



Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

PROYECTO FINAL DE CARRERA

TÍTULO: Cálculo y diseño de instalaciones de un edificio de oficinas destinado a uso administrativo

AUTOR: Iván Lisón Marín

TITULACIÓN: Ingeniería Técnica Industrial Especialidad Mecánica

DIRECTOR: Montserrat Carbonell Ventura

DEPARTAMENTO: Mecánica de Fluidos

FECHA: 26 de Junio del 2009

TITULO: Cálculo y diseño de instalaciones de un edificio de oficinas destinado a uso administrativo

APELLIDOS: Lisón Marín

NOMBRE: Iván

TITULACIÓN: Ingeniería Técnica Industrial

ESPECIALIDAD: Mecánica

PLAN: 95

DIRECTOR: Montserrat Carbonell Ventura

DEPARTAMENTO: Mecánica de Fluidos

CALIFICACIÓN DEL PFC

TRIBUNAL

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

FECHA DE LECTURA:



REGISTRE - EPSEVG
ENTRADA
340 N°. 200900008717
10-Mar-2009 13:22:12
Pág: 1/2

PROPOSTA DE PROJECTE FINAL DE CARRERA

IVAN LISON MARIN -DNI: 52427120 - Telèfon: 938159150
ENGINYERIA TÈCNICA INDUSTRIAL, ESPECIALITAT DE MECÀNICA - 340ETIM 95

9/2/2009
Signatura

Projecte proposat per:

- 1 Departament:
729, MECÀNICA DE FLUIDS

Projecte

▶ **Títol del projecte**
Diseño y cálculo de instalaciones de un edificio de oficinas destinado a uso administrativo

▶ **Estudiant/a**
IVAN LISON MARIN

▶ **Director/a del projecte**
Montserrat Carbonell

Signatura del director

▶ **Professor/a Ponent (en el cas de projectes realitzats en una empresa)**

Signatura del ponent

▶ **Vist i Plau Cap de secció departament (per a tots els tipus de propostes)**
Departament: 729, MECÀNICA DE FLUIDS
Cap de secció: JAUME MIQUEL MASALLES

Signatura del cap de secció

DATA I SIGNATURA APROVACIÓ COMISSIÓ COORDINACIÓ DOCENT

Copia per l'Estudiant





PROPOSTA DE PROJECTE FINAL DE CARRERA

Pàg: 2/2

IVAN LISON MARIN -DNI: 52427120 - Telèfon: 938159150
ENGINYERIA TÈCNICA INDUSTRIAL, ESPECIALITAT DE MECÀNICA - 340ETIM 95

Objectius / Programació / Recursos

► **Objectius a assolir**

El objetivo principal es realizar el estudio de las siguientes instalaciones:

Energía solar térmica para ACS

Protección contra incendios

Climatización

Electricidad

► **Descripció i Programació temporal del treball a realitzar**

Recopilación de normativa y información técnica relacionada con las instalaciones

Estudio de las necesidades para las diferentes instalaciones

Dimensionamiento y selección de los elementos constituyentes de cada instalación

Consideraciones ambientales

realización del estado de mediciones y su valoración económica

Realización de la memoria y de los planos

► **Recursos del Centre**

Ninguno.

Agradecimientos

A Montserrat Carbonell por guiarme y ayudarme en la realización de este proyecto.

Agradecerle a mi familia por haberme dado la oportunidad de realizar todos mis objetivos y por su continuo apoyo.

A Cris por apoyarme y aguantarme en todos los proyectos que hemos realizado y que realizaremos.

Índice

RESUMEN	9
SUMARIO	10
1. INTRODUCCIÓN	14
1.1 - OBJETO DEL PROYECTO	14
1.2 - ANTECEDENTES	14
1.3 - EMPLAZAMIENTO DEL EDIFICIO	14
1.4 - DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....	14
2. PROYECTO DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	18
2.1 - OBJETO DEL PROYECTO	19
2.2 - NORMATIVA APLICABLE	19
2.3 - PROPAGACIÓN INTERIOR Y EXTERIOR.....	20
2.3.1 - Condiciones de compartimentación	20
2.3.2 - Resistencia al fuego.....	20
2.3.3 - Locales de riesgo especial.....	21
2.4 - REACCIÓN AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS, DECORATIVOS Y MOBILIARIO.....	22
2.5 - MEDIANERAS Y FACHADAS.....	22
2.6 - EVACUACIÓN DE OCUPANTES.....	22
2.6.1 - Cálculo de ocupación.....	22
2.6.2 - Número de salidas y longitud del recorrido	25
2.6.3 - Dimensionamiento de los medios de evacuación	25
2.6.4 - Protección de las escaleras	27
2.6.5 - Puertas en recorridos de evacuación	27
2.6.6 - Señalización de los medios de evacuación.....	28
2.7 - INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS.....	28
2.8 - RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA.....	28
2.9 - INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	28
2.9.1 - Extintores portales.....	29
2.9.2 - Bocas de incendio equipadas (BIE).....	30
2.9.3 - Abastecimiento de agua	31
2.9.4 - Sistema de detección de incendios	32
2.9.5 - Señalización de las instalaciones	34
2.10 - CÁLCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE BIES	35
3. PROYECTO DE CLIMATIZACIÓN	43
3.1 - OBJETO DEL PROYECTO	44
3.2 - NORMATIVA APLICABLE	44
3.3 - CONDICIONES DE CÁLCULO.....	44
3.3.1 - Condiciones Exteriores.....	44
3.3.2 - Condiciones Interiores	45
3.4 - DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS A CLIMATIZAR	45
3.5 - HORARIO DE FUNCIONAMIENTO, OCUPACIÓN Y VENTILACIÓN	45
3.6 - DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN.....	46
3.6.1 - Elección de la maquinaria	46
3.6.2 - Coeficientes ERR y COP.....	47
3.7 - CÁLCULO DE LOS CERRAMIENTOS.....	49

3.7.1 - Calculo del coeficiente de transmisión (U)	49
3.8 - CÁLCULO DE LAS NECESIDADES TÉRMICAS	54
3.9 - VENTILACIÓN	59
3.9.1 - Recuperador entálpico	60
3.10 - CONDUCTOS DE DISTRIBUCIÓN DEL AIRE	60
3.11 - TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN	64
3.12 - ELEMENTOS DE DIFUSIÓN	65
4. PROYECTO DE ENERGIA SOLAR TERMICA PARA ACS	66
4.1 - OBJETO DEL PROYECTO	67
4.2 - NORMATIVA APLICABLE	67
4.3 - ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA	67
4.3.1 - Cálculo de la demanda de ACS	67
4.3.2 - Cálculo de la demanda de consumo energético	70
4.4 - APORTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	74
4.4.1 - Contribución solar	74
4.4.2 - Cálculo de la superficie de captación	75
4.4.3 - Fracción solar	80
4.5 - ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN	82
4.5.1 - Captador solar plano	82
4.5.2 - Calculo del circuito primario	86
4.5.3 - Bomba de circulación	94
4.5.4 - Acumulador intercambiador	95
4.5.5 - Vaso de expansión	96
4.5.6 - Sistema de control	98
4.5.7 - Fluido caloportante	99
4.5.8 - Aislamiento de las tuberías	100
4.5.9 - Purgador de aire	101
4.5.10 - Disipador de calor	101
5. PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA	102
5.1 - OBJETO DEL PROYECTO	103
5.2 - NORMATIVA APLICABLE	103
5.3 - PREVISION DE CARGAS	103
5.4 - SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA	104
5.5 - LINEA GENERAL DE ALIMENTACION	105
5.6 - MODULO DE CONTADORES	106
5.7 - DERIVACION INDIVIDUAL	106
5.8 - CUADROS ELECTRICOS	108
5.8.1 - Dispositivos de mando y control	110
5.9 - INTALACIONES INTERIORES O RECEPTORES	110
5.9.1 - Instalación alumbrado	110
5.9.2 - Luminarias	111
5.9.3 - Alumbrado de emergencia	112
5.9.4 - Instalación de fuerza	112
5.9.5 - Mecanismos	112
5.9.6 - Canalizaciones	113
5.10 - RED DE TIERRAS	113
5.11 - PROTECCION CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS Y DIRECTOS	115
5.12 - CALCULOS JUSTIFICATIVOS	116
5.12.1 - Potencia de cálculo	116
5.12.2 - Intensidad de corriente	117
5.12.3 - Intensidad máxima admisible	118

5.12.4 -Tensión nominal y caída de tensión máxima admisible	119
5.12.5 - Caída de tensión admisible	119
5.12.6 - Caída de tensión	120
6 - PRESUPUESTO	121
7 - CONCLUSIONES	136
8 - BIBLIOGRAFÍA	137

Aquest Projecte té en compte aspectes mediambientals: X Sí No

PROJECTE FI DE CARRERA

RESUMEN

En el presente proyecto se realiza el cálculo y el dimensionamiento de las instalaciones de protección contra incendios, energía solar térmica para ACS, climatización y electricidad.

El objetivo es adquirir conocimientos en cuanto a normativas vigentes y funcionamiento de las instalaciones, teniendo en cuenta todos los factores que intervienen en su ejecución.

En la instalación de protección contra incendios se determina el comportamiento ante el fuego que han de tener las diferentes partes de un edificio, y los medios de evacuación y de respuesta ante un posible incendio.

Se realiza el dimensionamiento de la red de BIE`S y los elementos que la componen.

En la instalación de climatización se tienen en cuenta los diferentes factores que determinan las cargas térmicas del edificio.

Se escoge un sistema VRF (Caudal Variable de Refrigerante) adaptándolo a las necesidades de cada una de las estancias del edificio.

En cuanto a la instalación de energía solar térmica para ACS se realiza el estudio de la demanda energética del edificio, y el posterior dimensionamiento de los elementos que componen la captación y acumulación de agua caliente.

La instalación eléctrica se realiza a partir de la línea de enlace con el suministro de compañía. Se tienen en cuenta los diferentes elementos de distribución, así como los componentes de protección para las personas, las líneas y los elementos receptores.

Palabras clave:

BIE	VRF	Protección	Placa solar
Aislamiento	Extinción	Carga térmica	Detección
Distribución	Intensidad		

SUMARIO

I.- MEMORIA

II.- ANEXO DE TABLAS GENERALES

III.- ANEXO PROTECCION CONTRA INCENDIOS

- Tablas de resultados del EPANET 2.0

IV.- ANEXO DE CLIMATIZACION

1. Tablas necesidades térmicas/maquinaria
2. Calculo de necesidades térmicas en un Local
3. Cálculos AIRPACK (formato digital)
4. Resultados programa e-solution

V.- ANEXO DE ELECTRICIDAD

- Cálculos Dmelect

VI.- PLIEGOS DE CONDICIONES

VII.- CATÁLOGOS

VIII.- PLANOS

TABLAS, FIGURAS, Y GRAFICAS

I.- PCI

Tabla 1: Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio	21
Tabla 2: Estancias de riesgo especial	21
Tabla 3: Resistencia al fuego de las paredes, techo y puerta de los locales de riesgo especial.....	21
Tabla 4: Condiciones de reacción al fuego de los elementos constructivos	22
Tabla 5: Densidad de ocupación para uso administrativo.....	23
Tabla 6: Longitud de recorridos de evacuación	25
Tabla 7: Dimensiones de los elementos de evacuación	26
Tabla 8: Clasificación de las escaleras de evacuación	27
Tabla 9: Caudal y diámetro de las tuberías	37
Tabla 10: Perdidas de carga lineales	37
Tabla 11: Longitud equivalente por perdida de carga en accesorios	38
Tabla 12: Características del Aljibe	39
Tabla 13: Tiempo de llenado del aljibe.....	39
Fig.1: Extintor de polvo ABC	29
Fig.2: Boca de incendios equipada (BIE)	30
Fig.3: Central de detección de incendios.....	33
Fig.4: Detector convencional.....	33
Fig.5: Pulsador de alarma	34
Fig.6: Esquema red de BIE's al inicio.....	40
Fig.7: Esquema red de BIE's al cabo de 1 hora	40
Grafica 1: Caudal en las líneas 24 y 27	41
Grafica 2: Velocidad en las líneas 24 y 27	41
Grafica 3: Pérdida unit. en las líneas 24 y 27	41
Gráfica 4: Presión en los nudos 25 y 28.....	42
Grafica 5: Caudal en los nudos 25 y 28.....	42
II.- CLIMATIZACIÓN	
Tabla 1: Caudal de aire exterior	45
Tabla 2: Resistencia térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el exterior	50
Tabla 3: Resistencia térmicas superficiales de particiones interiores	51
Tabla 4: Calor generado por elementos	57
Tabla 5: Espesores de aislamiento en los conductos.....	61
Tabla 6: Espesor conducto de fibra de vidrio climaver	61
Tabla 7: Velocidad en los conductos de aire en m/s.....	63
Fig.1: Clasificación según la eficiencia.....	47
Fig.2: Clasificación ERR.....	48
Fig.3: Clasificación COP	48
Fig.4: Representación diagrama psicométrico enfriamiento	58
Fig.5: Intercambio de calor en el recuperador entalpico	60
Grafica 1: Coeficientes ERR y COP	48
Grafica 2: Comparativa atenuación acústica global.....	62

III.- ENERGIA TERMICA SOLAR PARA ACS

Tabla 1: Consumos unitarios según el CTE	67
Tabla 2: Consumos unitarios según la ordenanza municipal de Barcelona	68
Tabla 3: Consumos unitarios según el decreto de ecoeficiencia	68
Tabla 4: Temperatura del agua fría mensual según la ordenanza municipal de Barcelona.....	69
Tabla 5: Consumo de agua caliente sanitaria.....	69
Tabla 6: Demanda energética del edificio al mes y anual.....	70
Tabla 7: Resultados de demanda energética obtenidos en el OST	73
Tabla 8: Demanda energética del edificio al mes y anual.....	74
Tabla 9: Radiación Solar media global.....	75
Tabla 10: Radiación solar según el Atlas de radiación solar en Cataluña.....	76
Tabla 11: Intensidad de radiación diaria.....	77
Tabla 12: Fracción solar.....	80
Tabla 13: Valores para el coeficiente K según la latitud del lugar.....	85
Tabla 14: Pérdida de cargas lineales	91
Tabla 15: Longitud equivalente para accesorios de una instalación de ACS.....	92
Tabla 16: Accesorios de la instalación	93
Tabla 17: Longitudes equivalentes circuito primario.....	93
Tabla 18: Longitudes equivalentes circuito captadores	93
Tabla 19: Pérdida de carga total en las tuberías	93
Tabla 20: Superficie de intercambio del acumulador.....	96
Tabla 21: Espesor mínimo del aislante en el exterior	100
Tabla 22: Espesor mínimo del aislante en el interior	100
Fig. 1: Datos de energía auxiliar y utilización del ACS (OCT).....	71
Fig. 2: Uso del edificio y ocupación	72
Fig. 3: Tipo de instalación según acumulación. Temperatura de red	72
Fig. 4: Mapa de zonas climáticas en España según el HE-4 del CTE	74
Fig. 5: Efectos de la radiación solar en un captador solar	77
Fig. 6: Representación del rendimiento del captador.....	78
Fig. 7: Esquema de una instalación con acumulador centralizado y circulación	82
Fig. 8: Corte transversal de un colector de placa plana y sus elementos:	82
Fig. 9: Soporte para el captador solar plano.....	83
Fig.10: Conexión en serie de captadores	84
Fig.11: Conexión en paralelo de captadores	85
Fig.12: Distancia mínima entre captadores y obstáculos.....	86
Fig.13: Conexión serie-paralelo de captadores de	87
Fig.14: Ábaco de cálculo de tuberías lisas (cobre, polipropileno, etc.).....	90
Fig.15: Esquema del sistema de regulación y control.....	98
Grafica 1: Demanda energía mensual del edificio	71
Grafica 2: Demanda y aportación solar la instalación.....	81
Grafica 3: Funcionamiento de la bomba Grundfos 15-45 130	94
Gráfica 4: Porcentaje de glicol según temperatura mínima ambiental.....	99

IV.- INSTALACION ELÉCTRICA

Tabla 1: Previsión de cargas del edificio	103
Tabla 2: Potencia a contratar en kW	104
Tabla 3: Diámetro exterior de los tubos de canalización de la LGA.....	105
Tabla 4: Centralización de contadores	106
Tabla 5: Dimensiones patinillo vertical derivaciones individuales	107
Tabla 6: Cuadros de distribución y protección del edificio	108
Tabla 7: Interruptores diferenciales y de corte de la instalación	109
Tabla 8: Diámetro exterior del tubo corrugado	113
Tabla 9: Sección de los conductores de protección a tierra.....	115
Fig.1.- Esquema caída de tensión en centralizaciones de contadores	119

1. INTRODUCCIÓN

1.1.- OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es realizar el estudio para un edificio de oficinas destinado a uso administrativo, de las siguientes instalaciones;

Climatización
Electricidad
Protección contra incendios
Energía Térmica para agua caliente sanitaria

El cálculo y dimensionamiento se realiza de acuerdo a la normativa vigente y correcta ejecución en obra.

Uno de los objetivos importantes es buscar la funcionalidad de cada instalación, siempre en base a los criterios de sostenibilidad que regulan la eficiencia energética, así como la utilización de elementos que reducen el consumo energético manteniendo un funcionamiento adecuado para las prestaciones deseadas.

Las instalaciones de fontanería y saneamiento no son objeto del estudio del presente proyecto.

1.2.- ANTECEDENTES

Se realiza una reforma de las instalaciones de un edificio actualmente desocupado.

Dispone de todas las instalaciones aunque su deterioro y desocupación durante varios años ha originado la necesidad de una remodelación para adecuarlo a las normativas vigentes y disponer de un edificio adecuado a las nuevas exigencias de los nuevos inquilinos.

1.3.- EMPLAZAMIENTO DEL EDIFICIO

El emplazamiento del edificio es ficticio situándose en la ciudad de Barcelona, en la calle Ramón Turró nº245. La situación real del edificio se ubica en la zona nord-este de la ciudad de Madrid, en la calle Miguel Yuste nº26.

1.4.- DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El edificio consta de planta baja, 3 plantas superiores y cubierta. Su superficie total es de 3850 m² y su altura de 16,45 m.

La planta baja consta de un vestíbulo general, un local, cuartos de instalaciones y diferentes estancias de uso general para el edificio. Las plantas superiores se dividen en dos locales independientes. Entre plantas se disponen de dos escaleras para su acceso y comunicación. Para esta acometida también se dispone de dos ascensores ubicados en la zona del vestíbulo de entrada.

Las superficies útiles de estudio para este proyecto son las siguientes:

PLANTA BAJA		
Zona	Estancia	Superficie en m²
Zonas comunes	Acceso exterior	27,40
	Cortavientos	6,73
	Vestíbulo de entrada	78,40
	Cuarto recepción	6,32
	Utillaje 1	7,82
	Utillaje 2	6,15
	Distribuidor	34,45
	Aseos	37
	Escalera 1	9,90
	Escalera 2	10
	Limpieza	2,14
	Vestíbulo 2	11
	Zona patinillos	4,32
	Cuarto de contadores	11
	Cuarto de PCI	17,50
	Cuarto de Bomba agua Sanitaria	17,50
Local 1	Vestíbulo	50,40
	Zona diáfana	189,75
	Office	16,74
	Sala de formación	94,17
	Sala CPD	8,86
	Archivo	17,75

PLANTA PRIMERA		
Zona	Estancia	Superficie en m ²
Zonas comunes	Aseos	35,94
	Escalera 1	11,90
	Escalera 2	13,40
	Vestíbulo 1	23,45
	Vestíbulo 2	11,90
	Zona patinillo	4,32
Local 2	Vestíbulo	50,40
	Zona diáfana	230
	Archivo	27,85
	Sala CPD	7,85
Local 3	Vestíbulo	37,45
	Zona diáfana	176,85
	Despacho 1	12
	Despacho 2	17,28
	Despacho 3	18,96
	Sala CPD	7,85
	Office	5,50

PLANTA SEGUNDA		
Zona	Estancia	Superficie en m ²
Zonas comunes	Aseos	35,94
	Escalera 1	11,90
	Escalera 2	13,40
	Vestíbulo 1	23,45
	Vestíbulo 2	11,90
	Zona patinillo	4,32
Local 4	Vestíbulo	50,40
	Zona diáfana	256
	Sala CPD	10,5
Local 5	Vestíbulo	37,45
	Zona diáfana	113,74
	Despacho 1	16
	Despacho 2	16
	Despacho 3	16
	Sala CPD	7,50
	Office	12,24
	Sala de reuniones	16
Sala de formación	32,25	

PLANTA TERCERA		
Zona	Estancia	Superficie en m²
Zonas comunes	Aseos	35,94
	Escalera 1	11,90
	Escalera 2	13,40
	Vestíbulo 1	23,45
	Vestíbulo 2	11,90
	Zona patinillo	4,32
Local 6	Vestíbulo	50,40
	Zona diáfana	116,30
	Sala CPD	10,5
	Despacho 1	16
	Despacho 2	16
	Despacho 3	15,50
	Despacho 4	21
	Despacho 5	14,50
	Despacho 6	20
	Sala de reuniones	32,40
	Sala de reuniones	16
	Sala de formación	32,25
Local 7	Vestíbulo	37,45
	Zona diáfana	109,24
	Despacho 1	12,80
	Despacho 2	12,80
	Despacho 3	12,25
	Despacho 4	20,50
	Despacho 5	16
	Despacho 6	16
	Despacho 7	16
	Sala CPD	7,50
	Office	12,30
	Sala de reuniones	16
	Sala de formación	32,25
	Cubierta	Cuarto ACS
Cuarto de ascensores		7,85
Distribuidor		14,50

La superficie total útil de estudio es de 2760 m².

2. PROYECTO DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

2.1 - OBJETO DEL PROYECTO

El objetivo de la aplicación de la normativa vigente de seguridad en caso de incendio es reducir el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental como consecuencia de las características del edificio, su uso y su mantenimiento.

Para la realización de este estudio se tiene en cuenta las diferentes secciones definidas en el Documento básico SI de Seguridad en caso de incendios (Código Técnico de Edificación).

El objetivo es dotar al edificio de todos los elementos necesarios establecidos y definidos en las diferentes legislaciones.

El edificio consta de planta baja, 3 plantas superiores y planta cubierta, con una superficie útil total de 2760 m².

La actividad se destina a oficinas de uso administrativo, ubicado en un entorno de edificios destinados al mismo uso.

Dentro de los sistemas de protección contra incendios se deberá diferenciar entre dos grupo: protección pasiva y activa.

La protección pasiva comprende todos aquellos materiales y sistemas de aplicación de los mismos diseñados para prevenir la aparición de un incendio, impedir y/o retrasar su propagación, facilitando su extinción.

La protección activa comprende todos aquellos elementos considerados para la lucha directa contra el fuego.

2.2 - NORMATIVA APLICABLE

Código técnico de edificación (CTE) (Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo)

Documento Básico SI Seguridad en caso de incendios (CTE).

Real Decreto 1942 / 1993 "Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios";

Normas UNE.

Reglamento Electrotécnico para baja tensión (REBT) (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto)

2.3 - PROPAGACIÓN INTERIOR Y EXTERIOR

2.3.1- Condiciones de compartimentación

La sectorización tiene como objetivo retrasar el incendio para evacuar y permitir su control para su extinción. Para esta acometida se compartimenta el edificio en sectores de incendios mediante elementos resistentes al fuego. La superficie máxima por sector definida para este edificio, según la tabla 1.1 del DBSI, es de 2500m².

Según lo especificado anteriormente nuestro edificio se divide en los siguientes sectores de incendio:

Sector de incendio 1: Vestíbulo de entrada y zona de uso general

Sector de incendio 2: Local 1

Sector de incendio 3: Pasillo distribuidor

Sector de incendio 4: Escalera principal

Sector de incendio 5: Escalera auxiliar

Sector de incendio 6: Local 2

Sector de incendio 7: Local 3

Sector de incendio 8: Local 4

Sector de incendio 9: Local 5

Sector de incendio 10: Local 6

Sector de incendio 11: Local 7

Sector de incendio 12: Cuarto eléctrico de contadores

Sector de incendio 13: Maquinaria ascensores

Sector de incendio 14: Sala CPD local 1

Sector de incendio 15: Sala CPD local 2

Sector de incendio 16: Sala CPD local 3

Sector de incendio 17: Sala CPD local 4

Sector de incendio 18: Sala CPD local 5

Sector de incendio 19: Sala CPD local 6

Sector de incendio 20: Sala CPD local 7

Sector de incendio 21: Cuarto grupo de presión PCI

2.3.2- Resistencia al fuego

Las características y la resistencia al fuego de los elementos constructivos son un factor fundamental en el inicio del fuego. Las exigencias y la resistencia de un elemento constructivo frente al fuego se definen por los tiempos que el tipo de material puede resistir al efecto del fuego sin perder sus características técnicas y estructurales.

Los materiales empleados se clasifican según la UNE 23727:1990 definiendo las diferentes clases según su capacidad de combustión. El material definido en nuestra oficina se considera de clase M2 siendo este de baja inflamabilidad.

Las paredes y techos que delimitan los diferentes sectores tendrán una resistencia al fuego de EI-90. Este material garantiza la no aparición de fisuras y el aislamiento térmico durante un tiempo de 90 minutos.

Tabla 1.- Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendios (Fuente CTE)

Elemento	Plantas bajo rasante	Resistencia al fuego		
		Plantas sobre rasante en edificio con altura de evacuación:		
		h ≤ 15 m	15 < h ≤ 28 m	h > 28 m
Paredes y techos ⁽³⁾ que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto: ⁽⁴⁾				
- Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso	(no se admite)	EI 120	EI 120	EI 120
- Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
- Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	EI 120 ⁽⁵⁾	EI 90	EI 120	EI 180
- Aparcamiento ⁽⁶⁾	EI 120 ⁽⁷⁾	EI 120	EI 120	EI 120
Puertas de paso entre sectores de incendio	EI ₂ t-C5 siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas.			

2.3.3 - Locales de riesgo especial

Los locales y zonas de riesgo especial integradas en el edificio se clasifican según su nivel de riesgo y se definen a continuación:

Tabla 2.- Estancias de riesgo especial (Fuente CTE)

ESTANCIA	RIESGO
Contadores de electricidad	Bajo
Maquinaria ascensores	Bajo
Sala CPD (1 por local)	Bajo
Cuarto del grupo de presión de PCI	Bajo

Las condiciones de las zonas de riesgo especial se definen a según la tabla 3:

Tabla 3.- Resistencia al fuego de las paredes, techo y puerta de los locales de riesgo especial (Fuente CTE)

CARACTERISTICAS	RIESGO BAJO
Resistencia al fuego de la estructura portante	R90
Resistencia al fuego de las paredes y techos	EI90
Puertas de comunicación con el resto del edificio	EI ₂ 45-C5
Máximo recorrido de evacuación hasta alguna salida	25m

2.4.- REACCIÓN AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS, DECORATIVOS Y MOBILIARIO

Los materiales empleados se clasifican según la UNE 23727:1990 definiendo las diferentes clases según su capacidad de combustión. El material definido en nuestra oficina se considera de clase M2 siendo este combustible pero difícilmente inflamable.

Los elementos constructivos deben cumplir las condiciones de reacción al fuego que se establecen en siguiente tabla 4.

Tabla 4.- Condiciones de reacción al fuego de los elementos constructivos (Fuente CTE)

Situación del elemento	Revestimientos	
	De techos y paredes	De Suelos
Zonas ocupadas	Cs-2,d0	EFL
Pasillos y escaleras protegidas	B-s1,d0	CFL-s1
Recintos de riesgo especial	B-s1,d0	CFL-s1
Espacios ocultos no estancos: falsos techos, patinillos, suelos elevados, etc.	B-s3,d0	BFL-s2

2.5 - MEDIANERAS Y FACHADA

La medianera que delimita nuestro edificio en planta baja y planta primera con otro edificio debe de ser al menos del tipo EI120.

Por lo que hace referencia a la fachada colindante deberá existir como mínimo una distancia de 0,5 m para un ángulo de 180°.

2.6 - EVACUACIÓN DE OCUPANTES

El edificio dispondrá de los medios de evacuación adecuados para que los ocupantes puedan abandonarlo o alcanzar un lugar seguro dentro del mismo en condiciones seguras.

2.6.1 – Cálculo de Ocupación

Para el cálculo de la ocupación deben tomarse los valores de densidad de evacuación que se indican en la tabla 5 en función de la superficie útil de cada zona, salvo cuando sea previsible una ocupación mayor o bien cuando sea exigible una ocupación menor en aplicación de alguna disposición legal de obligado cumplimiento. En aquellos recintos o zonas no incluidos en la tabla se deben aplicar los valores correspondientes a los que sean más admisibles.

A efectos de determinar la ocupación, se debe tener en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las diferentes zonas de un edificio, considerando el régimen de actividad y de uso previsto para el mismo.

Para el cálculo de ocupación de nuestro edificio se ha tenido en cuenta la distribución de la ocupación real que habrá en la oficina. Para los casos en que no está definida la ocupación se aplicara la determinada en la tabla 5.

Tabla 5.- Densidad de ocupación para uso administrativo (Fuente CTE)

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m ² /persona)
Administrativo	Plantas o zonas de oficinas	10
	Vestibulos generales y zonas de uso público	2

Los valores de ocupación son los siguientes:

PLANTA BAJA		
ESTANCIA	SUPERFICIE	Nº PERSONAS
Zonas comunes		
Vestíbulo de entrada	78,40	40 (Según DBSI)
Zona de uso general	114,20	12(Según DBSI)
Local 1		
Vestíbulo	50,40	6
Zona diáfana	189,75	26
TOTAL	432,75	84

PLANTA PRIMERA		
ESTANCIA	SUPERFICIE	Nº PERSONAS
Local 2		
Vestíbulo	50,40	6
Zona diáfana	230	35
Local 3		
Vestíbulo	37,45	4
Zona diáfana	176,85	22
Despacho 1	12	1
Despacho 2	17,28	1
Despacho 3	18,96	1
TOTAL	542,94	70

PLANTA SEGUNDA		
ESTANCIA	SUPERFICIE	Nº PERSONAS
Local 4		
Vestíbulo	50,40	6
Zona diáfana	238,24	40
Local 5		
Vestíbulo	37,45	
Zona diáfana	113,74	12
Despacho 1	16	1
Despacho 2	16	1
Despacho 3	16	1
TOTAL	487,83	61

PLANTA TERCERA		
ESTANCIA	SUPERFICIE	Nº PERSONAS
Local 6		
Vestíbulo	50,40	8
Zona diáfana	98,51	8
Despacho 1	16	1
Despacho 2	16	1
Despacho 3	15,50	1
Despacho 4	21	1
Despacho 5	14,50	1
Despacho 6	20	1
Local 7		
Vestíbulo	37,45	5
Zona diáfana	109,24	10
Despacho 1	12,80	1
Despacho 2	12,80	1
Despacho 3	12,25	1
Despacho 4	20,50	1
Despacho 5	16	1
Despacho 6	16	1
Despacho 7	16	1
TOTAL	504,95	44

La ocupación es de 190 personas. Para su cálculo se ha tenido en cuenta la ocupación en algunos casos mayor a la prevista por la tabla 5 y la simultaneidad de las diferentes zonas de cada planta.

2.6.2 – Número de salidas y longitud de los recorridos

El edificio dispone de 2 salidas de emergencia por planta para la evacuación. Se han determinado los recorridos de evacuación para que cumplan con especificaciones de la siguiente tabla 6.

Tabla 6.- Longitudes máximas de recorridos de evacuación (Fuente CTE)

Número de salidas existentes	Condiciones
Plantas o recintos que disponen de más de una salida de planta o salida de recinto respectivamente ⁽³⁾	La longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna salida de planta no excede de 50 m, excepto en los casos que se indican a continuación: <ul style="list-style-type: none">- 35 m en uso Residencial Vivienda o Residencial Público;- 30 m en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en uso Hospitalario y en plantas de escuela infantil o de enseñanza primaria.
	La longitud de los recorridos de evacuación desde su origen hasta llegar a algún punto desde el cual existan al menos dos recorridos alternativos no excede de 25 m, excepto en los casos que se indican a continuación: <ul style="list-style-type: none">- 15 m en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en uso Hospitalario;- 35 m en uso Aparcamiento.

La longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna salida de planta no excederá de 50 m.

La longitud de los recorridos de evacuación desde su origen hasta llegar a algún punto desde el cual existan al menos dos recorridos alternativos no deberá exceder de 25 m.

2.6.3 – Dimensionamiento de los medios de evacuación

La distribución de los ocupantes por varias salidas a efectos de cálculo, debe hacerse suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable. En este caso dispondremos de 2 puertas hacia la escalera protegida de evacuación.

El dimensionamiento de los elementos de evacuación debe realizarse conforme a lo que se indica en la tabla 7

Tabla 7.- Dimensiones de los elementos de evacuación (Fuente CTE)

Tipo de elemento	Dimensionado
Puertas y pasos	$A \geq P / 200$ ⁽¹⁾ $\geq 0,80$ m ⁽²⁾ La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,20 m.
Pasillos y rampas	$A \geq P / 200 \geq 1,00$ m ^{(3) (4) (5)}
Pasos entre filas de asientos fijos en salas para público tales como cines, teatros, auditorios, etc. ⁽⁶⁾	En filas con salida a pasillo únicamente por uno de sus extremos, $A \geq 30$ cm cuando tengan 7 asientos y 2,5 cm más por cada asiento adicional, hasta un máximo admisible de 12 asientos. En filas con salida a pasillo por sus dos extremos, $A \geq 30$ cm en filas de 14 asientos como máximo y 1,25 cm más por cada asiento adicional. Para 30 asientos o más: $A \geq 50$ cm. ⁽⁷⁾ Cada 25 filas, como máximo, se dispondrá un paso entre filas cuya anchura sea 1,20 m, como mínimo.
Escaleras no protegidas ⁽⁸⁾	
para evacuación descendente	$A \geq P / 160$ ⁽⁹⁾
para evacuación ascendente	$A \geq P / (160-10h)$ ⁽⁹⁾
Escaleras protegidas	$E \leq 3 S + 160 A_s$ ⁽⁹⁾
Pasillos protegidos	$P \leq 3 S + 200 A$ ⁽⁹⁾
En zonas al aire libre:	
Pasos, pasillos y rampas	$A \geq P / 600 \geq 1,00$ m ⁽¹⁰⁾
Escaleras	$A > P / 480 > 1,00$ m ⁽¹⁰⁾

Para puertas y pasos:

$$A \geq P / 200 \geq 0,80 \text{ m}$$

Pasillos y rampas:

$$A \geq P / 200 \geq 0,80 \text{ m}$$

Escaleras protegidas:

$$E \leq 3 S + 160 A_s$$

A = Anchura del elemento

A_s = Anchura de la escalera protegida en el desembarco en la planta de salida

P = Número total de personas previsto por el punto cuya anchura se dimensiona

E = Suma de los ocupantes asignados a la escalera mas los de las plantas situadas por debajo o por encima de ella hasta la planta de salida del edificio.

S = superficie útil de la escalera protegida en el conjunto de las plantas de las que proviene las personas.

En nuestro caso se determina el caso más desfavorable en cuanto a superficie obteniendo:

$$A_s = 1,20 \text{ m}$$

$$S = 6,30 \text{ m}$$

Con lo que se obtienen 211 personas una capacidad de evacuación superior a la ocupación del edificio.

Las dimensiones de las puertas de acceso a la escalera protegida están comprendidas entre los valores exigidos, entre 1 m y 0,80 cm.

Según la tabla 4.2 del DBSI2 donde se especifica la capacidad de evacuación en función de la anchura, se puede determinar que la capacidad de evacuación para una escalera protegida, de anchura 1 m y tres plantas es de 256 personas, superior a la necesaria para la ocupación del edificio.

2.6.4 – Protección de las escaleras

En la tabla 8 , se indican las condiciones de protección que deben cumplir las escaleras previstas para la evacuación. Según la altura y el uso previsto se determina que cada una de las escaleras debe de ser protegida.

Tabla 8.- Clasificación de las escaleras de evacuación (Fuente CTE)

Uso previsto ⁽¹⁾	Condiciones según tipo de protección de la escalera		
	No protegida	Protegida ⁽²⁾	Especialmente protegida
Escaleras para evacuación descendente			
Residencial Vivienda	$h \leq 14$ m	$h \leq 28$ m	
Administrativo, Docente,	$h \leq 14$ m	$h \leq 28$ m	
Comercial, Pública Concur- rencia	$h \leq 10$ m	$h \leq 20$ m	
Residencial Público	Baja más una	$h \leq 28$ m ⁽³⁾	
Hospitalario			Se admite en todo caso
zonas de hospitalización o de tratamiento intensi- vo	No se admite	$h \leq 14$ m	
otras zonas	$h \leq 10$ m	$h \leq 20$ m	
Aparcamiento	No se admite	No se admite	

2.6.5 – Puertas en recorridos de evacuación

Las puertas previstas como salida de planta o de edificio serán con eje de giro vertical y su sistema de cierre, consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo.

Los dispositivos de apertura mediante manilla o pulsador estarán conformes a la norma UNE-EN 179:2003 VC1.

La puerta abrirá en sentido de la evacuación siempre que haya una previsión de paso superior a 100 personas.

2.6.6 - Señalización de los medios de evacuación

Se utilizarán las señales de evacuación definida en la norma UNE 23034:1998, donde se especifican los siguientes puntos:

Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rotulo de SALIDA.

Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.

En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean foto luminiscentes, sus características de emisión luminosa deben cumplir con lo establecido en la norma UNE 23035-4:2003.

2.7.- INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS

Según la ubicación y edificación se comprueba que se cumplen todos los requerimientos de accesibilidad y maniobrabilidad especificados en los puntos 1.1 y 1.2 del DBSI5.

2.8.- RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

Los elementos de la estructura principal del edificio, tales como forjados, vigas y soportes deberán ser R90 según se indica en la tabla 3.1 para uso administrativo y una altura inferior a 28m. En el caso de las zonas de riesgo especial bajo los elementos deberán ser R90. Los elementos estructurales de una escalera protegida que estén contenidos en el recinto de estos, serán como mínimo R30.

2.9 - INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

En este apartado se definen los elementos pertenecientes al sistema de protección activa. Nuestro edificio debe disponer los elementos indicados en la tabla 1.1 del DBSI4. El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, deben cumplir con lo establecido en el "Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios, en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que le sea de aplicación.

2.9.1.- Extintores portales

Se ubicaran extintores portátiles de tal forma que el recorrido desde cualquier punto de ocupación sea como máximo de 15m, según lo establecido en la tabla 1.1 del DBSI4.

En las zonas comunes del edificio y en el interior de los locales se colocaran extintores de polvo ABC de eficacia 21A-113B de 6Kg de la capacidad de la marca Firex.

Se colocara un extintor de CO₂ con capacidad 5Kg de la marca Firex para cada uno de los cuadros eléctricos.

La altura máxima a la que se debe colocar un extintor es de 1,70m, medidos desde la parte superior del mismo hasta el suelo. Se colocaran en la pared con su señalización correspondiente.

El extintor deberá estar analizado en cuanto a homologaciones, ensayos, agentes de extinción, etc.... según la norma UNE 23110.

El cumplimiento de dichas normas debe estar certificado por un organismo de control autorizado (OCA) que deberá emitir un certificado de marca de conformidad de normas, tal y como se especifica en el Reglamento de instalaciones de protección contra Incendios.

A continuación se muestra un esquema donde se indican las partes que componen un extintor.



Características

- Eficacia: 21A-113B-C
- Agente extintor: Polvo A-B-C
- Agente impulsor: N₂
- Peso cargado: 6,60 Kg
- Peso Vacío: 2,60 Kg
- Altura: 405 mm
- Diámetro: 150mm
- Presión de prueba: 23 Kgs/cm²
- Temperatura: -20 °C/+60°C

Fig. 1.- Extintor de polvo ABC

2.9.2 – Bocas de incendio equipadas (BIE)

Se deberá dotar a nuestro edificio de un sistema de bocas de incendio según lo establecido en la tabla 1.1 del DBSI4 donde se especifica que su instalación será necesaria para superficies construidas superiores a 2000 m².

Una boca de incendio equipada (BIE) se puede definir como un conjunto de elementos necesarios para transportar y proyectar agua desde un punto fijo de una red de abastecimiento de agua hasta el lugar del fuego.

Se colocaran BIES de tal forma que quede cubierto cualquier punto de la superficie de cada planta considerando como radio de acción 20m de longitud de la manguera incrementada en 5 m por el chorro de agua, siendo de 25m total su radio de acción. La separación máxima entre BIES será como máximo de 50 m.

Siempre que sea posible se colocaran a menos de 5 m de las salidas de cada sector de incendios, sin que constituyan obstáculos para su utilización.

Las BIE's serán del tipo 25 mm según lo establecido en la tabla 1.1 del DBSI4.

Se montaran sobre un soporte rígido de forma que la altura de su centro quede como máximo a 1,50 m sobre el nivel del suelo.

La BIE del tipo 25 mm debe ser aprobada mediante la certificación de algún organismo de control que certifique que el elemento este según la norma UNE-EN 671-1, según el requerimiento del R.I.P.C.I.



Características:

- Nivel de riesgo: bajo
- Tipo de BIE: 25 mm
- Longitud manguera: 20 m
- Dimensiones: 620x620x220mm de fondo

Fig.2.- Boca de incendios equipada (BIE)

2.9.3 – Abastecimiento de agua

Para el funcionamiento del sistema de BIE's es necesario disponer de un sistema de abastecimiento de agua contra incendios independiente de la acometida de agua de consumo para otras aplicaciones.

- **Red de distribución**

La norma UNE 23500 exige que toda red general de distribución contra incendios se diseñe en circuito cerrado para que permita, además de conseguir un mejor equilibrio hidráulico, disponer de válvulas de seccionamiento de tramos, para que en caso de avería, se interrumpa el servicio al menor número posible de equipos de extinción.

Se deberá realizar una prueba de estanqueidad, exigida por la norma UNE 23500, de las líneas de tuberías, antes de proceder al enterramiento de la acometida general, ya sea por tramos o toda la red.

Los pasos de la prueba son los siguientes:

1. Llenar de agua las tuberías
2. Purgar el aire por las partes altas.
3. Presurizar hasta 15 bar cuando la presión de trabajo máxima prevista sea igual o inferior a 10bar.
4. Mantener esta presión durante 2 horas.
5. Contabilizar los litros de agua repuestos durante 2 horas. El total no deberá sobrepasar los límites de 5 litros por cada 100 uniones.

Las tuberías que alimentan la red de BIES se han diseñado en calidad acero negro estirado con soldadura, cumpliendo Norma DIN 2440. Las uniones serán del tipo roscadas.

- **Sistema de impulsión**

Se colocara un grupo de presión para garantizar las condiciones hidráulicas de caudal y presión para un funcionamiento simultáneo, formado por los siguientes componentes:

- Equipo de bombeo principal, formado por una bomba eléctrica y otra diesel, que debe garantizar las condiciones de caudal y presión requerida.
- Equipo de bombeo auxiliar, conocido como bomba Jockey y que sirve para mantener de manera automática la presión en la instalación, reponiendo las pequeñas fugas que se puedan producir en la red de incendios.

Los equipos de bombeo se instalaran en un recinto que tenga suficientes dimensiones para permitir realizar el mantenimiento y manipulación de los mismos.

La temperatura en su interior debe ser igual o superior a 4°C y debe estar convenientemente ventilado, especialmente en el caso de disponer de bomba diesel, y se deberán haber previsto sistemas de drenaje o de achique de agua.

2.9.4 – Sistema de detección de incendios

Según el reglamento su colocación es necesaria en zonas de riesgo alto en superficies construidas superiores a 2000 m² o si el edificio excede de 5000 m².

En nuestro caso no sería necesario, pero se colocará un sistema de detección de incendios a petición del titular de la propiedad.

La función de un sistema de detección y alarma es activar una instalación de respuesta ante la iniciación de un incendio o avisar a las personas que puedan verse afectadas.

Este sistema garantiza la seguridad de los ocupantes del edificio agilizando una rápida respuesta ante un incendio localizado en una zona en concreto o en varias a la vez.

Los sistemas que se instalan deben cumplir con la norma UNE 23007, tal y como se especifica en el R.I.P.C.I.

La instalación y el mantenimiento de estos sistemas deben llevarse a cabo por empresas especializadas que dispongan de su correspondiente autorización de la Administración competente.

- **Componentes de un sistema de detección**

Un sistema de detección de incendios está compuesto principalmente por los siguientes elementos:

- *Una central automática de detección de incendios y alarma*, donde se centralizan las alarmas y donde reside toda la lógica de funcionamiento por la cual se llevan a cabo una serie de acciones preventivas programadas en caso de emergencia.
- Una serie de *detectores de incendio y pulsadores manuales de alarma*, distribuidos por toda la instalación o edificio, capaces de señalar la presencia de un incendio en su estado inicial.
- *El sistema de aviso de alarma* de tipo acústico y que estará formada por sirenas y altavoces, permitiendo la transmisión de alarmas localizadas y de la alarma general.

Los sistemas automáticos de detección de incendios y sus características y especificaciones se ajustarán a la norma UNE 23.007.

Central de incendios

Para nuestro edificio se instala una central de la marca aguilera modelo AE/SA-C23H fabricada según las normas UNE-EN 54-2 y UNE-EN 54-4.

Esta central permite controlar individualmente todos los equipos que componen la instalación.

Características:



- Tarjeta de control de línea con capacidad para 125 equipos
- Fuente de alimentación conmutada de 27,2 Vcc 4A.
- Batería de emergencia de 12V/Ah
- Modulo CPU de programación de maniobras.
- Display gráfico de 240x64 puntos.
- Teclado de control.
- Salidas incorporadas de evacuación, alarma y avería.
- 2 puertos de comunicaciones serie Interface RS232 o RS485.
- Puerto de impresora serie incorporado

Fig.3. - Central de detección de incendios

Detector

Se colocan detectores ópticos analógicos de la marca aguilera modelo AE-94 OPA2 fabricados según la norma UNE EN 54-7.

Para la determinación del número y posición de detectores se emplea el cuadro de la norma UNE 23017-14, donde se determina que para nuestro caso la superficie máxima de vigilancia de un detector será de 60 m², y la distancia máxima entre ellos de 9,90 m.

Estos detectores permiten ser detectados individualmente por la central dando una localización exacta de foco del incendio.

Características:



- Cámara oscura complementada con emisor y receptor que detectan la presencia de partículas de humo en su interior.
- Microprocesador gestionado desde la central, que fija los niveles de alarma y mantenimiento, adaptándolos a las características del entorno.
- Control de auto chequeo, salida de alarma remota y dispositivo de identificación individual.
- Alimentación entre 20 y 27 V, consumo en reposo 3mA.

Fig.4.- Detector convencional

Pulsador

El pulsador permite transmitir de forma voluntaria una señal a la central de incendios, de tal forma que sea fácilmente identificable la zona en que ha sido activado el pulsador.

Se situaran al lado de las puertas de evacuación y distribuidos de modo que la distancia máxima a recorrer, desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador, no supere los 25 metros, según lo especificado en el R.I.P.C.I.

Los pulsadores serán de la marca aguilera, modelo AE/94-P1, fabricados según la norma EN 54-11.

Características:



- Módulo direccionable provisto con: Microrruptor, led de alarma y auto chequeo, sistema de comprobación con llave de rearme, lámina calibrada para que se enclave y no rompa y microprocesador que controla su funcionamiento e informa a la central de: Alarma, no responde y vuelta a reposo.
- Alimentación entre 18 y 27 V, consumo en reposo 7,5 mA.
- Ubicado en caja de ABS de 95x95x35 mm y serigrafía según Normas.

Fig.5.- Pulsador de alarma

Sirena

Se colocaran sirenas como elemento de transmisión de señal acústica en caso de que se active uno de los elementos de identificación de incendio.

Se colocaran garantizando los niveles sonoros de acuerdo con los parámetros especificados en la norma UNE 23007-14. Donde se especifica que el nivel sonoro será como máximo de 65 dB(A), o bien 5dB(A) por encima de cualquier sonido que previsiblemente pueda durar más de 30s.

Por otro lado, en nivel sonoro no debe superar los 120 dB(A) en ningún punto situado a más de 1 m del dispositivo.

El numero de sirenas deberá ser el suficiente para obtener el nivel sonoro expresado anteriormente, colocándose como mínimo 1 sirena por cada sector de incendios.

Las sirenas serán de la marca aguilera modelo AE/94-1SV, fabricada según normativa EN 54-14.

2.9.5 – Señalización de las instalaciones

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:

- 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;
- 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;
- 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean foto luminiscentes, sus características de emisión luminosa debe cumplir lo establecido en la norma UNE 23035-4:2003.

2.10 - CALCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE BIE

Para efectuar los cálculos hidráulicos, de acuerdo con la Normativa vigente, la demanda de agua requerida por la BIE de 25 mm es de 1,6 l/s.

Las tuberías que alimentan la red de BIE'S se han diseñado en calidad acero negro estirado con soldadura, cumpliendo Norma DIN 2440.

Para dimensionar la red de distribución se tienen en consideración los siguientes criterios:

La presión en la salida de la lanza estará comprendida entre 2 y 5 bar.
Para el cálculo utilizaremos una presión de 3,5 bar.

La instalación será capaz de suministrar un caudal mínimo de 1,6l l/s, siendo este el necesario para abastecer durante al menos 1 hora las dos bocas de incendio más desfavorables.

Caudal nominal $2 \times 1.6 = 3.2$ l/s

Caudal sobrecarga (según UNE 23500)= Caudal nominal $\times 1.4 = 3.2 \times 1.4 = 4.48$ l/s

- **Calculo del caudal y diámetro de la tubería**

Una vez conocido los caudales, las secciones en cada tramo de tubería podrán calcularse fácilmente mediante la siguiente expresión:

$$Q = v \cdot s$$

Q = caudal (m³/s)

V = velocidad (m/s)

S = sección (m²)

El valor de la velocidad del agua en el interior de las tuberías estará comprendido entre 1 y 3,5 m/s, el cual no planteara problemas de erosión, ni ruido.

Para el cálculo del diámetro directo se coloca la sección en función del diámetro:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

En la siguiente tabla 9 se reflejan los resultados de caudal y diámetro:

Tabla 9.- Caudal y diámetro de las tuberías

TRAMO	CAUDAL (m ³ /s)	D (m) v = 2 m/s	D (in) v = 2 m/s	D (in)	V _f (m/s)
Ramal principal	0,00448	0,053	2,1	2 " (0,065)	2,21
Derivación individual 1	0,00448	0,053	2,1	2 " (0,065)	2,21
Derivación individual 2	0,00448	0,053	2,1	2 " (0,065)	2,21
Derivaciones a planta	0,0032	0,045	1,8	1 1/2" (0,040 m)	2,81
Derivaciones a BIE	0,0016	0,032	1,3	1 1/4" (0,032 m)	2,02

- **Cálculo de la pérdida de carga**

Para la pérdida lineal de carga por fricción en la tubería se utiliza la fórmula de Hazen-William simplificada para sección circular. Se realiza en el tramo más desfavorable de la instalación.

$$h_L = \frac{10,665}{C_{HW}^{1,852}} \cdot \frac{L}{D^{4,8705}}$$

h_L = pérdida de carga lineal (m.c.a.)

C_{HW} = Coeficiente de Hazen- William (120)

L = Longitud del tramo (m)

D = Diámetro del tramo (m)

Q = Caudal en m³/s

En la siguiente tabla 10 se reflejan los resultados de pérdidas de carga lineales:

Tabla 10.- Pérdidas de carga lineales

TRAMO	CAUDAL (m ³ /s)	DIAMETRO (m)	L (m)	CHW	H
Ramal principal	0,0044	0,065	5	120	0,20
Derivación individual 1	0,0044	0,065	34,5	120	1,36
Derivaciones a planta	0,0032	0,052	9	120	0,58
Derivaciones a BIE	0,0016	0,032	1,5	120	0,29
				TOTAL (m)	2,42

Para el cálculo de las pérdidas de cargas producidas por accesorios, derivaciones, codos, etc. se utiliza la siguiente expresión:

$$(h_L)_a = K \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$(h_L)_a$ = pérdida de carga en accesorios (L_{eq} en m.c.a)

K = coeficiente (tabla 1 Anexo I)

V = Velocidad del fluido (m/s)

g = Gravedad (9,8 m/s²)

En la siguiente tabla 11 se reflejan los resultados de longitud equivalente por pérdidas de carga en accesorios:

Tabla 11.- Longitud equivalente por pérdida de carga en accesorios

VALVULAS Y ACCESORIOS	TRAMO	UNID.	K	V (m/s)	$(H_L)_a$
Te con división de caudal	Principal	1	1	2,21	0,25
	Derivación ind.	4	1	2,21	1,00
	Derivación a planta	1	1	2,81	0,40
Codo 90° Standard	Derivación ind.	4	0,75	2,21	0,75
	Derivación a planta	1	0,75	2,81	0,30
	Derivación a BIE	2	0,75	2,02	0,31
Unión roscada	Tramo principal	1	0,04	2,21	0,01
	Derivación individual	3	0,04	2,21	0,03
Válvula de corte	Grupo de presión	2	0,17	2,21	0,08
	Derivación ind.	1	0,17	2,21	0,04
Válvula de retención	Grupo de presión	2	2	2,21	1,00
TOTAL (m)					4,17

En total, la pérdida de carga será:

$$H_{Ltotal} = H_{Lineal} + H_{L \text{ accesorios}}$$

$$H_{Ltotal} = (2,58 + 4,17) = 6,75 \text{ m.c.a}$$

Y por último considerar la presión hidrostática debida a la diferencia de cota entre el grupo de presión y el punto más alto donde se encuentra una boca de BIE, así como la altura de presión a la salida de la BIE:

$$H = (\Delta Z + H_{LBIE} + H_{total}) = (12,50 + 35 + 6,75) = 54,25 \text{ m.c.a.}$$

- **Selección del grupo de presión**

Para la elección del grupo de presión se ha tener en cuenta el caudal a suministrar en el caso del funcionamiento simultaneo de las 2 BIES más desfavorables y la pérdida de carga anteriormente calculada.

Con estos datos, según las especificaciones del fabricante, se selecciona el grupo de presión modelo UNE90 EJ 12/50Q.

- **Calculo del Aljibe**

La capacidad del aljibe se prevé de 20 m³ de volumen, suficiente para abastecer el funcionamiento exigido.

Se comprueba que el tiempo de llenado es inferior al requerido por la norma UNE 23500, según lo especificado en la tabla 12:

Tabla 12.- Características del Aljibe

Categoría del depósito	1	2	3
	Características		
1° Capacidad en función de la reserva calculada	100%	100%	< 100% ¹⁾
2° Reposición automática. Tiempo de llenado	24 h	24 h	24 h
3° Agua a utilizar	Dulce, no contaminada o tratada	Dulce, no contaminada o tratada	Dulce, no contaminada o tratada
4° Construcción. Período de garantía para utilización ininterrumpida	15 años	3 años	3 años

Según la tabla 12, el aljibe debe tener una capacidad del 100% para el abastecimiento requerido. La reposición automática se debe realizar en un tiempo inferior a 24 h.

Para determinar las dimensiones del circuito de llenado se utiliza la formula anteriormente definida en la que se relaciona el caudal con el diámetro, obteniendo:

Tabla 13.- Tiempo de llenado del aljibe

TRAMO	D(m) v=2m/s	D(in) v=2m/s	Caudal (m ³ /s)	Caudal (m ³ /h)	Volumen Aljibe (m ³)	Tiempo llenado (h)
llenado del Aljibe	0,040	1 1/2"	0,0025	9	20	2,22

Se puede determinar que con una tubería de 1 ½" se realiza un llenado de 9 m³/h, si el volumen del aljibe es de 20 m³, se realiza el llenado total del aljibe en 2,22 h, tiempo muy inferior al permitido para su reposición, por lo que se considera válido según la norma UNE 23500.

- **Cálculos con el programa Epanet 2.0**

Para comprobar si las dos Bies más desfavorables cumplen con lo exigido, aportando simultáneamente un caudal de 1,6 l/s cada una durante una hora, se utiliza el programa Epanet donde se puede determinar el estado de la red. A continuación se muestra el esquema de la red de BIE's.

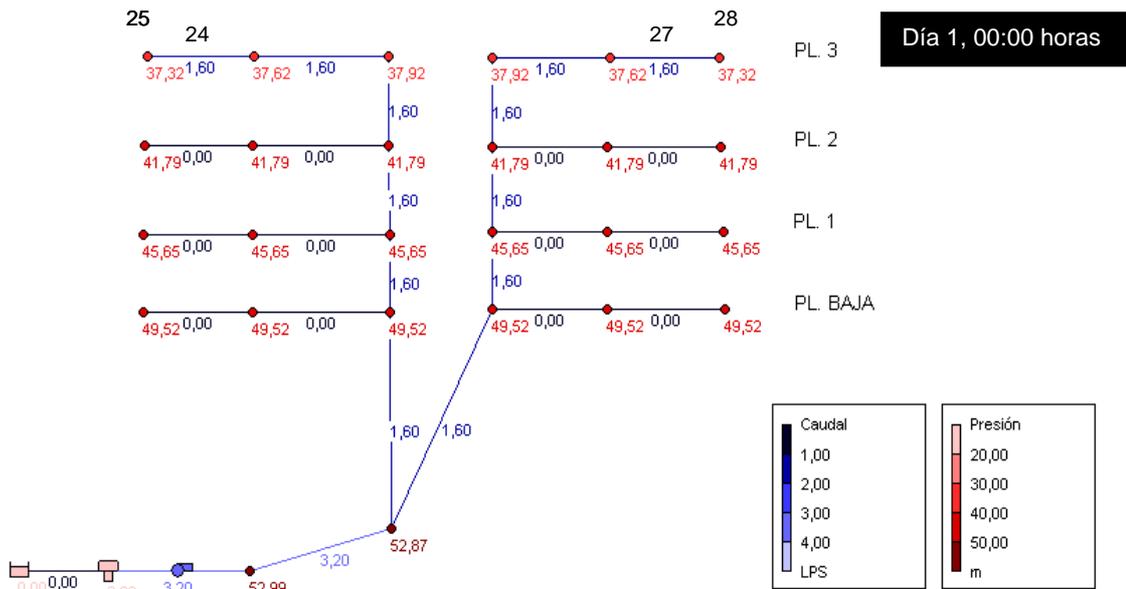


Fig.6.- Esquema red de BIE's al inicio

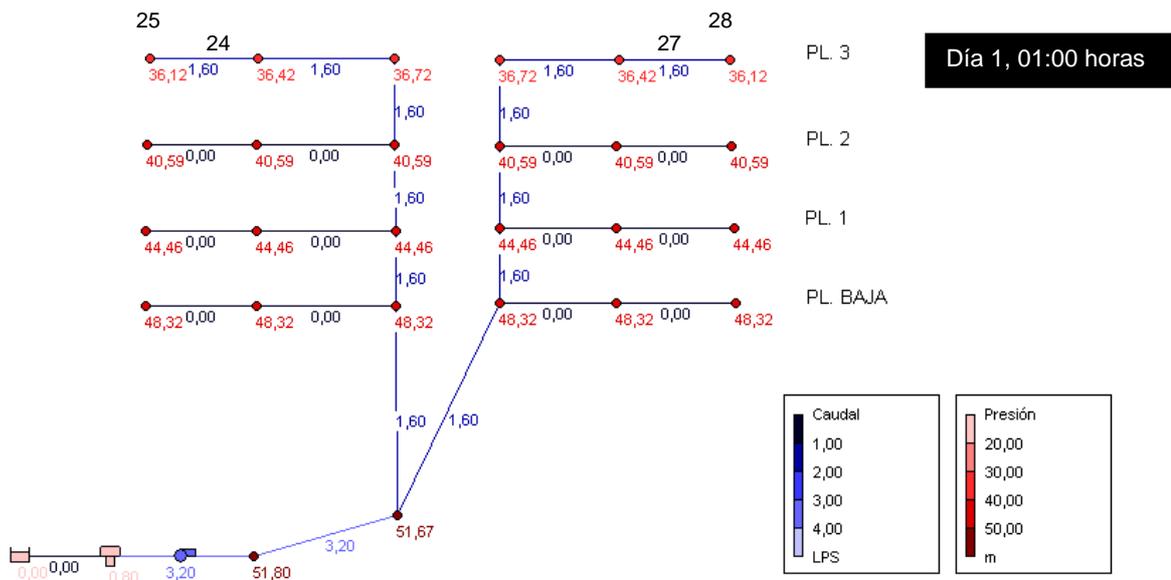
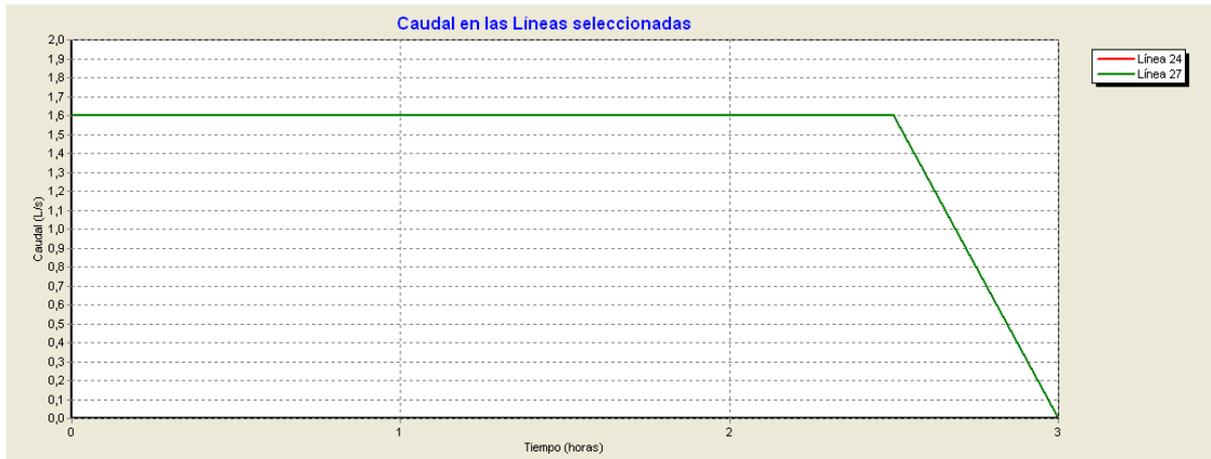


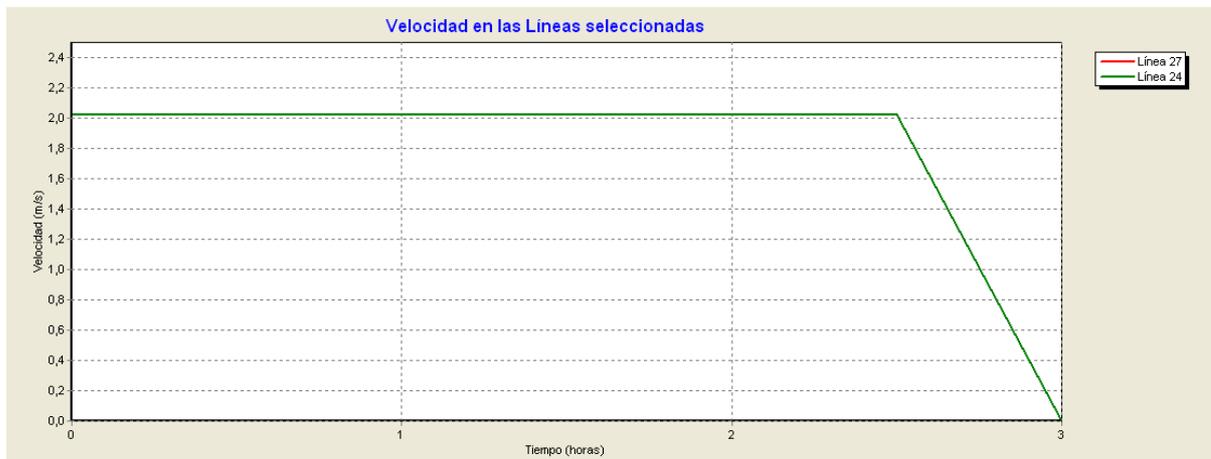
Fig.7.- Esquema red de BIE's al cabo de 1 hora

Como se puede observar en los esquemas anteriores la presión y el caudal al cabo de 1 hora se mantienen. En las siguiente graficas se reflejan los resultados obtenidos tanto para las tuberías de alimentación a las BIE's como los nudos que representarían la salida de las mismas.

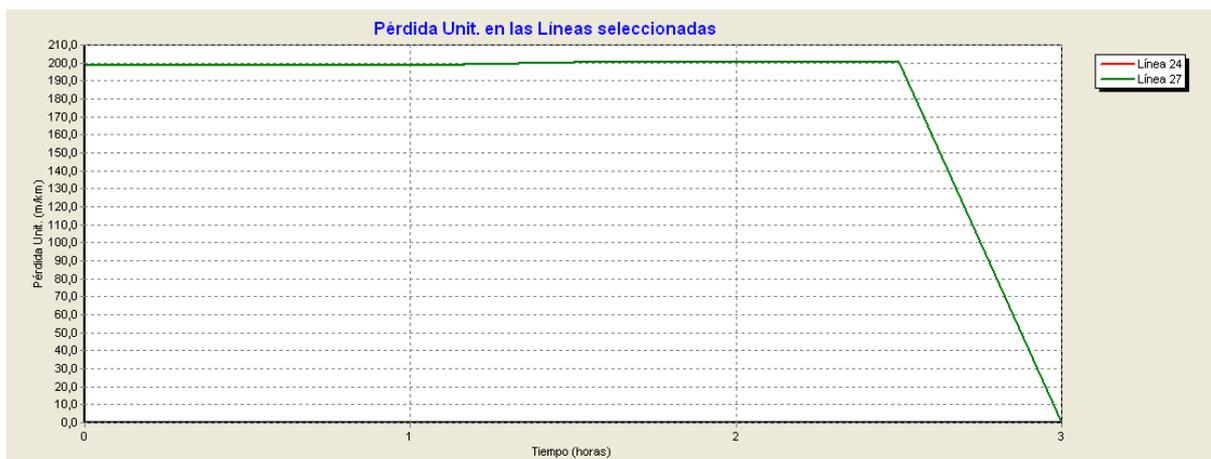
Resultados de las líneas 24 i 27, tuberías de alimentación a las BIE's extremas:



Gráfica 1.- Caudal en las líneas 24 y 27

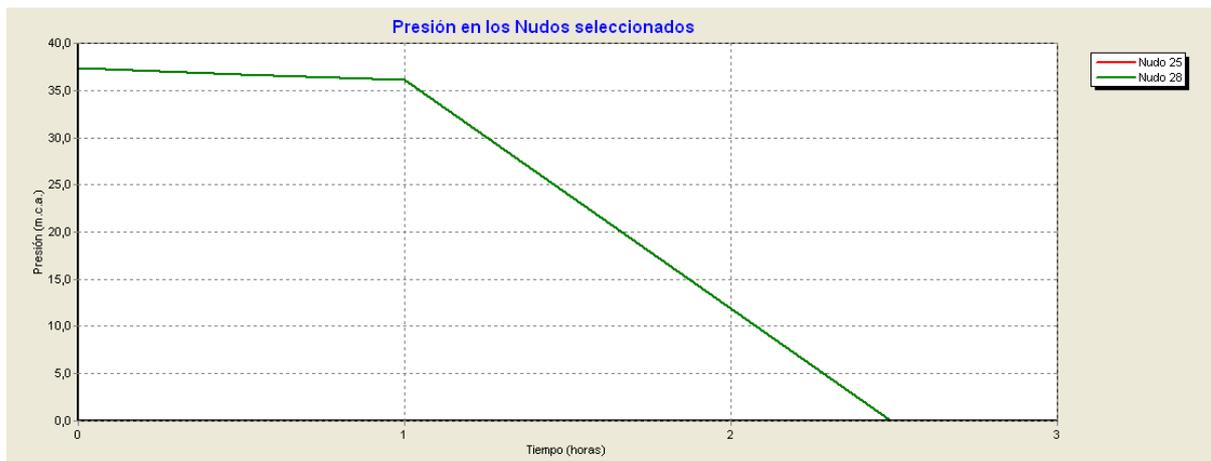


Gráfica 2.- Velocidad en las líneas 24 y 27

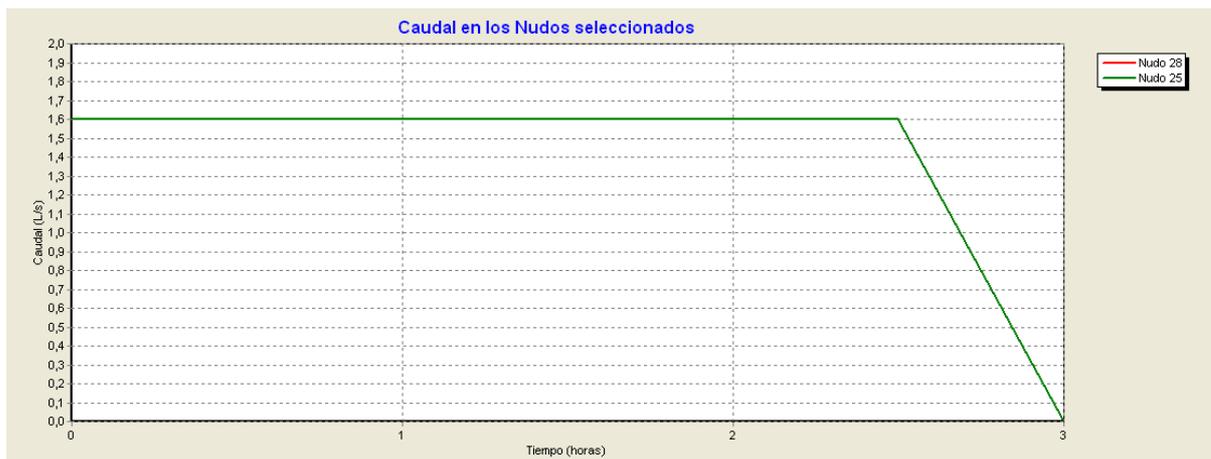


Gráfica 3.- Pérdida unitaria en las líneas 24 y 27

Resultados de los nudos 25 y 28 correspondientes a las BIE's extremas:



Gráfica 4.- Presión en los nudos 25 y 28



Gráfica 5.- Caudal en los nudos 25 y 28

Como se puede ver en la grafica de tiempo-presión y tiempo-caudal ambas BIE's mantienen una presión superior a 35 m.c.a y un caudal de 1,6l/s, obteniendo de esta forma el resultado exigido de funcionamiento.

En el Anexo III se adjuntan las tablas de resultados.

3. PROYECTO DE CLIMATIZACION

3.1 - OBJETO DEL PROYECTO

El objeto de este proyecto es climatizar las diferentes estancias del edificio.

Para conseguir realizar una climatización adecuada, se realiza el estudio de los diferentes factores que intervienen en las necesidades térmicas para conseguir una correcta climatización.

En cuanto al sistema de producción de frío y calor se ha elegido un sistema VRF, volumen de caudal de refrigerante variable, teniendo en cuenta la eficiencia del mismo en cuanto a ahorro energético de consumo eléctrico y a especificaciones propias de la propiedad.

3.2 - NORMATIVA APLICABLE

Tanto en la redacción del proyecto, como en la ejecución de la obra, se cumplirá la normativa vigente que concierne a esta instalación.

- Código técnico de la Edificación (CTE) (Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo).
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios RITE, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) (Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio).
- Normas UNE

3.3 - CONDICIONES DE CÁLCULO

3.3.1 – Condiciones Exteriores

Las condiciones exteriores de cálculo se rigen según la norma UNE 100-001. Para la temperatura seca y humedad relativa a las condiciones de verano e invierno se elige el nivel percentual de uso general.

Latitud: 41° 18'

Altitud: 8 m

Temperatura seca en verano: 27,6 °C (Nivel percentil 5%)

Humedad relativa: 68,2%

Temperatura seca extrema en invierno: 1,2 °C (Nivel percentil 97,5%)

Grados días anuales tomando como base 15°C: 864

3.3.2 – Condiciones Interiores

Las condiciones de diseño de bienestar interiores vienen determinadas por la IT.1.1 del RITE. En esta se fijan los valores de temperatura, humedad relativa y velocidad media del aire interior. En la siguiente tabla se muestran las condiciones.

Temperatura en verano: 24°C

Temperatura en invierno: 22°C

Humedad relativa: 50%

Velocidad media del aire verano: 0,18 a 0,24 m/s

Velocidad media del aire en invierno: 0,15 a 0,2 m/s

3.4 - DESCRIPCION DE LAS ZONAS A CLIMATIZAR

Para climatizar las diferentes zonas se tendrá en cuenta la ocupación permanente o ocasional de las diferentes estancias del edificio. El objetivo es realizar una distribución uniforme en las zonas de ocupación permanente, que permitan mantener el confort de los ocupantes.

Se colocarán las máquinas interiores a efectos de cada una de ellas, controle un grupo de personas que se encuentran en un mismo espacio, con el criterio propio de que puedan requerir una sensación térmica semejante.

Según especificaciones del cliente no se climatizan las zonas de archivo de cada uno de los locales, ya que se consideran de ocupación ocasional.

3.5 - HORARIO DE FUNCIONAMIENTO, OCUPACIÓN Y VENTILACIÓN

Para calcular las necesidades térmicas se ha considerado que el horario de ocupación de la oficina será desde las 8:00 h hasta las 20:00 h.

Para asegurar una correcta calidad del aire interior se debe realizar una aportación de aire exterior. El caudal a suministrar está regulado en la IT 1.1.4.2 del RITE, según la siguiente tabla 1:

Tabla 1.- Caudal de aire exterior (Fuente RITE)

Categoría	dm ³ /s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

3.6 - DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

Se implanta un sistema de producción de frío y calor basado en la tecnología VRF, volumen de caudal variable de refrigerante, tipo inverter, pretendiendo optimizar el rendimiento de la instalación.

Esta instalación consta de una máquina exterior bomba de calor, que alimenta mediante refrigerante tipo R-410 a las unidades interiores, que son las encargadas de impulsar el aire tratado hacia el interior.

El sistema inverter permite regular y variar la velocidad del ventilador del compresor de la unidad exterior, con lo que se obtienen las siguientes ventajas:

- Distribución del refrigerante de forma precisa
- Variando la velocidad del ventilador del compresor se atiende proporcionalmente a la demanda de las diferentes zonas del edificio.
- Se reduce el consumo eléctrico.
- Mayores rendimientos ERR y COP.

La instalación se realiza a 2 tubos, con lo que cada máquina exterior dará o frío o calor en el mismo instante pero no ambas cosas a la vez, que sería la opción a 3 tubos. Esta opción se escoge por especificaciones propias de la propiedad.

3.6.1.- Elección de la maquinaria

Se escogen unidades de unidades de la marca Mitsubishi Heavy Industries, sistema KXR4.

En este sistema la máquina exterior puede alimentar a varias unidades interiores, entre 26 y 33 unidades para los modelos escogidos, siempre y cuando no se supere un límite máximo de la longitud de la tubería frigorífica.

Las unidades interiores (fancoil) se escogen según especificaciones del propio cliente, siendo de tipo cassette para los despachos y de conductos para zonas diáfanas y vestíbulos.

En el anexo IV se muestran las unidades tanto exteriores como interiores, escogidas según la estancia y las necesidades térmicas de la misma.

3.6.2.- Coeficientes ERR y COP

Estos coeficientes indican una eficiencia que se obtiene de la relación entre la potencia de refrigeración o de calefacción de la unidad dividida por la cantidad de energía eléctrica que la unidad necesita para producirla (consumo total de potencia).

En ambos casos, tanto en modo de refrigeración (ERR) como en modo calefacción (COP), mientras mayor sea el resultado obtenido, mayor será la eficiencia energética de la unidad.

La potencia de refrigeración/calefacción se entiende como la energía útil que está suministrando la maquina. Mientras que la energía eléctrica consumida seria la necesaria para hacer funcionar el compresor de la unidad exterior.

$$ERR = \frac{\text{Potencia de refrigeración}}{\text{Energía eléctrica consumida}}$$

$$COP = \frac{\text{Potencia de calefacción}}{\text{Energía eléctrica consumida}}$$

Según el coeficiente obtenido la eficiencia energética de la maquina se clasifica en 7 categoría, de más a menos eficiencia, tal y como se muestra a continuación:

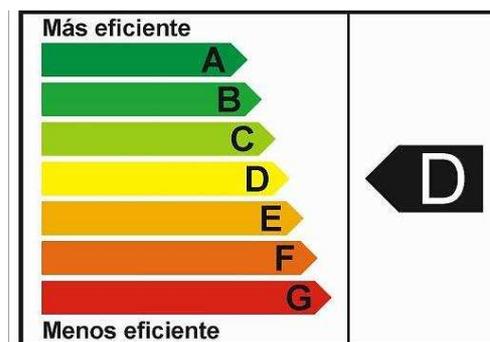


Fig. 1.- Clasificación según la eficiencia

En el caso de las unidades de las unidades de climatización, la clasificación según su eficiencia obtenida será la siguiente:

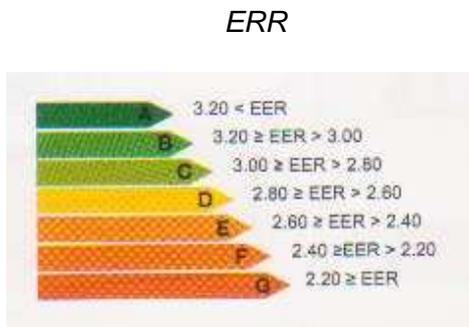


Fig.2.- Clasificación ERR

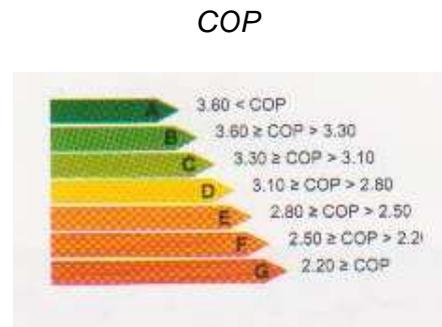
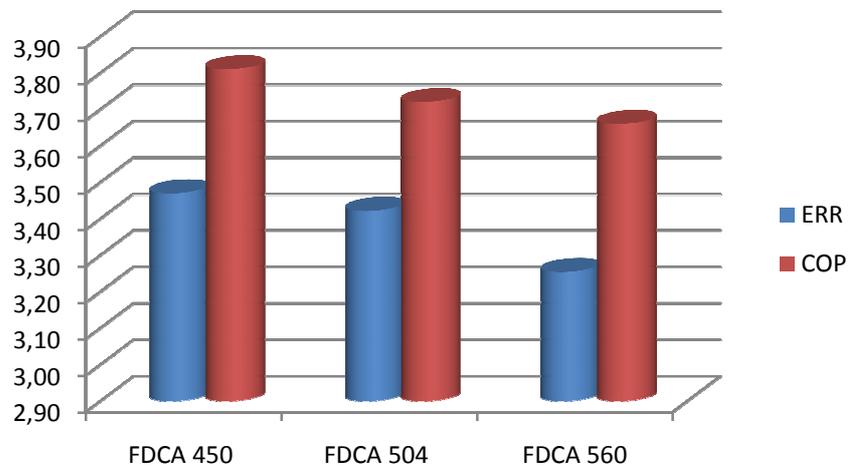


Fig.3.- Clasificación COP

En la grafica 1 se puede observar el coeficiente EER y COP de las unidades exteriores utilizadas.



Grafica 1.- Coeficientes ERR y COP

Según se puede observar en la grafica 1 los coeficientes de ERR y COP se situarían para las tres maquinas en la categoría A.

3.7.- CÁLCULO DE LOS CERRAMIENTOS

Uno de los aspectos más importante para realizar el cálculo de transmisión de calor es conocer el coeficiente de transmisión de los cerramientos. Por lo que se procede a realizar el cálculo de estos.

3.7.1- Cálculo del coeficiente de transmisión (U)

- *Cálculo del coeficiente de transmisión (U)*

Para determinar el valor de coeficiente de transmisión de calor (U) de los diferentes cerramientos, se utiliza el método de las resistencias térmicas. Para ello se tiene en cuenta el tipo de cerramiento, componentes y grosor.

$$K = \frac{1}{R_T}$$

Substituyendo

$$K = \frac{1}{\left(\frac{1}{h_1}\right) + \left(\frac{e}{\lambda_1}\right) + \left(\frac{e}{\lambda_1}\right) + \dots + \left(\frac{en}{\lambda_n}\right) + \left(\frac{1}{h_2}\right)}$$

K = Coeficiente global de transmisión de calor (W / m²·°C)

h₁ = Coeficiente de convección interior (W / m²·°C)

h₂ = Coeficiente de convección y radiación exterior (W / m²·°C)

e = Espesor (metros)

λ = Conductividad térmica (W / m · °C)

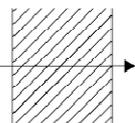
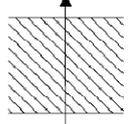
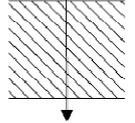
R_T = Resistencia térmica total (m²·W / °C)

Coeficiente de convección

Según lo establecido en el HE-1 del CTE se tomarán los siguientes valores de resistencia térmica para cerramientos en contacto con el aire exterior:

- *Paredes exteriores:*

Tabla 2.- Resistencia térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el exterior (Fuente CTE)

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	Rse	Rsi
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal 	0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente 	0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente 	0,04	0,17

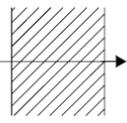
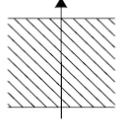
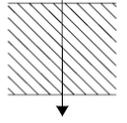
Para la pared exterior se especifica una Rse de $0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ y una Rsi de $0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$

En el caso de la cubierta se especifica una Rse de $0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ y una Rsi de $0,10 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$

En el caso del suelo se especifica una Rse de $0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ y una Rsi de $0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$

- Para paredes interiores:

Tabla 3.- Resistencia térmicas superficiales de particiones interiores (Fuente CTE)

Posición de la <i>partición interior</i> y sentido del flujo de calor	R_{se}	R_{si}
Particiones interiores verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal 	0,13	0,13
Particiones interiores horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente 	0,10	0,10
Particiones interiores horizontales y flujo descendente 	0,17	0,17

En el caso de paredes interiores se especifica una R_{se} de $0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ y una R_{si} de $0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$

Los valores obtenidos con anterioridad vienen reflejados, en el CTE, en el sistema internacional de medida $\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$.

El cálculo de la resistencia térmica viene determinado por el coeficiente de transmisión. Este se define como el calor por m^2 , que atravesando durante la unidad de tiempo, 1 m de material homogéneo obtenga una diferencia de 1°C de temperatura entre las dos caras.

De este modo la conductividad térmica se expresaría en $\text{J}/(\text{s} \cdot \text{m} \cdot ^\circ\text{C})$. Puesto que depende de una diferencia de temperatura de 1°C y teniendo en cuenta que $1\text{W} = 1\text{J}/\text{s}$, se pueden utilizar los resultados reflejados en $\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.

Mediante las siguientes tablas de composición y características de los elementos que forman los diferentes cerramientos y utilizando la expresión del apartado anterior se obtiene:

Pared exterior

Elemento	Espesor (m)	λ (W/m·°C)	$1/h \text{ o } e/\lambda$ (W/m ² ·°C)
Aire exterior vertical (Según CTE)			0,040
Mortero	0,015	0,87	0,017
Gero	0,14	0,76	0,184
Cámara aislante (poliespan)	0,025	0,023	1,087
Mahón	0,20	0,49	0,408
Yeso	0,015	0,3	0,050
Aire interior vertical (Según CTE)			0,130
			RT
			1,917
			U (1/RT)
			0,522

Pared medianera

Elemento	Espesor (m)	λ (W/m·°C)	$1/h \text{ o } e/\lambda$ (W/m ² ·°C)
Aire exterior vertical (Según CTE)			0,130
Mortero	0,015	0,87	0,017
Mahón	0,20	0,49	0,408
Yeso	0,015	0,3	0,050
Aire interior vertical (Según CTE)			0,130
			RT
			0,735
			U (1/RT)
			1,360

Pared interior

Elemento	Espesor (m)	λ (W/m·°C)	$1/h \text{ o } e/\lambda$ (W/m ² ·°C)
Aire exterior vertical (Según CTE)			0,130
Yeso	0,015	0,3	0,050
Gero	0,14	0,76	0,184
Yeso	0,015	0,3	0,050
Aire interior vertical (Según CTE)			0,130
			RT
			0,514
			U (1/RT)
			1,945

Cubierta

Elemento	Espesor (m)	λ (W/m·°C)	1/h o e/ λ (W/m ² ·°C)
Aire exterior horizontal (Según CTE)			0,040
Baldosa cubierta	0,015	1	0,015
Mortero de cemento	0,05	0,87	0,057
Tela de asfalto	0,05	0,65	0,077
Cámara aislante poliespan	0,025	0,023	1,087
Bovedilla hormigón	0,25	0,19	1,316
Yeso	0,015	0,3	0,050
Aire interior horizontal			0,100
			RT
			2,742
			U (1/RT)
			0,365

Suelo de Planta Baja

Elemento	Espesor (m)	λ (W/m·°C)	1/h o e/ λ (W/m ² ·°C)
Aire exterior horizontal (Según CTE)			0,040
Moqueta	0,025	0,05	0,500
Baldosas cerámicas	0,015	1	0,015
Mortero de cemento	0,03	1,4	0,021
Hormigón en masa	0,2	0,73	0,274
Grava rodada	0,25	0,81	0,309
Aire interior horizontal			0,170
			RT
			1,329
			K (1/RT)
			0,752

Vidrio

El coeficiente de transmisión de calor global en el caso de el vidrio doble con cámara de 6mm viene determinado por especificaciones de isover para la marca climalit en la tabla 2 del anexo II de tablas generales, siendo este de 2,9 W/m²·°C.

3.8 - CÁLCULO DE LAS NECESIDADES TERMICAS

La carga térmica es el calor por unidad de tiempo que, por diferentes conceptos, entra y se genera en un local cuando mantenemos en éste una temperatura diferente a la del exterior y una humedad diferente, generalmente inferior, a la del exterior.

Las entradas y salidas de calor de un local se clasifican en:

Radiación Solar

Transmisión de calor

Aportes internos

- Iluminación
- Personas
- Motores, máquinas y equipos
- Personas

Ventilación

Para el cálculo de las cargas térmicas se diferencia entre el calor debido a la diferencia de temperaturas, calor sensible, y el debido a las diferencia de humedades llamado calor latente.

- *Calor debido a la radiación a través de las ventanas*

Es la energía que llega al local procedente de la radiación solar que atraviesa elementos transparentes a la radiación, siendo estos principalmente los vidrios.

Este tipo de calor es sensible y se determina a través de la siguiente expresión:

$$Q_{sr} = S \cdot R \cdot f$$

R = Calor sensible de radiación a través de los vidrios (W/m²) (tabla 3 Anexo II)

S = Superficie en m² del cerramiento (m²)

f = Producto de todos los factores de corrección (adimensional) (tabla 4 Anexo II)

- *Calor debido a la transmisión por paredes exteriores y techo*

Las ganancias de calor en este caso se deben a la diferencia de temperatura entre el exterior- interior y el calor absorbido por el muro exterior, debido a la radiación del sol. Para determinar esta partida se aplicara la siguiente expresión de transmisión por conducción:

$$Q_{STR} = K \cdot S \cdot (DTE)$$

K = Coeficiente global de transmisión de calor (W/m²·°C)

S = Superficie del cerramiento (m²)

DTE = Diferencia de temperaturas equivalente (°C) (tabla 5 Anexo II)

Calculo DTE

La diferencia de temperatura equivalente es el término que define un salto térmico corregido para tener en cuenta el efecto de la radiación. Para determinar su cálculo se necesita saber:

- Orientación del muro o pared
- El producto de la densidad por el espesor (DE) del muro
- La hora solar del proyecto

Con estos datos se determina en la tabla 5 del Anexo II, la DTE tanto para techos como para muros o paredes exteriores.

Este valor no es el definitivo como se muestra en la tabla 6 del Anexo II, en función de la diferencia entre la temperatura exterior y la interior y la hora del proyecto se deberá aplicar un factor de corrección a la DTE que hemos obtenido antes.

- *Calor debido a la transmisión por paredes y techos no exteriores*

Se calcula el calor de transmisión paredes y techos no exteriores así como la transmisión de las superficies vidriadas, ya que en el apartado primero tan solo se tiene en cuenta la radiación.

Se utiliza la expresión para transmisión por conducción de calor:

$$Q_{st} = S \cdot K \cdot \Delta t$$

K = Coeficiente global de transmisión de calor (W/m²·°C)

S = Superficie del cerramiento (m²)

Δt = Salto térmico (°C)

Se considera que el salto térmico entre 2 locales refrigerados es nulo ya que al considerar las dos temperaturas iguales el Δt es 0.

Para determinar el salto térmico entre un local climatizado y un local que no lo esta se utilizara la diferencia entra la temperatura exterior y la interior dividido entre 2.

- *Calor sensible y latente generado por las personas*

Las personas que ocupan el recinto generan calor sensible y latente, debido a la actividad que realizan y a su temperatura (unos 37°C). Para determinar el calor que generan se hace uso de la tabla 48 del manual de carrier y se determina según la siguiente expresión:

$$Q_{SP} = n \cdot Q_S$$

$$Q_{LP} = n \cdot Q_L$$

Q_{SP} = Calor sensible generado por personas (W)

Q_{LP} = Calor latente generado por personas (W)

n = nº de personas

Q_S = Calor sensible cedido por persona (W) (tabla 7 Anexo II)

Q_L = Calor latente cedido por persona (W) (tabla 7 Anexo II)

- *Calor sensible generado por la iluminación del local y equipos internos*

La iluminación produce calor que hay que tener en cuenta. Si la iluminación es incandescente se toma directamente la potencia eléctrica de iluminación, si es fluorescente se multiplica por el factor 1,25.

Las expresiones quedan de la siguiente forma:

- Incandescente:

$$Q_{IN} = I$$

- Fluorescente:

$$Q_{FL} = 1,25 \cdot I$$

Q_{IN} = Calor sensible generado por aparatos incandescentes (W)

Q_{FL} = Calor sensible generado por aparatos fluorescentes (W)

I = Potencia del aparato de alumbrado (W)

Se deberá tener en cuenta el aporte de calor generado por los diferentes elementos que se encuentran en el interior de las oficinas. A continuación se muestra una tabla con el calor generado por los elementos más comunes en un oficina.

Tabla 4.- Calor generado por elementos

Elemento	Q sensible (W)	Q latente (W)
Copiadora pequeña	1760	-
Copiadora grande	3515	-
Ordenador	250	-
Proyector transp.	300	-
Cafetera eléctrica	1500	500

- *Calor sensible y latente generado por el aire de ventilación*

Para mantener una ventilación adecuada es necesaria la renovación del aire interior introduciendo en el local aire exterior y expulsando parte del aire de retorno de la sala. Al introducir aire a distinta temperatura y humedad respecto al aire interior se produce un aumento del calor sensible y latente. Mediante las siguientes expresiones se determina la carga aportada en esta mezcla, siendo la expresión:

Calor sensible

$$Q_{SV} = m_a \cdot (h_A - h_1)$$

Calor latente

$$Q_{SL} = m_a \cdot (h_2 - h_A)$$

m_a = Cabal másico (Kg_{as}/h)

h_1 = Entalpia aire de recirculación (kJ/Kg_{as})

h_2 = Entalpia aire exterior (kJ/Kg_{as})

Para calcular el cabal másico se utiliza la siguiente expresión:

$$m_a = \frac{V}{V_a}$$

V = Cabal volumétrico de aire (m³/h)

V_a = Volumen específico m³/Ks_{as}

A continuación se muestra un gráfico de los puntos de temperatura, humedad absoluta y entalpia, de dos corrientes de aire:

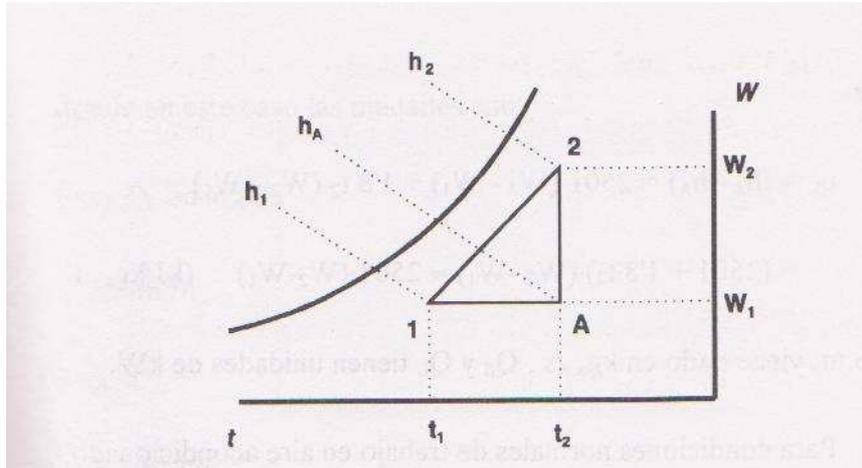


Figura 4.- Representación diagrama psicrométrico enfriamiento

El proceso de 1-2 lo podemos efectuar de 1 a A y de A a 2, ya que las entalpias son funciones de estado y no importa el camino que sigamos para el global de la transformación. De esta forma y aplicando la expresión definida en este apartado se puede calcular el calor sensible y latente por el aire de ventilación.

Se puede realizar el cálculo utilizando únicamente el diagrama psicrométrico para obtener los resultado de entalpia y las diferentes propiedades del aire húmedo que se deseen.

- *Factor By-pass*

Como se ha podido observar anteriormente el calor sensible y latente generado por la ventilación viene determinado por la mezcla del aire de retorno y el aire exterior. Esta mezcla pasa a través de una batería de refrigeración, donde se produce un enfriamiento por deshumificación. No todo el aire que pasa por la batería entra en contacto con los serpentines de la misma, introduciendo parte del aire de suministro en el local sin tratar. El factor by-pass es la relación entre el aire seco que supuestamente no ha entrado en contacto con el serpentín de la batería y el total:

$$f = \frac{m_{ab}}{m_a}$$

f = factor By-pass

m_{ab} = Cabal másico total (Kg/h)

m_a = Cabal másico by-pass (Kg/h)

También se puede determinar el factor de by-pass conociendo la temperatura de entrada, la de salida y la temperatura de superficie de la batería.

$$f = \frac{t_3 - t_2}{t_1 - t_2}$$

f = Factor de By-pass

t₁ = Temperatura de entrada (°C)

t₂ = Temperatura de la superficie de la bacteria (°C)

t₃ = Temperatura de salida (°C)

Esta expresión también se utilizada para determinar la temperatura de salida de la batería.

Los valores más usuales del factor by-pass están comprendidos entre 0,10 y 0,30.

Para realizar los cálculos prácticos se han introducido en el programa los datos de cabal volumétrico de ventilación tal y como se especifica en las exigencias de RITE, en cuanto a la ventilación, de 12 l/s, considerando que la maquina presenta un comportamiento ideal.

- **Calefacción**

Todos el calor sensible y latente estudiado con anterioridad se tienen en cuenta a la hora de refrigerar cada una de las estancias. Para el cálculo de la calefacción no se consideraran los siguientes factores, ya que estos que están a favor del sistema, es decir, aportan calor al sistema.

Factores que aportan calor al sistema

La radiación

Las personas

Equipos internos (ordenadores, impresoras, etc.)

3.9 - VENTILACION

Para asegurar una buena calidad del aire interior se realiza un aportación del aire exterior, extrayéndose el aire interior viciado. Con esto se asegura una calidad óptima del aire interior.

Según la IT 1.2.4.5 del RITE, se recuperara la energía del aire expulsado en caso del que el caudal de este sea superior a 0.5 m³/s.

3.9.1- Recuperador entálpico

El Recuperador entálpico es el elemento de la instalación que impulsa aire del exterior hacia el interior y al mismo tiempo extrae el aire del interior.

El recuperador puede actuar en modo ventilación únicamente o en modo intercambio de calor.

En el primer caso actúa como un ventilador normal realizando una renovación del aire interior sin cambiar las propiedades del aire de renovación.

En el modo de intercambiador se produce un intercambio de calor entre ambos fluidos, sin que lleguen nunca a estar en contacto directo. Como se puede observar en la figura 5 el intercambio produce un cambio de temperatura entre ambos fluidos, lo que provoca que el aire de renovación tenga una temperatura similar al aire que hay en el interior.

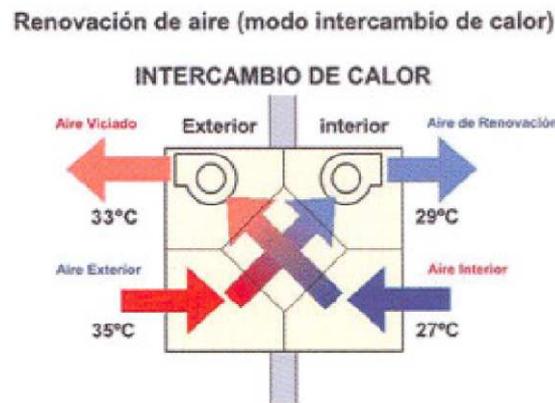


Fig.5.- Intercambio de calor en el recuperador entálpico

De forma indirecta las máquinas interiores y exteriores están menos tiempo en funcionamiento, con lo que el consumo eléctrico de las mismas disminuye.

3.10 - CONDUCTOS DE DISTRIBUCIÓN DEL AIRE

Los conductos de aire son los elementos de la instalación a través de los cuales se distribuye el aire generado por el ventilador de la unidad de tratamiento, el aire de retorno o el aire introducido del exterior. Sus propiedades determinan en gran parte la calidad de la instalación, al jugar un papel fundamental en determinados factores, como por ejemplo, el aprovechamiento energético o el comportamiento acústico.

La distribución del caudal de aire que proporciona la unidad interior se realiza con conductos rectangulares de fibra de vidrio de la marca climaver.

Según lo especificado en la IT 1.2.4.2.2 de RITE, los conductos de la red de impulsión de aire dispondrán de un aislamiento térmico.

Tabla 5.- Espesores de aislamiento en los conductos (Fuente RITE)

	En interiores mm	En exteriores mm
aire caliente	20	30
aire frío	30	50

Esta tabla hace referencia a materiales con conductividad térmica igual a 0,04 W/m·K a 10°C.

En nuestro caso la conductividad térmica del conducto climaver es de 0,032 W/m·K, con lo que aplicando la expresión definida en la IT1.2.4.2 se obtiene:

$$d = d_{ref} \cdot \frac{\lambda}{\lambda_{ref}}$$

d = espesor mínimo del material climaver (mm)

d_{ref} = espesor mínimo de referencia (mm)

λ_{ref} = conductividad térmica de referencia, 0,04 W/m·K

Substituyendo

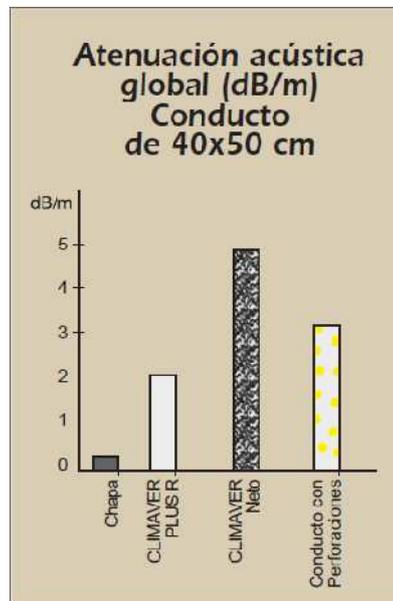
$$d = 30 \cdot \frac{0.032}{0.040} = 24mm$$

Según el fabricante el espesor del conducto climaver es de 25mm.

Tabla 6.- Espesor conducto de fibra de vidrio climaver

Espesor (mm)	Largo (m)	Ancho (m)
25	3	1,19

Dentro de la gama de climaver nos encontramos con el climaver neto, que nos ofrece un aislamiento acústico superior al climaver plus convencional, tal y como se puede observar en el siguiente grafico, facilitado por el fabricante.



Grafica 2.- Comparativa atenuación acústica global

La elección de este material se considera muy importante, ya que el ruido es un factor determinante en el buen funcionamiento de la instalación, sobretodo en edificios de oficinas y aquellos que es esencial atenuar al máximo estos factores.

- *Cálculo de la sección*

La forma general de la red de distribución es la de un conducto que parte desde la unidad interior y del cual van saliendo derivaciones hacia los distintos lugares.

En nuestro caso los conductos tienen forma rectangular pudiendo ser estos circulares, según las necesidades del propio proyecto.

Para el cálculo de la sección de los conductos se utiliza la siguiente expresión:

$$Q = 3600 \cdot v \cdot s$$

Q = Caudal de aire en m³/h

v = Velocidad del aire en m/s

s = Sección en m²

Conociendo el caudal dado por la unidad interior seleccionada, obtenemos;

$$s = \frac{Q}{3600 \cdot v}$$

La velocidad máxima en el tramo principal viene dada por la siguiente tabla, especificada a partir de ensayos del propio fabricante, donde se estudia y se fija las velocidades a la que empiezan a surgir ruidos. Por ejemplo para nuestro caso, oficinas, los ruidos ocasionados no pueden sobrepasar los 45dB.

Tabla 7.- Velocidad en los conductos de aire en m/s

Uso del local	Conducto principal	Conducto secundario
Bar /Cafetería	9	7
Sevicio / Zona común	8	7
Oficina / Zona estar	7	6
Aula / Dormitorio	6	4
Sala de / lectura	5	4

Velocidad máxima V, en m/s

Una vez conocida la sección, se fija un parámetro siendo este normalmente la altura, que es de la sección de un conducto rectangular, el parámetro que mas debemos tener en cuenta, por espacio del falso techo en la obra.

$$s = W \cdot H$$

s = Sección del conducto rectangular (m)

W = Altura del conducto rectangular (m)

H = Anchura del conducto rectangular (m)

Diámetro equivalente

Aunque el conducto sea rectangular, es muy útil establecer una comparación con una tubería circular equivalente al conducto rectangular.

Para determinar el diámetro de longitud equivalente se puede utilizar la siguiente expresión, definida en la norma UNE-100-101-84:

$$De = 1,3 \frac{(W \cdot H)^{0,625}}{(W + H)^{0,250}}$$

- *Calculo de pérdidas de carga*

Dentro del conducto el fluido experimenta una pérdida de presión por rozamiento, denominándose esta pérdida de carga. Estas pérdidas de carga se dividen en perdidas lineales en el conducto y perdidas en accesorios, tales como codos o reducciones.

Perdidas de carga lineal

Se produce una pérdida de carga por el paso del aire en el conducto, al cual suele expresarse por metro de longitud como:

$$\frac{\Delta P}{L} (Pa/m) = f \frac{\rho}{D_{eq}} \cdot \frac{c^2}{2}$$

$\Delta p/L$ = Perdida de carga por metro lineal (Pa /m)

f = Factor de fricción adimensional

v = Velocidad (m/s)

D_{eq} = Diámetro equivalente (m)

Es importante conocer la perdida lineal del tramo principal ya que uno de los métodos que se utiliza para el cálculo de conductos es el método de la pérdida de carga constante. Este método consiste en dimensionar todos los conductos de forma que la pérdida por metro lineal de tubería sea la misma que en el tramo principal, dimensionando a partir de aquí los conductos de los demás tramos. También se tiene en cuenta la perdida de carga en el elemento final de difusión.

3.11 - TUBERIAS DE DISTRIBUCIÓN

Las tuberías a la distribución de gas refrigerante desde la unidad exterior, a las diferentes unidades exteriores se realizan en cobre deshidratado.

Para la distribución se han de tener en cuenta unas longitudes máximas marcadas por el fabricante para los modelos KXRE4. A parte de la longitud máxima de tubería, se especifican longitud vertical y horizontal que no se pueden superar para asegurar el buen rendimiento de la instalación.

Por otra parte el aislamiento viene definido por especificaciones propias del fabricante siendo esta de 25mm. Con este aislamiento y no superando las longitudes máximas se asegura que la instalación tendrá un rendimiento adecuado sin sufrir pérdidas significativas en la red de distribución.

Las dimensiones se realizan con el programa e-solution de Mitsubishi Heavy Industries. Estas se pueden observar en el apartado Anexo VIII de planos.

3.12 - ELEMENTOS DE DIFUSIÓN

Los elementos de difusión son los encargados de introducir el caudal de aire generado por las máquinas de conductos interiores, y distribuido por medio de los conductos de fibra.

Para el presente proyecto se utilizan difusores rotacionales. Estos difusores realizan una difusión con movimiento giratorio de aire en su salida, consiguiendo de esta forma una distribución más uniforme en su salida.

Se escogen difusores rotacionales de la marca euroclima modelo DR0-48.

4. PROYECTO DE ENERGIA SOLAR TERMICA PARA ACS

4.1 - OBJETO DEL PROYECTO

El objeto de la realización del proyecto de esta instalación es conocer y poder realizar los diferentes cálculos en cuanto a necesidades de demandas energéticas, para proceder al diseño de los componentes de captación, distribución, seguridad y acumulación que componen una instalación térmica.

Para ello se tendrán en cuenta las exigencias y recomendaciones de la normativa y guía técnica que regulan los diferentes aspectos a tener en cuenta para un correcto cálculo, dimensionamiento y ejecución.

4.2 - NORMATIVA APLICABLE

Código técnico de la edificación (CTE)

Documento Básico HE ahorro de energía.

Guía de condiciones técnicas del IDAE

Reglamento de Instalaciones Térmicas (RITE)

4.3 – ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

4.3.1 – Cálculo de la demanda de ACS

Para determinar el consumo de litros de agua se consulta el consumo determinado por las siguientes legislaciones, para el caso de edificio de oficinas:

Según el HE-4 del CTE la demanda de referencia a 60°C será la que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1.- Consumos unitarios según el CTE

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Según la ordenanza municipal de la ciudad de Barcelona:

Tabla 2.- Consumos unitarios según la ordenanza municipal de Barcelona

tipus d'ús	litres ACS/dia a 60°	unitats
habitatges unifamiliars	30	l/persona
habitatges plurifamiliars	22	l/persona
hospitals y clíniques (*)	55	l/lit
hotel **** (*)	70	l/lit
hotel *** (*)	55	l/lit
hotel ** (*)	40	l/lit
Hostals i pensions (*)	35	l/lit
càmpings	40	l/emplaçament
residències geriàtriques (*)	55	l/persona
Vestuaris / Dutxes col·lectives	15	Per servei
escoles	3	l/alumne
Casernes (*)	20	l/persona
fabriques y tallers	15	l/persona
oficines	3	l/persona
gimnasos	20	l/usuari
bugaderies	3	l/ quilo de roba
restaurants	5	l/ àpat
cafeteries	1	l/dinar

Según el decreto de ecoeficiencia:

Tabla 3.- Consumos unitarios según el decreto de ecoeficiencia

Taula de demanda de referència d'aigua calenta sanitària a 60°C

Criteris de demanda	litres ACS/dia a 60°C
Habitatges	28 litres/persona
Hospitals, clíniques	55 litres/persona
Ambulatoris i centres de salut	40 litres/persona
Hotels de 5 estrelles	70 litres/persona
Hotels de 4 estrelles	55 litres/persona
Hotels de 3 estrelles	40 litres/persona
Hotels de 1 i 2 estrelles	35 litres/persona
Pensions/hostals	28 litres/persona
Residències (gent gran, estudiants)	40 litres/persona
Albergs	25 litres/persona
Centres escolars amb dutxes	20 litres/persona
Centres escolars sense dutxes	4 litres/persona
Centres de l'Administració pública, bancs i oficines	2 litres/persona
Vestuaris/dutxes col·lectives (piscines, poliesportius, gimnasos)	20 litres/persona

Como podemos observar el CTE determina un consumo de 3 l/persona al día, al igual que la ordenanza municipal. El decreto de ecoeficiencia determina un consumo de 2 l/personas. Se realizara el diseño de la instalación en base a la más exigente, siendo en este caso de 3l/persona.

Los valores indicados en esta tabla son a temperatura de referencia a 60 °C y con una temperatura de red fría de 12°C constante. En nuestro caso se realizarán los cálculos con una temperatura final de 45°C y una temperatura de red fría diferente cada mes que se indica en la siguiente tabla:

Tabla 4.- Temperatura del agua fría mensual según la ordenanza municipal de Barcelona

GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES	ANUAL
10,27	10,72	12,39	14,15	16,63	19,39	20,91	22,44	21,53	19,07	14,95	11,70	16,18

Una vez conocida la temperatura mensual se realizan los cálculos aplicando la siguiente expresión:

$$D_i = D_i (60^{\circ}\text{C}) \cdot \frac{60 - T_i}{T - T_i}$$

$D_i(T)$ = Demanda de agua caliente sanitaria para el mes, a T^a elegida (°C)

$D_i(60^{\circ}\text{C})$ = Demanda de agua caliente sanitaria, a la T^a de 60°C

T = Temperatura del acumulador final (°C)

T_i = Temperatura media del agua de red en el mes (°C)

Aplicando la anterior expresión se obtiene:

Tabla 5.- de consumo de agua caliente sanitaria

Mes	Días	Consumo diario	consumo mensual edificio	T° red	T° final
		litros/día	litros/mes		
Enero	31	816,18	25.302	10,27	45
Febrero	28	819,42	22.944	10,72	45
Marzo	31	832,19	25.798	12,39	45
Abril	30	847,15	25.414	14,15	45
Mayo	31	871,37	27.013	16,63	45
Junio	30	903,85	27.116	19,39	45
Julio	31	924,92	28.672	20,91	45
Agosto	31	948,99	29.419	22,44	45
Septiembre	30	934,29	28.029	21,53	45
Octubre	31	899,73	27.892	19,07	45
Noviembre	30	854,53	25.636	14,95	45
Diciembre	31	826,76	25.629	11,7	45

4.3.2 – Cálculo de la demanda de consumo energético

Una vez conocido el consumo de agua del edificio, se calcula la demanda energética aplicando la siguiente expresión:

$$DE = V \cdot \rho \cdot Ce \cdot \Delta T$$

DE = Demanda energética (Kcal/día)
 P = Densidad del agua (1Kg/l)
 Ce = Calor específico 1 Kcal/°C (agua)
 ΔT = T°ACS- Tred (°C)
 V = Volumen de agua consumida (litros)

De igual forma se puede utilizar la siguiente expresión determinada en la ordenanza municipal, con la cual se obtienen los kWh/día:

$$D_{ACS} = Q_{ACS} (T_{ref}) \cdot (T_{ref} - T_{AF}) / 860$$

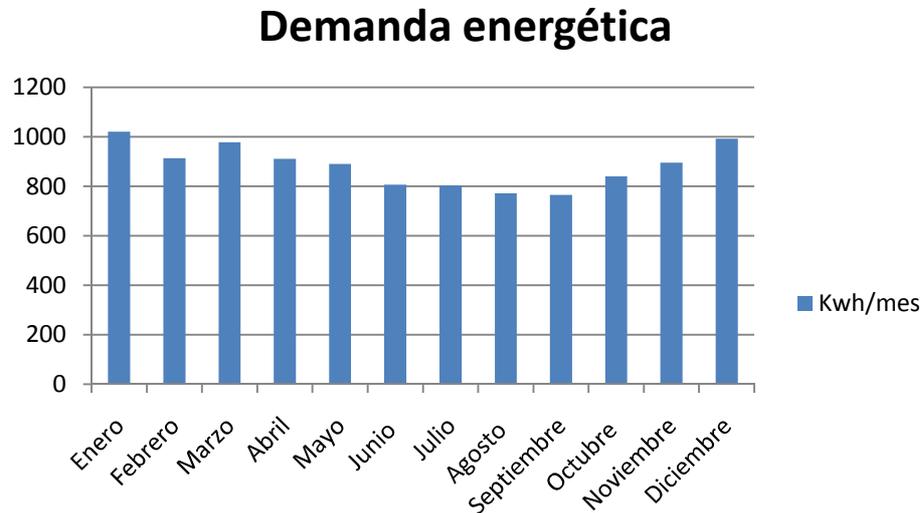
D_{ACS} = Demanda energética (kWh/día)
 Q_{ACS} = Consumo de agua a T_{ref} de 60°C (litros)
 T_{ref} = Temperatura de referencia 60°C (°C)
 T_{AF} = Temperatura de red (°C)

En la siguiente tabla se especifican las necesidades térmicas tanto mensual como anual.

Tabla 8.- Demanda energética del edificio al mes y anual

Mes	Días	Consumo diario	consumo mensual edificio	ΔT	DE	DE	DE
		litros/día	litros/mes	°C	Kcal/mes	MJ/mes	kWh/mes
Enero	31	816,18	25.302	34,73	878729,10	3676,60	1021,28
Febrero	28	819,42	22.944	34,28	786508,80	3290,75	914,10
Marzo	31	832,19	25.798	32,61	841268,70	3519,87	977,74
Abril	30	847,15	25.414	30,85	784035	3280,40	911,22
Mayo	31	871,37	27.013	28,37	766347,90	3206,40	890,67
Junio	30	903,85	27.116	25,61	694431	2905,50	807,08
Julio	31	924,92	28.672	24,09	690720,30	2889,97	802,77
Agosto	31	948,99	29.419	22,56	663685,20	2776,86	771,35
Septiembre	30	934,29	28.029	23,47	657837	2752,39	764,55
Octubre	31	899,73	27.892	25,93	723233,10	3026,01	840,56
Noviembre	30	854,53	25.636	30,05	770355	3223,17	895,32
Diciembre	31	826,76	25.629	33,3	853461	3570,88	991,91
TOTAL (anual)					9110612	38118	10588

A continuación se muestra una grafica donde se puede observar con mayor claridad la demanda energética mensual.



Grafica 1.- Demanda energía mensual del edificio

- **Programa de cálculo energético OST**

La agencia de energías renovables de Barcelona dispone de un programa llamado OST, que te permite realizar un cálculo rápido y exacto de la demanda energética a cubrir en una instalación solar térmica.

En este caso lo utilizaremos para comprobar los resultados obtenidos con anterioridad.

En primer lugar se introducen los datos del tipo de fuente auxiliar (efecto Joule) y utilización del agua caliente sanitaria.

Projecte Títol / Núm. expedient <input type="text" value="Projecto instalaciones"/>	Utilització de l'aigua <input checked="" type="checkbox"/> Utilització d'aigua calenta sanitària <input type="checkbox"/> Escalfament aigua de piscines climatitzades cobertes <input type="checkbox"/> Escalfament aigua de piscines descobertes <input type="checkbox"/> Utilització d'aigua calenta en usos industrials de procés
Energia auxiliar La font energètica de recolzament és electricitat mitjançant efecte Joule? <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Sí	

Fig.1- Datos de energía auxiliar y utilización del ACS

Posteriormente se indica el uso al que está destinado el edificio y el número de personas de ocupación estimada.

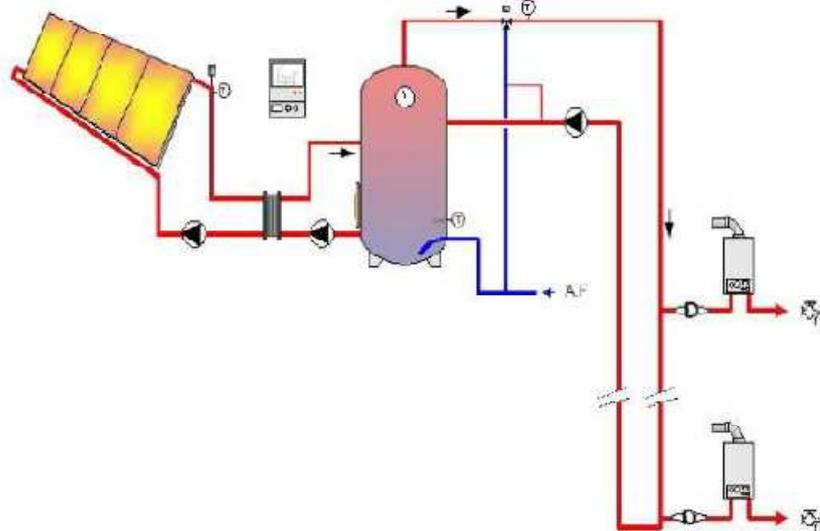
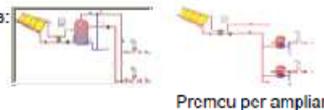
<input type="checkbox"/>	Fàbriques i tallers	
<input checked="" type="checkbox"/>	Oficines	190 Persones
<input type="checkbox"/>	Gimnasos	
<input type="checkbox"/>	Bugaderies	
<input type="checkbox"/>	Restaurants	
<input type="checkbox"/>	Cafeteries	
Demanda diària d'ACS		570,00 litres/dia

Fig. 2- Uso del edificio y ocupación

Una vez determinado estos datos se indica el tipo de instalación que se va a realizar, si se optará por utilizar una acumulación centralizada o acumulación por plantas. Indicando la temperatura de red fría para cada mes. En este caso la temperatura es para la ciudad de Barcelona, para otras poblaciones se pueden introducir los datos manualmente.

Esquema de la instal·lació

La instal·lació correspon a un dels esquemes següents:



Projecte

Títol / Núm. expedient

Proyecto instalaciones

Temperatura de l'aigua freda de xarxa

Gener	10,27	°C
Febrer	10,72	°C
Març	12,39	°C
Abril	14,15	°C
Maig	16,63	°C
Juny	19,39	°C
Juliol	20,31	°C
Agost	22,44	°C
Setembre	21,53	°C
Octubre	19,07	°C
Novembre	14,95	°C
Diesembre	11,70	°C
Anual	16,18	°C

Fig.3 - Tipo de instalación según acumulación. Temperatura de red

A continuación se muestran los resultados de demanda energética:

Tabla 7.- Resultados de demanda energética obtenidos en el OST

TOTALS DEMANDA	
Demanda anual d'energia:	<input type="text" value="10.568"/> kWh/any
Energia solar requerida:	<input type="text" value="6.341"/> kWh/any
Fracció solar requerida	<input type="text" value="60,00"/>

Demanda energia per a ACS (kWh)		Demanda energia per a piscines clim. cobertes (kWh)	
Gener	<input type="text" value="1.019,33"/>	Gener	<input type="text" value="0"/>
Febrer	<input type="text" value="912,35"/>	Febrer	<input type="text" value="0"/>
Març	<input type="text" value="975,87"/>	Març	<input type="text" value="0"/>
Abril	<input type="text" value="909,48"/>	Abril	<input type="text" value="0"/>
Maig	<input type="text" value="888,96"/>	Maig	<input type="text" value="0"/>
Juny	<input type="text" value="805,54"/>	Juny	<input type="text" value="0"/>
Juliol	<input type="text" value="801,24"/>	Juliol	<input type="text" value="0"/>
Agost	<input type="text" value="769,87"/>	Agost	<input type="text" value="0"/>
Setembre	<input type="text" value="763,09"/>	Setembre	<input type="text" value="0"/>
Octubre	<input type="text" value="838,95"/>	Octubre	<input type="text" value="0"/>
Novembre	<input type="text" value="893,61"/>	Novembre	<input type="text" value="0"/>
Desembre	<input type="text" value="990,01"/>	Desembre	<input type="text" value="0"/>
Total Anual	<input type="text" value="10.568"/>	Total Anual	<input type="text" value="0"/>
Fracció solar aplicable (%)	<input type="text" value="60"/>	Fracció solar aplicable (%)	<input type="text" value="0"/>
Energia solar requerida (kWh)	<input type="text" value="6.341"/>	Energia solar requerida (kWh)	<input type="text" value="0"/>

Como se puede observar la demanda total anual es de 10568 kWh/año según el programa de cálculo.

Según los cálculos anteriormente realizados la demanda energética anual era de 10588 kWh/año.

De esta forma se comprueba que los resultados obtenidos son correctos.

4.4 – APORTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR

4.1 – Contribución solar

Para determinar la contribución solar mínima que tenemos que aportar, se identifica la localidad en el siguiente mapa:

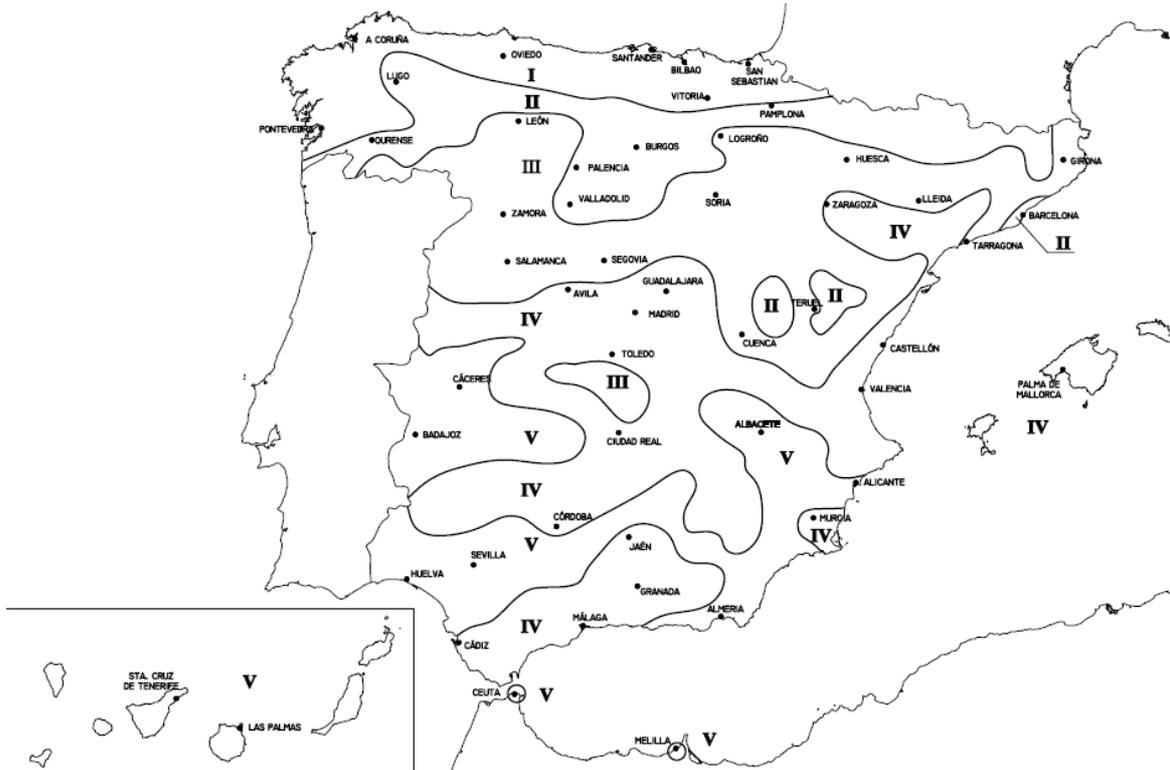


Fig.4.- Mapa de zonas climáticas en España según el HE-4 del CTE

Como se puede observar la ciudad de Barcelona se encuentra limitada en la zona climática II.

Con este dato y con la demanda total de ACS del edificio, para el caso de efecto joule, se puede observar en la siguiente tabla que la contribución solar mínima que se debe conseguir es del 60% de la demanda energética total.

Tabla 8.-Contribución solar mínima en %, efecto Joule según el HE-4 del CTE

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-1.000	50	60	70	70	70
1.000-2.000	50	63	70	70	70
2.000-3.000	50	66	70	70	70
3.000-4.000	51	69	70	70	70
4.000-5.000	58	70	70	70	70
5.000-6.000	62	70	70	70	70
> 6.000	70	70	70	70	70

4.4.2.- Cálculo de la superficie de captación

Para determinar la superficie de captación se debe conocer la radiación solar que incide en nuestra superficie de captación, que al mismo tiempo se colocará con una inclinación y orientación adecuada.

- **Orientación e inclinación**

Para conseguir que se aproveche al máximo la energía solar disponible en la instalación se orientaran los captadores lo más al sur posible.

En nuestro caso los colectores se colocaran totalmente orientados al sur con un ángulo azimut de 0°.

La inclinación óptima es la de latitud (41°), + 10° demanda preferente en invierno o -10° demanda preferente en verano.

Se colocaran los captadores con una inclinación de 45° (según la Ordenanza Municipal de Barcelona).

- **Radiación Solar Global Media**

La energía recibida por unidad de superficie horizontal se ha definido a partir de las zonas que se definen en apartado de contribución solar, donde se indica que Barcelona se encuentra en la zona climática II. A continuación se muestra la tabla de Radiación solar global:

Tabla 9.- Radiación Solar media global

Zona climática	MJ/m ²	kWh/m ²
I	$H < 13,7$	$H < 3,8$
II	$13,7 \leq H < 15,1$	$3,8 \leq H < 4,2$
III	$15,1 \leq H < 16,6$	$4,2 \leq H < 4,6$
IV	$16,6 \leq H < 18,0$	$4,6 \leq H < 5,0$
V	$H \geq 18,0$	$H \geq 5,0$

En la zona climática II la radiación global media anual en una superficie horizontal estará comprendida entre 13,7 y 15,1 MJ/m²

- **Atlas de radiación solar en Cataluña**

En el atlas de radiación Solar de Cataluña se especifica mediante tablas la radiación mensual según la inclinación y orientación del m² de superficie.

En la siguiente tabla se especifica la radiación solar que incide en un m² de superficie con una inclinación de 45°, orientación 0°.

Tabla 10.- Radiación solar según el Atlas de radiación solar en Cataluña (MJ/m²/día)

Orientación: 0°													
Inclinación	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des	Anual
0°	6,80	9,65	13,88	18,54	22,25	24,03	23,37	20,42	16,05	11,40	7,73	6,04	15,04
5°	7,70	10,56	14,72	19,15	22,58	24,21	23,63	20,93	16,85	12,32	8,66	6,94	15,71
10°	8,56	11,41	15,47	19,67	22,78	24,25	23,74	21,31	17,54	13,17	9,55	7,80	16,29
15°	9,37	12,19	16,14	20,07	22,84	24,13	23,70	21,59	18,13	13,95	10,38	8,61	16,78
20°	10,12	12,90	16,70	20,35	22,76	23,87	23,52	21,76	18,61	14,63	11,15	9,37	17,17
25°	10,81	13,52	17,17	20,51	22,60	23,48	23,24	21,80	18,98	15,23	11,85	10,07	17,46
30°	11,43	14,07	17,52	20,54	22,32	23,02	22,86	21,71	19,23	15,73	12,47	10,71	17,65
35°	11,97	14,52	17,77	20,45	21,90	22,43	22,34	21,48	19,36	16,13	13,01	11,28	17,73
40°	12,44	14,88	17,91	20,23	21,35	21,70	21,69	21,12	19,37	16,43	13,47	11,77	17,71
45°	12,83	15,15	17,94	19,89	20,67	20,84	20,90	20,63	19,26	16,63	13,85	12,19	17,58
50°	13,14	15,32	17,86	19,43	19,87	19,86	20,00	20,02	19,03	16,72	14,13	12,53	17,33
55°	13,36	15,40	17,67	18,85	18,95	18,77	18,97	19,29	18,68	16,71	14,32	12,78	16,98
60°	13,49	15,37	17,36	18,16	17,92	17,60	17,84	18,44	18,22	16,59	14,42	12,95	16,53
65°	13,53	15,25	16,95	17,36	16,83	16,41	16,71	17,48	17,65	16,36	14,42	13,04	16,00
70°	13,49	15,03	16,44	16,46	15,70	15,14	15,48	16,43	16,97	16,03	14,33	13,03	15,38
75°	13,35	14,72	15,83	15,47	14,48	13,73	14,18	15,35	16,19	15,60	14,14	12,94	14,67
80°	13,13	14,31	15,12	14,41	13,18	12,36	12,80	14,17	15,31	15,08	13,86	12,77	13,87
85°	12,82	13,81	14,32	13,29	11,82	10,93	11,35	12,93	14,34	14,45	13,50	12,51	13,00
90°	12,43	13,23	13,44	12,11	10,41	9,57	9,99	11,62	13,30	13,74	13,04	12,16	12,08

Esta radiación no se aprovecha por el captador en su totalidad, por lo que se debe calcular la intensidad de radiación efectiva, teniendo en cuenta el rendimiento del captador y las horas efectivas de sol durante el día, mediante la siguiente expresión:

$$I = \frac{\text{Radiación efectiva}}{\text{Horas de sol al día}}$$

Aplicando la expresión se obtiene el siguiente resultado:

Tabla 11.- Intensidad de radiación diaria

Mes	Radiación efectiva en MJ/m ² día	Radiación efectiva en kWh/m ² día	Horas sol al día	Intensidad de radiación en W/m ² día
Enero	12,83	3,56	7,5	475,19
Febrero	15,15	4,21	8	526,04
Marzo	17,94	4,98	9	553,70
Abril	19,89	5,53	9,5	581,58
Mayo	20,67	5,74	9,5	604,39
Junio	20,84	5,79	9,5	609,36
Julio	20,90	5,81	9,5	611,11
Agosto	20,63	5,73	9,5	603,22
Septiembre	19,26	5,35	9	594,44
Octubre	16,63	4,62	9	513,27
Noviembre	13,85	3,85	8	480,90
Diciembre	12,19	3,39	7	483,73
Media diaria	17,58	4,88	8,75	553,01

- Rendimiento del captador

No toda la radiación incidente en la superficie de captación es aprovechada por el captador. Como se muestra en la siguiente figura existen pérdidas por transmisión y reflexión en el cristal, por convección y por radiación.

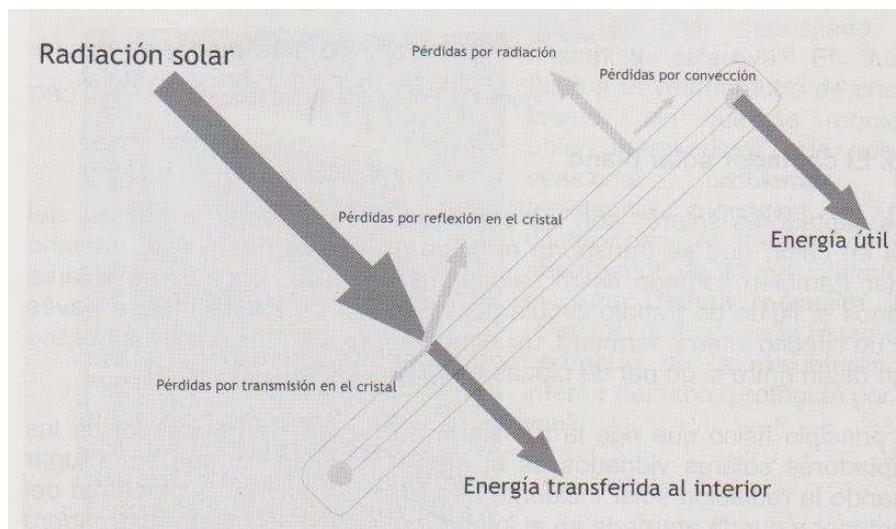


Fig.5.- Efectos de la radiación solar en un captador solar

El comportamiento del captador solar térmico se evalúa mediante la curva de rendimiento instantáneo, según los procedimientos de ensayos establecidos en la EN-12975-2.

El rendimiento del captador se calcula con la siguiente expresión:

$$\eta = \eta_0 - \frac{K_1 \cdot (T_m - T_a)}{I} - \frac{K_2 \cdot (T_m - T_a)^2}{I}$$

η = rendimiento del captador

η_0 = Factor de conversión

K_1 = Coeficiente de conductividad térmica (W/m²K)

K_2 = Coeficiente de conductividad térmica (W/m²K)

T_m = Temperatura media del colector (°C)

T_a = Temperatura ambiente (°C)

I = Intensidad de radiación (W/m²)

Según datos facilitados por el fabricantes en ensayos del captador.

Captador solar plano Escosol 2300

$\eta_0 = 0,741$

$K_1 = 5,721$

$K_2 = 0,020$ (no se aplica en la expresión)

Como se puede observar el valor de K_2 es muy bajo por lo que no se aplicara la segunda expresión definida en la fórmula del rendimiento.

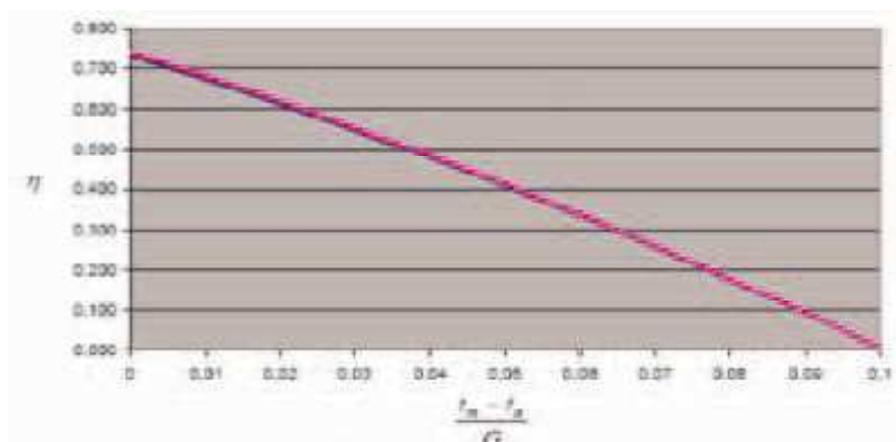


Fig.6.- Representación del rendimiento del captador

Aplicando la expresión de rendimiento obtenemos:

Mes	Días	η	radiación aprovechada en kWh/m ² día	radiación aprovechada en kWh/m ² mes
Enero	31	0,45	1,61	49,94
Febrero	28	0,45	1,91	53,48
Marzo	31	0,49	2,43	75,24
Abril	30	0,48	2,64	79,19
Mayo	31	0,51	2,96	91,61
Junio	30	0,55	3,21	96,17
Julio	31	0,57	3,33	103,11
Agosto	31	0,57	3,27	101,48
Septiembre	30	0,55	2,94	88,28
Octubre	31	0,54	2,48	76,87
Noviembre	30	0,48	1,84	55,17
Diciembre	31	0,43	1,46	45,34
TOTAL (anual)				916

Una vez conocido la radiación que aprovecha el colector según su rendimiento, ya se puede calcular la superficie necesaria:

$$S = \frac{DE}{RA} \cdot 0,60$$

S = Superficie necesaria de captación (m²)

DE = Demanda energética anual (kWh/año)

RA = Radiación aprovechada por el colector (kWh/m² año)

$$S = \frac{10588}{916} \cdot 0,60 = 6,93 \text{ m}^2$$

Para determinar el número de captadores necesarios se tiene en cuenta la superficie de captación necesaria y los m² de superficie útil de captador.

$$n^{\circ} \text{ captadores} = \frac{S \text{ necesaria}}{S \text{ captador}} = \frac{6,93}{2,13} = 3,25$$

Se colocan 4 captadores escosol 2300 según necesidades de superficie de captación. Siendo la superficie de captación de 8,52 m².

4.4.3 - Fracción solar

En el apartado de contribución solar se especifica que la contribución solar sobre la demanda energética ha de ser del 60% para nuestra zona climática.

Una vez se obtiene la superficie de captación ya se puede calcular la fracción solar mensual y anual mediante la siguiente expresión.

$$FS = \frac{\text{Energía solar aportada}}{\text{Demanda energética}} \times 100$$

En la siguiente tabla se especifica, mediante la utilización de la anterior expresión, la fracción solar mensual y anual.

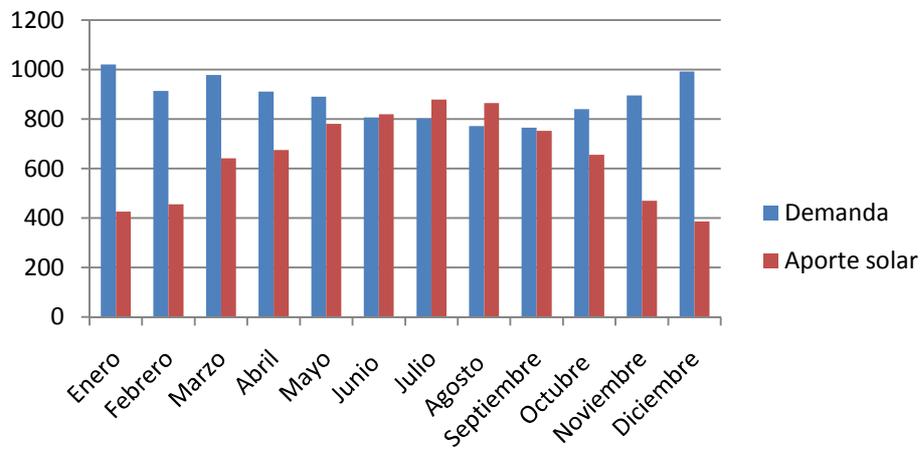
Tabla 12.- Fracción solar

DE	Aportación por m ² de captación	Aportación por 8,52 m ² de captación	Fracción solar mes
kWh/mes	kWh/mes	kWh/mes	%
1021,28	49,94	425,51	41,66
914,10	53,48	455,65	49,85
977,74	75,24	641,02	65,56
911,22	79,19	674,67	74,04
890,67	91,61	780,51	87,63
807,08	96,17	819,40	101,53
802,77	103,11	878,52	109,44
771,35	101,48	864,58	112,09
764,55	88,28	752,12	98,37
840,56	76,87	654,95	77,92
895,32	55,17	470,01	52,50
991,91	45,34	386,34	38,95
ANUAL			
10588,56	915,88	7803,29	73,70

Como se puede observar en la tabla la aportación anual es del 73,70% de la demanda total, siendo superior al 60% exigido tanto en el CTE como en la ordenanza municipal de Barcelona.

En el siguiente gráfico se puede observar con claridad la aportación solar mensual y la demanda energética para cada mes.

Demanda / Aportación solar



Gráfica 2.- Demanda y aportación solar

Una vez calculado y comprobado que nuestra superficie de captación es suficiente para generar la aportación indicada, se procede al cálculo de los diferentes elementos de la instalación.

4.5 – ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

A continuación se muestra un esquema de la tipología de instalación que seguiremos para el dimensionamiento de los diferentes elementos de la instalación.

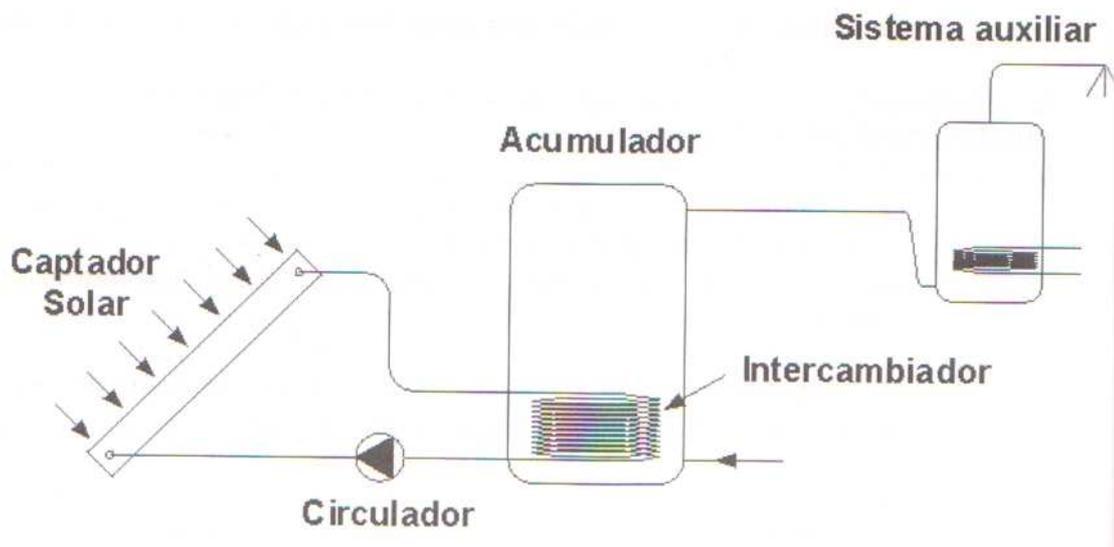


Fig. 7.- Esquema de una instalación con acumulador centralizado y circulación forzada

4.5.1 - Captador solar plano

El elemento fundamental de la instalación solar es el captador solar. Este es el encargado de recibir la radiación solar, y transmitir esta radiación en energía útil calentando el fluido que circula por su interior.

El captador solar plano es el más adecuado y utilizado para conseguir aprovechar la radiación solar para calentar agua a baja y media temperatura

Está constituido por cuatro elementos principales, que son: la cubierta, el absorbedor, el aislamiento y la carcasa, tal y como se muestra en la siguiente figura.

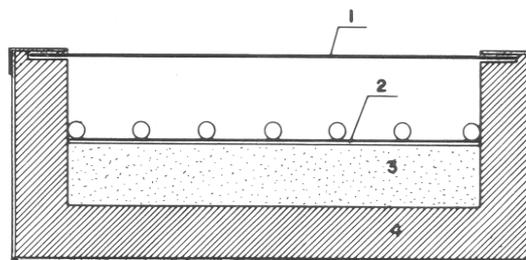


Fig.8.- Corte transversal de un colector de placa plana y sus elementos:

1.- 1.-cubierta, 2.- absorbedor, 3.- aislamiento, 4.- carcasa

Las funciones de cada uno de los componentes se definen a continuación:

La cubierta transparente además de provocar el efecto invernadero y reducir las pérdidas por convección, también asegura la estanqueidad del colector al agua y al aire, en unión con la carcasa y las juntas.

El absorbedor es el responsable de recibir la radiación solar, transformarla en calor y transmitirla al fluido caloportador.

El aislamiento protege al absorbedor por su parte posterior de las pérdidas térmicas.

El objetivo de la carcasa es proteger y soportar los diversos elementos que constituyen el captador, así como sujetar el captador a la estructura soporte.

- **Estructura de soporte del captador**

Los captadores solares se sitúan con un ángulo de inclinación de 45° . Para ello necesitan estar fijados con un soporte diseñado para su sujeción. Este soporte deberá estar fijado sobre un murete realizado con hormigón.

Los puntos de sujeción del captador serán suficientes en número, teniendo el área de apoyo y posición relativa adecuadas, de forma que no se produzcan flexiones en el captador superiores a las permitidas por el fabricante.

A continuación se muestra el tipo de soporte a colocar, según especificaciones del fabricante para la soportación del captador escosol.

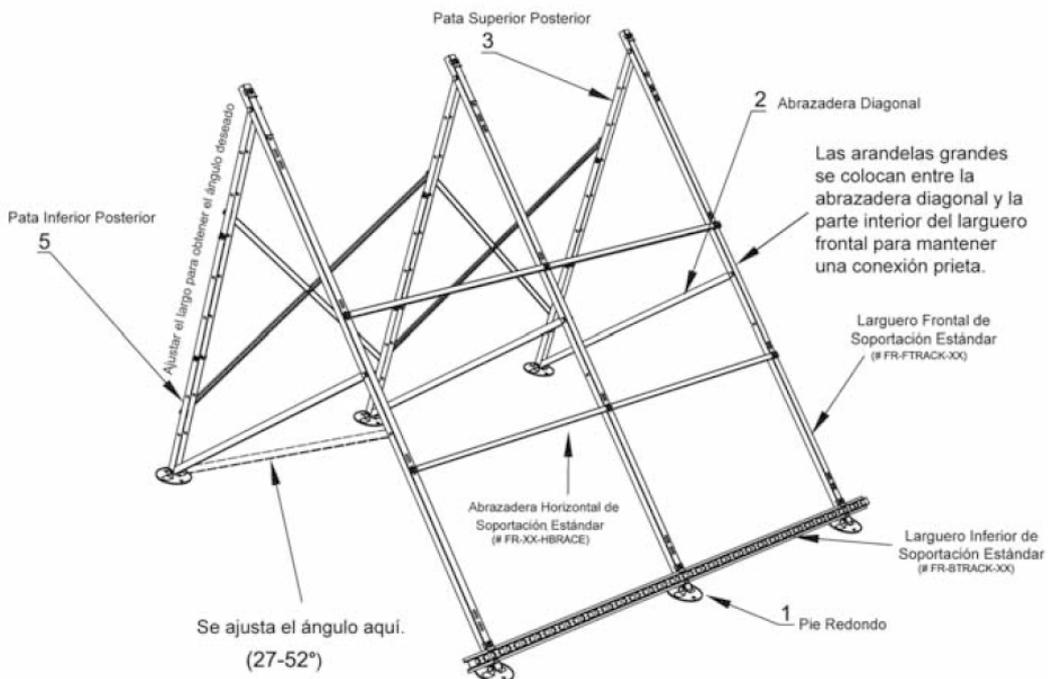


Fig.9.- Soporte para el captador solar plano

- **Distribución de captadores**

Existen 3 tipos de configuración para conexión entre captadores:

Conexión en serie

En la conexión en serie se colocan los captadores de tal forma que el fluido que entra en el primer captador pasa al segundo ya calentado y así sucesivamente.

La principal ventaja radica en que al tener un caudal de circulación menor, el diámetro de las tuberías será menor que en la conexión en paralelo, así como el tamaño de la bomba y los recorridos, por lo que el coste de la instalación será menor.

Por otra parte existe el inconveniente de que el rendimiento del captador será menor, ya que el fluido pasa de un captador a otro ya calentado por lo que la energía aportada por cada uno será menor.

Otra desventaja es que no es aconsejable colocar más de tres captadores en serie.

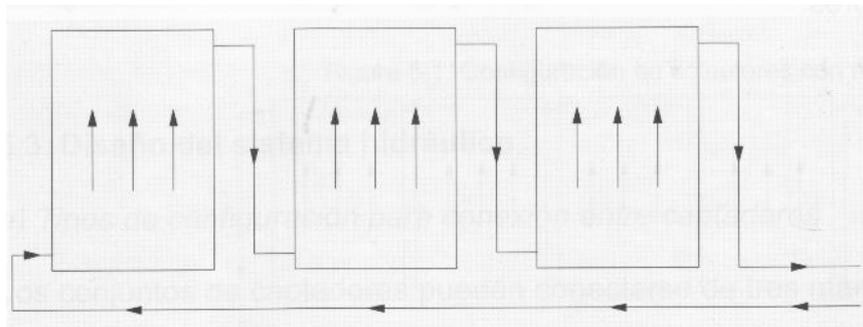


Fig.10.- Conexión en serie de captadores

Conexión en paralelo

Con la conexión en paralelo los captadores funcionan a un rendimiento similar.

El inconveniente respecto a la conexión en serie es que no se alcanzan temperatura tan altas, siendo el caudal en cada colector diferente ya que en paralelo el caudal no es el mismo.

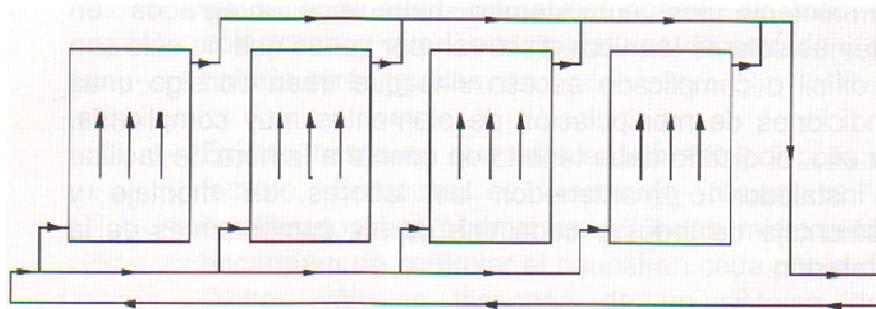


Fig.11- Conexión en paralelo de captadores

Conexión en serie-paralelo (mixta)

Este tipo de conexión reúne las ventajas de ambos sistemas.

El inconveniente principal es que se ha de realizar la instalación con un reparto de caudales iguales para cada batería de captadores.

Esto significa realizar un trazado de tuberías que obligue al fluido a circular por igual, en cuanto a reparto del caudal. Esto se puede conseguir con un buen reparto de distancias de tuberías para las diferentes baterías de captadores.

En el apartado de cálculo de circuito primario se puede observar el esquema de la instalación que se va a ejecutar. En él se puede observar que el reparto de caudal se realiza por igual para las dos baterías de colectores. Esto se consigue dejando la misma distancia desde la entrada y salida del circuito primario al circuito de captadores.

- **Separación entre captadores y obstáculos**

La distancia entre captadores o una fila de captadores y un obstáculo, que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = h / \tan (61^\circ - \text{latitud})$$

donde $1 / \tan (61^\circ - \text{latitud})$ es un coeficiente adimensional denominado k .

Substituyendo en la expresión anterior por el coeficiente K , se obtiene:

$$d = h \cdot k$$

Algunos valores significativos de k se pueden ver en la siguiente tabla en función de la latitud del lugar.

Tabla 13.- Valores para el coeficiente K según la latitud del lugar

Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
k	1,600	2,246	2,4715	2,747	3,078	3,487

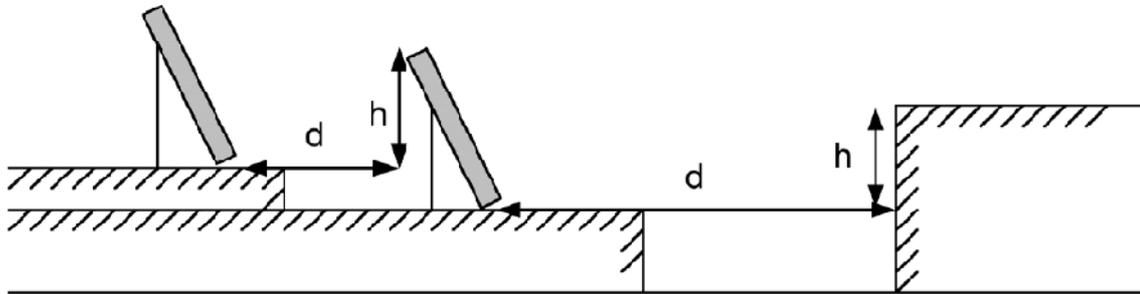


Fig.12.- Distancia mínima entre captadores y obstáculos

En nuestro caso deberemos vigilar con la sombra que puede producir la construcción en cubierta de la salida a la misma, donde se ubica el cuarto de maquinas para la instalación solar térmica y la sala de maquinas de los ascensores.

Su altura es de 2,50m por lo que aplicando la expresión anterior:

$$d = 2,50 \cdot 2,747 = 6,867 \text{ m}$$

4.5.2 - Calculo del circuito primario

Para el dimensionado del circuito hidráulico se tendrá en cuenta el caudal que pasa por el captador y la disposición de los mismos. Para nuestra instalación utilizaremos una instalación mixta con 2 filas conectadas en paralelo, de 2 captadores conectados en serie por cada fila, tal y como se muestra en la siguiente figura.

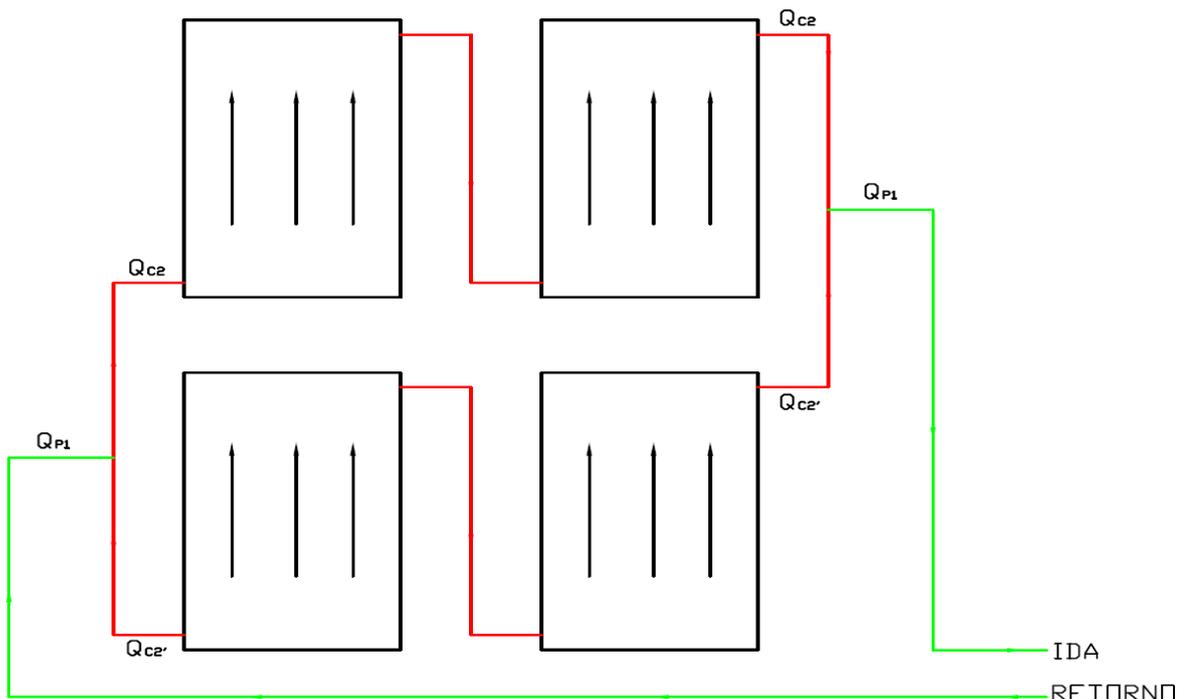


Fig. 13.- Conexión serie-paralelo de captadores de la instalación

Los caudales de circulación en los captadores aconsejables están entre 42-60 l/h m². Normalmente este dato está especificado por el fabricante, en caso de no ser así se escoge un valor comprendido entre los aconsejables, en nuestro caso será de 60 l/h/m².

- **Dimensionado de las tuberías del circuito primario**

Para las instalaciones en paralelo los caudales se reparten, siendo según la siguiente expresión

$$Q_{P1} = Q_{C2} + Q_{C2'}$$

Donde Q_{C2} es el caudal que pasa por uno de los captadores ya que en serie se considera que el caudal es el mismo para los dos captadores.

$$Q_{C2} = Q_{C2'} = Q_{CAP} \cdot m^2_{CAP} = 60 \text{ l/h/m}^2 \cdot 2,1 \text{ m}^2 = 126 \text{ l/h} = 3,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

Con lo que obtenemos un caudal total para el primario.

$$Q_{P1} = Q_{C2} + Q_{C2'} = 126 \text{ l/h} + 126 \text{ l/h} = 252 \text{ l/h} = 7 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

Una vez obtenido el caudal podemos determinar el diámetro mínimo mediante la siguiente expresión

$$Q = v \cdot s$$

Q = caudal (m³/s)

V = velocidad media (m/s)

S = sección (m²)

Colocando la sección en función del diámetro, se determina la siguiente expresión.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

Donde: D = diámetro (m)
Q = caudal (m³/s)
V = velocidad media (m/s)

La velocidad del fluido en las tuberías estará comprendida entre 0,3 y 2m/s. De esta forma evitaremos incrustaciones por poca velocidad y ruidos en caso de que la velocidad supere lo indicado.

Conocidos los caudales obtenemos:

Diámetro circuito primario

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 7 \cdot 10^{-5}}{\pi \cdot 1}} = 0.00944 \text{ m} = 9,44 \text{ mm}$$

Diámetro circuito primario captador

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,5 \cdot 10^{-5}}{\pi \cdot 1}} = 0.00667 \text{ m} = 6,67 \text{ mm}$$

Los diámetro de tubería obtenidos no son diámetro comerciales, por lo que elegimos un diámetro para el circuito primario de 18 x 1 mm y de 12 x 1 mm para el circuito de los captadores.

Al variar los diámetros respecto a los calculados anteriormente a una velocidad de 1m/s, se procede a calcular las velocidades de funcionamiento para los diámetros seleccionados, comprobando que la velocidad este comprendida entre los parámetros de buen funcionamiento..

Velocidad circuito primario

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}} = \frac{7 \cdot 10^{-5}}{\pi \cdot \frac{(0.016)^2}{4}} = 0,34 \text{ m/s}$$

Velocidad circuito captador

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}} = \frac{3,5 \cdot 10^{-5}}{\pi \cdot \frac{(0.010)^2}{4}} = 0,44 \text{ m/s}$$

Como se puede observar en los resultados de las anteriores expresiones las velocidades resultantes son superiores a la mínima aconsejable y inferiores a la máxima aconsejable para evitar ruidos.

- **Perdidas de carga lineales**

Una vez conocido el caudal, diámetro y velocidad, se obtiene la pérdida de carga mediante el ábaco de cálculo de tuberías de cobre, polipropileno, etc....

Según especificaciones del pliego de condiciones del IDAE el dimensionado de las tuberías se realizara de forma que la pérdida de carga unitaria en tuberías nunca sea superior a 40 mm de columna de agua por metro lineal.

En la siguiente figura se puede observar los trazados en el ábaco el circuito primario y el circuito de los colectores.

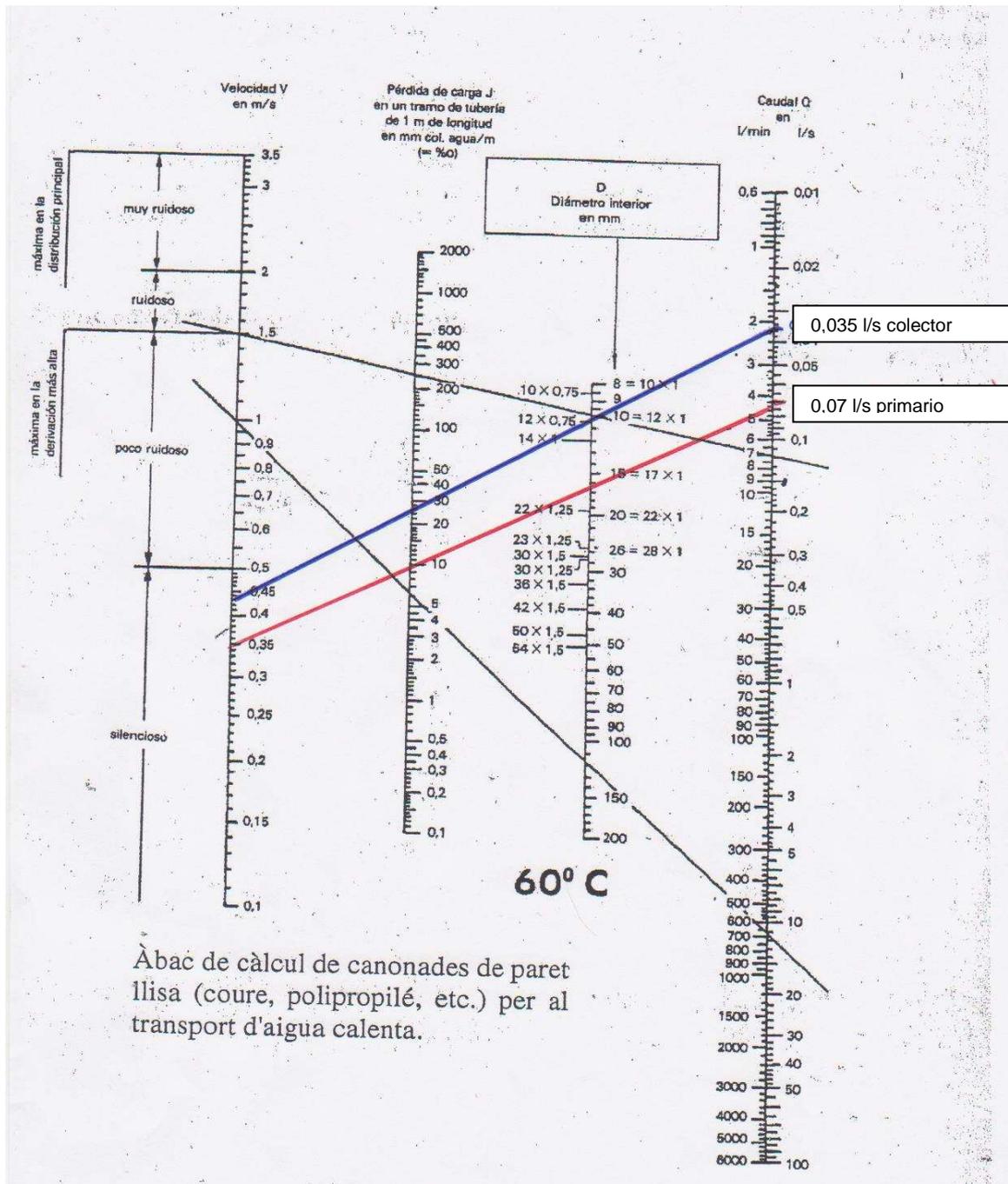


Fig.14.- Àbaco de càlcul de tuberías lisas (cobre, polipropileno, etc.)

Como podemos observar en la figura anterior las pérdida de carga lineal será de 10 mm.c.a para el circuito primario de distribución y de 26 mm.c.a para el circuito de captadores, obteniendo en los dos casos con unas pérdidas inferiores a 40 mm.c.a.

Una vez determinada la pérdida de carga lineal se mide la longitud total del circuito para saber la pérdida total lineal.

Tabla 14.- Pérdida de cargas lineales

Tramo	Longitud m	Velocidad m/s	Caudal l/h	Ø int. mm	Pérdida de carga mm.c.a/m
Circuito primario	34,16	0,34	252	16	10
Circuito captador	9,25	0,44	126	10	26

- **Perdidas de carga en accesorios**

Para determinar la pérdida de carga total se han de tener en cuenta las pérdidas en accesorios. Para ello se utiliza la tabla 15 donde se especifican las longitudes equivalentes de los diferentes elementos de una instalación solar.

Tabla 15.- Longitud equivalente para accesorios de una instalación de ACS

Element	Diàmetre interior de la canonada en polzadès	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2
	(mm)	10	16	20	25	32	40	50	65
	manegot d'unió	0,00	0,00	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08	0,12
	reducció	0,28	0,42	0,70	0,91	1,19	1,40	1,82	2,80
	colze de 45°	0,28	0,48	0,60	0,66	0,78	0,98	1,16	1,40
	corba de 90°	0,25	0,46	0,63	0,84	1,18	1,34	1,78	2,07
	colze de 90°	0,53	0,70	0,88	1,06	1,41	1,85	2,39	2,72
	te de 45°	1,43	1,18	1,26	1,34	1,68	2,1	2,52	2,94
	te arcada (pantalons)	2,1	2,35	2,52	2,69	3,36	4,20	5,04	5,88
	te amb pas recte	0,14	0,21	0,28	0,42	0,56	0,70	1,12	0,98
	te amb derivació	2,52	3,50	4,20	5,04	5,74	6,44	7,00	7,70
	vàlvula de retenció batent	0,28	0,42	0,77	1,05	1,61	2,10	2,66	3,71
	vàlvula de retenció pistó	1,86	2,38	3,25	3,99	5,21	6,54	8,05	9,67
	vàlvula de comporta oberta	0,20	0,25	0,29	0,36	0,50	0,62	0,77	0,97
	vàlvula de pas recte i seient inclinat	1,54	1,88	2,44	3,19	4,05	4,84	6,34	7,71
	vàlvula d'escaire	2,66	3,57	4,69	6,02	7,84	9,59	12,04	15,54
	vàlvula de seient de pas recte	--	4,76	5,04	6,30	7,91	11,34	12,60	--
	intercanviador	--	--	--	2,94	7,00	17,5	18,48	19,88
	caldera	3,50	4,20	4,90	5,60	6,30	7,00	8,05	9,10
	caldera amb vàlvules	5,25	6,16	7,35	8,40	9,45	10,5	15,96	17,78
	comptador general col·lectiu	4,5 (m c.d.a.)							
	comptador individual o divisionari	10 (m c.d.a.)							

La tabla 15 está basada en los estudios de los propios fabricantes, siendo muy útil tanto para el proyectista, como para el instalador ya que permite obtener la longitud equivalente de forma rápida.

Teniendo en cuenta los accesorios de nuestra instalación, se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 16.- Accesorios de la instalación

Tramo	Codo 90°	Te con derivación	Reducción	Te paso recto	Val antiret.	Val. de corte (compuerta abierta)	Válvula 3 vías
Circuito primario	8	2	2	3	1	4	1
Circuito captador	4	-	4	-	-	4	-

Tabla 17.- Longitudes equivalentes circuito primario

Circuito primario	L.equ.	Total
	m	m
Codo 90°	0,7	5,6
Te con derivación	3,5	14
Reducción	0,42	0,84
Te con paso recto	0,91	2,73
Val. anti retorno	2,38	2,38
Val. corte	0,25	1
Val. 3 vías	0,5	0,5
		27

Tabla 18.- Longitudes equivalentes circuito captadores

Circuito captación	L.equ.	Total
	m	m
Codo 90°	0,7	2,8
Reducción	0,42	1,68
Val. corte	0,25	1
		5,48

Una vez calculada la longitud equivalente ya se puede obtener la pérdida de carga total en tuberías, tal y como se refleja en la siguiente tabla.

Tabla 19.- Pérdida de carga total en las tuberías

Tramo	Longitud m	Longitud equi. m	P.de carga mm.c.a/m	P.carga total mm.c.a	P. de carga m.c.a
Circuito primario	34,16	27	10	611	0,61
Circuito captador	9,25	5,48	26	383	0,38

4.5.3 - Bomba de circulación

Para producir el movimiento del fluido entre los captadores y el depósito de acumulación se coloca una bomba de circulación.

Esta bomba se diseña a partir del caudal circulante y las pérdidas de carga en las tuberías y los diferentes elementos de la instalación.

Se seleccionará de forma que el caudal y la pérdida de carga de diseño se encuentren dentro de la zona de rendimiento óptimo especificado por el fabricante.

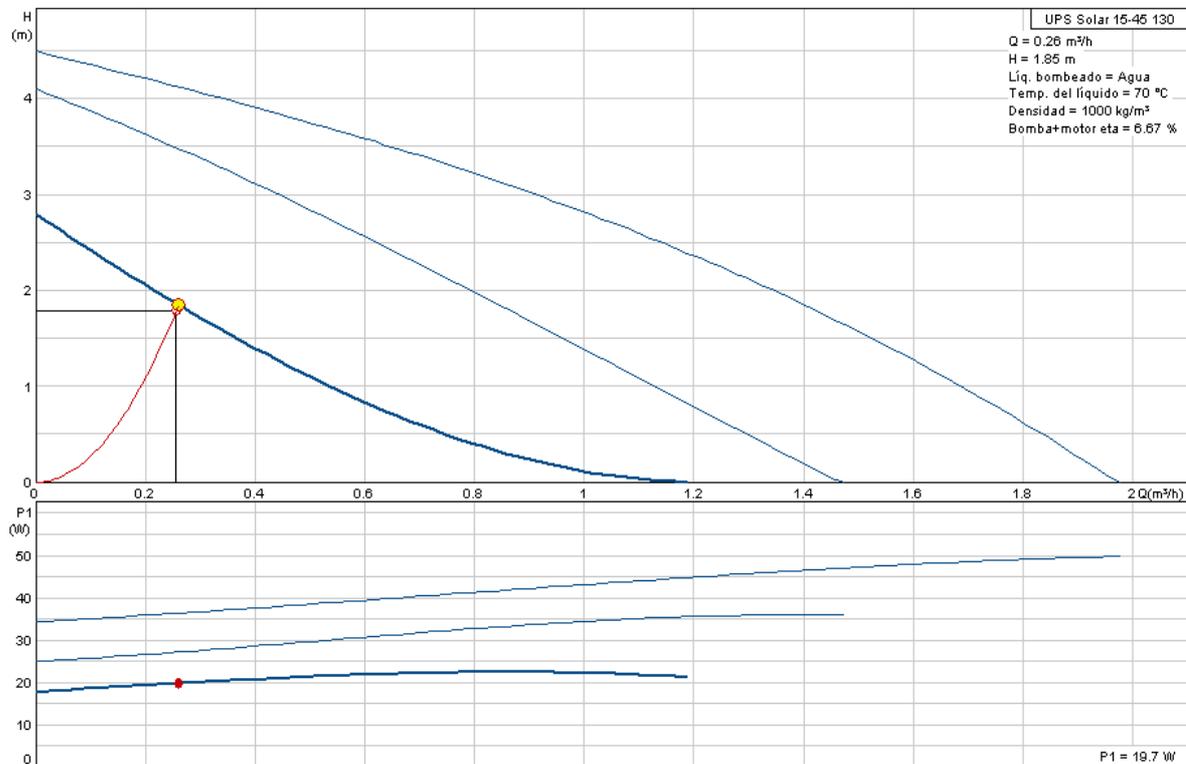
Según los cálculos realizados la pérdida de carga lineal en las tuberías es de 1 m.c.a.

Para determinar la pérdida de carga de los captadores y del acumulador se tiene en cuenta las especificaciones dadas por el fabricante del mismo, siendo esta de 85 mm.c.a por colector, obteniendo para 2 colectores una pérdida de 170 mm.c.a (0,17 m.c.a), y una pérdida de carga del acumulador de 0,45 m.c.a.

La bomba se encuentra a 1 m de desnivel con respecto al circuito con lo en total tendremos una pérdida de carga de 1,62 m.c.a.

$$1 + 2 \text{ colectores } (85 \times 2 = 170 \text{ mm} = 0,17 \text{ m}) + 0,45 = 1,62 \text{ m}$$

Se escoge una bomba de marca grundfos modelo 15-45 130. A continuación se muestra su grafica de funcionamiento. En ella se observa que funcionara a velocidad 1 con una potencia de 19,7 W.



Gráfica 3.- Funcionamiento de la bomba Grundfos 15-45 130.

4.5.4 - Acumulador intercambiador (interacumulador)

Es necesario disponer de un acumulador de agua caliente para satisfacer en todo momento las necesidades de demanda de consumo.

Se coloca un único acumulador central para el suministro de todo el edificio. Este acumulador se calcula a partir de la demanda diaria de volumen de agua, que en nuestro caso es de unos 800 litros de media diaria. Se comprueba que se cumpla la siguiente expresión según lo especificado en el HE-4.

$$50 < \frac{V}{A} < 180$$

V = volumen del acumulador (litros)
A = área del captación (m²)

Si se substituye para nuestro caso, se puede comprobar que está dentro de los límites exigidos de funcionamiento.

$$\frac{V}{A} = \frac{800}{8.52} = 93,89$$

Una vez comprobado, se procede a su elección en nuestro caso será el modelo CV-800-M1P con una capacidad de 800 litros.

Este modelo contiene un serpentín en su interior actuando de intercambiador con lo que de esta forma se realiza directamente el intercambio de calor en su interior. Según el pliego de condiciones técnicas del IDAE, la relación entre la superficie útil de intercambio del intercambiador incorporado y la superficie total de captación no será inferior a 0,15.

Se comprueba que la relación no sea inferior a 0,15.

$$0,15 < \frac{S_{util}}{S_{cap}}$$

S_{util} = superficie útil de intercambio (m²)
S_{cap} = superficie de captación (m²)

Según especificaciones técnicas del acumulador, la superficie de intercambio es de 2,6 m².

Tabla 20.- Superficie de intercambio del acumulador

Modelo		CV-800-M1P
Código		CC 01 735
Código (Depósito + BOCA DN 400)		CC 01 737
Capacidad de ACS	litros	800
Temperatura máx. depósito de ACS	°C	90
Presión máx. depósito de ACS	bar	8
Temperatura máx. circuito de calentamiento	°C	200
Superficie de intercambio circuito de calentamiento	m ²	2,6
Peso en vacío (aprox.)	Kg	185

Si sustituimos en la formula, teniendo en cuenta que nuestra superficie de captación es de 8,52 m².

$$0,15 < 0,30$$

Como se puede observar se cumple con lo especificado en el pliego de condiciones técnicas del IDAE

En cuanto a requisitos de fabricación deberá cumplir con lo establecido en la UNE EN 12897.

4.5.5 - Vaso de expansión

En cuanto a sistemas de expansión existen del tipo abierto, en comunicación directa con la atmosfera, y cerrados, con vaso de expansión.

Para esta instalación se colocara el sistema cerrado. En este tipo de sistema se coloca un vaso de expansión. Al calentarse el fluido del circuito primario aumenta su volumen y consecuentemente su presión, es entonces cuando el vaso de expansión deja pasar el fluido dilatado a su interior, devolviéndolo a la instalación cuando el líquido se enfría y disminuye su volumen.

La capacidad viene dada por el volumen de fluido en el interior del circuito, a partir de la siguiente expresión.

$$V = V_c (0,2x(0.01 \cdot h))$$

V = Volumen del vaso de expansión (litros)

V_c = Volumen de fluido del circuito primario (litros)

h = Altura de desnivel del vaso respecto al circuito (metros)

$$V_c = V_{tuberias} + V_{captador} + V_{acumulador}$$

Volumen en las tuberías

$$V = \Pi \cdot r^2 \cdot L$$

Volumen circuito primario

$$V = \Pi \cdot r^2 \cdot L = \Pi \cdot 0,008^2 \cdot 34,16 = 0,00686 \text{ m}^3 = 6,86 \text{ l}$$

Volumen circuito primario captadores

$$V = \Pi \cdot r^2 \cdot L = \Pi \cdot 0,005^2 \cdot 9,25 = 0,000726 \text{ m}^3 = 0,73 \text{ l}$$

Volumen en los captadores

Según especificaciones del fabricante:

$$V = n^{\circ} \text{ cap.} \cdot 1,6 \frac{\text{l}}{\text{cap}} = 4 \cdot 1,6 = 6,4 \text{ l}$$

Volumen del acumulador

Según especificaciones del fabricante:

$$V = 16,5 \text{ l}$$

$$V_c = 7,59 + 6,4 + 16,5 = 30,49 \text{ l}$$

Aplicando el resultado obtenido en la expresión anterior se obtiene un volumen de 6,25 litros.

$$V = 30,49 (0,2 + (0,01 \cdot 0,5)) = 6,25 \text{ l}$$

Una vez determinado el volumen se escoge el vaso de expansión del fabricante que más se ajuste a nuestras necesidades reales. En este caso se escoge el modelo 8 SMF de 8 litros de capacidad.

4.5.6 - Sistema de control

El sistema de control es el elemento de la instalación que se coloca para asegurar el correcto funcionamiento de la instalación, obteniendo un buen aprovechamiento de la energía captada, el volumen acumulado y el consumo.

Para ello dispone de un sistema de regulación y control del funcionamiento de los circuitos y los sistemas de protección y seguridad contra sobrecalentamiento y heladas.

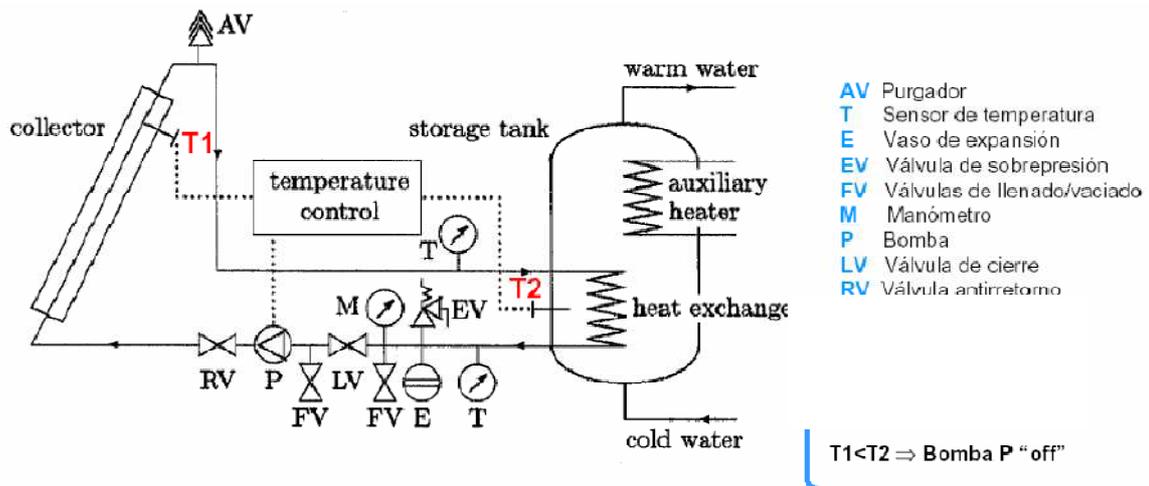


Fig.15.- Esquema del sistema de regulación y control

El sistema de control dispone de unas sondas de temperatura colocadas en el circuito de salida del colector y en la entrada del acumulador. Cuando $T1 > T2$ el sistema de control envía una señal a la bomba para que actúe, haciendo circular el flujo hacia el acumulador. Cuando $T1 < T2$ la bomba se para.

No siempre actuara o se parara la bomba cuando tengamos una diferencia de temperaturas. El sistema de control actuara y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2°C y no estén paradas cuando al diferencia se mayos de 7°C .

A parte del funcionamiento básico el sistema de control debe controlar y proteger el sistema por lo que asegurara que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos del de los circuitos.

De igual forma el sistema asegurara que en ningún punto la temperatura del fluido descienda por debajo de una temperatura tres grados superior a su temperatura de congelación.

Teniendo en cuenta todas estas exigencias de funcionamiento se selecciona un sistema de control de la marca DELTA SOL modelo BS Pro.

4.5.7 - Fluido caloportante

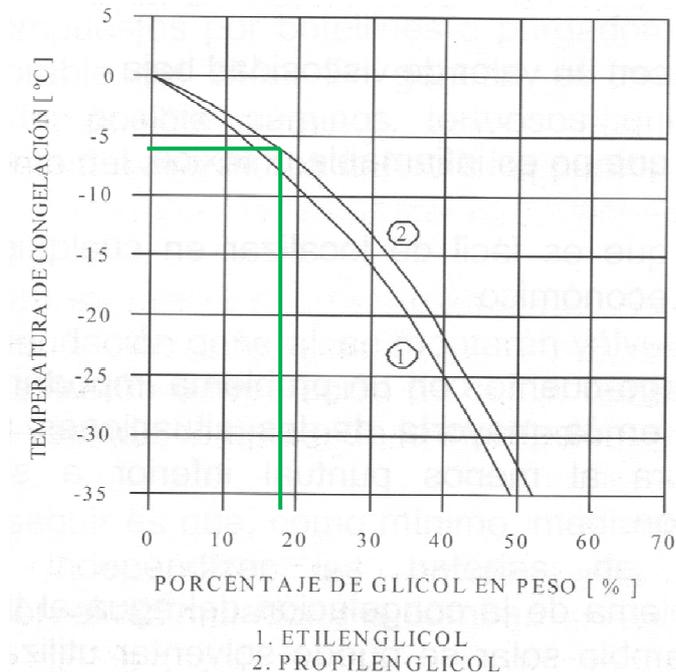
El fluido caloportador que se va a utilizar es agua con la adición de un anticongelante, el anticongelante suele ser a base de propilenglicol o de etilenglicol, fundamentalmente.

Para saber el tanto por ciento de anticongelante que se ha de añadir, se debe saber en primer lugar las temperaturas mínimas alcanzadas en la localidad.

Según datos del servicio meteorológico de Barcelona la temperatura mínima alcanzada ha sido de $-6,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ un 11 de febrero de 1956. En previsión de que se puedan alcanzar temperatura similares el tanto por ciento de anticongelante a añadir se refleja en el siguiente esquema.

Se escoge propilenglicol por especificaciones propias del fabricante de los captadores y los diferentes elementos de la instalación. Es importante seguir especificaciones del fabricante a la hora de escoger el tipo de glicol a utilizar, ya que su garantía depende de ello, elegir un tipo de glicol no especificado podría anular la garantía del mismo.

Como se puede observar en el grafico deberemos añadir un 18% de Propilenglicol al agua.



Grafica 4.- Porcentaje de glicol según temperatura mínima ambiental

4.5.8 – Aislamiento de las tuberías

Tanto las tuberías como los accesorios hidráulicos del sistema mantienen temperaturas superiores a la del ambiente, por lo que es inevitable que se produzcan pérdidas de calor, reduciendo el rendimiento del propio sistema. Por ello es imprescindible dotar al sistema solar de un aislamiento apropiado.

Estos aislamientos vienen determinados según la IT 1.2.4.2.1 del RITE dependiendo del diámetro exterior de la tubería sin aislar y la temperatura del fluido que circula, según las especificaciones de las siguientes tablas (valores para un material con conductividad térmica a 10°C de 0,040 W/(m·K))

Tabla Espesor mínimo de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios.

Tabla 21.- Espesor mínimo del aislante en el exterior

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
D ≤ 35	35	35	40
35 < D ≤ 60	40	40	50
60 < D ≤ 90	40	40	50
90 < D ≤ 140	40	50	60
140 < D	45	50	60

Tabla 22.- Espesor mínimo del aislante en el interior

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
D ≤ 35	25	25	30
35 < D ≤ 60	30	30	40
60 < D ≤ 90	30	30	40
90 < D ≤ 140	30	40	50
140 < D	35	40	50

En la instalación las tuberías del circuito primario son de 18 mm y 12mm de diámetro exterior, inferiores a 35mm, y la temperatura máxima del fluido estará comprendida entre 40-60°C por lo que el aislante que se colocara será de 35 mm de espesor para tuberías y accesorios que transcurren por el exterior y 25 mm para el interior.

Se colocara un aislante de la marca armaflex para cumplir con los espesores determinados anteriormente según especificaciones del RITE.

El aislante está fabricado con una espuma elastomérica basada en la formulación de HT/Armaflex, diseñada para resistir un campo de temperaturas entre -50°C $+150^{\circ}\text{C}$ ($+175^{\circ}\text{C}$) e incorpora un recubrimiento de copolímero de poliolefina, de color blanco.

4.5.9 - Purgador de aire

En los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático.

El purgador de aire es un dispositivo que permite la salida del aire acumulado en el circuito.

En general los trazados horizontales de tubería tendrán siempre una pendiente mínima del 1 % en el sentido de circulación.

Se seleccionan purgadores automáticos modelo VAL_AAV-3/4.

4.5.10 - Disipador de calor

En ocasiones se puede producir un calentamiento del fluido que circula por el circuito, por ejemplo en los meses de verano donde se ha podido observar que la aportación es superior a la demanda, lo cual puede provocar este fenómeno.

Para evitarlo se coloca un disipador de calor térmico, por gravedad. Este dispositivo está situado en la batería de captadores actuando de disipador en caso de sobrecalentamiento del fluido.

Al colocar este dispositivo se obtiene, a parte de su función principal, las siguientes ventajas:

- Prolongan la vida de las instalaciones.
- Eliminan las intervenciones por mantenimiento preventivo.
- Reducen las presiones.

5. PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

5.1- OBJETO DEL PROYECTO

El objeto de este proyecto es realizar el dimensionamiento de la instalación eléctrica del edificio.

Con ello se pretende conocer los diferentes elementos de una instalación eléctrica y todos los factores que determinan su correcto funcionamiento.

Para ello se tendrán en cuenta los diferentes puntos definidos en la Instrucciones Técnicas del Reglamento de baja tensión y las especificaciones propias de la compañía suministradora.

5.2 – NORMATIVA APLICABLE

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002).

Normas UNE.

Guía Vademécum de FECSA-ENDESA

5.3 - PREVISION DE CARGAS

La previsión de cargas para poder dimensionar las instalaciones de enlace se realiza conforme al punto 3.3 de la instrucción ITC-BT-10, para las oficinas.

En este sentido, para el cálculo de la carga se han superado los mínimos propuestos por el REBT: 100 W por metro cuadrado para oficinas, menos en el local 7. A efectos de potencia a contratar se tendrá en cuenta la previsión real. En la siguiente tabla se define la previsión de cargas de cada local y de servicios comunes.

Tabla 1.- Previsión de cargas del edificio

	Superficie m²	Previsión REBT 100 W/m²	Previsión real (W)
LOCAL 1	296	29600	37300
LOCAL 2	296	29600	38050
LOCAL 3	296	29600	36345
LOCAL 4	296	29600	37800
LOCAL 5	296	29600	31725
LOCAL 6	296	29600	36090
LOCAL 7	296	29600	28944
SERVICIOS COMUNES	376	37600	53230

Se realiza una contratación individual de suministro eléctrico. Según las especificaciones técnicas de la compañía, la potencia a contratar deberá ser la que más se adecue a la potencia prevista. A continuación se muestra las diferentes potencias a contratar.

Tabla 2.- Potencia a contratar en kW (Fuente Guía Vademécum Fecsa-Endesa)

POTENCIA MÁXIMA (kW) QUE SE PUEDE CONTRATAR		TRIFÁSICO									
		17,32	20,78	24,24	27,71	31,17	34,64	43,64	55	69	87
PROTECCIÓN	Intensidad nominal (A)	40		63							
DIFERENCIAL	Sensibilidad (mA)	30 ó 300									

En nuestro caso se encogerán las potencias de 43,64 kW para los locales 1-6, 34,64 kW para el local 7 y 55 Kw para los servicios comunes.

La potencia total del edificio será de 299484 kW Esta potencia se tendrá en cuenta para dimensionar la línea general de alimentación.

5.4 - SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA

La compañía suministradora es FECSA-ENDESA. Se encarga de suministrar energía eléctrica desde una acometida subterránea que alimentara al edificio a través de la Caja General de Protección (CGP).

La CGP se instalara , en el límite de la propiedad, sobre la fachada del edificio. Sera un lugar de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la Propiedad y FECSA ENDESA. Sus características vienen determinadas en la Guía Vademécum de la compañía suministradora y reguladas según la norma UNE-en 60.439-1.

Se colocara una caja de seccionamiento para la entrada-salida de la acometida de compañía.

En la CGP compañía colocara un fusible de protección general de 630 A según la previsión de carga determinada.

Desde la CPG partirá la línea general de alimentación que alimentara a las diferentes centralizaciones de contadores. Se colocaran fusibles de seguridad en el embarrado del modulo para cada suministro, según lo especificado por compañía.

La tensión de servicio se preverá para 400/230 V - 50 Hz.

Para asegurar el suministro de las instalaciones que deben seguir en funcionamiento en caso de un corte de suministro se coloca un grupo electrógeno.

Este grupo se colocara en cubierta y alimentara, en caso de interrupción del suministro de compañía, al cuadro de servicios comunes y a los subcuadros del grupo de presión de PCI, ascensores y grupo de presión del agua sanitaria.

Se escoge un grupo electrógeno modelo QAS-60 de Atlas copco de 60 kVA.

La línea de alimentación del grupo electrógeno hacia el cuadro de servicios comunes será de 4x50 mm², siendo su tensión asignada de 0,6/1kV RZ1-K (AS).

5.5 - LINEA GENERAL DE ALIMENTACION

Es la línea que enlaza el suministro de compañía, en este caso desde la CGP, con las distintas centralizaciones de contadores.

Se seguirán las especificaciones establecidas en la ITC-BT 14 en cuanto a características e instalación de la misma.

La caída de tensión será inferior a 1% (valor límite permitido por el REBT en la ITC-BT-14, al tratarse de centralizaciones parciales de contadores).

La intensidad máxima admisible a considerar será la fijada en la ITC-BT-19 con los factores de corrección correspondientes de acuerdo con cada tipo de montaje.

• Conductores

Se utilizan conductores de cobre, tres de fase y uno neutro, unipolares de 2(4x150)mm² Cu con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuestotermoplástico, siendo su tensión asignada de 0,6/1kV RZ1-K (AS).

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión reducida de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalente a las normas de la norma UNE 21.123 parte 4 o5 cumplen con esta preinscripción.

La sección de los cables deberá ser uniforme en todo su recorrido y sin empalmes a excepción de las derivaciones realizadas en las cajas de alimentación de las centralizaciones de contadores.

• Canalizaciones

La línea transcurre por el cuarto de contadores por el interior de tubos en montaje superficial que cumplirán con lo establecido en la ITC-BT 21 y con lo indicado en la guía vademécum. Las características del tubo cumplirán con lo establecido en la EN 50086-2-3.

Tabla 3.- Diámetro exterior de los tubos de canalización de la LGA

Secciones (mm ²)		Diámetro exterior de los tubos (mm)
Fases	Neutro	
16	16	75
25	25	110
50	25	125
95	50	140
150	95	160
240	150	200
300	240	250

5.6 - MODULO DE CONTADORES

El contador es el instrumento regulado y controlado por la compañía suministradora, que se utiliza para la determinación del consumo de energía eléctrica.

Estos se ubican en módulos compuestos por un interruptor general de maniobra, un embarrado, unos fusibles de seguridad, instrumento de medida que es el contador y un embarrado de protección y bornes de salida.

Los armarios de las diferentes centralizaciones se ubican en un cuarto con una altura mínima de 2,30 m y una anchura mínima en paredes ocupadas por contadores de 1,50m. Se deberá comprobar que delante de cada centralización existe un espacio mínimo de 1,10m.

Los armarios deben cumplir con la norma UNE-EN 60439 partes 1.2 y 3 y proporcionar un grado de protección IP 40, IK para interior.

Para nuestra instalación se utilizan varias centralizaciones de contadores. Según especificaciones de la compañía suministradora no se pueden colocar más de 150 kW de potencia en un mismo contador, ni ningún suministro trifásico que sobrepase la intensidad de 63 A.

En nuestro caso y como se puede observar en el anexo de cálculos, ningún suministro excede de la intensidad fijada, excepto la de servicios comunes.

Teniendo en cuenta estas especificaciones se colocan 2 centralización con 1 contador de medida directa para cada local, y un módulo con 1 contador para el local 7 de medida directa integrado en el modulo de medida indirecta para los servicios comunes. A continuación se muestra en la tabla 4, las centralizaciones de contadores realizadas.

Tabla 4.- Centralización de contadores

MODULO	EQUIPOS DE MEDIDA	INTERRUPTOR GENERAL
CENTRALIZACION 1	LOCAL 1 / LOCAL 2/ LOCAL 3	200 A
CENTRALIZACION 2	LOCAL 4/ LOCAL 5/ LOCAL 6	200 A
CENTRALIZACION 3	LOCAL 7 /S. COMUNES	160 A

5.7 - DERIVACION INDIVIDUAL

La derivación individual es la parte de la instalación que partiendo del módulo de contadores da suministro a cada uno de los cuadros eléctricos de cada local del edificio y al cuadro eléctrico de servicios comunes

Sus especificaciones están reguladas por la ITC-BT 15 de REBT.

Las derivaciones individuales transcurren por un patinillo exclusivo para dicha instalación hasta los cuadros eléctricos de protección, de los cuales salen los circuitos a los equipos a alimentar. Este patinillo estará fabricado con paredes con resistencia al fuego RF 120. Sus dimensiones vienen fijadas por la tabla 1 de la ITC-BT 15. En nuestro caso su anchura será de 0,65 m mínimo, y 0,50 m de profundidad.

Tabla 5.- Dimensiones patinillo vertical derivaciones individuales

Número de derivaciones	DIMENSIONES (m)	
	ANCHURA L (m)	
	Profundidad P = 0,15 m una fila	Profundidad P = 0,30 m dos filas
Hasta 12	0,65	0,50
13 - 24	1,25	0,65
25 - 36	1,85	0,95
36 - 48	2,45	1,35

En cada planta se ubica un registro que enlazará las bandejas con los tubos que alimentan a los cuadros de oficina. El diámetro exterior nominal mínimo de dichos tubos será de 32 mm.

La demanda prevista por cada local, que será como mínimo la fijada por la RBT-010 y cuya intensidad estará controlada por los dispositivos privados de mando y protección. A efectos de las intensidades admisibles por cada sección, se tendrá en cuenta lo que se indica en la ITC-BT-19 y para el caso de cables aislados en el interior de tubos enterrados, lo dispuesto en la ITC-BT-07.

La caída de tensión máxima admisible será del 0,5% al tratarse de contadores concentrados en más de un lugar.

- **Conductores**

Se utilizan conductores de cobre, de 4x35+TTx16mm² para los locales y de 4x50+TTx25mm² para los servicios comunes, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico, siendo su tensión asignada de 0,6/1kV RZ1-K (AS).

Los cables no presentarán empalmes y su sección será uniforme, exceptuándose en este caso las conexiones realizadas en la ubicación de los contadores y en los dispositivos de protección.

Se instalan cables no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21123 parte 4 ó 5; o a la norma UNE 211002 (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción.

La sección mínima será de 6 mm² para los cables polares, neutro y protección. Para el cálculo de la sección de los conductores se tiene en cuenta lo siguiente:

Se seguirá el código de colores indicado en la ITC-BT-19. . Se utilizan los siguientes colores para su identificación.

Neutro: azul

Protección: Verde-amarillo

Fase: Marrón, negro, gris

Estos colores se utilizan para todas las líneas, tanto de enlace como interiores del edificio.

- **Canalizaciones**

Las derivaciones individuales transcurren por una bandeja tipo rejilla de zincado bicromado que cumplirá con las especificaciones de la norma UNE-EN 61537, siendo esta no propagadora de la llama.

5.8 - CUADROS ELECTRICOS

En los cuadros eléctricos se ubican los diferentes elementos de protección y control de las instalaciones receptoras.

En el interior de cada local, y próximos al acceso de las mismos, se instala un cuadro para la protección y distribución de las instalaciones interiores.

Se coloca un cuadro de distribución general para los servicios comunes del edificio. Este estará ubicado en el cuarto de recepción.

Del cuadro general de servicios comunes se alimentan los subcuadros del grupo de presión de la protección contra incendios, los ascensores y el grupo de bombeo del agua sanitaria.

A continuación se muestran los diferentes cuadros existentes y su identificación en planta y esquemas unifilares.

Tabla 6.- Cuadros de distribución y protección del edificio

CUADRO	DISTRIBUCION Y PROTECCION
CL-1	LOCAL 1
CL-2	LOCAL 2
CL-3	LOCAL 3
CL-4	LOCAL 4
CL-5	LOCAL 5
CL-6	LOCAL 6
CL-7	LOCAL 7
CL-SC	SERVICIOS COMUNES
CL-PCI	SUBCUADRO GRUPO PCI
CL- ASC	SUBCUADRO ASCENSORES
CL-AS	SUBCUADRO SISTEMA BOMBEO AGUA S

Cada cuadro dispone de un interruptor general automático de corte, y está equipado de interruptores automáticos de corte (PIA) para la protección contra sobrecargas y cortocircuitos que pudieran producirse, e interruptores diferenciales para proteger contra contactos indirectos.

Tal y como se puede observar en el anexo de los planos “esquemas unifilares” los dispositivos para los diferentes circuitos serán los siguientes:

Tabla 7.- Interruptores diferenciales y de corte de la instalación

Circuito	Interruptor Diferencial	Interruptor de corte (PIA)
Alumbrado	40A/2P/30mA	10A
Fuerza Puestos y varios	40A/2P/30mA	16A
Climatización	40A/4P/300mA	32A
Ventilación	25A/2P/30 mA	25A

Se coloca un interruptor de control de potencia, antes de los demás dispositivos, en compartimiento independiente y precintadle. Este dispositivo controla que la potencia realmente demandada por el usuario no exceda de la contratada. Su instalación la realizara la compañía suministradora.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1 y 2 m.

Para el cableado interior de los cuadros se utilizara cable unipolar aislado de tensión nominal 450/750V con aislamiento de compuesto termoplástico. Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión reducida de humos y opacidad reducida.

Las envolventes de los cuadros se ajustan a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 - 3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102.

Los cuadros se dimensionaran dejando como mínimo un 20% de su capacidad de espacio libre para posibles ampliaciones de la instalación.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

En el anexo VIII de Planos se incluyen los esquemas unifilares de los cuadros eléctricos. En dichos esquemas se indican las salidas, los receptores a los que alimentan, la sección y potencia de los circuitos así como las protecciones.

5.8.1 - Dispositivos de mando y control

Interruptor general automático (IGA)

El interruptor general automático se seleccionada a partir de la potencia máxima admisible de la instalación, su función es proteger ante sobrecargas i cortocircuitos, por tanto su capacidad de corte será suficiente para ser capaz de actuar ante una intensidad de cortocircuito que se puede producir en cualquier punto de la instalación.

Interruptor diferencial

El interruptor diferencial se encarga de proteger a las personas contra los contactos indirectos. Esta diseñado de tal forma que no permite intensidades de defecto que puedan ser perjudiciales para las personas.

Se colocan interruptores diferenciales de alta sensibilidad, con una intensidad máxima de 30 mA y un tiempo de respuesta de 50 milisegundos y de 300 mA para motores.

Para las agrupaciones donde estén conectados varios equipos electrónicos, se utilizaran interruptores diferenciales Superinmunizados. Estos son sensibles a los defectos generados por corrientes de fuga de alta frecuencia o transitorios de corta duración, esta sensibilidad se transforma en un poder de corte que tiene que reconocer estas corrientes, y de esta forma no saltar la protección, pues en este caso no debe saltar.

Interruptores automáticos magnetotérmicos de corte omnipolar (PIA)

Estos dispositivos tienen la función de proteger contra sobrecargas i cortocircuitos los conductores que forman los diferentes circuitos i al mismo tiempo los receptores que están conectados en estos.

Se colocaran para una intensidad inferior a la máxima permitida por el conductor para proteger la línea de posibles sobrecargas.

5.9 - INTALACIONES INTERIORES O RECEPTORES

Desde los cuadros eléctricos partirán los distintos circuitos de distribución mediante conductores y canalizaciones que alimentan los diferentes componentes de la instalación.

5.9.1 - Instalación alumbrado

Los circuitos de alumbrado transcurren por el falso techo por el interior de una bandeja tipo rejilla hasta las cajas de derivaciones. Desde aquí partirán los subpuntos, bajo tubos flexibles corrugados, para alimentar a los diferentes receptores.

La sección de las líneas de los circuitos se realizan de 2 x 1,5 mm² +TTx1,5mm², con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico, siendo su tensión asignada de 0,6/1kV RZ1-K (AS).

Los conductores serán no propagadores del incendio y con emisión reducida de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalente a las normas de la norma UNE 21.123 parte 4 o5 cumplen con esta preinscripción.

Para el encendido de las zonas diáfanos se colocan mecanismos tipo interruptor, de la marca simón modelo 75, instalados en la entrada a los diferentes locales y un interruptor para cada una de las estancia individuales.

5.9.2 - Luminarias

Para la instalación de los diferentes aparatos de alumbrado se han considerado los criterios que se definen a continuación:

Intensidad luminosa uniforme.

Conseguir el nivel con la más baja potencia disponible.

Utilización de luz natural, siempre que sea posible.

Los niveles de iluminación para las distintas zonas del edificio serán de:

Pasillos, escaleras y zonas comunes: 150 lux.

Oficinas: 500 lux.

Para conseguir los niveles de iluminación establecidos según los criterios de distribución que se han definido para los puestos de trabajo y las zonas de paso se instalan las siguientes luminarias:

- Pantalla fluorescente para colocación en falso techo de 60x60 de la marca LUXMAY modelo Amstrong con fluorescente T-6 de 4x18 W.
- Downlight empotrable de la marca LUXMAY modelo Del-195 con lámpara TC-DEL 12V de 2x26 W.
- Halógeno empotrable circular de la marca INDELUZ modelo Tritón con lámpara QPAR-16 de 1x50W.
- Halógeno empotrable cuadrado de la marca INDELUZ modelo belize con lámpara QR-CBC 51 12 V de 1x50W.
- Luminaria suspendida de la marca LAMP modelo FIL con fluorescente T5/T16 de 1x54 W.
- Fluorescente estanco de 1x50 W de la marca PHILIPS modelo TCW060 1xTL5-35W HF

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

En el anexo VIII de planos se puede observar su distribución.

5.9.3- Alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia son aparatos autónomos que entraran automáticamente en funcionamiento un fallo de alimentación de la instalación de alumbrado normal.

Estos garantizan el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación de los diferentes locales.

En las rutas de evacuación, el alumbrado debe proporcionar a nivel del suelo una iluminancia horizontal mínima de 1 lux.

Se coloca alumbrado antipánico, que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos. Debe proporcionar a nivel de suelo una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux,

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux.

Su autonomía mínima tras producirse el fallo será de 1 hora como mínimo.

Los aparatos autónomos destinados al alumbrado de emergencia deberán cumplir con lo establecido en las normas UNE-EN 60.598 -2-22 y la norma UNE 20.392.

Se escoge una luminaria de emergencia de la marca Daisalux modelo Hydra N5 que proporcionara los valores mínimos establecidos con anterioridad.

5.9.4 – Instalación de fuerza

Los circuitos de fuerza trascurren por el falso suelo por el interior de una bandeja tipo rejilla hasta las cajas de derivaciones. Desde aquí partirán los subpuntos, bajo tubos flexibles corrugados, para alimentar a los diferentes receptores de fuerza.

La sección de las líneas de los circuitos se realizan de 2 x 2,5 mm² +TTx1,5mm², con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico, siendo su tensión asignada de 0,6/1kV RZ1-K (AS).

Serán no propagadores del incendio y con emisión reducida de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalente a las normas de la norma UNE 21.123 parte 4 o5 cumplen con esta preinscripción.

5.9.5 - Mecanismos

Las bases de toma de corriente utilizadas serán bases bipolares de 250V 16 A, según lo especificado en la ITC-BT-19.

Para los puestos de trabajo de oficinas se instalarán cajas de mecanismos empotradas en falso suelo de la marca CIMA de 2 módulos de tomas voz-datos, 2 bases de enchufe tipo "Shucko" red normal y 2 bases de enchufe tipo "Shucko", preparadas para una posible formación de circuitos SAI.

En algunos puestos se colocaran canales tipo offiblock de la marca CIMA de 2 módulos de tomas voz-datos, 2 bases de enchufe tipo "Shucko" red normal y 2 bases de enchufe tipo "Shucko", preparadas para una posible formación de circuitos SAI.

Se distribuirán bases de toma de corriente de la marca simón modelo 27 por las diferentes estancias de los locales, aseos y zonas comunes.

En el anexo VIII de planos se puede observar su distribución.

5.9.6 - Canalizaciones

Los circuitos transcurren por bandeja tipo rejilla de zincado bicromado que cumplirá con las especificaciones de la norma UNE-EN 61537, siendo esta no propagadora de la llama. En el caso de los circuitos de alumbrado la bandeja transcurrirá por el falso techo, y para los circuitos de fuerza por debajo del suelo técnico.

Desde una caja de derivación parten los subpuntos hacia los diferentes elementos receptores. Estos subpuntos transcurren por el interior de tubo corrugado flexible fijado al forjado. Este tubo tendrá un diámetro mínimo establecido en la ITC-BT 21. A continuación se muestran los diferentes valores según la sección y número de conductores.

Tabla 8.- Diámetro exterior del tubo corrugado

Sección nominal de los conductores (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40

5.10 - RED DE TIERRAS

Las puestas a tierra son necesarias para delimitar la tensión que respecto a tierra, que puede aparecer en ocasiones en las masas metálicas, asegurando la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La toma de tierra estará formada, por una parte, por el electrodo metálico de difusión, de cobre desnudo, enterrado y unido a la estructura del edificio, y, por otra, por picas verticales, unidas al conductor.

Las dimensiones y características eléctricas, así como la naturaleza, se describen a continuación:

2 Picas de cobre de 16 mm de diámetro y 2 m. de longitud.

Conductor de cobre desnudo de 35 mm² de sección (mínima), directamente enterrado.

Resistencia a tierra de las picas

Su resistencia a tierra se calcula a partir de la fórmula establecida en ITC-BT-18. El terreno está compuesto por arenas arcillosas y material de relleno por lo que se estimara un valor de resistividad del terreno de 100 $\Omega\cdot\text{m}$.

$$R = \frac{\rho}{L}$$

R = Resistencia de tierra (Ω)
 ρ = resistividad del terreno ($\Omega\cdot\text{m}$)
L = Longitud total de las picas

$$R = \frac{100}{4} = 25 \Omega$$

Resistencia a tierra del conductor enterrado

Este conductor enterrado horizontalmente unirá las picas con toma a tierra de la instalación. Se calcula a partir de la expresión definida en la ITC-BT-18. Su longitud será de 12 m.

$$R = \frac{2 \cdot \rho}{L}$$

con lo que se obtiene:

$$R = \frac{2 \cdot 100}{12} = 16,66 \Omega$$

Se debe de considerar una resistencia equivalente teniendo en cuenta que ambos componentes se colocan en paralelo.

$$R_T = \frac{R_p \cdot R_c}{R_p + R_c}$$

Substituyendo:

$$R_T = \frac{25 \cdot 16,66}{25 + 16,66} = 9,99 \Omega$$

Este valor se encuentra dentro de los rangos aconsejados para la resistencia a tierra.

- **Conductores de protección**

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masa de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos. Serán de cobre siendo su sección mínima la indicada a continuación en la tabla 4.

Tabla 9.- Sección de los conductores de protección a tierra según la sección de la fase

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm²)
S ≤ 16	S _p = S
16 < S ≤ 35	S _p = 16
S > 35	S _p = S/2

5.11 - PROTECCION CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS Y DIRECTOS

- **Contactos indirectos**

Según la ITC-BT-24 se utilizara un sistema de corte automático de alimentación para garantizar una protección contra los contactos indirectos.

La protección contra posibles corrientes de defecto que puedan presentarse en la instalación se establecerá mediante la colocación, en el origen de cada agrupación de circuitos, de un interruptor automático diferencial de alta sensibilidad de corriente de defecto a tierra. La sensibilidad de los mismos será de 30mA para la protección de circuitos de fuerza y de alumbrado y de 300 mA para líneas con receptores tipo motor.

Además se garantizada esta protección con la colocación de la toma a tierra, al que se conectan todas las masas metálicas existentes en la instalación.

- **Contactos directos**

La protección contra posibles contactos directos, sobrecargas y cortocircuitos, se establecerá mediante la colocación del IGA, Interruptor general de corte y los Interruptores automáticos magnetotérmicos de corte omnipolar (PIA), colocados en el origen de cada circuito.

La intensidad nominal de estos interruptores se selecciona de forma que ante cualquier defecto presentado en la instalación éstos la dejarán fuera de servicio en un tiempo suficiente para evitar su deterioro.

La selección de estos se determina de forma que la intensidad nominal de la protección este comprendida entre el valor máximo admisible del conductor y la intensidad utilizada en el circuito.

Estos dispositivos tendrán un poder de corte superior a la intensidad de cortocircuito máxima admitida por el conductor.

5.12 – CALCULOS JUSTIFICATIVOS

5.12.1 - Potencia de cálculo

Para el cálculo de la potencia se tendrá en cuenta los factores que se describen a continuación.

- **Coeficiente de simultaneidad**

El coeficiente de simultaneidad es un coeficiente, entre 0 y 1, que se aplica a la potencia instalada, y que determina el funcionamiento real de la instalación.

Para las instalaciones interiores el coeficiente depende de los criterios del propio proyectista en cuanto al funcionamiento instantáneo de las instalaciones.

Como se puede observar en el anexo de cálculos para alumbrado sea considerado un coeficiente de simultaneidad de 1, para puestos de trabajo de 0,8 y para enchufes varios 0,5, determinando de esta forma y por agrupaciones el funcionamiento real en cuanto a la potencia instalada.

En el caso de la línea general de alimentación y las derivaciones individuales el coeficiente de simultaneidad será 1, según lo establecido en la ITC-BT 14 y en la ITC-BT-15.

- **Factor del receptor**

Según la ITC-BT-44 para receptores con lámparas de descarga, la potencia prevista será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas.

Para la presente instalación estas lámparas son las pantallas fluorescentes de 4x18W, por lo que la potencia instalada se multiplica por 1,8 veces su valor.

Según la ITC-BT-47 las líneas que contengan un motor se dimensionaran para que los cables conductores se dimensionen para soportar un 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Por lo que se le aplica un coeficiente de 1,25 a la potencia instalada del motor.

5.12.2 - Intensidad de corriente

Para calcular la intensidad se utilizan las siguientes expresiones:

Línea trifásica

$$I = \frac{P}{V \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi}$$

Línea monofásica

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$$

I = Intensidad (A)

P = Potencia de cálculo (W)

V = Tensión (V)

cos φ = Factor de potencia

- **Factor de potencia**

En ocasiones no toda la energía eléctrica suministrada se transforma 100 % en energía Útil. A la energía aprovechada se le denomina energía activa, mientras que la usada por el receptor para su propio funcionamiento se le llama energía reactiva.

En la presente instalación se considera un factor de potencia de 1 para iluminación ya que las luminarias fluorescentes incorporan un condensador para la compensación de la energía reactiva producida por el receptor y de 0,8 para las líneas donde se encuentran conectados receptores electrónicos o motores.

En el cálculo de la línea general de alimentación y derivaciones individuales se utilizara un factor de potencia medio de 0,9.

Se ha aconseja la colocación de una batería de condensadores para toda la instalación, en este caso su estudio no es objeto de este proyecto.

5.12.3 Intensidad máxima admisible

La intensidad máxima admisible de un conductor se determina en base a las especificaciones que se reflejan en la tabla 1 de la ITC-BT-19.

En la tabla 8 del anexo II de tablas generales, se pueden ver las intensidades máximas admisibles (A) al aire a 40°C de conductores.

Para realizar una correcta determinación de la intensidad máxima admisible de un conductor se tendrán en cuenta los siguientes puntos.

- *Según el método de instalación*

Método A: Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes.

Método A2: Cables multiconductores en tubos en paredes aislantes

Método B: : Conductores aislados en tubos, incluidos canaletas, en montaje superficial o empotrados en obra.

Método B2: Cables multiconductores en tubos, incluidos canaletas, en montaje superficial o empotrados en obra.

Método C: Cables multiconductores directamente en pared. (sección superior a 25 mm² de sección)

Método E: Cables multiconductores al aire libre (sección superior a 25mm²). Distancia a la pared no inferior al diámetro del cable.

Método F: Cables unipolares en contacto mutuo, en bandeja perforada. Distancia a la pared no inferior al diámetro del cable.

Método G: Cables unipolares separados un mínimo de su diámetro, en superficies perforadas o al aire libre.

- *Según el número de conductores y aislamiento*

Una vez especificada su colocación, se determina el número de conductores y el tipo de aislamiento..

2x.- Monofásicos

3x.- Trifásicos

PCV.- Aislamientos tipo termoplásticos

XPLE.- Aislamientos tipo termoestable

Teniendo en cuenta lo los dos puntos anteriores se obtiene la intensidad máxima admisible en función de la sección del conducto. A esta intensidad admisible del cable se deberán aplicar factores de corrección definidos en el apartado 10.3.1. de la memoria.

En la anterior tabla no se definen las intensidades máximas admisibles de un conductor enterrado. Esta intensidad está regulada en la ITC-BT 07, pudiéndose observar en la tabla 9 del anexo II de tablas generales, que para una sección de 240 unipolares la intensidad máxima admisible del conducto es de 550 A.

- **Factores de corrección**

Se han de tener en cuenta diferentes factores de corrección por los que la intensidad máxima admisible de un conductor puede variar. En este caso se tendrán en cuenta los siguientes.

Por agrupación de varios circuitos

Este factor es debido al agrupamiento de varios circuitos en una misma bandeja. Según lo indicado en la norma UNE 20.460-5-523 en la que se hace referencia en la ITC-BT-07 para agrupaciones de 6 circuitos por bandeja perforada se obtiene 0,75. Este factor se le aplicara a las derivaciones individuales y los circuitos interiores de los diferentes locales. Para línea general de alimentación se aplicara un factor de 0,90. Ver tabla 10 del anexo II de tablas generales.

5.12.4 -Tensión nominal y caída de tensión máxima admisible

La instalación se diseña para un funcionamiento y aislamiento para unas tensiones nominales de 230 V entre fase y neutro para líneas monofásicas y 400 V entre fases para líneas trifásicas.

5.12.5 - Caída de tensión admisible

Para el caso en el que existen varias centralizaciones de contadores, según la ITC-BT-19, la caída de tensión máxima admisible será del 1% para la línea general de alimentación y del 0,5% para las derivaciones individuales.

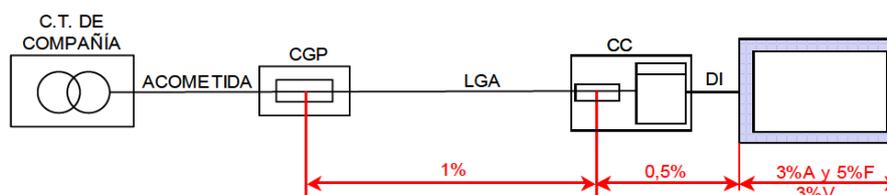


Fig.1.- Esquema caída de tensión en centralizaciones de contadores

Para las instalaciones interiores o receptoras la caída de tensión admisible será del 3% para iluminación y del 5% para los demás usos.

La caída de tensión podrá compensarse entre la derivación individual y la instalación interior, de forma que la caída de tensión sea inferior a la suma de los valores especificados para ambas.

5.12.6 - Caída de tensión

Línea Trifásica

$$e = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot V}$$

Línea monofásica

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot V}$$

e = caída de tensión máxima admisible (%)

P = Potencia de cálculo (W)

s = Sección del conductor (mm²)

V = Tensión (V)

γ = Conductividad del cobre (m/ $\Omega \cdot \text{mm}^2$)

L = Longitud del conductor (m)

- **Cálculo de la conductividad térmica**

El cobre a temperatura de 20°C posee una conductividad térmica de 56 m/ $\Omega \cdot \text{mm}^2$. Esto no siempre es cierto ya que el conductor según la intensidad a la que trabaja y el tipo de aislamiento puede ser que no trabaje a la temperatura de 20°. El programa informático utilizado determina esta conductividad a partir de los valores anteriormente comentado para obtener la conductividad exacta. Esto afecta directamente a la caída de tensión admisible por la línea.

$$\gamma = \frac{1}{\rho}$$

K = Conductividad del conductor a la temperatura T (°C).

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.(°C)

Para calcular la resistividad se utiliza la siguiente expresión:

$$\rho = \rho_{20^\circ} (1 + a \cdot (T - 20))$$

$$T = T_0 + ((T_{max} - T_0) \cdot (I/I_{max}))$$

T = Temperatura del conductor (°C)

ρ_{20° = Resistividad del conductor a 20°C. (Cu =0.018)

a = Coeficiente de temperatura (Cu = 0.00392)

T₀ = Temperatura ambiente 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)

6. PRESUPUESTO

			Unidades	Precio Unitario	Total Parcial	
1	Capítulo		Instalación de PCI	1	78.402,99	78.402,99
1.1			Detección automática de incendios	1	19.232,69	19.232,69
1.1.1	Partida	ud	Central analógica	1	4.198,65	4.198,65
			Suministro e instalación de central de detección de incendios analógica tipo aguilera modelo AE/SA-C23H incluido baterías y cable configuración			
1.1.2	Partida	ud	Detección en ambiente.	136	78,88	10.727,68
			Cabeza detector de humos iónico AE-94 OPA 2 de aguilera .Se incluye la Instalación formada por cable trenzado y apantallado, flexible, resistente al fuego, de 2 x1,5 mm2 de sección.			
1.1.3	Partida	ud	Pulsador de alarma de incendio	42	82,03	3.445,26
			Pulsador manual de alarma direccionable AE/94-P1 de aguilera. Se incluye la Instalación eléctrica formado por cable trenzado y apantallado,flexible, resistente al fuego, no propagador de la llama,baja emisión de humos, de 2 x1,5 mm2 de sección.			
1.1.4	Partida	ud	Sirena direccionable	10	86,11	861,10
			Sirena direccionable para conexión directa a lazo de detección AE/94-1SV. Ocupa una dirección en el lazo y programable desde la central. Se alimenta del lazo. Potencia acústica máxima: 95 dB. Se incluye la Instalación eléctrica formado por cable trenzado y apantallado,flexible, resistente al fuego, no propagador de la llama,baja emisión de humos, de 2 x1,5 mm2 de sección.			
			Total 1.1	1	19.232,69	19.232,69
1.2			Extinción manual de incendios	1	59.170,30	59.170,30
1.2.1	Partida	ud	Extintor de polvo ABC 6 Kg.	32	61,97	1.983,04
			Suministro de extintor de polvo ABC de 6 Kg, de la marca firex. Se incluyen elementos de sujeción para su correcto montaje.			

Cálculo y diseño de instalaciones de un edificio destinado a uso administrativo

1.2.2	Partida	ud	Extintor de CO2 de 5 Kg.	8	132,75	1.062
			Suministro e instalación de CO2 de 5 Kg, de la marca firex. Se incluyen elementos de sujeción para su correcto montaje.			
1.2.3	Partida	ud	Placas señalización.	40	306	12.240
			Conjunto de placas de señalización de equipos de extinción de acuerdo a normativa.			
1.2.4	Partida	ud	BIE	16	340	5.440
			Suministro e instalación de BIE homologada según la norma UNE-EN 671. Se incluye pequeño material y accesorios para su correcto conexionado a la red de distribución de BIES			
1.2.5	Partida	ml	Tubo de acero negro 2"	74	76,35	5.649,90
			Suministro e instalación de tubo acero negro de 2" para red de contraincendios. Se incluyen accesorios tales como reducciones, codos y tes.			
1.2.6	Partida	ml	Tubo de acero negro 1 1/2"	78	58,79	4.585,62
			Suministro e instalación de tubo acero negro de 1 1/2" para red de contraincendios. Se incluyen accesorios tales como reducciones, codos y tes.			
1.2.7	Partida	ml	Tubo de acero negro 1 1/4"	28	43,54	1.219,12
			Suministro e instalación de tubo de hierro de 1" 1/4" para red de contraincendios. Se incluyen accesorios tales como reducciones, codos y tes.			
1.2.8	Partida	ml	Válvula de corte 2"	3	43,54	130,62
			Suministro e instalación de válvula de corte de 2". Se incluyen accesorios para su correcto montaje y funcionamiento.			
1.2.9	Partida	p.a	Válvula de retención de 3"	2	8.650	17.300
			Suministro e instalación de válvula de retención de 2". Se incluyen accesorios para su correcto montaje y funcionamiento.			

Cálculo y diseño de instalaciones de un edificio destinado a uso administrativo

1.2.10	Partida	p.a	Grupo de presión	1	9.560	9.560
			Suministro e instalación de grupo de presión compuesto de una bomba eléctrica, una diesel y una jockey. Se coloca el modelo UNE90 EJ 12/55Q, según necesidades de presión y caudal determinadas. Se incluye pequeño material y accesorios para su correcto montaje y funcionamiento.			
			Total 1.2	1	59.170,30	59.170,30
2	Capítulo		Instalación de climatización	1	315.288,39	315.288,39
2.1			Maquinaria	1	270.848	270.848
			Suministro e instalación de unidad exterior de aire acondicionado de la marca Mitsubishi Heavy Industries, con bomba de calor de modeloFDCA560HKXE4.			
2.1.1.	Partida	ud	Equipo Mitsubishi FDCA450HKXE4	4	18.200	72.800
			Suministro e instalación de unidad exterior de aire acondicionado de la marca Mitsubishi Heavy Industries, con bomba de calor de modeloFDCA450HKXE4.			
2.1.2	Partida	ud	Equipo Mitsubishi FDCA504HKXE4	2	20.500	41.000
			Suministro e instalación de unidad exterior de aire acondicionado de la marca Mitsubishi Heavy Industries, con bomba de calor de modeloFDCA504HKRXE4.			
2.1.3	Partida	ud	Equipo Mitsubishi FDUMA140KXE	6	2245	13.470
			Suministro e instalación de unidad interior tipo conductos de aire acondicionado de la marca Mitsubishi Heavy Industries, con bomba de calor de modelo FDUMA112KXE.			
2.1.4	Partida	ud	Equipo Mitsubishi FDUMA112KXE	3	1.860	5.580
			Suministro e instalación de unidad interior tipo conductos de aire acondicionado de la marca Mitsubishi Heavy Industries, con bomba de calor de modelo FDUMA112KXE.			

Cálculo y diseño de instalaciones de un edificio destinado a uso administrativo

2.1.5	Partida	ud	Equipo Mitsubishi FDUMA90KXE	2	1.785	3.570
			Suministro e instalación de unidad interior tipo conductos de aire acondicionado de la marca Mitsubishi Heavy Industries, con bomba de calor de modelo FDUMA90KXE.			
2.1.6	Partida	ud	Equipo Mitsubishi FDUMA71KXE	2	1.700	3.400
			Suministro e instalación de unidad interior tipo conductos de aire acondicionado de la marca Mitsubishi Heavy Industries, con bomba de calor de modelo FDUMA71KXE.			
2.1.7	Partida	ud	Equipo Mitsubishi FDUMA56KXE	10	1.600	16.000
			Suministro e instalación de unidad interior tipo conductos de aire acondicionado de la marca Mitsubishi Heavy Industries, con bomba de calor de modelo FDUMA56KXE.			
2.1.8	Partida	ud	Equipo Mitsubishi FDUMA45KXE	2	1.600	3.200
			Suministro e instalación de unidad interior tipo conductos de aire acondicionado de la marca Mitsubishi Heavy Industries, con bomba de calor de modelo FDUMA45KXE.			
2.1.9	Partida	ud	Equipo Mitsubishi FDTC56KXE	9	1.110	9.990
			Suministro e instalación de unidad interior tipo Split de pared para sala técnicas de aire acondicionado de la marca Mitsubishi Heavy Industries, con bomba de calor de modelo FDTC56KXE.			
2.1.10	Partida	ud	Equipo Mitsubishi FDTC45KXE	7	1.110	7.770
			Suministro e instalación de unidad interior tipo Split de pared para sala técnicas de aire acondicionado de la marca Mitsubishi Heavy Industries, con bomba de calor de modelo FDTC45KXE			
2.1.11	Partida	ud	Equipo Mitsubishi FDTC36KXE	2	990	1.980
			Suministro e instalación de unidad interior tipo Split de pared para sala técnicas de aire acondicionado de la marca Mitsubishi Heavy Industries, con bomba de calor de modelo FDTC36KXE			

Cálculo y diseño de instalaciones de un edificio destinado a uso administrativo

2.1.12	Partida	ud	Equipo Mitsubishi FDTC28KXE	3	990	2.970
			Suministro e instalación de unidad interior tipo Split de pared para sala técnicas de aire acondicionado de la marca Mitsubishi Heavy Industries, con bomba de calor de modelo FDTC28KXE			
2.1.13	Partida	ud	Equipo Mitsubishi FDC 125 N/S	1	5.678	5.678
			Suministro e instalación de conjunto de condensadora- evaporadora tipo conductos para la climatización de la zona del vestíbulo de entrada, de marca Mitsubishi Heavy Industries, con bomba de calor de modelo FDC 125 y unidad interior FDUM 125			
2.1.14	Partida	ud	Equipo Mitsubishi SRC 60 ZXH	7	3.565	24.955
			Suministro e instalación de conjunto de condensadora- evaporadora tipo split para la climatización de la zona de la sala CPD, de marca Mitsubishi Heavy Industries, con bomba de calor de modelo SRC 60 ZXH y unidad interior FDUM 125.			
2.1.15	Partida	ud	Recuperador entalpico SAF1000	10	2.780	27.800
			Suministro e instalación de recuperador entalpico de la marca Mitsubishi Heavy Industries modelo SAF 1000.			
2.1.16	Partida	ud	Recuperador entalpico SAF 500	7	1.450	10.150
			Suministro e instalación de recuperador entalpico de la marca Mitsubishi Heavy Industries modelo SAF 500.			
2.1.17	Partida	ml	Maniobra equipos interiores.	1.500	9,55	14.325
			Realización de maniobra eléctrica a unidades interiores realizada con cableado de 4x2.5 mm tipo RZ 1KV.			
2.1.18	Partida	ud	Desagües	54	115	6.210
			Instalación de desagüe de condensados para fan-coils de techo con tubería de p.v.c.			
			Total 2.1	1	270.848	270.848

Cálculo y diseño de instalaciones de un edificio destinado a uso administrativo

2.2			Distribución	1	44.440,39	44.440,39
2.2.1	Partida	ml	Tubería frigorífica	76	34,56	2.626,56
			Suministro de tubería frigorífica mediante tubo de cobre deshidratado y aislado con aislante Armaflex o similar, de diámetro 3/8"-1/4", para la conexión entre unidades interiores y exteriores, incluido p.p de gas refrigerante y pequeño material totalmente instalado.			
2.2.2	Partida	ml	Tubería frigorífica	430	38,79	16.679,70
			Suministro de tubería frigorífica mediante tubo de cobre deshidratado y aislado con aislante Armaflex o similar, de diámetro 5/8" - 1/2", para la conexión entre unidades interiores y exteriores, incluido p.p de gas refrigerante y pequeño material totalmente instalado.			
2.2.3	Partida	ml	Tubería frigorífica	123	59,39	7.304,97
			Suministro de tubería frigorífica mediante tubo de cobre deshidratado y aislado con aislante Armaflex o similar, de diámetro 3/4" - 5/8" , para la conexión entre unidades interiores y exteriores, incluido p.p de gas refrigerante y pequeño material totalmente instalado.			
2.2.4	Partida	ml	Tubería frigorífica	82	79,38	6.509,16
			Suministro de tubería frigorífica mediante tubo de cobre deshidratado y aislado con aislante Armaflex o similar, de diámetro 1 1/8" - 7/8', para la conexión entre unidades interiores y exteriores, incluido p.p de gas refrigerante y pequeño material totalmente instalado.			
2.2.5	Partida	ud	Distribuidor DIS 22	13	180	2.340
			Suministro e instalación de distribuidor marca Mitsubishi Heavy Industries modelo DIS-22-1 incluido elementos de fijación y sujeción.			
2.2.6	Partida	ud	Distribuidor DIS 180	19	240	4.560
			Suministro e instalación de distribuidor marca Mitsubishi Heavy Industries modelo DIS-180-1 incluido elementos de fijación y sujeción.			

Cálculo y diseño de instalaciones de un edificio destinado a uso administrativo

2.2.7	Partida	ud.	Distribuidor DIS 371	13	340	4.420
			Suministro e instalación de distribuidor marca Mitsubishi Heavy Industries modelo DIS-371-1 incluido elementos de fijación y sujeción.			
			Total 2.2	1	44.440,39	44.440,39
3	Capítulo		Energía Termica para ACS	1	7.617,91	7.617,91
3.1			Sistema general	1	7.012,15	7.012,15
3.1.1	Partida	ud.	Captador solar escosol	4	567,80	2.271,20
			Suministro e instalación de captador solar plano de alto rendimiento modelo escosol 2300 de 2,13 m2 de superficie util. Se incluye pequeño material y accesorios para su correcto montaje y funcionamiento			
3.1.2	Partida	ud.	Estructura soporte	2	465,45	930,90
			Suministro e instalación de la estructura soporte estándar realizada en aluminio para la correcta fijación de los captadores solares. Se incluye pequeño material y accesorios para su correcto montaje y funcionamiento.			
3.1.3	Partida	ud.	Bomba de circulación	1	384,60	384,60
			Suministro e instalación de bomba de circulación de la marca Grundfos, modelo 15-45.130. Se incluyen accesorios para su correcto montaje y funcionamiento.			
3.1.4	Partida	ud.	Acumulador	1	2.845,60	2.845,60
			Suministro e instalación de acumulador con intercambiador en su interior con capacidad de 800 litros modelo CV-800-M1P. Se incluyen accesorios para su correcto montaje y funcionamiento.			

Cálculo y diseño de instalaciones de un edificio destinado a uso administrativo

3.1.5	Partida	ud.	Sistema de control	1	245,15	245,15
			Suministro e instalación de centralita Deltasol . Se incluyen todos los accesorios y conexionado de la misma a los elementos necesarios de la instalación.			
3.1.6	Partida	ud	Sonda de temperatura	3	84,75	254,25
			Suministro e instalación de sonda de temperatura de temperatura. Totalmente instalada			
3.1.7	Partida	ud	Vaso de expansión	1	80,45	80,45
			Suministro e instalación de vaso de expansión con 8 litros de capacidad modelo 8 SMF.			
			Total 3.1		7.012,15	7.012,15
3.2			Distribución	1	605,76	605,76
3.2.1	Partida	ml	Tubería de cobre de 10 mm	38	5,34	202,92
			Suministro e instalación de tubería de cobre de 16mm. Se incluye coquilla aislante tipo armaflex, pequeño material y accesorios tales como codos, reducciones y tes para su correcto montaje y funcionamiento de la instalación.			
3.2.2	Partida	ml	Tubería de cobre de 16mm	12	6,15	73,80
			Suministro e instalación de tubería de cobre de 1/2". Se incluye coquilla aislante del tipo armaflex, pequeño material y accesorios tales como codos, reducciones y tes para su correcto montaje y funcionamiento de la instalación.			
3.2.3	Partida	ud	Válvula de corte de 3/8"	4	16,75	67
			Suministro e instalación de válvula de corte de 3/8". Totalmente instalada.			
3.2.4	Partida	ud	Válvula de corte de 1/2"	4	19,60	78,40
			Suministro e instalación de válvula de corte de 1/2". Totalmente instalada.			
3.2.5	Partida	ud	Válvula antirretorno de 1/2"	1	28,50	28,50
			Suministro e instalación de válvula antirretorno de 1/2". Totalmente instalada.			
3.2.6	Partida	ud	Válvula 3 vias de 1/2"	1	46,95	46,95
			Suministro e instalación de válvula de 3 vias de 1/2". Totalmente instalada.			

Cálculo y diseño de instalaciones de un edificio destinado a uso administrativo

3.2.7	Partida	ud	Caudalimetro	1	67,15	67,15
			Suministro e instalación de caudalimetro con conexión de 1/2". Totalmente instalada.			
3.2.8	Partida	ud	Manómetro	4	10,26	41,04
			Suministro e instalación de manómetro con conexión de 1/2". Totalmente instalada.			
			Total 3.2	1	605,76	605,76
4	Capítulo		Instalacion electrica	1	171.247,95	171.247,95
4.1			Cuadros Eléctricos	1	40.851,20	40.851,20
4.1.1	Partida	ud	Cuadro servicios comunes	1	7.804,30	7.804,30
			Suministro e instalación de cuadro de distribución, construido en chapa de acero de superficie, tipo Prisma GX de Merlin Gerin, con puerta plena, conteniendo el aparellaje reflejado en unifilar. Toda la aparamenta será Merlin Gerin. Se incluye la total instalación del conjunto y pequeño material necesario para ello y puesta en marcha. Elementos de protección y distribución según esquema unifilar. Se incluye subcuadros para la alimentación del grupo de PCI, ascensores y bomba de agua.			
4.1.2	Partida	ud	Cuadro eléctrico Local 1-2-3-4	4	4.807,30	19.229,20
			Suministro e instalación de cuadro de distribución, construido en chapa de acero de superficie, tipo Prisma GX de Merlin Gerin, con puerta plena, conteniendo el aparellaje reflejado en unifilar. Toda la aparamenta será Merlin Gerin. Se incluye la total instalación del conjunto y pequeño material necesario para ello y puesta en marcha.			
4.1.3	Partida	ud	Cuadro eléctrico Local 5-6-7	3	4.605,90	13.817,70
			Suministro e instalación de cuadro de distribución, construido en chapa de acero de superficie, tipo Prisma GX de Merlin Gerin, con puerta plena, conteniendo el aparellaje reflejado en unifilar. Toda la aparamenta será Merlin Gerin. Se incluye la total instalación del conjunto y pequeño material necesario para ello y puesta en marcha.			
			Total 4.1	1	40.851,20	40.851,20

Cálculo y diseño de instalaciones de un edificio destinado a uso administrativo

4.2			Líneas eléctricas	1	14.335,38	14.335,38
4.2.1	Partida	m	Línea General de alimentación	10	456,76	4.567,60
			Suministro e instalación de línea general de alimentación desde CGP hasta embarrado general de los módulos de contadores, formada por conductores unipolares tipo 2x(4x150) mm ² Cu , RZ1-K0,6/1kV bajo canalización tipo tubo corrugado, con p/p de terminales de presión, rótulos identificativos y conexiones.			
4.2.2	Partida	m	Línea a C.G.B.T oficinas	121	67,54	8.172,34
			Suministro e instalación de líneas de derivación individual a los cuadros de las oficinas, formada por conductores tipo 4(1x35)+TTx16mm ² , RZ1-K0,6/1kV con p/p de terminales de presión, rótulos identificativos y conexiones.			
4.2.3	Partida	m	Línea a C.G.B.T a servicios comunes	28	56,98	1.595,44
			Suministro e instalación de línea de derivación individual, formada por conductores unipolares de G.G.C. tipo 4(1x50)+TTx25 mm ² , RZ1-K0,6/1kV , con p/p de terminales de presión, rótulos identificativos y conexiones.			
			Total 4.2	1	14.335,38	14.335,38
4.3			Canalizaciones de distribución	1	15.340,68	15.340,68
4.3.1	Partida	m	Bandeja rejiband 300x60	215	14,97	3.218,55
			Suministro e instalación de canalización realizada mediante bandeja de varilla de acero electrosoldada galvanizada en caliente, tipo Rejiband de PEMSA, de 300x60 mm de sección, incluso accesorios de fijación, uniones y soportería especial.			
4.3.2	Partida	m	Bandeja rejiband 100x60	245	10,73	2.628,85
			Suministro e instalación de canalización realizada mediante bandeja de varilla de acero electrosoldada galvanizada en caliente, tipo Rejiband de PEMSA, de 100x60 mm de sección, incluso accesorios de fijación, uniones y soportería especial.			

Cálculo y diseño de instalaciones de un edificio destinado a uso administrativo

4.3.3	Partida	m	Bandeja rejiband 400x60	20	21,78	435,60
			Suministro e instalación de canalización realizada mediante bandeja de varilla de acero electrosoldada galvanizada en caliente, tipo Rejiband de PEMSA, de 400x60 mm de sección, incluso accesorios de fijación, uniones y soportería especial.			
4.3.4	Partida	m		402	12,44	5.000,88
			Suministro e instalación de canalización realizada mediante bandeja de varilla de acero electrosoldada galvanizada en caliente, tipo Rejiband de PEMSA, de 200x60 mm de sección, incluso accesorios de fijación, uniones y soportería especial.			
4.3.5	Partida	m	Tubo corrugado M-50	106	3,80	402,80
			Suministro e instalación de canalización realizada mediante tubo corrugado forrado M-50, sobre falso techo, incluso accesorios de fijación, uniones y soportería especial.			
4.3.6	Partida	m	Tubo corrugado M-25	1.900	0,91	1.729
			Suministro e instalación de canalización realizada mediante tubo corrugado forrado libre de halógenos M-25, sobre falso techo, incluso accesorios de fijación, uniones y soportería especial.			
4.3.7	Partida	m	Tubo corrugado M-20	2.500	0,77	1.925
			Suministro e instalación de canalización realizada mediante tubo corrugado forrado libre de halógenos M-20, sobre falso techo, incluso accesorios de fijación, uniones y soportería especial.			
			Total 4.3	1	15.340,68	15.340,68

4.4			Distribución eléctrica	1	24.666,32	24.666,32
4.4.1	Partida	ud	Circuito RZ1-K 0,6/1KV 3x1,5 mm2	50	58,74	2.937
			Suministro e instalación de cableados para formación de circuitos realizados mediante conductores, tipo RZ1-K0,6/1KV 3x1,5 mm2 de sección, con p/p de terminales, rotulaciones, conexiones, cajas de derivación y pequeño material. Se valora la realización del punto.			
4.4.2	Partida	ud	Subpunto RZ1-K 0,6/1KV 3x1,5 mm2	470	19,50	9.165
			Suministro e instalación de cableados para formación de subpunto realizados mediante conductores, tipo RZ1-K0,6/1KV 3x1,5 mm2 de sección, con p/p de terminales, rotulaciones, conexiones, cajas de derivación y pequeño material (se valorarán los circuitos independientemente de su longitud).			
4.4.3	Partida	ud	Circuito RZ1-K 0,6/1KV 3x2,5 mm2	75	63,85	4.788,75
			Suministro e instalación de cableados para formación de circuitos realizados mediante conductores, tipo RZ1-K0,6/1KV 3x2,5 mm2 de sección, con p/p de terminales, rotulaciones, conexiones, cajas de derivación y pequeño material (se valorarán los circuitos independientemente de su longitud).			
4.4.4	Partida	ud	Subpunto RZ1-K 0,6/1KV 3x2,5 mm2	315	22,40	7.056
			Suministro e instalación de cableados para formación de subpunto realizados mediante conductores, tipo RZ1-K0,6/1KV 3x2,5 mm2 de sección, con p/p de terminales, rotulaciones, conexiones, cajas de derivación y pequeño material (se valorarán los circuitos independientemente de su longitud).			

Cálculo y diseño de instalaciones de un edificio destinado a uso administrativo

4.4.5	Partida	ud	Circuito RZ1-K 0,6/1KV 3x4 mm2	2	68,96	137,92
			Suministro e instalación de cableados para formación de circuitos realizados mediante conductores, tipo RZ1-K0,6/1KV 3x4 mm2 de sección, con p/p de terminales, rotulaciones, conexiones, cajas de derivación y pequeño material (se valorarán los circuitos independientemente de su longitud).			
4.4.6	Partida	ud	Circuito RZ1-K 0,6/1KV 3x6 mm2	3	74,35	223,05
			Suministro e instalación de cableados para formación de subpunto realizados mediante conductores, tipo RZ1-K0,6/1KV 3x6 mm2 de sección, con p/p de terminales, rotulaciones, conexiones, cajas de derivación y pequeño material (se valorarán los circuitos independientemente de su longitud).			
4.4.7	Partida	ud	Circuito RZ1-K 0,6/1KV 5x10 mm2	1	358,60	358,60
			Suministro e instalación de cableados para formación de circuitos realizados mediante conductores , tipo RZ1-K0,6/1KV 5x10 mm2 de sección, con p/p de terminales, rotulaciones, conexiones, cajas de derivación y pequeño material (se valorarán los circuitos independientemente de su longitud).			
			Total 4.4	1	24.666,32	24.666,32
4.5			Tomas de corriente	1	29.557,35	29.557,35
4.5.1	Partida	ud	Toma de corriente Simón serie 75 .	48	23,95	1.149,60
			Toma de corriente 2P+T 16A Schuko de empotrar Simón serie 75 acabado a elegir, completo incluso p/p de cableados de derivación desde circuitos principales, canalizaciones, caja, placas mecanismos y rotulación.			
4.5.2	Partida	ud	Puesto de trabajo	245	115,95	28.407,75
			Conjunto portamecanismos para empotrar en falso suelo, tipo cima, equipado con 2 tomas de corriente 2P+T-16A Schuko blancas, 2 tomas de corriente 2P+T-16A Schuko rojas y espacio libre para montaje de conectores de comunicaciones (a instalar por otros).			
			Total 4.5	1	29.557,35	29.557,35

Cálculo y diseño de instalaciones de un edificio destinado a uso administrativo

4.6			Alumbrado y emergencia	1	44.013,02	44.013,02
4.6.1	Partida	ud	Pantalla fluorescente 4x18W	261	108,92	28.428,12
			Suministro e instalación de luminaria para montaje en falso techo modular 600x600 mm modelo Amstrong de la marca Luxmay T-6, polivalente con difusor doble parabólico baja luminancia alto brillo anodizado cerrado en cabeceros. Incluso lámparas y accesorios. Totalmente instalada.			
4.6.2	Partida	ud	Luminaria suspendida	24	76,54	1.836,96
			Suministro e instalación de luminaria 1 x 54 W suspendida tipo lamp modelo Fil, para empotrar en falso techo, completo.			
4.6.3	Partida	ud	Halógeno empotrable cuadrado 1x50W	18	54,78	986,04
			Suministro e instalación de foco halógeno 1x 50W tipo indeluz modelo beliza, para empotrar en falso techo, completo.			
4.6.4	Partida	ud	Halógeno empotrable circular 1x50W	36	47,72	1.717,92
			Suministro e instalación de foco halógeno 1x50W tipo indeluz modelo triton, para empotrar en falso techo, completo.			
4.6.5	Partida	ud	Downlight 2x18w	36	69,15	2.489,40
			Suministro e instalación Downlight totalmente empotrado, tipo luxmay modelo del-195. Incluso latiguillo de conexión con clavija, lámparas y cristal ,completamente instalado.			
4.6.6	Partida	ud	Aparato autónomo de emergencia 210 lm	115	67,34	7.744,10
			Suministro e instalación de aparato autónomo de emergencia de 210 lum, con cerco para empotrar en falso techo o equipado para montaje en superficie tipo daisalux modelo hydra, se incluye clavija para conexión a cajas tipo Maniboite.			
4.6.7	Partida	ud	Fluorescente estanco	12	67,54	810,48
			Suministro e instalación de fluorescente estanco tipo lamp de 1x36W para cuarto de instalaciones, incluido elementos de conexión y tubos.			
			Total 4.6	1,00	44.013,02	44.013,02

Cálculo y diseño de instalaciones de un edificio destinado a uso administrativo

4.7			Red de tierras	1,00	2.484	2.484
4.7.1	Partida	m	Cobre desnudo	460	5,40	2.484
			Suministro e instalación de red de tierras, formado por conductor de cobre desnudo CU 35 mm. transportado por todo el recorrido de bandejas que componen la instalación, completa con todos sus accesorios, bridas de conexión, terminales, bornas y cajas de comprobación seccionable con conexión a la red general de tierra.			
			Total 4.7	1,00	2.484	2.484
5	Capítulo		Legalizaciones	1	22.500	22.500
02.11.02	Partida	ud	Proyecto	1	22.500	22.500
			Realización del proyecto de las diferentes instalaciones para su legalización y sellado por el organismo de control y gestión. Realización de todos los tramites pertinentes para la obtención del certificado final de obra para la consecución del acta de puesta en marcha Se incluyen todos los gastos de gestión en los colegios oficiales. Se incluyen los planos AS-BUILT de las diferentes instalaciones. Se incluyen trabajos de ingeniería para la el dimensionado y correcta ejecución en obra de todas las instalaciones			

A continuación se muestran los importes finales de cada capítulo y el importe total de la obra.

Capítulo 1	Instalación de PCI	78402
Capítulo 2	Instalación de climatización	315288
Capítulo 3	Energía Termica para ACS	7617
Capítulo 4	Instalacion electrica	171247
Capítulo 5	Legalizaciones	22500
	IMPORTE BRUTO	595054
	IVA 16 %	95209
	TOTAL PRESUPUESTO	690263

El importe total es de SEISCIENTOS NOVENTA MIL DOSCIENTOS SESENTA Y TRES EUROS.

7. CONCLUSIONES

La implantación del Código Técnico de la Edificación ha supuesto un cambio importante en la manera de plantear y diseñar las instalaciones. Los criterios de ejecución y aspectos energéticos hacen que éste sea un documento de obligado cumplimiento que unifica los requerimientos propios de las instalaciones con limitaciones que no debes sobrepasar para conseguir una buena eficiencia tanto de las instalaciones como de los diferentes elementos de un edificio.

Es importante contar con todas las demás normativas y documentos dirigidos exclusivamente a cada instalación, que concretan aspectos más definidos en cuanto a la ejecución de la instalación a la que van dirigidos.

Sobre la ejecución propia de este proyecto he logrado profundizar en los diferentes aspectos que determinan cada una de las instalaciones y con ello obtener mi objetivo de conocer mejor el funcionamiento y la ejecución de todas ellas.

Al tratarse de varias instalaciones no he podido definir en concreto algunos aspectos, como por ejemplo realizar el estudio lumínico del edificio para determinar su eficiencia en este aspecto o realizar un estudio más detallado del funcionamiento de las máquinas de climatización, que quedan pendientes para futuros estudios que realice.

En cuanto a la elección del edificio proyectado, creo que para sacarle el máximo provecho a un estudio como el que he realizado, hubiera sido importante escoger un edificio de dimensiones más reducidas, para evitar el cálculo y diseño de elementos y partes que realizan la misma función. Lo que se aconseja en futuros proyectos dirigidos a la ejecución de varias instalaciones es elegir un edificio que te permita su estudio, pero que el volumen de trabajo repetitivo no interfiera en el objetivo de aprender y profundizar al máximo, que en definitiva, es lo más importante.

8. BIBLIOGRAFIA

- **Libros**

- Baldasano J.María; Cremades, Lázaro; Mitjà, Albert; Esteve, Joan. *Atlas de Radiació Solar a Catalunya*, 1ª Edición, 1992.
- CARRIER AIR CONDITIONING CO.: *Manual de Aire Acondicionado (Handbook of air conditioning system design)*. Barcelona. Marcombo, 1986.
- Fernández Salgado, José M.; Gallardo Rodríguez, Vicente. *Energía solar térmica en la edificación*, 1ª edición 2004.
- Jimeno Mardomingo, Jimeno. *Fundamentos de aire acondicionado*, 1ª edición, 1998.
- Miranda, Ángel Luis. *“La Psicometría”*, Ediciones CEAC,S.A. Barcelona 1996.
- Miranda, Ángel Luis. *Técnicas de climatización*, 2ª edición 2008.

- **Normativa**

- Código técnico de edificación (CTE) (Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo).
- Documento Básico SI Seguridad en caso de incendios (CTE).
- Documento Básico HE ahorro de energía (CTE).
- Real Decreto 1942 / 1993 “Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios”.
- Reglamento Electrotécnico para baja tensión (REBT).
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) (Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio).
- Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Barcelona (2006).

- **Páginas Web**

- Bombas hasa: <http://www.bombashasa.es> (Octubre 2007)
- Lumelco climatización: <http://www.lumelco.es> (Diciembre 2008)
- Isover: <http://www.isoover.es> (Febrero 2008)
- Salvador Escoda: <http://www.salvadorescoda.com/> (Marzo 2008)
- Grundfos: <http://www.grundfos.es> (Abril 2008)
- Electricidad cahors: <http://www.cahorsesp.es/> (Mayo 2008)