

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN, A.C.S. Y VENTILACION

***PROYECTO BÁSICO, DE EJECUCIÓN Y ACTIVIDAD.
6 UNIDADES DE INFANTIL, S.U.M. Y COMEDOR EN EL
NUEVO CEIP EN EL BARRIO DE SOLAGUA, LEGANÉS
Parcela 44.E7. PP - 6. Calles del NOGAL, LONDRES y
VIENA SOLAGUA. RESIDENCIAL U/M. LEGANÉS.
MADRID***

MEMORIA Y CÁLCULOS

ÍNDICE

1. OBJETO, REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES
 - 1.1. OBJETO Y ANTECEDENTES
 - 1.2. EMPLAZAMIENTO DEL EDIFICIO Y PROPIEDAD
 - 1.3. NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN A CUMPLIR
 - 1.4. OTRAS DISPOSICIONES OFICIALES
2. DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA
3. HORARIOS DE FUNCIONAMIENTO, OCUPACIÓN Y CÁLCULO DE CAUDALES AIRE EXTERIOR
4. DESCRIPCIÓN DE CERRAMIENTOS. CÁLCULO DE COEFICIENTES U. CÁLCULO DE LAS CONDENSACIONES
 - 4.1. CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA
 - 4.2. CÁLCULO DE LAS CONDENSACIONES
5. CONDICIONES EXTERIORES DE CÁLCULO
6. CONDICIONES INTERIORES DE CÁLCULO
7. CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS DE INVIERNO
8. SISTEMA ELEGIDO Y MÁQUINAS ELEGIDAS
 - 8.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN
 - 8.2. DESCRIPCIÓN Y CÁLCULO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE PARA A.C.S.
 - 8.3. TRATAMIENTO ANTILEGIONELA DEL A.C.S.
 - 8.4. CALDERAS. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
 - 8.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS DEPÓSITOS DE ACUMULACIÓN
9. CÁLCULO Y SELECCIÓN DE RADIADORES
10. CÁLCULO Y SELECCIÓN DE SUELO RADIANTE
 - 10.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA
 - 10.1.1. TUBERÍAS PEX
 - 10.1.2. EL ELEMENTO BASE
 - 10.1.3. AISLAMIENTO PERIMETRAL CON LÁMINA DE PE
 - 10.1.4. DISTRIBUIDOR CON CAUDALÍMETRO
 - 10.1.5. ADITIVO PARA MORTERO
 - 10.1.6. REGULACIÓN
 - 10.1.7. ARMARIOS PARA DISTRIBUIDOR
 - 10.2. CONDICIONES DE DISEÑO
 - 10.2.1. TEMPERATURA DEL SUELO
 - 10.3. RESULTADOS DEL CÁLCULO

ÍNDICE

- 11. CÁLCULO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN SOLAR
 - 11.1. COLECTORES
 - 11.2. CONFIGURACIÓN ELEGIDA
 - 11.2.1. SISTEMA DE TRANSFERENCIA TÉRMICA
 - 11.2.2. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
 - 11.2.3. SISTEMA AUXILIAR
- 12. TUBERÍAS Y AISLAMIENTO
 - 12.1. TUBERIAS Y CONEXIONES
 - 12.2. ESPESORES DE AISLANTE
 - 12.3. CÁLCULO DE LA RED
 - 12.4. BOMBAS DE CIRCULACIÓN
 - 12.5. ALIMENTACIÓN Y VACIADO
- 13. CÁLCULO DEL SISTEMA DE EXPANSIÓN
- 14. CONDUCTOS Y DIFUSIÓN
 - 14.1. DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTOS DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE
 - 14.2. TIPO DE CONDUCTOS
 - 14.3. RESULTADOS DEL CÁLCULO DE CONDUCTOS
 - 14.4. DIFUSIÓN
- 15. SALA DE CALDERAS
 - 15.1. CARACTERÍSTICAS COMUNES DE LOS LOCALES DESTINADOS A SALA DE MÁQUINAS
 - 15.2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES Y DIMENSIONALES DE LA SALA DE CALDERAS
 - 15.3. INSTALACIÓN DE GAS EN EL INTERIOR DE LOS LOCALES O RECINTOS
 - 15.4. AIRE PARA LA COMBUSTIÓN Y VENTILACIÓN INFERIOR
 - 15.5. AIRE PARA VENTILACIÓN SUPERIOR
- 16. CÁLCULO DE CHIMENEAS DE EVACUACIÓN DE PRODUCTOS DE COMBUSTIÓN
 - 16.1. CHIMENEA
 - 16.2. CONDUCTO DE EVACUACIÓN
 - 16.3. CÁLCULO DE LAS CHIMENEAS
- 17. ANEXOS
- 18. PLANOS

1. OBJETO, REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES

1.1. OBJETO Y ANTECEDENTES

El presente documento tiene por objeto establecer y justificar todos los datos que permiten la definición y construcción de los elementos que componen la instalación de climatización y ventilación, del "PROYECTO BÁSICO, DE EJECUCIÓN Y ACTIVIDAD. 6 UNIDADES DE INFANTIL, S.U.M. Y COMEDOR EN EL NUEVO CEIP EN EL BARRIO DE SOLAGUA, LEGANÉS Parcela 44.E7. PP - 6. Calles del NOGAL, LONDRES y VIENA SOLAGUA. RESIDENCIAL U/M. LEGANÉS. MADRID", y sus principales características de funcionamiento, con los cálculos justificativos, así como la valoración de las unidades constructivas a fin de asegurar su buen funcionamiento y el cumplimiento de la reglamentación vigente.

1.2. EMPLAZAMIENTO DEL EDIFICIO Y PROPIEDAD

Datos Generales

Titular:	D.G. INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS DE LA CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE
Dirección:	C/ SANTA HORTENSIA, 30. 28002. MADRID.
Emplazamiento:	Parcela 44.E7. PP - 6. Calles del NOGAL, LONDRES y VIENA SOLAGUA. RESIDENCIAL U/M. LEGANÉS. MADRID

1.3. NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN A CUMPLIR

Tanto en la redacción de este documento como para su posterior ejecución se observarán todas y cada una de las especificaciones contenidas en los siguientes Reglamentos:

- Código técnico de la edificación y sus documentos básicos aprobado por el Real Decreto 314/2006 de 17 de Marzo, así como sus modificaciones posteriores.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Térmicas Complementarias, aprobadas por el Real Decreto 1027/2007 de 20 de Julio, así como sus modificaciones posteriores.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión (Decreto 842/2002 de 2 de agosto BOE Nº 224 de 18 de septiembre) y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales aprobada por Real Decreto 31/1995 de 8 de Noviembre y la Instrucción para la aplicación de la misma (B.O.E. 8/3/1996).
- Todas las Normas UNE y de la CEE a las que se hace referencia en las RITE y CTE.

1.4. OTRAS DISPOSICIONES OFICIALES

Tanto en la redacción de este documento como para su posterior ejecución se observarán todas y cada una de las especificaciones contenidas en los siguientes Disposiciones Oficiales:

- Normas Urbanísticas del Plan General de Ordenación Urbana y Ordenanzas del Ayuntamiento de Leganés.

2. DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA

La instalación objeto de este proyecto consta de un total de 23 locales a climatizar. Cada local estará asociado a una zona de climatización en que hemos dividido el proyecto, tal y como se especifica en el listado de Distribución de locales en zonas y departamentos y que detallamos a continuación en función de su tipo y superficies:

Departamento nº 1.- AULAS		
<u>Locales</u>	<u>Superficie (m²)</u>	<u>Volumen (m³)</u>
1 - WC01	11,46	40,11
2 - WC02	11,46	40,11
3 - WC03	11,46	40,11
4 - WC04	11,46	40,11
5 - AULA 1	50,05	175,18
6 - AULA 2	50,05	175,18
7 - AULA 3	50,05	175,18
8 - AULA 4	50,05	175,18
9 - AULA 5	50,05	175,18
10 - AULA 6	50,05	175,18
11 - DISTRIBUIDOR AULAS	76,72	268,52
12 - DISTRIBUIDOR 1	52,01	182,04
13 - DESPACHO DIRECTOR	15,66	54,81
14 - DESPACHO	9,96	34,86
15 - ADMINISTRACION	22,60	79,10
16 - CONSERJERIA	13,56	58,31
17 - VESTIBULO	55,44	238,39
18 - DISTRIBUIDOR 3	40,62	142,17
19 - WC8	6,04	21,14
20 - WC11	20,00	70,00
21 - WC12	20,00	70,00
22 - SALA USOS MULTIPLES	128,48	629,55
23 - COMEDOR	367,08	2.283,24
TOTAL PROYECTO	1.174,31	5.343,61

3. HORARIOS DE FUNCIONAMIENTO, OCUPACIÓN Y CÁLCULO DE CAUDALES AIRE EXTERIOR

La instalación, en general, funcionará durante los meses de invierno ya que los equipos elegidos son tales que proporcionan sólo calor.

Sin embargo, la ventilación, que es mecánica, funcionará durante todo el año.

El horario normal de funcionamiento de cada sistema será el propio del uso particular al que está destinado.

Las horas de funcionamiento de cada local se fijarán en función de las temperaturas de diseño y el grado de ocupación horaria en cada local, para ello dispondremos de los controles automáticos necesarios. En todo caso la propiedad podrá establecer cualquier horario y periodo.

Para el cálculo de la carga térmica de calefacción, no se tiene en cuenta el grado de ocupación del edificio, puesto que para el servicio de calefacción, no se consideran las cargas térmicas internas debidas a personas, iluminación, etc.

Para mantener una calidad de aire aceptable en los locales ocupados aplicaremos todos los criterios que se fijan en la ITE 1.1.4.2. del R.I.T.E. Para el caso que nos ocupa y para lograr la mejor calidad de aire posible, con el menor caudal de aire primario y la mejor ventilación posible, utilizaremos el Método Directo por Calidad de Aire Percibido (Apartado B de la IT 1.1.4.2.3. Caudal mínimo del aire exterior de ventilación).

El aire exterior será siempre filtrado y tratado térmicamente antes de su introducción a los locales, según especifica la citada norma, teniendo en cuenta para la ubicación de tomas la dirección de los vientos dominantes.

Para determinar los caudales necesarios de aire exterior utilizaremos el informe CR 1752 (método olfativo) y los valores de la tabla 1.4.2.2. De aquí se obtienen los requerimientos de aire de ventilación en función del número de ocupantes y de la superficie del local. La justificación y los valores adoptados aparecen en el **anexo IC-1** de cálculo.

Se dispondrá de una instalación de renovación de aire mediante Sistemas Integrados para el Ahorro de la Ventilación (SIAV), distribuyendo la ventilación en las distintas estancias mediante conductos, rejillas de difusión y de extracción a través del falso techo. La distribución del aire desde los SIAV a las distintas aulas puede comprobarse en la tablas de distribución de caudal del anexo CL 1 además de en los planos. La instalación de ventilación aportará el caudal necesario para mantener una calidad del aire necesaria para cumplir los requerimientos del RITE teniendo en cuenta la Calidad del Aire Percibido. Los SIAV se situarán en el falso techo de los aseos y zonas de paso, previendo el espacio y accesos necesarios para la realización de futuras tareas de mantenimiento como se indica en la I.T.3.4.4.3.

4. DESCRIPCIÓN DE CERRAMIENTOS. CÁLCULO DE COEFICIENTES U. CÁLCULO DE LAS CONDENSACIONES

4.1. CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA

El cálculo de coeficientes U (transmitancia térmica) de los cerramientos se realiza de acuerdo con todo lo especificado en el Documento Básico HE1 del Código Técnico de la Edificación, sobre Ahorro de energía.

De forma genérica y según el apéndice E de la citada norma se empleará la fórmula siguiente:

$$U = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_1}{\lambda_1} + \frac{L_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{L_n}{\lambda_n} + R_{se}}$$

donde:

U	=	Transmitancia térmica en W/m ² K
R _{si}	=	Resistencia térmica superficial interior en m ² K/W
R _{se}	=	Resistencia térmica superficial exterior en m ² K/W
L _n	=	espesor del componente n del cerramiento en m
λ _n	=	conductividad térmica del componente n en W/m K

Los valores de R_{si} y R_{se} se tomarán aplicando las diversas tablas del apéndice E en función del tipo de cerramiento del que se trate. Los valores de las conductividades térmicas para cada uno de los materiales del catálogo informático de elementos constructivos.

El objeto del catálogo informático de elementos constructivos es proporcionar una base de datos que recoja información de las características de los materiales, de las prestaciones higotérmicas y acústicas de los elementos constructivos genéricos y de las especificidades constructivas relativas a las exigencias básicas del CTE.

Los valores límite de los coeficientes se tomarán de las tablas 2.1 y 2.2 del capítulo 2 del DB HE1 y, teniendo en cuenta que la población en que se encuentra la obra pertenece a la zona climática, se comprueba que todos los valores de los coeficientes U se encuentran dentro de los límites.

Aplicando la expresión arriba expuesta se obtienen los resultados que aparecen en el listado de Cerramientos Definidos en el Proyecto (incluido en el **anexo IC-2**, en el cual se definen todos y cada uno de los materiales que componen los cerramientos, con sus correspondientes datos.

4.2. CÁLCULO DE LAS CONDENSACIONES

Condensaciones superficiales

Factor de temperatura de la superficie interior de un cerramiento

El factor de temperatura de la superficie interior f_{Rsi} , para cada cerramiento, partición interior, o puentes térmicos integrados en los cerramientos, se calculará a partir de su transmitancia térmica mediante la siguiente ecuación:

$$f_{Rsi} = 1 - U \cdot 0,25$$

Siendo

U la transmitancia térmica del cerramiento, partición interior, o puente térmico integrado en el cerramiento calculada por el procedimiento descrito en el apartado E.1 [W/m² K].

Factor de temperatura de la superficie interior mínimo

El factor de temperatura de la superficie interior mínimo aceptable $f_{R_{si},min}$ de un puente térmico, cerramiento o partición interior se podrá calcular a partir de la siguiente expresión:

$$f_{R_{si},min} = \frac{\theta_{si,min} - \theta_e}{20 - \theta_e}$$

Siendo

θ_e la temperatura exterior de la localidad en el mes de enero definida en el apartado G.1.1 [°C];
 $\theta_{si,min}$ la temperatura superficial interior mínima aceptable obtenida de la siguiente expresión [°C]:

$$\theta_{si,min} = \frac{237,3 \cdot \log_e \left(\frac{P_{sat}}{610,5} \right)}{17,269 - \log_e \left(\frac{P_{sat}}{610,5} \right)}$$

$\theta_1 \dots \theta_{n-1}$ la temperatura en cada capa [°C].

$R_1, R_2 \dots R_n$ las resistencias térmicas de cada capa definidas según la expresión (E.3) [m²K/W];

donde

P_{sat} es la presión de saturación máxima aceptable en la superficie obtenida de la siguiente expresión [Pa]:

$$P_{sat} = \frac{P_i}{0,8}$$

donde

P_i es la presión del vapor interior obtenida de la siguiente expresión [Pa]. $P_i = \phi_i \cdot 2337$

Donde

ϕ_i es la humedad relativa interior definida en el apartado G.1.2.1 [en tanto por 1].

Condensaciones intersticiales

Distribución de temperatura

La distribución de temperaturas a lo largo del espesor de un cerramiento formado por varias capas depende de las temperaturas del aire a ambos lados de la misma, así como de las resistencias térmicas superficiales interior R_{si} y exterior R_{se} , y de las resistencias térmicas de cada capa ($R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$).

El procedimiento a seguir para el cálculo de la distribución de temperaturas es el siguiente:

- cálculo de la **resistencia térmica total** del elemento constructivo mediante la expresión (E.2).
- cálculo de la **temperatura superficial exterior** θ_{se} :

$$\theta_{se} = \theta_{se} + \frac{R_{se}}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

c) cálculo de la **temperatura en cada una de las capas** que componen el elemento constructivo según las expresiones siguientes:

$$\theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e) \quad \theta_2 = \theta_1 + \frac{R_2}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e) \quad \theta_n = \theta_{n-1} + \frac{R_n}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

d) cálculo de la **temperatura superficial interior** θ_{si} :

$$\theta_{si} = \theta_n + \frac{R_{si}}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

Siendo

θ_e la temperatura exterior de la localidad en la que se ubica el edificio según G.1.1 correspondiente a la temperatura media del mes de enero [°C];

θ_i la temperatura interior definida en el apartado G.1.2.2 [°C];

θ_{se} la temperatura superficial exterior [°C];

$\theta_1 \dots \theta_{n-1}$ la temperatura en cada capa [°C].

R_{se} la resistencia térmica superficial correspondiente al aire exterior, tomada de la tabla E.1 de acuerdo a la posición del elemento constructivo, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [m² K/W].

$R_1, R_2 \dots R_n$ las resistencias térmicas de cada capa definidas según la expresión (E.3) [m²K/W];

R_T la resistencia térmica total del componente constructivo, calculada mediante la expresión (E.2) [m² K/ W];

Distribución de la presión de vapor de saturación

Se determinará la distribución de la presión de vapor de saturación a lo largo de un muro formado por varias capas, a partir de la distribución de temperaturas obtenida anteriormente, mediante las expresiones indicadas en el apartado G.3.1.

Distribución de presión de vapor

La distribución de presión de vapor a través del cerramiento se calculará mediante las siguientes expresiones:

$$P_1 = P_e + \frac{S_{d1}}{\sum S_{dn}} \cdot (P_i - P_e)$$

$$P_2 = P_1 + \frac{S_{d2}}{\sum S_{dn}} \cdot (P_i - P_e)$$

$$P_n = P_{n-1} + \frac{S_{d(n-1)}}{\sum S_{dn}} \cdot (P_i - P_e) \quad (G.10)$$

siendo

P_i la presión de vapor del aire interior [Pa];

P_e la presión de vapor del aire exterior [Pa];

$P_1 \dots P_{n-1}$ la presión de vapor en cada capa n [Pa];

$S_{d1} \dots S_{d(n-1)}$ el espesor de aire equivalente de cada capa frente a la difusión del vapor de agua, calculado mediante la siguiente expresión [m];

$$S_{dn} = e_n \cdot \mu_n \quad (G.11)$$

donde

μ_n es el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua de cada capa, calculado a partir de valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456: 2001 o tomado de Documentos Reconocidos;

e_n es el espesor de la capa n [m].

5. CONDICIONES EXTERIORES DE CÁLCULO

Para fijar las condiciones exteriores de diseño aplicaremos lo establecido en la norma UNE 10001-85 (sustituida por la norma UNE 10001-2000) sobre condiciones climáticas para proyectos correspondientes a las observaciones de los meses de diciembre, enero y febrero en la localidad de la obra.

La elección las condiciones exteriores se hará en base al criterio de niveles percentiles que se indican de la UNE 100014-84.

- Para cálculo de refrigeración (verano):

Datos de diseño en la localidad de proyecto para las 15 horas solares de un día del mes de julio, y que no han sido excedidas en más de un 5% de las horas totales de los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre (122 días):

- Altitud sobre el nivel del mar = 595 metros
- Zona climática = D3
- Temperatura seca = 32,70 °C (percentil 5%)
- Temperatura húmeda coincidente = 19,60 °C
- Humedad relativa: 29,30 %
- Temperatura de locales no climatizados = 29 °C
- Temperatura del terreno = 20 °C
- Velocidad del viento = 4,4 m/s

- Para cálculo de calefacción (invierno)

- Temperatura seca: -3,7 °C (percentil 97,5%)
- Humedad relativa: 80,0 %
- Temperatura de locales no calefactados: 12 °C
- Temperatura del terreno: 6 °C
- Velocidad del viento = 2,7 m/s
- Altitud sobre el nivel del mar = 595 metros
- Zona climática = D3
- Temperatura seca {Te} = - 3,70 °C
- Temperatura de locales no calefactados= 12,00 °C
- Temperatura del terreno = 6 °C
- Velocidad del viento = 4,40 m/s
- Coeficiente orientación N = 20%
- Coeficiente orientación NO = 15%
- Coeficiente orientación E = 10%
- Coeficiente orientación SE = 5%
- Coeficiente orientación S = 0%
- Coeficiente orientación SO = 5%
- Coeficiente orientación O = 10%
- Coeficiente orientación NE = 15%
- Coeficiente Intermittencia = 15%
- Coeficiente por Situación = 0%

Para el cálculo de consumos los datos de grados-día se obtendrán teniendo en cuenta los establecidos por la norma UNE 100002-88.

6. CONDICIONES INTERIORES DE CÁLCULO

Para lograr el bienestar térmico aplicaremos la IT 1.1.4.1 referente a la exigencia de calidad térmica del ambiente y a las condiciones interiores de diseño, por lo que tendremos en cuenta todo lo que especifica la UNE-EN ISO 7730 donde se determinará las condiciones en función de la actividad metabólica de las personas y su grado de vestimenta, debiendo estar la temperatura interior comprendida entre 23 y 25 °C en verano y 21 y 23 °C en invierno; y la humedad relativa interior entre los valores del 45 al 60 % en verano y 40 y 50% en invierno. De esta manera los valores serán:

Valores generales medios de partida para el cálculo:

- Temperatura seca verano: 24 °C
- Humedad relativa verano: 50 %
- Temperatura seca invierno: 21 °C
- Humedad relativa invierno: 40 %

Dichas condiciones se asegurarán en la zona ocupada. Cuyas separaciones respecto a los distintos elementos serán: 1 m a la pared exterior con ventanas o puertas, 50 cm a pared exterior sin ventanas o puertas y a pared interior, 10 cm desde el suelo y como límite superior 2 m.

No tendrán la consideración de zona ocupada y, por lo tanto, no quedarán garantizadas las condiciones interiores de diseño, en los lugares donde puedan darse importantes variaciones de temperatura con respecto a la media y pueda haber presencia de corrientes de aire como zonas de tránsito, zonas cercanas a puertas de uso frecuente o aparatos con fuerte producción de calor así como las zonas próximas a cualquier unidad terminal que impulse aire.

- Velocidad media del aire para T = 25 °C: 0,15 - 0,18 m/s, según la IT 1.1.4.1.3
- Nivel sonoro: Según la IT 1.1.4.4
- Vibraciones: Se aislará de acuerdo con la UNE 100153-88

7. CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS DE INVIERNO

El cálculo de cargas se realizará de forma independiente para cada local, y teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Características constructivas y orientaciones (Transmitancia U y coeficientes por orientación) (CTE)
- Influencia de los edificios colindantes y exposición a los vientos (Coeficiente por situación)
- Tiempos de funcionamiento (Coeficiente por intermitencia)
- Ventilación (norma IT 1.1.4.2.3)

a) Pérdidas por transmisión

$$P_t = S \cdot U \cdot I_o \cdot (T_i - T_e) \text{ kcal/h}$$

P_t = Pérdidas por transmisión en kcal/h

S = Superficie del cerramiento en m^2

K = Coeficiente K del cerramiento en $\text{kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$

I_o = Incremento por orientación

T_i = Temperatura interior en $^\circ\text{C}$

T_e = Temperatura exterior en $^\circ\text{C}$

b) Pérdidas por infiltración

$$P_i = \mu \cdot Q_{ir} \cdot S \cdot (T_i - T_e)$$

P_i = Pérdidas por infiltración en kcal/h

$\mu = 0,30$

S = Superficie del cerramiento en m^2

Q_{ir} = infiltración real a P_v de presión en $\text{m}^3/\text{h m}^2$

T_i = Temperatura interior en $^\circ\text{C}$

T_e = Temperatura exterior en $^\circ\text{C}$

$$Q_{ir} = Q_{ip} \left[\frac{P_v}{100} \right]^{\frac{1}{n}}$$

Q_{ip} = Infiltración a 100 Pa en $\text{m}^3/\text{h m}^2$

P_v = Presión del viento en Pa

$n = 1.5$ (entre 1 y 2 según el flujo)

$$P_v = \frac{c \cdot \delta \cdot V^2}{2}$$

$c = 0,94$

$\delta = 1,293$

c) Pérdidas por renovación

$$P_r = 0,30 \cdot V \cdot (T_i - T_e)$$

V = Volumen del local en m^3

N = Número de renovaciones

P_r = Pérdidas por renovación

d) Pérdida de carga total

$$P_c = P_t + (P_i \text{ o } P_r) \cdot (I_s + I_i + I_a + I_e) \text{ kcal/h}$$

P_c = Pérdida de carga total en kCal/h

$(P_i \text{ o } P_r)$ = La mayor de ambas

I_s = Coeficiente por situación

I_i = Coeficiente por intermitencia

I_a = Coeficiente por altura (superiores a 4 m)

I_e = Coeficiente por esquina

El resultado del cálculo de las cargas térmicas se adjunta en el **anexo IC-3.**

8. SISTEMA ELEGIDO Y MÁQUINAS ELEGIDAS

8.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN

Atendiendo a los diversos factores influyentes tales como:

Posibilidades de regulación, economía de la energía, comparación de la inversión inicial y el consumo energético posterior, condiciones de confort, protección del medio ambiente, etc. se ha optado por el siguiente sistema de calefacción:

- **Producción térmica:**

La producción de agua caliente es centralizada. La central térmica está situada en la planta baja. La producción de agua caliente, se hace por medio de calderas de condensación alimentada con gas natural con potencia suficiente para cubrir la totalidad de la demanda calorífica del nuevo edificio. Dispondremos de dos grupos térmicos diferenciados: uno formado por tres calderas murales que trabajan en cascada y otro formado por una única caldera mural.

El cálculo y características de las Calderas se realizan más adelante en esta Memoria empleándose como combustible Gas Natural.

- **Sistema de terminales:**

Se han previsto dos tipos de elementos terminales: radiadores y suelo radiante.

El suelo radiante se ha previsto en las aulas y sus aseos y en el pasillo de acceso a las aulas. Además, se ha previsto en el salón de usos múltiples y el aseo aledaño.

El resto del edificio (oficinas, pasillos, comedor, etc.) se tratarán con radiadores de aluminio de la marca ROCA modelo DUBAL.

Por tanto, la producción de agua caliente se realizará en dos niveles de temperatura: el fluido térmico será agua caliente con temperatura de impulsión de 67,5 °C y retorno a 52,5 °C para la alimentación de los radiadores; y temperatura de impulsión de 43 °C y retorno a 34 °C para el suelo radiante.

Para la producción de agua caliente sanitaria se prevé una temperatura de impulsión de 80 °C y retorno a 60 °C.

Con objeto de maximizar la eficiencia de las calderas, que serán de condensación, se han previsto dos grupos térmicos: uno para el suelo radiante, que aprovechará al máximo el fenómeno de condensación por trabajar a baja temperatura y otro para el resto de la producción de agua caliente que se realizará a mayor temperatura.

La distribución será radial desde la central térmica, es decir, se han previsto diferentes circuitos, intentando independizar cada fachada.

La distribución se realizará por suelo con retorno directo y con colectores, desde los que se alimentará, en estrella, a los emisores. Excepcionalmente, en el comedor se ha previsto una distribución con retorno invertido debido a las características circulares del circuito.

El número de elementos o longitud de los radiadores se indica en los planos y en los anexos **IC-4** (radiadores) y **IC-5** (suelo radiante).

Existe un circuito separado para alimentar las baterías de agua caliente de las unidades de ventilación SIAV distribuidas por todo el edificio. Para estas unidades se ha elegido un sistema de regulación con válvula de dos vías, es decir a caudal variable.

Para minimizar el tamaño de las baterías de agua caliente la producción de agua caliente para el circuito de ventilación se hará a una temperatura de impulsión de 80 °C con retorno a 60 °C.

- **Rendimiento de la caldera:**

El rendimiento de las calderas, cuyas características especificamos más adelante en esta Memoria, para conseguir el mayor ahorro energético, según los datos del fabricante será mayor que:

- Rendimiento a potencia útil nominal y una temperatura media del agua en la caldera de 70 °C: $n \geq 90 + 2 \log P_n$.
- Rendimiento a carga parcial de $0,3 \cdot P_n$ y a una temperatura de retorno del agua a la caldera de 30 °C: $n \geq 97 + \log P_n$.

- **Idoneidad del combustible:**

Los elementos generadores de calor, calderas y quemadores, utilizarán el combustible para el que fueron diseñados (Gas Natural) y que hemos citado anteriormente en este capítulo.

Si en algún caso, se precisara emplear otro combustible, éste será tal, que se mantendrá el rendimiento mínimo arriba especificado, con el fin de lograr el mejor funcionamiento posible y así conseguir el mayor ahorro energético.

- **Aislamiento térmico:**

A efectos del ahorro energético tendremos en cuenta todas las prescripciones establecidas en la IT 1.2.4.2.1.

Con el fin de evitar consumos energéticos superfluos los aparatos, equipos y conducciones que contengan fluidos a temperaturas superiores a 40°C, dispondrán de un aislamiento térmico para reducir las pérdidas de energía a cifras que no superen el 5% de la Potencia útil.

El material con el que se aislarán las tuberías será coquilla ARMAFLEX o equivalente aprobado por la d.f. cuyo espesor mínimo lo tomamos de las tablas 1.2.4.2.1. y 1.2.4.2.2. de la IT 1.2.1.2.1.2., en función del diámetro de la tubería y la temperatura del fluido y de si discurren por el interior o el exterior del edificio.

Tabla 1.2.4.2.1: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios

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

Tabla 1.2.4.2.2: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios

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

- Regulación y control:**

El control del sistema se basará en sonda exterior de compensación de temperatura y/o termostato modulante, de forma que modifique la temperatura de ida a emisores adaptándolos a la demanda.

Se dispondrá un sistema de control automático para poder mantener los locales en las condiciones de diseño y ajustar el consumo de energía a las variaciones horarias de la carga térmica.

Cada unidad terminal llevará un dispositivo manual de interrupción de las aportaciones térmicas que se utilizará también para lograr el equilibrado del sistema.

Cada unidad terminal llevará un dispositivo manual de interrupción de las aportaciones térmicas que se utilizará también para lograr el equilibrado del sistema.

En los radiadores (excepto en los pasillos y aseos) se instalarán válvulas termostáticas para regular la aportación calorífica en cada local. En consecuencia las válvulas termostáticas regularán la temperatura de cada local.

En los locales tratados con suelo radiante los termostatos irán colocados a 1,5 m. del suelo, no estando expuestos al calor de la radiación solar, lámparas, corrientes de aire procedentes de ventanas, ventiladores, etc. Tendrán una escala tal que el punto de ajuste esté en el centro entre 10 y 30 °C.

En el caso de la ventilación la regulación de las válvulas de control se realizará mediante un regulador actuado por sonda de temperatura diferencial en conducto y termostato de modo que se mantenga la temperatura de impulsión del aire de ventilación.

Para medida de la energía consumida, se instalarán tres contadores de calorías aptos para medir en régimen de calefacción.

Se colocará un dispositivo para provocar una solución de continuidad y retención con la red de agua potable en caso de falta de presión de la misma. Así mismo se dispondrán los elementos necesarios para el vaciado del circuito.

8.2. DESCRIPCIÓN Y CÁLCULO DEL SISTEMA DE. PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE PARA A.C.S.

La producción de agua caliente sanitaria también se encuentra centralizada en la central térmica antes indicada. La producción de agua caliente se hace por medio de una caldera modular de condensación alimentada con gas natural con potencia suficiente para cubrir la totalidad de la demanda calorífica del edificio.

Como sistema de apoyo a la producción de A.C.S. de la central térmica se ha previsto un sistema de captación de energía solar formado por colectores solares planos. El sistema de captación elegido se describe y calcula en el anexo IC-8 de esta memoria. El sistema de captación solar está constituido fundamentalmente por los colectores solares, un intercambiador de tubular interno al depósito de almacenamiento y un sistema de almacenamiento. En el circuito primario se ha previsto un grupo de bombas para la circulación del agua.

Las necesidades de agua caliente sanitaria se incluyen en el anexo IC-8. A este respecto se debe indicar que se ha realizado el cálculo de las necesidades de agua caliente sanitaria de acuerdo con los métodos de cálculo definidos por el DB-HE4.

En la central térmica se han situado los siguientes equipos.

- Calderas (central térmica)
- Equipos de bombeo de calderas
- Equipos de bombeo de agua de circuitos secundarios.
- Depósito de expansión del sistema de calefacción.
- Equipos de bombeo de captación solar
- Depósito de expansión del circuito paneles solares.
- Depósitos de acumulación de A.C.S.
- Depósitos de acumulación de energía solar.

DATOS DE PARTIDA

Consumo diario Qd (litros)	650 L	
Temperatura de entrada del agua (te)	10 °C	
Temperatura de preparación del agua (tprep)	60 °C	
Diferencial de temperatura Dt (°C):	50 °C	
Temperatura de uso del agua (tut)	42 °C	
Temperatura mínima útil del agua (tu)	45 °C	
Temperatura de distribución del agua:	52 °C	
Tiempo de preparación (en segundos) (Tpprep)	3.600 s	1 h
$Q_{\text{prep}}/Q_{\text{maxh}}$ (Qprep_Qmaxh)	0,2	
Porcentaje consumo periodo punta (Rep)	75,0% %	

CONSUMOS Y TIEMPOS

Consumo total diario (C_d)	650 L	
Caudal máximo diario (C_{maxd})	488 L	
Periodo punta (T)	3.600 s	1,00 h
Factor de simultaneidad (ϕ)	1,00	
Caudal máximo horario (Q_{maxh})	0,14 L/s	488 L/h
Caudal durante preparación (Q_{prep})	0,03 L/s	98 L/h

DEPOSITO ELEGIDO

Unidades	1
Marca	LAPESA
Modelo	GX-500-M1
Volumen	500 L
Alto	1.690 mm
Diámetro	770 mm

CÁLCULOS FINALES

Factor de forma elegido f_r	2,19	
Factor de mezcla f_m	0,94	
Volumen útil V_{util}	137 L	
Volumen total previo $V_{total(p)}$	146 L	
Potencia útil previa $P_{util(p)}$	11,9 kW	10.247 kcal/h
Nº depósitos	1 Ud	
Volumen total calculado $V_{total(c)}$	146 L	
Volumen total adoptado V_{total}	500 L	
Pérdidas por disponibilidad P_d	0,3 kW	237 kcal/h
Pérdidas en la red de distribución P_r	1,2 kW	1.025 kcal/h
Potencia total calculada $P_{total(c)}$	13,4 kW	11.508 kcal/h
Potencia total adoptada P_{total}	13,5 kW	11.635 kcal/h

POTENCIA CALDERA/INTERCAMBIADOR	13,5 kW	11.635 kcal/h
VOLUMEN ACUMULACIÓN	500 L	

8.3. TRATAMIENTO ANTELEGIONELA DEL A.C.S.

Como tratamiento preventivo antilegionela del agua caliente sanitaria almacenada en los depósitos de almacenamiento de agua caliente sanitaria se ha previsto realizar periódicamente un choque térmico de dos horas con elevación de temperatura por encima de 70°C.

En los depósitos de acumulación de A.C.S. se realizará por medio del intercambiador previsto para la producción de agua caliente sanitaria.

En los depósitos de acumulación de energía solar se realizará interrumpiendo el consumo y permitiendo la elevación de la temperatura de los depósitos durante las horas de aportación solar.

8.4. CALDERAS. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Para determinar la potencia de las calderas sumaremos la potencia demandada por la instalación y lo multiplicaremos por 1,05 para considerar las pérdidas en la red de distribución y por 1,15 para la puesta a régimen de la instalación.

La potencia de las calderas en cada caso contemplado será:

CALDERA SUELO RADIANTE

Ventilación	0	kcal/h	0	W
Suelo Radiante	32.737	kcal/h	38.067	
Suelo Radiante reserva 4 aulas (**)	10.760	kcal/h	12.511	W
A.C.S.	0	kcal/h	0,00	W
TOTAL	43.497	kcal/h	50.578	W
Disipaciones (5%)	2.175	kcal/h	2.529	W
Puesta a régimen (0%) (*)	0,00	kcal/h	0,00	W
Potencia útil total	45.672	kcal/h	53.107	W
 Potencia total demandada	 45.672	 kcal/h	 53.107	 W
Coefficiente simultaneidad	1,00		1,00	
Potencia máxima demandada	45.672	kcal/h	53.107	W

MARCA	WOLF
MODELO	CGB 50
POTENCIA (50/30°C) (kW)	49,9
Nº CALDERAS	1,0
POTENCIA INSTALADA (kW)	49,9

(*) Se considera tenido en cuenta con el coeficiente de intermitencia aplicado al cálculo de pérdidas.

(**) Se considera una ampliación de tres o cuatro aulas de iguales características.

CALDERA A.C.S.+RADIADORES

Ventilación	37.962	kcal/h	44.141	W
Ventilacion reserva 4 aulas	10.960	kcal/h	12.744	W
Radiadores	47.344	kcal/h	55.051	W
A.C.S.	11.635	kcal/h	13.528	W
TOTAL	107.900	kcal/h	125.465	W
Disipaciones (5%)	5.395	kcal/h	6.273	W
Puesta a régimen (0%) (*)	0,00	kcal/h	0,00	W
Potencia útil total	113.295	kcal/h	131.738	W

Potencia total demandada	113.295	kcal/h	131.738	W
Coeficiente simultaneidad	1,00		1,00	
Potencia máxima demandada	113.295	kcal/h	131.738	W

MARCA	WOLF
MODELO	CGB 68
POTENCIA (50/30°C) (kW)	67,0
Nº CALDERAS	2,0
POTENCIA INSTALADA (kW)	134,0

8.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS DEPÓSITOS DE ACUMULACIÓN

Depósitos de acumulación de A.C.S.

Depósito vertical para producción y acumulación de ACS de 500 L de capacidad, marca LAPESA, mod. GX-500-M1 con serpentín incorporado. Fabricado acero inoxidable. Aislado térmicamente con 80 mm. de espesor de espuma rígida de poliuretano inyectada en molde, de 50 kg/m3 de densidad y libre de CFC y HCFC y recubrimiento en ABS. Presión máxima de trabajo 8 bar. Temperatura máxima de trabajo 90°C.

- Capacidad total 500 litros;
- Producción de ACS de: 1.304 litros (con un salto térmico de 10-45°C) (T^a entrada=80°C, caudal= 2 m3/h).
- Potencia absorbida de 53 kW (T^a entrada=80°C, caudal= 2 m3/h).
- Superficie de intercambio de 1,8 m2.
- Montaje en posición suelo.
- Peso en vacío: 117 kg.
- Dimensiones: 1.690 x 770 mm (altura x diámetro).

Incluido:

- Protección catódica compuesta por ánodos permanentes "Correx up"
- Boca de hombre
- Patas soporte
- Accesorios de seguridad y control tales como, manómetro, termómetro, válvula de seguridad y válvula desagüe.

Depósitos de acumulación de Energía Solar

Depósito vertical para producción y acumulación de ACS de 500 L de capacidad, marca LAPESA, mod. GX-500-M1 con serpentín incorporado. Fabricado acero inoxidable. Aislado térmicamente con 80 mm. de espesor de espuma rígida de poliuretano inyectada en molde, de 50 kg/m3 de densidad y libre de CFC y HCFC y recubrimiento en ABS. Presión máxima de trabajo 8 bar. Temperatura máxima de trabajo 90°C.

- Capacidad total 500 litros;
- Producción de ACS de: 1.304 litros (con un salto térmico de 10-45°C) (T^a entrada=80°C, caudal= 2 m3/h).
- Potencia absorbida de 53 kW (T^a entrada=80°C, caudal= 2 m3/h).
- Superficie de intercambio de 1,8 m2.
- Montaje en posición suelo.
- Peso en vacío: 117 kg.

- Dimensiones: 1.690 x 770 mm (altura x diámetro).

Incluido:

- Protección catódica compuesta por ánodos permanentes "Correx up"
- Boca de hombre
- Patas soporte
- Accesorios de seguridad y control tales como, manómetro, termómetro, válvula de seguridad y válvula desagüe.

9 CÁLCULO Y SELECCIÓN DE RADIADORES

Las superficies calientes de las unidades emisoras y sus ramales de acometidas tendrán siempre una temperatura que no superará los 80 °C o, en su defecto, se protegerán para evitar contactos accidentales.

En aplicación de la IT 1.2.4.1.2.1. Los emisores han sido calculados para una temperatura media de emisor de 60°C como máximo. Por eso en los cálculos se ha considerado un salto térmico de 15°C con temperatura de entrada de 67°C y una temperatura de salida de 52°C

• Cálculo del salto térmico

T_e = Temperatura de entrada al radiador °C

T_s = Temperatura de salida del radiador °C

T_a = Temperatura ambiente interior °C

$\Delta T_s = T_s - T_a$

$\Delta T_e = T_e - T_a$

a) Si $\frac{\Delta T_s}{\Delta T_e} \geq 0,7$ aplicaremos la expresión: $\Delta t = T_m - T_a = \frac{T_e + T_s}{2} - T_a$

b) Si $\frac{\Delta T_s}{\Delta T_e} < 0,7$ aplicaremos la expresión: $\Delta t = \frac{T_e - T_s}{\ln \frac{\Delta T_e}{\Delta T_s}}$

• Cálculo emisión real del radiador

$$Q_r = Q_{50} \cdot \left[\frac{\Delta t}{50} \right]^n$$

Q_r = Emisión real del radiador a Δt °C

Q_{50} = Emisión del radiador a 50 °C (tablas del fabricante según Norma UNE EN-442)

Δt = Salto térmico

n = Exponente característico de la curva del radiador (según fabricante según Norma UNE EN-442)

• Cálculo de elementos o longitud de panel

$$N = \frac{\text{Potencia}_{\text{termica}_{\text{necesaria}}}}{Q_r} \cdot F_c$$

N = N° de elementos del radiador o longitud de panel

F_c = Factor de corrección (nicho, cubreradiador, etc.)

• Válvulas termostáticas

Se dispondrá de válvulas termostáticas en todos los radiadores situados en los locales, exceptuando locales como aseos, cuartos de baño, cocinas, vestíbulos y pasillos.

En el **anexo IC-4** se incluye la relación de emisores correspondiente a la instalación individual.

10. CÁLCULO Y SELECCIÓN DE SUELO RADIANTE

10.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

La calefacción por suelo radiante, es un elemento emisor de calor que forma parte estructural del edificio, por estar colocada debajo del pavimento.

El fluido térmico es agua y el elemento portador del mismo es una red de tuberías de polietileno reticulado continuo que salen del distribuidor y vuelven al mismo sin ninguna unión intermedia.

Los principales elementos que componen el sistema son:

- Las tuberías
- El elemento base
- El aislamiento perimetral
- Los distribuidores para regulación y equilibrado
- Aditivo para mortero
- La regulación
- Pequeño material

10.1.1. Tuberías PEX

Son uno de los principales elementos del sistema. Serán tuberías de polietileno reticulado de alta densidad (PE-Xa proceso HXU) sistema que ofrece la máxima calidad con total homogeneidad de reticulación. Este sistema permite la reticulación en alta densidad, dando una gran flexibilidad a las tuberías, evitando tensiones estructurales en los materiales.

Los tubos de polietileno reticulado PE-Xa proceso HXU cumplirán la norma europea UNE-EN 53.381 y 1264.

Además, las tuberías PE-Xa HXU serán impermeables al oxígeno de acuerdo con las normas DIN-4726 y UNE-EN 1264, disminuyendo la formación de lodos y aumentando la vida útil de elementos auxiliares, como las calderas y bombas, sobre todo donde el nivel de cloruros disueltos es elevado.

Las tuberías tendrán alto grado de flexibilidad y temperatura de trabajo de hasta 95° C.

Durante el montaje se respetarán los radios de curvatura máximos recomendados por el fabricante, que de forma orientativa se indican a continuación:

Dimensiones	Radio de curvatura (mm)	
	Con plantilla	Sin plantilla
Φ 012	60	96
Φ 016	80	130
Φ 020	100	160

El montaje se realizará en espiral, para conseguir temperaturas medias iguales en cualquier punto del local y una distribución uniforme del calor.

10.1.2. El elemento base

El elemento base estará fabricado con Poliestireno estructurado (PS) según UNE 1264-1, encolado a un panel de poliestireno expandido. Válido para su utilización con tuberías de diámetros 16 y 20 mm. Permite una distancia entre tubo de 7,5 cm y múltiplos, e instalación en diagonal.

En forjados exteriores se pondrá un aislamiento adicional de al menos 2 cm., en la parte inferior por tratarse de una zona con temperaturas bajas frecuentes.

Los rebajes laterales de los tochos, evitarán que los tubos se separen del aislamiento, quedando éstos totalmente en paralelo con el forjado. De esta manera se elimina la posible formación de sifones que pudiesen entorpecer la circulación del agua con bolsas de aire, según indica la norma UNE-EN 1264 en el apartado 4.2.7.

Los tochos integrados para la fijación del tubo lo mantendrán con una separación constante permitiendo una temperatura totalmente uniforme en los pavimentos, según UNE-EN 1264 apartado 4.2.7

El sistema de solapado evitará que el mortero se cuele entre las placas y forme puentes térmicos con el forjado, ya que estos puentes provocan una pérdida de rendimiento del sistema, aumentando el consumo energético según UNE-EN 1264 apartado 4.2.3

El elemento base, además de todo lo dicho anteriormente, también proporcionará aislamiento acústico, contra ruidos de impacto, lo cual ayuda o aumenta la calidad del conjunto de la construcción, según UNE-EN ISO 717.

10.1.3. Aislamiento perimetral con lámina de PE

Se instalará una banda de espuma de polietileno continua fijada a los enlucidos de las paredes en forma de rodapié.

Cumplirá las exigencias de la norma UNE-EN 1264 apartado 4.2.2.2.

Llevará un babero para colocarlo por encima del elemento base con la misión de evitar la filtración del mortero entre este aislamiento y el del suelo, eliminando los “puentes termoacústicos”.

Actuará también como absorbedor de las dilataciones del suelo.

10.1.4. Distribuidor con caudalímetro

Los distribuidores en el sistema de calefacción por suelo permitirán la regulación independiente de cada uno de los locales mediante el control del caudal, así como el equilibrado de toda la instalación.

El distribuidor cumplirá las exigencias de la norma UNE-EN 1264 apartado 4.2.4.2.

Los distribuidores incorporarán caudalímetros de lectura directa con regulación integrada, sirviendo al mismo tiempo como válvula de cierre, lo que permite efectuar la regulación con gran sencillez y máxima precisión.

Para eliminar el aire que pueda haber en la instalación, el colector de retorno irá dotado de purgador automático y toma de prueba.

Sobre el colector de retorno se situarán los caudalímetros, que estarán dotados de un indicador rojo en el interior de un vaso transparente con escala de 0,5 a 2,5 L/m.

La regulación de los mismos se indica a continuación:

- Girando en el sentido de las agujas del reloj el propio caudalímetro disminuye el caudal, y por lo tanto el aporte calorífico del circuito.
- Girando en el sentido contrario a las agujas del reloj el propio caudalímetro aumenta el caudal y por lo tanto el aporte calorífico del circuito.

Los distribuidores además del sistema de regulación manual antes descrito, incorporarán una válvula de 2 vías en la impulsión de cada circuito, dando la posibilidad de automatización mediante un accionamiento eléctrico y un termostato en cada habitación.

10.1.5. Aditivo para mortero

El aditivo para mortero utilizado en la instalación del suelo radiante será específico para suelo radiante.

Este aditivo mejorará la fluencia del mortero consiguiendo que los tubos queden completamente envueltos por el mismo. Aumentará la conductividad térmica al reducir la cantidad de agua de amasado y posterior formación de burbujas de aire, así como una mejor resistencia del mortero proporcionando una mayor elasticidad.

10.1.6. Regulación

El sistema de control y regulación permitirá el control automático de la temperatura de cada local de forma independiente del resto.

Para ello cada local estará dotado de un termostato ambiente electrónico que comunicará con una regleta electrónica situada en el armario del distribuidor.

El termostato será de alta sensibilidad y bajo diferencial. Estará especialmente diseñado para calefacción por suelo.

Dicha regleta servirá, por tanto, para la interconexión de termostatos y accionamientos eléctricos en los distribuidores de calefacción por suelo.

Incluirá un contacto libre de tensión para la puesta en marcha de la bomba o de la caldera cuando halla demanda de temperatura desde cualquier termostato.

10.1.7. Armarios para distribuidor

Los distribuidores se situarán en los lugares indicados en los planos dentro de armarios de acero con tapa y guías para alojar los distribuidores y las regletas de conexiones.

10.2. CONDICIONES DE DISEÑO

10.2.1. Temperatura del suelo

En cualquier calefacción por suelo es imprescindible mantener la temperatura de superficie del suelo por debajo de unos límites para que no empiece a perder el bienestar que proporciona este tipo de calefacción.

La temperatura máxima admisible de superficie del suelo que fija la norma UNE-EN 1264 en viviendas es:

• Zonas de estar	Máx. $t_{sup} < 29^{\circ}\text{C}$
• Baños y duchas	Máx. $t_{sup} < 33^{\circ}\text{C}$
• Zonas laterales ante grandes ventanas / puertas	Máx. $t_{sup} < 29^{\circ}\text{C}$

Manteniendo estos valores se limita la potencia calorífica de la calefacción por suelo. Para determinar la temperatura de superficie de suelo nos basamos en un factor de potencia calorífica de suelo α que es suma del factor de radiación α_R y factor de convección α_c . Estos factores dependen del enfriamiento de paredes y ventanas en cada habitación.

Un valor medio de éstos y la experiencia permite asegurar que el factor de potencia calorífica α que se podría alcanzar en un suelo radiante para viviendas es de $14 \text{ W/m}^2\text{K}$ en zonas laterales.

Por facilidad de cálculo y una mayor seguridad, se ha fijado el valor medio de este factor para viviendas en:

$$\alpha = 11,6 \text{ W/m}^2 \text{ (10 Kcal/h. m}^2 \text{ K)}$$

K = grados Kelvin, (cuando define salto térmico o diferencia de temperatura).

Esto significa que con una temperatura de superficie de suelo de $t_{sup} = 1 \text{ K}$ por encima de la temperatura interior o ambiente t_i se aporta al recinto $11,6 \text{ W/ m}^2$ (10 kcal/h. m^2)

10.3. RESULTADOS DEL CÁLCULO

En el **anexo IC-5** se adjuntan los resultados del cálculo de la instalación de suelo radiante.

11. CÁLCULO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN SOLAR

(Véase anexo 8).

11.1. COLECTORES

Se van a emplear colectores solares planos selectivos. Para un mismo rendimiento la superficie útil a instalar es menor que con colectores no selectivos, lo que permite abaratar el coste de la instalación, aún para un mayor coste de colectores. Estos paneles se instalarán en posición inclinada en la cubierta del edificio; formando 45° con la horizontal.

Los captadores se dispondrán en filas constituidas, preferentemente, por el mismo número de elementos. Las filas de captadores se conectarán entre sí en paralelo, debiéndose instalar válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, etc.

Dentro de cada fila los captadores se conectarán en paralelo. El número de captadores que se pueden conectar en paralelo tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante (en nuestro caso 10).

Se dispondrá de un sistema para asegurar igual recorrido hidráulico en todas las baterías de captadores.

11.2. CONFIGURACIÓN ELEGIDA

11.2.1. Sistema de transferencia térmica

Se ha elegido un sistema de transferencia térmica indirecta en el que existe un intercambiador de calor y el fluido caloportador del primario no está nunca en contacto físico ni se mezcla con el A.C.S.

Existirán, por tanto, dos circuitos hidráulicos distintos: el circuito de los colectores o circuito primario y el circuito de agua caliente sanitaria o circuito secundario, ambos separados por medio de un intercambiador de calor de tubular interno al depósito de acumulación.

El primer circuito será del tipo cerrado y con circulación forzada. Será el encargado de transportar la energía captada por los colectores solares al intercambiador. El fluido que circulará por este circuito será agua con etilen-glicol para evitar la congelación en el periodo invernal.

El circuito secundario será del tipo abierto y con circulación forzada. El fluido será agua potable procedente de la red y directamente apta para el consumo. A través del intercambiador antes indicado tomará la energía procedente de los colectores solares.

11.2.2. Sistema de almacenamiento

Se ha elegido un sistema de almacenamiento centralizado en un depósito situado en la central térmica sin ninguna acumulación distribuida.

11.2.3. Sistema auxiliar

En cuanto al sistema auxiliar de apoyo-almacenamiento de A.C.S., se ha elegido un sistema en línea distribuido independiente (del de energía solar) con acumulador centralizado, alimentado por el agua procedente del acumulador solar.

Este diseño permite aprovechar al máximo la energía solar aplicándola sobre el agua fría, mientras que la convencional de apoyo lo hace solamente sobre el agua precalentada por la solar, respetando de esta forma el principio de separación entre ambas.

12. TUBERÍAS Y AISLAMIENTO

12.1. TUBERIAS Y CONEXIONES

Las conducciones serán de materiales adecuados en cumplimiento con lo especificado en las normas UNE, siendo los mismos los detallados a continuación:

Distribución general de agua caliente para calefacción

Las instalaciones comunes destinadas a la circulación del agua caliente destinada a la distribución de la calefacción, serán tubería en acero negro estirado calidad según UNE EN 10255, con uniones soldadas y soportes ejecutados en perfiles de acero normalizado. Aislada a base de coquillas y planchas de espuma elastomérica tipo armaflex SH de 30, 20 y 10 mm. de espesor hasta conseguir el espesor reglamentado, sujeto a base de adhesivo armaflex, sellado de uniones a base de cinta de 3 mm.

En exteriores, en partes visibles y cuartos técnicos se protegerá con acabados en chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor con uniones rebordeadas y fijación por tornillos o remaches.

Las conexiones entre equipos con partes en movimiento y tuberías se efectuarán mediante elementos flexibles que permitan dicho movimiento sin perjudicar a las mismas.

Distribución de agua caliente sanitaria

Las conducciones serán de materiales adecuados en cumplimiento con lo especificado en las normas UNE, siendo los mismos los detallados a continuación:

Tubería para red de distribución de calefacción en Polietileno Reticulado de alta densidad PE-Xb, sistema HXU con total uniformidad de reticulación en su estructura molecular, con barrera antidifusión para evitar la absorción de oxígeno homologado y certificado según norma UNE/EN de fabricación aplicable.

Todas las tuberías estarán aisladas a base de coquillas y planchas de espuma elastomérica tipo armaflex SH de 30, 20 y 10 mm. de espesor hasta conseguir el espesor reglamentado, sujeto a base de adhesivo armaflex, sellado de uniones a base de cinta de 3 mm.

Las conexiones entre equipos con partes en movimiento y tuberías se efectuarán mediante elementos flexibles que permitan dicho movimiento sin perjudicar a las mismas.

Distribución de agua caliente para radiadores y suelo radiante

Las conducciones serán de materiales adecuados en cumplimiento con lo especificado en las normas UNE, siendo los mismos los detallados a continuación:

Tubería para red de distribución de calefacción en Polietileno Reticulado de alta densidad PE-Xb, sistema HXU con total uniformidad de reticulación en su estructura molecular, con barrera antidifusión para evitar la absorción de oxígeno homologado y certificado según norma UNE/EN de fabricación aplicable.

Todas las tuberías estarán aisladas a base de coquillas y planchas de espuma elastomérica tipo armaflex SH de 30, 20 y 10 mm. de espesor hasta conseguir el espesor reglamentado, sujeto a base de adhesivo armaflex, sellado de uniones a base de cinta de 3 mm.

Las conexiones entre equipos con partes en movimiento y tuberías se efectuarán mediante elementos flexibles que permitan dicho movimiento sin perjudicar a las mismas.

Instalación de captación de energía solar

Las tuberías de conexión entre los paneles solares y el intercambiador de calor externo (primario) y entre éste y los depósitos de acumulación serán de cobre UNE-EN 1.057. Aislada a base de coquillas y planchas de espuma elastomérica tipo armaflex SH de 30, 20 y 10 mm. de espesor hasta conseguir el espesor reglamentado, sujeto a base de adhesivo armaflex, sellado de uniones a base de cinta de 3 mm.

En exteriores, partes visibles y cuartos técnicos se protegerá con acabados en chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor con uniones rebordeadas y fijación por tornillos o remaches.

Las conexiones entre equipos con partes en movimiento y tuberías se efectuarán mediante elementos flexibles que permitan dicho movimiento sin perjudicar a las mismas.

12.2. ESPESORES DE AISLANTE

Los tramos de la red que discurran por zonas no calefactadas, al contener fluido a temperatura superior a 40 °C, se aislarán con materiales cuya conductividad sea igual o menor que $\lambda = 0,04$ w/m °K.

El material con el que se aislarán las tuberías será coquilla tipo ISOVER, o ARMAFLEX o similar aprobado por la d.f. cuyo espesor mínimo lo tomamos de la tablas 1.2.4.2.1. y 1.2.4.2.2. de la IT 1.2.1.2.1.2., en función del diámetro de la tubería y la temperatura del fluido y de si discurren por el interior o el exterior del edificio.

Tabla 1.2.4.2.1: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios

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

Tabla 1.2.4.2.2: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios

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

Cuando se utilicen materiales cuya conductividad sea distinta de $\lambda_{ref} = 0,040$ W/(m K) a 10 °C, los espesores se corregirán aplicando la fórmula:

$$e = \frac{D_i}{2} \cdot \left[e^{\left(\frac{\lambda}{\lambda_{ref}} \ln \frac{D_i + 2 \cdot e_{ref}}{D_i} \right)} \right]$$

donde:

e = espesor aislante en mm

e_{ref} = espesor de referencia

D_i = Diámetro interior de la tubería en mm

λ = Conductividad del aislante en W/(m K)

λ_{ref} = 0,040 W/(m K)

e = número neperiano e (igual a 2,7183)

Espesores mínimos según el φ (diámetro exterior) de la tubería sin aislar:

El aislante será del tipo elastomérico del tipo IT/Armaflex o equivalente para la tubería de agua fría y del tipo SH/Armaflex o equivalente para la tubería de agua caliente.

12.3. CÁLCULO DE LA RED

De acuerdo a lo especificado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, se ha limitado a una velocidad inferior a 2 m/s y una pérdida de carga lineal inferior a 40 mmc.d.a./m (normalmente no superior a 25 mm c.d.a./m)

Los resultados de este cálculo aparecen en los planos correspondientes.

12.4. BOMBAS DE CIRCULACIÓN

Las bombas de circulación las dimensionaremos para vencer la pérdida de carga total que se produzca en el punto más desfavorable de la red o circuito crítico, calculado con las hipótesis anteriores.

A continuación detallamos los resultados obtenidos donde se deducen las características de caudal y potencia que requerirán las bombas:

BCS1

MARCA	WILO	
MODELO	YONOS PICO-D 30/1-8	
CAUDAL	L/h	1.120
PRESION	m.c.a.	6
CAUDAL	constante	
VELOCIDAD	r.p.m.	4.400
MOTOR ELECTR. (P2n)	kW	0,100
POT. ABSORBIDA (P1)	kW	0,058

BRACS

MARCA	WILO	
MODELO	YONOS PICO-D 30/1-6	
CAUDAL	L/h	300
PRESION	m.c.a.	5
CAUDAL	constante	
VELOCIDAD	r.p.m.	4.700
MOTOR ELECTR. (P2n)	kW	0,10
POT. ABSORBIDA (P1)	kW	0,03

BACS

MARCA	WILO	
MODELO	YONOS PICO-D 30/1-8	
CAUDAL	L/h	650
PRESION	m.c.a.	6
CAUDAL	constante	
VELOCIDAD	r.p.m.	4.400
MOTOR ELECTR. (P2n)	kW	0,10
POT. ABSORBIDA (P1)	kW	0,044

BCSV

MARCA	WILO	
MODELO	DP-E 32/135-1,1/2	
CAUDAL	L/h	2.450
PRESION	m.c.a.	17
CAUDAL	variable	
VELOCIDAD	r.p.m.	variable
MOTOR ELECTR. (P2n)	kW	1,10
POT. ABSORBIDA (P1)	kW	0,71

BCRD

MARCA	WILO	
MODELO	DP-E 32/95-0,55/2	
CAUDAL	L/h	3.155
PRESION	m.c.a.	12
CAUDAL	variable	
VELOCIDAD	r.p.m.	variable
MOTOR ELECTR. (P2n)	kW	0,55
POT. ABSORBIDA (P1)	kW	0,267

BCSO

MARCA	WILO	
MODELO	DP-E 32/105-0,75/2	
CAUDAL	L/h	4.485
PRESION	m.c.a.	15
CAUDAL	variable	
VELOCIDAD	r.p.m.	variable
MOTOR ELECTR. (P2n)	kW	0,75
POT. ABSORBIDA (P1)	kW	0,657

BCSE

MARCA	WILO	
MODELO	DP-E 32/105-0,75/2	
CAUDAL	L/h	3.880
PRESION	m.c.a.	15
CAUDAL	variable	
VELOCIDAD	r.p.m.	variable
MOTOR ELECTR. (P2n)	kW	0,75
POT. ABSORBIDA (P1)	kW	0,623

Las bombas de caudal variable llevarán incorporado sondas de presión, el variador de velocidad y la regulación correspondiente.

12.5. ALIMENTACIÓN Y VACIADO

• Alimentación (IT 1.3.4.2.2)

La alimentación de los circuitos se realizará mediante un dispositivo que servirá para reponer las pérdidas de agua. El dispositivo, denominado desconector, será capaz de evitar el reflujo del agua de forma segura en caso de caída de presión en la red pública, creando una discontinuidad entre el circuito y la misma red pública.

Antes de este dispositivo se dispondrá una válvula de cierre, un filtro y un contador, en el orden indicado. El llenado será manual, y se instalará también un presostato que actúe una alarma y pare los equipos.

El diámetro mínimo de las conexiones en función de la potencia térmica nominal de la instalación se elegirá de acuerdo a lo indicado en la tabla 3.4.2.2.

Tabla 3.4.2.2 Diámetro de la conexión de alimentación

Potencia térmica nominal kW	Calor DN (mm)	Frío DN (mm)
$P \leq 70$	15	20
$70 < P \leq 150$	20	25
$150 < P \leq 400$	25	32
$400 < P$	32	40

En el tramo que conecta los circuitos cerrados al dispositivo de alimentación se instalará una válvula automática de alivio que tendrá un diámetro mínimo DN 32 y estará tarada a una presión igual a la máxima de servicio en el punto de conexión más 0,2 a 0,3 bar, siempre menor que la presión de prueba.

Si el agua estuviera mezclada con un aditivo, la solución se preparará en un depósito y se introducirá en el circuito por medio de una bomba, de forma manual o automática.

• Vaciado (IT 1.3.4.2.3)

Todas las redes de tuberías deben diseñarse de tal manera que puedan vaciarse de forma parcial y total.

Los vaciados parciales se harán en puntos adecuados del circuito, a través de un elemento que tendrá un diámetro mínimo nominal de 40 mm.

El vaciado total se hará por el punto accesible más bajo de la instalación a través de una válvula cuyo diámetro mínimo, en función de la potencia térmica del circuito, se indica en la tabla 3.4.2.3.

Tabla 3.4.2.3 Diámetro de la conexión de vaciado

Potencia térmica kW	Calor DN (mm)	Frío DN (mm)
$P \leq 70$	20	25
$70 < P \leq 150$	25	32
$150 < P \leq 400$	32	40
$400 < P$	40	50

La conexión entre la válvula de vaciado y el desagüe se hará de forma que el paso de agua resulte visible. Las válvulas se protegerán contra maniobras accidentales.

El vaciado de agua con aditivos peligrosos para la salud se hará en un depósito de recogida para permitir su posterior tratamiento antes del vertido a la red de alcantarillado público.

Los puntos altos de los circuitos deben estar provistos de un dispositivo de purga de aire, manual o automático. El diámetro nominal del purgador no será menor que 32 mm.

13. CÁLCULO DEL SISTEMA DE EXPANSIÓN

Para calcular el sistema de expansión aplicaremos todas las recomendaciones y cálculos referidos en la norma UNE 100-155-88 partiendo de los datos ya calculados de volúmenes de agua en los circuitos y de las temperaturas y presiones de diseño:.

- Temperatura de entrada del agua (T_{ea}) = 85 °C

Según la norma UNE 100-155-88, en su apartado 5 (coeficiente de expansión), al estar la temperatura del agua comprendida entre 70 °C y 140 °C (ambas excluidas), debemos emplear la expresión (4) del citado apartado:

$$C_e = (-334 + 0,738 \cdot T_{ea}) \cdot 10^{-3}$$

La presión máxima de funcionamiento del vaso será ligeramente menor que la presión de tarado de la válvula de seguridad, que, a su vez, será inferior a la menor entre las presiones máximas de trabajo, a la temperatura de funcionamiento de los equipos y aparatos que forman parte del circuito, por tanto elegiremos el menor entre los siguientes valores:

$$P_{\text{máx}} = 0,9 \cdot P_{\text{vs}} + 1 \quad (\text{es el 10 \% menor que } P_{\text{vs}})$$

$$P_{\text{máx}} = P_{\text{vs}} + 0,65 \quad (\text{es 0.35 bar menor que } P_{\text{vs}})$$

Conocida la presión máxima de funcionamiento pasamos a calcular el coeficiente de presión (apartado 6 de la norma), que representa la relación entre el volumen total y el volumen útil del vaso:

$$C_p = \frac{V_t}{V_u}$$

$$C_p = \frac{P_{\text{máx}}}{P_{\text{máx}} - P_{\text{min}}}$$

El volumen del vaso cerrado lo calcularemos con la ecuación (16) del apartado 8 de la norma:

$$V_t = V_{\text{inst}} \cdot C_p \cdot C_e$$

donde:

V_t = Volumen total del Vaso

V_{inst} = Volumen de la instalación

C_p = Coeficiente de presión

C_e = Coeficiente de expansión

$P_{\text{máx}}$ = Presión máxima

P_{min} = Presión mínima de llenado

Aplicando la norma UNE 100-157-89 dispondremos una válvula de seguridad para evitar sobrepresiones en el circuito y una tubería de expansión que conectará el vaso con el circuito y cuyo diámetro lo calculamos según la ecuación (1) del apartado 6 de la citada norma:

$$D = 15 + 1,5 \cdot P^{0,5}$$

P = Potencia nominal del generador en kW con $D \geq 25$ mm.

La tubería de seguridad no presentará estrechamientos y se montará con inclinación hacia el vaso de expansión para garantizar la circulación del agua e impedir la acumulación de aire.

Las dimensiones definitivas del vaso de expansión serán calculadas después del trazado definitivo de las tuberías y del cálculo “in situ” del volumen de agua de la instalación.

14. CONDUCTOS Y DIFUSIÓN

14.1. DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTOS DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE

La distribución en los casos de extracción/retorno es de baja velocidad con un criterio de pérdida de carga constante de velocidad máxima de 8 m/s.

Este método consiste en calcular los conductos de forma que tengan la misma pérdida de carga por unidad de longitud a lo largo de todo el sistema. Cuando la velocidad del aire supere la velocidad de 8 m/s este será el parámetro que definirá el dimensionado de los conductos.

Para la impulsión y expulsión se ha seguido el criterio de recuperación estática por plantas, con unas velocidades máximas de 8 m/s, con lo que se obtiene de principio un sistema equilibrado.

Este método consiste en dimensionar los conductos de forma que la pérdida de presión estática en cada rama o boca de impulsión, se compense con la reducción de presión dinámica en los diversos en la siguiente sección del conducto.

14.2. TIPO DE CONDUCTOS

Para los conductos de ventilación, tanto de impulsión como de extracción y retorno, se utilizarán conducto autoportante ejecutado en lana de vidrio de alta densidad revestido por exterior por ambas caras por lámina de aluminio visto, refuerzo de malla de vidrio y por el interior un tejido negro de alta resistencia mecánica por el interior (tejido Neto). aporta altos rendimientos térmicos y acústicos, reacción al fuego A2-s1,d0 , i/p.p. de corte, ejecución, codos, embocaduras, derivaciones, elementos de fijación, sellado de uniones con cinta Climaver de aluminio, medios auxiliares y costes indirectos, totalmente instalado según normas UNE EN 12086, EN 13162, EN13403, EN13501-1yEN ISO 354. Acorde RITE 2007

Para los conductos de extracción de aseos de Conducto circular realizado con PVC rígido y dimensiones interiores las indicadas en los documentos del proyecto.

14.3. RESULTADOS DEL CÁLCULO DE CONDUCTOS

Las dimensiones de cada conducto aparecen en los planos y anexo IC-7.

14.4. DIFUSIÓN

Las unidades terminales para difusión del aire en los locales a climatizar elegidas son de un tipo:

- Difusores rotacionales.

Las unidades terminales para retorno del aire desde los locales climatizados elegidas son del tipo:

- Rejillas de retorno
- Bocas de aspiración

Los tamaños de cada una de estas unidades terminales aparecen en los planos y anexo IC-6.

Cualquier variación de estos modelos y fabricantes deberá quedar avalada por características aerodinámicas iguales y debe ser aprobada por la dirección facultativa.

15. SALA DE CALDERAS

15.1. Características comunes de los locales destinados a sala de máquinas

Los locales que tengan la consideración de salas de máquinas deben cumplir las siguientes prescripciones, además de las establecidas en la sección SI-1 del Código Técnico de la Edificación:

- a) no se debe practicar el acceso normal a la sala de máquinas a través de una abertura en el suelo o techo;
- b) las puertas tendrán una permeabilidad no mayor a $1 \text{ l/(s}\cdot\text{m}^2)$ bajo una presión diferencial de 100 Pa, salvo cuando estén en contacto directo con el exterior;
- c) las dimensiones de la puerta de acceso serán las suficientes para permitir el movimiento sin riesgo o daño de aquellos equipos que deban ser reparados fuera de la sala de máquinas;
- d) las puertas deben estar provistas de cerradura con fácil apertura desde el interior, aunque hayan sido cerradas con llave desde el exterior;
- e) en el exterior de la puerta se colocará un cartel con la inscripción: "Sala de Máquinas. Prohibida la entrada a toda persona ajena al servicio".
- f) no se permitirá ninguna toma de ventilación que comunique con otros locales cerrados;
- g) los elementos de cerramiento de la sala no permitirán filtraciones de humedad;
- h) la sala dispondrá de un eficaz sistema de desagüe por gravedad o, en caso necesario, por bombeo;
- i) el cuadro eléctrico de protección y mando de los equipos instalados en la sala o, por lo menos, el interruptor general estará situado en las proximidades de la puerta principal de acceso. Este interruptor no podrá cortar la alimentación al sistema de ventilación de la sala;
- j) el interruptor del sistema de ventilación forzada de la sala, si existe, también se situará en las proximidades de la puerta principal de acceso;
- k) el nivel de iluminación medio en servicio de la sala de máquinas será suficiente para realizar los trabajos de conducción e inspección, como mínimo, de 200 lux, con una uniformidad media de 0,5;
- l) no podrán ser utilizados para otros fines, ni podrán realizarse en ellas trabajos ajenos a los propios de la instalación;
- m) los motores y sus transmisiones deberán estar suficientemente protegidos contra

accidentes fortuitos del personal;

- n) entre la maquinaria y los elementos que delimitan la sala de máquinas deben dejarse los pasos y accesos libres para permitir el movimiento de equipos, o de partes de ellos, desde la sala hacia el exterior y viceversa;
- o) la conexión entre generadores de calor y chimeneas debe ser perfectamente accesible;
- p) en el interior de la sala de máquinas figurarán, visibles y debidamente protegidas, las indicaciones siguientes:
 - i. instrucciones para efectuar la parada de la instalación en caso necesario, con señal de alarma de urgencia y dispositivo de corte rápido;
 - ii. el nombre, dirección y número de teléfono de la persona o entidad encargada del mantenimiento de la instalación
 - iii. la dirección y número de teléfono del servicio de bomberos más próximo, y del responsable del edificio;
 - iv. indicación de los puestos de extinción y extintores cercanos;
 - v. plano con esquema de principio de la instalación.

Como se puede observar en los planos del proyecto todas estas condiciones se cumplen en la sala de calderas prevista.

La sala de calderas se atenderá a lo prescrito en la IT 1.3.4.12. del RITE y a la norma UNE 60.601:2006 por tratarse de calderas de gas cuya potencia total supera los 70 kW.

15.2. Características estructurales y dimensionales de la sala de calderas

Con el fin de permitir una adecuada explotación y mantenimiento de la instalación, los locales destinados a emplazamiento de calderas deben satisfacer las especificaciones siguientes.

Protección contra el fuego.

La sala de calderas debe satisfacer las condiciones de protección contra incendio que establece la reglamentación vigente en esta materia (CTE DB-SI1) para los recintos de riesgo especial.

En este caso se trata de una sala de riesgo medio, por tener un consumo calorífico nominal conjunto menor de 600 kW.

Por lo tanto, los cerramientos de la sala de calderas serán tipo EI-120 y las puertas 2xEI₂-30-C5.

Todos estos requisitos aparecen en los planos de arquitectura y de protección contra incendios.

Asimismo, los conductos de ventilación (entrada y salida de aire) y de extracción de aire de la sala de calderas cumplirán las condiciones que especifique la citada reglamentación vigente.

En la sala de caldera se ha previsto instalar dos extintores de eficacia mínima 21A-113B, los cuales aparecen en los planos de protección contra incendios.

Acceso

Las salas de calderas se encuentran ubicadas en la planta baja de edificio y el acceso a las mismas se realiza por medio de una puerta de una hoja (0,83 x 2,10 m), superior a lo establecido por la norma. Las tomas de ventilación comunican directamente con el espacio exterior.

La sala de calderas tiene un acceso de forma que la distancia máxima desde cualquier punto de la misma al acceso no llega a 15 m.

Las dimensiones de la puerta de acceso permiten el movimiento sin riesgo o daño de aquellos equipos que deban ser reparados fuera de la sala de máquinas;

La puerta de la sala de caldera se abre en el sentido de la salida de la sala, y está provista de cerradura con llave desde el exterior y de fácil apertura desde el interior, incluso si se han cerrado desde el exterior.

En el exterior de la puerta se colocará un cartel con la inscripción: "Sala de Máquinas. Prohibida la entrada a toda persona ajena al servicio".

En el exterior de la puerta y en lugar y forma visible se deben colocar las siguientes inscripciones:

SALA DE MÁQUINAS
CALDERA A GAS
PROHIBIDA LA ENTRADA A TODA PERSONA AJENA AL SERVICIO

Otras características

Las salas disponen de un eficaz sistema de desagüe por gravedad.

El cuadro eléctrico de protección y mando de los equipos instalados en la sala está situado en las proximidades de la puerta principal de acceso.

El nivel de iluminación medio en servicio de la sala de máquinas es suficiente para realizar los trabajos de conducción e inspección, como mínimo, de 200 lux, con una uniformidad media de 0,5;

En el interior de la sala de máquinas figurarán, visibles y debidamente protegidas, las indicaciones siguientes:

- i. instrucciones para efectuar la parada de la instalación en caso necesario, con señal de alarma de urgencia y dispositivo de corte rápido;
- ii. el nombre, dirección y número de teléfono de la persona o entidad encargada del mantenimiento de la instalación;
- iii. la dirección y número de teléfono del servicio de bomberos más próximo, y del responsable del edificio;
- iv. indicación de los puestos de extinción y extintores cercanos;
- v. plano con esquema de principio de la instalación.

Resistencia mecánica de los cerramientos

Por tratarse de una sala de calderas en que el consumo calorífico nominal conjunto de las calderas instaladas en la sala es menor de 600 kW y comunicar directamente con el exterior, el elemento de baja resistencia mecánica (que forma parte del paramento de la sala en contacto directo con el exterior) debe tener una superficie mínima de 1 metro cuadrado y una superficie (m^2) correspondiente a la centésima parte del volumen expresado en m^3 .

$$S = 23,6 m^2 \times 3,9 m = 90,04 m^3 \Rightarrow S = 0,90 m^2 \Rightarrow S = 1,00 m^2$$

Se ha considerado que las rejillas de ventilación y la puerta de acceso forman parte de esta superficie. Las dimensiones de la puerta de acceso ya cumplen con este requisito.

Especificaciones dimensionales

La distancia entre la parte más saliente de los quemadores y la pared opuesta u otro elemento es superior a la longitud del quemador más 0,5 m, con un mínimo de 1 metro.

Entre calderas, así como las calderas extremas y los muros laterales y de fondo, existe un espacio libre de al menos 0,5 m. **En este proyecto no es necesario respetar esta distancia pues las calderas son modulares, trabajan en cascada y el mantenimiento se hace exclusivamente por el frontal de las mismas.**

15.3. Instalación de gas en el interior de los locales o recintos

Los materiales de las tuberías de gas, los accesorios y las uniones con los aparatos de utilización cumplirán las especificaciones de la parte de la Norma UNE 60670 que le sea de aplicación.

Sobre la derivación propia a cada caldera se ha previsto colocar antes, e independientemente de las válvulas de control y/o seguridad del equipo, una llave de cierre manual de fácil acceso (llave de conexión al aparato).

Las conducciones de gas estarán convenientemente identificadas.

Se ha previsto un sistema de detección de fugas y corte de gas formado por dos detectores, ubicados en las proximidades de los generadores alimentados con gas, a una distancia menor de 0,5 m del techo de la sala.

Los detectores de fugas de gas actúan antes de que se alcance el 50% del límite inferior de explosividad del gas natural, activando el sistema de corte de suministro de gas a la sala.

El sistema de corte de suministro de gas consiste en una válvula de corte automática del tipo todo-nada instalada en la línea de alimentación de gas a la sala de máquinas y ubicada en el exterior de la sala. Será de tipo cerrada, es decir, cortará el paso de gas en caso de fallo del suministro de su energía de accionamiento.

En caso de que el sistema de detección haya sido activado por cualquier causa, la reposición del suministro de gas será siempre manual.

Medidas suplementarias de seguridad en salas de calderas

El combustible de las calderas es gas natural por lo que se trata de un gas menos denso que el aire, además la ubicación de la sala no es un semisótano o primer sótano por lo que no es obligatorio adoptar medidas suplementarias de seguridad en la sala de calderas.

15.4. Aire para la combustión y ventilación inferior

El aire necesario para la combustión se aporta a la sala por medio de rejillas situadas a ras de suelo en el paramento de la sala que limita con el exterior.

Las rejillas estarán protegidas contra la entrada de cuerpos extraños.

La superficie libre de las rejillas de protección debe ser igual o mayor que el tamaño requerido para los orificios de ventilación.

Los orificios de entrada de aire que desembocan en los locales o recintos deben estar situados su parte superior como máximo a 0,50 m por encima del nivel del suelo y deben distar al menos 0,50 m de cualquier otra abertura distinta de la entrada de aire practicada en la sala de calderas.

La sección libre total de los orificios de entrada de aire a través de las paredes exteriores debe ser de 5 cm² por cada kW del consumo calorífico nominal total de las calderas instaladas.

Por tanto:

- Potencia nominal total = $3 \times 67 + 1 \times 50 \text{ kW} = 251 \text{ kW}$
- Sección libre mínima = $S = 5 \times 251 \times 1,05 = 1.318 \text{ cm}^2 \approx 0,15 \text{ m}^2$.

Se ha previsto la instalación de una rejilla de 1.000 x 300 mm. Esto significa una superficie libre útil de 0,30 m², superior a la prescrita.

Estas rejillas también se utilizan como superficie de baja resistencia, en este caso contando como 0,30 m².

15.5. Aire para ventilación superior

En la parte superior de la pared de los locales o recintos y a menos de 0,30 m del techo, se han previsto dos orificios de evacuación del aire viciado al aire libre, directamente.

La sección de estos huecos debe ser mayor que $S \geq 10 \times A$ (superficie de la sala en m²)

$S \geq 10 \times 23,6 \times 1,05 \text{ cm}^2 = 248 \text{ cm}^2$. Con un mínimo de 250 cm².

Se han previsto una rejilla de 1000 x 150 mm que proporciona una superficie libre de 1.500 cm², que es superior a la prescrita.

Estas rejillas también se utilizan como superficie de baja resistencia, en este caso contando como 0,15 m².

16. CÁLCULO DE CHIMENEAS DE EVACUACIÓN DE PRODUCTOS DE COMBUSTIÓN

16.1. CHIMENEA

Con la combustión presurizada, la chimenea pierde la función principal de activador de tiro y sólo conserva la función de canal conductor de los humos. Queda, de todas maneras, la exigencia que trabaje en condiciones de depresión, y esto requiere un adecuado dimensionado.

La necesidad de la existencia de depresión en la chimenea está justificada por razones de seguridad, para evitar filtraciones de humos al ambiente por una eventual falta de estanquidad.

La fuerza ascendente del humo caliente debe vencer la resistencia de la chimenea y del conducto de conexión a la caldera, mientras la pérdida de carga de los humos que atraviesan la caldera se vence por la presión del quemador.

NORMAS CONSTRUCTIVAS GENERALES

La chimenea debe ser herméticamente estanca y lisa interiormente. Es necesario aislar convenientemente las paredes para impedir un excesivo enfriamiento de los humos. En chimeneas interiores: aislar con 35 mm. de lana de vidrio. En chimeneas exteriores: aislar con 70 mm. de lana de vidrio.

En instalaciones con varias calderas en cascada como máximo se puede conectar a la misma chimenea generadores cuya potencia total no supere 400 kW.

Ninguna otra salida puede ser entroncada a la chimenea de la caldera.

16.2. CONDUCTO DE EVACUACIÓN

El diseño de los conductos para la evacuación de humos, según la IT 1.3.4.1.3, se hará según los criterios contenidos en la Norma UNE 123001-94 y UNE-EN 13384 y solamente se usarán para la evacuación de los productos de la combustión. Además cumplirá las recomendaciones del fabricante cuando sean más restrictivas que las indicadas en la normativa indicada.

Unirá el aparato productor de humos o gases con la chimenea. Será recto y vertical, con longitud mínima de 20 cm medida desde el corta-tiro del aparato.

La conexión de los humos debe efectuarse a la chimenea con una inclinación de 45°. Para longitud de conexión superior a un metro es necesario aislar el tubo con 50 mm. de lana de vidrio.

Las conexiones de humos deben tener una pendiente no inferior al 5%, evitando cambios de sección y curvas de poco radio, en ningún caso superará los 3 metros, siendo su punto más bajo el de unión con el tramo vertical

Estos conductos deben ser siempre desmontables y disponer de registros, en número y situación que se realice cómodamente la limpieza.

La altura de la chimenea debe superar al menos un metro la cumbrera del tejado o de cualquier otra construcción distante menos de 10 metros.

La conexión entre caldera y chimenea se realizará mediante un conducto metálico de sección igual a la salida de la caldera. Este conducto dispondrá de un manguito, para la toma de muestras de los humos, en posición cómoda para el acceso.

En los puntos que atraviesen paredes o techos de material combustible, el orificio de paso será superior en 10 cm al del conducto, protegiendo el paso con material incombustible.

No dispondrá de elementos de regulación de tiro.

16.3. CÁLCULO DE LAS CHIMENEAS

Recogerá los humos procedentes de los conductos de evacuación para su expulsión al exterior. Su recorrido será totalmente vertical y no acometerán simultáneamente a la misma chimenea humos o gases procedentes de distintos combustibles.

El cálculo de la chimenea se adjunta en el **anexo CL-9** de esta memoria.

17. ANEXOS

Esta memoria se encuentra complementada por los siguientes anejos:

ANEXO IC-1: SISTEMA DE VENTILACIÓN

ANEXO IC-2: DESCRIPCIÓN DE CERRAMIENTOS

ANEXO IC-3: RESUMEN DE CARGAS TERMICAS DE CALEFACCIÓN

ANEXO IC-4: SELECCIÓN DE RADIADORES

ANEXO IC-5: SELECCIÓN DEL SUELO RADIANTE

ANEXO IC-6: DIFUSION

ANEXO IC-7: CONDUCTOS

ANEXO IC-8: SISTEMA DE CAPTACIÓN SOLAR

ANEXO IC-9: CÁLCULO CHIMENEAS

ANEXO IC-10: BOMBAS CIRCULADORAS

18. PLANOS

Esta memoria se encuentra complementada por los siguientes planos:

PLANO	DENOMINACION	ESCALA	FORMATO
IC-01	INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y VENTILACIÓN ESQUEMAS DE PRINCIPIO	S/E	A1+
IC-02	INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y VENTILACIÓN SISTEMA DE CALEFACCIÓN. PLANTA BAJA	1/100	A1+
IC-03	INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y VENTILACIÓN SISTEMA DE VENTILACIÓN. PLANTA BAJA	1/100	A1+
IC-04	INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y VENTILACIÓN SISTEMA DE VENTILACIÓN. PLANTA CUBIERTA	1/100	A1+