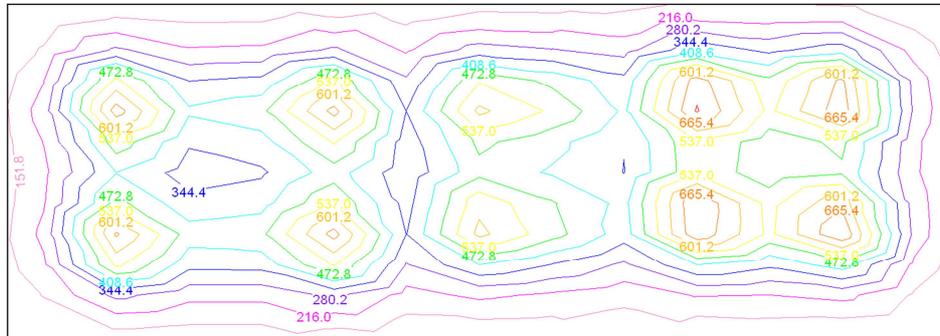
Disposición de las luminarias



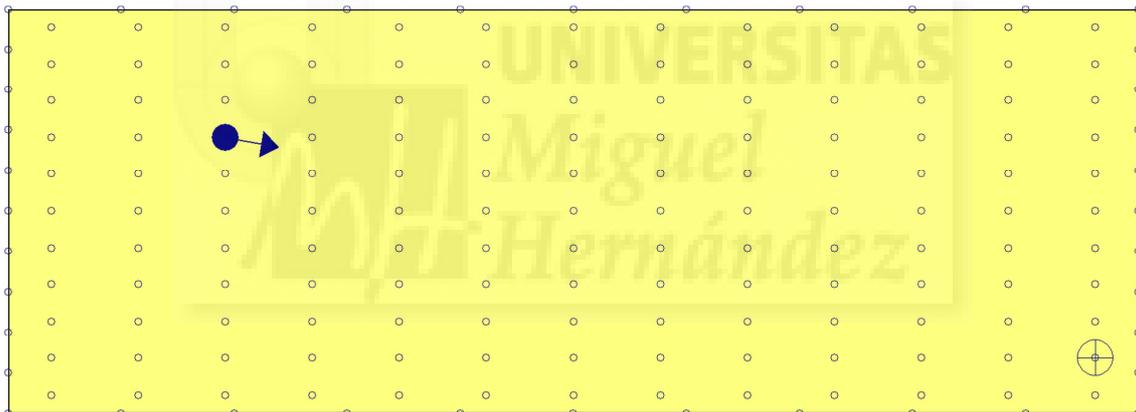
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	10	Luminaria de superficie, de 652x652x100 mm, para 4 lámparas fluorescentes TL de 18 W	5400	7	59	10 x 80.3
						Total = 803.0 W

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	143.79 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	394.12 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	16.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	2.30 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	9.11 W/m ²
Factor de uniformidad:	36.48 %

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

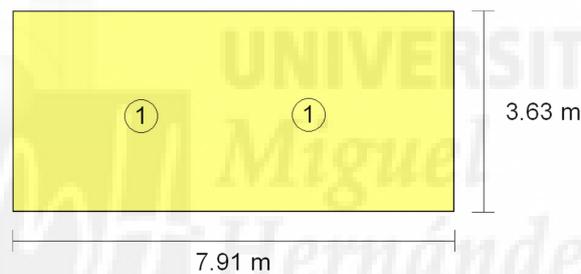


- ⊕ Iluminancia mínima (143.79 lux)
- ◀● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 16.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 183)

RECINTO			
Referencia:	Aseos (Aseo de planta)	Planta:	Planta baja
Superficie:	28.8 m ²	Altura libre:	2.68 m Volumen: 77.2 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	0.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	0.93
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

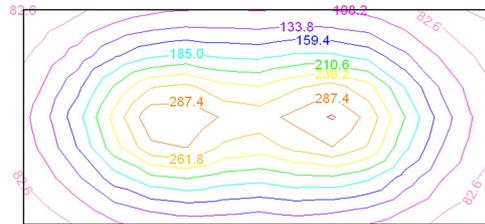
Disposición de las luminarias



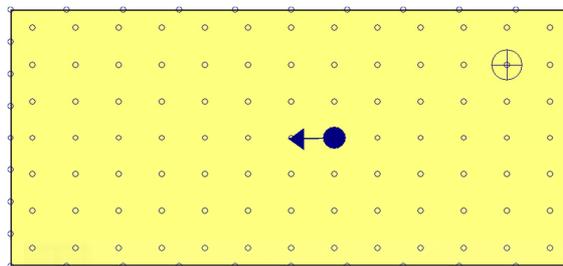
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	2	Luminaria de superficie, de 652x652x100 mm, para 4 lámparas fluorescentes TL de 18 W	5400	34	59	2 x 80.3
						Total = 160.6 W

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	104.99 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	212.25 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	17.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	2.60 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	5.59 W/m ²
Factor de uniformidad:	49.46 %

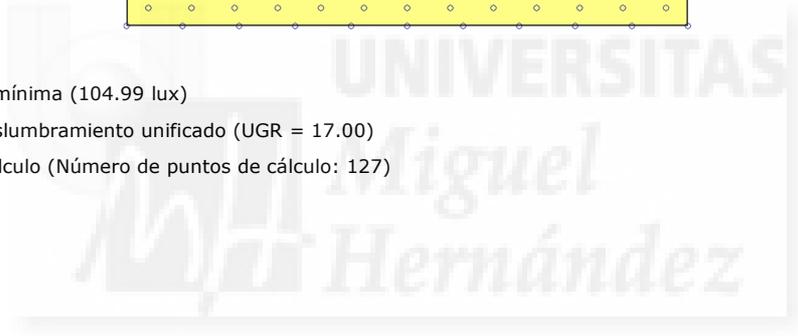
Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados



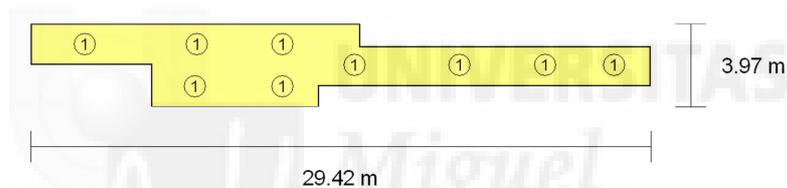
- ⊕ Iluminancia mínima (104.99 lux)
- ◀ Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 17.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 127)



RECINTO	
Referencia: Distribuidor (Vestíbulo de entrada)	Planta: Planta baja
Superficie: 75.0 m ²	Altura libre: 2.69 m Volumen: 201.4 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	0.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	0.84
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

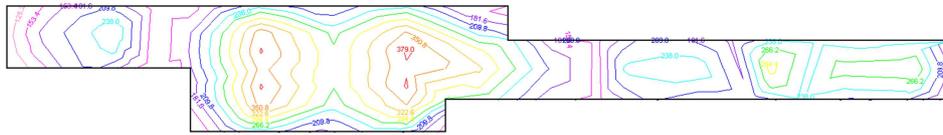
Disposición de las luminarias



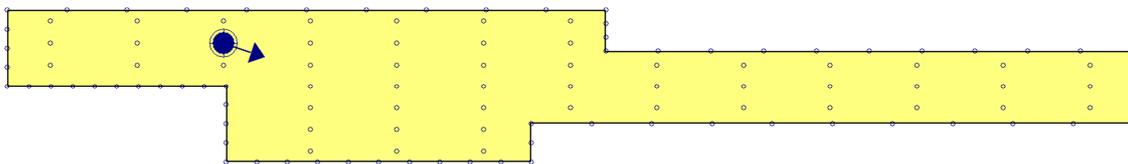
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	9	Luminaria de superficie, de 652x652x100 mm, para 4 lámparas fluorescentes TL de 18 W	5400	7	59	9 x 80.3
						Total = 722.7 W

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	174.43 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	286.90 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	16.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	3.30 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	9.63 W/m ²
Factor de uniformidad:	60.80 %

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados



- ⊕ Iluminancia mínima (174.43 lux)
- ➡ Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 16.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 120)



2.- CURVAS FOTOMÉTRICAS

TIPOS DE LUMINARIA (Alumbrado normal)

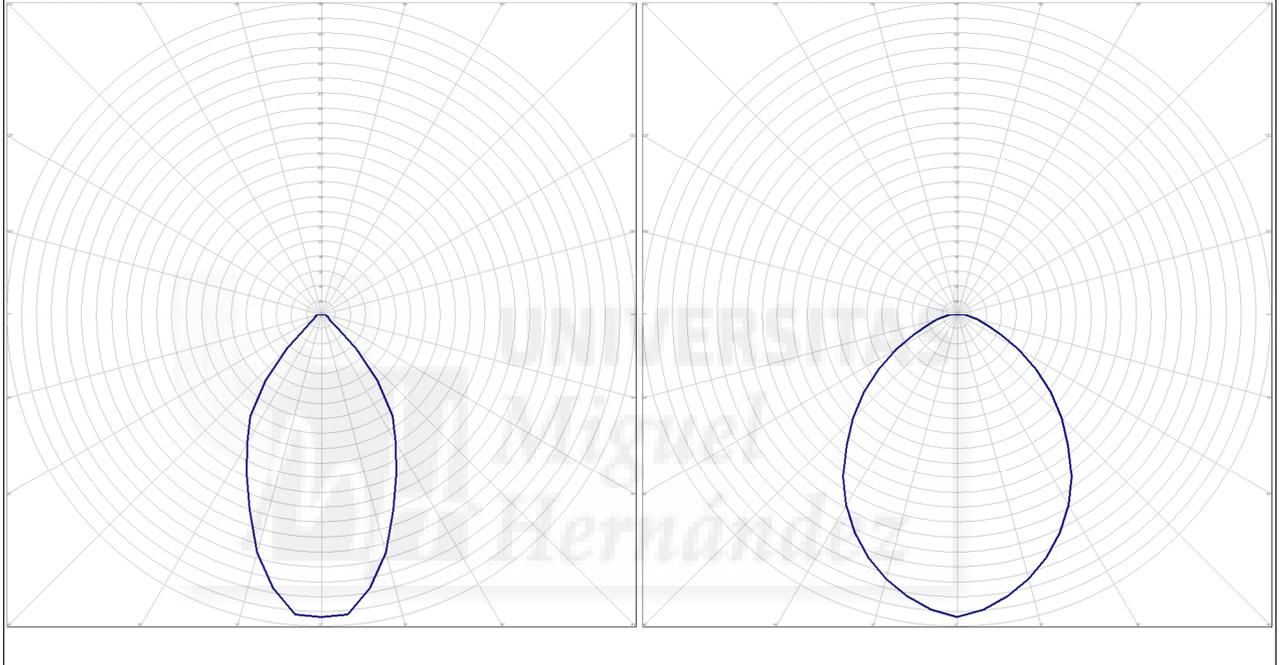
Tipo 1

Luminaria de superficie, de 652x652x100 mm, para 4 lámparas fluorescentes TL de 18 W (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 45)

Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180

PLANO C90 - C270



HE4.- CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA



Ámbito de aplicación

Esta sección es de aplicación a:

- a) edificios de nueva construcción o a edificios existentes en que se reforme íntegramente el edificio en sí o la instalación térmica, o en los que se produzca un cambio de uso, característico del mismo, en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) superior a 50 l/d;
- b) ampliaciones o intervenciones, no cubiertas en el punto anterior, en edificios existentes con una demanda inicial de ACS superior a 5.000 l/día, que supongan un incremento superior al 50% de la demanda inicial;
- c) climatizaciones de: piscinas cubiertas nuevas, piscinas cubiertas existentes en las que se renueve la instalación térmica o piscinas descubiertas existentes que pasen a ser cubiertas.



Según la tabla 2.1, se establece una contribución solar mínima en función de la zona climática y la demanda total de ACS del edificio a una temperatura de referencia de 60°C.

Demanda de ACS:

Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60 °C⁽¹⁾

Criterio de demanda	Litros/día-unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

EDIFICIO	superficie	ocupación
DESPACHO1	36	4
DESPACHO2	40	4
DESPACHO3	40	4
DISTRIBUIDOR	78	9
SALA2	112	12
SALA1	96	10
Total	402	43
Total [litros/día]		86

Tabla 2.1. Contribución solar mínima anual para ACS en %.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
> 10.000	30	50	60	70	70

Se utiliza el F-Chart para realizar todos los cálculos.

En agosto las oficinas permanecerán cerradas, no obstante, se supone que habrá mantenimiento y un pequeño consumo de agua.

CÁLCULO DEMANDA ENERGÉTICA

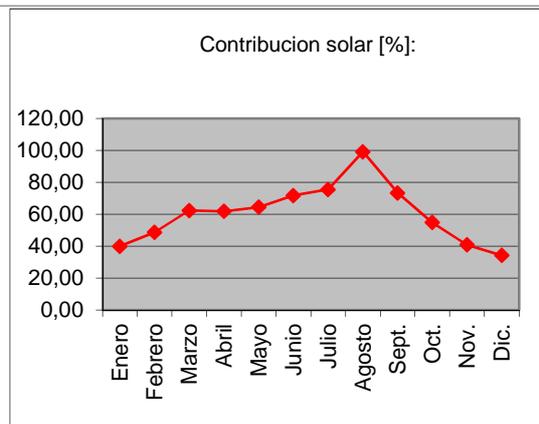
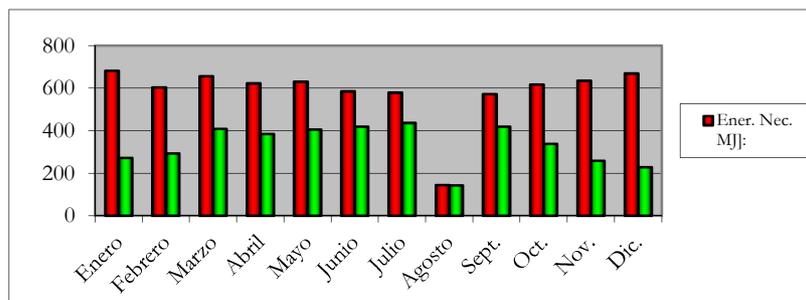
Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Annual
Consumo de agua [m³]:	2,7	2,4	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	0,7	2,6	2,7	2,6	2,7	29,4
Incremento T _a [°C]:	53,0	52,0	51,0	50,0	49,0	47,0	45,0	45,0	46,0	48,0	51,0	52,0	
Ener. Nec. [Kcal-1000]:	141	125	136	129	131	121	120	31	119	128	132	139	1451,4
Ener. Nec. [MJ]:	592	524	569	540	547	508	502	131	497	536	551	580	6077,0

La energía necesaria se ha mayorado un 10% para considerar las pérdidas de energía de distribución y acumulación.

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Annual
Ener. Nec. MJ]:	651	577	626	594	602	558	553	144	547	589	606	638	6685
Ahorros [MJ]:	269	290	402	379	399	412	428	143	412	333	256	227	
Contribucion solar [%]:	41,37	50,26	64,27	63,77	66,34	73,75	77,48	99,45	75,31	56,56	42,21	35,48	
Contribucion solar [%] sin lim	41,37	50,26	64,27	63,77	66,34	73,75	77,48	99,45	75,31	56,56	42,21	35,48	62,19
Ener. interceptada [MJ]:	633	674	934	882	935	990	1063	1098	1004	794	609	561	10176
Rendimiento instalación:	42,57	43,04	43,08	42,95	42,70	41,60	40,28	13,02	40,98	41,97	41,99	40,39	39,55

Con un volumen de acumulación de 150L y utilizando como sistema, un compacto de termosifón formado por un captador con una superficie de absorción de 1,92m² se obtiene una contribución solar del 62%. La relación de acumulación con el área de captación es de 78, valor comprendido entre 50 y 180.

La orientación del captador será a Sur y su inclinación latitud +10°. Decido escoger esta inclinación para asegurarme de que el captador tiene la eficiencia máxima en los meses de invierno que es cuando va a haber plena ocupación. Al estar más vertical, el panel solar puede captar mejor la luz del sol en los meses de invierno, cuando el sol está bajo en el horizonte.



Sistema solar termosifón Smart 150 LITROS

La opción más rentable en pequeños consumos

La opción más rentable en pequeños consumos viene de la mano del equipo termosifón Junkers de 150 litros: ligero, fácil de manejar, y equipado con un captador Smart FCC-2S, constituye la mejor opción en pequeños consumos.

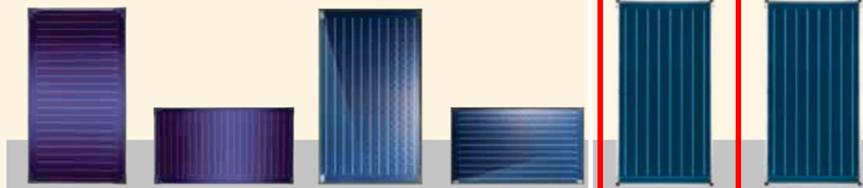
Dos posibilidades de instalación para adaptarse a cualquier tipo de cubierta:

- Para tejado plano
- Para tejado inclinado



GAMA	150 l	
CAPTADOR	1 x FCC - 2S	
DEPÓSITO	TS 150-2	TS 150-2 E
Tipo de sistema	Circuito indirecto	Circuito indirecto
Tipo de intercambiador	Doble envolvente (horizontal)	Doble envolvente (horizontal)
Capacidad total (l.)	150	150
Volumen acumulación circuito primario (l.)	13	13
Volumen acumulación circuito secundario (l.)	145	145
Presión máx. de trabajo circuito primario (bar)	2,5	2,5
Presión máx. de trabajo circuito secundario (bar)	10	10
Diametro (mm)	580	580
Longitud (mm)	1.120	1.120
Peso vacío (kg)	71	71
Recubrimiento exterior	acero galvanizado lacado	acero galvanizado lacado

Captadores solares



GAMA	TOP				SMART	
MODELO	FKT-1 S	FKT-1 W	FKC-2 S	FKC-2 W	FCC-2 S	FCB-2 S
Montaje	vertical	horizontal	vertical	horizontal	vertical	vertical
Dimensiones: ancho x alto x fondo [mm]	1.145x2.070x90	2.070x1.145x90	1.175x2.017x87	2.017x1.175x87	1.032x2.026x67	1.032x2.026x67
Área total [m ²]	2,37	2,37	2,37	2,37	2,09	2,09
Área de apertura [m ²]	2,25	2,25	2,25	2,25	1,94	1,94
Área del absorbedor [m ²]	2,23	2,23	2,18	2,18	1,92	1,92
Volumen del absorbedor [l]	1,42	1,76	0,94	1,35	0,8	0,8
Peso en vacío [kg.]	44	45	40	40	30	30
Presión trabajo máx. [bar]	10	10	6	6	6	6
Caudal nominal [l/h]	50	50	50	50	50	50
Carcasa	Fibra de vidrio				Aluminio	
Aislamiento	Lana mineral, de 55 mm de espesor				Lana mineral, 25 mm	
Absorbedor	Altamente selectivo				Altamente selectivo	
Recubrimiento absorbedor	PVD		PVD		PVD	
Circuito hidráulico	Doble serpentin		Parrilla de tubos		Parrilla de tubos	
Curva de rendimiento instantáneo según EN 12975-2 (basada en el área de apertura)						
Factor de eficiencia η_0	0,811		0,77		0,761	
Coef. pérdidas línea [W/m ² K]	3,653		3,216		4,083	
Coef. pérdidas secundaria [W/m ² K ²]	0,0146		0,015		0,012	

JUSTIFICACIÓN DEL CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE PÉRDIDAS DEL ACUMULADOR DE ACS

Equipo ARISTON PRO ECO 100V



/ TERMO ELÉCTRICO / INSTALACIÓN VERTICAL U HORIZONTAL (MODELOS DISTINTOS) / FUNCIÓN ECO

- Calderín esmaltado al titanio a 850°C
- Modelos con diámetros super reducidos (Slim)
- Resistencia blindada
- Regulación de la temperatura personalizable
- Display inteligente: Interfaz con leds con termómetro electrónico
- Aislamiento poliuretano (sin CFC ni HCFC)
- ABS, sistema de seguridad electrónica
- Nanomix + Best: máxima disponibilidad de agua caliente
- Reset fácil e inmediato
- Ánodo de magnesio de grandes dimensiones
- Válvula seguridad testada a 8 bar
- Compatible con plantilla instafix
- 2 años de garantía total
- 5 años de garantía en calderín



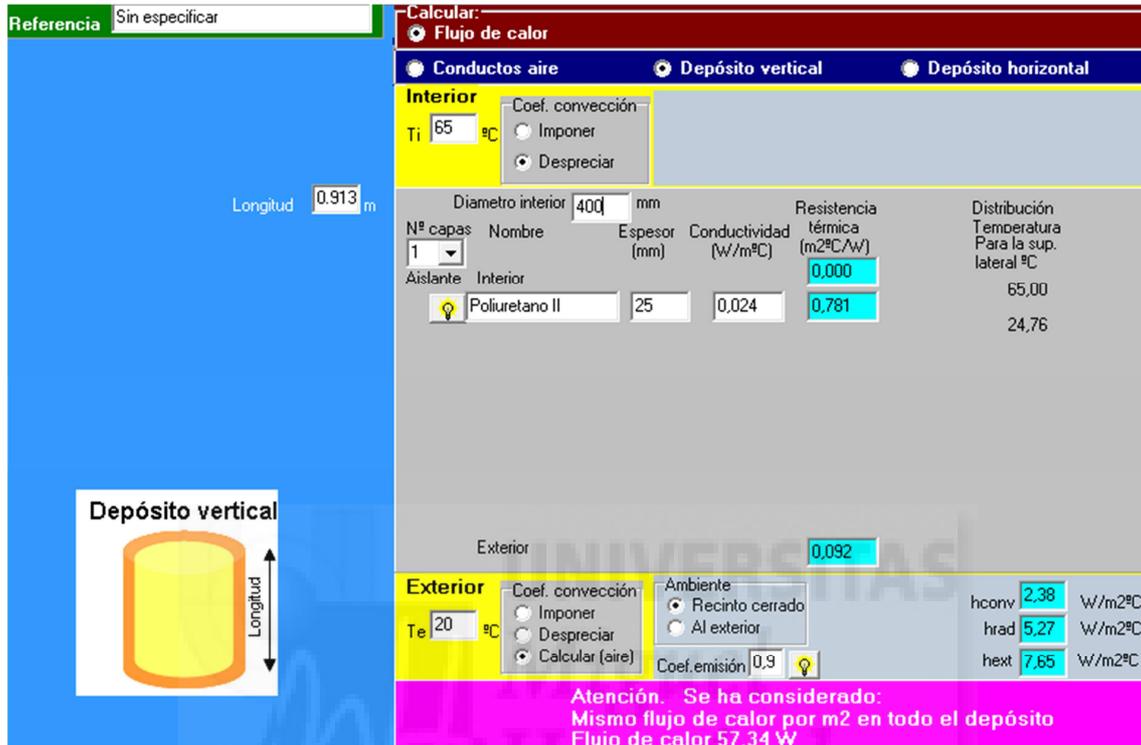
DATOS TÉCNICOS		PRO ECO 50 V	PRO ECO 80 V	PRO ECO 100 V	PRO ECO 80 H	PRO ECO 100 H	PRO ECO 30 V SLIM	PRO ECO 50 V SLIM
Capacidad	l	50	80	100	80	100	30	50
Potencia	W	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.800	1.800
Voltaje	V	230	230	230	230	230	230	230
Tiempo calent. (ΔT=45°C)	h. min.	1,56	3,06	3,52	3,06	3,52	0,55	1,37
Temp. máx. ejercicio	°C	80	80	80	80	80	80	80
Dispersión térmica 65°C	kWh/24h	0,96	1,22	1,39	1,48	1,65	0,86	1,21
Presión máx. ejercicio	bar	8	8	8	8	8	8	8
Peso neto	kg	16,5	22,0	25,5	22,0	25,5	14,0	18,1
Índice protección	IP	IPX3	IPX3	IPX3	IPX1	IPX1	IPX3	IPX3
DIMENSIONES								
Tubos entrada/salida	Pulgadas	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
a	mm	550	758	913	758	913	575	852
b	mm	398	603	758	-	-	416	693
c	mm	-	-	-	174	177	-	-
d	mm	-	-	-	335	487	-	-

Coeficiente de dispersión térmica a 65°C: 1,39 kWh/24h

Coeficiente de dispersión térmica [W]: $1,39 \text{ kWh} / 24 \text{ h} = 0,05792 \times 1000 = \mathbf{57,92 \text{ W}}$

$P = U \times A \times DT$; $UA = 57,92 / (65-20) = \mathbf{1,29 \text{ W/°C}}$ (20°C ya que el termo se considera que está en el interior)

Para un aislamiento de poliuretano según el enunciado, se calcula el aislamiento para un flujo de calor similar al calculado anteriormente.



Referencia Sin especificar

Calcular:

- Flujo de calor
- Conductos aire
- Depósito vertical
- Depósito horizontal

Interior

Ti 65 °C

Coef. convección:

- Imponer
- Despreciar

Diametro interior 400 mm

Nº capas	Nombre	Espesor (mm)	Conductividad (W/m²C)	Resistencia térmica (m²C/W)	Distribución Temperatura Para la sup. lateral °C
1	Interior			0,000	65,00
	Poliuretano II	25	0,024	0,781	24,76

Exterior 0,092

Exterior

Te 20 °C

Coef. convección:

- Imponer
- Despreciar
- Calcular (aire)

Ambiente:

- Recinto cerrado
- Al exterior

Coef. emisión 0,9

hconv 2,38 W/m²C
 hrad 5,27 W/m²C
 hext 7,65 W/m²C

**Atención. Se ha considerado:
 Mismo flujo de calor por m2 en todo el depósito
 Flujo de calor 57,34 W**

Se determinó que con los datos de la ficha técnica el espesor es aproximadamente 25mm de poliuretano. Ahora se calcula la pérdida para la temperatura de preparación 55°C:

Referencia Sin especificar

Calcular: Flujo de calor

Conductos aire Depósito vertical Depósito horizontal

Interior

Ti 55 °C

Coef. convección: Imponer Despreciar

Diametro interior 400 mm

Nº capas	Nombre	Espesor (mm)	Conductividad (W/m²C)	Resistencia térmica (m²C/W)	Distribución Temperatura Para la sup. lateral °C
1	Áislante Interior			0,000	55,00
	 Poliuretano II	25	0,024	0,781	23,78

Exterior

Te 20 °C

Coef. convección: Imponer Despreciar Calcular (aire)

Ambiente: Recinto cerrado Al exterior

Coef. emisión 0,9 

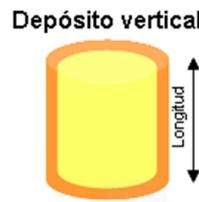
hconv 2,25 W/m²C
hrad 5,24 W/m²C
hext 7,49 W/m²C

Exterior 0,094

**Atención. Se ha considerado:
Mismo flujo de calor por m2 en todo el depósito
Flujo de calor 44,49 W**

Longitud 0,913 m

Depósito vertical



Las pérdidas a 55°C son de **44,49W**.

$P = U \times A \times DT$; $UA = 44,49 / (55-20) = 1,27 \text{ W/}^\circ\text{C}$ (20°C ya que el termo se considera que está en el interior)

HE5.- INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS



Ámbito de aplicación

Esta Sección es de aplicación a:

a) edificios de nueva construcción y a edificios existentes que se reformen íntegramente, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo, para los usos indicados en la tabla 1.1 cuando se superen los 5.000 m² de superficie construida;

b) ampliaciones en edificios existentes, cuando la ampliación corresponda a alguno de los usos establecidos en tabla 1.1 y la misma supere 5.000 m² de superficie construida.

Se considerará que la superficie construida incluye la superficie del aparcamiento subterráneo (si existe) y excluye las zonas exteriores comunes.

Tabla 1.1 Ámbito de aplicación

Tipo de uso

Hipermercado

Multi-tienda y centros de ocio

Nave de almacenamiento y distribución

Instalaciones deportivas cubiertas

Hospitales, clínicas y residencias asistidas

Pabellones de recintos feriales

En el caso de edificios ejecutados dentro de una misma parcela catastral, destinados a cualquiera de los usos recogidos en la tabla 1.1, para la comprobación del límite establecido en 5.000 m², se considera la suma de la superficie construida de todos ellos.

Quedan exentos del cumplimiento total o parcial de esta exigencia los edificios históricos protegidos cuando así lo determine el órgano competente que deba dictaminar en materia de protección histórico-artística.

No procede. No obstante se aplicará esta sección al edificio como mejora.

Para calcular la producción de energía fotovoltaica primero se debe elegir el ángulo óptimo para la localidad de Lugo. Se considera que la instalación es para autoconsumo. Para esto estudiaremos tres casos mediante el software web **PVGIS**:

Caso 1.- Producción continua durante todo el año. Y se obtuvo el siguiente ángulo óptimo.

CASO 1	Energía Mensual kWh para distintos ángulos de inclinación					
	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Jan	56,7	58,9	60,7	62,1	63,2	63,9
Feb	76	78,1	79,9	81,1	81,9	82,2
Mar	117	118	119	119	119	118
Apr	117	116	115	113	111	108
May	133	131	128	124	120	115
Jun	138	135	131	126	121	115
Jul	148	144	140	136	130	124
Aug	146	145	143	140	136	131
Sep	127	128	129	128	127	125
Oct	95,7	97,9	99,6	101	101	101
Nov	58,7	60,7	62,4	63,6	64,5	65
Dec	54,9	57,4	59,4	61,1	62,4	63,3
TOTAL	1268	1270	1267	1254,9	1237	1211,4
PROMEDIO	105,67	105,83	105,58	104,58	103,08	100,95

Caso 2.- Producción sin el mes de agosto, ya que estará cerrado el edificio. Y se obtuvo el siguiente ángulo óptimo.

CASO 2	Energía Mensual kWh para distintos ángulos de inclinación					
	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Jan	56,7	58,9	60,7	62,1	63,2	63,9
Feb	76	78,1	79,9	81,1	81,9	82,2
Mar	117	118	119	119	119	118
Apr	117	116	115	113	111	108
May	133	131	128	124	120	115
Jun	138	135	131	126	121	115
Jul	148	144	140	136	130	124
Sep	127	128	129	128	127	125
Oct	95,7	97,9	99,6	101	101	101
Nov	58,7	60,7	62,4	63,6	64,5	65
Dec	54,9	57,4	59,4	61,1	62,4	63,3
TOTAL	1122	1125	1124	1114,9	1101	1080,4
PROMEDIO	102	102,27	102,18	101,35	100,09	98,22

Caso 3.- Para obtener la mayor producción en los meses donde va a estar más tiempo conectada la enfriadora, ya que ésta es eléctrica y en invierno se usa más la caldera a gas. Y se obtuvo el siguiente ángulo óptimo.

CASO 3	Energía Promedio Mensual kWh para distintos ángulos de inclinación					
	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Jun	138	135	131	126	121	115
Jul	148	144	140	136	130	124
Sep	127	128	129	128	127	125
Oct	95,7	97,9	99,6	101	101	101
TOTAL	508,7	504,9	499,6	491	479	465
PROMEDIO	127,175	126,225	124,9	122,75	119,75	116,25

A la vista de los resultados, se podría considerar el ángulo óptimo 30°, ya que en esos meses va a haber la mayor demanda eléctrica al estar en marcha la enfriadora y este equipo es el que mayor consumo tiene de toda la instalación.

No obstante, se va a elegir un ángulo de 35°, ya que la diferencia es muy pequeña y la instalación de frío también se usará en invierno cuando haya alta carga.

Instalación Eléctrica en Baja Tensión.- Cumplimiento REBT



A continuación se van a realizar los cálculos para justificar la instalación eléctrica cumpliendo con la normativa vigente, el REBT-2002.

Se supone que el edificio de oficinas está aislado, por lo tanto hay un único usuario. Esto implica que no existe Línea General de Alimentación.

Se calculará la puesta a tierra del edificio, la derivación individual y el esquema unifilar con todos los circuitos necesarios según el enunciado del TFM.

PUESTA A TIERRA

(ITC-BT-18)

El edificio tiene un perímetro de 90 metros.

Se estima necesario la colocación de 4 picas, una en cada esquina, de 2 metros de longitud, teniendo en cuenta que el terreno cuenta con una resistividad de de 250 ohm·m.

Resistencia de la pica vertical: $R_{pica} = r / L = 250 / (2 \cdot 4) = 31,25$ ohms

Resistencia del conductor enterrado: $R_{cond} = 2r / L = (2 \cdot 250) / 90 = 5,56$ ohms

Como se utiliza cable y pica, la resistencia de tierra resultante es:

$R = (R_{cond} \cdot R_{pica}) / (R_{cond} + R_{pica}) = (31,25 \cdot 5,56) / (31,25 + 5,56) = 4,72$ ohms

El conductor que se utilizará será de cobre desnudo de 35mm² enterrado.

DERIVACIÓN INDIVIDUAL

(ITC-BT-15)

Para el cálculo de la derivación individual es necesario saber las cargas que tenemos en el edificio. El consumo será trifásico.

	Obtención	P.Eléctrica	Mayoración	TOTAL (W)
Enfriadora	Conocido	16.400W	x 1,25	20.500
Fancoils salas	Conocido	824W		824
Fancoils despachos	Conocido	531W		531
Termo eléctrico	Conocido	1.500W		1.500
Iluminación	CYPE	3.613,5	x 1,80	6.504
Equipos	Estimado	3.000W		3.000
Otras cargas	Estimado	2.000W		2.000
TOTAL				34.859W

La potencia total es de 34.859,3W.

Suponemos una simultaneidad del 0,9, por lo que la derivación individual se dimensionará para una potencia de 31.373,37W

La longitud de la derivación será de 10m.

Se escoge un cable con conductores unipolares de cobre con aislamiento termoplástico, cuya temperatura máxima de servicio es de $T_{max}=70^{\circ}C$. Cable H07Z1-K (AS).

En primer lugar se calcula la intensidad con la fórmula de potencia activa:

$$I = P / (\sqrt{3} * U * \cos\phi) = 31.373,37 / (\sqrt{3} * 400 * 1) = 45,28A$$

A calentamiento la sección mínima es de 16mm² → 59A > 45,28A (tabla A)

Para circuitos trifásicos: (CDT máxima único usuario 1,5% = 6V)

$$S = P * L / (\gamma * e * U) = (31373,37 * 10) / (48 * 6 * 400) = 2,73mm^2 \text{ (esta sección es la teórica que cumpliría criterio de CDT, siendo 4mm}^2 \text{ la sección normalizada más próxima).}$$

La conclusión es que la sección más restrictiva de ambas condiciones es 16mm².

Tabla A - Intensidades admisibles para cables con conductores de cobre, no enterrados
Temperatura ambiente 40°C en el aire

Método de instalación*	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
	3x PVC	2x PVC	3x XLPE	2x XLPE								
A1												
A2	3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE							
B1				3x PVC	2x PVC		3x XLPE		2x XLPE			
B2			3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE					
C					3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE		
E						3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE	
F							3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE
Sección mm ² COBRE	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	--
2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	--
4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	--
6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	--
10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	--
16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	--
25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
35	--	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
50	--	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
70	--	--	--	149	160	171	185	199	214	224	244	269
95	--	--	--	180	194	207	224	241	259	271	296	327
120	--	--	--	208	225	240	260	280	301	314	348	380
150	--	--	--	236	260	278	299	322	343	363	404	438
185	--	--	--	268	297	317	341	368	391	415	464	500
240	--	--	--	315	350	374	401	435	468	490	552	590
300	--	--	--	361	401	430	461	500	538	563	638	678
400	--	--	--	431	480	515	552	609	645	674	770	812
500	--	--	--	493	551	592	633	687	741	774	889	931
630	--	--	--	565	632	681	728	790	853	890	1028	1071

Se indican como 3x los circuitos trifásicos y como 2x los monofásicos.
A efecto de las intensidades admisibles los cables con aislamiento termoplástico a base de poliolefina (Z1) son equivalentes a los cables con aislamiento de policloruro de vinilo (V).

El diámetro del tubo para una derivación individual trifásica de 16mm² formada por cables unipolares es de 50mm de diámetro exterior.

Tabla G - Diámetro de los tubos y sección eficaz mínima canales protectoras en función de la sección del conductor (suministro trifásico)

Sección nominal conductor (mm ²)	Sección eficaz mínima canales protectoras (mm ²)			Diámetro exterior de los tubos (mm)							
				Montaje superficial			Empotrado			Enterrado	
	ES07Z1-K	RZ1-K		ES07Z1-K	RZ1-K		ES07Z1-K	RZ1-K		ES07Z1-K	RZ1-K
6	393	933	865	32	40	40	32	50	40	50	50
10	647	1.240	1.128	40	50	50	40	50	50	63	63
16	919	1.625	1.695	50	63	63	50	63	63	63	63
25	1.457	2.139	2.304	63	63	75	63	63	75	75	90
35	1.916	2.635	3.007	63	75		75	75	75	90	90
50	2.705	3.478	4.211	75						110	110
70	3.584	4.724								125	
95	4.637	5.639								125	
120		7.272								140	
150		9.275								160	
185		10.893								180	
240		13.514								200	

Nota: U: Cable unipolar
P: Cable 5 conductores
(*) Para este sistema particular de instalación, por coincidencia en su trazado se pueden colocar varias derivaciones individuales en el interior del mismo canal protector, en cuyo caso se multiplica la sección eficaz por el número de derivaciones individuales.

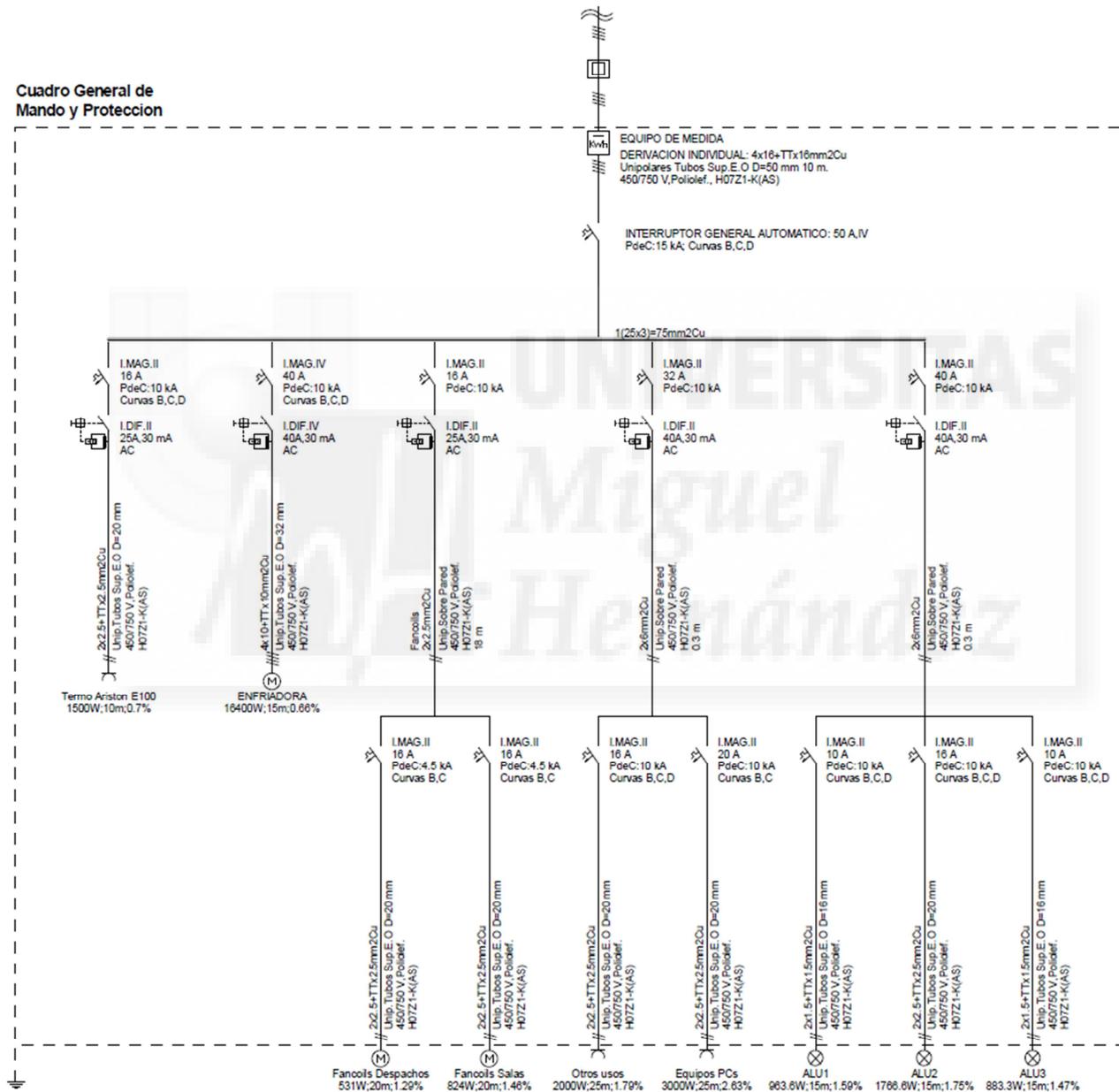
Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
DERIVACION IND.	31373	10	4x16+TTx16Cu	45.28	59	0.25	0.25	50
Termo Ariston E100	1500	10	2x2.5+TTx2.5Cu	8.15	20	0.45	0.7	20
ENFRIADORA	20500	15	4x10+TTx10Cu	36.99	43	0.4	0.66	32
Fancoils	1355	18	2x2.5Cu	7.36	23	0.72	0.98	
Fancoils Despachos	531	20	2x2.5+TTx2.5Cu	2.89	20	0.31	1.29	20
Fancoils Salas	824	20	2x2.5+TTx2.5Cu	4.48	20	0.49	1.46	20
Otros usos	2000	25	2x2.5+TTx2.5Cu	10.87	20	1.52	1.79	20
Equipos PCs	3000	25	2x2.5+TTx2.5Cu	16.3	20	2.36	2.63	20
ALU1	1734.48	15	2x1.5+TTx1.5Cu	7.54	14.5	1.31	1.59	16
ALU2	3179.88	15	2x2.5+TTx2.5Cu	13.83	20	1.47	1.75	20
ALU3	1589.94	15	2x1.5+TTx1.5Cu	6.91	14.5	1.2	1.47	16

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curvas válidas
DERIVACION IND.	10	4x16+TTx16Cu	12	15	3105.19	0.35			50;B,C,D
Termo Ariston E100	10	2x2.5+TTx2.5Cu	6.89	10	811.84	0.13			16;B,C,D
ENFRIADORA	15	4x10+TTx10Cu	6.89	10	1512	0.58			40;B,C,D
Fancoils	18	2x2.5Cu	6.89	10	509.35	0.32			16
Fancoils Despachos	20	2x2.5+TTx2.5Cu	1.13	4.5	263.62	1.19			16;B,C
Fancoils Salas	20	2x2.5+TTx2.5Cu	1.13	4.5	263.62	1.19			16;B,C
Otros usos	25	2x2.5+TTx2.5Cu	6.66	10	382.38	0.57			16;B,C,D
Equipos PCs	25	2x2.5+TTx2.5Cu	6.66	10	382.38	0.57			20;B,C
ALU1	15	2x1.5+TTx1.5Cu	6.66	10	382.38	0.2			10;B,C,D
ALU2	15	2x2.5+TTx2.5Cu	6.66	10	588.12	0.24			16;B,C,D
ALU3	15	2x1.5+TTx1.5Cu	6.66	10	382.38	0.2			10;B,C,D

Análisis energético de un edificio de oficinas – TFM



CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cos}\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\varphi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \text{Cos}\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\varphi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

Cos φ = Coseno de φ . Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en m Ω /m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1+\alpha(T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\text{max}}-T_0)(I/I_{\text{max}})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T₀ = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b: intensidad utilizada en el circuito.

I_z: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

In: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, In es la intensidad de regulación escogida.

I2: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 In como máximo).
- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).

Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\varnothing = P/\sqrt{P^2 + Q^2}.$$

$$\operatorname{tg}\varnothing = Q/P.$$

$$Q_c = P_x(\operatorname{tg}\varnothing_1 - \operatorname{tg}\varnothing_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \omega; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times \omega; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Qc = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

\varnothing_1 = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

\varnothing_2 = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

$$\omega = 2\pi \times f; f = 50 \text{ Hz.}$$

C = Capacidad condensadores (F); $\times 1000000(\mu\text{F})$.

Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{pccI} = C_t U / \sqrt{3} Z_t$$

Siendo,

I_{pccI}: intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.

C_t: Coeficiente de tensión.

U: Tensión trifásica en V.

Z_t: Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

$$* I_{pccF} = C_t U_F / 2 Z_t$$

Siendo,

I_{pccF}: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.

C_t: Coeficiente de tensión.

U_F: Tensión monofásica en V.

Z_t: Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen mas la propia del conductor o línea).

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Siendo,

R_t: $R_1 + R_2 + \dots + R_n$ (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

X_t: $X_1 + X_2 + \dots + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$$R = L \cdot 1000 \cdot C_R / K \cdot S \cdot n \quad (\text{mohm})$$

$$X = X_u \cdot L / n \quad (\text{mohm})$$

R: Resistencia de la línea en mohm.

X: Reactancia de la línea en mohm.

L: Longitud de la línea en m.

C_R: Coeficiente de resistividad.

K: Conductividad del metal.

S: Sección de la línea en mm².

Xu: Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n: nº de conductores por fase.

$$* t_{mcc} = C_c \cdot S^2 / I_{pcc} F^2$$

Siendo,

t_{mcc}: Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una I_{pcc}.

C_c= Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.

S: Sección de la línea en mm².

I_{pcc}F: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* t_{ficc} = cte. fusible / I_{pcc} F^2$$

Siendo,

t_{ficc}: tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.

I_{pcc}F: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* L_{max} = 0,8 U_F / 2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{(1,5 / K \cdot S \cdot n)^2 + (X_u / n \cdot 1000)^2}$$

Siendo,

L_{max}: Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)

U_F: Tensión de fase (V)

K: Conductividad

S: Sección del conductor (mm²)

X_u: Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.

n: nº de conductores por fase

C_t= 0,8: Es el coeficiente de tensión.

C_R = 1,5: Es el coeficiente de resistencia.

I_{F5} = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 sg.

* Curvas válidas.(Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B	IMAG = 5 I _n
CURVA C	IMAG = 10 I _n
CURVA D Y MA	IMAG = 20 I _n

Fórmulas Embarrados

Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n)$$

Siendo,

σ_{max}: Tensión máxima en las pletinas (kg/cm²)

I_{pcc}: Intensidad permanente de c.c. (kA)

L: Separación entre apoyos (cm)

d: Separación entre pletinas (cm)

n: nº de pletinas por fase

W_y: Módulo resistente por pletina eje y-y (cm³)

σ_{adm}: Tensión admisible material (kg/cm²)

Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}})$$

Siendo,

I_{pcc}: Intensidad permanente de c.c. (kA)

I_{cccs}: Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. (kA)

S: Sección total de las pletinas (mm²)

t_{cc}: Tiempo de duración del cortocircuito (s)

K_c: Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2\rho + L_p/\rho + P/0,8\rho)$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L_c: Longitud total del conductor (m)

L_p: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Termo Ariston E100	1500 W
ENFRIADORA	16400 W
Fancoils Despachos	531 W
Fancoils Salas	824 W
Otros usos	2000 W
Equipos PCs	3000 W
ALU1	963.6 W
ALU2	1766.6 W
ALU3	883.3 W
TOTAL....	27868.5 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 3613.5

- Potencia Instalada Fuerza (W): 24255

- Potencia Máxima Admisible (W): 34640

Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia de cálculo: 31373 W.

$$I=31373/1,732 \times 400 \times 1=45.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 59 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.67

$$e(\text{parcial})=10 \times 31373 / 48.41 \times 400 \times 16 = 1.01 \text{ V.} = 0.25 \%$$

$$e(\text{total})=0.25\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Cálculo de la Línea: Termo Ariston E100

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: 1500 W.

$$I=1500/230 \times 0.8=8.15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.98

$$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 1500 / 50.6 \times 230 \times 2.5 = 1.03 \text{ V.} = 0.45 \%$$

$$e(\text{total})=0.7\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: ENFRIADORA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 16400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
16400x1.25=20500 W.

$$I=20500/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1=36.99 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 43 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62.2
 $e(\text{parcial})=15 \times 20500 / 47.67 \times 400 \times 10 \times 1 = 1.61 \text{ V.} = 0.4 \%$
 $e(\text{total})=0.66\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.
 Protección diferencial:
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Fancoils

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 18 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1355 W.
- Potencia de cálculo:

1355 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=1355/230 \times 0.8=7.36 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.08
 $e(\text{parcial})=2 \times 18 \times 1355 / 50.95 \times 230 \times 2.5 = 1.67 \text{ V.} = 0.72 \%$
 $e(\text{total})=0.98\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.
 Protección diferencial:
 Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Fancoils Despachos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 531 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

531 W.

$I=531/230 \times 0.8 \times 1 = 2.89 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.62
 $e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 531 / 51.4 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.72 \text{ V.} = 0.31 \%$
 $e(\text{total})=1.29\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Fancoils Salas

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 824 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
824 W.

$$I=824/230 \times 0.8 \times 1 = 4.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.5

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 824 / 51.24 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 1.12 \text{ V.} = 0.49 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.46\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo:
5000 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=5000/230 \times 0.8 = 27.17 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.85

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 5000 / 49.05 \times 230 \times 6 = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.27\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 32 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Otros usos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.

$$I=2000/230 \times 0.8=10.87 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.86

$$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 2000 / 49.91 \times 230 \times 2.5=3.48 \text{ V.}=1.52 \%$$

$$e(\text{total})=1.79\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Equipos PCs

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 3000 W.

- Potencia de cálculo: 3000 W.

$$I=3000/230 \times 0.8=16.3 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.94

$$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 3000 / 48.04 \times 230 \times 2.5=5.43 \text{ V.}=2.36 \%$$

$$e(\text{total})=2.63\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 3613.5 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
6504.3 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=6504.3/230 \times 0.8=35.35 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63.43

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 6504.3 / 47.47 \times 230 \times 6=0.06 \text{ V.}=0.03 \%$$

$$e(\text{total})=0.28\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.
 Protección diferencial:
 Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: ALU1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 963.6 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $963.6 \times 1.8 = 1734.48$ W.

$$I = 1734.48 / 230 \times 1 = 7.54 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)
 I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 14.5 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 48.11
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 1734.48 / 50.04 \times 230 \times 1.5 = 3.01$ V. = 1.31 %
 $e(\text{total}) = 1.59\%$ ADMIS (3% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: ALU2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1766.6 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1766.6 \times 1.8 = 3179.88$ W.

$$I = 3179.88 / 230 \times 1 = 13.83 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)
 I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 20 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 54.34
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 3179.88 / 48.97 \times 230 \times 2.5 = 3.39$ V. = 1.47 %
 $e(\text{total}) = 1.75\%$ ADMIS (3% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: ALU3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 883.3 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $883.3 \times 1.8 = 1589.94$ W.

$$I=1589.94/230 \times 1=6.91 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 14.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 46.82

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 1589.94 / 50.27 \times 230 \times 1.5 = 2.75 \text{ V.} = 1.2 \%$$

$$e(\text{total})=1.47\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

CALCULO DE EMBARRADO CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm^2): 75
- Ancho (mm): 25
- Espesor (mm): 3
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm^3, cm^4): 0.312, 0.39, 0.037, 0.005
- I. admisible del embarrado (A): 270

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\text{max}} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 6.21^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.037 \cdot 1) = 1085.831 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 45.28 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 270 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 6.21 \text{ kA}$$

$$I_{\text{ccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 75 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 17.39 \text{ kA}$$

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
DERIVACION IND.	31373	10	4x16+TTx16Cu	45.28	59	0.25	0.25	50
Termo Ariston E100	1500	10	2x2.5+TTx2.5Cu	8.15	20	0.45	0.7	20
ENFRIADORA	20500	15	4x10+TTx10Cu	36.99	43	0.4	0.66	32
Fancoils	1355	18	2x2.5Cu	7.36	23	0.72	0.98	
Fancoils Despachos	531	20	2x2.5+TTx2.5Cu	2.89	20	0.31	1.29	20
Fancoils Salas	824	20	2x2.5+TTx2.5Cu	4.48	20	0.49	1.46	20
	5000	0.3	2x6Cu	27.17	40	0.02	0.27	
Otros usos	2000	25	2x2.5+TTx2.5Cu	10.87	20	1.52	1.79	20
Equipos PCs	3000	25	2x2.5+TTx2.5Cu	16.3	20	2.36	2.63	20
	6504.3	0.3	2x6Cu	35.35	40	0.03	0.28	
ALU1	1734.48	15	2x1.5+TTx1.5Cu	7.54	14.5	1.31	1.59	16
ALU2	3179.88	15	2x2.5+TTx2.5Cu	13.83	20	1.47	1.75	20
ALU3	1589.94	15	2x1.5+TTx1.5Cu	6.91	14.5	1.2	1.47	16

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curvas válidas
DERIVACION IND.	10	4x16+TTx16Cu	12	15	3105.19	0.35			50;B,C,D
Termo Ariston E100	10	2x2.5+TTx2.5Cu	6.89	10	811.84	0.13			16;B,C,D
ENFRIADORA	15	4x10+TTx10Cu	6.89	10	1512	0.58			40;B,C,D
Fancoils	18	2x2.5Cu	6.89	10	509.35	0.32			16
Fancoils Despachos	20	2x2.5+TTx2.5Cu	1.13	4.5	263.62	1.19			16;B,C
Fancoils Salas	20	2x2.5+TTx2.5Cu	1.13	4.5	263.62	1.19			16;B,C
	0.3	2x6Cu	6.89	10	3000.99	0.05			32
Otros usos	25	2x2.5+TTx2.5Cu	6.66	10	382.38	0.57			16;B,C,D
Equipos PCs	25	2x2.5+TTx2.5Cu	6.66	10	382.38	0.57			20;B,C
	0.3	2x6Cu	6.89	10	3000.99	0.05			40
ALU1	15	2x1.5+TTx1.5Cu	6.66	10	382.38	0.2			10;B,C,D
ALU2	15	2x2.5+TTx2.5Cu	6.66	10	588.12	0.24			16;B,C,D
ALU3	15	2x1.5+TTx1.5Cu	6.66	10	382.38	0.2			10;B,C,D

CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA

- La resistividad del terreno es 250 ohmiosxm.
- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo	35 mm ² 90 m.
M. conductor de Acero galvanizado	95 mm ²
Picas verticales de Cobre	14 mm
de Acero recubierto Cu	14 mm 4 picas de 2m.
de Acero galvanizado	25 mm

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 4.72 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu.

Certificado de Eficiencia Energética del edificio



CERTIFICADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO

IDENTIFICACIÓN

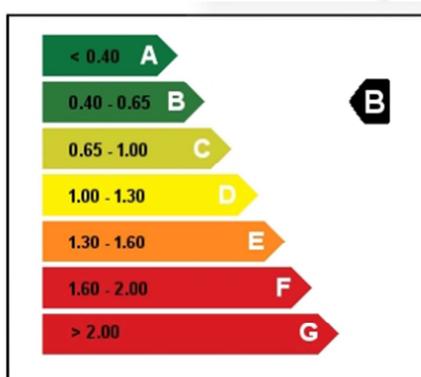
Identificación del edificio

DESCRIPCION DEL EDIFICIO	EDIFICIO DE OFICINAS (TERCIARIO)
DIRECCION	GABRIEL Y GALAN 1
CODIGO POSTAL	27700
POBLACION	LUGO
PROVINCIA	LUGO
COMUNIDAD AUTONOMA	GALICIA
TIPO	GRAN TERCIARIO
NORMATIVA	CTE-2013
AÑO DE CONSTRUCCION	2016

Identificación del técnico certificador

NOMBRE Y APELLIDOS	JOSE ANTONIO MARTINEZ MAS
NIF	74235074-K
DOMICILIO	GABRIEL Y GALAN 1
CODIGO POSTAL	03202
MUNICIPIO	ELCHE
PROVINCIA	ALICANTE
COMUNIDAD AUTONOMA	COMUNIDAD VALENCIANA
EMAIL	Jmartinezmas82@gmail.com
TITULACION HABILITANTE	INGENIERO INDUSTRIAL
PROCEDIMIENTO DE CALIFICACION	CALENER GT V2013

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA



Concepto	Edif. Objeto	Edif. Referencia
Energía Final (kWh/año)	40424.0	68818.4
Energía Final (kWh/(m ² año))	93.1	158.6
En. Primaria (kWh/año)	61204.6	115272.1
En. Primaria (kWh/(m ² año))	141.0	265.6
Emisiones (kg CO₂/año)	13993.2	29473.8
Emisiones (kg CO₂/(m²año))	32.2	67.9

El consumo real de energía del edificio y sus emisiones de dióxido de carbono dependerán de la climatología y de las condiciones de operación y funcionamiento reales del edificio, entre otros factores.

El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento y sus anexos

Fecha 23/02/2016



ANEXOS

Descripción y características geométricas, energéticas y térmicas del edificio

En este apartado se describen las características de la envolvente térmica del edificio así como también las instalaciones y sus condiciones de funcionamiento para realizar la calificación energética.

- **Descripción geométrica y constructiva del edificio**

Espacios:

Planta	Espacio	Estancia	Carga interna	Descripción	Tipo	superficie (m2)
P01	E01	Despacho1	Alta	Habitable	Acondicionado	32
	E02	Aseos	Baja	Habitable	No Acondicionado	36
	E03	Despacho2	Alta	Habitable	Acondicionado	40
	E04	Despacho3	Alta	Habitable	Acondicionado	40
	E05	Pasillo	Baja	Habitable	No Acondicionado	78
	E06	Sala1	Alta	Habitable	Acondicionado	112
	E07	Sala2	Alta	Habitable	Acondicionado	96
						434

Materiales:

NOMBRE	e[m]	Conductividad [W/Mk]	Densidad [kg/m ³]	Calor e. [J/kgK]	Resistencia [m ² K/W]
Ladrillo macizo(Fabrica)	0,12	0,87	1.800	1.380,00	n/a
Mortero de cemento	0,01	1,4	2.000	1.050,00	n/a
Poliestireno expandido Tipo II	0,03	0,043	12	1.450,00	n/a
Ladrillo hueco(Fabrica)	0,07	0,49	1.200	920	n/a
Enlucido de yeso	0,015	0,3	800	920	n/a
Baldosín catalán(Plaquetas)	0,02	1,05	2.000	880	n/a
Poliestireno extruido 0.036	0,08	0,034	25	1.450,00	n/a
Betún puro	0,003	0,17	1.050	1.000,00	n/a
Hormigón en masa	0,04	1,63	2.400	1.050,00	n/a
Forjado de hormigón	0,20	1,38	1.500	1.000,00	n/a
Cámara aire lig.vent.htal(>15cm)	n/a	n/a	n/a	n/a	0,08
Hormigón armado 1%acero	0,04	2,3	2.300	1.000,00	n/a

Cerramientos:

			U W/m ² K
	CAPA	ESPESOR cm	ELEMENTO
Fachada	1/2 pié ladrillo perforado	12	0,35
	Mortero de cemento	1	
	Rockwool Fixrock Eco 0,037 LM	9	
	LH Doble	7	
	Enlucido de yeso	1,5	
Tabique	Enlucido de yeso	1,5	2,69
	LH Doble	7	
	Enlucido de yeso	1,5	
Suelo	Plaqueta o baldosa cerámica	2	0,41
	Mortero de cemento	2	
	Weber Therm EPS 0,037	8	
	LH Doble	7	
	Enlucido de yeso	1,5	
Cubierta	Plaqueta o baldosa cerámica	2	0,37
	Mortero de cemento	1	
	XPS Polyfoam Knauf 0,037	8	
	Impermeabilización lámina betún	0,3	
	Mortero de cemento	1	
	Hormigón en masa	2	
	Forjado unidireccional	30	
	Cámara de aire (plénium)	20	
	Enlucido de yeso	1,5	

Acristalamiento:

Tipo	Factor Solar	Transmitancia	TL%
4-12-4	0,78	2,8	82

Huecos:

Hueco	Ancho (m)	Alto (m)	% Marco	U marco	U vidrio	Vidrio	Permeabilidad	Transmitancia
							Elemento	Elemento
Ventanas	2	1,5	20	1,8	2,8	doble	Clase 3 < 9 m ³ /hm ²	2,6
Puerta	1,2	2	40	1,8	2,8	doble		2,4

- **Sistemas:**

- **Producción de ACS**

Se produce ACS mediante un acumulador con resistencia eléctrica Ariston Pro ECO 100V. Para cumplir con las necesidades de energía solar térmica se ha proyectado un equipo compacto de 150L, ya que la demanda a cubrir es la del lavabo del aseo.

Nombre	Tipo de Energía	P. nominal kW	Rendimiento	Modo obtención
PRO ECO 100V	Eléctrico	1,5	1	Ficha técnica

- **Refrigeración**

El sistema de refrigeración está formado por una enfriadora Eagle AT48 de circuito simple. El agua del circuito primario de la enfriadora desemboca en un colector donde se distribuye a las distintas estancias. Las unidades terminales son fancoils.

Nombre	Cantidad	Tipo	Energía	P. Nom KW	Obtención
Eagle.A T.48	1	Compresor	Eléctrica	46,2	Ficha técnica
Daikin FWD04	3	Fan-coil	Eléctrica	3,9	Ficha técnica
Daikin FWD10AT	1	Fan-coil	Eléctrica	10,34	Ficha técnica
Daikin FWD12	1	Fan-coil	Eléctrica	11,90	Ficha técnica

Existen 3 bombas, una para el circuito primario de la enfriadora y dos para los secundarios que van a salas y despachos:

- B AF1: caudal 5900 l/h pérdida de altura 4m, circuito de agua caliente primario.
- B AF2: caudal 2100 l/h pérdida de altura 4m, zona de despachos.
- B AF3: caudal 3800 l/h pérdida de altura 4m, salas.

Hay 3 tipos de fancoils:

- Despachos: Fan-coils Daikin FWD04 (uno en cada despacho).
- Sala 2: Fan-coil Daikin FWD10AT.
- Sala 1: Fan-coil Daikin FWD12.

- **Calefacción**

El sistema de calefacción está formado por una caldera Vaillant turboMAX plus VM 282-5 de gas natural. El circuito primario de agua de la caldera desemboca en un colector que la distribuye a los circuitos secundarios.

Nombre	Cantidad	Tipo	Energía	P. Nom kW	Obtención
VM ES 282,5	1	Convencional	Gas Natural	28	Ficha técnica
Daikin FWD04	3	Fan-coil	Eléctrica	4,05	Ficha técnica
Daikin FWD10AT	1	Fan-coil	Eléctrica	18,78	Ficha técnica
Daikin FWD12	1	Fan-coil	Eléctrica	14,45	Ficha técnica

- **Ventilación**

El edificio tiene que cumplir con la normativa del Reglamentos de Instalaciones Térmicas.

Según las estancias, las exigencias de ventilación son las siguientes:

	Ocupación	IDA2	Qv
Estancia	personas	[l/s*p]	[m3/h]
DESPACHO1	4	12,5	180
ASEOS	0	12,5	0
DESPACHO2	4	12,5	180
DESPACHO3	4	12,5	180
DISTRIBUIDOR	0	12,5	0
SALA1	12	12,5	540
SALA2	10	12,5	450
		TOTAL	1530

- **iluminación**

Se ha calculado la instalación de iluminación mediante CYPE para el cumplimiento del DB-HE3. El sistema escogido es el de luminarias fluorescentes sin ventilar, obteniendo un VEEI y una potencia instalada inferiores a los máximos permitidos. Se han puesto los valores máximos de estos parámetros en Herramienta Unificada y Calener GT conforme a CTE-2006.

		Ocupación	VEEI objeto	VEEI (HE3-2006)	VEEI (HE-2013)	Potencia máxima	Potencia instalada
Estancia	Espacio	personas	[W/m2]	[W/m2]	[W/m2]	[W/m2]	[W/m2]
DESPACHO1	P1_E01	4	2,20	3,5	3	12	8,09
ASEOS	P1_E02	0	2,60	4,5	6	12	5,01
DESPACHO2	P1_E03	4	2,30	3,5	3	12	8,03
DESPACHO3	P1_E04	4	2,30	3,5	3	12	8,03
DISTRIBUIDOR	P1_E05	0	3,30	4,5	6	12	9,26
SALA1	P1_E06	12	2,40	4,5	3	12	8,6
SALA2	P1_E07	10	2,30	4,5	3	12	8,36

Justificación y calificación del edificio

- **Contribución solar mínima**

Para justificar el dimensionado de la instalación de energía solar térmica se empleará el método de curvas F-chart tomando en cuenta el DB HE 2013, el cual permite el cálculo de la cobertura solar, es decir, de su contribución a la aportación de calor total necesario para cubrir las cargas térmicas y de su rendimiento térmico a lo largo de un largo período de tiempo en nuestro caso de un año.

Con la programación del método F-chart en una hoja de cálculo se obtienen los siguientes resultados:

Demanda ACS	HE-4	86 litros/día
Consumo ACS	HS-4	0,065 dm ³ /s

Debido a que se realizará la certificación energética del edificio utilizando CALENER GT debemos determinar la contribución solar mínima establecida en el DB HE del 2006 y del 2013

Según el DB HE 4 DEL 2006 en su tabla 3.3 se establece que la zona climática para Lugo es II por lo que para una demanda de 150 l/día (demanda según DB HE 4 2006) se obtiene mediante la tabla 2.2 del mismo documento que la contribución solar mínima es del 60%

Zona	Contribución 2013	Contribución 2006	Demanda cubierta	Sistema	Apoyo
D1	30%	60%	62%	Termosifón 150L	Acumulador 100L

- **Contribución energía fotovoltaica**

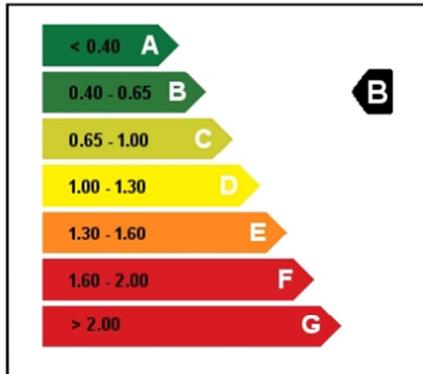
Mediante el software PVGIS se obtiene la producción fotovoltaica mensual promedio y anual:

Energía anual producida	1270kWh	Ángulo 35º
Promedio mensual	105,83kWh	

- **Calificación energética**

Consumo Energía Final (kWh)			
	Electricidad	Gas Natural	[TODOS]
Iluminación	6673,4	0,0	6673,4
Refrigeración	1332,3	0,0	1332,3
Sistema de condensación	0,0	0,0	0,0
Bombas y Auxiliares	1718,3	0,0	1718,3
Ventiladores	2464,2	0,0	2464,2
Calefacción	90,5	26353,7	26444,2
ACS	1791,6	0,0	1791,6
TOTAL	14070,3	26353,7	40424,0

La calificación obtenida mediante la modelización del edificio en el software CALENER GT es la siguiente:



Concepto	Edif. Objeto	Edif. Referencia
Energía Final (kWh/año)	40424.0	68818.4
Energía Final (kWh/(m ² año))	93.1	158.6
En. Primaria (kWh/año)	61204.6	115272.1
En. Primaria (kWh/(m ² año))	141.0	265.6
Emissiones (kg CO₂/año)	13993.2	29473.8
Emissiones (kg CO₂/(m²año))	32.2	67.9

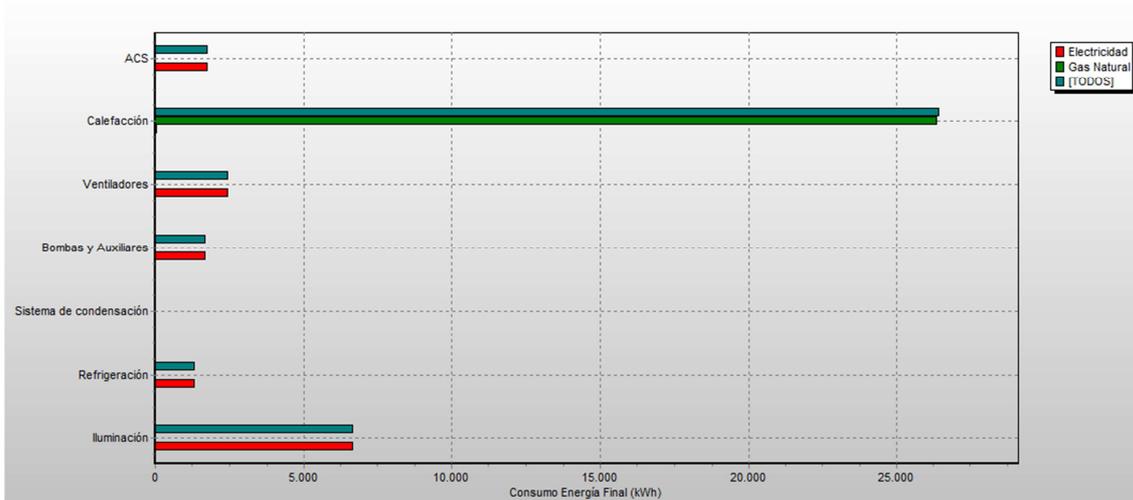
El consumo real de energía del edificio y sus emisiones de dióxido de carbono dependerán de la climatología y de las condiciones de operación y funcionamiento reales del edificio, entre otros factores.

Indicador Energético	Edif. Objeto	Edif. Referencia	Índice	Calificación
Demanda Calef. (kW·h/m ²)	38.0	50.7	0.75	C
Demanda Refri. (kW·h/m ²)	20.7	14.5	1.42	E
Energía Primaria (kW·h/m ²)	141.0	265.6	0.53	B

Emisiones Climat. (kg CO ₂ /m ²)	20.3	27.8	0.73	C
Emisiones ACS (kg CO ₂ /m ²)	2.5	23.2	0.11	A
Emisiones Ilum. (kg CO ₂ /m ²)	9.4	16.9	0.56	B
Emisiones Tot. (kg CO₂/m²)	32.2	67.9	0.47	B

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

Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética



A la vista resultados se pueden proponer varias mejoras que seguramente subirían la calificación a una letra A.

La primera mejora que se recomienda es la de la sustitución de la iluminación fluorescente por LED, disminuyendo la potencia instalada y por tanto el consumo de energía. Además, sería necesario la instalación de fotosensores para el aprovechamiento de la luz natural, reduciendo las horas de encendido de las luminarias.

Se puede disminuir el consumo en calefacción mediante otro tipo de caldera que no sea convencional. Con el nuevo RITE, en nueva construcción es obligatorio la instalación de calderas de condensación que tienen un elevado rendimiento. También sería interesante hacer la sustitución por una caldera de biomasa.

La ventilación también tiene una alta contribución en el consumo. Esto es debido al sistema de instalación de clima por los ventiladores de los fancoils. Se propone utilizar recuperadores de calor para disminuir este apartado.

Para terminar con las mejoras, un cambio del sistema de bombeo de velocidad constante a variable mejoraría aún más la calificación.

Mejora propuesta – Caldera de Biomasa

Se calcula de nuevo Calener GT sustituyendo la caldera convencional de Gas Natural por una de Biomasa (pellets).

La biomasa es una energía renovable procedente del aprovechamiento de la materia orgánica e inorgánica formada en algún proceso biológico o mecánico, generalmente, de las sustancias que constituyen los seres vivos (plantas, ser humano, animales, entre otros).

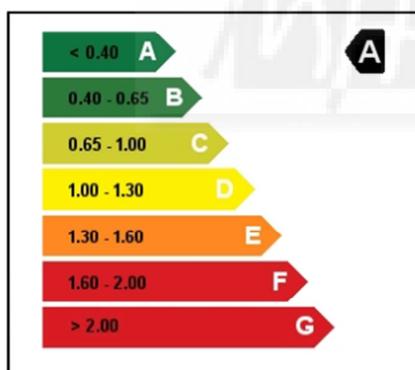
La biomasa para uso térmico es toda materia orgánica susceptible a su combustión de manera eficiente y limpia. España presenta una gran masa forestal, cuyo proceso de limpieza y mantenimiento genera cantidades muy importantes de biomasa, totalmente utilizable en equipos de producción de calor. Podemos decir que el uso de la biomasa supone mantener

los bosques autóctonos, la creación de puestos de trabajo y la independencia de los precios de los combustibles fósiles.

El ciclo de la biomasa se puede considerar como neutro en términos de emisiones de CO₂, componente que absorben las plantas durante su crecimiento. Por tanto, todo el CO₂ emitido en el uso energético de la biomasa no contribuye al incremento de su porcentaje en la atmósfera, ayudando a reducir el efecto invernadero y a evitar el continuo cambio climático.

Características con pellet						
Modelos		BioClass NG 10 BioClass NG 10+DR	BioClass NG 16 BioClass NG 16+DR	BioClass NG 25 BioClass NG 25+DR	BioClass NG 43 BioClass NG 43+DR	BioClass NG 66
Potencia nominal	kW	10,1	15,6	25,3	42,7	64,8
Rendimiento a potencia nominal	%	93,5	93,5	95	94	92,1
Potencia carga parcial	kW	2,9	4,2	6,9	11,4	18
Potencia eléctrica	W			485		
Temperatura retorno mínima	°C	25° C	25° C	25° C	25° C	45° C
Tiro mínimo chimenea	Pa	10	10	10	10	10
Tiro máximo chimenea	Pa	20	20	20	20	20
Volumen cámara de agua	L	46	55	73	104	140
Combustible al 100%	kg	2,3	3,4	5	9	15
Peso	kg	190	211	284	368	483

Los resultados obtenidos son los siguientes:



Concepto	Edif. Objeto	Edif. Referencia
Energía Final (kWh/año)	45692.7	68818.4
Energía Final (kWh/(m²año))	105.3	158.6
En. Primaria (kWh/año)	66154.6	115272.1
En. Primaria (kWh/(m²año))	152.4	265.6
Emisiones (kg CO₂/año)	8605.2	29473.8
Emisiones (kg CO₂/(m²año))	19.8	67.9

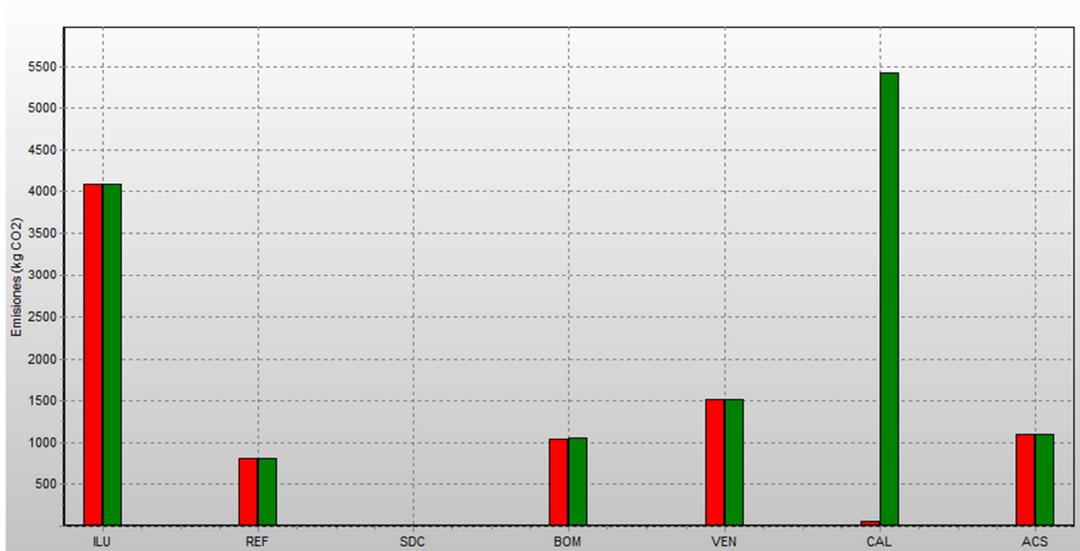
El consumo real de energía del edificio y sus emisiones de dióxido de carbono dependerán de la climatología y de las condiciones de operación y funcionamiento reales del edificio, entre otros factores.

Indicador Energético	Edif. Objeto	Edif. Referencia	Índice	Calificación
Demanda Calef. (kW·h/m²)	38.0	50.7	0.75	C
Demanda Refri. (kW·h/m²)	20.7	14.5	1.42	E
Energía Primaria (kW·h/m²)	152.4	265.6	0.57	B

Emisiones Climat. (kg CO ₂ /m²)	7.9	27.8	0.28	A
Emisiones ACS (kg CO ₂ /m²)	2.5	23.2	0.11	A
Emisiones Ilum. (kg CO ₂ /m²)	9.4	16.9	0.56	B
Emisiones Tot. (kg CO₂/m²)	19.8	67.9	0.29	A

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

Comparativo entre caldera convencional y biomasa



	TFM_Pepe_Biomasa	GT_pepe
Iluminación	4086,8	4087,0
Refrigeración	815,9	815,9
Sistema de condensación	0,0	0,0
Bombas y Auxiliares	1044,5	1052,4
Ventiladores	1509,1	1509,1
Calefacción	51,7	5431,6
ACS	1097,2	1097,2
TOTAL	8605,2	13993,2

Vemos como las emisiones de calefacción son prácticamente nulas (gráfico verde) en comparación con la caldera de gas natural (gráfico rojo).

Cumplimiento de los requisitos medioambientales.

La instalación térmica de producción de ACS, no superan los 5kW está exenta de mantenimiento obligatorio de cumplir con los requisitos medioambientales.

La instalación térmica de producción de calefacción y refrigeración, supera los 5kW de potencia instalada por lo tanto el propietario está en la obligación de cumplir con el mantenimiento descrito en la IT3 del RD1027/2007 RITE, por lo que posee un contrato de mantenimiento de instalación.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL PROYECTO

ETIQUETA

DATOS DEL EDIFICIO

Normativa vigente construcción / rehabilitación	Tipo de edificio	Edificio de oficinas (Terciario)
CTE-2013	Dirección	c/ Gabriel y Galán 1
Referencia/s catastral/es	Municipio	Lugo
	C.P.	27070
	C. Autónoma	Galicia

ESCALA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Consumo de energía
kWh / m² año

Emisiones
kg CO₂ / m² año

A más eficiente

B

141

32

C

D

E

F

G menos eficiente

REGISTRO

23/02/2016

Válido hasta dd/mm/aaaa

ESPAÑA



Directiva 2010 / 31 / UE

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO TERMINADO

ETIQUETA

DATOS DEL EDIFICIO

Normativa vigente construcción / rehabilitación

CTE-2013

Referencia/s catastral/es

Tipo de edificio

Edificio de oficinas (terciario)

Dirección

Gabriel y Galan 1

Municipio

Lugo

C.P.

27070

C. Autónoma

Galicia

ESCALA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Consumo de energía
kWh / m² año

Emisiones
kg CO₂ / m² año

A más eficiente

B

141

32

C

D

E

F

G menos eficiente

REGISTRO

25/02/2016

Válido hasta dd/mm/aaaa

ESPAÑA



Directiva 2010 / 31 / UE

5. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha realizado un análisis energético de un edificio terciario de uso administrativo cumpliendo con la normativa vigente. Para ello se ha modelado su envolvente para no llegar a los límites de energía que marca la demanda del DB-HE1. Hemos podido comprobar la importancia del tratamiento de los puentes térmicos en este punto, reduciendo espesores de aislamiento a casi la mitad.

Al ser de aplicación el RITE, el cálculo de cargas térmicas detectaron un sobredimensionado de los equipos de climatización, por lo que se podría seleccionar otros de menor tamaño, reduciendo emisiones y coste.

La iluminación es otro punto crítico, ya que representa, en este caso, el mayor consumo de energía. Es por ello necesario utilizar mecanismos de control de la iluminación para el aprovechamiento de la luz natural y una adecuada elección de las luminarias para disminuir la potencia instalada.

El edificio cumple con las exigencias de energía solar térmica, adaptando la inclinación de los paneles al ángulo óptimo en función de su uso. Se decidió poner un sistema compacto para tener un menor mantenimiento ya que la demanda es muy pequeña (un lavabo).

La producción eléctrica fotovoltaica también fue decisiva para lograr una buena calificación ya que nos ahorramos las emisiones correspondientes a esa energía producida.

Se ha utilizado Calener GT para justificar el cumplimiento del HE0 y generar el Certificado Energético del edificio. Esta herramienta es mucho más eficaz que Calener VYP, ya que te permite seleccionar infinidad de parámetros que el software “menor” no tiene, (introducción de fotovoltaica, parámetros de bombas, horarios, etc). Como mejora propuesta, se ha sustituido la caldera convencional por una biomasa, obteniendo una calificación A.

Para finalizar, destacar que en la realización de este trabajo se han intentado utilizar todos los conocimientos y herramientas adquiridas durante este curso, que han sido:

HE0	Calener GT
HE1	Herramienta Unificada
HE2	CYPE-Climatización
HE3	CYPE-Iluminación
HE4	F-Chart
HE5	PVGIS
REBT	DMELECT
CEE	Calener GT