



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE
SANITARIA DE UN EDIFICIO DE TRECE VIVIENDAS EN
PAMPLONA

1 MEMORIA

Ander Arranz Pozo

Tutor: Faustino Gimena Ramos

Pamplona, Noviembre 2011



ÍNDICE

1. OBJETO DEL PROYECTO	7
2. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	7
3. DESCRIPCIÓN DE LOS CERRAMIENTOS	11
3.1. CERRAMIENTOS EXTERIORES	11
3.1.1. CUBIERTA	11
3.1.2. FACHADAS	11
3.1.3. MUROS BAJO RASANTE	12
3.1.4. SUELOS	12
3.1.5. CARPINTERÍA EXTERIOR	12
3.2. SISTEMAS DE COMPARTIMENTACIÓN	12
3.2.1. ELEMENTOS SEPARADORES DE SECTORES-USOS	12
3.2.2. PARTICIONES INTERIORES	12
3.3. PILARES	13
4. DESCRIPCIÓN DE LOS CÁLCULOS DE LA DEMANDA ENÉRGICA	13
4.1. DETERMINACIÓN DE ZONA CLIMÁTICA	13
4.2. TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LOS CERRAMIENTOS	13
4.2.1. CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR	13
4.2.2. CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO	14
4.2.2.1. SUELOS EN CONTACTO CON EL TERRENO	14
4.2.2.2. MUROS EN CONTACTO CON EL TERRENO.....	15



4.2.3. PARTICIONES INTERIORES EN CONTACTO CON ESPACIOS NO HABITABLES	16
4.2.4. TRANSMITANCIA TÉRMICA DE HUECOS	19
4.3. FACTOR SOLAR MODIFICADO DE HUECOS	20
4.4. CONDENSACIONES	21
4.4.1. CONDENSACIONES SUPERFICIALES	22
4.4.1.1. FACTOR DE TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE INTERIOR DE UN CERRAMIENTO	22
4.4.1.2. FACTOR DE TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE INTERIOR MÍNIMO	22
4.4.2. CONDENSACIONES INTERSTICIALES	23
4.4.2.1 DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA	23
4.4.2.2. DISTRIBUCIÓN DE LA PRESIÓN DE VAPOR DE SATURACIÓN	24
4.4.2.3. DISTRIBUCIÓN DE PRESIÓN DE VAPOR	24
4.5. FICHAS JUSTIFICATIVAS DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA	25
4.5.1. FICHA 1: CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS MEDIOS	25
4.5.2. FICHA 2: CONFORMIDAD - DEMANDA ENERGÉTICA	26
4.5.3. FICHA 3: CONFORMIDAD – CONDENSACIONES	26
5. CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN	28
6. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN	30
6.1. EMISORES DE CALOR	30
6.1.1. TIPOS DE EMISORES	30



6.1.1.1. TIPOS DE RADIADORES	30
6.1.1.2. TIPO DE RADIADOR ELEGIDO	32
6.1.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS RADIADORES ELEGIDOS	32
6.1.3. DIMENSIONADO DE LOS RADIADORES	32
6.2. DIMENSIONADO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA INSTALACIÓN	33
6.2.1. CÁLCULO DE DIÁMETROS Y PÉRDIDAS DE CARGA PRIMARIAS	34
6.2.2. PÉRDIDAS DE CARGA SECUNDARIAS	35
6.2.3. PÉRDIDAS DE CARGA TOTALES	35
6.2.4. AISLAMIENTO TÉRMICO DE LA INSTALACIÓN	35
6.3. CALDERA	36
6.3.1. CHIMENEA	36
6.4. VASO DE EXPANSIÓN	37
7. INSTALACIÓN DE A.C.S.	38
7.1. INTRODUCCIÓN	38
7.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE A.C.S.	38
7.2.1. SEGÚN EL NÚMERO DE UNIDADES DE CONSUMO	38
7.2.2. SEGÚN EL ORIGEN EMPLEADO PARA LA OBTENCIÓN DE ENERGÍA	38
7.2.3. SEGÚN EL SISTEMA EMPLEADO PARA LA PRODUCCIÓN DE A.C.S.	39
7.3. SOLUCIÓN ADOPTADA	39
8. INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA	40



8.1. INTRODUCCIÓN	40
8.2. RADIACIÓN SOLAR	40
8.2.1. RADIACIÓN SOLAR SOBRE SUPERFICIES PLANAS	42
8.3. APLICACIÓN AL PROYECTO	42
8.4. COLECTORES SOLARES	43
8.4.1. CLASIFICACIÓN	43
8.4.1.1. COLECTORES DE BAJA TEMPERATURA	43
8.4.1.2. COLECTORES DE ALTA TEMPERATURA	44
8.4.2. COMPONENTES DEL COLECTOR DE PLACA PLANA	44
8.4.3. EFECTO INVERNADERO	45
8.5. CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES SOLARES	
TÉRMICAS	45
8.5.1. SEGÚN EL PRINCIPIO DE CIRCULACIÓN	45
8.5.2. SEGÚN EL SISTEMA DE EXPANSIÓN	46
8.5.3. SEGÚN EL SISTEMA DE INTERCAMBIO DE ENERGÍA	46
8.5.4. SEGÚN EL SISTEMA AUXILIAR	46
8.5.5. SEGÚN LA APLICACIÓN	47
8.6. SOLUCIÓN ADOPTADA	47
8.7. CIRCUITO PRIMARIO	47
8.7.1. DEMANDA DE A.C.S.	48
8.7.2. DIMENSIONADO DE LOS COLECTORES SOLARES	49
8.7.2.1. INTRODUCCIÓN	49
8.7.2.2. VALORACIÓN DE LAS CARGASCALORÍFICAS	
PARA LA PRODUCCIÓN DE A.C.S.	50
8.7.2.3. VALORACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR	
INCIDENTE EN LA SUPERFICIE INCLINADA DE	



LOS CAPTADORES	50
8.7.2.4. CÁLCULO DEL PARÁMETRO D1	50
8.7.2.5. CÁLCULO DEL PARÁMETRO D2	51
8.7.2.6. DETERMINACIÓN DE LA GRÁFICA f	52
8.7.2.7. VALORACIÓN DE LA COBERTURA SOLAR MENSUAL	53
8.7.2.8. VALORACIÓN DE LA COBERTURA SOLAR ANUAL	53
8.7.3. INSTALACIÓN DE LOS COLECTORES SOLARES	53
8.7.4. DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS	54
8.7.5. AISLAMIENTO TÉRMICO	55
8.7.6. FLUIDO CALOPORTADOR	55
8.7.7. INTERCAMBIADOR DE CALOR	57
8.7.8. BOMBA DE CIRCULACIÓN	59
8.7.9. VASO DE EXPANSIÓN	60
8.8. CIRCUITO SECUNDARIO	62
8.8.1. DEPÓSITO ACUMULADOR	62
8.8.2. DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS	64
8.8.3. BOMBA DE CIRCULACIÓN	64
8.9. CIRCUITO DE DISTRIBUCIÓN	64
8.9.1. CONDICIONES MÍNIMAS DE SUMINISTRO	65
8.9.2. DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS	66
8.9.2.1. DIMENSIONADO DE LAS DERIVACIONES A LOS APARATOS	66
8.9.2.2. DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS DE LOS CUARTOS HÚMEDOS	67



8.9.2.3. DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS DE ACCESO A LAS VIVIENDAS	68
8.9.2.4. DIMENSIONADO DEL MONTANTE	69
8.9.3. CIRCUITO DE RETORNO	69
8.9.4. BOMBA DE CIRCULACIÓN	70
8.9.5. VASO DE EXPANSIÓN	71
8.10. SISTEMAS DE CONTROL DE A.C.S.	72
8.11. OTROS ELEMENTOS DE INSTALACIÓN	72
8.12. LEGIONELLA	74
9. RESUMEN DEL PRESUPUESTO	76



1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del proyecto es el diseño y cálculo de la instalación de calefacción y agua caliente sanitaria, de acuerdo con la normativa vigente, de un edificio de 13 viviendas con una planta bajo rasante en la que se encuentran el garaje y trasteros. El edificio se sitúa en Pamplona, Navarra, en el barrio de Lezkairu en el cruce de la carretera Badostain con la calle Valle de Egües.

2. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El edificio está situado en Pamplona, Navarra, en el barrio de Lezkairu.

El edificio consta de 13 viviendas, de las cuales 5 están resueltas como dúplex y las otras 8 como pisos. En el sótano se encuentran el garaje, los trasteros y un patio que descende hasta esa cota permitiendo la iluminación natural.

A continuación se detalla la relación de superficies de viviendas y zonas comunes del edificio:

VIVIENDAS	SUP. CONSTRUIDA	SUP. ÚTIL
PLANTA BAJA		
Vivienda A	53,77 m ²	Cocina 6,39 m ² Salón 16,77 m ² Baño1 3,74 m ² Dormitorio1 7,23 m ² Dormitorio2 10,1 m ² Distribuidor 0,9 m ² 45,13 m ²
Vivienda B	65,55 m ²	Cocina 6,78 m ² Salón 17,34 m ² Baño1 3,88 m ² Dormitorio1 8,86 m ² Dormitorio2 10 m ² Distribuidor 3,6 m ² Pasillo 2,67 m ² 53,13 m ²
Vivienda C		Cocina 9 m ² Salón 21,41 m ² Baño1 4,72 m ² Baño2 4,72 m ² Dormitorio1 12,82 m ²



		Dormitorio2 Dormitorio3 Distribuidor Pasillo	12,83 m ² 12,56 m ² 3,96 m ² 6,64 m ²
	103,87 m ²		88,66 m ²
Vivienda D		Cocina Salón Baño1 Dormitorio1 Dormitorio2 Pasillo	6,68 m ² 20,15 m ² 3,65 m ² 9,95 m ² 14,21 m ² 3,42 m ²
	72,81 m ²		58,06 m ²
Vivienda E		Cocina Salón Baño1 Baño2 Dormitorio1 Dormitorio2	9,77 m ² 16,47 m ² 4,06 m ² 6,6 m ² 8,58 m ² 11,95 m ²
	70,44 m ²		57,43 m ²
PLANTA PRIMERA			
Vivienda F		Cocina Salón Baño1 Baño2 Dormitorio1 Dormitorio2 Dormitorio3 Dormitorio4 Pasillo Distribuidor	8,49 m ² 25,2 m ² 4,15 m ² 2,93 m ² 8,49 m ² 8,28 m ² 10 m ² 8,51 m ² 5,4 m ² 2,07 m ²
	99,36 m ²		83,52 m ²
Vivienda G		Cocina Salón Baño1 Dormitorio1 Distribuidor	8,36 m ² 15,09 m ² 4,4 m ² 11,02 m ² 1,26 m ²
	47,75 m ²		40,13 m ²
Vivienda H		Cocina Salón Baño1 Baño2 Dormitorio1 Dormitorio2	7,5 m ² 16,11 m ² 6,1 m ² 4 m ² 11,82 m ² 11,92 m ²



		Pasillo	3,06 m ²
	70,64 m ²		60,51 m ²
Vivienda I		Cocina	7,84 m ²
		Salón	22,72 m ²
		Baño1	3 m ²
		Baño2	4,43 m ²
		Dormitorio1	10,69 m ²
		Dormitorio2	8,58 m ²
		Distribuidor	1,29 m ²
	76,95 m ²		58,55 m ²
Vivienda J		Cocina	6,79 m ²
		Salón	26,25 m ²
		Baño1	3,88 m ²
		Baño2	4,49 m ²
		Dormitorio1	9,97 m ²
		Dormitorio2	8,86 m ²
		Dormitorio3	13,09 m ²
		Pasillo	2,67 m ²
	113,1 m ²		76 m ²
Vivienda K		Cocina	6,91 m ²
		Salón	20,95 m ²
		Aseo	2,34 m ²
		Baño1	4,05 m ²
		Dormitorio1	7,56 m ²
		Dormitorio2	12,2 m ²
		Pasillo	3,67 m ²
	83,08 m ²		57,68 m ²
Vivienda L		Cocina	6,91 m ²
		Salón	20,95 m ²
		Aseo	2,34 m ²
		Baño1	4,05 m ²
		Dormitorio1	7,56 m ²
		Dormitorio2	12,2 m ²
		Pasillo	3,67 m ²
	83,08 m ²		57,68 m ²
Vivienda M		Cocina	10 m ²
		Salón	19,33 m ²
		Aseo	2,29 m ²
		Baño1	5,35 m ²
		Dormitorio1	6,43 m ²
		Dormitorio2	13,64 m ²
		Pasillo	5 m ²



	96,61 m ²	62,04 m ²
--	----------------------	----------------------

ZONAS COMUNES	SUP. ÚTIL	
PLANTA BAJA		
Pasaje		25,33 m ²
Portal y registros		24,49 m ²
Cuarto de basuras		10 m ²
Patio principal		86,17 m ²
Distribuidor		4,31 m ²
PLANTA PRIMERA		
Distribuidor		4,31 m ²
Galería		46,18 m ²
Patio distribuidor		9 m ²
AZOTEA		
Distribuidor		4,91 m ²
Cuarto de mantenimiento		4,27 m ²
Cuarto para telecomunicaciones		5,27 m ²
Cubierta transitable		225 m ²
GARAJE		
Patio trasero		33,25 m ²
Trasteros		6 x 5,19= 31,14 m ² 1 x 4,93= 4,93 m ² 1 x 3,49= 3,49 m ² 39,56 m ²
Vestíbulo de independencia		3,61 m ²
Distribuidor		2,78 m ²
Cuarto de mantenimiento		3,64 m ²
Plazas	P-1	12,29 m ²
	P-2	11,39 m ²
	P-3	11,39 m ²
	P-4	11 m ²



	P-5	11,39 m ²
	P-6	11,75 m ²
	P-7	12 m ²
	P-8	11,35 m ²
	P-9	11,35 m ²
	P-10	12 m ²
	P-11	12,69 m ²
	P-12	11,39 m ²
	P-13	11,39 m ²
	P-14	12 m ²
	P-15	19,36 m ²
	P-16	11,93 m ²
		<hr/> 194,67 m ²
Rodadura y rampa		308,33 m ²

La superficie a climatizar en este edificio es la suma de las superficies de las trece viviendas que es un total de 1037,01 m².

3. DESCRIPCIÓN DE LOS CERRAMIENTOS

3.1. CERRAMIENTOS EXTERIORES

3.1.1. CUBIERTA

La cubierta del edificio es horizontal (plana) y caliente (no ventilada o de una hoja). Consta de un forjado con un canto total de 30 cm (25 cm de bloque y 5 cm de capa de compresión), una capa de aislamiento térmico de placas de poliestireno extruido XPS-EN (e = 8 cm, 35 kg/m³, conductividad 0,034 W/m·K), y una capa de grava suelta canto rodado 20/40 mm de 5 cm de espesor.

3.1.2. FACHADAS

El cerramiento tipo del edificio, será de doble hoja (capuchina), constituido por: una hoja exterior de 1/2 pie de ladrillo hueco doble, revestido exteriormente con enfoscado de cemento bastardo con dosificación 1/16 y espesor final 1,5 cm, cámara de aire de 5 cm, aislamiento térmico a base de placas de poliestireno extruido XPS-EN (35 kg/m³, conductividad 0,034 W/m·K) de 4 cm, y hoja interior de placas de yeso laminado tipo knauf sobre perfilaría metálica.



3.1.3. MUROS BAJO RASANTE

Los cerramientos bajo rasante se resuelven con muro de hormigón armado de 35cm de espesor.

3.1.4. SUELOS

Los suelos en contacto con el terreno se resuelven con solera de hormigón de 20cm. sobre capa de grava con protección de lámina de polietileno de alta densidad.

3.1.5. CARPINTERÍA EXTERIOR

La carpintería exterior de madera maciza de iroko tratada convenientemente frente a posibles agresiones, con rotura de puente térmico y con clasificación, A3/E3/V3 según despieces. El acristalamiento será doble, de baja emisividad, con espesores 4/12/4+4; se dispondrán mismo modo tapaluces de paneles de contrachapado tipo marino.

3.2. SISTEMAS DE COMPARTIMENTACIÓN

3.2.1. ELEMENTOS SEPARADORES DE SECTORES-USOS

- Elementos verticales:

→ rampa-vivienda: hoja exterior de 1/2 pie de ladrillo hueco doble, revestido exteriormente con enfoscado de cemento bastardo con dosificación 1/16 y espesor final 1,5 cm, cámara de aire de 5 cm, aislamiento térmico a base de lana de roca de 4 cm, y hoja interior de placas de yeso laminado tipo knauf sobre perfilaría metálica.

- Puertas de paso entre sectores:

→ aparcamiento-vivienda: puertas vestíbulos de chapa de acero EI2 30-C5.

3.2.2. PARTICIONES INTERIORES

- Elementos verticales:

→ particiones viviendas: tabique formado por placas de yeso laminado tipo knauf sobre perfilaría metálica de 46mm revestido por ambas caras.

→ viviendas-elementos comunes: citara LHD revestida exteriormente con enfoscado de cemento bastardo con dosificación 1/16 y espesor final 1,5 cm + 4 cm



poliestireno extruido XPS-EN (35 kg/m^3 , conductividad $0,034 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) +placa de yeso laminado tipo knauf sobre perfilaría metálica 46mm.

→ viviendas usuarios distintos: 1/2 pie LP revestido por las 2 caras ($R=48\text{dBA}$).

- Elementos horizontales:

→ viviendas-elementos comunes: forjado hormigón 25+5 + lana de roca de 4 cm de espesor + lámina de polietileno de alta densidad + plaqueta.

→ viviendas-usuarios distintos: forjado hormigón 25+5 + lana de roca de 4 cm de espesor + plaqueta.

3.3. PILARES

Los pilares del edificio están compuestos por ladrillo hueco doble de 10 cm de espesor, revestido exteriormente con enfoscado de cemento bastardo con dosificación 1/16 y espesor final 1,5 cm, lana de roca de 4 cm, pilar cuadrado de hormigón armado de 35 cm de espesor y hoja interior de placas de yeso laminado tipo knauf sobre perfilaría metálica.

4. DESCRIPCIÓN DE LOS CÁLCULOS DE LA DEMANDA ENÉRGICA

4.1. DETERMINACIÓN DE ZONA CLIMÁTICA

La zona climática de cualquier localidad en la que se ubiquen los edificios se obtiene de la tabla D.1 del Apéndice D del Documento Básico HE (Ahorro de Energía) en función de la diferencia de altura que exista entre dicha localidad y la altura de referencia de la capital de su provincia. Si la diferencia de altura fuese menor de 200 m o la localidad se encontrase a una altura inferior que la de referencia, se tomará, para dicha localidad, la misma zona climática que la que corresponde a la capital de provincia.

4.2. TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LOS CERRAMIENTOS

4.2.1. CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR

Este cálculo es aplicable a la parte opaca de todos los cerramientos en contacto con el aire exterior. En este edificio estos cerramientos son los muros de fachada y la cubierta.

La transmitancia térmica $U \text{ (W/m}^2\text{K)}$ viene dada por la siguiente expresión:



$U = \frac{1}{R_T}$; siendo R_T la resistencia térmica total del componente constructivo ($\text{m}^2\text{K/W}$).

La resistencia térmica total R_T de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas debe calcularse mediante la expresión:

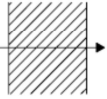
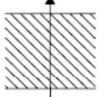
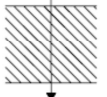
$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$; siendo R_1, R_2, \dots, R_n las resistencias térmicas de cada capa y R_{si} y R_{se} las resistencias térmicas superficiales al aire interior y exterior respectivamente.

La resistencia térmica de las capas térmicamente homogéneas se obtiene aplicando la siguiente expresión:

$R = \frac{e}{\lambda}$; siendo e el espesor de la capa (m) y λ la conductividad térmica de diseño del material (W/mK).

Para obtener los valores de las resistencias térmicas superficiales al aire interior y exterior se utiliza la siguiente tabla:

Tabla E.1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en $\text{m}^2\text{K/W}$

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	R _{se}	R _{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal 	0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente 	0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente 	0,04	0,17

4.2.2. CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO

4.2.2.1. SUELOS EN CONTACTO CON EL TERRENO

Para el cálculo de la transmitancia U_S ($\text{W/m}^2\text{K}$) se consideran dos posibles casos:

CASO 1: Soleras o losas apoyadas sobre el nivel del terreno o como máximo 0,5 m por debajo de éste.

CASO 2: Soleras o losas a una profundidad superior a 0,5 m respecto al nivel del terreno.



El caso correspondiente al edificio es el CASO 2, puesto que consta de una planta sótano y por lo tanto los suelos en contacto con el terreno están a una profundidad superior a 0,5 m respecto al nivel del terreno.

CASO 2:

1-. La transmitancia térmica U_S (W/m^2K) se obtiene de la tabla E.4 del Apéndice E de la Sección HE 1 del DB-HE en función de la profundidad z de la solera o losa respecto el nivel del terreno, de su resistencia térmica R_f , despreciando las resistencias térmicas superficiales, y la longitud característica B' (calculada mediante la expresión $B' = \frac{A}{\frac{1}{2}P}$; siendo A el área de la solera y P la longitud del perímetro de la solera).

2-. Los valores intermedios se pueden calcular por interpolación lineal.

Tabla E.4 Transmitancia térmica U_S en $W/m^2 K$

B'	0.5 m < z ≤ 1.0 m				1.0 m < z ≤ 2.0 m				2.0 m < z ≤ 3.0 m				z > 3.0 m			
	R_f ($m^2 K/W$)				R_f ($m^2 K/W$)				R_f ($m^2 K/W$)				R_f ($m^2 K/W$)			
	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50
5	0,64	0,52	0,44	0,39	0,54	0,45	0,40	0,36	0,42	0,37	0,34	0,31	0,35	0,32	0,29	0,27
6	0,57	0,46	0,40	0,35	0,48	0,41	0,36	0,33	0,38	0,34	0,31	0,28	0,32	0,29	0,27	0,25
7	0,52	0,42	0,37	0,33	0,44	0,38	0,33	0,30	0,35	0,31	0,29	0,26	0,30	0,27	0,25	0,24
8	0,47	0,39	0,34	0,30	0,40	0,35	0,31	0,28	0,33	0,29	0,27	0,25	0,28	0,26	0,24	0,22
9	0,43	0,36	0,32	0,28	0,37	0,32	0,29	0,26	0,30	0,27	0,25	0,23	0,26	0,24	0,22	0,21
10	0,40	0,34	0,30	0,27	0,35	0,30	0,27	0,25	0,29	0,26	0,24	0,22	0,25	0,23	0,21	0,20
12	0,36	0,30	0,27	0,24	0,31	0,27	0,24	0,22	0,26	0,23	0,21	0,20	0,22	0,21	0,19	0,18
14	0,32	0,27	0,24	0,22	0,28	0,25	0,22	0,20	0,23	0,21	0,20	0,18	0,20	0,19	0,18	0,17
16	0,29	0,25	0,22	0,20	0,25	0,23	0,20	0,19	0,21	0,20	0,18	0,17	0,19	0,17	0,16	0,16
18	0,26	0,23	0,20	0,19	0,23	0,21	0,19	0,18	0,20	0,18	0,17	0,16	0,17	0,16	0,15	0,15
≥20	0,24	0,21	0,19	0,17	0,22	0,19	0,18	0,16	0,18	0,17	0,16	0,15	0,16	0,15	0,14	0,14

Este apartado no procede en el presente proyecto ya que el suelo en contacto con el terreno del edificio está en un espacio no habitable.

4.2.2.2. MUROS EN CONTACTO CON EL TERRENO

1-. La transmitancia térmica U_T (W/m^2K) de los muros en contacto con el terreno se obtiene de la tabla E.5 del Apéndice E de la Sección HE 1 del DB-HE en función de su profundidad z , y de la resistencia térmica del muro R_m despreciando las resistencias térmicas superficiales.

2-. Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal.



Tabla E.5 Transmitancia térmica de muros enterrados U_T en $W/m^2 K$

R_m ($m^2 K/W$)	Profundidad z de la parte enterrada del muro (m)					
	0,5	1	2	3	4	≥ 6
0,00	3,05	2,20	1,48	1,15	0,95	0,71
0,50	1,17	0,99	0,77	0,64	0,55	0,44
1,00	0,74	0,65	0,54	0,47	0,42	0,34
1,50	0,54	0,49	0,42	0,37	0,34	0,28
2,00	0,42	0,39	0,35	0,31	0,28	0,24

3-. La transmitancia térmica para el primer metro de muro enterrado se obtiene de la columna $z = 1$ m.

4-. En el caso de muros cuya composición varíe con la profundidad la transmitancia térmica U_T se obtiene de la siguiente expresión:

$$U_T = \frac{U_1 \cdot z_1 + U_2 \cdot z_2 - U_{12} \cdot z_1}{z_2}$$

; siendo z_1 y z_2 la profundidad del primer y segundo tramo respectivamente (m), U_1 la transmitancia térmica obtenida de la tabla E.5 del primer tramo del muro para una profundidad de $z = z_1$ y una resistencia térmica $R_m = R_1$, U_2 la transmitancia térmica obtenida de la tabla E.5 de un muro hipotético de profundidad $z = z_2$ y resistencia térmica $R_m = R_2$, y U_{12} la transmitancia térmica obtenida de la tabla E.5 de un muro hipotético de profundidad $z = z_1$ y resistencia térmica $R_m = R_2$.

Como la composición de los muros no varía con la profundidad no tendremos en cuenta este último punto.

Este apartado no procede en el presente proyecto ya que los muros en contacto con el terreno del edificio están en un espacio no habitable.

4.2.3. PARTICIONES INTERIORES EN CONTACTO CON ESPACIOS NO HABITABLES

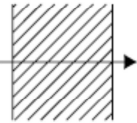
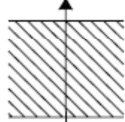
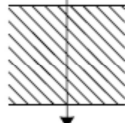
En este apartado se realiza el cálculo de la transmitancia U (W/m^2K) considerando el caso de cualquier partición interior en contacto con un espacio no habitable que a su vez esté en contacto con el exterior.

1-. Se excluyen de este apartado los vacíos o cámaras sanitarias, aunque de todas formas no es el caso de este edificio.

2-. La transmitancia térmica U (W/m^2K) viene dada por la siguiente expresión:

$U = U_P b$; siendo U_P la transmitancia térmica de la partición interior en contacto con el espacio no habitable como si fuera un cerramiento en contacto con el aire exterior, tomando las resistencias térmicas superficiales de la tabla E.6 del Apéndice E de la Sección HE 1 del DB-HE, y b el coeficiente de reducción de temperatura (relacionado al espacio no habitable) obtenido por la tabla E.7 del mismo documento para los casos concretos que se citan.

Tabla E.6 Resistencias térmicas superficiales de *particiones interiores* en m^2K/W

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

3-. El coeficiente de reducción de temperatura b se obtendrá de la tabla E.7 en función de la situación del aislamiento térmico (tal como muestra la figura E.6 del mismo documento), del grado de ventilación del espacio y de la relación de áreas entre la partición interior y el cerramiento (A_{iu}/A_{ue}). Los valores intermedios se obtienen por interpolación lineal.

Tabla E.7 Coeficiente de reducción de temperatura b

A_{iu}/A_{ue}	No aislado _{ue} - Aislado _{iu}		No aislado _{ue} -No aislado _{iu}		Aislado _{ue} -No aislado _{iu}	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
<0.25	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
0.25 ≤0.50	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
0.50 ≤0.75	0,96	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
0.75 ≤1.00	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
1.00 ≤1.25	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
1.25 ≤2.00	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
2.00 ≤2.50	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
2.50 ≤3.00	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
>3.00	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

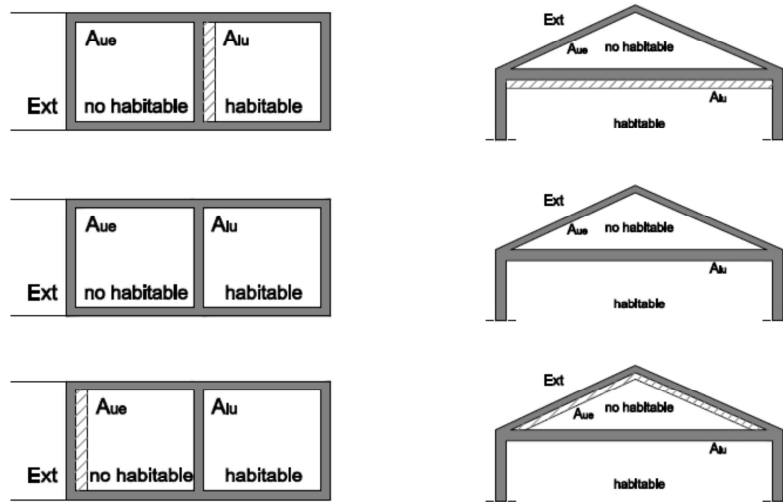


Figura E.6 Espacios habitables en contacto con espacios no habitables

NOTA: El subíndice *ue* se refiere al cerramiento entre el *espacio no habitable* y el exterior;
El subíndice *iu* se refiere a la partición interior entre el espacio habitable y el espacio no habitable.

4-. Hay dos grados de ventilación en función del nivel de estanqueidad del espacio que se define en la tabla E.8 del mismo apartado:

CASO 1: Espacio ligeramente ventilado, que incluye los espacios con un nivel de estanqueidad 1, 2 o 3.

CASO 2: Espacio muy ventilado, que incluye los espacios con un nivel de estanqueidad 4 o 5.

5-. El coeficiente de reducción de temperatura *b*, para el resto de espacios no habitables, se define mediante la siguiente expresión:

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} ; \text{ siendo } H_{ue} \text{ (W/m) el coeficiente de pérdida del espacio no habitable}$$

hacia el exterior, y H_{iu} (W/m) el coeficiente de pérdida del espacio habitable hacia el espacio no habitable.



6-. Los coeficientes H_{ue} y H_{iu} incluyen las pérdidas por transmisión y por renovación de aire. se calculan de la siguiente manera:

$$H_{ue} = \sum U_{ue} A_{ue} + 0,34 Q_{ue}$$

$H_{iu} = \sum U_{iu} A_{iu} + 0,34 Q_{iu}$; siendo U_{ue} (W/m^2K) la transmitancia térmica del cerramiento del espacio no habitable en contacto con el ambiente exterior, calculado mediante la expresión E.1 del Apéndice E de la Sección HE 1 del DB-HE si está en contacto con el aire o mediante el método descrito en el apartado E.1.2 del mismo apéndice si está en contacto con el terreno, U_{iu} (W/m^2K) la transmitancia térmica del cerramiento del espacio habitable en contacto con el no habitable calculado mediante la expresión E.1 de apéndice, A_{ue} el área del cerramiento del espacio no habitable en contacto con el ambiente exterior, A_{iu} el área del cerramiento del espacio habitable en contacto con el no habitable, Q_{ue} (m^3/h) el caudal de aire entre el exterior y el espacio no habitable, y Q_{iu} (m^3/h) el caudal de aire entre el espacio no habitable y el espacio habitable.

7-. Para el cálculo del caudal de aire Q_{ue} se utilizan los valores del apartado 2 de la Sección HS3 del DB “Salubridad”. En ausencia de datos se pueden usar los valores de renovaciones hora (h^{-1}) contenidos en la tabla E.8 del Apéndice E de la Sección HE 1 del DB-HE multiplicados por el volumen del espacio no habitable.

Tabla E.8 Tasa de renovación de aire entre espacios no habitables y el exterior (h^{-1})

Nivel de estanqueidad		h^{-1}
1	Ni puertas, ni ventanas, ni aberturas de ventilación	0
2	Todos los componentes sellados, sin aberturas de ventilación	0,5
3	Todos los componentes bien sellados, pequeñas aberturas de ventilación	1
4	Poco estanco, a causa de juntas abiertas o presencia de aberturas de ventilación permanentes	5
5	Poco estanco, con numerosas juntas abiertas o aberturas de ventilación permanentes grandes o numerosas	10

4.2.4. TRANSMITANCIA TÉRMICA DE HUECOS

1-. La transmitancia térmica de los huecos U_H (W/m^2K) se determina mediante la siguiente expresión:

$U_H = (1 - FM) \cdot U_{H,v} + FM \cdot U_{H,m}$; siendo $U_{H,v}$ (W/m^2K) la transmitancia térmica de la parte semitransparente, $U_{H,m}$ (W/m^2K) la transmitancia térmica del marco de la ventana o puerta, y FM la fracción de hueco ocupada por el marco.

2-. En ausencia de datos, la transmitancia térmica de la parte semitransparente se $U_{H,v}$ puede obtener según la norma UNE EN ISO 10 077-1:2001 .

3-. Los valores límite permitidos se obtienen de la correspondiente tabla 2.2 de la sección HE1 del DB-HE en función de la zona climática.


ZONA CLIMÁTICA D1

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno	$U_{Mlim}: 0,66 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Transmitancia límite de suelos	$U_{sim}: 0,49 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Transmitancia límite de cubiertas	$U_{clim}: 0,38 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Factor solar modificado límite de lucernarios	$F_{Lim}: 0,36$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \text{ K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Carga interna baja			Carga interna alta		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,0 (3,5)	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,5 (2,9)	2,9 (3,3)	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 31 a 40	2,2 (2,5)	2,6 (2,9)	3,4 (3,5)	3,4 (3,5)	-	-	-	0,54	-	0,58
de 41 a 50	2,1 (2,2)	2,5 (2,6)	3,2 (3,4)	3,2 (3,4)	-	-	-	0,45	-	0,49
de 51 a 60	1,9 (2,1)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	-	-	-	0,40	0,57	0,44

4.3. FACTOR SOLAR MODIFICADO DE HUECOS

El factor solar modificado en el hueco F_H se calcula utilizando la siguiente expresión:

$F = F_S \cdot [(1-FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha]$; siendo F_S el factor de sombra del hueco obtenido de las tablas E.11 a E.15 (Apéndice E de la Sección HE 1 del DB-HE) en función del dispositivo de sombra o mediante simulación, FM la fracción de hueco ocupada por el marco, g_{\perp} el factor solar de la parte semitransparente del hueco a incidencia normal (puede ser obtenido por el método descrito en la norma UNE EN 410:1998), U_m ($\text{W/m}^2 \text{ K}$) la transmitancia térmica del marco del hueco, y α la absorptividad del marco obtenida de tabla E.10 del mismo documento en función de su color.

Tabla E.10 Absortividad del marco para radiación solar α

Color	Claro	Medio	Oscuro
Blanco	0,20	0,30	---
Amarillo	0,30	0,50	0,70
Beige	0,35	0,55	0,75
Marrón	0,50	0,75	0,92
Rojo	0,65	0,80	0,90
Verde	0,40	0,70	0,88
Azul	0,50	0,80	0,95
Gris	0,40	0,65	---
Negro	---	0,96	---



4.4. CONDENSACIONES

Condiciones exteriores:

1-. Para las condiciones exteriores se toman como temperatura exterior y humedad relativa los valores medios mensuales de la localidad donde se ubica el edificio.

2-. Los valores que se han de usar para las capitales de provincia son los contenidos en la tabla G.1 del Apéndice G de la Sección HE1 del DB-HE.

En este caso el emplazamiento del edificio es una capital de provincia (Pamplona), con lo que no hay que tener ninguna consideración especial debida a su situación geográfica.

Condiciones interiores:

Para el cálculo de condensaciones superficiales:

1-. Se toma una temperatura del ambiente interior igual a 20 °C para el mes de enero.

2-. En el caso de conocer el ritmo de producción de la humedad relativa interior, y la tasa de renovación de aire, se puede calcular la humedad relativa interior del mes de enero mediante el método descrito en el apartado G.3.2 del Apéndice G de la Sección HE1 del DB-HE.

3-. Si se dispone del dato de humedad relativa interior y ésta se mantiene constante, se puede utilizar dicho dato en cálculo añadiéndole 0,05 como margen de seguridad.

Para el cálculo de condensaciones intersticiales:

1-. En ausencia de datos más precisos, se toma una temperatura ambiente interior igual a 20 °C para todos los meses del año, y una humedad relativa del ambiente en función de la clase de higrometría del espacio:

- a) clase de higrometría 5: 70%
- b) clase de higrometría 4: 62%
- c) clase de higrometría 3 o inferior: 55%

2-. En el caso de conocer el ritmo de producción de la humedad interior, y la tasa de renovación de aire, se podrá calcular la humedad relativa interior para cada mes del año mediante el método descrito en el apartado G.3.2 del mismo documento.

3-.si se disponen de los datos de temperatura interior y de humedad relativa interior, se podrán utilizar dichos datos en el cálculo añadiéndole 0,05 a la humedad relativa como margen de seguridad.



Las condiciones interiores del edificio son una temperatura del ambiente interior igual a 20 °C, y una humedad relativa del ambiente interior igual al 55 % por tratarse de unos espacios de clase de higrometría 3 o inferior.

4.4.1. CONDENSACIONES SUPERFICIALES

4.4.1.1. FACTOR DE TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE INTERIOR DE UN CERRAMIENTO

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

$f_{Rsi} = 1 - U \cdot 0,25$; siendo U (W/m^2K) la transmitancia térmica del cerramiento, partición interior, o puente térmico integrado en el cerramiento.

4.4.1.2. FACTOR DE TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE INTERIOR MÍNIMO

El factor de temperatura de la superficie interior mínimo se obtiene de la tabla 3.2 de la Sección HE1 del DB-HE:

Tabla 3.2 Factor de temperatura de la superficie interior mínimo $f_{Rsi,min}$

Categoría del espacio	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Clase de higrometría 5	0.80	0.80	0.80	0.90	0.90
Clase de higrometría 4	0.66	0.66	0.69	0.75	0.78
Clase de higrometría 3 o inferior a 3	0,50	0.52	0.56	0.61	0.64

Se ha de comprobar que el factor de temperatura de la superficie interior es superior al factor de temperatura de la superficie interior mínimo.

También se puede calcular el factor de temperatura de la superficie interior mínimo mediante la siguiente expresión:

$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si,min} - \theta_e}{20 - \theta_e}$; siendo θ_e (°C) la temperatura exterior de la localidad en el mes de enero y $\theta_{si,min}$ (°C) la temperatura superficial interior mínima aceptable obtenida mediante la siguiente expresión:

$$\theta_{si,min} = \frac{237,3 \log_e\left(\frac{P_{sat}}{610,5}\right)}{17,269 - \log_e\left(\frac{P_{sat}}{610,5}\right)}$$
 ; siendo P_{sat} (Pa) la presión de saturación máxima aceptable

en la superficie obtenida de la siguiente expresión:



$P_{sat} = \frac{P_i}{0,8}$; siendo P_i (Pa) la presión del vapor interior obtenida mediante la siguiente expresión:

$$P_i = \phi_i \cdot 2337 ; \text{ siendo } \phi_i \text{ (en tanto por 1) la humedad relativa interior.}$$

4.4.2. CONDENSACIONES INTERSTICIALES

Para comprobar que no se produzcan condensaciones intersticiales se ha de verificar que la presión de vapor en la superficie de cada capa es inferior a la presión de vapor de saturación. Para ello se realizan los siguientes cálculos:

- a) distribución de temperaturas.
- b) la distribución de presiones de vapor de saturación.
- c) la distribución de presiones de vapor.

4.4.2.1 DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA

1-. La distribución de temperaturas a lo largo del espesor de un cerramiento formado por varias depende de las temperaturas del aire a ambos lados de la misma, de las resistencias térmicas superficiales y de las resistencias térmicas de cada capa.

2-. La distribución de temperaturas se calcula de la siguiente manera:

a) cálculo de la resistencia térmica total del elemento constructivo, tal como se ha realizado con anterioridad.

b) cálculo de la temperatura superficial exterior θ_{se} :

$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$; siendo θ_e (°C) la temperatura exterior de la localidad, θ_i (°C) la temperatura interior, R_T (m²K/W) la resistencia térmica total del componente constructivo y R_{se} (m²K/W) la resistencia térmica superficial correspondiente al aire exterior.

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

$$\theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

$$\theta_2 = \theta_1 + \frac{R_2}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

...



$\theta_n = \theta_{n-1} + \frac{R_n}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$; siendo θ_{se} (°C) la temperatura superficial exterior, θ_e (°C) la temperatura exterior del edificio, θ_i (°C) la temperatura interior, $\theta_1 \dots \theta_{n-1}$ (°C) la temperatura en cada capa, $R_1 \dots R_n$ (m²K/W) las resistencias térmicas en cada capa y R_T (m²K/W) la resistencia térmica total del componente constructivo.

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 (°C) la temperatura exterior de la localidad, θ_i (°C) la temperatura interior, θ_n (°C) la temperatura en la capa n, R_{si} (m²K/W) la resistencia térmica superficial correspondiente al aire interior y R_T (m²K/W) la resistencia térmica total del componente constructivo.

3-. Se considera que la distribución de temperaturas en cada capa es lineal.

4.4.2.2. DISTRIBUCIÓN DE LA PRESIÓN DE VAPOR DE SATURACIÓN

La distribución de la presión de vapor de saturación a lo largo de un muro formado por varias capas se determina, a partir de la distribución de temperaturas obtenida anteriormente mediante las siguientes expresiones:

Si la temperatura (θ) es mayor o igual a 0 °C:

$$P_{sat} = 610,5 \cdot e^{\frac{17,269 \cdot \theta}{237,3 + \theta}}$$

Si la temperatura (θ) es menor que 0 °C:

$$P_{sat} = 610,5 \cdot e^{\frac{21,875 \cdot \theta}{265,5 + \theta}}$$

4.4.2.3. DISTRIBUCIÓN DE PRESIÓN DE VAPOR

1-. La distribución de la presión de vapor a través del cerramiento se calcula mediante las siguientes expresiones:

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

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

...

$$P_n = P_{n-1} + \frac{S_{d(n-1)}}{\sum S_{dn}} \cdot (P_i + P_e) ; \text{ siendo } P_i \text{ (Pa) la presión de vapor del aire interior, } P_e \text{ (Pa)}$$

la presión de vapor del aire exterior, $P_1 \dots P_{n-1}$ (Pa) la presión de vapor en cada capa n y



$S_{d1} \dots S_{d(n-1)}$ el espesor de aire equivalente en cada capa frente a la difusión de vapor de agua, calculado mediante:

$S_{dn} = e_n \cdot \mu_n$; 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), y e_n (m) es el espesor de la capa.

2-. Para el cálculo analítico de P_i y P_e , en función de la temperatura y de humedad relativa, se utilizarán las siguientes expresiones:

$$P_i = \phi_i \cdot P_{sat}(\theta_i) ;$$

$P_e = \phi_e \cdot P_{sat}(\theta_e)$; siendo ϕ_i la humedad relativa del ambiente interior y ϕ_e la humedad relativa del ambiente exterior.

4.5. FICHAS JUSTIFICATIVAS DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA

Se ha de justificar el cumplimiento de las condiciones establecidas en la Sección HE 1 del DB-HE mediante las fichas justificativas del cálculo de los parámetros característicos medios y los formularios de conformidad del Apéndice H de la Sección HE 1 del mismo documento.

4.5.1. FICHA 1: CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS MEDIOS

ZONA CLIMÁTICA		Zona de baja carga interna			
MUROS (U_{Mm}) y (U_{Tm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² K)	A·U (W/K)	Resultados
N					$\Sigma A =$
					$\Sigma A \cdot U =$
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
E					$\Sigma A =$
					$\Sigma A \cdot U =$
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
O					$\Sigma A =$
					$\Sigma A \cdot U =$
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
S					$\Sigma A =$
					$\Sigma A \cdot U =$
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
SE					$\Sigma A =$
					$\Sigma A \cdot U =$
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$



SO					$\Sigma A =$ $\Sigma A \cdot U =$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
C-TER					$\Sigma A =$ $\Sigma A \cdot U =$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$

SUELOS (U_{Sm})				
Tipos	A (m ²)	U (W/m ² K)	A·U (W/K)	Resultados
				$\Sigma A =$ $\Sigma A \cdot U =$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (U_{Cm}, F_{Lm})				
Tipos	A (m ²)	U (W/m ² K)	A·U (W/K)	Resultados
				$\Sigma A =$ $\Sigma A \cdot U =$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$

Tipos	A (m ²)	U (W/m ² K)	A·U (W/K)	Resultados
				$\Sigma A =$ $\Sigma A \cdot U =$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$

ZONA CLIMÁTICA	Zona de baja carga interna
-----------------------	-----------------------------------

HUECOS (U_{Hm}, F_{Hm})				
Tipos	A (m ²)	U (W/m ² K)	A·U (W/K)	Resultados
N				$\Sigma A =$ $\Sigma A \cdot U =$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$

Tipos	A (m ²)	U	F	A·U	A·F(m ²)	Resultados
E						$\Sigma A =$ $\Sigma A \cdot U =$ $\Sigma A \cdot F =$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$
O						$\Sigma A =$ $\Sigma A \cdot U =$ $\Sigma A \cdot F =$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$
S						$\Sigma A =$ $\Sigma A \cdot U =$ $\Sigma A \cdot F =$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$



								$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$
SE								$\Sigma A =$
								$\Sigma A \cdot U =$
								$\Sigma A \cdot F =$
								$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
								$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$
SO								$\Sigma A =$
								$\Sigma A \cdot U =$
								$\Sigma A \cdot F =$
								$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
								$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$

4.5.2. FICHA 2: CONFORMIDAD - DEMANDA ENERGÉTICA

ZONA CLIMÁTICA	Zona de baja carga interna
-----------------------	-----------------------------------

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	U_{max} (proyecto)	U_{max}
Muros de fachada		
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno		\leq
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables		
Suelos		\leq
Cubiertas		\leq
Vidrios y marcos de huecos y lucernarios		\leq
Medianerías		\leq

Particiones interiores (edificios de viviendas)	$\leq 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$
---	----------------------------------

MUROS DE FACHADA	
	U_{Mm} U_{Mlim}
N	\leq
E	
O	
S	
SE	
SO	

HUECOS					
	U_{Hm}	U_{Hlim}		F_{Hm}	F_{Hlim}
	\leq				
	\leq				\leq
	\leq				\leq
	\leq				\leq

Cerr. contacto terreno	
	U_{Tm} U_{Mlim}
	\leq

Suelos	
	U_{Sm} U_{Slim}
	\leq

Cubiertas	
	U_{Cm} U_{Clim}
	\leq

Lucernarios	
	F_{Lm} F_{Llim}
	\leq

4.5.3. FICHA 3: CONFORMIDAD – CONDENSACIONES

CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS									
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales						
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$	$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
	f_{Rsi}	$P_{sat,n}$							
	f_{Rmin}	P_n							
	f_{Rsi}	$P_{sat,n}$							



	$f_{R_{smin}}$		P_n						
	$f_{R_{si}}$		$P_{sat,n}$						
	$f_{R_{smin}}$		P_n						
	$f_{R_{si}}$		$P_{sat,n}$						
	$f_{R_{smin}}$		P_n						
	$f_{R_{si}}$		$P_{sat,n}$						
	$f_{R_{smin}}$		P_n						
	$f_{R_{si}}$		$P_{sat,n}$						
	$f_{R_{smin}}$		P_n						
	$f_{R_{si}}$		$P_{sat,n}$						
	$f_{R_{smin}}$		P_n						

5. CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN

Se denomina carga térmica a la cantidad de calor que hay que transmitir a un local en una hora para conservar el aire interior a una temperatura dada (temperatura de diseño). Esa cantidad de calor ha de ser igual a la que dicho local pierde a través de sus cerramientos en dicha una unidad de tiempo.

Las cargas térmicas totales de calefacción de cada parte de la vivienda se calculan mediante la siguiente expresión:

$Q_o = Q_T + Q_R + Q_S$; siendo Q_T las pérdidas caloríficas por transmisión a través de los cerramientos, Q_R las pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación, y Q_S las pérdidas caloríficas por suplementos.

Las pérdidas caloríficas por transmisión se deben a la diferencia de temperatura entre el espacio calefactado y el exterior u otro espacio no calefactado. Estas pérdidas dependen de la transmitancia térmica de los cerramientos y de la diferencia de temperaturas. En este caso los espacios calefactados están todos a la misma temperatura.

Las pérdidas caloríficas por transmisión se obtienen mediante la siguiente expresión:

$Q_T = \Sigma [U \cdot S \cdot (t_i - t_e)]$; siendo U (W/m^2K) la transmitancia térmica de cada cerramiento que delimita el espacio, S (m^2) la superficie de cada cerramiento que delimita el espacio, y $t_i - t_e$ la variación de temperatura entre el interior y el exterior de cada cerramiento que delimita el espacio. En este proyecto la temperatura interior son $20^\circ C$ y la temperatura exterior son $-4^\circ C$.

Las construcciones no son estancas, y además es necesario suministrar aire puro a las personas. Las pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación equivalen a la cantidad



de calor necesario para elevar la temperatura del aire exterior a la temperatura del espacio calefactado.

Las pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación se obtienen mediante la siguiente expresión:

$Q_R = V_{\text{Ventilación}} \cdot 1,25 \cdot \Delta t$; siendo $V_{\text{Ventilación}}$ (m^3/h) el volumen de infiltración o renovación, $1,25$ (KJ/m^3) el producto de la densidad por el calor específica del aire, y Δt la variación de temperatura entre el espacio calefactado y el exterior.

Para hallar el volumen de aire se estudian los casos de infiltración y renovación y se elige el que resulte un valor más elevado.

El volumen de aire en el caso de ventilación se obtiene mediante el producto del volumen de aire del espacio y el número de ventilaciones por hora consideradas según el tipo de espacio:

Habitación	Baños	Cocina	Dormitorios	Salón- come.	Pasillo
n (h^{-1})	3	1,5	1	1	0,5

Las pérdidas caloríficas por suplementos son de tres tipos:

Suplemento por orientación:

Se aplica en el caso de que el espacio tenga cerramientos en contacto con el exterior y según la orientación del cerramiento este suplemento tendrá un valor determinado:

Orientación	%
Norte	15
Sur	0
Este / Oeste	5
Sureste / Sudoeste	2,5

Suplemento por intermitencia de funcionamiento:

En el caso de que el régimen de funcionamiento de la calefacción no sea permanente, en los periodos en los que no funcionase producen unas pérdidas caloríficas que hay que compensar. El valor del suplemento depende de la inercia térmica del edificio.

En este caso se aplica en todos los espacios y tiene un valor del 10 % ya que se supone una interrupción diaria de 8-9 horas.

Suplemento de seguridad:

En este caso se aplica un coeficiente de seguridad de 1,1.



6. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

6.1. EMISORES DE CALOR

Los emisores térmicos deben cumplir una serie de condiciones, en general son las siguientes:

Estar en una situación correcta.

En ningún punto accesible de la instalación se alcanzarán los 90 °C, de acuerdo con la IT.IC.03.1.

La emisión de calor ha de ser uniforme y suave.

Se ha de poder regular su potencia.

Han de posibilitar un mantenimiento fácil, ser económicos y duraderos.

Las superficies en las que se pueda acumular polvo han de ser pequeñas.

6.1.1. TIPOS DE EMISORES

Se dividen en estas dos categorías:

Generadores: Son aquellos que producen el calor que emiten.

Emisores puros: Emiten el calor generado por otros elementos. Pueden utilizar distintos fluidos (agua, vapor o aire). El más clásico, y el que se va a utilizar en este proyecto es el radiador, cuyo principal mecanismo de emisión de calor es la convección (para facilitar este mecanismo se desaconseja enmascararlos con repisas u otros artilugios estéticos). El fluido que utilizan los radiadores es agua.

6.1.1.1. TIPOS DE RADIADORES

Existen cuatro tipos de radiadores atendiendo al material en el que hayan sido fabricados. Cada tipo tiene sus ventajas e inconvenientes.

Radiadores de fundición: Son los radiadores clásicos. Se caracterizan por su gran inercia térmica, tardan más tiempo en calentarse pero también en enfriarse. Es necesario colocar en el circuito un elemento que impida su congelación cuando no se usan ya que pueden reventar. Tienen el inconveniente de que sus elementos vienen soldados, lo que dificulta una posterior modificación de la instalación.



Radiadores de panel de chapa de acero: Son radiadores económicos de buen funcionamiento. Hoy en día la revolución de los sistemas de fabricación ha hecho que también las chapas de acero hayan mejorado, de manera que se ha alargado su vida útil.

Radiadores de aluminio: Las grandes ventajas de estos radiadores radican en su rápido calentamiento y en su larga vida útil, además de su buen aspecto y ligereza. Para las mismas condiciones superan en potencia a los de fundición. Hay que tener en cuenta que ha de tratarse el agua de la instalación para que su PH esté entre 5 y 8 y así evitar corrosiones prematuras.

Radiadores de tubo de acero: Estos radiadores han sido los últimos en salir al mercado y su gran valor es la estética.

La documentación técnica de los diferentes tipos de radiador debe hacer referencia a los siguientes aspectos:

Dimensiones.

Peso propio.

Contenido de agua por elemento.

Potencia calorífica por elemento, en las condiciones patrón.

Exponente n para otras condiciones.

Los radiadores y paneles suelen calcularse para temperaturas del fluido entre 70 °C y 80 °C para condiciones exteriores extremas.

Los radiadores deben separarse 4 cm, al menos, de las paredes y quedar levantados 10 cm, como mínimo, del suelo (norma IT.IC.17.42.).

Las dimensiones de cada radiador se determinan en función de los siguientes parámetros:

Pérdidas de carga térmica del espacio.

Salto térmico supuesto entre las temperaturas de entrada y de salida en el radiador, para hallar la temperatura media de éste.

Salto térmico entre el radiador (su temperatura media) y el ambiente, lo que determina su capacidad de intercambiar calor.



6.1.1.2. TIPO DE RADIADOR ELEGIDO

De entre las opciones disponibles se han elegido radiadores de aluminio debido a sus características, tales como su baja inercia térmica, su ligereza, su aspecto, su vida útil, su elevada superficie de intercambio y su facilidad de mantenimiento.

6.1.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS RADIADORES ELEGIDOS

Se van a instalar radiadores formados por elementos de aleación de aluminio fundidos a presión de la marca FONDITAL, modelo Calidor 100. Estos radiadores se ensamblan de serie en baterías de 3 a 10, 12 o 14 elementos. Presentan las siguientes características técnicas y de emisión para una temperatura media de 80 °C entre la ida y el retorno, y un salto térmico de 50 °C con el ambiente local (aunque el salto térmico que posteriormente se aplica es de 60 °C):

Calidor 100

Modelo	Profundidad (C) mm	Altura (B) mm	Entreejes (A) mm	Anchura (D) mm	Diámetro conexiones pulgadas	Contenido de agua litros/elem	Peso Kg/elem.	Potencia térmica W/elem	Expon. N	Coef. K _m
350/100	96	425	350	80	G1	0,30	1,10	97,37	1,3680	0,5863
500/100	96	578	500	80	G1	0,40	1,40	127,94	1,3128	0,7527
600/100	96	675	600	80	G1	0,46	1,65	148,52	1,3361	0,7977
700/100	96	778	700	80	G1	0,53	1,97	166,08	1,3480	0,8513
800/100	96	876	800	80	G1	0,61	2,40	182,26	1,3498	0,9275

En concreto se van a instalar radiadores del modelo **500/100** y **350/100** del Calidor 100.

Por norma los radiadores se han de colocar con una separación mínima de 4 cm de las paredes y quedar levantados 10 cm, como mínimo, del suelo. Sin embargo, el fabricante recomienda como distancia mínima del suelo 12 cm y de 2 a 5 cm de la pared. Se deberá permitir también un fácil acceso a las llaves purgadoras del radiador.

A la entrada de cada radiador se instala una llave de doble reglaje y un detentor a la salida de cada radiador. Cada radiador ha de tener su válvula de purga, mejor del tipo automático.

6.1.3. DIMENSIONADO DE LOS RADIADORES

Las potencias por elemento indicadas en la tabla anterior están calculadas por el fabricante para un salto térmico entre la temperatura media del radiador y la temperatura del ambiente de 50 °C, tal como indica la norma europea UNE EN 442-2. El salto térmico para el que se calcula la instalación es de 60 °C, por lo que hay que hallar la potencia que



suministran los elementos en las condiciones indicadas, mediante datos suministrados por el fabricante. La expresión a utilizar es la siguiente:

$P_R = P_{50} \left(\frac{\Delta t}{50} \right)^n$; siendo P_R (W) la potencia que suministra cada elemento en las condiciones del proyecto, P_{50} (W) la potencia emitida por cada elemento con un salto térmico de 50 °C, Δt el salto térmico, y n el exponente suministrado por el fabricante (en este caso $n = 1,3680$ para el 350/100 y $n = 1,3128$ para el 500/100).

El número de elementos a instalar en cada espacio se calcula dividiendo las cargas térmicas de calefacción entre las potencias suministradas por cada elemento. La cantidad de elementos a instalar ha de ser lógicamente un número entero, con lo que se ha de aproximar el resultado obtenido al siguiente número entero superior, nunca inferior.

Con estos datos ya se conoce el número de elementos por espacio, y por lo tanto el número de radiadores a instalar, teniendo en cuenta que este modelo de radiador se ensambla de serie en baterías de 3 a 10, 12 o 14 elementos.

6.2. DIMENSIONADO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA INSTALACIÓN

El sistema de distribución elegido para esta instalación es el sistema bitubular con retorno inverso, en el que el agua saliente de los radiadores se recoge en una red paralela para ser reconducida a la caldera. La ventaja del retorno inverso es que las longitudes de los recorridos para cada radiador son similares, y por lo tanto también sus pérdidas de carga. Se ha elegido este sistema en vez del monotubular al haber más de cinco radiadores por anillo (en este caso la temperatura del agua sería demasiado baja al final del recorrido). La ventaja del sistema bitubular es que la temperatura de entrada es la misma en todos los radiadores y no hay limitación en su número.

La potencia total de cada habitación se obtiene mediante el producto del número de elementos por la potencia emitida por cada elemento. Con este dato se puede obtener el caudal de agua necesario en cada habitación mediante la siguiente expresión:

$\dot{m} = \frac{Q}{c \cdot \Delta t}$; siendo \dot{m} (kg/s) el flujo másico, Q (W) la potencia total, c (J/kg K), y Δt (20 °C) el salto térmico entre la entrada y la salida del radiador.

El dimensionado de la red de distribución consiste en el cálculo de las pérdidas de carga (presión) de la instalación, y en la elección correcta de los diámetros de las conducciones. El cálculo de las pérdidas de carga de la instalación es necesario para:

Un correcto equilibrado hidráulico de la instalación.

Conocer la potencia y las características de la bomba a instalar.



Para escoger el diámetro de las tuberías de la red se tiene en cuenta el caudal necesario en la instalación y las propiedades del fluido a la temperatura media de trabajo del fluido, las características del material de las tuberías y el tipo de sistema de distribución elegido.

Las tuberías que se van a utilizar en la instalación son de cobre rígido, debido a sus propiedades (durabilidad, resistencia).

Las pérdidas de carga se dividen en dos tipos: pérdidas primarias (o en tramos rectos) y pérdidas secundarias (o singulares).

6.2.1. CÁLCULO DE DIÁMETROS Y PÉRDIDAS DE CARGA PRIMARIAS

Una vez diseñado el recorrido de la instalación en las viviendas del edificio se procede al dimensionado de las tuberías. El dimensionado se realiza con la ayuda de una gráfica en la que se obtiene el diámetro de las tuberías en función del caudal y de las pérdidas de carga deseadas. Los caudales se calculan mediante la expresión descrita con anterioridad. Las pérdidas de carga óptimas tienen un valor entre 10 y 16 mmca/m. teniendo en cuenta esto se obtienen los diámetros más adecuados con sus correspondientes pérdidas de carga.

Conociendo el caudal y el diámetro, mediante la ecuación de continuidad, se calcula la velocidad que llevará el agua en la instalación:

$Q=V \cdot S$; $V=\frac{Q}{S}$; siendo Q (m^3/s) el caudal, V (m/s) la velocidad del agua, y S (m^2) la sección de la tubería.

La velocidad del agua no ha de sobrepasar los 2 m/s en los tramos de tubería que pasen por espacios habitados del edificio, por una cuestión de ruidos.

Las pérdidas primarias son debidas al rozamiento del fluido con las paredes de las tuberías en los tramos rectos de éstas. Hay que conseguir un diseño adecuado de la instalación, que tenga en cuenta tanto unas pérdidas de carga lo menores posibles como un coste de la instalación económico.

Las pérdidas primarias de cada tramo recto se calcula mediante la siguiente expresión:

$P_t=(\frac{\Delta P}{L})L$; siendo $\frac{\Delta P}{L}$ (Pa/m) la pérdida de presión por unidad de longitud y L (m) la longitud del tramo de tubería.

Siguiendo la norma I.T.E. 07.3 se procurará que el dimensionado y la disposición de las tuberías de una red de distribución se realice de tal forma que la diferencia entre los



valores extremos de las presiones diferenciales en las acometidas de las distintas unidades terminales no sea mayor que el 15% del valor medio.

6.2.2. PÉRDIDAS DE CARGA SECUNDARIAS

Las pérdidas de carga secundarias son debidas a cambios de dirección, sección, y velocidad. Se suelen producir en elementos de la instalación tales como válvulas, codos, tes, etc.

Hay dos métodos para el cálculo de este tipo de pérdidas:

Método de la longitud equivalente: consiste en hacer los cálculos sustituyendo los accesorios de la instalación por una tubería recta de una longitud tal que las pérdidas de carga de esta tubería sean las mismas que en el elemento a cual está sustituyendo en los cálculos.

Método de los coeficientes de pérdida de carga: este es el método que se utiliza en el proyecto. Consiste en asignar a cada accesorio un coeficiente (resistencia simple) y la determinación de la pérdida de carga que produce mediante la siguiente expresión:

$$\Delta P = \varepsilon \frac{V^2 \rho}{2g}$$
; siendo ΔP (kg/m², que se ha de pasar a mmca) la caída de presión producida por el elemento, ε el coeficiente de resistencia, V (m/s) la velocidad del agua en cada tramo de tubería, ρ (kg/m³) la densidad del agua, y g (m/s²) la aceleración de la gravedad.

6.2.3. PÉRDIDAS DE CARGA TOTALES

Las pérdidas de carga totales de la instalación se obtienen de la siguiente manera:

Se multiplica la longitud de cada tramo por su pérdida de carga por unidad de longitud correspondiente, de esta forma se obtienen las pérdidas de carga primarias de cada tramo. A estas pérdidas se han de sumar las pérdidas de carga secundarias que se han calculado, con lo que se obtienen las pérdidas de carga totales de cada tramo. La suma de todas estas pérdidas de carga es la pérdida de carga total de la instalación. De esta forma se determina el recorrido con mayores pérdidas de carga.

6.2.4. AISLAMIENTO TÉRMICO DE LA INSTALACIÓN

Los espesores mínimos que se han de colocar en las tuberías de la instalación vienen especificados en el apartado IT 1.2.4.2.1. del RITE.



Los espesores indicados en dicho documento son válidos para un material con una conductividad térmica de referencia igual a 0,040 W/mK a 20 °C. En el caso de materiales con una conductividad térmica distinta a la de referencia el espesor se determina mediante unas fórmulas indicadas en el apartado IT 1.2.4.2.1. del RITE.

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

El material escogido para el aislamiento es caucho expandido de color negro con una conductividad térmica de 0,040 W/mK y 25 mm de espesor.

6.3. CALDERA

La caldera ha de ser capaz de suministrar la potencia necesaria tanto para abastecer la demanda de calefacción como de agua caliente sanitaria.

El dimensionado de la caldera se realiza en función del caso más desfavorable del proyecto. El caso más desfavorable se corresponde con el de la vivienda F, puesto que es la que tiene una mayor demanda de potencia para calefacción y además es la vivienda con mayor demanda de A.C.S.

Por lo tanto la potencia mínima que ha de tener la caldera (P_c) ha de ser suficiente como para cubrir la demanda de calefacción y el 100% de la demanda de A.C.S. aunque tenga contribución solar.

La potencia mínima que ha de tener la caldera es la siguiente:

$$P_c = 24596,54 \text{ W (24,60 KW)}$$

Se elige una caldera mural estanca. El modelo elegido es **NOVANOX 28/28 F** de la marca **BAXIROCA**. Esta caldera tiene una potencia de 28 KW con lo que basta para cubrir la demanda energética de calefacción y A.C.S.

6.3.1. CHIMENEA

Las normas que ha de cumplir la chimenea se exponen en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), en la instrucción técnica IT 1.3.4.1.3. Chimeneas.



Se opta por una chimenea circular de acero inoxidable de **125 mm de diámetro**. El aislante térmico de la chimenea es lana mineral de **30 mm de espesor**.

6.4. VASO DE EXPANSIÓN

Los vasos de expansión es el elemento que se utiliza en los circuitos de calefacción para absorber el aumento de volumen que se produce al dilatarse el agua que contiene el circuito. Los vasos de expansión pueden ser de dos tipos: abiertos o cerrados.

Vaso de expansión abierto: Es un recipiente que ha de estar en la parte más alta de la instalación para recoger el agua sobrante de la expansión y devolverla cuando se enfría. Al estar en contacto con el aire el agua no puede superar los 95 °C para evitar que empiece a hervir. A menudo ha de tener un sistema para evitar que el agua se hiele. Además el montaje es más complicado que en el caso de los vasos de expansión cerrados, que se pueden instalar en la propia sala de calderas. Estos motivos hacen que los vasos de expansión abiertos estén cada vez más en desuso en favor de los cerrados. Sin embargo en favor de su uso está el mayor grado de seguridad que un circuito abierto representa.

Vaso de expansión cerrado: está formado por una zona en contacto con el circuito primario de calefacción y por lo tanto llena de agua, y otra zona llena de aire o nitrógeno. Las dos zonas están separadas por una membrana impermeable. Al variar el volumen del agua del circuito el aire se comprime o se expande, proporcionando una presión de funcionamiento estable. Su ventaja es que puede estar en el mismo local que la caldera y por lo tanto al abrigo de heladas.

En este proyecto se utilizan vasos de expansión cerrados.

Para el dimensionado del vaso de expansión se ha de calcular la cantidad de agua existente en el circuito lleno, tanto en tuberías como en los distintos elementos de la instalación. Se calcula para el caso más desfavorable, que en este proyecto se corresponde con la instalación de la **vivienda F**. El volumen total de agua en la instalación es el siguiente:

$$V_{\text{agua}} = V_{\text{tuberías}} + V_{\text{radiadores}} + V_{\text{caldera}}$$

Una vez calculado este volumen se halla el volumen del vaso de expansión mediante las siguientes expresiones:

$V_u = V_a \cdot V_n$: siendo V_u (l) el volumen útil del depósito, V_a (l) el volumen de agua de la instalación, y V_n el coeficiente de dilatación del agua en función de la temperatura media (para 80 °C $V_a = 0,0296$).

$$n = \frac{P_{\text{máx}} - P_{\text{estático}}}{P_{\text{máx}}}; \text{ siendo } n \text{ el coeficiente de utilización.}$$



$V_t = \frac{V_u}{n}$; siendo V_t (l) el volumen total del vaso.

Volumen total del vaso de expansión:

$V_t = 1,96 \text{ l}$

Debido al pequeño tamaño del vaso de expansión, éste se sitúa en el interior de la caldera. El vaso de expansión del que consta la caldera tiene una capacidad de 8/10 l.

7. INSTALACIÓN DE A.C.S.

7.1. INTRODUCCIÓN

El agua caliente sanitaria (A.C.S.) es el agua destinada a consumo humano (potable) que ha sido calentada. Sus principales usos están relacionados con la higiene, tales como ducharse o lavarse. Su producción se puede realizar mediante calderas o calentadores que funcionan a base de electricidad, gasóleo, gas natural, butano, etc. Sin embargo, debido a su menor impacto ambiental, al agotamiento a medio plazo de las reservas de petróleo, y a la normativa que obliga a que al menos una parte del A.C.S. se obtenga mediante energías renovables, se utilizan para su producción sistemas de energía solar térmica.

7.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE A.C.S.

Existen distintos criterios de clasificación en función de distintas características de los posibles sistemas de producción.

7.2.1. SEGÚN EL NÚMERO DE UNIDADES DE CONSUMO

Unitarias: Una única unidad de consumo.

Individuales: Varias unidades de consumo para un mismo propietario.

Colectivas: Varias unidades de consumo para varios propietarios.

7.2.2. SEGÚN EL ORIGEN EMPLEADO PARA LA OBTENCIÓN DE ENERGÍA

Combustión: Pueden ser combustibles sólidos, líquidos o gases.



Energía solar: Radiación procedente del sol.

Electricidad: Aprovechamiento del calor generado por efecto Joule.

Bomba de calor: Captación de energía de bajo nivel térmico, elevando su temperatura mediante ciclos termodinámicos.

7.2.3. SEGÚN EL SISTEMA EMPLEADO PARA LA PRODUCCIÓN DE A.C.S.

Acumulación: Consiste en preparar una cierta cantidad de A.C.S. antes de ser consumida y acumularla en un depósito para su posterior consumo.

Instantánea: Consiste en la producción de A.C.S. en el instante en el que se usa una unidad de consumo.

7.3. SOLUCIÓN ADOPTADA

El sistema elegido para la producción de A.C.S. consiste en una instalación de energía solar térmica colectiva con un sistema de acumulación para su consumo en las viviendas del edificio.

La energía solar no puede responder por sí sola a la totalidad de la demanda de agua caliente sanitaria, ya que no se puede garantizar su suministro al depender totalmente de la radiación solar (días nublados, horas de luz diarias). Por lo tanto para completar la demanda de A.C.S. es necesaria una fuente de energía complementaria a la solar. Esta energía extra se obtiene en cada vivienda de su correspondiente caldera usada en la instalación de calefacción. De esta forma la función de la caldera es doble: calefacción y producción de A.C.S.

La instalación de A.C.S. se divide en tres partes fundamentales:

Circuito primario: Es la parte formada por los colectores solares, las tuberías que transportan el fluido caloportador y el intercambiador de calor que cede calor al agua de red.

Circuito secundario: Es la parte formada por las tuberías que van del intercambiador de calor al depósito acumulador de la instalación.

Circuito de distribución: Es la parte de la instalación formada por las tuberías que van desde el depósito acumulador a los distintos puntos de consumo, pasando por las calderas de cada vivienda.



8. INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

8.1. INTRODUCCIÓN

El Sol es la estrella que domina el sistema planetario que incluye a la Tierra. Mediante la radiación de su energía aporta directa o indirectamente toda la energía que mantiene viva la Tierra. La radiación solar junto a otros recursos solares secundarios como es el viento, la energía de las olas, hidroelectricidad o la biomasa suman la mayoría de la energía renovable disponible sobre la tierra.

En un año el Sol arroja sobre la Tierra cuatro mil veces más energía que la que consumimos, por lo que su potencial es prácticamente ilimitado.

La intensidad de la energía disponible en un punto de la Tierra depende del día del año, de la hora y de la latitud, además de la orientación del dispositivo receptor.

Actualmente es una de las energías renovables más desarrolladas y usadas en todo el mundo.

España es una de los primeros países a nivel mundial en investigación, desarrollo y aprovechamiento de la energía solar. Además tiene una situación geográfica privilegiada con respecto al resto de Europa en cuanto a radiación solar recibida. Cada año inciden en su suelo unos 1500 kilovatios-hora por metro cuadrado de superficie, es decir una cifra similar a la de muchas regiones de América Central y del Sur.

Sin embargo esta energía también hay que tener en cuenta que esta energía está sometida a continuas fluctuaciones y a variaciones más o menos bruscas, con lo cual es posible que no dispongamos de ella cuando se necesite. Es lo que ocurre en invierno, que la radiación solar es menor que en verano y sin embargo la demanda energética es mayor.

Si se sigue investigando y desarrollando este tipo de energía, puede llegar a alcanzar mucha más importancia de la que tiene en la actualidad.

8.2. RADIACIÓN SOLAR

La radiación solar es el conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el Sol. Estas ondas electromagnéticas tienen distintas frecuencias que se distribuyen desde el infrarrojo al ultravioleta, pasando por la luz visible. Aproximadamente la mitad de estas ondas pueden ser detectadas por el ojo humano (luz visible). De la otra mitad la mayoría de las ondas son infrarrojas y una pequeña parte ultravioletas. No toda la radiación solar alcanza la superficie terrestre, ya que las ondas ultravioletas más cortas, son absorbidas por los gases de la atmosfera, fundamentalmente el ozono. La radiación solar se mide normalmente con un instrumento denominado piranómetro.



Radiación ultravioleta: Es la radiación de menor longitud de onda, lleva mucha energía e interfiere con los enlaces moleculares. Pueden alterar las moléculas de ADN, muy importantes para la vida. Por lo tanto es muy importante protegerse de este tipo de radiación.

Luz visible: Es la radiación correspondiente a la zona visible. Por la energía que lleva tiene gran influencia en los seres vivos. La luz visible atraviesa con bastante eficacia la atmosfera limpia, pero cuando hay nubes o masas de polvo parte de ella es absorbida o reflejada.

Radiación infrarroja: La radiación infrarroja es la que corresponde a longitudes de onda más largas y lleva poca energía asociada. Su efecto aumenta la gitacion de las moléculas, provocando el aumento de temperatura. El CO₂, el vapor de agua y las pequeñas gotas de agua que forman las nubes absorben con mucha intensidad las radiaciones infrarrojas.

En función de cómo reciben la radiación solar los objetos situados en la superficie terrestre, se pueden distinguir estos tipos de radiación:

Radiación directa: Es aquella que llega directamente del Sol sin haber sufrido cambio alguno en su dirección. Se caracteriza por proyectar una sombra definida de los objetos opacos que la interceptan.

Radiación difusa: Parte de la radiación que atraviesa la atmósfera es reflejada por las nubes o absorbida por éstas. Esta radiación, que se denomina difusa, va en todas direcciones, como consecuencia de las reflexiones y absorciones, no sólo de las nubes sino de las partículas de polvo atmosférico, montañas, árboles, edificios, el propio suelo, etc. Este tipo de radiación se caracteriza por no producir sombra alguna respecto a los objetos opacos interpuestos. Las superficies horizontales son las que más radiación difusa reciben, ya que ven toda la bóveda celeste, mientras que las verticales reciben menos porque sólo ven la mitad.

Radiación reflejada: La radiación reflejada es, como su nombre indica, aquella reflejada por la superficie terrestre. La cantidad de radiación depende del coeficiente de reflexión de la superficie, también llamado albedo. Las superficies horizontales no reciben ninguna radiación reflejada, porque no ven ninguna superficie terrestre y las superficies verticales son las que más radiación reflejada reciben.

Radiación global: Es la radiación total. Es la suma de las tres radiaciones.

En un día despejado, con cielo limpio, la radiación directa es preponderante sobre la radiación difusa. Por el contrario, en un día nublado no existe radiación directa y la totalidad de la radiación que incide es difusa.

La radiación que reciben las distintas zonas de la Tierra depende de su situación geográfica, de la época del año y de la inclinación de la Tierra que es de 23,45°. Según la



época del año los rayos inciden de forma más perpendicular sobre unas partes de la Tierra que sobre otras.

8.2.1. RADIACIÓN SOLAR SOBRE SUPERFICIES PLANAS

La radiación solar que incide sobre las superficies planas depende varios factores fundamentales:

Orientación de la superficie.

Inclinación de la superficie.

Latitud del lugar.

Hora del día.

Día del año.

Condiciones climatológicas.

Con el propósito de aprovechar el máximo de horas de luz, los colectores solares se orientan hacia el ecuador. Es decir, se considera como orientación óptima el sur.

Atendiendo a las indicaciones del DB-HE del CTE en su Sección HE 4, la inclinación óptima es, dependiendo del periodo de utilización:

- a) Demanda constante anual: la latitud geográfica.
- b) Demanda preferente en invierno: la latitud geográfica + 10°.
- c) Demanda preferente en verano: la latitud geográfica – 10°.

Los datos sobre radiación solar en función de la latitud geográfica y de la inclinación de los colectores están disponibles en tablas.

8.3. APLICACIÓN AL PROYECTO

El fin de la instalación de energía solar térmica en este proyecto es la producción de agua caliente sanitaria para el abastecimiento de las trece viviendas del edificio.

A grandes rasgos el funcionamiento de la instalación es el siguiente:

Los colectores captan la radiación solar y la transfieren al fluido caloportador de la instalación (suele ser agua con aditivos). El fluido caloportador es impulsado a través del circuito mediante una bomba de circulación. Este fluido pasa por un intercambiador de



calor donde transfiere su energía al agua que posteriormente será consumida en las viviendas.

El agua se almacena en un depósito acumulador de A.C.S. para su consumo en el momento en que sea necesario.

Para garantizar el suministro de A.C.S., y dado que el aporte de la instalación solar térmica es insuficiente para la demanda del edificio, el aporte de energía complementario se realiza en cada vivienda mediante las calderas instaladas para calefacción.

8.4. COLECTORES SOLARES

Un colector solar es cualquier dispositivo diseñado para recoger la energía irradiada por el Sol y convertirla en energía térmica.

8.4.1. CLASIFICACIÓN

Los colectores solares se dividen en dos grandes grupos: los colectores de baja temperatura (utilizados fundamentalmente en sistemas domésticos de calefacción y A.C.S.), y los colectores de alta temperatura (conformados mediante espejos y utilizados generalmente para producir energía).

8.4.1.1. COLECTORES DE BAJA TEMPERATURA

Colector solar de placa plana: Este tipo de colector funciona recogiendo la energía procedente del Sol que incide sobre su superficie y calentando una placa. La energía captada se transfiere al fluido caloportador de la instalación. Normalmente este tipo de colector tiene una cubierta de vidrio para aprovechar el efecto invernadero. Consta de una serie de tubos de cobre por los cuales circula el fluido que absorbe la energía recibida. Se utilizan en la producción de A.C.S., la climatización de piscinas y la calefacción.

Colector de aire: Es un tipo de colector plano cuyo fluido caloportador es aire. No tiene una temperatura máxima límite y trabaja mejor en condiciones de circulación normal. Sin embargo posee una baja capacidad calorífica y la transferencia de calor al fluido de trabajo es bastante mala. Se emplea principalmente en calefacción.

Colector de vacío: Es un colector dotado de una cubierta doble, cerrada de forma hermética, aislada tanto interior como exteriormente y en la cual hay vacío. La razón de utilizar este tipo de colector es reducir las pérdidas de energía por convección. Con el tiempo el vacío va desapareciendo. El coste de este tipo de colector es mayor que el de otros. Se emplea en la producción de A.C.S. y en la climatización de piscinas.



Tubo de calor: Es un tipo de colector que presenta simetría cilíndrica. Consta de dos tubos concéntricos (uno exterior de vidrio y otro interior pintado de negro o con pintura selectiva). El fluido caloportador circula por el interior del colector. Se utiliza para calefacción.

Collectores cónicos o esféricos: Este tipo de colector tiene una doble función (es la unidad de captación y de almacenamiento). La superficie de captación puede ser cónica o esférica, al igual que la cubierta de vidrio. El motivo de utilizar colectores con estas formas es que la superficie iluminada sea constante a lo largo del día (en ausencia de sombra). Aunque su instalación es sencilla, tienen problemas de estratificación del agua y la superficie de captación es pequeña. Se utiliza principalmente para la producción de A.C.S.

8.4.1.2. COLECTORES DE ALTA TEMPERATURA

Concentrador paraboloide: La superficie reflectora es un paraboloide de revolución. Se utiliza principalmente para la producción de electricidad produciendo vapor en una central termosolar.

Concentrador cilíndrico: La superficie receptora tiene la geometría de medio cilindro. Se utiliza en la producción de vapor en centrales termosolares.

8.4.2. COMPONENTES DEL COLECTOR DE PLACA PLANA

El colector de placa plana es el tipo de colector escogido para la instalación del proyecto, ya que ofrecen la ventaja de usar una orientación fija y de aprovechar tanto la radiación directa como la difusa.

Este tipo de colector se compone de cuatro partes principales: la cubierta transparente (vidrio o similar), la placa captadora (superficie negra que absorbe la energía solar), el aislante y la carcasa (contenedor de todo lo anterior).

Cubierta transparente: Es la encargada de dejar pasar la radiación solar, evitar que el calor emitido por la placa captadora se vaya del sistema y reducir las pérdidas por convección. Crea el efecto invernadero para aumentar la eficiencia del colector.

Placa captadora: Tiene por misión absorber de forma más eficiente posible la radiación solar y transformarla en energía térmica utilizable mediante su transferencia al fluido caloportador. Los modelos más usuales son:

a) Dos placas captadoras separadas unos milímetros entre los cuales circula el fluido caloportador.



b) Placa metálica en la cual están soldados o embutidos los tubos por los que circula el fluido caloportador.

c) Dos placas de metal unidas a gran presión excepto en los lugares que forman el circuito del fluido caloportador.

d) Placas de plásticos, usadas exclusivamente en la climatización de piscinas.

Aislamiento: La placa captadora está protegida en su parte posterior y lateral por un aislamiento que evita las pérdidas térmicas hacia el exterior. Los materiales más usados son lana de vidrio, espuma rígida de poliuretano y poliestireno expandido.

Carcasa: Es la encargada de proteger de agentes externos y soportar los elementos que constituyen el colector solar, además de servir de enlace con el edificio por medio de los soportes. El material más utilizado en la fabricación de carcasas es el aluminio.

8.4.3. EFECTO INVERNADERO

Los colectores de placa plana funcionan aprovechando el efecto invernadero. Los rayos de sol inciden sobre el vidrio, el cual es un filtro para las ondas de radiación dejando pasar la luz visible, y calienta la placa negra, la cual se convierte en emisora de onda larga por su poca temperatura. El recinto que forma el colector se calienta por encima de la temperatura exterior sin importar las pérdidas por transmisión que el vidrio de la cubierta sufre. Todo esto provoca el calentamiento del fluido caloportador, que transporta la energía térmica a donde deseemos.

8.5. CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS

Las instalaciones térmicas solares se pueden clasificar atendiendo a sus distintas características.

8.5.1. SEGÚN EL PRINCIPIO DE CIRCULACIÓN

Circulación natural o con termosifón: Funcionamiento por convección natural. Aprovechan la circulación natural del agua caliente, que tiende a ascender, con lo que se prescinde del uso de bombas. Se utiliza en climas cálidos en instalaciones solares de pequeño tamaño.

Circulación forzada: Funcionamiento por el accionamiento eléctrico de una bomba. El uso de la bomba implica una circulación más rápida, con lo que las pérdidas de calor en la distribución son menores. Además la utilización de la bomba nos permite interrumpir la



transferencia de calor cuando el agua de los colectores no circule más caliente que la del acumulador.

8.5.2. SEGÚN EL SISTEMA DE EXPANSIÓN

Sistema abierto: El circuito primario de la instalación está en comunicación directa con la atmósfera.

Sistema cerrado: El circuito primario de la instalación no tiene contacto con la atmósfera. El vaso de expansión es cerrado.

8.5.3. SEGÚN EL SISTEMA DE INTERCAMBIO DE ENERGÍA

Sistemas directos: El agua caliente que produce el colector es dirigida directamente a depósito acumulador. El agua caliente que llega al acumulador expulsa al agua que ya estaba en el acumulador pero a una menor temperatura. Es un sistema económico y eficiente. Sin embargo, al calentarse directamente el agua que se va a consumir, ésta no puede llevar ningún aditivo, con lo que se corre el riesgo de rotura de la instalación en caso de que el agua se hiele. Por esto es conveniente vaciar el circuito durante la época de heladas.

Sistemas indirectos: En este caso la instalación consta de dos circuitos. En el circuito primario se encuentran los colectores que calientan el fluido caloportador, el cual mediante un intercambiador de calor transmite su energía al agua para consumo que se encuentra en el circuito secundario. En el circuito secundario se encuentra también el depósito acumulador donde se almacena el A.C.S. Gracias a este circuito doble se evita la mezcla del fluido caloportador con el agua para consumo, y de esta manera poder utilizar un fluido en el circuito primario que aguante las heladas.

8.5.4. SEGÚN EL SISTEMA AUXILIAR

Sistema centralizado en circuito solar y sistema de apoyo.

Sistema con circuito y acumulación solar centralizada y apoyo individual con sistema instantáneo.

Sistema con circuito solar centralizado y acumulación indirecta con acumulación individual.



8.5.5. SEGÚN LA APLICACIÓN

Sistemas solares térmicos.

Sistemas solares térmicos para la climatización de piscinas.

Sistemas solares térmicos para apoyo a calefacción.

Sistemas solares térmicos para aplicaciones de refrigeración.

Sistemas para usos industriales.

Instalaciones de usos combinados.

8.6. SOLUCIÓN ADOPTADA

En este proyecto se opta por una instalación de energía solar térmica cuya finalidad es la producción de agua caliente sanitaria, por lo que la energía captada por los colectores se emplea íntegramente para este fin.

Es una instalación de tipo indirecto (los fluidos de los circuitos primario y secundario no se mezclan). Como fluido caloportador se utiliza agua con anticongelante debido a la zona donde se ubica el edificio (tiene inviernos fríos). Para que el fluido caloportador transfiera el calor al agua del circuito secundario la instalación consta de un intercambiador de placas. El agua caliente se almacena en un depósito acumulador. Desde el depósito acumulador el agua se distribuye a cada vivienda donde llega a las calderas. En cada vivienda el agua caliente se distribuye de la caldera a cada punto de consumo, siendo aportado calor al agua por la caldera si fuera necesario.

El circuito primario de la instalación es cerrado, es decir, no tiene contacto con la atmósfera al ser el vaso de expansión cerrado. Además la circulación en el circuito es forzada mediante una bomba de circulación.

8.7. CIRCUITO PRIMARIO

El circuito primario es aquel en el que se encuentran los colectores solares y por el que circula el fluido caloportador que absorbe la energía procedente del sol, que posteriormente transmite mediante un intercambiador de calor al agua de consumo que se encuentra en el circuito secundario.



8.7.1. DEMANDA DE A.C.S.

Para llevar a cabo el cálculo de la demanda energética de A.C.S. primero es necesario conocer la demanda de A.C.S. del edificio. La demanda de A.C.S. se calcula conforme a lo establecido en el DB-HE del CTE en su Sección HE 4.

Tabla 3.1. Demanda de referencia a 60°C (1)

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

Como en el caso de este proyecto la temperatura del agua en el acumulador es de 60 °C, la demanda de A.C.S. se obtiene de la tabla de arriba.

Para el cálculo del número de personas por vivienda se emplea la siguiente tabla:

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	7	más de 7
Número de Personas	1,5	3	4	6	7	8	9	Nº de dormitorios

También es necesario hacer una estimación de la ocupación del edificio. Dado que se trata de un edificio de viviendas se considera una ocupación del 100 %. En verano esta ocupación puede disminuir debido a las vacaciones, sin embargo esto no se puede calcular, con lo que se considera que la ocupación del edificio es del 100% todo el año.

Una vez se conoce la demanda de agua caliente sanitaria y la zona climática de Pamplona (zona II) se obtiene la contribución solar mínima que ha de proporcionar la instalación. En el caso de este proyecto, la contribución solar mínima se obtiene mediante la siguiente tabla ya que la fuente energética de apoyo es gas natural.



Tabla 2.1. Contribución solar mínima en %. Caso general

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-5.000	30	30	50	60	70
5.000-6.000	30	30	55	65	70
6.000-7.000	30	35	61	70	70
7.000-8.000	30	45	63	70	70
8.000-9.000	30	52	65	70	70
9.000-10.000	30	55	70	70	70
10.000-12.500	30	65	70	70	70
12.500-15.000	30	70	70	70	70
15.000-17.500	35	70	70	70	70
17.500-20.000	45	70	70	70	70
> 20.000	52	70	70	70	70

En el caso de este proyecto la contribución solar mínima es del **30%** atendiendo a la tabla.

8.7.2. DIMENSIONADO DE LOS COLECTORES SOLARES

8.7.2.1. INTRODUCCIÓN

El método elegido para el dimensionado de los colectores solares es el método F-Chart, que permite realizar el cálculo de la cobertura de un sistema solar, es decir, de su contribución a la aportación total de calor necesario para cubrir las cargas térmicas, y de su rendimiento medio en un largo periodo de tiempo.

Es un proceso de cálculo suficientemente exacto para largas estimaciones, que no ha de aplicarse para estimaciones de tipo semanal o diario.

La ecuación utilizada en este método puede apreciarse en la siguiente fórmula:

$$f = 1,029 D_1 - 0,065 D_2 - 0,245 D_1^2 + 0,0018 D_2^2 + 0,0215 D_1^3$$

La secuencia que se sigue en el cálculo es la siguiente:

- 1-. Valoración de las cargas caloríficas para el calentamiento de agua destinada a la producción de A.C.S.
- 2-. Valoración de la radiación solar incidente en la superficie inclinada del captador o captadores.
- 3-. Cálculo del parámetro D_1 .
- 4-. Cálculo del parámetro D_2 .
- 5-. Determinación de la gráfica f .
- 6-. Valoración de la cobertura solar mensual.
- 7-. Valoración de la cobertura solar anual.



8.7.2.2. VALORACIÓN DE LAS CARGAS CALORÍFICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE A.C.S.

Las cargas caloríficas determinan la cantidad de calor necesario mensual para calentar el agua destinada a consumo doméstico, calculándose mediante la siguiente expresión:

$Q_a = C_e \cdot C \cdot N \cdot (t_{ac} - t_r)$; siendo Q_a (J/mes) la carga calorífica mensual de calentamiento de A.C.S., C_e (J/kg °C) el calor específico (4187 J/kg °C para el agua), C (l/día) el consumo diario de A.C.S., t_{ac} (°C) la temperatura del agua caliente de acumulación (60 °C en este caso), t_r (°C) la temperatura del agua de red, y N el número de días del mes.

8.7.2.3. VALORACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE EN LA SUPERFICIE INCLINADA DE LOS CAPTADORES

Los valores de la radiación solar incidente sobre la superficie horizontal un día medio de cada mes se obtienen de unas tablas elaboradas por CENSOLAR.

Puesto que los colectores solares son superficies inclinadas, es necesario utilizar un factor de corrección k . Este factor es el resultado del cociente entre la energía total incidente en un día sobre una superficie orientada hacia el ecuador e inclinada un determinado ángulo y la que incide sobre otra horizontal. En este proyecto, dicho factor de corrección se obtiene de las tablas incluidas en el Pliego de Condiciones Técnicas de Baja Temperatura en función de la inclinación y la latitud del colector.

8.7.2.4. CÁLCULO DEL PARÁMETRO D_1

El parámetro D_1 expresa la relación entre la energía absorbida por la placa del captador plano y la carga calorífica total de calentamiento durante un mes:

$$D_1 = \text{Energía absorbida por el captador } (E_a) / \text{Carga calorífica mensual } (Q_a)$$

La energía absorbida por el captador viene dada por la siguiente expresión:

$E_a = S_c \cdot F'_r(\tau\alpha) \cdot R_1 \cdot N$; siendo S_c (m²) la superficie del captador, R_1 (MJ/m²) la radiación diaria media incidente sobre la superficie de captación por unidad de área, N el número de días del mes, y $F'_r(\tau\alpha)$ un factor adimensional que viene dado por la siguiente expresión:

$F'_r(\tau\alpha) = F_r(\tau\alpha)_n \cdot [(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n] \cdot (F'_r/F_r)$; siendo $F_r(\tau\alpha)_n$ el factor de eficiencia óptica del captador, es decir, ordenada en el origen de la curva característica del captador (el modelo de captador elegido es el **SOL 250 de la marca BAXIROCA**, cuyo valor del factor es **0,80**), $(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n$ el modificador del ángulo de incidencia (en general se puede



tomar como constante 0,96 para una superficie transparente sencilla), y F'_r/F_r el factor de corrección del conjunto captador intercambiador (se recomienda tomar el valor de 0,95).

Para determinar la superficie de captación necesaria se obtiene de tal manera que se cumpla la contribución solar mínima para la producción de A.C.S. Tal y como indica el CTE en la Sección HE 4 del DB-HE, en este caso la contribución solar mínima para la producción de agua caliente sanitaria ha de ser del 30% (consumo de A.C.S. de 935 l/día y zona climática II). Sin embargo la instalación solar en este proyecto se hace pensando en atender un 40% de la demanda de A.C.S.

Por lo tanto para cubrir la demanda mínima prevista en el proyecto (40%) es necesaria la instalación de **8 colectores planos del modelo SOL 250 de la marca BAXIROCA**. La superficie de apertura (superficie útil) de cada colector es de 2,37 m², con lo que la superficie útil de todos los colectores tiene un total de 18,96 m². La superficie total de cada colector es de 2,51 m², con lo que los 8 colectores suman una superficie de 20,08 m². Estos colectores aportan más del 40% de la demanda energética de A.C.S. en los meses de mayor necesidad de ésta, que además coinciden con los de menor radiación solar incidente, y en los meses de verano pueden hacerse cargo del 100% del consumo energético para la producción de A.C.S.

8.7.2.5. CÁLCULO DEL PARÁMETRO D_2

El parámetro D_2 expresa la relación entre las pérdidas de energía del captador, para una determinada temperatura, y la carga calorífica de calentamiento durante un mes:

$$D_2 = \text{Energía perdida por el captador (E}_p\text{)} / \text{Carga calorífica mensual (Q}_a\text{)}$$

La energía perdida por el captador viene dada por la siguiente expresión:

$$E_p = S_c \cdot F'_r \cdot U_L \cdot (100 - t_a) \cdot \Delta t \cdot K_1 \cdot K_2$$

Siendo:

S_c (m²) la superficie del captador.

$F'_r \cdot U_L = F_r \cdot U_L \cdot (F'_r / F_r)$; siendo $F_r \cdot U_L$ la pendiente de la curva característica del captador (coeficiente global de pérdidas del captador). El valor que tiene es 3,648 W/m² °C para el modelo de colector elegido. Para (F'_r / F_r) se recomienda un valor de 0,95.

t_a (°C) la temperatura media mensual ambiente.

Δt (s) el periodo de tiempo considerado.

K_1 el factor de corrección por almacenamiento que se obtiene a partir de la siguiente expresión:



$$K_1 = [\text{kg acumulación} / (75S_c)]^{-0,25} = [1500/(75 \cdot 18,96)]^{-0,25} = 0,987$$

$$37,5 < (\text{kg acumulación}) / (\text{m}^2 \text{ captador}) < 300$$

K_2 el factor de corrección, para A.C.S., que relaciona la temperatura mínima de A.C.S., la del agua de red y la media mensual ambiente, dado por la siguiente expresión:

$$K_2 = \frac{11,6 + 1,18 \cdot t_{ac} + 3,86 \cdot t_r - 2,32 \cdot t_a}{100 - t_a}$$

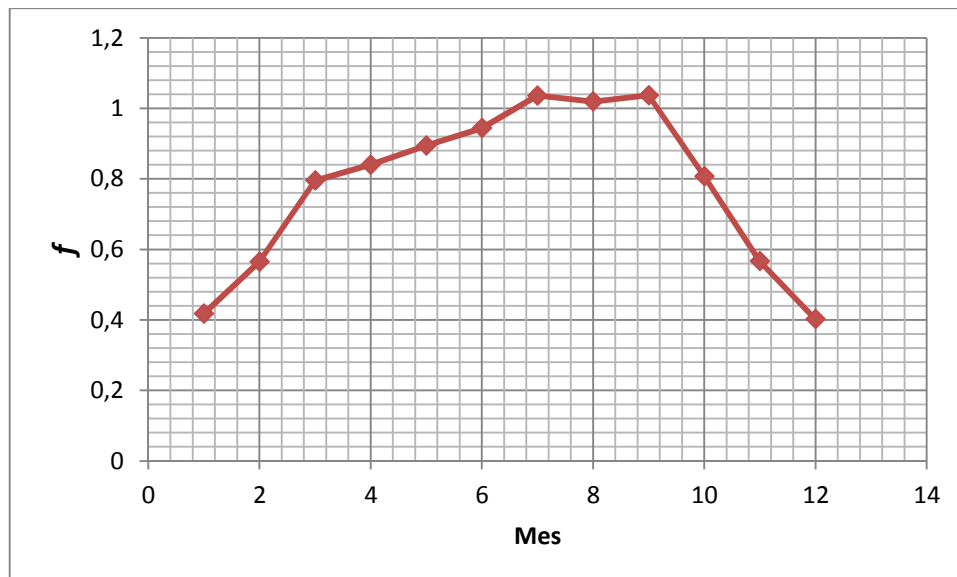
; siendo t_{ac} (°C) la temperatura mínima del A.C.S. (60 °C), t_r (°C) la temperatura del agua de red, y t_a (°C) la temperatura media mensual del ambiente.

8.7.2.6. DETERMINACIÓN DE LA GRÁFICA f

Los valores que toma f se obtienen a partir de los valores de D_1 y D_2 mediante la siguiente ecuación:

$$f = 1,029 D_1 - 0,065 D_2 - 0,245 D_1^2 + 0,0018 D_2^2 + 0,0215 D_1^3$$

A partir de los valores obtenidos mediante esta ecuación se realiza la gráfica de la función.



f representa la fracción de la carga calorífica mensual aportada por el sistema de energía solar. Se puede observar que en los meses de verano, la instalación solar aporta la totalidad de la energía necesaria para cubrir la demanda de A.C.S.



8.7.2.7. VALORACIÓN DE LA COBERTURA SOLAR MENSUAL

Con los valores de la función f calculados para cada mes, ya se puede calcular la energía útil captada cada mes. Este cálculo se realiza mediante la siguiente expresión:

$Q_u = f \cdot Q_a$; siendo Q_u (MJ) la energía útil captada cada mes por la instalación, f la función, y Q_a (MJ) la carga calorífica mensual de A.C.S.

El resto de la energía necesaria para completar la demanda la aporta la caldera de cada vivienda.

8.7.2.8. VALORACIÓN DE LA COBERTURA SOLAR ANUAL

La relación entre la suma de las coberturas mensuales y la suma de las cargas caloríficas, o necesidades mensuales de calor, determina la cobertura anual del sistema:

$$\text{Cobertura solar anual} = \frac{\sum Q_u \text{ necesaria}}{\sum Q_a \text{ necesaria}}$$

Tal y como está calculada en el documento de los cálculos del proyecto, la cobertura solar anual que proporciona la instalación es un **76,66%**, lo cual está por encima del mínimo exigido por el CTE en la Sección HE 4 del DB-HE para el consumo de A.C.S. y para la zona climática II (la contribución solar mínima es un 30%).

8.7.3. INSTALACIÓN DE LOS COLECTORES SOLARES

La orientación óptima de los colectores es el sur, aunque también se pueden permitir desviaciones sureste o suroeste que sean inferiores a 25°. En este proyecto los colectores están orientados al sur.

Los colectores se han de situar siempre evitando obstáculos que puedan hacer sombra a los colectores. Los colectores se sitúan en la cubierta de las habitaciones del piso superior de las viviendas tipo dúplex, ya que es la zona de mayor altura del edificio. De esta forma se asegura la ausencia de obstáculos causantes de sombras.

Respecto a la inclinación de los colectores, cuanto mayor sea ésta, se favorece la captación de sol en los meses invernales. Por el contrario, una inclinación menor favorece la captación en los meses de primavera y verano. Esto es debido a la altura a la que está el sol durante los meses del año ya que esta altura cambia con los comienzos y finales de las estaciones, variando entonces también la incidencia de los rayos solares sobre los colectores. En la instalación del edificio objeto del proyecto, los colectores solares tienen una inclinación de 45°, que es una inclinación un poco mayor que el valor de la latitud de Pamplona (42°49').



La instalación consta de 8 colectores solares planos del modelo SOL 250 de la marca BAXIROCA. La superficie de apertura (útil) de cada colector es $2,37 \text{ m}^2$, por lo que los 8 colectores suman una superficie útil de $18,96 \text{ m}^2$. La superficie total de cada colector es $2,51 \text{ m}^2$, siendo la superficie de todos los colectores $20,08 \text{ m}^2$.

Los colectores se instalan en paralelo, puesto que de esta forma la temperatura que se alcanza es menor que si los colectores estuvieran en serie, con lo que las pérdidas de calor son menores y en consecuencia el rendimiento de la instalación es mayor. Además otra ventaja reside en que las pérdidas de carga en el circuito son menores que si los colectores estuvieran conectados en serie, puesto que de esa forma el fluido caloportador tendría que atravesar todos los colectores aumentando así la resistencia a vencer.

Se emplean válvulas de cierre de bola tanto en la entrada como en la salida de los colectores para aislarlos cuando se requiera un mantenimiento de los mismos, facilitando de esta forma la tarea.

A la hora de conectar los colectores se emplean mangueras flexibles para de esta forma evitar que las dilataciones que se produzcan dañen la instalación.

8.7.4. DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS

El circuito primario es aquel en el que se encuentran los colectores y por el que circula el fluido caloportador que absorbe la energía captada, que más tarde transfiere al agua del circuito secundario mediante un intercambiador de calor.

Para el circuito primario se utilizan tuberías de cobre debido a sus propiedades. Las tuberías de plástico pueden dar problemas en este tipo de instalación debido a las temperaturas que se pueden alcanzar. Se ha elegido el cobre como material de las tuberías debido a que es un material económico, ligero, duradero, dúctil, maleable y reciclable en su práctica totalidad.

Para el dimensionado de las tuberías del circuito primario se necesitan los datos proporcionados por el fabricante de los colectores solares.

Tal y como se indica en los cálculos del proyecto, el caudal recomendado para la superficie útil de los colectores de la instalación es 948 l/h (caudal recomendado $50 \text{ l/m}^2\text{h}$ y $18,96 \text{ m}^2$ de superficie útil).

Se estima que la velocidad adecuada para la circulación del fluido caloportador es de $0,5 \text{ m/s}$.

Con la ayuda de un diagrama de pérdidas de carga en tuberías de cobre se obtiene que el diámetro necesario es de 25 mm y las pérdidas de carga son 12 mmca/m .



8.7.5. AISLAMIENTO TÉRMICO

Los espesores mínimos que se han de colocar en las tuberías del circuito primario vienen especificados en el apartado IT 1.2.4.2.1. del RITE.

Los espesores indicados en dicho documento son válidos para un material con una conductividad térmica de referencia igual a 0,040 W/mK a 20 °C. En el caso de materiales con una conductividad térmica distinta a la de referencia el espesor se determina mediante unas fórmulas indicadas en el apartado IT 1.2.4.2.1. del RITE.

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

El material escogido para el aislamiento es caucho expandido de color negro con una conductividad térmica de 0,040 W/mK y 25 mm de espesor.

Respecto al resto de elementos de la instalación (colectores solares, intercambiador de calor, depósito acumulador), éstos están aislados de fábrica conforme a la normativa.

Las tuberías del circuito secundario y del circuito distribución están aisladas de la misma manera que las del circuito primario (caucho expandido de color negro con una conductividad térmica de 0,040 W/mK).

8.7.6. FLUIDO CALOPORTADOR

El CTE en la Sección HE 4 (Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria) del DB-HE indica las condiciones que ha de reunir el fluido de trabajo del circuito primario:

1-. El fluido portador se seleccionará de acuerdo con las especificaciones del fabricante de los captadores. Pueden utilizarse como fluidos en el circuito primario agua de la red, agua desmineralizada o agua con aditivos, según las características climatológicas del lugar de instalación y de la calidad del agua empleada. En caso de utilización de otros fluidos térmicos se incluirán en el proyecto su composición y su calor específico.

2-. El fluido de trabajo tendrá un pH a 20 °C entre 5 y 9, y un contenido en sales que se ajustará a los señalados en los puntos siguientes:

a) la salinidad del agua del circuito primario no excederá de 500 mg/l totales de sales solubles. En caso de no disponer de este valor se tomará el de la conductividad como variable limitante, no sobrepasando los 650 μ S/cm.

b) el contenido en sales de calcio no excederá de 200 mg/l, expresados como contenido en el carbonato cálcico.

c) el límite de dióxido de carbono libre contenido en el agua no excederá de 50 mg/l.

3-. Fuera de estos valores, el agua deberá ser tratada.

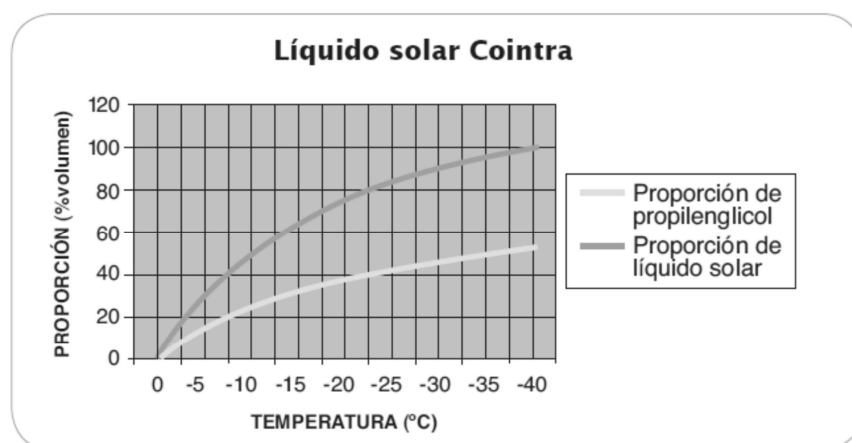
La climatología de Pamplona hace que sea un lugar con un alto riesgo de heladas en invierno. Por eso el fluido caloportador del circuito primario es una mezcla de agua y anticongelante.

La proporción de anticongelante la determina la temperatura mínima que ha de soportar la instalación. El punto de congelación del fluido caloportador ha de ser bajo puesto que ha de soportar una temperatura 5 °C inferior a la temperatura mínima histórica.

En el caso de Pamplona, la temperatura mínima histórica es de -16 °C, por lo que el fluido caloportador ha de soportar una temperatura de -21 °C.

La instalación va a utilizar el líquido solar de la marca COINTRA. Es un líquido con capacidad de protección hasta -38 °C (en función del grado de concentración del producto en la mezcla circulante por el primario). Está compuesto a base de propilenglicol, inhibidores de corrosión, antiespumante, colorante y agua.

Las proporciones adecuadas de la mezcla según la temperatura vienen dadas en la siguiente gráfica y tabla:



Temperatura (°C)								
0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40
Proporción de propilenglicol %								
0	15	25	33	38	42	46	49	53
Proporción de líquido solar %								
0	30	50	65	77	85	91	96	100



El fluido caloportador ha de poder soportar temperaturas de $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sin embargo en la tabla no vienen las proporciones a utilizar para dicha temperatura, por lo que se toman las proporciones de la siguiente temperatura indicada, en este caso $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Para una temperatura de $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ la mezcla a utilizar es de un 85 % de líquido solar y un 15 % de agua. Esta mezcla contiene un 42 % de propilenglicol.

8.7.7. INTERCAMBIADOR DE CALOR

El intercambiador de calor sirve de unión (sin mezclarse) entre los circuitos primario y secundario. Es el elemento encargado de transferir la energía del fluido caloportador del circuito primario al agua del circuito secundario.

Los intercambiadores de calor se pueden clasificar en función de si son de contacto directo o indirecto.

Los intercambiadores de contacto directo son aquellos en los que los fluidos sufren una mezcla física completa, realizándose la transferencia de calor entre ellos. Estos elementos también son conocidos como como intercambiadores de mezcla.

Los intercambiadores de contacto indirecto pueden ser su vez alternativos o de superficie.

En el caso de los intercambiadores alternativos, los dos fluidos recorren un mismo espacio de forma alternada, sin coincidencia entre ellos, de forma que la mezcla de ambos fluidos puede considerarse despreciable. El elemento fundamental de este tipo de intercambiadores es la superficie que alternativamente recibe y cede la energía térmica.

Los intercambiadores de superficie son aquellos en los que la transferencia de calor se produce a través de una superficie, plana o cilíndrica, que separa físicamente las corrientes de ambos fluidos. En esta clase de intercambiador no existe ninguna posibilidad de contacto directo entre o contaminación entre dichos fluidos.

El tipo de intercambiador elegido para este proyecto es un intercambiador de placas, que pertenece al grupo de intercambiadores de superficie de flujo paralelo.

Los intercambiadores de placas tienen las siguientes características:

Están formados por una serie de placas metálicas que se acoplan unas a otras en mayor o menor número, según las necesidades térmicas, en un bastidor que las mantiene unidas.

Los materiales que se emplean en su construcción dependen fundamentalmente de las características de los fluidos que se vayan a intercambiar calor. Hay que tener en cuenta a la hora de elegir el material de las placas la facilidad de deformación por prensado, una



pequeña resistencia térmica y que los fluidos a emplear no las ataquen. Esta última condición también afecta al material empleado para la fabricación de las juntas. A la vista de estas condiciones, los materiales más usualmente empleados en la construcción de las placas son los aceros inoxidables y las aleaciones de níquel, cromo, y titanio, mientras que para las juntas se emplean siliconas, caucho natural y sintético.

Este tipo de intercambiador presenta ventajas e inconvenientes respecto a otras clases de intercambiadores.

Entre las ventajas se pueden destacar las siguientes:

Elevada turbulencia en la circulación de los fluidos, la cual permite velocidades de circulación menores en los fluidos, disminuyendo el peligro de ensuciamiento.

Elevados valores del coeficiente de transmisión superficial, lo que conlleva valores muy elevados del coeficiente global de transmisión del calor.

Menores pérdidas caloríficas, ya que sólo los bordes de las placas están expuestos al ambiente exterior y además de tener pequeños espesores pueden aislarse fácilmente.

Menor espacio necesario que otros tipos de intercambiadores dada su elevada relación superficie de intercambio/volumen total.

Fácil accesibilidad a ambas caras de cada placa, lo que permite una mejor inspección y limpieza, lo que puede realizarse en el mismo lugar de su emplazamiento.

Facilidad de sustituir elementos con la consiguiente ventaja de facilitar las reparaciones y realizar ampliaciones con máxima economía.

En el caso de deterioro de las juntas, se produce escape de fluido hacia el exterior, siendo posible repararlas inmediatamente, evitándose mezclas o contaminaciones de los fluidos.

Como inconvenientes se pueden citar los siguientes:

Limitación que imponen las juntas de unión entre placas, ya que no permiten trabajar con temperaturas superiores a 250°C o presiones mayores de 20 atm.

Presentan mayor pérdida de presión en la circulación de fluidos.

De no ser necesarios materiales especiales, el cambiador de placas es más caro que los multitubulares.

Las condiciones que han de reunir el sistema de intercambio de calor en este tipo de instalaciones vienen indicadas en la Sección HE 4 del DB-HE del CTE:

1-. Para el caso de intercambiador independiente, la potencia del intercambiador P, se determinará para las condiciones de trabajo en las horas centrales del día suponiendo



una radiación solar de 1000 W/m^2 y un rendimiento de la conversión de energía solar a calor del 50%, cumpliéndose la condición:

$P \geq 500 \cdot A$; siendo P (W) la potencia mínima del intercambiador, y A (m^2) el área de captadores.

2-. Para el caso del intercambiador incorporado al acumulador, la relación entre la superficie útil de intercambio y la superficie total de captación no será inferior a 0,15.

3-. En cada una de las tuberías de entrada y salida del agua del intercambiador de calor se instalara una válvula de cierre próxima al manguito correspondiente.

4-. Se puede utilizar el circuito de consumo con un segundo intercambiador (circuito terciario).

La potencia mínima que ha de tener el intercambiador de calor tiene el siguiente valor:

$$P \geq 9480 \text{ W}$$

Teniendo en cuenta el dato de la potencia mínima, se opta por elegir el intercambiador de calor de placas **M 10H de la marca BAXIROCA**. Es un intercambiador que consta de 20 placas cuya potencia es 26,150 KW.

8.7.8. BOMBA DE CIRCULACIÓN

Las condiciones que han de reunir las bombas de circulación en este tipo de instalaciones vienen indicadas en la Sección HE 4 del DB-HE del CTE:

1-. Los materiales de la bomba del circuito primario serán compatibles con las mezclas anticongelantes y en general con el fluido de trabajo utilizado.

2-. Cuando las conexiones de los captadores son en paralelo, el caudal nominal será el igual caudal unitario de diseño multiplicado por la superficie total de captadores en paralelo.

3-. La potencia eléctrica parásita para la bomba no debería exceder los valores dados en la siguiente tabla:

Tabla 3.4 Potencia eléctrica máxima de la bomba

Sistema	Potencia eléctrica de la bomba
Sistema pequeño	50 W o 2% de la mayor potencia calorífica que pueda suministrar el grupo de captadores
Sistemas grandes	1 % de la mayor potencia calorífica que puede suministrar el grupo de captadores



4-. La potencia máxima de la bomba especificada anteriormente excluye la potencia de las bombas de los sistemas de drenaje con recuperación, que sólo es necesaria para rellenar el sistema después de un drenaje.

5-. La bomba permitirá efectuar de forma simple la operación de desaireación o purga.

Se ha de elegir una bomba que suministre el caudal calculado anteriormente y que pueda vencer las pérdidas de carga del circuito. Las pérdidas de carga totales son la suma de las pérdidas en los colectores, en las tuberías y en el intercambiador de calor. Las bombas se suelen instalar en las partes frías del circuito.

Se opta por bombas centrífugas ya que presentan ventajas importantes tales como un coste bajo, ocupación de un espacio menor y su capacidad para atender de forma fácil las variaciones de caudal.

La bomba ha de ser capaz de proporcionar un caudal de **948 l/h**.

La pérdida de carga total es la suma de todas las pérdidas de carga (colectores, tuberías e intercambiador de calor). Por lo tanto la pérdida de carga del circuito primario tiene un valor de **3267 mmca**, es decir, **3,267 mca**.

Teniendo en cuenta el caudal requerido por la instalación y las pérdidas de carga que se han de vencer en el circuito primario, se instala una bomba de circulación modelo **SXM 25 de la marca BAXIROCA**.

8.7.9. VASO DE EXPANSIÓN

El vaso de expansión es uno de los elementos de seguridad indispensables para que la instalación funcione correctamente, ya que su función es absorber la dilatación del fluido en el momento en el que se sobrecalienta. Además de esta función, también sirve para mantener la presión del líquido solar a un nivel adecuado.

Los vasos de expansión pueden ser abiertos o cerrados. En este caso se utiliza un vaso de expansión cerrado.

Los vasos de expansión se instalan preferentemente en la aspiración de la bomba de circulación.

En la Sección HE 4 del DB-HE del CTE se describen las condiciones que han de cumplir los vasos de expansión en este tipo de instalaciones:

1-. El dispositivo de expansión cerrada del circuito de captadores deberá estar dimensionado de tal forma que, incluso después de una interrupción del suministro de potencia a la bomba de circulación del circuito de captadores, justo cuando la radiación



solar sea máxima, se pueda restablecer la operación automáticamente cuando la potencia esté disponible de nuevo.

2-. Cuando el medio de transferencia de calor pueda evaporarse bajo condiciones de estancamiento, hay que realizar un dimensionado especial del volumen de expansión: Además de dimensionarlo como es usual en sistemas de calefacción cerrados (la expansión del medio de transferencia del calor completo), el depósito de expansión deberá de ser capaz de compensar el volumen del medio de transferencia de calor en todo el grupo de captadores completo incluyendo todas las tuberías de conexión entre captadores más un 10 %.

3-. El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes. Los aislantes empleados serán resistentes a los efectos de la intemperie, pájaros y roedores.

El volumen que ha de tener el vaso de expansión para el circuito primario de la instalación solar se calcula mediante la siguiente expresión:

$$V_N = \frac{(V_V + V_2 + z \cdot V_K) \cdot (P_e + 1)}{P_e - P_{st}}$$

Siendo:

V_N (l) el volumen nominal del depósito de expansión.

V_V (l) la reserva de seguridad (medio portador de calor), que se calcula mediante la siguiente expresión:

$V_V = 0,05 \cdot V_A$; siendo V_A (l) el volumen total de fluido en todo el circuito primario.

V_2 (l) el aumento de volumen al calentarse la instalación, que se calcula mediante la siguiente expresión:

$V_2 = \beta \cdot V_A$; siendo β el coeficiente de expansión para el fluido caloportador ($\beta = 0,15$ en este caso).

z el número de colectores (en este caso 8).

V_K (l) la capacidad de cada colector (en este caso 2,9 l).

P_e (bar) la sobrepresión final admisible, que se calcula mediante la siguiente expresión:

$P_e = P_{si} - 0,1 \cdot P_{si}$; siendo P_{si} (bar) la presión de escape de la válvula de seguridad (en este caso tiene un valor de 6 bar).



P_{st} (bar) la presión inicial del nitrógeno del depósito de expansión, que se calcula mediante la siguiente expresión:

$P_{st}=1,5+0,1 \cdot h$; siendo h (m) la altura estática de la instalación (en este caso $h=11,8$ m).

Una vez realizados los cálculos se obtiene el volumen nominal del depósito de expansión:

$$V_N = 84,4 \text{ l}$$

Conociendo la capacidad requerida para el vaso de expansión, se elige el modelo **100 SMR-P de la marca Industrias IBAIONDO S.A.** con una capacidad de 100 l.

8.8. CIRCUITO SECUNDARIO

El circuito secundario es aquel por el que circula el agua de consumo. Este circuito va desde el intercambiador de calor en el que se calienta el agua hasta el depósito acumulador donde se almacena a la espera de su consumo.

8.8.1. DEPÓSITO ACUMULADOR

El depósito acumulador es aquel destinado a la acumulación de agua, ya sea para uso doméstico o para grifos y duchas. La capacidad del depósito varía en función de la demanda de agua caliente sanitaria calculada para la instalación.

Entre las ventajas que presenta este tipo de almacenamiento de A.C.S. están el suministro de agua caliente a temperatura constante, y que la temperatura del agua no se ve afectada si se abren o cierran otras llaves conectadas al mismo calentador.

Como desventajas se pueden mencionar el tamaño del depósito y en consecuencia el tamaño que ocupa, y los largos periodos de recuperación del calor.

Es importante tener en cuenta el tipo y calidad del aislamiento térmico del depósito, ya que un aislamiento deficiente permite la fuga de calor del agua al ambiente, con lo que aumenta la demanda energética de la instalación.

Los criterios de cálculo que indica el CTE en la Sección HE 4 del DB-HE para el dimensionado de los sistemas de acumulación solar son los siguientes:

1-. El sistema solar se debe concebir en función de la energía que aporta a lo largo del día y no en función de la potencia del generador (captadores solares), por tanto se debe prever una acumulación acorde con la demanda al no ser ésta simultánea con la generación.



2-. Para la aplicación de A.C.S., el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$50 < \frac{V}{A} < 180$; siendo A (m²) la suma de las áreas de los captadores, y V (litros) el volumen del depósito de acumulación solar.

3-. Preferentemente, el sistema de acumulación solar estará constituido por un solo depósito, será de configuración vertical y estará ubicado en zonas interiores. El volumen de acumulación podrá fraccionarse en dos o más depósitos, que se conectarán, preferentemente en serie invertida en el circuito de consumo o en paralelo con los circuitos primarios y secundarios equilibrados.

4-. Para instalaciones prefabricadas, a efectos de prevención de la legionelosis se alcanzarán los niveles térmicos necesarios según normativa mediante el no uso de la instalación. Para el resto de las instalaciones y únicamente con el fin y con la periodicidad que contemple la legislación vigente referente a la prevención y control de la legionelosis, es admisible prever un conexionado puntual entre el sistema auxiliar y el acumulador solar, de forma que se pueda calentar este último con el auxiliar. En ambos casos deberá ubicarse un termómetro cuya lectura sea fácilmente visible por el usuario. No obstante, se podrán realizar otros métodos de tratamiento antilegionela permitidos por la legislación vigente.

5-. Los acumuladores de los sistemas grandes a medida con un volumen mayor de 2 m³ deben llevar válvulas de corte u otros sistemas adecuados para cortar flujos al exterior del depósito no intencionados en caso de daños del sistema.

6-. Para instalaciones de climatización de piscinas exclusivamente, no se podrá usar ningún volumen de acumulación, aunque se podrá utilizar un pequeño almacenamiento de inercia en el primario.

El dimensionado del depósito se realiza atendiendo a la siguiente expresión:

$V_{sp} = \frac{2 \cdot V_p \cdot P \cdot (t_w - t_k)}{t_{sp} - t_k}$; siendo V_{sp} (l) el volumen mínimo del acumulador, V_p (l) demanda de A.C.S. (l/día·persona), P el número de personas, t_w (°C) la temperatura de A.C.S. en la toma, t_k (°C) la temperatura de agua fría, y t_{sp} (°C) la temperatura de A.C.S. en el acumulador.

El volumen mínimo que ha de tener el depósito acumulador es el siguiente:

$$V_{sp} = 1360 \text{ l}$$

Teniendo en cuenta que el volumen mínimo del acumulador ha de ser de 1360 litros, se opta por un depósito con una capacidad de 1500 litros.



El depósito cumple con las exigencias del CTE ya que $\frac{V}{A}=79,11$ (se tiene que cumplir que $50 < \frac{V}{A} < 180$).

Teniendo en cuenta que la capacidad mínima del depósito acumulador es de 1360 l, se opta por un **depósito de la Serie DAV de la marca SUICALSA con una capacidad de 1500 litros.**

8.8.2. DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS

Debido a la diferencia entre los calores específicos entre el fluido caloportador y el agua de red, el caudal en el circuito secundario ha de ser aproximadamente un 10 % menor que en el circuito primario.

Esta reducción de caudal favorece además la estratificación en el depósito acumulador.

Al ser este caudal aproximado al del circuito primario (10 % de diferencia) se opta por unas tuberías de cobre de **25 mm** de diámetro, al igual que en el circuito primario.

La pérdida de carga unitaria es similar en estas tuberías, aunque algo menor al ser el caudal menor que en el circuito primario. Se considera también una pérdida de carga unitaria de **12 mmca/m.**

8.8.3. BOMBA DE CIRCULACIÓN

La bomba de circulación que se escoja ha de ser capaz de impulsar el caudal del circuito secundario venciendo las pérdidas de carga de éste.

El caudal en el circuito secundario es similar al del circuito primario (un 10% menor) y las pérdidas de carga son mucho menores, por lo que si se utiliza una bomba igual que en el circuito primario, ésta cumplirá su cometido sin problemas.

Se instala una bomba de circulación modelo **SXM 25 de la marca BAXIROCA.**

8.9. CIRCUITO DE DISTRIBUCIÓN

El circuito de distribución es aquel que conduce el agua caliente sanitaria desde el depósito acumulador hasta las calderas de cada vivienda, y de la caldera hasta los distintos puntos de consumo de la vivienda. Los puntos de consumo son fregaderos, lavadoras, lavavajillas, lavabos, duchas, bañeras, y bidés.



8.9.1. CONDICIONES MÍNIMAS DE SUMINISTRO

Las condiciones mínimas de suministro que establece el CTE en la Sección HS 4 (Suministro de Agua) del DB-HS (Salubridad) son las siguientes:

1-. La instalación debe suministrar a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico los caudales que figuran en la tabla que se muestra al final del apartado.

2-. En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:

- a) 100 kPa para grifos comunes.
- b) 150 kPa para fluxores y calentadores.

3-. La presión en cualquier punto de consumo no debe superar los 500 kPa.

4-. La temperatura de A.C.S. en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50 °C y 65 °C excepto en las instalaciones ubicadas en edificios dedicados a uso exclusivo de vivienda siempre que éstas no afecten al ambiente exterior de dichos edificios.

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

La temperatura de A.C.S. en los puntos de consumo de la instalación de este edificio es de 60 °C, por lo tanto está entre los límites fijados por el CTE.



8.9.2. DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS

El circuito de distribución lo forman varios ramales. El principal elemento es el montante o ascendente, que es la tubería que sale del depósito acumulador y llega hasta las tuberías de reparto. Tras el montante surgen las tuberías de acceso a las viviendas, que van desde el mencionado montante hasta la caldera de cada la vivienda. Por último está el ramal que va desde la caldera de cada vivienda a sus respectivos cuartos húmedos y a los puntos de consumo.

El material elegido para las tuberías que conforman la instalación es el cobre debido a sus propiedades.

Según el CTE en la Sección HS 4 del DB-HS, para realizar el dimensionado de las tuberías se procede de la siguiente manera:

1-. El caudal máximo de cada tramo será la suma de los caudales de los distintos puntos de consumo utilizando los valores que figuran en la tabla del apartado anterior.

2-. Se establece el coeficiente de simultaneidad de acuerdo con un criterio adecuado. Se determina mediante la siguiente expresión:

$$K_A = \frac{1}{\sqrt{n^\circ \text{ aparatos} - 1}}$$

3-. Determinación del caudal de cálculo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad.

4-. Se elige una velocidad de circulación del agua que esté comprendida entre 0,5 m/s y 2 m/s, por tratarse de tuberías metálicas.

5-. Por último se obtiene el diámetro de cada tramo en función del caudal y la velocidad del agua.

8.9.2.1. DIMENSIONADO DE LAS DERIVACIONES A LOS APARATOS

Tal y como establece el CTE en la Sección HS 4 del DB-HS, los ramales de enlace a los aparatos domésticos se dimensionan conforme a lo que se establece en la tabla que se muestra a continuación. En el resto, se toman en cuenta los criterios de suministro dados por las características de cada aparato y se dimensiona en consecuencia.



Tabla 4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	1/2	12
Lavabo, bidé	1/2	12
Ducha	1/2	12
Bañera <1,40 m	3/4	20
Bañera >1,40 m	3/4	20
Inodoro con cisterna	1/2	12
Inodoro con fluxor	1- 1 1/2	25-40
Urinario con grifo temporizado	1/2	12
Urinario con cisterna	1/2	12
Fregadero doméstico	1/2	12
Fregadero industrial	3/4	20
Lavavajillas doméstico	1/2 (rosca a 3/4)	12
Lavavajillas industrial	3/4	20
Lavadora doméstica	3/4	20
Lavadora industrial	1	25
Vertedero	3/4	20

Se calcula el diámetro mínimo para el caso más desfavorable que se pueda dar en cuanto a caudal instantáneo mínimo de A.C.S. se refiere. Se calcula para una velocidad de circulación del agua de 1 m/s (ha de estar entre 0,5 m/s y 2 m/s por tratarse de tuberías metálicas).

El diámetro se calcula a partir de las siguientes expresiones:

$Q = V \cdot S$; sabiendo que:

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4}; \text{ de donde se deduce el diámetro.}$$

El caso más desfavorable según la tabla del CTE que indica los caudales mínimos de A.C.S. para cada tipo de aparato, se corresponde con la bañera de 1,40 m o más, cuyo caudal mínimo instantáneo de A.C.S. es 0,20 l/s.

El valor del diámetro calculado (15,96 mm) es menor que el valor indicado en la tabla del CTE mostrada anteriormente, ya que el diámetro mínimo del ramal de enlace para bañeras de más de 1,40 m es de 20 mm, por lo que para este caso tomamos un valor del **diámetro de 20 mm**. Por lo tanto para el resto de aparatos se toma el valor del **diámetro que figura en la tabla**.

8.9.2.2. DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS DE LOS CUARTOS HÚMEDOS

El dimensionado de las tuberías de los cuartos húmedos se realiza según el método descrito en el apartado 8.9.2. (Dimensionado de las tuberías). El dimensionado se realiza



teniendo en cuenta el cuarto húmedo más desfavorable, que este caso se trata de las cocinas de las viviendas, en las que se encuentran el fregadero, el lavavajillas y la lavadora.

Los pasos a seguir están descritos en el apartado ya mencionado (8.9.2.).

Una vez calculado el diámetro de las tuberías, hay que tener en cuenta los valores mínimos dados por la siguiente tabla en la Sección HS 4 del DB-HS del CTE:

Tabla 4.3 Diámetros mínimos de alimentación

Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	¾	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	¾	20
Columna (montante o descendente)	¾	20
Distribuidor principal	1	25
< 50 kW	½	12
Alimentación equipos de climatización 50 - 250 kW	¾	20
250 - 500 kW	1	25
> 500 kW	1 ¼	32

El valor obtenido para el diámetro es el siguiente:

$$D = 17,84 \text{ mm}$$

El diámetro calculado (17,84 mm) es menor que el valor que figura en la tabla del CTE donde se indican los diámetros mínimos para este caso (cuarto húmedo privado: baño aseo, cocina). El valor mínimo del diámetro que indica la tabla es 20 mm, el cual sería correcto, pero con el fin de que sea mayor que la derivación más desfavorable (bañera de más de 1,40 m, cuya derivación tiene un diámetro de 20 mm), se escoge un **diámetro de 22 mm**.

8.9.2.3. DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS DE ACCESO A LAS VIVIENDAS

El dimensionado de las tuberías de acceso las viviendas se realiza según el método descrito en el apartado 8.9.2. (Dimensionado de las tuberías). El dimensionado se realiza teniendo en cuenta el caso más desfavorable, es decir, las viviendas que constan de cocina y 2 baños con lavabo, bañera y bidé.

Los pasos a seguir están descritos en el apartado ya mencionado (8.9.2.).



Una vez calculado el diámetro de las tuberías, hay que tener en cuenta los valores mínimos dados por la correspondiente tabla en la Sección HS 4 del DB-HS del CTE, expuesta en el apartado anterior.

El valor obtenido para el diámetro es el siguiente:

$$D = 21,11 \text{ mm}$$

Por lo tanto, en vista del valor del diámetro calculado (21,11 mm), se opta por colocar las tuberías de acceso a las viviendas con un **diámetro de 25 mm**. El valor mínimo para el diámetro de estas tuberías establecido por el CTE es de 20 mm, con lo que se cumple la norma.

8.9.2.4. DIMENSIONADO DEL MONTANTE

El montante es la tubería que sale del depósito acumulador y se conecta con las tuberías de reparto que llegan hasta cada vivienda.

El dimensionado de las tuberías de acceso las viviendas se realiza según el método descrito en el apartado 8.9.2. (Dimensionado de las tuberías). El dimensionado se realiza teniendo en cuenta los caudales de A.C.S. de cada vivienda.

Los pasos a seguir están descritos en el apartado ya mencionado (8.9.2.).

Una vez calculado el diámetro de las tuberías, hay que tener en cuenta los valores mínimos dados por la correspondiente tabla en la Sección HS 4 del DB-HS del CTE, ya expuesta en un apartado anterior.

El valor obtenido para el diámetro es el siguiente:

$$D = 51,09 \text{ mm}$$

Por lo tanto, en vista del valor del diámetro calculado (51,09 mm), se opta por colocar las tuberías de acceso a las viviendas con un **diámetro de 60 mm**. El valor mínimo para el diámetro de estas tuberías establecido por el CTE es de 25 mm, con lo que se cumple la norma.

8.9.3. CIRCUITO DE RETORNO

El circuito de retorno de la instalación va desde el montante hasta el depósito acumulador. La razón de ser de este circuito es mantener el agua a temperatura constante y adecuada para el consumo en el circuito de distribución de la instalación de A.C.S.



Las condiciones para realizar un dimensionado correcto del circuito de retorno están descritas en la Sección HS 4 del DB-HS del CTE (Salubridad). Estas condiciones son las siguientes:

1-. Para determinar el caudal que circulará por el circuito de retorno, se estimará que en el grifo más alejado, la pérdida de temperatura sea como máximo de 3 °C desde la salida del intercambiador o acumulador en su caso.

2-. En cualquier caso no se recircularán menos de 250 l/h en cada columna, si la instalación responde a este esquema, para poder efectuar un adecuado equilibrio hidráulico.

3-. El caudal de retorno se podrá estimar según reglas empíricas de la siguiente forma:

a) considerar que se recircula el 10 % de agua de alimentación, como mínimo. De cualquier forma se considera que el diámetro interior mínimo de la tubería de retorno es de 16 mm.

b) los diámetros en función del caudal recirculado se indican en la siguiente tabla:

Tabla 4.4 Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de ACS

Diámetro nominal de la tubería	Caudal recirculado (l/h)
½	140
¾	300
1	600
1 ¼	1.100
1 ½	1.800
2	3.300

El caudal de agua que circula por el montante es 2,05 l/s, es decir, 7380 l/h.

Por lo tanto si se considera que el caudal de recirculación es el 10% del caudal de alimentación, el caudal de recirculación tiene un valor de 738 l/h (0,205 l/s).

Considerando el caudal de recirculación 738 l/h, la tabla anterior indica que el diámetro de la tubería de retorno ha de tener un diámetro nominal de 1 ¼ pulgadas, es decir 31,75 mm. Por lo tanto se opta por la instalación de una tubería con un **diámetro de 32 mm**.

8.9.4. BOMBA DE CIRCULACIÓN

Para este tipo de instalaciones, el CTE en la Sección HS 4 del DB-HS indica que el equipo de bombeo ha de estar compuesto, como mínimo de dos bombas de iguales prestaciones y funcionamiento, montadas en paralelo.

Estas bombas han de ser capaces de bombear el caudal del circuito de distribución (7380 l/h) y del de retorno (738 l/h) y de vencer las pérdidas de carga que se producen.



Por estas razones se escogen dos bombas para ser instaladas en paralelo del modelo **SXM 40 de la marca BAXIROCA**.

8.9.5. VASO DE EXPANSIÓN

El vaso de expansión del circuito de distribución se calcula mediante el método descrito por la norma UNE 1001157. La expresión que se ha de utilizar para la realización de este cálculo es la siguiente:

$$V_V = C_e \cdot C_p \cdot V_0 ;$$

Siendo:

V_V (l) el volumen mínimo que ha de tener el vaso de expansión.

C_e el coeficiente de expansión, que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C_e = (-33,48 + 0,783 \cdot t) \cdot 10^{-3}; \text{ siendo } t \text{ (}^\circ\text{C)} \text{ la temperatura media del agua (60 }^\circ\text{C)}.$$

C_p que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C_p = \frac{P_M - P_m}{P_M} ;$$

Siendo:

P_M (bar) la presión máxima en el vaso de expansión. Su valor es el menor de los dos calculados mediante las siguientes expresiones:

$$P_M = 0,9 P_{VS} + 1$$

$P_M = P_{VS} + 0,65$; siendo P_{VS} (bar) la presión de tarado de la válvula de seguridad (en este caso 3 bar).

P_m (bar) la presión mínima en el vaso de expansión.

V_0 (l) el volumen total de agua del circuito de distribución.

El volumen mínimo que ha de tener el vaso de expansión es el siguiente:

$$V_V = 1,89 \text{ l}$$

Conociendo la capacidad requerida para el vaso de expansión, se elige el **modelo 5 CMR de la marca Industrias IBAIONDO S.A.** con una capacidad de 5 l.



8.10. SISTEMAS DE CONTROL DE A.C.S.

El sistema de control de A.C.S. está formado fundamentalmente por la central de regulación y unos sensores.

Central de regulación:

Es el elemento encargado de controlar la instalación de A.C.S. tal y como indica su nombre. Su función es activar o desactivar las bombas situadas en el circuito según sean las necesidades de la instalación.

La central de regulación pone en marcha las bombas cuando se alcanza una cierta diferencia de temperatura entre el fluido caloportador a la salida de los colectores solares y el agua del acumulador. La información acerca de esta diferencia de temperaturas la proporcionan las sondas colocadas en dichos lugares.

El sistema está configurado de tal forma que las bombas se paren cuando la diferencia de temperatura sea inferior a 2 °C y entren funcionamiento cuando esta diferencia sea superior a los 7°C. La temperatura es mayor a la salida de los colectores que en el acumulador.

Las bombas instaladas en el circuito de distribución son dos bombas iguales instaladas en paralelo y con funcionamiento alterno y estarán siempre activadas. Se pararán solamente para el mantenimiento de la instalación, ya que deben abastecer la demanda de agua caliente sanitaria a lo largo de todo el día.

Sensores:

Son los elementos encargados de recoger la información de la instalación (temperaturas, presiones) que luego envían a la central de regulación.

Los sensores en estas instalaciones se conocen como sondas. Es muy importante situarlo en lugares concretos de la instalación para que la información que proporcionen sea precisa.

Las sondas pueden ser de tres tipos: exteriores, interiores y de inmersión.

En esta instalación las sondas se han de colocar en la zona más caliente del circuito primario, es decir, a la salida de los colectores, y en la zona más fría del circuito secundario, es decir, en la parte inferior del acumulador.

8.11. OTROS ELEMENTOS DE INSTALACIÓN

Además de todos los elementos ya mencionados anteriormente, la instalación consta de los siguientes elementos:



Contadores:

Estos elementos son los encargados de medir el consumo de agua de cada vivienda para su posterior cobro por parte de la compañía suministradora. La lectura de los contadores se realiza mediante su conexión a un ordenador.

Los contadores de agua son individuales y se colocan en el cuarto de contadores situado en la planta baja del edificio.

Cada contador dispone de una llave de corte y una válvula de retención situada después del contador.

Manómetros:

Los manómetros son los encargados de medir e indicar la presión instantánea en el punto de la red en el que se sitúa. En esta instalación se utilizan para controlar el funcionamiento de las bombas.

Válvulas:

Son dispositivos mecánicos encargados de iniciar, detener o regular el caudal. Se pueden distinguir los siguientes tipos de válvulas:

a) Válvulas de seguridad o válvulas de alivio: Este tipo de válvula está diseñado para liberar fluido cuando la presión interna supera el umbral establecido. Su misión es evitar una explosión, el fallo de un equipo o tubería por un exceso de presión.

b) Válvulas antirretorno: Este tipo de válvulas tienen por objetivo cerrar por completo el paso del fluido en circulación en un sentido y dejarlo libre en el contrario. También se las suele llamar válvulas unidireccionales.

Las válvulas antirretorno son ampliamente utilizadas en tuberías conectadas a sistemas de bombeo para evitar golpes de ariete, principalmente en la línea de descarga de la bomba.

c) Válvula de bola: Es una válvula de paso, es decir, que sirve para interrumpir o regular el caudal de la instalación. La válvula de bola es el tipo de válvula de paso que se utiliza en esta instalación.

La válvula de bola se caracteriza porque el mecanismo regulador situado en el interior tiene forma de esfera perforada. Se abre mediante el giro del eje unido a la esfera o bola perforada, de tal forma que permite el paso del fluido cuando está alineada la perforación con la entrada y la salida de la válvula. Cuando la válvula está cerrada, el agujero estará perpendicular a la entrada y a la salida. La posición de la manilla de actuación indica el estado de la válvula (abierta o cerrada). Las válvulas de bola manuales pueden ser cerradas rápidamente, lo que puede producir un golpe de ariete. Por ello y para



evitar la acción humana pueden estar equipadas con un actuador ya sea neumático, hidráulico o motorizado.

d) Válvula de tres vías: La función de este tipo de válvulas es el dirigir el caudal en una dirección o en otra o por ambas.

Purgadores:

Son los elementos encargados de evitar la formación de bolsas de aire en la instalación, que pueden dañarla afectando a su funcionamiento o favoreciendo su corrosión.

Se sitúan en la parte más alta de instalación, ya que el aire tiende a subir debido a su baja densidad. También se instala una en cada radiador del edificio.

Grifos de vaciado:

Es una llave de paso normal, que además lleva incorporada una salida para vaciar el tramo de tubería que abarca, por ejemplo, para efectuar reparaciones. Se coloca en los puntos bajos de cada circuito. Tanto en la instalación de calefacción como en la de agua caliente sanitaria.

Se puede abrir y cerrar mediante un volante una tuerca, es por tanto de accionamiento manual. Es preferible la opción de la tuerca para evitar su apertura accidental del grifo de vaciado.

Los grifos de vaciado han de tener un diámetro mínimo de 20 mm tal y como indica la normativa.

8.12. LEGIONELLA

La legionelosis es una enfermedad bacteriana de origen ambiental que suele presentar dos formas clínicas diferenciadas: la infección pulmonar o Enfermedad del Legionario, que se caracteriza por neumonía con fiebre alta, y la forma no neumónica, conocida como Fiebre de Pontiac, que se manifiesta como un síndrome febril agudo y de pronóstico leve.

La Legionella es una bacteria ambiental capaz de sobrevivir en un amplio intervalo de condiciones físico-químicas, multiplicándose entre 20 °C y 45 °C, destruyéndose a 70 °C. Su temperatura óptima de crecimiento es 35-37 °C.

Su nicho ecológico natural son las aguas superficiales, como lagos, ríos, estanques, formando parte de su flora bacteriana. Desde estos reservorios naturales la bacteria puede colonizar los sistemas de abastecimiento de las ciudades y, a través de la red de



distribución de agua, se incorpora a los sistemas de agua sanitaria u otros sistemas que requieren agua para su funcionamiento como las torres de refrigeración.

En algunas ocasiones, en estas instalaciones, mal diseñadas, sin mantenimiento o con un mantenimiento inadecuado, se favorece el estancamiento del agua y la acumulación de productos nutrientes de la bacteria, como lodos, materia orgánica, materias de corrosión y amebas, formando una biocapa. La presencia de esta biocapa, junto a una temperatura propicia, explica la multiplicación de *Legionella* hasta concentraciones infectantes para el ser humano.

Las instalaciones que con mayor frecuencia se encuentran contaminadas con *Legionella* y han sido identificadas como fuentes de infección son los sistemas de distribución de agua sanitaria, y los equipos de enfriamiento de agua evaporativos, tales como las torres de refrigeración y los condensadores evaporativos.

Según el Real Decreto 865/2003, la instalación de A.C.S. incluida en este proyecto se encuentra entre las instalaciones con mayor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*, ya que se trata de un sistema de agua caliente sanitaria con acumulador y circuito de retorno.

En el artículo 7 del Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, están expuestas las medidas preventivas específicas de las instalaciones:

a) Garantizar la total estanqueidad y la correcta circulación del agua, evitando su estancamiento, así como disponer de suficientes puntos de purga para vaciar completamente la instalación, que estarán dimensionados para permitir la eliminación completa de los sedimentos.

b) Disponer en el agua de aporte sistemas de filtración según la norma UNE-EN 13443-1, equipo de acondicionamiento del agua en el interior de los edificios —filtros mecánicos— parte 1: partículas de dimensiones comprendidas entre 80 mm y 150 mm-requisitos de funcionamiento, seguridad y ensayo.

c) Facilitar la accesibilidad a los equipos para su inspección, limpieza, desinfección y toma de muestras.

d) Utilizar materiales, en contacto con el agua de consumo humano, capaces de resistir una desinfección mediante elevadas concentraciones de cloro o de otros desinfectantes o por elevación de temperatura, evitando aquellos que favorezcan el crecimiento microbiano y la formación de biocapa en el interior de las tuberías.

e) Mantener la temperatura del agua en el circuito de agua fría lo más baja posible procurando, donde las condiciones climatológicas lo permitan, una temperatura inferior a 20 °C, para lo cual las tuberías estarán suficientemente alejadas de las de agua caliente o en su defecto aisladas térmicamente.



f) Garantizar que, si la instalación interior de agua fría de consumo humano dispone de depósitos, éstos estén tapados con una cubierta impermeable que ajuste perfectamente y que permita el acceso al interior. Si se encuentran situados al aire libre estarán térmicamente aislados. Si se utiliza cloro como desinfectante, se añadirá, si es necesario, al depósito mediante dosificadores automáticos.

g) Asegurar, en todo el agua almacenada en los acumuladores de agua caliente finales, es decir, inmediatamente anteriores a consumo, una temperatura homogénea y evitar el enfriamiento de zonas interiores que propicien la formación y proliferación de la flora bacteriana.

h) Disponer de un sistema de válvulas de retención, según la norma UNE-EN 1717, que eviten retornos de agua por pérdida de presión o disminución del caudal suministrado y en especial, cuando sea necesario para evitar mezclas de agua de diferentes circuitos, calidades o usos.

i) Mantener la temperatura del agua, en el circuito de agua caliente, por encima de 50 °C en el punto más alejado del circuito o en la tubería de retorno al acumulador. La instalación permitirá que el agua alcance una temperatura de 70 °C.

9. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPÍTULO I: Instalación de calefacción.....	48280,71 €
CAPÍTULO II: Circuitos primario y secundario de la instalación de A.C.S.....	13581,32 €
CAPÍTULO III: Circuito de distribución de la instalación de A.C.S.....	14825,25 €

TOTAL CAPÍTULOS.....	76687,28 €
INSTALACIÓN Y MANO DE OBRA.....	19171,82 €

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL.....	95859,10 €
GASTOS GENERALES (13 %).....	12461,68 €
BENEFICIO INDUSTRIAL (6 %).....	5751,55 €



I.V.A. (18 %).....17254,64 €

TOTAL.....131326,97 €

El total del presupuesto asciende a la cantidad de **CIENTO TREINTA Y UN MIL TRESCIENTOS VEINTISEIS EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS.**



Pamplona, Noviembre de 2011

Firmado:

Ander Arranz Pozo

(Ingeniero Técnico Industrial)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE
SANITARIA DE UN EDIFICIO DE TRECE VIVIENDAS EN
PAMPLONA

2 CÁLCULOS

Ander Arranz Pozo

Tutor: Faustino Gimena Ramos

Pamplona, Noviembre 2011



ÍNDICE

1. DEMANDA ENERGÉTICA	13
1.1. DATOS GENERALES	13
1.2. DETERMINACIÓN DE LA ZONA CLIMÁTICA	13
1.3. TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LOS CERRAMIENTOS	13
1.3.1. CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL AIRE	
EXTERIOR	13
1.3.1.1. FACHADAS	14
1.3.1.2. MUROS DE SEPARACIÓN DE VIVIENDAS Y	
ELEMENTOS COMUNES	15
1.3.1.3. CUBIERTA	16
1.3.1.4. SUELO DE SEPARACIÓN DE LA VIVIENDA	
H CON LOS ELEMENTOS COMUNES DE LA	
PLANTA BAJA (BUZONES, BASURAS,	
CONTADORES)	17
1.3.1.5. PILARES	17
1.3.2. CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO	18
1.3.2.1. SUELOS EN CONTACTO CON EL TERRENO	18
1.3.2.2. MUROS EN CONTACTO CON EL TERRENO	19
1.3.3. PARTICIONES INTERIORES EN CONTACTO CON	
ESPACIOS NO HABITABLES	20
1.3.3.1 SUELO DE SEPARACIÓN DE LAS VIVIENDAS	
DE LA PLANTA BAJA CON EL SÓTANO	22
1.3.4. TRANSMITANCIA TÉRMICA DE HUECOS	23
1.3.4.1. TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LAS	



VENTANAS QUE DAN A LA CALLE	23
1.3.4.2. TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LAS VENTANAS QUE DAN AL PATIO INTERIOR, AL PASO DE ENTRADA A LA PROPIEDAD Y A LA AZOTEA	24
1.3.4.3. TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LAS VENTANAS DE LA CARA OESTE DE LA AZOTEA	24
1.3.4.4. TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LAS PUERTAS DE ACCESO A LAS VIVIENDAS	25
1.4 FACTOR SOLAR MODIFICADO DE HUECOS	25
1.5. CONDENSACIONES	27
1.5.1. CONDENSACIONES SUPERFICIALES	27
1.5.2. CONDENSACIONES INTERSTICIALES	29
1.5.2.1. FACHADAS	29
1.5.2.2. MUROS DE SEPARACIÓN DE VIVIENDAS Y ELEMENTOS COMUNES	31
1.5.2.3. CUBIERTA	32
1.5.2.4. SUELO DE SEPARACIÓN DE LA VIVIENDA H CON LOS ELEMENTOS COMUNES DE LA PLANTA BAJA (BUZONES, BASURAS, CONTADORES)	33
1.5.2.5. PILARES	34
1.5.2.6. SUELO DE SEPARACIÓN DE LAS VIVIENDAS DE LA PLANTA BAJA CON EL SÓTANO	35
1.6. FICHAS JUSTIFICATIVAS DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA	36



1.6.1. FICHA 1: CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS	
CARACTERÍSTICOS MEDIOS	37
1.6.2. FICHA 2: CONFORMIDAD - DEMANDA ENERGÉTICA	39
1.6.3. FICHA 3: CONFORMIDAD – CONDENSACIONES	40
2. CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS DEL EDIFICIO	40
2.1. VIVIENDA A (PLANTA BAJA)	41
2.1.1. COCINA	41
2.1.2. SALÓN	42
2.1.3. BAÑO 1	42
2.1.4. DORMITORIO 1	43
2.1.5. DORMITORIO 2	44
2.1.6. DISTRIBUIDOR	44
2.2. VIVIENDA B (PLANTA BAJA)	45
2.2.1. COCINA	45
2.2.2. SALÓN	46
2.2.3. BAÑO 1	46
2.2.4. DORMITORIO 1	47
2.2.5. DORMITORIO 2	47
2.2.6. DISTRIBUIDOR	48
2.2.7. PASILLO	49
2.3. VIVIENDA C (PLANTA BAJA)	49
2.3.1. COCINA	49
2.3.2. SALÓN	50
2.3.3. BAÑO 1	50
2.3.4. BAÑO 2	51



2.3.5. DORMITORIO 1	52
2.3.6. DORMITORIO 2	52
2.3.7. DORMITORIO 3	53
2.3.8. DISTRIBUIDOR	54
2.3.9. PASILLO	54
2.4. VIVIENDA D (PLANTA BAJA)	55
2.4.1. COCINA	55
2.4.2. SALÓN	56
2.4.3. BAÑO 1	56
2.4.4. DORMITORIO 1	57
2.4.5. DORMITORIO 2	58
2.4.6. PASILLO	58
2.5. VIVIENDA E (PLANTA BAJA)	59
2.5.1. COCINA	59
2.5.2. SALÓN	60
2.5.3. BAÑO 1	60
2.5.4. BAÑO 2	61
2.5.5. DORMITORIO 1	62
2.5.6. DORMITORIO 2	62
2.6. VIVIENDA F (PRIMERA PLANTA)	63
2.6.1. COCINA	63
2.6.2. SALÓN	64
2.6.3. BAÑO 1	64
2.6.4. BAÑO 2	65
2.6.5. DORMITORIO 1	66
2.6.6. DORMITORIO 2	66



2.6.7. DORMITORIO 3	67
2.6.8. DORMITORIO 4	68
2.6.9. PASILLO	68
2.6.10. DISTRIBUIDOR	69
2.7. VIVIENDA G (PRIMERA PLANTA)	70
2.7.1. COCINA	70
2.7.2. SALÓN	70
2.7.3. BAÑO 1	71
2.7.4. DORMITORIO 1	72
2.7.5. DISTRIBUIDOR	72
2.8. VIVIENDA H (PRIMERA PLANTA)	73
2.8.1. COCINA	73
2.8.2. SALÓN	74
2.8.3. BAÑO 1	74
2.8.4. BAÑO 2	75
2.8.5. DORMITORIO 1	76
2.8.6. DORMITORIO 2	76
2.8.7. PASILLO	77
2.9. VIVIENDA I (PRIMERA PLANTA)	78
2.9.1. COCINA	78
2.9.2. SALÓN	78
2.9.3. BAÑO 1	79
2.9.4. BAÑO 2	79
2.9.5. DORMITORIO 1	80
2.9.6. DORMITORIO 2	81
2.9.7. DISTRIBUIDOR	81



2.10. VIVIENDA J (PRIMERA PLANTA)	82
2.10.1. COCINA	82
2.10.2. SALÓN	82
2.10.3. BAÑO 1	83
2.10.4. BAÑO 2	83
2.10.5. DORMITORIO 1	84
2.10.6. DORMITORIO 2	85
2.10.7. DORMITORIO 3	85
2.10.8. PASILLO	86
2.11. VIVIENDA K (PRIMERA PLANTA)	86
2.11.1. COCINA	86
2.11.2. SALÓN	87
2.11.3. ASEO	87
2.11.4. BAÑO 1	88
2.11.5. DORMITORIO 1	89
2.11.6. DORMITORIO 2	89
2.11.7. PASILLO	90
2.12. VIVIENDA L (PLANTA BAJA)	90
2.12.1. COCINA	90
2.12.2. SALÓN	91
2.12.3. ASEO	91
2.12.4. BAÑO 1	92
2.12.5. DORMITORIO 1	93
2.12.6. DORMITORIO 2	93
2.12.7. PASILLO	94
2.13. VIVIENDA M (PRIMERA PLANTA)	95



2.13.1. COCINA	95
2.13.2. SALÓN	95
2.13.3. ASEO	96
2.13.4. BAÑO 1	97
2.13.5. DORMITORIO 1	97
2.13.6. DORMITORIO 2	98
2.13.7. PASILLO	98
2.14. RESUMEN DE LAS CARGAS TÉRMICAS DEL EDIFICIO	100
3. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN	102
3.1. EMISORES DE CALOR	102
3.1.1. CÁLCULO DEL NÚMERO DE ELEMENTOS A INSTALAR POR ESPACIO	103
3.1.1.1. VIVIENDA A (PLANTA BAJA)	103
3.1.1.2. VIVIENDA B (PLANTA BAJA)	104
3.1.1.3. VIVIENDA C (PLANTA BAJA)	104
3.1.1.4. VIVIENDA D (PLANTA BAJA)	104
3.1.1.5. VIVIENDA E (PLANTA BAJA)	105
3.1.1.6. VIVIENDA F (PRIMERA PLANTA)	105
3.1.1.7. VIVIENDA G (PRIMERA PLANTA)	105
3.1.1.8. VIVIENDA H (PRIMERA PLANTA)	106
3.1.1.9. VIVIENDA I (PRIMERA PLANTA)	106
3.1.1.10. VIVIENDA J (PRIMERA PLANTA)	106
3.1.1.11. VIVIENDA K (PRIMERA PLANTA)	107
3.1.1.12. VIVIENDA L (PRIMERA PLANTA)	107
3.1.1.13. VIVIENDA M (PRIMERA PLANTA)	107



3.2. DIMENSIONADO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA INSTALACIÓN	108
3.2.1. CÁLCULO DE LA POTENCIA TOTAL Y DEL CAUDAL TOTAL	108
3.2.1.1. VIVIENDA A (PLANTA BAJA)	108
3.2.1.2. VIVIENDA B (PLANTA BAJA)	108
3.2.1.3. VIVIENDA C (PLANTA BAJA)	109
3.2.1.4. VIVIENDA D (PLANTA BAJA)	109
3.2.1.5. VIVIENDA E (PLANTA BAJA)	109
3.2.1.6. VIVIENDA F (PRIMERA PLANTA)	110
3.2.1.7. VIVIENDA G (PRIMERA PLANTA)	110
3.2.1.8. VIVIENDA H (PRIMERA PLANTA)	110
3.2.1.9. VIVIENDA I (PRIMERA PLANTA)	111
3.2.1.10. VIVIENDA J (PRIMERA PLANTA)	111
3.2.1.11. VIVIENDA K (PRIMERA PLANTA)	111
3.2.1.12. VIVIENDA L (PRIMERA PLANTA)	112
3.2.1.13. VIVIENDA M (PRIMERA PLANTA)	112
3.2.2. CÁLCULO DE DIÁMETROS Y PÉRDIDAS DE CARGA PRIMARIAS	112
3.2.2.1. VIVIENDA A (PLANTA BAJA)	113
3.2.2.2. VIVIENDA B (PLANTA BAJA)	114
3.2.2.3. VIVIENDA C (PLANTA BAJA)	115
3.2.2.4. VIVIENDA D (PLANTA BAJA)	116
3.2.2.5. VIVIENDA E (PLANTA BAJA)	117
3.2.2.6. VIVIENDA F (PRIMERA PLANTA)	118
3.2.2.7. VIVIENDA G (PRIMERA PLANTA)	119



3.2.2.8. VIVIENDA H (PRIMERA PLANTA)	120
3.2.2.9. VIVIENDA I (PRIMERA PLANTA)	121
3.2.2.10. VIVIENDA J (PRIMERA PLANTA)	122
3.2.2.11. VIVIENDA K (PRIMERA PLANTA)	123
3.2.2.12. VIVIENDA L (PRIMERA PLANTA)	124
3.2.2.13. VIVIENDA M (PRIMERA PLANTA)	125
3.2.3. PÉRDIDAS DE CARGA SECUNDARIAS	125
3.2.3.1. VIVIENDA A (PLANTA BAJA)	126
3.2.3.2. VIVIENDA B (PLANTA BAJA)	131
3.2.3.3. VIVIENDA C (PLANTA BAJA)	137
3.2.3.4. VIVIENDA D (PLANTA BAJA)	146
3.2.3.5. VIVIENDA E (PLANTA BAJA)	152
3.2.3.6. VIVIENDA F (PRIMERA PLANTA)	158
3.2.3.7. VIVIENDA G (PRIMERA PLANTA)	168
3.2.3.8. VIVIENDA H (PRIMERA PLANTA)	172
3.2.3.9. VIVIENDA I (PRIMERA PLANTA)	178
3.2.3.10. VIVIENDA J (PRIMERA PLANTA)	184
3.2.3.11. VIVIENDA K (PRIMERA PLANTA)	191
3.2.3.12. VIVIENDA L (PRIMERA PLANTA)	198
3.2.3.13. VIVIENDA M (PRIMERA PLANTA)	205
3.2.4. PÉRDIDAS DE CARGA TOTALES	212
3.2.4.1. VIVIENDA A (PLANTA BAJA)	212
3.2.4.2. VIVIENDA B (PLANTA BAJA)	213
3.2.4.3. VIVIENDA C (PLANTA BAJA)	214
3.2.4.4. VIVIENDA D (PLANTA BAJA)	215
3.2.4.5. VIVIENDA E (PLANTA BAJA)	216



3.2.4.6. VIVIENDA F (PRIMERA PLANTA)	217
3.2.4.7. VIVIENDA G (PRIMERA PLANTA)	218
3.2.4.8. VIVIENDA H (PRIMERA PLANTA)	219
3.2.4.9. VIVIENDA I (PRIMERA PLANTA)	220
3.2.4.10. VIVIENDA J (PRIMERA PLANTA)	221
3.2.4.11. VIVIENDA K (PRIMERA PLANTA)	222
3.2.4.12. VIVIENDA L (PRIMERA PLANTA)	223
3.2.4.13. VIVIENDA M (PRIMERA PLANTA)	224
3.2.5. AISLAMIENTO TÉRMICO DE LA INSTALACIÓN	224
3.3. CALDERA	225
3.3.1. CHIMENEA	226
3.4. VASO DE EXPANSIÓN	226
4. INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA A.C.S.	227
4.1. DATOS DE PARTIDA	227
4.2. CIRCUITO PRIMARIO	228
4.2.1. DEMANDA DE A.C.S.	228
4.2.2. DIMENSIONADO DE LOS COLECTORES SOLARES	229
4.2.2.1. VALORACIÓN DE LAS CARGAS CALORÍFICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE A.C.S.	229
4.2.2.2. VALORACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE EN LA SUPERFICIE INCLINADA DE LOS CAPTADORES	230
4.2.2.3. CÁLCULO DEL PARÁMETRO D1	231
4.2.2.4. CÁLCULO DEL PARÁMETRO D2	233
4.2.2.5. DETERMINACIÓN DE LA GRÁFICA f	234



4.2.2.6. VALORACIÓN DE LA COBERTURA SOLAR	
MENSUAL	235
4.2.2.7. VALORACIÓN DE LA COBERTURA SOLAR	
ANUAL	236
4.2.3. DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS	236
4.2.4. AISLAMIENTO TÉRMICO	237
4.2.5. FLUIDO CALOPORTADOR	237
4.2.6. INTERCAMBIADOR DE CALOR	238
4.2.7. BOMBA DE CIRCULACIÓN	239
4.2.8. VASO DE EXPANSIÓN	241
4.3. CIRCUITO SECUNDARIO	243
4.3.1. DEPÓSITO ACUMULADOR	243
4.3.2. DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS	244
4.3.3. BOMBA DE CIRCULACIÓN	244
4.4. CIRCUITO DE DISTRIBUCIÓN	244
4.4.1. CONDICIONES MÍNIMAS DE SUMINISTRO	244
4.4.2. DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS	245
4.4.2.1. DIMENSIONADO DE LAS DERIVACIONES	
A LOS APARATOS	246
4.4.2.2. DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS DE LOS	
CUARTOS HÚMEDOS	247
4.4.2.3. DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS DE	
ACCESO A LAS VIVIENDAS	249
4.4.2.4. DIMENSIONADO DEL MONTANTE	251
4.4.3. CIRCUITO DE RETORNO	255
4.4.4. BOMBA DE CIRCULACIÓN	256



4.4.5. VASO DE EXPANSIÓN256



1. DEMANDA ENERGÉTICA

1.1. DATOS GENERALES

El edificio está situado en Pamplona (Navarra), cuya altura de referencia es de 456 m y a la cual le corresponde la **zona climática D1**.

En este edificio los **espacios habitables son de carga interna baja y clase de higrometría 3**. Se incluyen en esta clasificación por tratarse de un edificio de viviendas. Los espacios no habitables del edificio son el garaje y los trasteros.

Al cumplir el edificio con los requisitos necesarios (superficie de huecos en cada fachada inferior al 60 % de su superficie y superficie de lucernarios inferior al 5% de la superficie total de la cubierta) los cálculos se realizarán mediante la **opción simplificada**.

1.2. DETERMINACIÓN DE LA ZONA CLIMÁTICA

La determinación de la zona climática de la localidad en la que se encuentra el edificio se realiza según lo descrito en el apartado D.1 del Apéndice D (Zonas climáticas) del Documento Básico HE (Ahorro de Energía). La localidad es Pamplona, por lo tanto le corresponde la zona climática D1.

1.3. TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LOS CERRAMIENTOS

1.3.1. CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR

Las expresiones a utilizar para el cálculo de los cerramientos en contacto con el aire exterior son las siguientes (en la memoria están el proceso de cálculo con detalle):

$$U = \frac{1}{R_T}$$
; siendo R_T la resistencia térmica total del componente constructivo (m^2K/W).

La resistencia térmica total R_T de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas debe calcularse mediante la expresión:

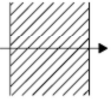
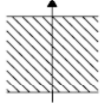
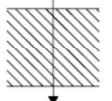
$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$
; siendo R_1, R_2, \dots, R_n las resistencias térmicas de cada capa y R_{si} y R_{se} las resistencias térmicas superficiales al aire interior y exterior respectivamente.

Para calcular R_1, R_2, \dots, R_n se recurre a:

$R = \frac{e}{\lambda}$; siendo e el espesor de la capa (m) y λ la conductividad térmica del material (W/mK).

Las resistencias térmicas superficiales se obtienen de la tabla:

Tabla E.1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m^2K/W

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	R _{se}	R _{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal 	0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente 	0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente 	0,04	0,17

Los cerramientos en contacto con el aire exterior son las fachadas y la cubierta.

1.3.1.1. FACHADAS

Este cerramiento consta de las siguientes capas:

	e (m)	λ (W/mK)	R _i (m^2K/W)
Enfoscado de cemento bastardo con dosificación 1/16	0,015	0,87	0,017
1/2 pie de ladrillo hueco doble	0,115	0,32	0,359
Cámara de aire	0,05	-	0,18
Poliestireno extruido XPS-EN (0,034 W/mK)	0,04	0,034	1,176
Placas de yeso laminado tipo knauf	0,03	0,25	0,12

Los valores de las resistencias térmicas superficiales se obtienen de la correspondiente tabla del DB-HE:

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Con estos datos obtenemos el valor de la resistencia térmica total del cerramiento:

$$R_T = 2,022 \text{ m}^2\text{K/W}$$



Por lo tanto la transmitancia térmica del cerramiento es:

$U_M = 0,494 \text{ W/m}^2\text{K}$, que es menor que la transmitancia térmica máxima fijada en la tabla 2.1 de la Sección HE 1 del DB-HE ($0,86 \text{ W/m}^2\text{K}$).

1.3.1.2. MUROS DE SEPARACIÓN DE VIVIENDAS Y ELEMENTOS COMUNES

Como estos elementos comunes dan a un patio interior, al aire libre, los muros que separan las viviendas de los elementos comunes se calculan como cerramientos en contacto con el aire exterior.

La composición de los muros es la siguiente:

	e (m)	λ (W/mK)	R_i ($\text{m}^2\text{K/W}$)
Enfoscado de cemento bastardo con dosificación 1/16	0,015	0,87	0,017
Cítara ladrillo hueco doble	0,115	0,32	0,359
Poliestireno extruido XPS-EN ($0,034 \text{ W/mK}$)	0,04	0,034	1,176
Placas de yeso laminado tipo knauf	0,03	0,25	0,12

Los valores de las resistencias térmicas superficiales se obtienen de la correspondiente tabla del DB-HE:

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Con estos datos obtenemos la Resistencia térmica total del cerramiento:

$$R_T = 1,842 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Por lo tanto la transmitancia térmica del cerramiento es:

$U_M = 0,543 \text{ W/m}^2\text{K}$, que es menor que la transmitancia térmica máxima fijada en la tabla 2.1 de la Sección HE 1 del DB-HE ($0,86 \text{ W/m}^2\text{K}$).



1.3.1.3. CUBIERTA

Este cerramiento consta de las siguientes capas:

	e (m)	λ (W/mK)	R_i (m ² K/W)
Grava suelta de canto rodado 20/40 mm	0,05	2,000	0,025
Poliestireno extruido XPS-EN (0,034 W/mK)	0,08	0,034	2,353
Forjado con un canto total de 30 cm (25 cm de bloque y 5 cm de capa de compresión)	0,3	2,300	0,130

Los valores de las resistencias térmicas superficiales se obtienen de la correspondiente tabla del DB-HE. Hay que considerar dos casos, según sea invierno o verano, debido a que el flujo de calor cambia de sentido:

Invierno:

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Con estos datos obtenemos el valor de la resistencia térmica total del cerramiento:

$$R_T = 2,648 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Por lo tanto la transmitancia térmica del cerramiento es:

$$U_C = \mathbf{0,378 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

Verano:

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Con estos datos obtenemos el valor de la resistencia térmica total del cerramiento:

$$R_T = 2,718 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Por lo tanto la transmitancia térmica del cerramiento es:

$$U_C = \mathbf{0,368 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

Se ha de escoger el caso más desfavorable para comprobar que su transmitancia térmica es menor que la máxima permitida por la norma, que viene indicada en la tabla 2.1 de la Sección HE 1 del DB-HE.

$$U_C = \mathbf{0,378 \text{ W/m}^2\text{K}} < 0,49 \text{ W/m}^2\text{K}, \text{ por lo que la cubierta cumple el requisito.}$$



1.3.1.4. SUELO DE SEPARACIÓN DE LA VIVIENDA H CON LOS ELEMENTOS COMUNES DE LA PLANTA BAJA (BUZONES, BASURAS, CONTADORES)

Como estos elementos comunes dan al aire libre, el suelo de separación de la Vivienda H con los elementos comunes se calcula como cerramiento en contacto con el aire exterior.

Este suelo consta de las siguientes capas:

	e (m)	λ (W/mK)	R_i (m ² K/W)
Forjado con un canto total de 30 cm (25 cm de bloque y 5 cm de capa de compresión)	0,3	2,300	0,130
Lana de roca	0,06	0,031	1,935
Lámina de polietileno de alta densidad	0,0005	0,500	0,001
Plaqueta	0,025	1,000	0,025

Los valores de las resistencias térmicas superficiales se obtienen de la correspondiente tabla del DB-HE:

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Con estos datos obtenemos el valor de la resistencia térmica total del cerramiento:

$$R_T = 2,301 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Por lo tanto la transmitancia térmica del cerramiento es:

$U_S = 0,434 \text{ W/m}^2\text{K}$, que es menor que la transmitancia térmica máxima fijada en la tabla 2.1 de la Sección HE 1 del DB-HE (0,64 W/m²K).

1.3.1.5. PILARES

Los pilares se calculan de esta forma puesto que son puentes térmicos integrados en los cerramientos cuya superficie es superior a 0,5 m².

Los pilares constan de las siguientes capas:

	e (m)	λ (W/mK)	R_i (m ² K/W)
Enfoscado de cemento bastardo con dosificación 1/16	0,015	0,87	0,017
Ladrillo hueco doble	0,115	0,32	0,359
Lana de roca	0,04	0,031	1,290
Pilar de hormigón armado	0,35	2,300	0,152
Placas de yeso laminado tipo knauf	0,03	0,25	0,12



Los valores de las resistencias térmicas superficiales se obtienen de la correspondiente tabla del DB-HE:

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Con estos datos obtenemos el valor de la resistencia térmica total del cerramiento:

$$R_T = 2,108 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Por lo tanto la transmitancia térmica de los pilares es:

$U_M = 0,474 \text{ W/m}^2\text{K}$, que es menor que la transmitancia térmica máxima fijada en la tabla 2.1 de la Sección HE 1 del DB-HE ($0,86 \text{ W/m}^2\text{K}$).

1.3.2. CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO

1.3.2.1. SUELOS EN CONTACTO CON EL TERRENO

Para estos cálculos se utiliza el método propuesto para el CASO 2 contemplado en el DB-HE. El proceso está descrito en la memoria con detalle.

Se calcula la longitud característica ($B' = \frac{A}{\frac{1}{2}P}$, siendo A el área de la solera y P la longitud del perímetro de la solera), y mediante B' , la profundidad de la solera respecto al nivel del terreno z, y su resistencia térmica R_f , a partir de la tabla E.4 obtenemos finalmente la transmitancia de la solera U_S .

Los valores intermedios se obtienen por interpolación lineal.

Tabla E.4 Transmitancia térmica U_S en $\text{W/m}^2\text{K}$

B'	0.5 m < z ≤ 1.0 m				1.0 m < z ≤ 2.0 m				2.0 m < z ≤ 3.0 m				z > 3.0 m			
	R_f ($\text{m}^2\text{K/W}$)				R_f ($\text{m}^2\text{K/W}$)				R_f ($\text{m}^2\text{K/W}$)				R_f ($\text{m}^2\text{K/W}$)			
	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50
5	0,64	0,52	0,44	0,39	0,54	0,45	0,40	0,36	0,42	0,37	0,34	0,31	0,35	0,32	0,29	0,27
6	0,57	0,46	0,40	0,35	0,48	0,41	0,36	0,33	0,38	0,34	0,31	0,28	0,32	0,29	0,27	0,25
7	0,52	0,42	0,37	0,33	0,44	0,38	0,33	0,30	0,35	0,31	0,29	0,26	0,30	0,27	0,25	0,24
8	0,47	0,39	0,34	0,30	0,40	0,35	0,31	0,28	0,33	0,29	0,27	0,25	0,28	0,26	0,24	0,22
9	0,43	0,36	0,32	0,28	0,37	0,32	0,29	0,26	0,30	0,27	0,25	0,23	0,26	0,24	0,22	0,21
10	0,40	0,34	0,30	0,27	0,35	0,30	0,27	0,25	0,29	0,26	0,24	0,22	0,25	0,23	0,21	0,20
12	0,36	0,30	0,27	0,24	0,31	0,27	0,24	0,22	0,26	0,23	0,21	0,20	0,22	0,21	0,19	0,18
14	0,32	0,27	0,24	0,22	0,28	0,25	0,22	0,20	0,23	0,21	0,20	0,18	0,20	0,19	0,18	0,17
16	0,29	0,25	0,22	0,20	0,25	0,23	0,20	0,19	0,21	0,20	0,18	0,17	0,19	0,17	0,16	0,16
18	0,26	0,23	0,20	0,19	0,23	0,21	0,19	0,18	0,20	0,18	0,17	0,16	0,17	0,16	0,15	0,15
≥20	0,24	0,21	0,19	0,17	0,22	0,19	0,18	0,16	0,18	0,17	0,16	0,15	0,16	0,15	0,14	0,14



Los valores del área de la solera y de la longitud del perímetro de la solera son:

$$A = 577,24 \text{ m}^2$$

$$P = 96,11 \text{ m}$$

El valor de la longitud característica es:

$$B' = 12,01 \text{ m}$$

Se calcula la resistencia térmica R_f :

	e (m)	λ (W/mK)	R_i (m ² K/W)
Solera de hormigón	0,2	1,650	0,121
Lámina de polietileno de alta densidad	0,0005	0,500	0,001
Capa de grava	0,2	2,000	0,1

El valor de la resistencia térmica es:

$$R_f = 0,222 \text{ m}^2\text{K/W}$$

La profundidad de la solera respecto al nivel del terreno es:

$$z = 3,20 \text{ m}$$

Por lo tanto el valor de la transmitancia de la solera es:

$U_S = 0,215 \text{ W/m}^2\text{K}$, que es menor que la transmitancia térmica máxima fijada en la tabla 2.1 de la Sección HE 1 del DB-HE (0,64 W/m²K).

Este apartado no procede en el presente proyecto ya que el suelo en contacto con el terreno del edificio está en un espacio no habitable.

1.3.2.2. MUROS EN CONTACTO CON EL TERRENO

El proceso de cálculo está descrito de manera más detallada en la memoria.

La transmitancia térmica U_T (W/m²K) de estos cerramientos se obtiene de la tabla E.5 a partir de los valores de la profundidad z , y de la resistencia térmica del muro R_m despreciando las resistencias térmicas superficiales.

Los valores intermedios se obtienen por interpolación lineal.



Tabla E.5 Transmitancia térmica de muros enterrados U_T en $W/m^2 K$

R_m ($m^2 K/W$)	Profundidad z de la parte enterrada del muro (m)					
	0,5	1	2	3	4	≥ 6
0,00	3,05	2,20	1,48	1,15	0,95	0,71
0,50	1,17	0,99	0,77	0,64	0,55	0,44
1,00	0,74	0,65	0,54	0,47	0,42	0,34
1,50	0,54	0,49	0,42	0,37	0,34	0,28
2,00	0,42	0,39	0,35	0,31	0,28	0,24

La transmitancia térmica para el primer metro del muro enterrado se obtendrá de la columna $z = 1m$.

La composición del muro no varía con la profundidad.

	e (m)	λ (W/mK)	R_i (m^2K/W)
Hormigón armado	0,35	2,300	0,152

El valor de la resistencia térmica del muro es:

$$R_m = 0,152 \text{ m}^2\text{K/W}$$

El valor de la profundidad del muro es:

$$z = 3,20 \text{ m}$$

La transmitancia térmica del muro es:

$$U_T = 0,961 \text{ W/m}^2\text{K}$$

La transmitancia térmica del primer metro del muro enterrado es:

$$U_T = 1,832 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Este apartado no procede en el presente proyecto ya que los muros en contacto con el terreno del edificio están en un espacio no habitable.

1.3.3. PARTICIONES INTERIORES EN CONTACTO CON ESPACIOS NO HABITABLES

En este caso la transmitancia térmica de estos elementos viene dada por la siguiente expresión:



$U = U_P b$, siendo U_P la transmitancia térmica de la partición interior en contacto con el espacio no habitable como si fuera un cerramiento en contacto con el aire exterior, tomando los valores de las resistencias térmicas superficiales de la tabla E.6, y b el coeficiente de reducción de temperatura obtenido de la tabla E.7 para los casos concretos que se citan o mediante el procedimiento descrito en la memoria.

Tabla E.6 Resistencias térmicas superficiales de *particiones interiores* en m^2K/W

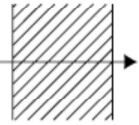
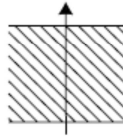
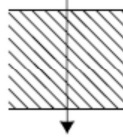
Posición de la <i>partición interior</i> y sentido del flujo de calor	R_{se}	R_{si}
Particiones interiores verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal 	0,13	0,13
Particiones interiores horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente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

Tabla E.7 Coeficiente de reducción de temperatura b

A_{iu}/A_{ue}	No aislado _{ue} - Aislado _{iu}		No aislado _{ue} -No aislado _{iu}		Aislado _{ue} -No aislado _{iu}	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
<0.25	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
0.25 ≤0.50	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
0.50 ≤0.75	0,96	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
0.75 ≤1.00	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
1.00 ≤1.25	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
1.25 ≤2.00	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
2.00 ≤2.50	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
2.50 ≤3.00	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
>3.00	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

El método de cálculo está descrito de manera completa en la memoria.



1.3.3.1 SUELO DE SEPARACIÓN DE LAS VIVIENDAS DE LA PLANTA BAJA CON EL SÓTANO

Este suelo consta de las siguientes capas:

	e (m)	λ (W/mK)	R_i (m ² K/W)
Forjado con un canto total de 30 cm (25 cm de bloque y 5 cm de capa de compresión)	0,3	2,300	0,130
Lana de roca	0,04	0,031	1,290
Lámina de polietileno de alta densidad	0,0005	0,500	0,001
Plaqueta	0,025	1,000	0,025

Los valores de las resistencias térmicas superficiales se obtienen de la correspondiente tabla del DB-HE:

$$R_{se} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Con esto datos obtenemos el valor de la resistencia térmica total del cerramiento:

$$R_T = 1,786 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Por lo tanto el valor de la transmitancia térmica U_P es:

$$U_P = 0,560 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Ahora se calcula el coeficiente de reducción de temperatura b en función de las características requeridas para seguir el método descrito.

Atendiendo a la situación del aislamiento térmico el caso se corresponde con el de No aislado_{ue} – Aislado_{iu}.

El nivel de estanqueidad del espacio es 4 atendiendo a la tabla E.8, por lo que en cuanto al grado de ventilación del espacio estaríamos en el CASO 2.

Ahora se calcula la relación de áreas entre la partición interior y el cerramiento (A_{iu}/A_{ue}).

$$A_{iu} = 577,24 \text{ m}^2$$

$$A_{ue} = 333,04 \text{ m}^2$$

Por lo tanto el valor de la relación de áreas es:

$$A_{iu}/A_{ue} = 1,73$$



Ahora ya se obtiene el coeficiente de reducción de temperatura b a partir de los datos calculados y de la tabla E.7:

$$b = 0,95$$

Por lo tanto con estos datos calculamos el valor de la transmitancia térmica U de este suelo:

$U = 0,532 \text{ W/m}^2\text{K}$, que es menor que la transmitancia térmica máxima fijada en la tabla 2.1 de la Sección HE 1 del DB-HE ($0,86 \text{ W/m}^2\text{K}$).

1.3.4. TRANSMITANCIA TÉRMICA DE HUECOS

La transmitancia térmica de los huecos se calcula mediante la expresión expuesta en el correspondiente apartado de la memoria:

$U_H = (1 - FM) \cdot U_{H,v} + FM \cdot U_{H,m}$, siendo $U_{H,v}$ ($\text{W/m}^2\text{K}$) la transmitancia térmica de la parte semitransparente, $U_{H,m}$ ($\text{W/m}^2\text{K}$) la transmitancia térmica del marco de la ventana o puerta, y FM la fracción de hueco ocupada por el marco.

El acristalamiento es doble con cámara de aire, de baja emisividad, con espesores 4/12/4+4 (mm).

Los marcos son de madera maciza de iroko tratada.

Hay tres tamaños de ventanas: las ventanas que dan a la calle, las ventanas que dan al patio interior, al paso de entrada a la propiedad y a la azotea, y por último las ventanas de la cara oeste de la azotea.

Las puertas de acceso a las viviendas son de madera maciza de iroko y tienen un espesor de 45 mm.

1.3.4.1. TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LAS VENTANAS QUE DAN A LA CALLE

Las características de las ventanas que dan a la calle son las siguientes:

La superficie de cada ventana es $3,677 \text{ m}^2$.

$$U_{H,v} = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{H,m} = 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$FM = 0,528$$



Por lo tanto el valor de la transmitancia térmica de estas ventanas es:

$U_H = 2,106 \text{ W/m}^2\text{K}$, que es menor que la transmitancia térmica máxima fijada en la tabla 2.1 de la Sección HE 1 del DB-HE ($3,50 \text{ W/m}^2\text{K}$).

1.3.4.2. TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LAS VENTANAS QUE DAN AL PATIO INTERIOR, AL PASO DE ENTRADA A LA PROPIEDAD Y A LA AZOTEA

Las características de las ventanas que dan al patio interior, al paso de entrada a la propiedad y a la azotea son las siguientes:

La superficie de cada ventana es $2,468 \text{ m}^2$.

$$U_{H,v} = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{H,m} = 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$FM = 0,333$$

Por lo tanto el valor de la transmitancia térmica de estas ventanas es:

$U_H = 2,067 \text{ W/m}^2\text{K}$, que es menor que la transmitancia térmica máxima fijada en la tabla 2.1 de la Sección HE 1 del DB-HE ($3,50 \text{ W/m}^2\text{K}$).

1.3.4.3. TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LAS VENTANAS DE LA CARA OESTE DE LA AZOTEA

Las características de las ventanas situadas en la cara oeste de la azotea son las siguientes:

La superficie de cada ventana es $4,788 \text{ m}^2$.

$$U_{H,v} = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{H,m} = 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$FM = 0,228$$

Por lo tanto el valor de la transmitancia térmica de estas ventanas es:

$U_H = 2,046 \text{ W/m}^2\text{K}$, que es menor que la transmitancia térmica máxima fijada en la tabla 2.1 de la Sección HE 1 del DB-HE ($3,50 \text{ W/m}^2\text{K}$).



1.3.4.4. TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LAS PUERTAS DE ACCESO A LAS VIVIENDAS

En el caso de las puertas no se calcula la transmitancia térmica de éstas al ser el porcentaje de superficie semitransparente inferior a 50 % (son sólo de madera), tal como se explica en el apartado 3.2.1.3. de la Sección HE 1 del DB-HE.

1.4 FACTOR SOLAR MODIFICADO DE HUECOS

El factor solar modificado se calcula mediante la siguiente expresión:

$$F = F_S \cdot [(1-FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha]$$

El método de cálculo está expresado de manera detallada en la memoria.

En cuanto a las fachadas sólo hay ventanas en la fachada norte y en la fachada oeste.

Ventanas situadas en la fachada oeste:

$$F_S = 1$$

$$FM = 0,528$$

$$g_{\perp} = 0,75$$

$$U_m = 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\alpha = 0,75 \text{ (color marrón medio)}$$

Por lo tanto el valor del factor solar modificado es:

$$F = \mathbf{0,389}$$

Ventanas situadas en la azotea orientadas al oeste:

$$F_S = 1$$

$$FM = 0,228$$

$$g_{\perp} = 0,75$$

$$U_m = 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\alpha = 0,75 \text{ (color marrón medio)}$$

Por lo tanto el valor del factor solar modificado es:

$$F = \mathbf{0,594}$$



Ventanas situadas en la azotea orientadas al este:

$$F_S = 1$$

$$FM = 0,333$$

$$g_{\perp} = 0,75$$

$$U_m = 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\alpha = 0,75 \text{ (color marrón medio)}$$

Por lo tanto el valor del factor solar modificado es:

$$\mathbf{F = 0,522}$$

Ventanas situadas en la azotea orientadas al sur:

$$F_S = 1$$

$$FM = 0,333$$

$$g_{\perp} = 0,75$$

$$U_m = 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\alpha = 0,75 \text{ (color marrón medio)}$$

Por lo tanto el valor del factor solar modificado es:

$$\mathbf{F = 0,522}$$

Ventanas situadas en el patio interior con orientación oeste:

$$F_S = 0,86$$

$$FM = 0,333$$

$$g_{\perp} = 0,75$$

$$U_m = 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\alpha = 0,75 \text{ (color marrón medio)}$$

Por lo tanto el valor del factor solar modificado es:

$$\mathbf{F = 0,449}$$

Ventanas situadas en el patio interior con orientación este:

$$F_S = 0,86$$



$$FM = 0,333$$

$$g_{\perp} = 0,75$$

$$U_m = 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\alpha = 0,75 \text{ (color marrón medio)}$$

Por lo tanto el valor del factor solar modificado es:

$$\mathbf{F = 0,449}$$

Ventanas situadas en el patio interior con orientación sur:

$$F_S = 0,64$$

$$FM = 0,333$$

$$g_{\perp} = 0,75$$

$$U_m = 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\alpha = 0,75 \text{ (color marrón medio)}$$

Por lo tanto el valor del factor solar modificado es:

$$\mathbf{F = 0,334}$$

No se calcula el factor solar modificado de las ventanas orientadas al norte.

1.5. CONDENSACIONES

Los valores de las condiciones exteriores e interiores que se han de tomar para el cálculo de las condensaciones son los siguientes:

	INTERIOR	EXTERIOR
Temperatura (°C)	20	4,5
Humedad relativa (%)	55	80

1.5.1. CONDENSACIONES SUPERFICIALES

El valor del factor de temperatura de la superficie interior mínimo $f_{Rsi,min}$ viene dado en la siguiente tabla, tal como se explica en la memoria con detalle:



Tabla 3.2 Factor de temperatura de la superficie interior mínimo $f_{Rsi,min}$

Categoría del espacio	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Clase de higrometría 5	0.80	0.80	0.80	0.90	0.90
Clase de higrometría 4	0.66	0.66	0.69	0.75	0.78
Clase de higrometría 3 o inferior a 3	0,50	0.52	0.56	0.61	0.64

Por lo tanto el valor del factor de temperatura de la superficie interior mínimo es el siguiente:

$$f_{Rsi,min} = 0,61$$

Tal como se explica en la memoria los factores de temperatura de la superficie interior que se calculen han de ser superiores al factor de temperatura de la superficie interior mínimo.

Los factores de temperatura de la superficie interior (f_{Rsi}) se calculan mediante la expresión descrita en la memoria:

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

Fachadas:

$$f_{Rsi} = 0,876 > 0,61$$

Muros de separación de viviendas y elementos comunes:

$$f_{Rsi} = 0,864 > 0,61$$

Cubierta:

$$\text{invierno: } f_{Rsi} = 0,905 > 0,61$$

$$\text{verano: } f_{Rsi} = 0,908 > 0,61$$

Suelo de separación de la Vivienda H con los elementos comunes de la planta baja:

$$f_{Rsi} = 0,891 > 0,61$$

Pilares:

$$f_{Rsi} = 0,881 > 0,61$$

Suelo de separación de las viviendas de la planta baja con el sótano:

$$f_{Rsi} = 0,867 > 0,61$$

Ventanas que dan a la calle:

$$f_{Rsi} = 0,473 < 0,61$$



Ventanas que dan al patio interior, al paso de entrada a la propiedad y a la azotea:

$$f_{R_{si}} = 0,483 < 0,61$$

Ventanas situadas en la cara oeste de la azotea:

$$f_{R_{si}} = 0,488 < 0,61$$

Puertas de acceso a las viviendas:

$$f_{R_{si}} = 0,405 < 0,61$$

Los suelos y muros en contacto con el terreno están exentos de estos cálculos, tal como se indica en el apartado 3.2.3.1 de la Sección HE1 del DB-HE.

Aunque los factores de temperatura de la superficie interior de ventanas y puertas sean menores que el factor de temperatura de la superficie interior mínimo no habrá condensaciones. Esto se consigue mediante el sistema de calefacción, que creará en ventanas y puerta una barrera de vapor evitando condensaciones.

1.5.2. CONDENSACIONES INTERSTICIALES

El método de cálculo y las expresiones utilizadas en éste vienen detallados en la memoria del proyecto.

1.5.2.1. FACHADAS

Distribución de temperatura:

CAPA	R_i (m^2K/W)	θ ($^{\circ}C$)
Exterior	0,04	4,81
Capa 1	0,017	4,94
Capa 2	0,359	7,69
Capa 3	0,18	9,07
Capa 4	1,176	18,08
Capa 5	0,12	19
Interior	0,13	20

$$R_T = 2,022 m^2K/W$$

Distribución de la presión de vapor de saturación:

$$P_{sat}(\theta_e) = 860,37 Pa$$

$$P_{sat}(\theta_i) = 868,22 Pa$$



$$P_{\text{sat}}(\theta_2) = 1049,78 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_3) = 1152,89 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_4) = 2073,23 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_5) = 2196,15 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_i) = 2336,95 \text{ Pa}$$

Distribución de presión de vapor:

CAPA	e (m)	μ	S_d (m)
Capa 1	0,015	10	0,15
Capa 2	0,115	10	1,15
Capa 3	0,05	1	0,05
Capa 4	0,04	150	6
Capa 5	0,03	4	0,12

$$\sum S_{\text{dn}} = 7,47 \text{ m}$$

$$P_i = 1285,32 \text{ Pa}$$

$$P_e = 687,34 \text{ Pa}$$

$$P_1 = 699,34 \text{ Pa} < P_{\text{sat}}(\theta_1) = 868,22 \text{ Pa}$$

$$P_2 = 791,40 \text{ Pa} < P_{\text{sat}}(\theta_2) = 1049,78 \text{ Pa}$$

$$P_3 = 795,40 \text{ Pa} < P_{\text{sat}}(\theta_3) = 1152,89 \text{ Pa}$$

$$P_4 = 1275,70 \text{ Pa} < P_{\text{sat}}(\theta_4) = 2073,23 \text{ Pa}$$

$$P_5 = 1284,97 \text{ Pa} < P_{\text{sat}}(\theta_5) = 2196,15 \text{ Pa}$$

No hay condensaciones intersticiales en las fachadas ya que la presiones de vapor de cada capa son menores que sus correspondientes presiones de vapor de saturación.



1.5.2.2. MUROS DE SEPARACIÓN DE VIVIENDAS Y ELEMENTOS COMUNES

Distribución de temperatura:

CAPA	R_i (m^2K/W)	θ ($^{\circ}C$)
Exterior	0,04	4,84
Capa 1	0,017	4,98
Capa 2	0,359	8
Capa 3	1,176	17,89
Capa 4	0,12	18,90
Interior	0,13	20

$$R_T = 1,842 \text{ m}^2K/W$$

Distribución de la presión de vapor de saturación:

$$P_{\text{sat}}(\theta_e) = 862,17 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_1) = 870,65 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_2) = 1072,21 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_3) = 2048,61 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_4) = 2182,49 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_i) = 2336,95 \text{ Pa}$$

Distribución de presión de vapor:

CAPA	e (m)	μ	S_d (m)
Capa 1	0,015	10	0,15
Capa 2	0,115	10	1,15
Capa 3	0,04	150	6
Capa 4	0,03	4	0,12

$$\sum S_{dn} = 7,42 \text{ m}$$

$$P_1 = 1285,32 \text{ Pa}$$

$$P_e = 689,74 \text{ Pa}$$

$$P_1 = 701,78 \text{ Pa} < P_{\text{sat}}(\theta_1) = 870,65 \text{ Pa}$$

$$P_2 = 794,09 \text{ Pa} > P_{\text{sat}}(\theta_2) = 1072,21 \text{ Pa}$$

$$P_3 = 1275,69 \text{ Pa} < P_{\text{sat}}(\theta_3) = 2048,61 \text{ Pa}$$



$$P_4 = 1285,32 \text{ Pa} < P_{\text{sat}}(\theta_4) = 2182,49 \text{ Pa}$$

No hay condensaciones intersticiales en los muros de separación de viviendas y elementos comunes ya que la presiones de vapor de cada capa son menores que sus correspondientes presiones de vapor de saturación.

1.5.2.3. CUBIERTA

Distribución de temperatura:

CAPA	R_i ($\text{m}^2\text{K/W}$)	θ ($^\circ\text{C}$)
Exterior	0,04	4,73
Capa 1	0,025	4,88
Capa 2	2,353	18,65
Capa 3	0,130	19,41
Interior	0,10	20

$$R_T = 2,648 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Distribución de la presión de vapor de saturación:

$$P_{\text{sat}}(\theta_e) = 855,57 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_1) = 864,59 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_2) = 2148,65 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_3) = 2252,95 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_i) = 2336,95 \text{ Pa}$$

Distribución de presión de vapor:

CAPA	e (m)	μ	S_d (m)
Capa 1	0,05	50	2,5
Capa 2	0,08	150	12
Capa 3	0,3	80	24

$$\sum S_{dn} = 38,5 \text{ m}$$

$$P_i = 1285,32 \text{ Pa}$$

$$P_e = 684,46 \text{ Pa}$$

$$P_1 = 723,48 \text{ Pa} < P_{\text{sat}}(\theta_1) = 864,59 \text{ Pa}$$



$$P_2 = 910,76 \text{ Pa} < P_{\text{sat}}(\theta_2) = 2148,65 \text{ Pa}$$

$$P_3 = 1285,32 \text{ Pa} < P_{\text{sat}}(\theta_3) = 2252,95 \text{ Pa}$$

No hay condensaciones intersticiales en la cubierta ya que la presiones de vapor de cada capa son menores que sus correspondientes presiones de vapor de saturación.

1.5.2.4. SUELO DE SEPARACIÓN DE LA VIVIENDA H CON LOS ELEMENTOS COMUNES DE LA PLANTA BAJA (BUZONES, BASURAS, CONTADORES)

Distribución de temperatura:

CAPA	R_i ($\text{m}^2\text{K/W}$)	θ ($^{\circ}\text{C}$)
Exterior	0,04	4,77
Capa 1	0,130	5,65
Capa 2	1,935	18,68
Capa 3	0,001	18,69
Capa 4	0,025	18,86
Interior	0,17	20

$$R_T = 2,301 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Distribución de la presión de vapor de saturación:

$$P_{\text{sat}}(\theta_e) = 857,97 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_1) = 912,22 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_2) = 2152,69 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_3) = 2154,04 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_4) = 2177,04 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_i) = 2336,95 \text{ Pa}$$

Distribución de presión de vapor:

CAPA	e (m)	μ	S_d (m)
Capa 1	0,3	80	24
Capa 2	0,06	1	0,06
Capa 3	0,0005	100000	50
Capa 4	0,025	30	0,75

$$\sum S_{\text{dn}} = 74,81 \text{ m}$$



$$P_1 = 1285,32 \text{ Pa}$$

$$P_e = 686,38 \text{ Pa}$$

$$P_1 = 878,52 \text{ Pa} < P_{\text{sat}}(\theta_1) = 912,22 \text{ Pa}$$

$$P_2 = 879,00 \text{ Pa} > P_{\text{sat}}(\theta_2) = 2152,69 \text{ Pa}$$

$$P_3 = 1279,31 \text{ Pa} < P_{\text{sat}}(\theta_3) = 2154,04 \text{ Pa}$$

$$P_4 = 1285,32 \text{ Pa} < P_{\text{sat}}(\theta_4) = 2336,95 \text{ Pa}$$

No hay condensaciones intersticiales en el suelo de separación de la Vivienda H con los elementos comunes de la planta baja (buzones, basuras, contadores) ya que la presiones de vapor de cada capa son menores que sus correspondientes presiones de vapor de saturación.

1.5.2.5. PILARES

Distribución de temperatura:

CAPA	R_i ($\text{m}^2\text{K/W}$)	θ ($^{\circ}\text{C}$)
Exterior	0,04	4,79
Capa 1	0,017	4,91
Capa 2	0,359	7,55
Capa 3	1,290	17,03
Capa 4	0,152	18,15
Capa 5	0,12	19,03
Interior	0,13	20

$$R_T = 2,108 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Distribución de la presión de vapor de saturación:

$$P_{\text{sat}}(\theta_e) = 859,17 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_1) = 866,40 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_2) = 1039,79 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_3) = 1940,33 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_4) = 2082,36 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_5) = 2200,26 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_i) = 2336,95 \text{ Pa}$$



Distribución de presión de vapor:

CAPA	e (m)	μ	S_d (m)
Capa 1	0,015	10	0,15
Capa 2	0,115	10	1,15
Capa 3	0,04	1	0,04
Capa 4	0,35	80	28
Capa 5	0,03	4	0,12

$$\sum S_{dn} = 29,46 \text{ m}$$

$$P_1 = 1285,32 \text{ Pa}$$

$$P_e = 687,34 \text{ Pa}$$

$$P_1 = 690,38 \text{ Pa} < P_{sat}(\theta_1) = 866,40 \text{ Pa}$$

$$P_2 = 713,72 \text{ Pa} < P_{sat}(\theta_2) = 1039,79 \text{ Pa}$$

$$P_3 = 714,53 \text{ Pa} < P_{sat}(\theta_3) = 1940,33 \text{ Pa}$$

$$P_4 = 1282,87 \text{ Pa} < P_{sat}(\theta_4) = 2082,36 \text{ Pa}$$

$$P_5 = 1285,30 \text{ Pa} < P_{sat}(\theta_5) = 2200,26 \text{ Pa}$$

No hay condensaciones intersticiales en los pilares ya que la presiones de vapor de cada capa son menores que sus correspondientes presiones de vapor de saturación.

1.5.2.6. SUELO DE SEPARACIÓN DE LAS VIVIENDAS DE LA PLANTA BAJA CON EL SÓTANO

Distribución de temperatura:

CAPA	R_i ($\text{m}^2\text{K/W}$)	θ ($^{\circ}\text{C}$)
Exterior	0,17	5,97
Capa 1	0,130	7,10
Capa 2	1,290	18,29
Capa 3	0,001	18,30
Capa 4	0,025	18,52
Interior	0,17	20

$$R_T = 1,786 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Distribución de la presión de vapor de saturación:



$$P_{\text{sat}}(\theta_e) = 932,69 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_1) = 1008,23 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_2) = 2100,74 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_3) = 2102,06 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_4) = 2131,24 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat}}(\theta_i) = 2336,95 \text{ Pa}$$

Distribución de presión de vapor:

CAPA	e (m)	μ	S_d (m)
Capa 1	0,3	80	24
Capa 2	0,04	1	0,04
Capa 3	0,0005	100000	50
Capa 4	0,025	30	0,75

$$\sum S_{dn} = 74,79 \text{ m}$$

$$P_i = 1285,32 \text{ Pa}$$

$$P_e = 746,15 \text{ Pa}$$

$$P_1 = 919,17 \text{ Pa} < P_{\text{sat}}(\theta_1) = 1008,23 \text{ Pa}$$

$$P_2 = 919,46 \text{ Pa} < P_{\text{sat}}(\theta_2) = 2100,74 \text{ Pa}$$

$$P_3 = 1279,91 \text{ Pa} < P_{\text{sat}}(\theta_3) = 2102,06 \text{ Pa}$$

$$P_3 = 1285,32 \text{ Pa} < P_{\text{sat}}(\theta_3) = 2131,24 \text{ Pa}$$

No hay condensaciones intersticiales en el suelo de separación de las viviendas de la planta baja con el sótano ya que la presiones de vapor de cada capa son menores que sus correspondientes presiones de vapor de saturación.

Los suelos y muros en contacto con el terreno están exentos de estos cálculos, tal como se indica en el apartado 3.2.3.2 de la Sección HE1 del DB-HE.

1.6. FICHAS JUSTIFICATIVAS DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA

Una vez realizados los cálculos anteriores, es necesario justificar el cumplimiento de las condiciones establecidas mediante las fichas justificativas y los formularios de conformidad incluidos en la memoria, pertenecientes al Apéndice H de la Sección HE1 del DB-HE, Ahorro de Energía.



1.6.1. FICHA 1: CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS MEDIOS

ZONA CLIMÁTICA	D1	Zona de baja carga interna
-----------------------	-----------	-----------------------------------

MUROS (U_{Mm}) y (U_{Tm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² K)	A·U (W/K)	Resultados
Z	Fachada	118,38	0,494	58,48	$\Sigma A = 244,54$ $\Sigma A \cdot U = 125,90$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,515$
	Muro de separación de viviendas y elementos comunes	110,48	0,543	59,99	
	Pilar	15,68	0,474	7,43	
E	Fachada	144,90	0,494	71,58	$\Sigma A = 242,62$ $\Sigma A \cdot U = 123,64$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,510$
	Muro de separación de viviendas y elementos comunes	83,16	0,543	45,16	
	Pilar	14,56	0,474	6,90	
O	Fachada	114,41	0,494	56,52	$\Sigma A = 185,03$ $\Sigma A \cdot U = 93,94$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,508$
	Muro de separación de viviendas y elementos comunes	57,18	0,543	31,05	
	Pilar	13,44	0,474	6,37	
S	Fachada	197,42	0,494	97,52	$\Sigma A = 283,44$ $\Sigma A \cdot U = 143,22$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,505$
	Muro de separación de viviendas y elementos comunes	71,46	0,543	38,80	
	Pilar	14,56	0,474	6,90	
SE					$\Sigma A =$ $\Sigma A \cdot U =$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
SO					$\Sigma A =$ $\Sigma A \cdot U =$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
C-TER					$\Sigma A =$ $\Sigma A \cdot U =$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$

SUELOS (U_{Sm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² K)	A·U (W/K)	Resultados
Suelo de separación de las viviendas de la planta baja con el sótano		333,04	0,532	177,17	$\Sigma A = 368,22$ $\Sigma A \cdot U = 192,44$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,523$
Suelo de separación de la Vivienda H con los elementos comunes de la planta baja		35,18	0,434	15,27	

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (U_{Cm}, F_{Lm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² K)	A·U (W/K)	Resultados



Cubierta	493,05	0,378	186,37	$\Sigma A = 493,05$ $\Sigma A \cdot U = 186,37$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,378$

Tipos	A (m ²)	U (W/m ² K)	A·U (W/K)	Resultados
				$\Sigma A =$
				$\Sigma A \cdot U =$
				$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$

ZONA CLIMÁTICA	D1	Zona de baja carga interna
-----------------------	-----------	-----------------------------------

HUECOS (U_{Hm}, F_{Hm})
--

Tipos		A (m ²)	U (W/m ² K)	A·U (W/K)	Resultados
Z	Doble acristalamiento con cámara de aire (4/12/4+4 mm)	22,062	2,106	46,462	$\Sigma A = 61,55$ $\Sigma A \cdot U = 128,083$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 2,081$
	Doble acristalamiento con cámara de aire (4/12/4+4 mm)	39,488	2,067	81,621	

Tipos		A (m ²)	U	F	A·U	A·F(m ²)	Resultados
E	Doble acristalamiento con cámara de aire (4/12/4+4 mm)	14,808	2,067	0,449	30,608	6,649	$\Sigma A = 34,552$ $\Sigma A \cdot U = 71,419$ $\Sigma A \cdot F = 16,955$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 2,067$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0,491$
	Doble acristalamiento con cámara de aire (4/12/4+4 mm)	19,744	2,067	0,522	40,811	10,306	
O	Doble acristalamiento con cámara de aire (4/12/4+4 mm)	36,77	2,106	0,389	77,438	14,303	
	Doble acristalamiento con cámara de aire (4/12/4+4 mm)	14,808	2,067	0,449	30,608	6,649	
	Doble acristalamiento con cámara de aire (4/12/4+4 mm)	33,516	2,046	0,594	68,574	19,908	
S	Doble acristalamiento con cámara de aire (4/12/4+4 mm)	7,404	2,067	0,334	15,304	2,473	$\Sigma A = 17,276$ $\Sigma A \cdot U = 35,709$ $\Sigma A \cdot F = 7,626$



	mm)						$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 2,067$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0,441$
	Doble acristalamiento con cámara de aire (4/12/4+4 mm)	9,872	2,067	0,522	20,405	5,153	
SE							$\Sigma A =$ $\Sigma A \cdot U =$ $\Sigma A \cdot F =$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$
SO							$\Sigma A =$ $\Sigma A \cdot U =$ $\Sigma A \cdot F =$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$

1.6.2. FICHA 2: CONFORMIDAD - DEMANDA ENERGÉTICA

ZONA CLIMÁTICA	D1	Zona de baja carga interna
-----------------------	-----------	-----------------------------------

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	U_{max} (proyecto)	U_{max}
Muros de fachada	0,543	
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	-	$\leq 0,86$
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	0,532	
Suelos	-	$\leq 0,64$
Cubiertas	0,378	$\leq 0,49$
Vidrios y marcos de huecos y lucernarios	2,106	$\leq 3,50$
Medianerías	-	$\leq 1,00$

Particiones interiores (edificios de viviendas)	-	$\leq 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$
---	---	----------------------------------

MUROS DE FACHADA			HUECOS			
	U_{Mm}	U_{Mlim}	U_{Hm}	U_{Hlim}	F_{Hm}	F_{Hlim}
N	0,515	$\leq 0,66$	2,081	$\leq 3,0$		
E	0,510		2,067	$\leq 2,9$	0,491	$\leq -$
O	0,508		2,075	$\leq 3,5$	0,480	$\leq -$
S	0,505		2,067	$\leq -$	0,441	$\leq -$
SE	-		-	$\leq -$	-	$\leq -$
SO	-		-	-	-	$\leq -$

Cerr. contacto terreno	
U_{Tm}	U_{Mlim}
-	$\leq -$

Suelos	
U_{Sm}	U_{Slim}
-	$\leq -$

Cubiertas	
U_{Cm}	U_{Clim}
0,378	$\leq 0,38$

Lucernarios	
F_{Lm}	F_{Llim}
-	$\leq -$

1.6.3. FICHA 3: CONFORMIDAD – CONDENSACIONES

CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS										
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales							
	$f_{Rsi} \geq f_{Rsmin}$		$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
Fachadas	f_{Rsi}	0,876	$P_{sat,n}$	868,22	1049,78	1152,89	2073,23	2196,15		
	f_{Rsmin}	0,61	P_n	699,34	791,40	795,40	1275,70	1284,97		
Muros de separación de viviendas y elementos comunes	f_{Rsi}	0,864	$P_{sat,n}$	870,65	1072,21	2048,61	2182,49			
	f_{Rsmin}	0,61	P_n	701,78	794,09	1275,69	1285,32			
Cubierta	f_{Rsi}	0,905	$P_{sat,n}$	864,59	2148,65	2252,95				
	f_{Rsmin}	0,61	P_n	723,48	910,76	1285,32				
Suelo de separación de la Vivienda H con los elementos comunes planta baja	f_{Rsi}	0,891	$P_{sat,n}$	912,22	2152,69	2154,04	2177,04			
	f_{Rsmin}	0,61	P_n	878,52	879,00	1279,31	1285,32			
Pilares	f_{Rsi}	0,881	$P_{sat,n}$	866,40	1039,79	1940,33	2082,36	2200,26		
	f_{Rsmin}	0,61	P_n	690,38	713,72	714,53	1282,87	1285,30		
Suelo de separación de la viviendas de la planta baja con en sótano	f_{Rsi}	0,867	$P_{sat,n}$	1008,23	2100,74	2102,06	2131,24			
	f_{Rsmin}	0,61	P_n	919,17	919,46	1279,91	1285,32			
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$							
	f_{Rsmin}		P_n							
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$							
	f_{Rsmin}		P_n							

2. CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS DEL EDIFICIO

Las condiciones de diseño del edificio objeto del proyecto son las siguientes:

Temperatura interior de cálculo: 20 °C

Temperatura exterior de cálculo: - 4 °C

Temperatura de los espacios no habitables: 5 °C

Humedad relativa interior: 45 %

Humedad relativa exterior: 80 %



Las pérdidas caloríficas por transmisión se obtienen mediante la siguiente expresión:

$$Q_T = \Sigma [U \cdot S \cdot (t_i - t_e)]$$

Las pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación se obtienen mediante la siguiente expresión:

$$Q_R = V_{\text{ventilación}} \cdot 1,25 \cdot \Delta t$$

El proceso de cálculo está descrito con detalle en la memoria del proyecto.

2.1. VIVIENDA A (PLANTA BAJA)

2.1.1. COCINA

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	4,028	24	52,49
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	6,390	15	50,99
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 225,91 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 20,448 \text{ m}^3$$

$$n = 1,5 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 30,672 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 255,6 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Sur 0%



2.1.2. SALÓN

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	20,184	24	263,03
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	16,77	15	133,82
Ventana	2,067	2,468	24	122,43
Puerta	2,381	2,468	24	141,03

$$Q_T = 673,05 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 53,664 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 53,664 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 447,2 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Este 5%

2.1.3. BAÑO 1

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	3,74	15	29,84

$$Q_T = 29,84 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 11,968 \text{ m}^3$$

$$n = 3 \text{ h}^{-1}$$



$$V_{\text{ventilación}} = 35,904 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 299,2 \text{ W}$$

Suplementos:

No hay suplemento por orientación al carecer este espacio de muro exterior.

2.1.4. DORMITORIO 1

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	6,14	24	72,79
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	7,230	15	57,69
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 265,65 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 23,136 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 23,136 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 192,8 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Norte 15%



2.1.5. DORMITORIO 2

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	6,908	24	81,90
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	11,104	24	144,71
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	10,10	15	80,60
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 429,64 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 32,320 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 32,320 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 269,33 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Este 5%

2.1.6. DISTRIBUIDOR

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	0,9	15	7,18

$$Q_T = 7,18 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 2,88 \text{ m}^3$$

$$n = 0,5 \text{ h}^{-1}$$



$$V_{\text{ventilación}} = 1,44 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 12 \text{ W}$$

Suplementos:

No hay suplemento por orientación al carecer este espacio de muro exterior.

2.2. VIVIENDA B (PLANTA BAJA)

2.2.1. COCINA

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	2,627	24	31,14
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	6,78	15	54,10
Ventana	2,106	3,677	24	185,85

$$Q_T = 271,09 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 21,696 \text{ m}^3$$

$$n = 1,5 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 32,544 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 271,2 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Norte 15%



2.2.2. SALÓN

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	6,275	24	74,40
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	17,34	15	138,37
Ventana	2,106	3,677	24	185,85

$$Q_T = 398,62 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 55,488 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 55,488 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 462,4 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Norte 15%

2.2.3. BAÑO 1

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	3,88	15	30,96

$$Q_T = 30,96 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 12,416 \text{ m}^3$$

$$n = 3 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 37,248 \text{ m}^3/\text{h}$$



$$Q_R = 310,4 \text{ W}$$

Suplementos:

No hay suplemento por orientación al carecer este espacio de muro exterior.

2.2.4. DORMITORIO 1

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	4,867	24	57,70
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	8,86	15	70,70
Ventana	2,106	3,677	24	185,85

$$Q_T = 314,25 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 28,352 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 28,352 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 236,26 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Oeste 5%

2.2.5. DORMITORIO 2

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	13,795	24	163,55
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	10	15	79,80
Ventana	2,106	3,677	24	185,85



$$Q_T = 441,94 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 32 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 32 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 266,67 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Norte 15%

2.2.6. DISTRIBUIDOR

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	0,892	24	11,62
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	3,60	15	28,73
Puerta	2,381	2,468	24	141,03

$$Q_T = 181,38 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 11,52 \text{ m}^3$$

$$n = 0,5 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 5,76 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 48 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Sur 0%



2.2.7. PASILLO

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	2,67	15	21,31

$$Q_T = 21,31 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 8,544 \text{ m}^3$$

$$n = 0,5 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 4,272 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 35,6 \text{ W}$$

Suplementos:

No hay suplemento por orientación al carecer este espacio de muro exterior.

2.3. VIVIENDA C (PLANTA BAJA)

2.3.1. COCINA

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	5,532	24	72,09
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	9	15	71,82
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 266,34 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 28,80 \text{ m}^3$$

$$n = 1,5 \text{ h}^{-1}$$



$$V_{\text{ventilación}} = 43,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 360 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Este 5%

2.3.2. SALÓN

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	6,339	24	75,16
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	21,41	15	170,85
Ventana	2,106	3,677	24	185,85

$$Q_T = 431,86 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 68,512 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 68,512 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 570,93 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Oeste 5%

2.3.3. BAÑO 1

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	7,2	24	85,36
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	4,72	15	37,66



$$Q_T = 123,02 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 15,104 \text{ m}^3$$

$$n = 3 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 45,312 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 377,6 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Sur 0%

2.3.4. BAÑO 2

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	7,2	24	85,36
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	4,72	15	37,66

$$Q_T = 123,02 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 15,104 \text{ m}^3$$

$$n = 3 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 45,312 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 377,6 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Sur 0%



2.3.5. DORMITORIO 1

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	8,323	24	98,68
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	12,82	15	102,30
Ventana	2,106	3,677	24	185,85

$$Q_T = 399,57 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 41,024 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 41,024 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 341,86 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Oeste 5%

2.3.6. DORMITORIO 2

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	18,851	24	223,50
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	12,83	15	102,38
Ventana	2,106	3,677	24	185,85

$$Q_T = 511,73 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 41,056 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$



$$V_{\text{ventilación}} = 41,056 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 342,13 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Oeste 5%

2.3.7. DORMITORIO 3

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	4,796	24	62,50
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	12,56	15	100,23
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 285,16 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 40,192 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 40,192 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 334,93 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Este 5%



2.3.8. DISTRIBUIDOR

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	8,124	24	105,87
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	3,96	15	31,60
Puerta	2,381	2,468	24	141,03

$$Q_T = 278,5 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 12,672 \text{ m}^3$$

$$n = 0,5 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 6,336 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 52,8 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Este 5%

2.3.9. PASILLO

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	6,64	15	52,99

$$Q_T = 52,99 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 21,248 \text{ m}^3$$

$$n = 0,5 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 10,624 \text{ m}^3/\text{h}$$



$$Q_R = 88,53 \text{ W}$$

Suplementos:

No hay suplemento por orientación al carecer este espacio de muro exterior.

2.4. VIVIENDA D (PLANTA BAJA)

2.4.1. COCINA

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	7,04	24	83,47
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	4,572	24	59,58
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	6,68	15	53,31
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 318,79 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 21,376 \text{ m}^3$$

$$n = 1,5 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 32,064 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 267,2 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Norte 15%



2.4.2. SALÓN

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	19,552	24	231,81
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	12,148	24	158,31
Pilar	0,474	2,24	24	25,48
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	20,150	15	160,80
Ventana	2,067	4,936	24	244,86
Puerta	2,381	2,468	24	141,03

$$Q_T = 962,29 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 64,480 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 64,480 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 537,33 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Norte 15%

2.4.3. BAÑO 1

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	10,24	24	133,44
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	3,65	15	29,13

$$Q_T = 162,57 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:



$$V = 11,68 \text{ m}^3$$

$$n = 3 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 35,04 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 292 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Norte 15%

2.4.4. DORMITORIO 1

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	7,516	24	89,12
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	15,04	24	196,00
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	9,95	15	79,40
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 486,95 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 31,840 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 31,840 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 265,33 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Este 5%



2.4.5. DORMITORIO 2

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	30,876	24	366,06
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	14,21	15	113,39
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 614,62 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 45,472 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 45,472 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 378,93 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Sur 0%

2.4.6. PASILLO

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	5,664	24	67,15
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	3,42	15	27,29

$$Q_T = 94,44 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 10,944 \text{ m}^3$$

$$n = 0,5 \text{ h}^{-1}$$



$$V_{\text{ventilación}} = 5,472 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 45,6 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Sur 0%

2.5. VIVIENDA E (PLANTA BAJA)

2.5.1. COCINA

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	16,508	24	195,72
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	9,77	15	77,96
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 408,85 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 31,264 \text{ m}^3$$

$$n = 1,5 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 46,896 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 390,8 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Este 5%



2.5.2. SALÓN

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	21,624	24	281,80
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	16,47	15	131,43
Ventana	2,067	2,468	24	122,43
Puerta	2,381	2,468	24	141,03

$$Q_T = 689,43 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 52,704 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 52,704 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 439,2 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Oeste 5%

2.5.3. BAÑO 1

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	4,864	24	57,67
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	8,64	15	70,37
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	4,06	15	32,40

$$Q_T = 160,44 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:



$$V = 12,992 \text{ m}^3$$

$$n = 3 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 38,976 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 324,8 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Este 5%

2.5.4. BAÑO 2

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	6,88	24	81,56
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	6,60	15	52,67

$$Q_T = 146,97 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 21,120 \text{ m}^3$$

$$n = 3 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 63,360 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 528 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Este 5%



2.5.5. DORMITORIO 1

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	4,316	24	56,25
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	8,580	15	68,47
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 259,89 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 27,456 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 27,456 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 228,8 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Oeste 5%

2.5.6. DORMITORIO 2

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	5,948	24	77,51
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	14,528	15	118,33
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	11,95	15	95,36
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 413,63 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:



$$V = 38,240 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 38,240 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 318,67 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Oeste 5%

2.6. VIVIENDA F (PRIMERA PLANTA)

2.6.1. COCINA

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	5,052	24	59,90
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	15,040	24	196,00
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Cubierta	0,378	8,49	24	77,02
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 468,09 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 27,168 \text{ m}^3$$

$$n = 1,5 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 40,752 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 339,6 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Norte 15%



2.6.2. SALÓN

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	26,46	24	313,71
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	6,496	24	84,66
Pilar	0,474	2,24	24	25,48
Cubierta	0,378	25,20	24	228,61
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 774,89 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 80,640 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 80,640 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 672 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Sur 0%

2.6.3. BAÑO 1

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	3,776	24	44,77
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	4,15	15	33,12
Cubierta	0,378	4,15	24	37,65

$$Q_T = 128,28 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 12,45 \text{ m}^3$$



$$n = 3 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 37,35 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 311,25 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Sur 0%

2.6.4. BAÑO 2

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	3,936	24	46,67
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	2,93	15	23,38
Cubierta	0,378	2,93	24	26,58

$$Q_T = 96,63 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 9,376 \text{ m}^3$$

$$n = 3 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 28,128 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 234,4 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Sur 0%



2.6.5. DORMITORIO 1

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	4,22	24	54,99
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Cubierta	0,378	8,49	24	77,02
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 267,18 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 27,168 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 27,168 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 226,4 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Norte 15%

2.6.6. DORMITORIO 2

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	22,172	24	288,94
Cubierta	0,378	8,280	24	75,12
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 486,49 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 26,496 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$



$$V_{\text{ventilación}} = 26,496 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 220,8 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Norte 15%

2.6.7. DORMITORIO 3

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	10,016	24	118,75
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	2,812	24	36,64
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	10	15	79,8
Cubierta	0,378	10	24	90,72
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 448,34 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 32 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 32 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 266,67 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Sur 0%



2.6.8. DORMITORIO 4

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	5,34	24	69,59
Cubierta	0,378	8,51	24	77,20
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 269,22 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 27,232 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 27,232 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 226,93 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Norte 15%

2.6.9. PASILLO

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	0,412	24	5,37
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	5,4	15	43,09
Cubierta	0,378	5,4	24	48,99
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 219,88 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 17,280 \text{ m}^3$$



$$n = 0,5 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 8,64 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 72 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Oeste 5%

2.6.10. DISTRIBUIDOR

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	6,172	24	80,43
Cubierta	0,378	2,07	24	18,78
Puerta	2,381	2,468	24	141,03

$$Q_T = 240,24 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 6,624 \text{ m}^3$$

$$n = 0,5 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 3,312 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 27,6 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Norte 15%



2.7. VIVIENDA G (PRIMERA PLANTA)

2.7.1. COCINA

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	16,188	24	191,92
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Cubierta	0,378	8,360	24	75,84
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 402,93 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 26,752 \text{ m}^3$$

$$n = 1,5 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 40,128 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 334,4 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Este 5%

2.7.2. SALÓN

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	20,28	24	264,29
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Cubierta	0,378	15,09	24	136,90
Ventana	2,067	2,468	24	122,43
Puerta	2,381	2,468	24	141,03

$$Q_T = 677,39 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:



$$V = 48,288 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 48,288 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 402,4 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Oeste 5%

2.7.3. BAÑO 1

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	3,68	24	43,63
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Cubierta	0,378	4,40	24	39,92

$$Q_T = 96,92 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 14,08 \text{ m}^3$$

$$n = 3 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 42,24 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 352 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Este 5%



2.7.4. DORMITORIO 1

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	5,02	24	65,42
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Cubierta	0,378	11,02	24	99,97
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 300,56 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 35,264 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 35,264 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 293,87 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Oeste 5%

2.7.5. DISTRIBUIDOR

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Cubierta	0,378	1,26	24	11,43

$$Q_T = 11,43 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 4,032 \text{ m}^3$$

$$n = 0,5 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 2,016 \text{ m}^3/\text{h}$$



$$Q_R = 16,8 \text{ W}$$

Suplementos:

No hay suplemento por orientación al carecer este espacio de muro exterior.

2.8. VIVIENDA H (PRIMERA PLANTA)

2.8.1. COCINA

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	3,132	24	40,81
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Suelo de separación vivienda-elementos comunes	0,434	7,5	24	78,12
Cubierta	0,378	7,5	24	68,04
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 322,14 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 24 \text{ m}^3$$

$$n = 1,5 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 36 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 300 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Oeste 5%



2.8.2. SALÓN

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	4,216	24	54,94
Suelo de separación vivienda-elementos comunes	0,434	5,18	24	53,95
Cubierta	0,378	10,93	24	46,99
Ventana	2,067	2,468	24	122,43
Puerta	2,381	2,468	24	141,03

$$Q_T = 419,34 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 51,552 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 51,552 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 429,6 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Norte 15%

2.8.3. BAÑO 1

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	5,44	24	64,50
Cubierta	0,378	6,10	24	55,34

$$Q_T = 119,84 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 19,52 \text{ m}^3$$

$$n = 3 \text{ h}^{-1}$$



$$V_{\text{ventilación}} = 58,56 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 488 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Este 5%

2.8.4. BAÑO 2

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	4	24	47,42
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Cubierta	0,378	4	24	36,29

$$Q_T = 96,45 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 12,8 \text{ m}^3$$

$$n = 3 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 38,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 320 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Este 5%



2.8.5. DORMITORIO 1

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	9,592	24	113,72
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	8,32	24	108,43
Suelo de separación vivienda-elementos comunes	0,434	11,82	24	123,11
Cubierta	0,378	11,82	24	107,23
Ventana	2,067	4,936	24	244,86

$$Q_T = 697,35 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 37,824 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 37,824 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 315,2 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Norte 15%

2.8.6. DORMITORIO 2

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	19,164	24	227,21
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Suelo de separación vivienda-elementos comunes	0,434	11,92	24	124,16
Cubierta	0,378	11,92	24	108,13
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 594,67 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:



$$V = 38,144 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 38,144 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 317,86 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Norte 15%

2.8.7. PASILLO

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Suelo de separación vivienda-elementos comunes	0,434	1,95	24	20,12
Cubierta	0,378	3,06	24	27,76

$$Q_T = 47,88 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 9,792 \text{ m}^3$$

$$n = 0,5 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 4,896 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 40,8 \text{ W}$$

Suplementos:

No hay suplemento por orientación al carecer este espacio de muro exterior.



2.9. VIVIENDA I (PRIMERA PLANTA)

2.9.1. COCINA

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	6,268	24	74,31
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Cubierta	0,378	7,84	24	71,12
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 280,60 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 25,088 \text{ m}^3$$

$$n = 1,5 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 37,632 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 313,60 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Norte 15%

2.9.2. SALÓN

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	21,208	24	276,38
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Cubierta	0,378	4,64	24	42,09
Ventana	2,067	2,468	24	122,43
Puerta	2,381	2,468	24	141,03

$$Q_T = 594,67 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:



$$V = 72,704 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 72,204 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 601,7 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Sur 0%

2.9.3. BAÑO 1

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Cubierta	0,378	3	24	27,22

$$Q_T = 27,22 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 9.6 \text{ m}^3$$

$$n = 3 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 28,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 240 \text{ W}$$

Suplementos:

No hay suplemento por orientación al carecer este espacio de muro exterior.

2.9.4. BAÑO 2

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	7,324	24	86,83
Cubierta	0,378	4,43	24	40,19
Ventana	2,067	2,468	24	122,43



$$Q_T = 249,45 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 14,176 \text{ m}^3$$

$$n = 3 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 42,528 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 354,4 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Norte 15%

2.9.5. DORMITORIO 1

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	6,812	24	80,76
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	11,616	24	151,38
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Cubierta	0,378	10,69	24	96,98
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 464,29 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 34,208 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 34,208 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 285,07 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Norte 15%



2.9.6. DORMITORIO 2

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	13,532	24	160,43
Pilar	0,474	2,24	24	25,48
Cubierta	0,378	8,58	24	77,84
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 386,18 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 27,456 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 27,456 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 228,8 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Norte 15%

2.9.7. DISTRIBUIDOR

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Cubierta	0,378	1,29	24	11,70

$$Q_T = 11,70 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 4,128 \text{ m}^3$$

$$n = 0,5 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 2,064 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 17,2 \text{ W}$$



Suplementos:

No hay suplemento por orientación al carecer este espacio de muro exterior.

2.10. VIVIENDA J (PRIMERA PLANTA)

2.10.1. COCINA

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	2,435	24	28,87
Cubierta	0,378	5,74	24	52,07
Ventana	2,106	3,677	24	185,85

$$Q_T = 266,79 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 21,728 \text{ m}^3$$

$$n = 1,5 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 32,592 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 271,6 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Norte 15%

2.10.2. SALÓN

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	6,307	24	74,77
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	6,332	24	82,52
Cubierta	0,378	11,30	24	102,51
Ventana	2,106	3,677	24	185,85
Puerta	2,381	2,468	24	141,03



$$Q_T = 429,39 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 84 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 84 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 700 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Norte 15%

2.10.3. BAÑO 1

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Este espacio no tiene ningún cerramiento en contacto con espacios no habitables o con el exterior, por lo tanto no hay pérdidas caloríficas por transmisión.

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 12,416 \text{ m}^3$$

$$n = 3 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 37,248 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 310,4 \text{ W}$$

Suplementos:

No hay suplemento por orientación al carecer este espacio de muro exterior.

2.10.4. BAÑO 2

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	6,668	24	79,05
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Cubierta	0,378	4,49	24	40,73
Ventana	2,046	4,788	24	235,11



$$Q_T = 367,63 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 14,368 \text{ m}^3$$

$$n = 3 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 43,104 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 359,2 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Oeste 5%

2.10.5. DORMITORIO 1

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	14,019	24	166,21
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Cubierta	0,378	9,410	24	85,37
Ventana	2,106	3,677	24	185,85

$$Q_T = 450,17 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 31,904 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 31,904 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 265,87 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Norte 15%



2.10.6. DORMITORIO 2

Pérdidas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	4,867	24	57,70
Cubierta	0,378	7,65	24	69,40
Ventana	2,106	3,677	24	185,85

$$Q_T = 312,95 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 28,352 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 28,352 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 236,27 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Oeste 5%

2.10.7. DORMITORIO 3

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	15,260	24	180,92
Cubierta	0,378	13,09	24	118,75
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 422,10 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 41,888 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 41,888 \text{ m}^3/\text{h}$$



$$Q_R = 349,07 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Norte 15%

2.10.8. PASILLO

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Este espacio no tiene ningún cerramiento en contacto con espacios no habitables o con el exterior, por lo tanto no hay pérdidas caloríficas por transmisión.

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 8,544 \text{ m}^3$$

$$n = 0,5 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 4,272 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 35,6 \text{ W}$$

Suplementos:

No hay suplemento por orientación al carecer este espacio de muro exterior.

2.11. VIVIENDA K (PRIMERA PLANTA)

2.11.1. COCINA

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	2,300	24	29,97
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 165,14 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 22,112 \text{ m}^3$$



$$n = 1,5 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 33,168 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 276,4 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Este 5%

2.11.2. SALÓN

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	10,726	24	127,17
Cubierta	0,378	17,13	24	155,40
Ventana	2,106	7,354	24	371,70

$$Q_T = 654,27 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 67,040 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 67,040 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 558,67 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Oeste 5%

2.11.3. ASEO

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Este espacio no tiene ningún cerramiento en contacto con espacios no habitables o con el exterior, por lo tanto no hay pérdidas caloríficas por transmisión.

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 7,488 \text{ m}^3$$



$$n = 3 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 22,464 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 187,2 \text{ W}$$

Suplementos:

No hay suplemento por orientación al carecer este espacio de muro exterior.

2.11.4. BAÑO 1

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	3,5	24	41,50
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Cubierta	0,378	4,05	24	36,74
Ventana	2,046	4,788	24	235,11

$$Q_T = 326,09 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 12,960 \text{ m}^3$$

$$n = 3 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 38,88 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 324 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Oeste 5%



2.11.5. DORMITORIO 1

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	6,720	24	87,57
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 210 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 24,192 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 24,192 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 201,6 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Este 5%

2.11.6. DORMITORIO 2

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	8,856	24	105,00
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Cubierta	0,378	12,2	24	110,68
Ventana	2,067	4,936	24	244,86

$$Q_T = 473,28 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 39,04 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 39,04 \text{ m}^3/\text{h}$$



$$Q_R = 325,33 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Este 5%

2.11.7. PASILLO

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	0,732	24	9,54
Puerta	2,381	2,468	24	141,03

$$Q_T = 150,57 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 11,744 \text{ m}^3$$

$$n = 0,5 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 5,872 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 48,93 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Este 5%

2.12. VIVIENDA L (PLANTA BAJA)

2.12.1. COCINA

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	2,300	24	29,97
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Ventana	2,067	2,468	24	122,43



$$Q_T = 165,14 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 22,112 \text{ m}^3$$

$$n = 1,5 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 33,168 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 276,4 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Este 5%

2.12.2. SALÓN

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	10,726	24	127,17
Cubierta	0,378	17,13	24	155,40
Ventana	2,106	3,677	24	185,85

$$Q_T = 468,42 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 67,040 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 67,040 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 558,67 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Oeste 5%

2.12.3. ASEO

Pérdidas caloríficas por transmisión:



Este espacio no tiene ningún cerramiento en contacto con espacios no habitables o con el exterior, por lo tanto no hay pérdidas caloríficas por transmisión.

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 7,488 \text{ m}^3$$

$$n = 3 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 22,464 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 187,2 \text{ W}$$

Suplementos:

No hay suplemento por orientación al carecer este espacio de muro exterior.

2.12.4. BAÑO 1

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	3,5	24	41,50
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Cubierta	0,378	4,05	24	36,74
Ventana	2,046	4,788	24	235,11

$$Q_T = 326,09 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 12,960 \text{ m}^3$$

$$n = 3 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 38,88 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 324 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Oeste 5%



2.12.5. DORMITORIO 1

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	6,720	24	87,57
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 222,74 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 24,192 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 24,192 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 201,6 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Este 5%

2.12.6. DORMITORIO 2

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	8,856	24	105,00
Pilar	0,474	2,24	24	25,48
Cubierta	0,378	12,2	24	110,68
Ventana	2,067	4,936	24	244,86

$$Q_T = 486,02 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 39,04 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$



$$V_{\text{ventilación}} = 39,04 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 325,33 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Este 5%

2.12.7. PASILLO

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	0,732	24	9,54
Puerta	2,381	2,468	24	141,03

$$Q_T = 150,57 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 11,744 \text{ m}^3$$

$$n = 0,5 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 5,872 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 48,93 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Este 5%



2.13. VIVIENDA M (PRIMERA PLANTA)

2.13.1. COCINA

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	14,656	24	173,76
Muro de separación vivienda-elementos comunes	0,543	13,048	24	170,04
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	10	15	79,80
Ventana	2,067	4,936	24	244,86

$$Q_T = 681,2 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 32 \text{ m}^3$$

$$n = 1,5 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 48 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 400 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Sur 0%

2.13.2. SALÓN

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	24,355	24	288,75
Pilar	0,474	2,24	24	25,48
Cubierta	0,378	9,54	24	86,55
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	19,33	15	154,25
Ventana	2,106	3,677	24	185,85

$$Q_T = 740,88 \text{ W}$$



Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 61,856 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 61,856 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 515,47 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Sur 0%

2.13.3. ASEO

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	2,29	15	18,27

$$Q_T = 18,27 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 7,328 \text{ m}^3$$

$$n = 3 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 21,984 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 183,2 \text{ W}$$

Suplementos:

No hay suplemento por orientación al carecer este espacio de muro exterior.



2.13.4. BAÑO 1

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	23,74	24	281,46
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Cubierta	0,378	5,35	24	48,53
Ventana	2,067	2,468	24	122,43

$$Q_T = 465,16 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 17,12 \text{ m}^3$$

$$n = 3 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 51,36 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 428 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Este 5%

2.13.5. DORMITORIO 1

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	3,363	24	39,87
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	6,43	15	51,31
Cubierta	0,378	6,43	24	58,33
Ventana	2,106	3,677	24	185,85

$$Q_T = 335,36 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 20,576 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$



$$V_{\text{ventilación}} = 20,576 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 171,47 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Oeste 5%

2.13.6. DORMITORIO 2

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Fachada	0,494	19,084	24	226,26
Pilar	0,474	1,12	24	12,74
Cubierta	0,378	13,64	24	123,74
Ventana	2,046	4,788	24	235,11

$$Q_T = 597,85 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 40,92 \text{ m}^3$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 40,92 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 341 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Oeste 5%

2.13.7. PASILLO

Pérdidas caloríficas por transmisión:

Cerramiento	U (W/m ² K)	Superficie (m ²)	t _i -t _e (K)	Q _T (W)
Suelo de separación viviendas planta baja-sótano	0,532	5	15	39,9



$$Q_T = 39,9 \text{ W}$$

Pérdidas caloríficas por infiltración y ventilación:

$$V = 16 \text{ m}^3$$

$$n = 0,5 \text{ h}^{-1}$$

$$V_{\text{ventilación}} = 8 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_R = 66,67 \text{ W}$$

Suplementos:

Orientación Este 5%



2.14. RESUMEN DE LAS CARGAS TÉRMICAS DEL EDIFICIO

Espacio	Q_T	Z_{is}	Z_o	$1+Z_{is}+Z_o$	Q_{Tj}	Q_R	Q (W)
VIVIENDA A							
Cocina	225,91	0,1	0	1,1	248,50	255,6	504,10
Salón	673,05	0,1	0,05	1,15	774,01	447,2	1221,21
Baño 1	29,84	0,1	0	1,1	32,82	299,2	332,02
Dormitorio 1	265,65	0,1	0,15	1,25	332,06	192,8	524,86
Dormitorio 2	429,64	0,1	0,05	1,15	494,09	269,33	763,42
Distribuidor	7,18	0,1	0	1,1	7,90	12	19,90
VIVIENDA B							
Cocina	271,09	0,1	0,15	1,25	338,86	271,2	610,06
Salón	398,62	0,1	0,15	1,25	578,04	462,4	1040,44
Baño 1	30,96	0,1	0	1,1	34,06	310,4	344,46
Dormitorio 1	314,25	0,1	0,05	1,15	361,39	236,26	597,65
Dormitorio 2	441,94	0,1	0,15	1,25	552,43	266,67	819,10
Distribuidor	181,38	0,1	0	1,1	199,52	48	247,52
Pasillo	21,31	0,1	0	1,1	23,44	35,6	59,04
VIVIENDA C							
Cocina	266,34	0,1	0,05	1,15	306,29	360	666,29
Salón	431,86	0,1	0,05	1,15	496,64	570,93	1067,57
Baño 1	123,02	0,1	0	1,1	135,32	377,6	512,92
Baño 2	123,02	0,1	0	1,1	135,32	377,6	512,92
Dormitorio 1	399,57	0,1	0,05	1,15	459,50	341,86	801,36
Dormitorio 2	511,73	0,1	0,05	1,15	588,49	342,13	930,62
Dormitorio 3	285,16	0,1	0,05	1,15	327,93	334,93	662,86
Distribuidor	278,50	0,1	0,05	1,15	320,27	52,8	373,07
Pasillo	52,99	0,1	0	1,1	58,29	88,53	146,82
VIVIENDA D							
Cocina	318,79	0,1	0,15	1,25	398,49	267,2	665,69
Salón	962,29	0,1	0,15	1,25	1202,86	537,33	1740,19
Baño 1	162,57	0,1	0,15	1,25	203,21	292	495,21
Dormitorio 1	486,95	0,1	0,05	1,15	559,99	265,33	825,32
Dormitorio 2	614,62	0,1	0	1,1	676,08	378,93	1055,01
Pasillo	94,44	0,1	0	1,1	103,88	45,6	149,48
VIVIENDA E							
Cocina	408,85	0,1	0,05	1,15	470,18	390,8	860,98
Salón	689,43	0,1	0,05	1,15	792,84	439,2	1232,04
Baño 1	160,44	0,1	0,05	1,15	184,51	324,8	509,31
Baño 2	146,97	0,1	0,05	1,15	169,02	528	697,02
Dormitorio 1	259,89	0,1	0,05	1,15	298,87	228,8	527,67
Dormitorio 2	413,63	0,1	0,05	1,15	475,67	318,67	794,34
VIVIENDA F							
Cocina	468,09	0,1	0,15	1,25	585,11	339,6	924,71
Salón	774,89	0,1	0	1,1	852,38	672	1524,38
Baño 1	128,28	0,1	0	1,1	141,11	311,25	452,36



Baño 2	96,63	0,1	0	1,1	106,29	234,4	340,69
Dormitorio 1	267,18	0,1	0,15	1,25	283,03	226,4	509,43
Dormitorio 2	486,49	0,1	0,15	1,15	559,46	220,8	780,26
Dormitorio 3	448,34	0,1	0	1,1	493,17	226,67	719,84
Dormitorio 4	269,22	0,1	0,15	1,25	336,52	226,93	563,45
Pasillo	219,88	0,1	0,05	1,15	252,86	72	324,86
Distribuidor	240,24	0,1	0,15	1,25	300,3	27,6	327,9
VIVIENDA G							
Cocina	402,93	0,1	0,05	1,15	463,37	334,4	797,77
Salón	677,39	0,1	0,05	1,15	779,00	402,4	1881,4
Baño 1	96,92	0,1	0,05	1,15	111,46	352	463,46
Dormitorio 1	300,56	0,1	0,05	1,15	345,64	293,87	639,51
Distribuidor	11,43	0,1	0	1,1	12,57	16,8	29,37
VIVIENDA H							
Cocina	322,14	0,1	0,05	1,15	370,46	300	670,46
Salón	419,34	0,1	0,15	1,25	524,17	429,6	953,77
Baño 1	119,84	0,1	0,05	1,15	137,82	488	625,82
Baño 2	96,45	0,1	0,05	1,15	110,86	320	430,86
Dormitorio 1	697,35	0,1	0,15	1,25	671,69	315,2	986,89
Dormitorio 2	594,67	0,1	0,15	1,25	743,34	317,86	1061,2
Pasillo	47,88	0,1	0	1,1	52,67	40,8	93,47
VIVIENDA I							
Cocina	280,60	0,1	0,15	1,25	350,75	313,60	664,35
Salón	594,67	0,1	0	1,1	654,14	601,7	1255,84
Baño 1	27,22	0,1	0	1,1	29,94	240	269,94
Baño 2	249,45	0,1	0,15	1,25	311,81	354,4	666,21
Dormitorio 1	464,29	0,1	0,15	1,25	580,36	285,07	865,43
Dormitorio 2	386,18	0,1	0,15	1,25	482,72	228,8	711,52
Distribuidor	11,70	0,1	0	1,1	12,87	17,2	30,07
VIVIENDA J							
Cocina	266,79	0,1	0,15	1,25	333,49	271,6	605,09
Salón	429,39	0,1	0,15	1,25	430,64	700	1130,64
Baño 1	0	0,1	0	1,1	0	310,4	310,4
Baño 2	367,63	0,1	0,05	1,15	422,77	359,2	781,97
Dormitorio 1	450,17	0,1	0,15	1,25	562,71	265,87	828,58
Dormitorio 2	312,95	0,1	0,05	1,15	359,89	236,27	596,16
Dormitorio 3	422,10	0,1	0,15	1,25	527,63	349,07	876,70
Pasillo	0	0,1	0	1,1	0	35,6	35,6
VIVIENDA K							
Cocina	165,14	0,1	0,05	1,15	189,91	276,4	466,31
Salón	654,27	0,1	0,05	1,15	752,41	558,67	1311,08
Aseo	0	0,1	0	1,1	0	187,2	187,2
Baño 1	326,09	0,1	0,05	1,15	375,00	324	699
Dormitorio 1	210	0,1	0,05	1,15	241,5	201,6	443,1
Dormitorio 2	473,28	0,1	0,05	1,15	544,27	325,33	869,6
Pasillo	150,57	0,1	0,05	1,15	173,15	48,93	222,08



VIVIENDA L							
Cocina	165,14	0,1	0,05	1,15	189,91	276,4	466,31
Salón	468,42	0,1	0,05	1,15	538,68	558,67	1097,35
Aseo	0	0,1	0	1,1	0	187,2	187,2
Baño 1	326,09	0,1	0,05	1,15	375,00	324	699
Dormitorio 1	222,74	0,1	0,05	1,15	256,15	201,6	457,75
Dormitorio 2	486,02	0,1	0,05	1,15	558,92	325,33	884,25
Pasillo	150,57	0,1	0,05	1,15	173,16	48,93	222,09
VIVIENDA M							
Cocina	681,2	0,1	0	1,1	749,10	400	1149
Salón	740,88	0,1	0	1,1	814,97	515,47	1130,44
Aseo	18,27	0,1	0	1,1	20,10	183,2	203,3
Baño 1	465,16	0,1	0,05	1,15	466,31	428	894,31
Dormitorio 1	335,36	0,1	0,05	1,15	503,04	171,47	674,51
Dormitorio 2	597,85	0,1	0,05	1,15	687,53	341	1028,53
Pasillo	39,9	0,1	0,05	1,15	59,85	66,67	126,52
						60459,76 W	
						CS	1,1
						66505,74 W	

3. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

3.1. EMISORES DE CALOR

Los emisores de calor elegidos son radiadores de aleación de aluminio fundido de la marca FONDITAL, modelo Calidor 100 (350/100 y 500/100). A partir de los datos técnicos de este modelo de radiador se calcularán el número de emisores y el número de elementos del que consta cada emisor.

Los datos de la instalación son los siguientes:

Temperatura de entrada del agua al radiador: $t_e = 90 \text{ }^\circ\text{C}$

Temperatura de salida del agua del radiador: $t_s = 70 \text{ }^\circ\text{C}$

Temperatura media del radiador: $t_m = 80 \text{ }^\circ\text{C}$

Temperatura ambiente: $t_a = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

En los datos del radiador, la potencia emitida por cada elemento del radiador viene dada para $\Delta t = 50 \text{ }^\circ\text{C}$ (conforme a la norma europea UNE EN 442-2), siendo el salto térmico del proyecto $60 \text{ }^\circ\text{C}$. La potencia emitida por cada elemento se calcula en estas condiciones mediante la siguiente expresión:



$P_R = P_{50} \left(\frac{\Delta t}{50} \right)^n$; siendo P_R (W) la potencia que suministra cada elemento en las condiciones del proyecto, P_{50} (W) la potencia emitida por cada elemento con un salto térmico de 50 °C, Δt el salto térmico, y n el exponente suministrado por el fabricante (en este caso $n = 1,3680$ para el 350/100 y $n = 1,3128$ para el 500/100).

El modelo de radiador escogido tiene las siguientes características en las condiciones del proyecto:

CALIDOR 100	Profundidad (mm)	Altura (mm)	Anchura (mm)	P_{50} (W)	P_{60} (W)
350/100	96	425	80	97,37	124,95
500/100	96	578	80	127,94	162,54

3.1.1. CÁLCULO DEL NÚMERO DE ELEMENTOS A INSTALAR POR ESPACIO

Los radiadores del modelo Calidor 100 (350/100) se instalan en los baños, aseos, pasillos y distribuidores, mientras que los radiadores modelo Calidor 100 (500/100) se instalan en las cocinas, dormitorios y salones.

El proceso de cálculo se describe con detalle en la memoria.

3.1.1.1. VIVIENDA A (PLANTA BAJA)

Espacio	Q (W)	Pot / Elem. (W)	Elementos	Nº de radiadores
Cocina	504,10	162,54	3,10 (4)	1 de 4
Salón	1221,21	162,54	7,51 (8)	1 de 8
Baño 1	332,02	124,95	2,66 (3)	1 de 3
Dormitorio 1	524,86	162,54	3,23 (4)	1 de 4
Dormitorio 2	763,42	162,54	4,70 (5)	1 de 5

En el distribuidor no se instala radiador debido a su reducido tamaño y sus escasas pérdidas de calor.



3.1.1.2. VIVIENDA B (PLANTA BAJA)

Espacio	Q (W)	Pot / Elem. (W)	Elementos	Nº de radiadores
Cocina	610,06	162,54	3,75 (4)	1 de 4
Salón	1040,44	162,54	6,40 (7)	1 de 7
Baño 1	344,46	124,95	2,76 (3)	1 de 3
Dormitorio 1	597,65	162,54	3,68 (4)	1 de 4
Dormitorio 2	819,10	162,54	5,04 (6)	1 de 6
Distribuidor	247,52	124,95	1,98 (2)	1 de 2

En el pasillo no se instala radiador debido a su reducido tamaño y sus escasas pérdidas de calor.

3.1.1.3. VIVIENDA C (PLANTA BAJA)

Espacio	Q (W)	Pot / Elem. (W)	Elementos	Nº de radiadores
Cocina	666,29	162,54	4,10 (5)	1 de 5
Salón	1067,57	162,54	6,57 (7)	1 de 7
Baño 1	512,92	124,95	4,11 (5)	1 de 5
Baño 2	512,92	124,95	4,11 (5)	1 de 5
Dormitorio 1	801,36	162,54	4,93 (5)	1 de 5
Dormitorio 2	930,62	162,54	5,72 (6)	1 de 6
Dormitorio 3	662,86	162,54	4,08 (5)	1 de 5
Distribuidor	373,07	124,95	2,98 (3)	1 de 3
Pasillo	146,82	124,95	1,16 (2)	1 de 2

3.1.1.4. VIVIENDA D (PLANTA BAJA)

Espacio	Q (W)	Pot / Elem. (W)	Elementos	Nº de radiadores
Cocina	665,69	162,54	4,10 (5)	1 de 5
Salón	1740,19	162,54	10,71 (11)	1 de 11
Baño 1	495,21	124,95	3,96 (4)	1 de 4
Dormitorio 1	825,32	162,54	5,08 (6)	1 de 6
Dormitorio 2	1055,01	162,54	6,49 (7)	1 de 7
Pasillo	149,48	124,95	1,20 (2)	1 de 2



3.1.1.5. VIVIENDA E (PLANTA BAJA)

Espacio	Q (W)	Pot / Elem. (W)	Elementos	Nº de radiadores
Cocina	860,98	162,54	5,30 (6)	1 de 6
Salón	1232,04	162,54	7,58 (8)	1 de 8
Baño 1	509,31	124,95	4,08 (5)	1 de 5
Baño2	697,02	124,95	5,58 (6)	1 de 6
Dormitorio 1	527,67	162,54	3,25 (4)	1 de 4
Dormitorio 2	794,34	162,54	4,89 (5)	1 de 5

3.1.1.6. VIVIENDA F (PRIMERA PLANTA)

Espacio	Q (W)	Pot / Elem. (W)	Elementos	Nº de radiadores
Cocina	924,71	162,54	5,69 (6)	1 de 6
Salón	1524,38	162,54	9,38 (10)	1 de 10
Baño 1	452,36	124,95	3,62 (4)	1 de 4
Baño 2	340,69	124,95	2,73 (3)	1 de 3
Dormitorio 1	509,43	162,54	3,13 (4)	1 de 4
Dormitorio 2	780,26	162,54	4,80 (5)	1 de 5
Dormitorio 3	719,84	162,54	4,43 (5)	1 de 5
Dormitorio 4	563,45	162,54	3,47 (4)	1 de 4
Pasillo	324,86	124,95	2,60 (3)	1 de 3
Distribuidor	327,9	124,95	2,62 (3)	1 de 3

3.1.1.7. VIVIENDA G (PRIMERA PLANTA)

Espacio	Q (W)	Pot / Elem. (W)	Elementos	Nº de radiadores
Cocina	797,77	162,54	4,91 (5)	1 de 5
Salón	1881,4	162,54	11,57 (12)	1 de 12
Baño 1	463,46	124,95	3,71 (4)	1 de 4
Dormitorio 1	639,51	162,54	3,93 (4)	1 de 4

En el distribuidor no se instala radiador debido a su reducido tamaño y sus escasas pérdidas de calor.



3.1.1.8. VIVIENDA H (PRIMERA PLANTA)

Espacio	Q (W)	Pot / Elem. (W)	Elementos	Nº de radiadores
Cocina	670,46	162,54	4,12 (5)	1 de 5
Salón	953,77	162,54	5,87 (6)	1 de 6
Baño 1	625,82	124,95	5,01 (6)	1 de 6
Baño 2	430,86	124,95	3,45 (4)	1 de 4
Dormitorio 1	986,89	162,54	6,07 (7)	1 de 7
Dormitorio 2	1061,2	162,54	6,53 (7)	1 de 7

En el pasillo no se instala radiador debido a su reducido tamaño y sus escasas pérdidas de calor.

3.1.1.9. VIVIENDA I (PRIMERA PLANTA)

Espacio	Q (W)	Pot / Elem. (W)	Elementos	Nº de radiadores
Cocina	664,35	162,54	4,09 (5)	1 de 5
Salón	1255,84	162,54	7,73 (8)	1 de 8
Baño 1	269,94	124,95	2,16 (3)	1 de 3
Baño 2	666,21	124,95	5,33 (6)	1 de 6
Dormitorio 1	865,43	162,54	5,32 (6)	1 de 6
Dormitorio 2	711,52	162,54	4,38 (5)	1 de 5

En el distribuidor no se instala radiador debido a su reducido tamaño y sus escasas pérdidas de calor.

3.1.1.10. VIVIENDA J (PRIMERA PLANTA)

Espacio	Q (W)	Pot / Elem. (W)	Elementos	Nº de radiadores
Cocina	605,09	162,54	3,72 (4)	1 de 4
Salón	1130,64	162,54	6,96 (7)	1 de 7
Baño 1	310,4	124,95	2,48 (3)	1 de 3
Baño 2	781,97	124,95	6,26 (7)	1 de 7
Dormitorio 1	828,58	162,54	5,10 (6)	1 de 6
Dormitorio 2	596,16	162,54	3,67 (4)	1 de 4
Dormitorio 3	876,70	162,54	5,39 (6)	1 de 6



En el pasillo no se instala radiador debido a su reducido tamaño y sus escasas pérdidas de calor.

3.1.1.11. VIVIENDA K (PRIMERA PLANTA)

Espacio	Q (W)	Pot / Elem. (W)	Elementos	Nº de radiadores
Cocina	466,31	162,54	2,87 (3)	1 de 3
Salón	1311,08	162,54	8,09 (9)	1 de 9
Aseo	187,2	124,95	1,50 (2)	1 de 2
Baño 1	699	124,95	5,59 (6)	1 de 6
Dormitorio 1	443,1	162,54	2,73 (3)	1 de 3
Dormitorio 2	869,6	162,54	5,35 (6)	1 de 6
Pasillo	222,08	124,95	1,78 (2)	1 de 2

3.1.1.12. VIVIENDA L (PRIMERA PLANTA)

Espacio	Q (W)	Pot / Elem. (W)	Elementos	Nº de radiadores
Cocina	466,31	162,54	2,87 (3)	1 de 3
Salón	1097,35	162,54	6,75 (7)	1 de 7
Aseo	187,2	124,95	1,50 (2)	1 de 2
Baño 1	699	124,95	5,59 (6)	1 de 6
Dormitorio 1	457,75	162,54	2,82 (3)	1 de 3
Dormitorio 2	884,25	162,54	5,44 (6)	1 de 6
Pasillo	222,09	124,95	1,78 (2)	1 de 2

3.1.1.13. VIVIENDA M (PRIMERA PLANTA)

Espacio	Q (W)	Pot / Elem. (W)	Elementos	Nº de radiadores
Cocina	1149	162,54	7,07 (8)	1 de 8
Salón	1130,44	162,54	6,95 (7)	1 de 7
Aseo	203,3	124,95	1,63 (2)	1 de 2
Baño 1	894,31	124,95	7,16 (8)	1 de 8
Dormitorio 1	674,51	162,54	4,15 (5)	1 de 5
Dormitorio 2	1028,53	162,54	6,33 (7)	1 de 7
Pasillo	126,52	124,95	1,01 (2)	1 de 2



3.2. DIMENSIONADO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA INSTALACIÓN

3.2.1. CÁLCULO DE LA POTENCIA TOTAL Y DEL CAUDAL TOTAL

La potencia total de cada habitación se obtiene mediante el producto del número de elementos por la potencia emitida por cada elemento. Con este dato se puede obtener el caudal de agua necesario en cada habitación mediante la siguiente expresión:

$\dot{m} = \frac{Q}{c \cdot \Delta t}$; siendo \dot{m} (kg/s) el flujo másico, Q (W) la potencia total, c (J/kg K), y Δt (20 °C) el salto térmico entre la entrada y la salida del radiador.

El proceso también se describe en la memoria.

3.2.1.1. VIVIENDA A (PLANTA BAJA)

Espacio	Pot / Elem. (W)	Elementos	Calor total (W)	Caudal (l / h)
Cocina	162,54	4	650,16	28,00
Salón	162,54	8	1300,32	55,99
Baño 1	124,95	3	374,85	16,14
Dormitorio 1	162,54	4	650,16	28,00
Dormitorio 2	162,54	5	812,70	35,00
TOTAL			3788,19	163,13

3.2.1.2. VIVIENDA B (PLANTA BAJA)

Espacio	Pot / Elem. (W)	Elementos	Calor total (W)	Caudal (l / h)
Cocina	162,54	4	650,16	28,00
Salón	162,54	7	1137,78	48,99
Baño 1	124,95	3	374,85	16,14
Dormitorio 1	162,54	4	650,16	28,00
Dormitorio 2	162,54	6	975,24	41,99
Distribuidor	124,95	2	249,90	10,76
TOTAL			4038,09	173,88



3.2.1.3. VIVIENDA C (PLANTA BAJA)

Espacio	Pot / Elem. (W)	Elementos	Calor total (W)	Caudal (l / h)
Cocina	162,54	5	812,70	35,00
Salón	162,54	7	1137,78	48,99
Baño 1	124,95	5	624,75	26,90
Baño 2	124,95	5	624,75	26,90
Dormitorio 1	162,54	5	812,70	35,00
Dormitorio 2	162,54	6	975,24	41,99
Dormitorio 3	162,54	5	812,70	35,00
Distribuidor	124,95	3	374,85	16,14
Pasillo	124,95	2	249,90	10,76
TOTAL			6425,37	276,68

3.2.1.4. VIVIENDA D (PLANTA BAJA)

Espacio	Pot / Elem. (W)	Elementos	Calor total (W)	Caudal (l / h)
Cocina	162,54	5	812,70	35,00
Salón	162,54	11	1787,94	76,99
Baño 1	124,95	4	499,80	21,52
Dormitorio 1	162,54	6	975,24	41,99
Dormitorio 2	162,54	7	1137,78	48,99
Pasillo	124,95	2	249,90	10,76
TOTAL			5463,36	235,25

3.2.1.5. VIVIENDA E (PLANTA BAJA)

Espacio	Pot / Elem. (W)	Elementos	Calor total (W)	Caudal (l / h)
Cocina	162,54	6	975,24	41,99
Salón	162,54	8	1300,32	55,99
Baño 1	124,95	5	624,75	26,90
Baño2	124,95	6	749,70	32,28
Dormitorio 1	162,54	4	650,16	28,00
Dormitorio 2	162,54	5	812,70	35,00
TOTAL			5112,87	220,16



3.2.1.6. VIVIENDA F (PRIMERA PLANTA)

Espacio	Pot / Elem. (W)	Elementos	Calor total (W)	Caudal (l / h)
Cocina	162,54	6	975,24	41,99
Salón	162,54	10	1625,40	69,99
Baño 1	124,95	4	499,80	21,52
Baño 2	124,95	3	374,85	16,14
Dormitorio 1	162,54	4	650,16	28,00
Dormitorio 2	162,54	5	812,70	35,00
Dormitorio 3	162,54	5	812,70	35,00
Dormitorio 4	162,54	4	650,16	28,00
Pasillo	124,95	3	374,85	16,14
Distribuidor	124,95	3	374,85	16,14
TOTAL			7150,71	307,92

3.2.1.7. VIVIENDA G (PRIMERA PLANTA)

Espacio	Pot / Elem. (W)	Elementos	Calor total (W)	Caudal (l / h)
Cocina	162,54	5	812,70	35,00
Salón	162,54	12	1950,48	83,99
Baño 1	124,95	4	499,80	21,52
Dormitorio 1	162,54	4	650,16	28,00
TOTAL			3913,14	168,51

3.2.1.8. VIVIENDA H (PRIMERA PLANTA)

Espacio	Pot / Elem. (W)	Elementos	Calor total (W)	Caudal (l / h)
Cocina	162,54	5	812,70	35,00
Salón	162,54	6	975,24	41,99
Baño 1	124,95	6	749,70	32,28
Baño 2	124,95	4	499,80	21,52
Dormitorio 1	162,54	7	1137,78	48,99
Dormitorio 2	162,54	7	1137,78	48,99
TOTAL			5313	228,77



3.2.1.9. VIVIENDA I (PRIMERA PLANTA)

Espacio	Pot / Elem. (W)	Elementos	Calor total (W)	Caudal (l / h)
Cocina	162,54	5	812,70	35,00
Salón	162,54	8	1300,32	55,99
Baño 1	124,95	3	374,85	16,14
Baño 2	124,95	6	749,70	32,28
Dormitorio 1	162,54	6	975,24	41,99
Dormitorio 2	162,54	5	812,70	35,00
TOTAL			5025,51	216,4

3.2.1.10. VIVIENDA J (PRIMERA PLANTA)

Espacio	Pot / Elem. (W)	Elementos	Calor total (W)	Caudal (l / h)
Cocina	162,54	4	650,16	28,00
Salón	162,54	7	1137,78	48,99
Baño 1	124,95	3	374,85	16,14
Baño 2	124,95	7	874,65	37,66
Dormitorio 1	162,54	6	975,24	41,99
Dormitorio 2	162,54	4	650,16	28,00
Dormitorio 3	162,54	6	975,24	41,99
TOTAL			5638,08	242,77

3.2.1.11. VIVIENDA K (PRIMERA PLANTA)

Espacio	Pot / Elem. (W)	Elementos	Calor total (W)	Caudal (l / h)
Cocina	162,54	3	487,62	21,00
Salón	162,54	9	1462,86	62,99
Aseo	124,95	2	249,90	10,76
Baño 1	124,95	6	749,70	32,28
Dormitorio 1	162,54	3	487,62	21,00
Dormitorio 2	162,54	6	975,24	41,99
Pasillo	124,95	2	249,90	10,76
TOTAL			4662,84	200,78



3.2.1.12. VIVIENDA L (PRIMERA PLANTA)

Espacio	Pot / Elem. (W)	Elementos	Calor total (W)	Caudal (l / h)
Cocina	162,54	3	487,62	21,00
Salón	162,54	7	1137,78	48,99
Aseo	124,95	2	249,90	10,76
Baño 1	124,95	6	749,70	32,28
Dormitorio 1	162,54	3	487,62	21,00
Dormitorio 2	162,54	6	975,24	41,99
Pasillo	124,95	2	249,90	10,76
TOTAL			4337,76	186,78

3.2.1.13. VIVIENDA M (PRIMERA PLANTA)

Espacio	Pot / Elem. (W)	Elementos	Calor total (W)	Caudal (l / h)
Cocina	162,54	8	1300,32	55,99
Salón	162,54	7	1137,78	48,99
Aseo	124,95	2	249,90	10,76
Baño 1	124,95	8	999,60	43,04
Dormitorio 1	162,54	5	812,70	35,00
Dormitorio 2	162,54	7	1137,78	48,99
Pasillo	124,95	2	249,90	10,76
TOTAL			5887,98	253,53

3.2.2. CÁLCULO DE DIÁMETROS Y PÉRDIDAS DE CARGA PRIMARIAS

Una vez diseñado el recorrido de la instalación se procede al dimensionado de las tuberías. El dimensionado se realiza con la ayuda de una gráfica en función del caudal y de las pérdidas de carga deseadas, tal y como se indica en la memoria del proyecto.

Las pérdidas primarias de cada tramo se calculan mediante la siguiente expresión:

$P_t = \left(\frac{\Delta P}{L}\right)L$; siendo $\frac{\Delta P}{L}$ (Pa/m) la pérdida de presión por unidad de longitud y L (m) la longitud del tramo de tubería.

El método de cálculo se describe con más detalle en la memoria.



3.2.2.1. VIVIENDA A (PLANTA BAJA)

Tramo	Caudal (l/h)	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga unitaria (mmca/m)
TUBERÍA DE IDA				
A - 1	28,00	10 x 12	0,099	1,9
1 - 2	28,00	10 x 12	0,099	1,9
B - 2	55,99	10 x 12	0,198	6,9
2 - 3	83,99	13 x 15	0,176	4
C - 3	35,00	10 x 12	0,124	2,9
3 - 4	118,99	13 x 15	0,249	7,5
D - 4	28,00	10 x 12	0,099	1,9
4 - 5	146,99	13 x 15	0,308	11
E - 5	16,14	10 x 12	0,057	0,8
5 - Caldera	163,13	13 x 15	0,341	13,8
TUBERÍA DE RETORNO				
E - 1'	16,14	10 x 12	0,057	0,8
1' - 2'	16,14	10 x 12	0,057	0,8
D - 2'	28,00	10 x 12	0,099	2
2' - 3'	44,16	10 x 12	0,156	4,5
C - 3'	35,00	10 x 12	0,124	2,9
3' - 4'	79,14	13 x 15	0,165	3,8
B - 4'	55,99	10 x 12	0,198	7,1
4' - 5'	135,13	13 x 15	0,283	9,9
A - 5'	28,00	10 x 12	0,099	2
5' - Caldera	163,13	13 x 15	0,341	14,1



3.2.2.2. VIVIENDA B (PLANTA BAJA)

Tramo	Caudal (l/h)	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga unitaria (mmca/m)
TUBERÍA DE IDA				
A – 1	41,99	10 x 12	0,149	4,1
1 – 2	41,99	10 x 12	0,149	4,1
B – 2	28,00	10 x 12	0,099	1,9
2 – 3	69,99	10 x 12	0,247	9,4
C – 3	16,14	10 x 12	0,057	0,8
3 – 4	86,13	13 x 15	0,180	4,3
D – 4	10,76	10 x 12	0,038	0,4
4 – 5	96,89	13 x 15	0,203	5,5
E – 5	48,99	10 x 12	0,173	3,7
5 – 6	145,88	13 x 15	0,305	11,5
F – 6	28,00	10 x 12	0,099	1,9
6 - Caldera	173,88	16 x 18	0,240	5,7
TUBERÍA DE RETORNO				
F – 1'	28,00	10 x 12	0,099	2
1' – 2'	28,00	10 x 12	0,099	2
E – 2'	48,99	10 x 12	0,173	3,8
2' – 3'	76,99	13 x 15	0,161	4
D – 3'	10,76	10 x 12	0,038	0,4
3' – 4'	87,75	13 x 15	0,184	4,7
C – 4'	16,14	10 x 12	0,057	0,8
4' – 5'	103,89	13 x 15	0,217	5,9
B – 5'	28,00	10 x 12	0,099	2
5' – 6'	131,89	13 x 15	0,276	8,5
A – 6'	41,99	10 x 12	0,149	4,2
6' – Caldera	173,88	16 x 18	0,240	5,9



3.2.2.3. VIVIENDA C (PLANTA BAJA)

Tramo	Caudal (l/h)	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga unitaria (mmca/m)
TUBERÍA DE IDA				
A – 1	10,76	10 x 12	0,038	0,4
1 – 2	10,76	10 x 12	0,038	0,4
B – 2	35,00	10 x 12	0,124	2,9
2 – 3	45,76	10 x 12	0,162	5,1
C – 3	26,90	10 x 12	0,095	1,8
3 – 4	72,66	13 x 15	0,152	3,2
D – 4	26,90	10 x 12	0,095	1,8
4 – 5	99,56	13 x 15	0,208	5,8
E – 5	41,99	10 x 12	0,149	4,1
5 – 6	141,55	13 x 15	0,296	12
F – 6	35,00	10 x 12	0,124	2,9
6 – 7	176,55	16 x 18	0,244	5,8
G – 7	48,99	10 x 12	0,173	3,7
7 – 8	225,54	16 x 18	0,312	8,8
H – 8	16,14	10 x 12	0,057	0,8
8 – 9	241,68	16 x 18	0,334	10,6
I – 9	35,00	10 x 12	0,124	2,9
9 - Caldera	276,68	16 x 18	0,382	12,9
TUBERÍA DE RETORNO				
I – 1'	35,00	10 x 12	0,124	2,9
1' – 2'	35,00	10 x 12	0,124	2,9
H – 2'	16,14	10 x 12	0,057	0,8
2' – 3'	51,14	10 x 12	0,181	6,8
G – 3'	48,99	10 x 12	0,173	3,8
3' – 4'	100,13	13 x 15	0,210	5,9
F – 4'	35,00	10 x 12	0,124	2,9
4' – 5'	135,13	13 x 15	0,283	8,8
E – 5'	41,99	10 x 12	0,149	4,2
5' – 6'	177,12	16 x 18	0,245	15
D – 6'	26,90	10 x 12	0,095	1,8
6' – 7'	204,02	16 x 18	0,282	7,1
C – 7'	26,90	10 x 12	0,095	1,8
7' – 8'	230,92	16 x 18	0,319	10,1
B – 8'	35,00	10 x 12	0,124	2,9
8' – 9'	265,92	16 x 18	0,367	12,2
A – 9'	10,76	10 x 12	0,038	0,4
9' - Caldera	276,68	16 x 18	0,382	13,2



3.2.2.4. VIVIENDA D (PLANTA BAJA)

Tramo	Caudal (l/h)	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga unitaria (mmca/m)
TUBERÍA DE IDA				
A – 1	21,52	10 x 12	0,076	1,8
1 – 2	21,52	10 x 12	0,076	1,8
B – 2	10,76	10 x 12	0,038	0,4
2 – 3	32,28	10 x 12	0,114	2,6
C – 3	41,99	10 x 12	0,149	4,1
3 – 4	74,27	13 x 15	0,155	3,2
D – 4	48,99	10 x 12	0,173	3,7
4 – 5	123,26	13 x 15	0,258	7,8
E – 5	76,99	13 x 15	0,161	3,6
5 – 6	200,25	16 x 18	0,277	7,9
F – 6	35,00	10 x 12	0,124	2,9
6 - Caldera	235,25	16 x 18	0,325	9,7
TUBERÍA DE RETORNO				
F – 1'	35,00	10 x 12	0,124	2,9
1' – 2'	35,00	10 x 12	0,124	2,9
E – 2'	76,99	13 x 15	0,161	3,7
2' – 3'	111,99	13 x 15	0,234	6,5
D – 3'	48,99	10 x 12	0,173	3,8
3' – 4'	160,98	13 x 15	0,337	12,5
C – 4'	41,99	10 x 12	0,149	4,2
4' – 5'	202,97	16 x 18	0,280	8
B – 5'	10,76	10 x 12	0,038	0,4
5' – 6'	213,73	16 x 18	0,295	8,5
A – 6'	21,52	10 x 12	0,076	1,8
6' - Caldera	235,25	16 x 18	0,325	9,9



3.2.2.5. VIVIENDA E (PLANTA BAJA)

Tramo	Caudal (l/h)	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga unitaria (mmca/m)
TUBERÍA DE IDA				
A – 1	41,99	10 x 12	0,149	4,1
1 – 2	41,99	10 x 12	0,149	4,1
B – 2	55,99	10 x 12	0,198	7,8
2 – 3	97,98	13 x 15	0,205	5,6
C – 3	28,00	10 x 12	0,099	2
3 – 4	125,98	13 x 15	0,264	7,9
D – 4	35,00	10 x 12	0,124	2,9
4 – 5	160,98	13 x 15	0,337	14,8
E – 5	26,90	10 x 12	0,095	1,8
5 – 6	187,88	16 x 18	0,260	5,8
F – 6	32,28	10 x 12	0,114	2,6
6 - Caldera	220,16	16 x 18	0,304	8,3
TUBERÍA DE RETORNO				
F – 1'	32,28	10 x 12	0,114	2,7
1' – 2'	32,28	10 x 12	0,114	2,7
E – 2'	26,90	10 x 12	0,095	1,8
2' – 3'	59,18	10 x 12	0,209	8,1
D – 3'	35,00	10 x 12	0,124	2,9
3' – 4'	94,18	13 x 15	0,197	5,7
C – 4'	28,00	10 x 12	0,099	2
4' – 5'	122,18	13 x 15	0,256	8,4
B – 5'	55,99	10 x 12	0,198	8
5' – 6'	178,17	16 x 18	0,246	5,6
A – 6'	41,99	10 x 12	0,149	4,2
6' - Caldera	220,16	16 x 18	0,304	8,5



3.2.2.6. VIVIENDA F (PRIMERA PLANTA)

Tramo	Caudal (l/h)	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga unitaria (mmca/m)
TUBERÍA DE IDA				
A – 1	69,99	13 x 15	0,146	2,8
1 – 2	69,99	13 x 15	0,146	2,8
B – 2	16,14	10 x 12	0,057	0,8
2 – 3	86,13	13 x 15	0,180	4,2
C – 3	21,52	10 x 12	0,076	1,8
3 – 4	107,65	13 x 15	0,225	6,3
D – 4	16,14	10 x 12	0,057	0,8
4 – 5	123,79	13 x 15	0,259	8,3
E – 5	35,00	10 x 12	0,124	2,9
5 – 6	158,79	13 x 15	0,332	13,8
F – 6	35,00	10 x 12	0,124	2,9
6 – 7	193,79	16 x 18	0,268	6,4
G – 7	28,00	10 x 12	0,099	1,9
7 – 8	221,79	16 x 18	0,306	9,2
H – 8	28,00	10 x 12	0,099	1,9
8 – 9	249,79	16 x 18	0,345	11,8
I – 9	16,14	10 x 12	0,057	0,8
9 – 10	265,93	16 x 18	0,367	12
J – 10	41,99	10 x 12	0,149	4,1
10 - Caldera	307,92	16 x 18	0,425	15,2
TUBERÍA DE RETORNO				
J – 1'	41,99	10 x 12	0,149	4,2
1' – 2'	41,99	10 x 12	0,149	4,2
I – 2'	16,14	10 x 12	0,057	0,8
2' – 3'	58,13	10 x 12	0,206	8,1
H – 3'	28,00	10 x 12	0,099	2
3' – 4'	86,13	13 x 15	0,180	4,3
G – 4'	28,00	10 x 12	0,099	2
4' – 5'	114,13	13 x 15	0,239	6,1
F – 5'	35,00	10 x 12	0,124	2,9
5' – 6'	149,13	13 x 15	0,312	12,1
E – 6'	35,00	10 x 12	0,124	2,9
6' – 7'	184,13	16 x 18	0,254	5,6
D – 7'	16,14	10 x 12	0,057	0,8
7' – 8'	200,27	16 x 18	0,277	8,2
C – 8'	21,52	10 x 12	0,076	1,8
8' – 9'	221,79	16 x 18	0,306	9,4
B – 9'	16,14	10 x 12	0,057	0,8
9' – 10'	237,93	16 x 18	0,329	12
A -10'	69,99	13 x 15	0,146	2,8
10' - Caldera	307,92	16 x 18	0,425	16,5



3.2.2.7. VIVIENDA G (PRIMERA PLANTA)

Tramo	Caudal (l/h)	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga unitaria (mmca/m)
TUBERÍA DE IDA				
A – 1	35,00	10 x 12	0,124	2,9
1 – 2	35,00	10 x 12	0,124	2,9
B – 2	83,99	13 x 15	0,176	4
2 – 3	118,99	13 x 15	0,249	7,4
C – 3	28,00	10 x 12	0,099	1,9
3 – 4	146,99	13 x 15	0,308	9,7
D – 4	21,52	10 x 12	0,076	1,8
4 - Caldera	168,51	13 x 15	0,353	13,4
TUBERÍA DE RETORNO				
D – 1'	21,52	10 x 12	0,076	1,8
1' – 2'	21,52	10 x 12	0,076	1,8
C – 2'	28,00	10 x 12	0,099	2
2' – 3'	49,52	10 x 12	0,175	5,8
B – 3'	83,99	13 x 15	0,176	4,7
3' – 4'	133,51	13 x 15	0,279	9,4
A – 4'	35,00	10 x 12	0,124	2,9
4' - Caldera	168,51	13 x 15	0,353	13,6



3.2.2.8. VIVIENDA H (PRIMERA PLANTA)

Tramo	Caudal (l/h)	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga unitaria (mmca/m)
TUBERÍA DE IDA				
A – 1	48,99	10 x 12	0,173	3,7
1 – 2	48,99	10 x 12	0,173	3,7
B – 2	48,99	10 x 12	0,173	3,7
2 – 3	97,98	13 x 15	0,205	5,4
C – 3	21,52	10 x 12	0,076	1,8
3 – 4	119,50	13 x 15	0,250	7,6
D – 4	32,28	10 x 12	0,114	2,6
4 – 5	151,78	13 x 15	0,318	11,8
E – 5	41,99	10 x 12	0,149	4,1
5 – 6	193,77	16 x 18	0,268	6,5
F – 6	35,00	10 x 12	0,124	2,9
6 - Caldera	228,77	16 x 18	0,316	11
TUBERÍA DE RETORNO				
F – 1'	35,00	10 x 12	0,124	2,9
1' – 2'	35,00	10 x 12	0,124	2,9
E – 2'	41,99	10 x 12	0,149	4,2
2' – 3'	76,99	13 x 15	0,161	3,4
D – 3'	32,28	10 x 12	0,114	2,7
3' – 4'	109,27	13 x 15	0,229	6,5
C – 4'	21,52	10 x 12	0,076	1,8
4' – 5'	130,79	13 x 15	0,274	9,4
B – 5'	48,99	10 x 12	0,173	3,8
5' – 6'	179,78	16 x 18	0,248	5,7
A – 6'	48,99	10 x 12	0,173	3,8
6' - Caldera	228,77	16 x 18	0,316	11,3



3.2.2.9. VIVIENDA I (PRIMERA PLANTA)

Tramo	Caudal (l/h)	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga unitaria (mmca/m)
TUBERÍA DE IDA				
A – 1	16,14	10 x 12	0,057	0,8
1 – 2	16,14	10 x 12	0,057	0,8
B – 2	55,99	10 x 12	0,198	7,8
2 – 3	72,13	13 x 15	0,151	3,1
C – 3	35,00	10 x 12	0,124	2,9
3 – 4	107,13	13 x 15	0,224	6,3
D – 4	32,28	10 x 12	0,114	2,6
4 – 5	139,41	13 x 15	0,292	9,7
E – 5	41,99	10 x 12	0,149	4,1
5 – 6	181,40	16 x 18	0,251	5,9
F – 6	35,00	10 x 12	0,124	2,9
6 - Caldera	216,40	16 x 18	0,299	9,2
TUBERÍA DE RETORNO				
F – 1'	35,00	10 x 12	0,124	2,9
1' – 2'	35,00	10 x 12	0,124	2,9
E – 2'	41,99	10 x 12	0,149	4,2
2' – 3'	76,99	13 x 15	0,161	3,4
D – 3'	32,28	10 x 12	0,114	2,7
3' – 4'	109,27	13 x 15	0,229	6,5
C – 4'	35,00	10 x 12	0,124	2,9
4' – 5'	144,27	13 x 15	0,302	12,2
B – 5'	55,99	10 x 12	0,198	8
5' – 6'	200,26	16 x 18	0,277	7,4
A – 6'	16,14	10 x 12	0,057	0,8
6' - Caldera	216,40	16 x 18	0,299	9,4



3.2.2.10. VIVIENDA J (PRIMERA PLANTA)

Tramo	Caudal (l/h)	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga unitaria (mmca/m)
TUBERÍA DE IDA				
A – 1	41,99	10 x 12	0,149	4,1
1 – 2	41,99	10 x 12	0,149	4,1
B – 2	28,00	10 x 12	0,099	1,9
2 – 3	69,99	13 x 15	0,146	2,8
C – 3	16,14	10 x 12	0,057	0,8
3 – 4	86,13	13 x 15	0,180	3,7
D – 4	41,99	10 x 12	0,149	4,1
4 – 5	128,12	13 x 15	0,268	9,6
E – 5	37,66	10 x 12	0,133	3,6
5 – 6	165,78	13 x 15	0,347	13,8
F – 6	48,99	10 x 12	0,173	3,7
6 – 7	214,77	16 x 18	0,297	8,3
G – 7	28,00	10 x 12	0,099	1,9
7 - Caldera	242,77	16 x 18	0,335	9,2
TUBERÍA DE RETORNO				
G – 1'	28,00	10 x 12	0,099	2
1' – 2'	28,00	10 x 12	0,099	2
F – 2'	48,99	10 x 12	0,173	3,8
2' – 3'	76,99	13 x 15	0,161	3,4
E – 3'	37,66	10 x 12	0,133	3,7
3' – 4'	114,66	13 x 15	0,240	2,5
D – 4'	41,99	10 x 12	0,149	4,2
4' – 5'	156,64	13 x 15	0,328	4,5
C – 5'	16,14	10 x 12	0,057	0,8
5' – 6'	172,78	16 x 18	0,239	5,7
B – 6'	28,00	10 x 12	0,099	2
6' – 7'	200,78	16 x 18	0,277	7
A – 7'	41,99	10 x 12	0,149	4,2
7' - Caldera	242,77	16 x 18	0,335	9,4



3.2.2.11. VIVIENDA K (PRIMERA PLANTA)

Tramo	Caudal (l/h)	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga unitaria (mmca/m)
TUBERÍA DE IDA				
A – 1	62,99	10 x 12	0,223	8,5
1 – 2	62,99	10 x 12	0,223	8,5
B – 2	10,76	10 x 12	0,038	0,4
2 – 3	73,75	13 x 15	0,154	3,2
C – 3	10,76	10 x 12	0,038	0,4
3 – 4	84,51	13 x 15	0,177	3,7
D – 4	21,00	10 x 12	0,074	1,2
4 – 5	105,51	13 x 15	0,221	6,1
E – 5	41,99	10 x 12	0,149	4,1
5 – 6	147,50	13 x 15	0,309	12
F – 6	32,28	10 x 12	0,114	2,6
6 – 7	179,78	16 x 18	0,248	5,5
G – 7	21,00	10 x 12	0,074	1,2
7 – Caldera	200,78	16 x 18	0,277	6,8
TUBERÍA DE RETORNO				
G – 1'	21,00	10 x 12	0,074	1,2
1' – 2'	21,00	10 x 12	0,074	1,2
F – 2'	32,28	10 x 12	0,114	2,7
2' – 3'	53,28	10 x 12	0,188	6,6
E – 3'	41,99	10 x 12	0,149	4,2
3' – 4'	95,27	13 x 15	0,199	5,5
D – 4'	21,00	10 x 12	0,074	1,2
4' – 5'	116,27	13 x 15	0,243	7,1
C – 5'	10,76	10 x 12	0,038	0,4
5' – 6'	127,03	13 x 15	0,266	9,4
B – 6'	10,76	10 x 12	0,038	0,4
6' – 7'	137,79	13 x 15	0,288	10,3
A – 7'	62,99	10 x 12	0,223	8,7
7' – Caldera	200,78	16 x 18	0,277	7



3.2.2.12. VIVIENDA L (PRIMERA PLANTA)

Tramo	Caudal (l/h)	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga unitaria (mmca/m)
TUBERÍA DE IDA				
A – 1	48,99	10 x 12	0,173	3,7
1 – 2	48,99	10 x 12	0,173	3,7
B – 2	10,76	10 x 12	0,038	0,4
2 – 3	59,75	10 x 12	0,211	4,6
C – 3	10,76	10 x 12	0,038	0,4
3 – 4	70,51	13 x 15	0,148	2,9
D – 4	32,28	10 x 12	0,114	2,6
4 – 5	102,79	13 x 15	0,215	5,9
E – 5	41,99	10 x 12	0,149	4,1
5 – 6	144,78	13 x 15	0,303	9,2
F – 6	21,00	10 x 12	0,074	1,2
6 – 7	165,78	13 x 15	0,347	13,8
G – 7	21,00	10 x 12	0,074	1,2
7 – Caldera	186,78	16 x 18	0,258	5,9
TUBERÍA DE RETORNO				
G – 1'	21,00	10 x 12	0,074	1,2
1' – 2'	21,00	10 x 12	0,074	1,2
F – 2'	21,00	10 x 12	0,074	1,2
2' – 3'	42,00	10 x 12	0,149	4,3
E – 3'	41,99	10 x 12	0,149	4,2
3' – 4'	83,99	13 x 15	0,176	3,8
D – 4'	32,28	10 x 12	0,114	2,7
4' – 5'	116,27	13 x 15	0,243	7,8
C – 5'	10,76	10 x 12	0,038	0,4
5' – 6'	127,03	13 x 15	0,266	9,2
B – 6'	10,76	10 x 12	0,038	0,4
6' – 7'	137,79	13 x 15	0,288	9,9
A – 7'	48,99	10 x 12	0,173	3,8
7' – Caldera	186,78	16 x 18	0,258	6



3.2.2.13. VIVIENDA M (PRIMERA PLANTA)

Tramo	Caudal (l/h)	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga unitaria (mmca/m)
TUBERÍA DE IDA				
A – 1	55,99	10 x 12	0,198	7,8
1 – 2	55,99	10 x 12	0,198	7,8
B – 2	43,04	10 x 12	0,152	4,4
2 – 3	99,03	13 x 15	0,207	5,7
C – 3	48,99	10 x 12	0,173	3,7
3 – 4	148,02	13 x 15	0,310	11,2
D – 4	10,76	10 x 12	0,038	0,4
4 – 5	158,78	13 x 15	0,332	13,8
E – 5	10,76	10 x 12	0,038	0,4
5 – 6	169,54	16 x 18	0,234	5,4
F – 6	35,00	10 x 12	0,124	2,9
6 – 7	204,54	16 x 18	0,283	7,1
G – 7	48,99	10 x 12	0,173	3,7
7 – Caldera	253,53	16 x 18	0,350	12
TUBERÍA DE RETORNO				
G – 1'	48,99	10 x 12	0,173	3,8
1' – 2'	48,99	10 x 12	0,173	3,8
F – 2'	35,00	10 x 12	0,124	2,9
2' – 3'	83,99	13 x 15	0,176	4,1
E – 3'	10,76	10 x 12	0,038	0,4
3' – 4'	94,75	13 x 15	0,198	5,5
D – 4'	10,76	10 x 12	0,038	0,4
4' – 5'	105,51	13 x 15	0,221	6,6
C – 5'	48,99	10 x 12	0,173	3,8
5' – 6'	154,50	13 x 15	0,323	12
B – 6'	43,04	10 x 12	0,152	4,4
6' – 7'	197,54	16 x 18	0,273	6,8
A – 7'	55,99	10 x 12	0,198	8
7' - Caldera	253,53	16 x 18	0,350	12,2

3.2.3. PÉRDIDAS DE CARGA SECUNDARIAS

Las pérdidas de carga secundarias son debidas a cambios de dirección, sección, y velocidad. Se suelen producir en elementos de la instalación tales como válvulas, codos, tes, etc.

Los métodos utilizados para calcularlas son el de la longitud equivalente y el de los coeficientes de pérdida de carga. En este proyecto las pérdidas secundarias se calculan mediante el método de los coeficientes de pérdida de carga, tal como se explica en la memoria.



Las pérdidas de carga secundarias se calculan mediante la siguiente expresión:

$\Delta P = \varepsilon \frac{V^2 \rho}{2g}$; siendo ΔP (kg/m², que se ha de pasar a mmca) la caída de presión producida por el elemento, ε el coeficiente de resistencia, V (m/s) la velocidad del agua en cada tramo de tubería, ρ (kg/m³) la densidad del agua, y g (m/s²) la aceleración de la gravedad.

3.2.3.1. VIVIENDA A (PLANTA BAJA)

Tramo A – 1: $\varnothing = 10 \times 12$; $V = 0,099$ m/s

Elemento	ε
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
3 Curvas de 90°	1,2
TOTAL	6,65

$\Delta P = 3,325$ mmca

Tramo 1 – 2: $\varnothing = 10 \times 12$; $V = 0,099$ m/s

Elemento	ε
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,14

$\Delta P = 0,570$ mmca

Tramo B – 2: $\varnothing = 10 \times 12$; $V = 0,198$ m/s

Elemento	ε
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
TOTAL	5,85

$\Delta P = 11,701$ mmca



Tramo 2 – 3: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,176 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
2 Curvas de 90°	1
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	1,14

$\Delta P = 1,802 \text{ mmca}$

Tramo C – 3: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 5,374 \text{ mmca}$

Tramo 3 – 4: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,249 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

$\Delta P = 0,443 \text{ mmca}$

Tramo D – 4: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,099 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	7,25

$\Delta P = 3,625 \text{ mmca}$



Tramo 4 – 5: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,308 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

$\Delta P = 0,678 \text{ mmca}$

Tramo E – 5: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,057 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 1,135 \text{ mmca}$

Tramo 5 – Caldera: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,341 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Caldera	2,5
2 Curvas de 90°	1
Válvula de paso	1,10
TOTAL	4,6

$\Delta P = 27,290 \text{ mmca}$

Tramo E – 1': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,057 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
TOTAL	3,25

$\Delta P = 0,539 \text{ mmca}$



Tramo 1' – 2': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,057 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,4
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,54

$\Delta P = 0,090 \text{ mmca}$

Tramo D – 2': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,099 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
TOTAL	2,85

$\Delta P = 1,425 \text{ mmca}$

Tramo 2' – 3': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,156 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,14

$\Delta P = 1,415 \text{ mmca}$

Tramo C – 3': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
TOTAL	2,85

$\Delta P = 2,236 \text{ mmca}$

**Tramo 3' – 4':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,165 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
2 Curvas de 90°	1
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	1,14

 $\Delta P = 1,583 \text{ mmca}$ **Tramo B – 4':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,198 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

 $\Delta P = 7,701 \text{ mmca}$ **Tramo 4' – 5':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,283 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

 $\Delta P = 0,572 \text{ mmca}$ **Tramo A – 5':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,099 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	4,25

 $\Delta P = 2,125 \text{ mmca}$



Tramo 5' – Caldera: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,341 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
2 Curvas de 90°	1
Válvula de paso	1,10
TOTAL	2,1

$\Delta P = 12,459 \text{ mmca}$

3.2.3.2. VIVIENDA B (PLANTA BAJA)

Tramo A – 1: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,149 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
3 Curvas de 90°	1,2
TOTAL	6,65

$\Delta P = 7,532 \text{ mmca}$

Tramo 1 – 2: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,149 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

$\Delta P = 0,159 \text{ mmca}$

Tramo B – 2: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,099 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
TOTAL	5,85

$\Delta P = 2,925 \text{ mmca}$



Tramo 2 – 3: $\varnothing = 10 \times 12$; $V = 0,247 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
3 Curvas de 90°	1,5
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	2,64

$\Delta P = 8,218 \text{ mmca}$

Tramo C – 3: $\varnothing = 10 \times 12$; $V = 0,057 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
TOTAL	6,25

$\Delta P = 1,036 \text{ mmca}$

Tramo 3 – 4: $\varnothing = 13 \times 15$; $V = 0,180 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
2 Curvas de 90°	1
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	1,14

$\Delta P = 1,884 \text{ mmca}$

Tramo D – 4: $\varnothing = 10 \times 12$; $V = 0,038 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 0,505 \text{ mmca}$



Tramo 4 – 5: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,203 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
2 Curvas de 90°	1
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	1,14

$\Delta P = 2,397 \text{ mmca}$

Tramo E – 5: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,173 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 10,460 \text{ mmca}$

Tramo 5 – 6: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,305 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,14

$\Delta P = 5,411 \text{ mmca}$

Tramo F – 6: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,099 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 3,425 \text{ mmca}$



Tramo 6 – Caldera: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,240 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Caldera	2,5
Curva de 90°	0,55
Válvula de paso	1,10
TOTAL	4,15

$\Delta P = 12,196 \text{ mmca}$

Tramo F – 1': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,099 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
3 Curvas de 90°	1,2
TOTAL	3,65

$\Delta P = 1,285 \text{ mmca}$

Tramo 1' – 2': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,099 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,14

$\Delta P = 0,570 \text{ mmca}$

Tramo E – 2': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,173 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
TOTAL	2,85

$\Delta P = 4,352 \text{ mmca}$

**Tramo 2' – 3':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,161 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
2 Curvas de 90°	1
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	1,14

 $\Delta P = 1,852 \text{ mmca}$ **Tramo D – 3':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,038 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

 $\Delta P = 0,284 \text{ mmca}$ **Tramo 3' – 4':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,184 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
2 Curvas de 90°	1
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	1,14

 $\Delta P = 1,969 \text{ mmca}$ **Tramo C – 4':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,057 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	4,25

 $\Delta P = 0,704 \text{ mmca}$

**Tramo 4' – 5':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,217 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
3 Curvas de 90°	1,5
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	1,64

 $\Delta P = 3,940 \text{ mmca}$ **Tramo B – 5':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,099 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

 $\Delta P = 1,925 \text{ mmca}$ **Tramo 5' – 6':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,276 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,14

 $\Delta P = 4,431 \text{ mmca}$ **Tramo A – 6':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,149 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	4,25

 $\Delta P = 4,814 \text{ mmca}$



Tramo 6' – Caldera: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,240 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
2 Curvas de 90°	1,1
Válvula de paso	1,10
TOTAL	2,2

$$\Delta P = 6,465 \text{ mmca}$$

3.2.3.3. VIVIENDA C (PLANTA BAJA)

Tramo A – 1: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,038 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
TOTAL	6,25

$$\Delta P = 0,460 \text{ mmca}$$

Tramo 1 – 2: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,038 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,4
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,54

$$\Delta P = 0,040 \text{ mmca}$$

Tramo B – 2: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
TOTAL	6,25

$$\Delta P = 4,903 \text{ mmca}$$



Tramo 2 – 3: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,162 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,14

$\Delta P = 1,526 \text{ mmca}$

Tramo C – 3: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,095 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
TOTAL	5,85

$\Delta P = 2,694 \text{ mmca}$

Tramo 3 – 4: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,152 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,5
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,64

$\Delta P = 0,754 \text{ mmca}$

Tramo D – 4: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,095 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	7,25

$\Delta P = 3,338 \text{ mmca}$



Tramo 4 – 5: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,208 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,5
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,64

$\Delta P = 1,413 \text{ mmca}$

Tramo E – 5: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,149 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 7,759 \text{ mmca}$

Tramo 5 – 6: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,296 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,14

$\Delta P = 5,096 \text{ mmca}$

Tramo F – 6: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 5,374 \text{ mmca}$



Tramo 6 – 7: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,244 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

$\Delta P = 0,425 \text{ mmca}$

Tramo G – 7: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,173 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 10,460 \text{ mmca}$

Tramo 7 – 8: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,312 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
2 Curvas de 90°	1,1
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	1,24

$\Delta P = 6,158 \text{ mmca}$

Tramo H – 8: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,057 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 1,135 \text{ mmca}$



Tramo 8 – 9: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,334 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,55
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,69

$\Delta P = 3,927 \text{ mmca}$

Tramo I – 9: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 5,374 \text{ mmca}$

Tramo 9 – Caldera: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,382 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Caldera	2,5
3 Curvas de 90°	1,65
Válvula de paso	1,10
TOTAL	5,25

$\Delta P = 39,087 \text{ mmca}$

Tramo I – 1': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
TOTAL	3,25

$\Delta P = 2,550 \text{ mmca}$

**Tramo 1' – 2':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,4
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,54

 $\Delta P = 0,397 \text{ mmca}$ **Tramo H – 2':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,057 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
TOTAL	2,85

 $\Delta P = 0,472 \text{ mmca}$ **Tramo 2' – 3':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,181 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
2 Curvas de 90°	1
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	2,14

 $\Delta P = 3,577 \text{ mmca}$ **Tramo G – 3':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,173 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
TOTAL	2,85

 $\Delta P = 4,352 \text{ mmca}$



Tramo 3' – 4': $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,210 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

$\Delta P = 0,315 \text{ mmca}$

Tramo F – 4': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

$\Delta P = 2,829 \text{ mmca}$

Tramo 4' – 5': $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,283 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,14

$\Delta P = 4,658 \text{ mmca}$

Tramo E – 5': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,149 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

$\Delta P = 4,361 \text{ mmca}$

**Tramo 5' – 6':** $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,245 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,55
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,69

 $\Delta P = 2,113 \text{ mmca}$ **Tramo D – 6':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,095 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	4,25

 $\Delta P = 1,957 \text{ mmca}$ **Tramo 6' – 7':** $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,282 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,55
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,69

 $\Delta P = 2,800 \text{ mmca}$ **Tramo C – 7':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,095 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

 $\Delta P = 1,773 \text{ mmca}$

**Tramo 7' – 8':** $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,319 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

 $\Delta P = 0,727 \text{ mmca}$ **Tramo B – 8':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	4,25

 $\Delta P = 3,334 \text{ mmca}$ **Tramo 8' – 9':** $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,367 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,55
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,69

 $\Delta P = 4,742 \text{ mmca}$ **Tramo A – 9':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,038 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

 $\Delta P = 0,284 \text{ mmca}$



Tramo 9' – Caldera: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,382 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
2 Curvas de 90°	1,1
Válvula de paso	1,10
TOTAL	2,2

$\Delta P = 16,379 \text{ mmca}$

3.2.3.4. VIVIENDA D (PLANTA BAJA)

Tramo A – 1: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,076 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
3 Curvas de 90°	1,2
TOTAL	6,65

$\Delta P = 1,957 \text{ mmca}$

Tramo 1 – 2: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,076 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

$\Delta P = 0,041 \text{ mmca}$

Tramo B – 2: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,038 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
TOTAL	5,85

$\Delta P = 0,431 \text{ mmca}$



Tramo 2 – 3: $\varnothing = 10 \times 12$; $V = 0,114 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,14

$\Delta P = 0,756 \text{ mmca}$

Tramo C – 3: $\varnothing = 10 \times 12$; $V = 0,149 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
TOTAL	6,25

$\Delta P = 7,079 \text{ mmca}$

Tramo 3 – 4: $\varnothing = 13 \times 15$; $V = 0,155 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,5
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,64

$\Delta P = 0,784 \text{ mmca}$

Tramo D – 4: $\varnothing = 10 \times 12$; $V = 0,173 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 10,460 \text{ mmca}$



Tramo 4 – 5: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,258 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
3 Curvas de 90°	1,5
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	2,64

$\Delta P = 8,966 \text{ mmca}$

Tramo E – 5: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,161 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 9,059 \text{ mmca}$

Tramo 5 – 6: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,277 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
2 Curvas de 90°	1,1
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	1,24

$\Delta P = 4,854 \text{ mmca}$

Tramo F – 6: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 5,374 \text{ mmca}$



Tramo 6 – Caldera: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,325 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Caldera	2,5
Curva de 90°	0,55
Válvula de paso	1,10
TOTAL	4,15

$\Delta P = 22,364 \text{ mmca}$

Tramo F – 1': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
3 Curvas de 90°	1,2
TOTAL	3,65

$\Delta P = 2,863 \text{ mmca}$

Tramo 1' – 2': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	1,54

$\Delta P = 1,208 \text{ mmca}$

Tramo E – 2': $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,161 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
TOTAL	2,85

$\Delta P = 3,769 \text{ mmca}$

**Tramo 2' – 3':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,234 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
4 Curvas de 90°	2
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	2,14

 $\Delta P = 5,978 \text{ mmca}$ **Tramo D – 3':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,173 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

 $\Delta P = 5,879 \text{ mmca}$ **Tramo 3' – 4':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,337 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,5
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,64

 $\Delta P = 9,503 \text{ mmca}$ **Tramo C – 4':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,149 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	4,25

 $\Delta P = 4,814 \text{ mmca}$

**Tramo 4' – 5':** $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,280 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

 $\Delta P = 0,560 \text{ mmca}$ **Tramo B – 5':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,038 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	4,25

 $\Delta P = 0,313 \text{ mmca}$ **Tramo 5' – 6':** $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,295 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

 $\Delta P = 0,622 \text{ mmca}$ **Tramo A – 6':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,076 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	4,25

 $\Delta P = 1,252 \text{ mmca}$



Tramo 6' – Caldera: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,325 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
5 Curvas de 90°	2,75
Válvula de paso	1,10
TOTAL	3,85

$\Delta P = 20,748 \text{ mmca}$

3.2.3.5. VIVIENDA E (PLANTA BAJA)

Tramo A – 1: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,149 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
TOTAL	6,25

$\Delta P = 7,079 \text{ mmca}$

Tramo 1 – 2: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,149 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,14

$\Delta P = 1,291 \text{ mmca}$

Tramo B – 2: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,198 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
TOTAL	5,85

$\Delta P = 11,701 \text{ mmca}$



Tramo 2 – 3: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,205 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,5
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,64

$\Delta P = 1,372 \text{ mmca}$

Tramo C – 3: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,099 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 3,425 \text{ mmca}$

Tramo 3 – 4: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,264 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,5
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,64

$\Delta P = 5,832 \text{ mmca}$

Tramo D – 4: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 5,374 \text{ mmca}$



Tramo 4 – 5: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,280 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
3 Curvas de 90°	1,65
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	1,79

$\Delta P = 7,160 \text{ mmca}$

Tramo E – 5: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,095 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	7,25

$\Delta P = 3,338 \text{ mmca}$

Tramo 5 – 6: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,260 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,55
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,69

$\Delta P = 2,380 \text{ mmca}$

Tramo F – 6: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,114 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 4,542 \text{ mmca}$



Tramo 6 – Caldera: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,304 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Caldera	2,5
2 Curvas de 90°	1,1
Válvula de paso	1,10
TOTAL	4,7

$\Delta P = 22,161 \text{ mmca}$

Tramo F – 1': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,114 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
TOTAL	3,25

$\Delta P = 2,155 \text{ mmca}$

Tramo 1' – 2': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,114 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,4
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,54

$\Delta P = 0,358 \text{ mmca}$

Tramo E – 2': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,095 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
TOTAL	2,85

$\Delta P = 1,312 \text{ mmca}$

**Tramo 2' – 3':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,209 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
3 Curvas de 90°	1,5
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	2,64

 $\Delta P = 5,884 \text{ mmca}$ **Tramo D – 3':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
TOTAL	2,85

 $\Delta P = 2,236 \text{ mmca}$ **Tramo 3' – 4':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,197 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

 $\Delta P = 0,737 \text{ mmca}$ **Tramo C – 4':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,099 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

 $\Delta P = 1,925 \text{ mmca}$

**Tramo 4' – 5':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,256 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,5
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,64

 $\Delta P = 5,484 \text{ mmca}$ **Tramo B – 5':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,198 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	4,25

 $\Delta P = 8,501 \text{ mmca}$ **Tramo 5' – 6':** $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,246 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

 $\Delta P = 0,432 \text{ mmca}$ **Tramo A – 6':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,149 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	4,25

 $\Delta P = 4,814 \text{ mmca}$



Tramo 6' – Caldera: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,304 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
2 Curvas de 90°	1,10
Válvula de paso	1,10
TOTAL	2,2

$\Delta P = 10,373 \text{ mmca}$

3.2.3.6. VIVIENDA F (PRIMERA PLANTA)

Tramo A – 1: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,146 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
TOTAL	6,25

$\Delta P = 6,797 \text{ mmca}$

Tramo 1 – 2: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,146 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

$\Delta P = 0,152 \text{ mmca}$

Tramo B – 2: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,057 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	7,25

$\Delta P = 1,202 \text{ mmca}$



Tramo 2 – 3: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,180 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

$\Delta P = 0,231 \text{ mmca}$

Tramo C – 3: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,076 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	7,25

$\Delta P = 2,137 \text{ mmca}$

Tramo 3 – 4: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,225 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

$\Delta P = 0,362 \text{ mmca}$

Tramo D – 4: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,057 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 1,135 \text{ mmca}$



Tramo 4 – 5: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,259 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

$\Delta P = 0,479 \text{ mmca}$

Tramo E – 5: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	7,25

$\Delta P = 5,688 \text{ mmca}$

Tramo 5 – 6: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,332 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
2 Curvas de 90°	1,1
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	2,24

$\Delta P = 12,597 \text{ mmca}$

Tramo F – 6: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	7,25

$\Delta P = 5,688 \text{ mmca}$



Tramo 6 – 7: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,268 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

$\Delta P = 0,513 \text{ mmca}$

Tramo G – 7: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,099 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 3,425 \text{ mmca}$

Tramo 7 – 8: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,306 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

$\Delta P = 0,669 \text{ mmca}$

Tramo H – 8: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,099 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 3,425 \text{ mmca}$



Tramo 8 – 9: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,345 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,55
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,69

$\Delta P = 4,190 \text{ mmca}$

Tramo I – 9: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,057 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 1,135 \text{ mmca}$

Tramo 9 – 10: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,367 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,55
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,69

$\Delta P = 4,742 \text{ mmca}$

Tramo J – 10: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,149 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 7,759 \text{ mmca}$

**Tramo 10 – Caldera:** $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,425 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Caldera	2,5
2 Curvas de 90°	1,1
Válvula de paso	1,10
TOTAL	4,7

 $\Delta P = 43,313 \text{ mmca}$ **Tramo J – 1':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,149 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
TOTAL	3,25

 $\Delta P = 3,681 \text{ mmca}$ **Tramo 1' – 2':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,149 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,4
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,54

 $\Delta P = 0,612 \text{ mmca}$ **Tramo I – 2':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,057 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
TOTAL	2,85

 $\Delta P = 0,472 \text{ mmca}$

**Tramo 2' – 3':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,206 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,5
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,64

 $\Delta P = 3,551 \text{ mmca}$ **Tramo H – 3':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,099 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
TOTAL	3,25

 $\Delta P = 1,625 \text{ mmca}$ **Tramo 3' – 4':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,180 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

 $\Delta P = 0,231 \text{ mmca}$ **Tramo G – 4':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,099 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	4,25

 $\Delta P = 2,125 \text{ mmca}$

**Tramo 4' – 5':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,239 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,5
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,64

 $\Delta P = 1,865 \text{ mmca}$ **Tramo F – 5':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	4,25

 $\Delta P = 3,334 \text{ mmca}$ **Tramo 5' – 6':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,312 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
2 Curvas de 90°	1
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	2,14

 $\Delta P = 11,920 \text{ mmca}$ **Tramo E – 6':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	4,25

 $\Delta P = 3,334 \text{ mmca}$



Tramo 6' – 7': $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,254 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

$\Delta P = 0,461 \text{ mmca}$

Tramo D – 7': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,057 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

$\Delta P = 0,638 \text{ mmca}$

Tramo 7' – 8': $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,277 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

$\Delta P = 0,548 \text{ mmca}$

Tramo C – 8': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,076 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	4,25

$\Delta P = 1,252 \text{ mmca}$

**Tramo 8' – 9':** $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,306 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

 $\Delta P = 0,669 \text{ mmca}$ **Tramo B – 9':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,057 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	4,25

 $\Delta P = 0,704 \text{ mmca}$ **Tramo 9' – 10':** $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,329 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

 $\Delta P = 0,773 \text{ mmca}$ **Tramo A – 10':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,146 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	4,25

 $\Delta P = 4,622 \text{ mmca}$

**Tramo 10' – Caldera:** $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,304 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
3 Curvas de 90°	1,65
Válvula de paso	1,10
TOTAL	2,75

 $\Delta P = 12,967 \text{ mmca}$ **3.2.3.7. VIVIENDA G (PRIMERA PLANTA)****Tramo A – 1:** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
TOTAL	6,25

 $\Delta P = 4,903 \text{ mmca}$ **Tramo 1 – 2:** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Unión con aumento de sección	1
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	1,14

 $\Delta P = 0,894 \text{ mmca}$ **Tramo B – 2:** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,176 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
TOTAL	5,85

 $\Delta P = 9,245 \text{ mmca}$



Tramo 2 – 3: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,249 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,5
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,64

$\Delta P = 2,024 \text{ mmca}$

Tramo C – 3: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,099 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 3,425 \text{ mmca}$

Tramo 3 – 4: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,308 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

$\Delta P = 0,678 \text{ mmca}$

Tramo D – 4: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,076 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 2,019 \text{ mmca}$



Tramo 4 – Caldera: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,353 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Caldera	2,5
3 Curvas de 90°	1,5
Válvula de paso	1,10
TOTAL	5,1

$\Delta P = 32,423 \text{ mmca}$

Tramo D – 1': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,076 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
TOTAL	3,25

$\Delta P = 0,958 \text{ mmca}$

Tramo 1' – 2': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,076 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,4
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,54

$\Delta P = 0,159 \text{ mmca}$

Tramo C – 2': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,099 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
TOTAL	2,85

$\Delta P = 1,425 \text{ mmca}$

**Tramo 2' – 3':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,175 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,4
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,54

 $\Delta P = 2,406 \text{ mmca}$ **Tramo B – 3':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,176 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

 $\Delta P = 6,085 \text{ mmca}$ **Tramo 3' – 4':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,279 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

 $\Delta P = 0,556 \text{ mmca}$ **Tramo A – 4':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

 $\Delta P = 3,020 \text{ mmca}$



Tramo 4' – Caldera: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,353 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
3 Curvas de 90°	1,65
Válvula de paso	1,10
TOTAL	2,75

$\Delta P = 17,483 \text{ mmca}$

3.2.3.8. VIVIENDA H (PRIMERA PLANTA)

Tramo A – 1: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,173 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
TOTAL	6,25

$\Delta P = 9,544 \text{ mmca}$

Tramo 1 – 2: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,173 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,14

$\Delta P = 2,138 \text{ mmca}$

Tramo B – 2: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,173 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
TOTAL	5,85

$\Delta P = 8,933 \text{ mmca}$



Tramo 2 – 3: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,205 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,5
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,64

$\Delta P = 6,694 \text{ mmca}$

Tramo C – 3: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,076 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 2,019 \text{ mmca}$

Tramo 3 – 4: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,250 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,5
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,64

$\Delta P = 2,041 \text{ mmca}$

Tramo D – 4: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,114 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	7,25

$\Delta P = 4,807 \text{ mmca}$



Tramo 4 - 5: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,318 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,14

$\Delta P = 5,882 \text{ mmca}$

Tramo E - 5: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,149 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 7,759 \text{ mmca}$

Tramo 5 - 6: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,268 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
2 Curvas de 90°	1,65
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	1,79

$\Delta P = 6,559 \text{ mmca}$

Tramo F - 6: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	7,25

$\Delta P = 5,688 \text{ mmca}$



Tramo 6 – Caldera: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,316 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Caldera	2,5
2 Curvas de 90°	1,10
Válvula de paso	1,10
TOTAL	4,7

$\Delta P = 23,945 \text{ mmca}$

Tramo F – 1': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
3 Curvas de 90°	1,2
TOTAL	3,65

$\Delta P = 2,863 \text{ mmca}$

Tramo 1' – 2': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
3 Curvas de 90°	1,2
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	2,34

$\Delta P = 1,836 \text{ mmca}$

Tramo E – 2': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,149 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
TOTAL	2,85

$\Delta P = 3,228 \text{ mmca}$



Tramo 2' – 3': $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,161 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

$\Delta P = 0,185 \text{ mmca}$

Tramo D – 3': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,114 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

$\Delta P = 2,553 \text{ mmca}$

Tramo 3' – 4': $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,229 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,5
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,64

$\Delta P = 1,712 \text{ mmca}$

Tramo C – 4': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,076 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

$\Delta P = 1,135 \text{ mmca}$

**Tramo 4' – 5':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,274 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
2 Curvas de 90°	1
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	2,14

 $\Delta P = 8,197 \text{ mmca}$ **Tramo B – 5':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,173 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

 $\Delta P = 5,879 \text{ mmca}$ **Tramo 5' – 6':** $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,248 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

 $\Delta P = 0,439 \text{ mmca}$ **Tramo A – 6':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,173 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	4,25

 $\Delta P = 6,490 \text{ mmca}$



Tramo 6' – Caldera: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,316 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,55
Válvula de paso	1,10
TOTAL	1,65

$$\Delta P = 8,406 \text{ mmca}$$

3.2.3.9. VIVIENDA I (PRIMERA PLANTA)

Tramo A – 1: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,057 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
TOTAL	6,25

$$\Delta P = 1,036 \text{ mmca}$$

Tramo 1 – 2: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,057 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
2 Curvas de 90°	0,8
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,94

$$\Delta P = 0,322 \text{ mmca}$$

Tramo B – 2: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,198 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
TOTAL	5,85

$$\Delta P = 11,701 \text{ mmca}$$



Tramo 2 – 3: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,151 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
3 Curvas de 90°	1,5
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	1,64

$\Delta P = 1,908 \text{ mmca}$

Tramo C – 3: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 5,033 \text{ mmca}$

Tramo 3 – 4: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,224 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

$\Delta P = 0,358 \text{ mmca}$

Tramo D – 4: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,114 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 4,542 \text{ mmca}$



Tramo 4 - 5: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,292 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
5 Curvas de 90°	2,5
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,64

$\Delta P = 15,835 \text{ mmca}$

Tramo E - 5: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,149 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 7,759 \text{ mmca}$

Tramo 5 - 6: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,251 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

$\Delta P = 0,450 \text{ mmca}$

Tramo F - 6: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 5,374 \text{ mmca}$



Tramo 6 – Caldera: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,299 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Caldera	2,5
3 Curvas de 90°	1,65
Válvula de paso	1,10
TOTAL	5,25

$\Delta P = 23,947 \text{ mmca}$

Tramo F – 1': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
TOTAL	3,25

$\Delta P = 2,550 \text{ mmca}$

Tramo 1' – 2': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,14

$\Delta P = 0,894 \text{ mmca}$

Tramo E – 2': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,149 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
TOTAL	2,85

$\Delta P = 3,228 \text{ mmca}$

**Tramo 2' – 3':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,161 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
6 Curvas de 90°	3
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	3,14

 $\Delta P = 4,153 \text{ mmca}$ **Tramo D – 3':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,114 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

 $\Delta P = 2,553 \text{ mmca}$ **Tramo 3' – 4':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,229 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

 $\Delta P = 0,375 \text{ mmca}$ **Tramo C – 4':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

 $\Delta P = 3,020 \text{ mmca}$

**Tramo 4' – 5':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,302 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
3 Curvas de 90°	1,5
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	2,64

 $\Delta P = 12,285 \text{ mmca}$ **Tramo B – 5':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,198 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

 $\Delta P = 7,701 \text{ mmca}$ **Tramo 5' – 6':** $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,277 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
2 Curvas de 90°	1,10
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	1,24

 $\Delta P = 4,854 \text{ mmca}$ **Tramo A – 6':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,057 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	4,25

 $\Delta P = 0,705 \text{ mmca}$



Tramo 6' – Caldera: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,299 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
3 Curvas de 90°	1,65
Válvula de paso	1,10
TOTAL	2,75

$$\Delta P = 12,544 \text{ mmca}$$

3.2.3.10. VIVIENDA J (PRIMERA PLANTA)

Tramo A – 1: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,149 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
TOTAL	6,25

$$\Delta P = 7,079 \text{ mmca}$$

Tramo 1 – 2: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,149 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
2 Curvas de 90°	0,8
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,94

$$\Delta P = 2,197 \text{ mmca}$$

Tramo B – 2: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,099 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
TOTAL	6,25

$$\Delta P = 3,125 \text{ mmca}$$



Tramo 2 – 3: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,146 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

$\Delta P = 0,152 \text{ mmca}$

Tramo C – 3: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,057 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	7,25

$\Delta P = 1,202 \text{ mmca}$

Tramo 3 – 4: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,180 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
5 Curvas de 90°	2,5
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	2,64

$\Delta P = 4,364 \text{ mmca}$

Tramo D – 4: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,149 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 7,759 \text{ mmca}$



Tramo 4 - 5: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,268 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

$\Delta P = 0,513 \text{ mmca}$

Tramo E - 5: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,133 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 6,182 \text{ mmca}$

Tramo 5 - 6: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,347 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
5 Curvas de 90°	2,5
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,64

$\Delta P = 22,362 \text{ mmca}$

Tramo F - 6: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,173 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 10,460 \text{ mmca}$



Tramo 6 - 7: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,297 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

$\Delta P = 0,630 \text{ mmca}$

Tramo G - 7: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,099 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 3,425 \text{ mmca}$

Tramo 7 - Caldera: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,335 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Caldera	2,5
2 Curvas de 90°	1,10
Válvula de paso	1,10
TOTAL	4,7

$\Delta P = 26,911 \text{ mmca}$

Tramo G - 1': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,099 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
3 Curvas de 90°	1,2
TOTAL	3,65

$\Delta P = 1,825 \text{ mmca}$



Tramo 1' – 2': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,099 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,14

$\Delta P = 0,570 \text{ mmca}$

Tramo F – 2': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,173 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
TOTAL	2,85

$\Delta P = 4,352 \text{ mmca}$

Tramo 2' – 3': $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,161 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
4 Curvas de 90°	2
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	2,14

$\Delta P = 2,830 \text{ mmca}$

Tramo E – 3': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,133 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

$\Delta P = 3,475 \text{ mmca}$

**Tramo 3' – 4':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,240 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

 $\Delta P = 0,411 \text{ mmca}$ **Tramo D – 4':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,149 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

 $\Delta P = 4,361 \text{ mmca}$ **Tramo 4' – 5':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,328 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
5 Curvas de 90°	2,5
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,64

 $\Delta P = 19,980 \text{ mmca}$ **Tramo C – 5':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,057 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	4,25

 $\Delta P = 0,705 \text{ mmca}$

**Tramo 5' – 6':** $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,239 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

 $\Delta P = 0,816 \text{ mmca}$ **Tramo B – 6':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,099 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	4,25

 $\Delta P = 2,125 \text{ mmca}$ **Tramo 6' – 7':** $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,277 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,55
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,69

 $\Delta P = 2,701 \text{ mmca}$ **Tramo A – 7':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,149 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

 $\Delta P = 4,361 \text{ mmca}$



Tramo 7' – Caldera: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,335 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
2 Curvas de 90°	1,10
Válvula de paso	1,10
TOTAL	2,2

$\Delta P = 12,597 \text{ mmca}$

3.2.3.11. VIVIENDA K (PRIMERA PLANTA)

Tramo A – 1: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,223 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
TOTAL	6,25

$\Delta P = 15,857 \text{ mmca}$

Tramo 1 – 2: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,223 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,14

$\Delta P = 2,892 \text{ mmca}$

Tramo B – 2: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,038 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
TOTAL	5,85

$\Delta P = 0,431 \text{ mmca}$



Tramo 2 – 3: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,154 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

$\Delta P = 0,169 \text{ mmca}$

Tramo C – 3: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,038 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 0,504 \text{ mmca}$

Tramo 3 – 4: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,177 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
2 Curvas de 90°	1
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	1,14

$\Delta P = 1,822 \text{ mmca}$

Tramo D – 4: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,074 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 1,914 \text{ mmca}$



Tramo 4 - 5: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,221 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
3 Curvas de 90°	1,5
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	1,64

$\Delta P = 4,087 \text{ mmca}$

Tramo E - 5: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,149 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 7,759 \text{ mmca}$

Tramo 5 - 6: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,309 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,5
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,64

$\Delta P = 7,989 \text{ mmca}$

Tramo F - 6: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,114 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	7,25

$\Delta P = 4,807 \text{ mmca}$



Tramo 6 - 7: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,248 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
3 Curvas de 90°	1,65
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	1,79

$\Delta P = 5,617 \text{ mmca}$

Tramo G - 7: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,074 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	7,25

$\Delta P = 2,026 \text{ mmca}$

Tramo 7 - Caldera: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,277 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Caldera	2,5
2 Curvas de 90°	1,10
Válvula de paso	1,10
TOTAL	4,7

$\Delta P = 18,399 \text{ mmca}$

Tramo G - 1': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,074 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
TOTAL	3,25

$\Delta P = 0,908 \text{ mmca}$

**Tramo 1' – 2':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,074 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
4 Curvas de 90°	1,6
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	1,74

 $\Delta P = 0,486 \text{ mmca}$ **Tramo F – 2':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,114 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
TOTAL	2,85

 $\Delta P = 1,890 \text{ mmca}$ **Tramo 2' – 3':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,188 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,4
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,54

 $\Delta P = 2,777 \text{ mmca}$ **Tramo E – 3':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,149 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
TOTAL	2,85

 $\Delta P = 3,228 \text{ mmca}$

**Tramo 3' – 4':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,199 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
4 Curvas de 90°	2
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	2,14

 $\Delta P = 4,324 \text{ mmca}$ **Tramo D – 4':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,074 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

 $\Delta P = 1,076 \text{ mmca}$ **Tramo 4' – 5':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,243 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
2 Curvas de 90°	1
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	1,14

 $\Delta P = 3,434 \text{ mmca}$ **Tramo C – 5':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,038 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curvas de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

 $\Delta P = 0,284 \text{ mmca}$

**Tramo 5' – 6':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,266 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

 $\Delta P = 0,505 \text{ mmca}$ **Tramo B – 6':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,038 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

 $\Delta P = 0,284 \text{ mmca}$ **Tramo 6' – 7':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,288 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,5
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,64

 $\Delta P = 6,940 \text{ mmca}$ **Tramo A – 7':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,223 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

 $\Delta P = 9,768 \text{ mmca}$



Tramo 7' – Caldera: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,277 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
4 Curvas de 90°	2,20
Válvula de paso	1,10
TOTAL	3,3

$\Delta P = 12,919 \text{ mmca}$

3.2.3.12. VIVIENDA L (PRIMERA PLANTA)

Tramo A – 1: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,173 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
TOTAL	6,25

$\Delta P = 9,544 \text{ mmca}$

Tramo 1 – 2: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,173 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

$\Delta P = 0,214 \text{ mmca}$

Tramo B – 2: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,038 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
TOTAL	5,85

$\Delta P = 0,431 \text{ mmca}$



Tramo 2 – 3: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,211 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,14

$\Delta P = 3,180 \text{ mmca}$

Tramo C – 3: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,038 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
TOTAL	5,85

$\Delta P = 0,431 \text{ mmca}$

Tramo 3 – 4: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,148 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
3 Curvas de 90°	1,5
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	1,64

$\Delta P = 1,833 \text{ mmca}$

Tramo D – 4: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,114 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 4,542 \text{ mmca}$



Tramo 4 - 5: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,215 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,5
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,64

$\Delta P = 1,509 \text{ mmca}$

Tramo E - 5: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,149 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 7,759 \text{ mmca}$

Tramo 5 - 6: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,303 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
2 Curvas de 90°	1
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	1,14

$\Delta P = 17,623 \text{ mmca}$

Tramo F - 6: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,074 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 1,914 \text{ mmca}$



Tramo 6 - 7: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,347 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
3 Curvas de 90°	1,65
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	2,79

$\Delta P = 17,140 \text{ mmca}$

Tramo G - 7: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,074 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 1,913 \text{ mmca}$

Tramo 7 - Caldera: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,258 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Caldera	2,5
3 Curvas de 90°	1,65
Válvula de paso	1,10
TOTAL	5,25

$\Delta P = 17,830 \text{ mmca}$

Tramo G - 1': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,074 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
TOTAL	3,25

$\Delta P = 0,908 \text{ mmca}$



Tramo 1' – 2': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,074 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

$\Delta P = 0,039 \text{ mmca}$

Tramo F – 2': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,074 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
TOTAL	2,85

$\Delta P = 0,796 \text{ mmca}$

Tramo 2' – 3': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,149 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
2 Curvas de 90°	0,8
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,94

$\Delta P = 2,197 \text{ mmca}$

Tramo E – 3': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,149 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
TOTAL	3,25

$\Delta P = 3,681 \text{ mmca}$

**Tramo 3' – 4':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,176 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,5
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,64

 $\Delta P = 1,011 \text{ mmca}$ **Tramo D – 4':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,114 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

 $\Delta P = 2,553 \text{ mmca}$ **Tramo 4' – 5':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,243 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
3 Curvas de 90°	1,5
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	1,64

 $\Delta P = 4,941 \text{ mmca}$ **Tramo C – 5':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,038 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

 $\Delta P = 0,284 \text{ mmca}$

**Tramo 5' – 6':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,266 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

 $\Delta P = 0,505 \text{ mmca}$ **Tramo B – 6':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,038 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

 $\Delta P = 0,284 \text{ mmca}$ **Tramo 6' – 7':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,288 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,5
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,64

 $\Delta P = 6,940 \text{ mmca}$ **Tramo A – 7':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,173 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

 $\Delta P = 5,879 \text{ mmca}$



Tramo 7' – Caldera: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,258 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
2 Curvas de 90°	1,10
Válvula de paso	1,10
TOTAL	2,2

$$\Delta P = 7,471 \text{ mmca}$$

3.2.3.13. VIVIENDA M (PRIMERA PLANTA)

Tramo A – 1: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,198 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
4 Curvas de 90°	1,6
TOTAL	7,05

$$\Delta P = 14,101 \text{ mmca}$$

Tramo 1 – 2: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,198 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,4
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,54

$$\Delta P = 3,080 \text{ mmca}$$

Tramo B – 2: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,152 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
TOTAL	6,25

$$\Delta P = 7,367 \text{ mmca}$$



Tramo 2 – 3: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,207 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

$\Delta P = 0,306 \text{ mmca}$

Tramo C – 3: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,173 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
TOTAL	5,85

$\Delta P = 8,933 \text{ mmca}$

Tramo 3 – 4: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,310 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
5 Curvas de 90°	2,5
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	2,64

$\Delta P = 12,944 \text{ mmca}$

Tramo D – 4: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,038 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 0,505 \text{ mmca}$



Tramo 4 - 5: $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,332 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Curva de 90°	0,5
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,64

$\Delta P = 9,223 \text{ mmca}$

Tramo E - 5: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,038 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 0,505 \text{ mmca}$

Tramo 5 - 6: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,234 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

$\Delta P = 0,391 \text{ mmca}$

Tramo F - 6: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 5,374 \text{ mmca}$



Tramo 6 - 7: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,283 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

$\Delta P = 0,572 \text{ mmca}$

Tramo G - 7: $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,173 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Radiador	3
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	6,85

$\Delta P = 10,460 \text{ mmca}$

Tramo 7 - Caldera: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,350 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Caldera	2,5
Curva de 90°	0,55
Válvula de paso	1,10
TOTAL	4,15

$\Delta P = 25,938 \text{ mmca}$

Tramo G - 1': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,173 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
TOTAL	3,25

$\Delta P = 4,963 \text{ mmca}$



Tramo 1' – 2': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,173 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,14

$\Delta P = 2,138 \text{ mmca}$

Tramo F – 2': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,124 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
TOTAL	3,25

$\Delta P = 31,233 \text{ mmca}$

Tramo 2' – 3': $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,176 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

$\Delta P = 0,221 \text{ mmca}$

Tramo E – 3': $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,038 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curvas de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

$\Delta P = 0,284 \text{ mmca}$

**Tramo 3' – 4':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,198 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	0,14

 $\Delta P = 0,280 \text{ mmca}$ **Tramo D – 4':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,038 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

 $\Delta P = 0,284 \text{ mmca}$ **Tramo 4' – 5':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,221 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
5 Curvas de 90°	2,5
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	2,64

 $\Delta P = 6,579 \text{ mmca}$ **Tramo C – 5':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,173 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

 $\Delta P = 5,879 \text{ mmca}$

**Tramo 5' – 6':** $\varnothing = 13 \times 15;$ $V = 0,323 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Pieza T de paso	0,14
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	1,14

 $\Delta P = 7,452 \text{ mmca}$ **Tramo B – 6':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,152 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
2 Curvas de 90°	0,8
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	4,25

 $\Delta P = 5,010 \text{ mmca}$ **Tramo 6' – 7':** $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,273 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
2 Curvas de 90°	1,10
Pieza T de paso	0,14
TOTAL	1,24

 $\Delta P = 4,715 \text{ mmca}$ **Tramo A – 7':** $\varnothing = 10 \times 12;$ $V = 0,198 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
Llave radiador paso escuadra	2
Codo de 90°	0,45
Curva de 90°	0,4
Unión con aumento de sección	1
TOTAL	3,85

 $\Delta P = 7,701 \text{ mmca}$



Tramo 7' – Caldera: $\varnothing = 16 \times 18;$ $V = 0,350 \text{ m/s}$

Elemento	ϵ
2 Curvas de 90°	1,10
Válvula de paso	1,10
TOTAL	2,2

$$\Delta P = 13,750 \text{ mmca}$$

3.2.4. PÉRDIDAS DE CARGA TOTALES

El proceso de cálculo de las pérdidas de carga totales está detallado en la memoria de este proyecto.

3.2.4.1. VIVIENDA A (PLANTA BAJA)

Tramo	P.C. Unitaria (mmca/m)	Longitud (m)	P.C. Primarias (mmca)	P.C. Secundarias (mmca)	P.C. Totales (mmca)
TUBERÍA DE IDA					
A – 1	1,9	0,62	1,18	3,325	4,505
1 - 2	1,9	2,86	5,43	0,570	6,00
B – 2	6,9	0,67	4,62	11,701	16,321
2 - 3	4	8,83	35,32	1,802	37,122
C – 3	2,9	0,51	1,48	5,374	6,854
3 – 4	7,5	2,04	15,3	0,443	15,743
D – 4	1,9	0,76	1,44	3,625	5,065
4 - 5	11	3,00	33	0,678	33,678
E - 5	0,8	0,38	0,304	1,135	1,435
5 - Caldera	13,8	2,38	32,84	27,290	60,13
TUBERÍA DE RETORNO					
E – 1'	0,8	0,52	0,42	0,539	0,959
1' – 2'	0,8	3,14	2,51	0,090	2,6
D – 2'	2	0,35	0,7	1,425	2,125
2' – 3'	4,5	2,37	10,67	1,415	12,085
C – 3'	2,9	0,35	1,02	2,236	3,256
3' – 4'	3,8	8,77	33,33	1,583	34,913
B – 4'	7,1	0,82	5,82	7,701	13,521
4' – 5'	9,9	2,37	23,46	0,572	24,032
A – 5'	2	1,22	2,44	2,125	4,565
5' - Caldera	14,1	3,16	44,56	12,459	57,019
TOTAL					341,928



El recorrido con mayores pérdidas de carga de la instalación de la vivienda A es el correspondiente al **radiador B**, cuyas pérdidas tienen un valor de **245,566 mmca**.

3.2.4.2. VIVIENDA B (PLANTA BAJA)

Tramo	P.C. Unitaria (mmca/m)	Longitud (m)	P.C. Primarias (mmca)	P.C. Secundarias (mmca)	P.C. Totales (mmca)
TUBERÍA DE IDA					
A – 1	4,1	0,98	4,02	7,532	11,552
1 – 2	4,1	3,47	14,23	0,159	14,389
B – 2	1,9	0,77	1,46	2,925	4,525
2 – 3	9,4	4,95	46,53	8,218	54,748
C – 3	0,8	1,31	1,05	1,036	2,086
3 – 4	4,3	5,16	22,19	1,884	24,074
D – 4	0,4	0,52	0,21	0,505	0,715
4 – 5	5,5	7,24	39,82	2,397	42,217
E – 5	3,7	0,63	2,33	10,460	12,79
5 – 6	11,5	0,53	6,1	5,411	11,511
F – 6	1,9	0,25	0,48	3,425	3,905
6 - Caldera	5,7	1,59	9,06	12,196	21,256
TUBERÍA DE RETORNO					
F – 1'	2	0,87	1,74	1,285	3,025
1' – 2'	2	1,22	2,44	0,570	3,01
E – 2'	3,8	0,94	3,57	4,352	7,922
2' – 3'	4	6,26	25,04	1,852	26,892
D – 3'	0,4	0,67	0,27	0,284	0,554
3' – 4'	4,7	4,55	21,39	1,969	23,359
C – 4'	0,8	1,55	1,24	0,704	1,944
4' – 5'	5,9	4,82	28,44	3,940	32,38
B – 5'	2	0,91	1,82	1,925	3,745
5' – 6'	8,5	3,30	28,05	4,431	32,481
A – 6'	4,2	0,69	2,9	4,814	7,714
6' – Caldera	5,9	4,49	26,49	6,465	32,955
TOTAL					379,749

El recorrido con mayores pérdidas de carga de la instalación de la vivienda B es el correspondiente al **radiador B**, cuyas pérdidas tienen un valor de **227,512 mmca**.



3.2.4.3. VIVIENDA C (PLANTA BAJA)

Tramo	P.C. Unitaria (mmca/m)	Longitud (m)	P.C. Primarias (mmca)	P.C. Secundarias (mmca)	P.C. Totales (mmca)
TUBERÍA DE IDA					
A – 1	0,4	0,46	0,18	0,460	0,64
1 – 2	0,4	5,07	2,03	0,040	2,07
B – 2	2,9	1,33	3,86	4,903	8,763
2 – 3	5,1	1,97	10,05	1,526	11,576
C – 3	1,8	0,32	0,58	2,694	3,274
3 – 4	3,2	3,54	11,33	0,754	12,084
D – 4	1,8	0,72	1,3	3,338	4,638
4 – 5	5,8	5,56	32,25	1,413	33,663
E – 5	4,1	0,35	1,44	7,759	9,199
5 – 6	12	5,21	62,52	5,096	67,616
F – 6	2,9	0,35	1,02	5,374	6,394
6 – 7	5,8	1,06	6,15	0,425	6,575
G – 7	3,7	0,35	1,295	10,460	11,76
7 – 8	8,8	9,55	84,04	6,158	90,198
H – 8	0,8	0,67	0,54	1,135	1,675
8 – 9	10,6	2,77	29,36	3,927	33,287
I – 9	2,9	0,37	1,07	5,374	6,444
9 - Caldera	12,9	4,84	62,44	39,087	101,527
TUBERÍA DE RETORNO					
I – 1'	2,9	0,52	1,51	2,550	4,06
1' – 2'	2,9	2,91	8,44	0,397	8,837
H – 2'	0,8	0,82	0,66	0,472	1,132
2' – 3'	6,8	9,28	63,1	3,577	66,677
G – 3'	3,8	0,50	1,9	4,352	6,252
3' – 4'	5,9	0,90	5,31	0,315	5,625
F – 4'	2,9	0,50	1,45	2,829	4,279
4' – 5'	8,8	4,33	38,1	4,658	42,758
E – 5'	4,2	0,50	2,1	4,361	6,461
5' – 6'	15	6,19	92,85	2,113	94,963
D – 6'	1,8	1,43	2,57	1,957	4,527
6' – 7'	7,1	3,79	26,91	2,800	29,71
C – 7'	1,8	0,47	0,85	1,773	2,623
7' – 8'	10,1	1,42	14,34	0,727	15,067
B – 8'	2,9	2,03	5,89	3,334	9,224
8' – 9'	12,2	5,37	65,51	4,742	70,252
A – 9'	0,4	0,61	0,24	0,284	0,524
9' - Caldera	13,2	2,51	33,13	16,379	49,509
TOTAL					833,863



El recorrido con mayores pérdidas de carga de la instalación de la vivienda C es el correspondiente al **radiador G**, cuyas pérdidas tienen un valor de **550,908 mmca**.

3.2.4.4. VIVIENDA D (PLANTA BAJA)

Tramo	P.C. Unitaria (mmca/m)	Longitud (m)	P.C. Primarias (mmca)	P.C. Secundarias (mmca)	P.C. Totales (mmca)
TUBERÍA DE IDA					
A – 1	1,8	2,72	4,9	1,957	6,857
1 – 2	1,8	2,18	3,92	0,041	3,961
B – 2	0,4	0,12	0,05	0,431	0,481
2 – 3	2,6	1,58	4,11	0,756	4,866
C – 3	4,1	2,26	9,27	7,079	16,349
3 – 4	3,2	4,80	15,36	0,784	16,144
D – 4	3,7	0,69	2,55	10,460	13,01
4 – 5	7,8	11,22	87,52	8,966	96,486
E – 5	3,6	0,40	1,44	9,059	10,499
5 – 6	7,9	4,76	37,60	4,854	42,454
F – 6	2,9	0,40	1,16	5,374	6,534
6 – Caldera	9,7	0,50	4,85	22,364	27,214
TUBERÍA DE RETORNO					
F – 1'	2,9	0,70	2,03	2,863	4,893
1' – 2'	2,9	5,09	14,76	1,208	15,968
E – 2'	3,7	0,25	0,93	3,769	4,699
2' – 3'	6,5	10,59	68,84	5,978	74,818
D – 3'	3,8	0,74	2,812	5,879	8,689
3' – 4'	12,5	4,10	51,25	9,503	60,753
C – 4'	4,2	3,04	12,77	4,814	17,584
4' – 5'	8	1,89	15,12	0,560	15,68
B – 5'	0,4	0,27	0,11	0,313	0,423
5' – 6'	8,5	2,17	18,45	0,622	19,072
A – 6'	1,8	2,40	4,32	1,252	5,572
6' – Caldera	9,9	11,80	116,82	20,748	137,568
TOTAL					610,574

El recorrido con mayores pérdidas de carga de la instalación de la vivienda D es el correspondiente al **radiador D**, cuyas pérdidas tienen un valor de **420,926 mmca**.



3.2.4.5. VIVIENDA E (PLANTA BAJA)

Tramo	P.C. Unitaria (mmca/m)	Longitud (m)	P.C. Primarias (mmca)	P.C. Secundarias (mmca)	P.C. Totales (mmca)
TUBERÍA DE IDA					
A – 1	4,1	0,77	3,16	7,079	10,239
1 – 2	4,1	1,71	7,01	1,291	8,301
B – 2	7,8	0,77	6,01	11,701	17,711
2 – 3	5,6	5,70	31,92	1,372	33,292
C – 3	2	0,78	1,56	3,425	4,985
3 – 4	7,9	3,86	30,49	5,832	36,322
D – 4	2,9	0,78	2,26	5,374	7,634
4 – 5	14,8	5,33	78,88	7,160	86,04
E – 5	1,8	1,05	1,89	3,338	5,228
5 – 6	5,8	4,01	23,26	2,380	25,64
F – 6	2,6	0,74	1,924	4,542	6,462
6 - Caldera	8,3	1,5	12,45	22,161	34,661
TUBERÍA DE RETORNO					
F – 1'	2,7	0,89	2,4	2,155	4,555
1' – 2'	2,7	3,5	9,45	0,358	9,858
E – 2'	1,8	0,53	0,95	1,312	2,262
2' – 3'	8,1	5,19	42,04	5,884	47,924
D – 3'	2,9	0,93	2,7	2,236	4,936
3' – 4'	5,7	3,78	21,55	0,737	22,287
C – 4'	2	0,93	1,86	1,925	3,785
4' – 5'	8,4	5,72	48,05	5,484	53,534
B – 5'	8	0,92	7,36	8,501	15,861
5' – 6'	5,6	1,07	5,99	0,432	6,422
A – 6'	4,2	1,40	5,88	4,814	10,694
6' – Caldera	8,5	4,66	39,61	10,373	49,983
TOTAL					508,616

El recorrido con mayores pérdidas de carga de la instalación de la vivienda E es el correspondiente al **radiador B**, cuyas pérdidas tienen un valor de **305,832 mmca**.



3.2.4.6. VIVIENDA F (PRIMERA PLANTA)

Tramo	P.C. Unitaria (mmca/m)	Longitud (m)	P.C. Primarias (mmca)	P.C. Secundarias (mmca)	P.C. Totales (mmca)
TUBERÍA DE IDA					
A – 1	2,8	1,84	5,15	6,797	11,947
1 – 2	2,8	3,81	10,67	0,152	10,822
B – 2	0,8	1,80	1,44	1,202	2,642
2 – 3	4,2	1,67	7,01	0,231	7,241
C – 3	1,8	2,36	4,25	2,137	6,387
3 – 4	6,3	0,71	4,47	0,362	4,832
D – 4	0,8	0,18	0,14	1,135	1,275
4 – 5	8,3	2,49	20,67	0,479	21,149
E – 5	2,9	2,46	7,13	5,688	12,818
5 – 6	13,8	4,77	65,83	12,597	78,427
F – 6	2,9	0,64	1,86	5,688	7,548
6 – 7	6,4	1,55	9,92	0,513	10,433
G – 7	1,9	0,36	0,68	3,425	4,105
7 – 8	9,2	2,51	23,09	0,669	23,759
H – 8	1,9	0,36	0,68	3,425	4,105
8 – 9	11,8	3,25	38,35	4,190	42,54
I – 9	0,8	0,76	0,61	1,135	1,745
9 – 10	12	5,99	71,88	4,742	76,622
J – 10	4,1	0,41	1,68	7,759	9,439
10 - Caldera	15,2	2,45	37,24	43,313	80,553
TUBERÍA DE RETORNO					
J – 1'	4,2	0,56	2,352	3,681	6,031
1' – 2'	4,2	5,45	22,89	0,612	23,502
I – 2'	0,8	0,61	0,488	0,472	0,962
2' – 3'	8,1	3,05	24,71	3,551	28,261
H – 3'	2	0,79	1,58	1,625	3,205
3' – 4'	4,3	2,48	10,66	0,231	10,891
G – 4'	2	0,83	1,66	2,125	3,785
4' – 5'	6,1	2,15	13,12	1,865	14,985
F – 5'	2,9	1,49	4,32	3,334	7,654
5' – 6'	12,1	3,76	45,5	11,920	57,42
E – 6'	2,9	2,87	8,32	3,334	11,654
6' – 7'	5,6	2,88	16,13	0,461	16,591
D – 7'	0,8	0,33	0,26	0,638	0,898
7' – 8'	8,2	0,73	5,99	0,548	6,538
C – 8'	1,8	3,10	5,58	1,252	6,832
8' – 9'	9,4	1,24	11,66	0,669	12,329
B – 9'	0,8	2,36	1,89	0,704	2,594
9' – 10'	12	4,46	53,52	0,773	54,293
A -10'	2,8	2,13	5,96	4,622	10,582
10' - Caldera	16,5	6,32	104,28	12,967	117,247



TOTAL	814,643
--------------	----------------

El recorrido con mayores pérdidas de carga de la instalación de la vivienda F es el correspondiente al **radiador E**, cuyas pérdidas tienen un valor de **543,804 mmca**.

3.2.4.7. VIVIENDA G (PRIMERA PLANTA)

Tramo	P.C. Unitaria (mmca/m)	Longitud (m)	P.C. Primarias (mmca)	P.C. Secundarias (mmca)	P.C. Totales (mmca)
TUBERÍA DE IDA					
A – 1	2,9	0,38	1,1	4,903	6,003
1 – 2	2,9	2,51	7,28	0,894	8,174
B – 2	4	0,38	1,52	9,245	10,765
2 – 3	7,4	5,07	37,52	2,024	39,544
C – 3	1,9	0,89	1,7	3,425	5,115
3 – 4	9,7	5,37	52,09	0,678	52,768
D – 4	1,8	0,53	0,95	2,019	2,969
4 - Caldera	13,4	1,02	13,67	32,423	46,093
TUBERÍA DE RETORNO					
D – 1'	1,8	0,68	1,22	0,958	2,178
1' – 2'	1,8	5,37	9,67	0,159	9,829
C – 2'	2	0,74	1,48	1,425	2,905
2' – 3'	5,8	6,01	34,86	2,406	37,266
B – 3'	4,7	0,23	1,08	6,085	7,165
3' – 4'	9,4	1,95	18,33	0,556	18,886
A – 4'	2,9	0,23	0,67	3,020	3,69
4' - Caldera	13,6	4,67	63,51	17,483	80,993
TOTAL					334,343

El recorrido con mayores pérdidas de carga de la instalación de la vivienda G es el correspondiente al **radiador B**, cuyas pérdidas tienen un valor de **256,214 mmca**.



3.2.4.8. VIVIENDA H (PRIMERA PLANTA)

Tramo	P.C. Unitaria (mmca/m)	Longitud (m)	P.C. Primarias (mmca)	P.C. Secundarias (mmca)	P.C. Totales (mmca)
TUBERÍA DE IDA					
A – 1	3,7	0,38	1,41	9,544	10,954
1 – 2	3,7	4,54	16,8	2,138	18,938
B – 2	3,7	0,38	1,41	8,933	10,343
2 – 3	5,4	5,58	30,13	6,694	36,824
C – 3	1,8	0,50	0,9	2,019	2,919
3 – 4	7,6	4,02	30,55	2,041	32,591
D – 4	2,6	0,43	1,12	4,807	5,927
4 – 5	11,8	3,90	46,02	5,882	51,902
E – 5	4,1	0,74	3,034	7,759	10,789
5 – 6	6,5	3,80	24,7	6,559	31,259
F – 6	2,9	1,05	3,045	5,688	8,738
6 - Caldera	11	3,27	35,97	23,945	59,915
TUBERÍA DE RETORNO					
F – 1'	2,9	1,45	4,205	2,863	7,073
1' – 2'	2,9	4,13	11,98	1,836	13,816
E – 2'	4,2	0,59	2,48	3,228	5,708
2' – 3'	3,4	3,57	12,14	0,185	12,325
D – 3'	2,7	0,91	2,46	2,553	5,013
3' – 4'	6,5	4,49	29,19	1,712	30,902
C – 4'	1,8	0,65	1,17	1,135	2,305
4' – 5'	9,4	5,22	49,07	8,197	57,267
B – 5'	3,8	0,53	2,014	5,879	7,889
5' – 6'	5,7	3,13	17,84	0,439	18,279
A – 6'	3,8	1,94	7,37	6,490	13,86
6' – Caldera	11,3	2,18	24,63	8,406	33,036
TOTAL					488,572

El recorrido con mayores pérdidas de carga de la instalación de la vivienda H es el correspondiente al **radiador D**, cuyas pérdidas tienen un valor de **293,500 mmca**.



3.2.4.9. VIVIENDA I (PRIMERA PLANTA)

Tramo	P.C. Unitaria (mmca/m)	Longitud (m)	P.C. Primarias (mmca)	P.C. Secundarias (mmca)	P.C. Totales (mmca)
TUBERÍA DE IDA					
A – 1	0,8	0,37	0,3	1,036	1,336
1 – 2	0,8	7,22	5,78	0,322	6,102
B – 2	7,8	0,85	6,63	11,701	18,331
2 – 3	3,1	7,42	23,00	1,908	24,908
C – 3	2,9	0,46	1,33	5,033	6,363
3 – 4	6,3	2,13	13,42	0,358	13,778
D – 4	2,6	0,46	1,20	4,542	5,742
4 – 5	9,7	16,31	158,21	15,835	174,045
E – 5	4,1	0,48	1,97	7,759	9,729
5 – 6	5,9	2,44	14,40	0,450	14,85
F – 6	2,9	0,48	1,39	5,374	6,764
6 - Caldera	9,2	1,08	9,94	23,947	33,887
TUBERÍA DE RETORNO					
F – 1'	2,9	0,63	1,827	2,250	4,077
1' – 2'	2,9	2,52	7,308	0,894	8,202
E – 2'	4,2	6,26	26,292	3,228	29,52
2' – 3'	3,4	15,41	52,394	4,153	56,547
D – 3'	2,7	0,61	1,647	2,553	4,2
3' – 4'	6,5	2,05	13,325	0,375	13,7
C – 4'	2,9	0,61	1,769	3,020	4,789
4' – 5'	12,2	7,36	89,792	12,285	102,077
B – 5'	8	1,00	8	7,701	15,701
5' – 6'	7,4	5,64	41,736	4,854	46,59
A – 6'	0,8	1,92	1,536	0,705	2,241
6' – Caldera	9,4	5,17	48,598	12,544	61,142
TOTAL					664,621

El recorrido con mayores pérdidas de carga de la instalación de la vivienda I es el correspondiente al **radiador C**, cuyas pérdidas tienen un valor de **457,521 mmca**.



3.2.4.10. VIVIENDA J (PRIMERA PLANTA)

Tramo	P.C. Unitaria (mmca/m)	Longitud (m)	P.C. Primarias (mmca)	P.C. Secundarias (mmca)	P.C. Totales (mmca)
TUBERÍA DE IDA					
A – 1	4,1	0,77	3,16	7,079	10,239
1 – 2	4,1	4,98	20,42	3,197	23,617
B – 2	1,9	1,33	2,53	3,125	5,655
2 – 3	2,8	3,42	9,58	0,152	9,732
C – 3	0,8	1,12	0,9	1,202	2,102
3 – 4	3,7	10,97	40,59	4,364	44,954
D – 4	4,1	0,53	2,17	7,759	9,929
4 – 5	9,6	3,93	37,73	0,513	38,243
E – 5	3,6	0,53	1,91	6,182	8,092
5 – 6	13,8	16,44	226,87	22,362	249,232
F – 6	3,7	0,84	3,11	10,460	13,57
6 – 7	8,3	0,53	4,4	0,630	5,03
G – 7	1,9	0,35	0,67	3,425	4,095
7 - Caldera	9,2	3,71	34,13	26,911	61,041
TUBERÍA DE RETORNO					
G – 1'	2	0,97	1,94	1,825	3,765
1' – 2'	2	1,22	2,44	0,570	3,01
F – 2'	3,8	1,14	4,33	4,352	8,682
2' – 3'	3,4	15,56	52,9	2,830	55,73
E – 3'	3,7	0,68	2,52	3,475	5,995
3' – 4'	2,5	3,85	9,63	0,411	10,041
D – 4'	4,2	0,68	2,86	4,361	7,221
4' – 5'	4,5	10,12	45,54	19,980	65,52
C – 5'	0,8	1,66	1,33	0,705	2,035
5' – 6'	5,7	3,42	19,49	0,816	20,306
B – 6'	2	1,96	3,92	2,125	6,045
6' – 7'	7	4,97	34,79	2,701	37,491
A – 7'	4,2	1,09	4,58	4,361	8,941
7' - Caldera	9,4	2,93	27,54	12,597	40,137
TOTAL					760,45

El recorrido con mayores pérdidas de carga de la instalación de la vivienda J es el correspondiente al **radiador D**, cuyas pérdidas tienen un valor de **534,15 mmca**.



3.2.4.11. VIVIENDA K (PRIMERA PLANTA)

Tramo	P.C. Unitaria (mmca/m)	Longitud (m)	P.C. Primarias (mmca)	P.C. Secundarias (mmca)	P.C. Totales (mmca)
TUBERÍA DE IDA					
A – 1	8,5	0,67	5,7	15,857	21,557
1 – 2	8,5	4,97	42,25	2,892	45,142
B – 2	0,4	0,37	0,15	0,431	0,581
2 – 3	3,2	0,36	1,15	0,169	1,319
C – 3	0,4	0,12	0,05	0,504	0,554
3 – 4	3,7	3,38	12,51	1,822	14,332
D – 4	1,2	0,21	0,25	1,914	2,164
4 – 5	6,1	6,13	37,39	4,087	41,477
E – 5	4,1	0,20	0,82	7,759	8,579
5 – 6	12	4,25	51	7,989	58,989
F – 6	2,6	0,55	1,43	4,807	6,237
6 – 7	5,5	6,45	35,48	5,617	41,097
G – 7	1,2	0,33	0,4	2,026	2,426
7 - Caldera	6,8	0,95	6,46	18,399	24,859
TUBERÍA DE RETORNO					
G – 1'	1,2	0,38	0,46	0,908	1,368
1' – 2'	1,2	3,58	4,3	0,486	4,786
F – 2'	2,7	0,21	0,57	1,890	2,46
2' – 3'	6,6	3,42	22,57	2,77	25,34
E – 3'	4,2	0,35	1,47	3,228	4,698
3' – 4'	5,5	6,27	34,49	4,324	38,814
D – 4'	1,2	0,36	0,43	1,076	1,506
4' – 5'	7,1	3,30	23,43	4,434	27,864
C – 5'	0,4	0,27	0,11	0,284	0,394
5' – 6'	9,4	0,36	3,38	0,505	3,885
B – 6'	0,4	0,52	0,21	0,284	0,494
6' – 7'	10,3	5,65	58,2	6,940	65,14
A – 7'	8,7	0,41	3,57	9,768	13,338
7' - Caldera	7	9,63	67,41	12,919	80,329
TOTAL					539,729

El recorrido con mayores pérdidas de carga de la instalación de la vivienda K es el correspondiente al **radiador E**, cuyas pérdidas tienen un valor de **354,254 mmca**.



3.2.4.12. VIVIENDA L (PRIMERA PLANTA)

Tramo	P.C. Unitaria (mmca/m)	Longitud (m)	P.C. Primarias (mmca)	P.C. Secundarias (mmca)	P.C. Totales (mmca)
TUBERÍA DE IDA					
A – 1	3,7	0,78	2,89	9,544	12,434
1 – 2	3,7	3,92	14,50	0,214	14,714
B – 2	0,4	1,25	0,5	0,431	0,931
2 – 3	4,6	1,41	6,49	3,180	9,67
C – 3	0,4	1	0,4	0,431	0,831
3 – 4	2,9	7,42	21,52	1,833	23,353
D – 4	2,6	0,38	0,99	4,542	5,532
4 – 5	5,9	2,59	15,28	1,509	16,789
E – 5	4,1	0,18	0,74	7,759	8,499
5 – 6	9,2	5,65	51,98	17,623	69,603
F – 6	1,2	0,18	0,22	1,914	2,134
6 – 7	13,8	1,86	25,67	17,140	42,81
G – 7	1,2	0,18	0,22	1,913	2,133
7 - Caldera	5,9	1,18	6,96	17,830	24,79
TUBERÍA DE RETORNO					
G – 1'	1,2	0,33	0,4	0,908	1,308
1' – 2'	1,2	1,86	2,23	0,039	2,269
F – 2'	1,2	0,33	0,4	0,796	1,196
2' – 3'	4,3	5,26	22,62	2,197	24,817
E – 3'	4,2	0,66	2,77	3,681	6,451
3' – 4'	3,8	2,62	9,96	1,011	10,971
D – 4'	2,7	0,23	0,62	2,553	3,173
4' – 5'	7,8	7,1	55,38	4,941	60,321
C – 5'	0,4	1,15	0,46	0,284	0,744
5' – 6'	9,2	1,41	12,97	0,505	13,475
B – 6'	0,4	1,40	0,56	0,284	0,844
6' – 7'	9,9	4,80	47,52	6,940	54,46
A – 7'	3,8	0,15	0,57	5,879	6,449
7' - Caldera	6	9,05	54,3	7,471	61,771
TOTAL					482,472

El recorrido con mayores pérdidas de carga de la instalación de la vivienda L es el correspondiente al **radiador E**, cuyas pérdidas tienen un valor de **353,151 mmca**.



3.2.4.13. VIVIENDA M (PRIMERA PLANTA)

Tramo	P.C. Unitaria (mmca/m)	Longitud (m)	P.C. Primarias (mmca)	P.C. Secundarias (mmca)	P.C. Totales (mmca)
TUBERÍA DE IDA					
A – 1	7,8	3,51	27,38	14,101	41,481
1 – 2	7,8	4,32	33,7	3,080	36,78
B – 2	4,4	0,62	2,73	7,367	10,097
2 – 3	5,7	4,19	23,88	0,3606	24,241
C – 3	3,7	0,83	3,07	8,933	12,003
3 – 4	11,2	13,50	151,2	12,944	164,144
D – 4	0,4	0,48	0,19	0,505	0,695
4 – 5	13,8	1,41	19,46	9,223	28,683
E – 5	0,4	0,72	0,29	0,505	0,795
5 – 6	5,4	3,17	17,12	0,391	17,511
F – 6	2,9	0,55	1,6	5,374	6,974
6 – 7	7,1	3,21	22,79	0,572	23,362
G – 7	3,7	0,51	1,89	10,460	12,35
7 - Caldera	12	5,59	67,08	25,938	93,018
TUBERÍA DE RETORNO					
G – 1'	3,8	0,66	2,51	4,963	7,473
1' – 2'	3,8	2,80	10,64	2,138	12,778
F – 2'	2,9	0,96	2,78	31,233	34,013
2' – 3'	4,1	3,18	13,04	0,221	13,261
E – 3'	0,4	0,57	0,23	0,284	0,514
3' – 4'	5,5	1,41	7,76	0,280	8,04
D – 4'	0,4	0,33	0,13	0,284	0,414
4' – 5'	6,6	12,29	81,11	6,579	87,689
C – 5'	3,8	0,94	3,57	5,879	9,449
5' – 6'	12	3,48	41,76	7,452	49,212
B – 6'	4,4	1,49	6,56	5,010	11,57
6' – 7'	6,8	4,61	31,35	4,715	36,065
A – 7'	8	3,46	27,68	7,701	35,381
7' - Caldera	12,2	1,92	23,42	13,750	37,17
TOTAL					815,163

El recorrido con mayores pérdidas de carga de la instalación de la vivienda M es el correspondiente al **radiador A**, cuyas pérdidas tienen un valor de **501,771 mmca**.

3.2.5. AISLAMIENTO TÉRMICO DE LA INSTALACIÓN

Los espesores mínimos que se han de colocar en las tuberías de la instalación vienen especificados en el apartado IT 1.2.4.2.1. del RITE.



Las especificaciones para el cálculo de los espesores mínimos están más detalladas en la memoria del proyecto.

Como se explica en la memoria el material empleado para el aislamiento es caucho expandido de color negro, cuya conductividad térmica es **0,040 W/mK**.

Atendiendo a la correspondiente tabla de la memoria, y teniendo en cuenta que la temperatura del agua está entre 60 y 100 °C y los diámetros exteriores de las tuberías son inferiores a 35 mm, el espesor mínimo de aislante a colocar en las tuberías es **25 mm**.

3.3. CALDERA

La caldera ha de ser capaz de suministrar la potencia necesaria tanto para abastecer la demanda de calefacción como de agua caliente sanitaria.

El dimensionado de la caldera se realiza en función del caso más desfavorable del proyecto. El caso más desfavorable se corresponde con el de la vivienda F, puesto que es la que tiene una mayor demanda de potencia para calefacción y además es la vivienda con mayor demanda de A.C.S.

Por lo tanto la potencia mínima que ha de tener la caldera (P_c) ha de ser suficiente como para cubrir la demanda de calefacción y el 100% de la demanda de A.C.S. aunque tenga contribución solar.

A continuación se procede al cálculo de la potencia necesaria de la caldera para el caso más desfavorable (vivienda F):

La potencia que suministran los radiadores es la siguiente:

$$P_{\text{radiadores}} = 7150,71 \text{ W}$$

La potencia necesaria para cubrir el 100 % de la demanda de A.C.S. es la siguiente:

$$P_{\text{ACS}} = 17445,83 \text{ W}$$

Por lo tanto la potencia mínima que ha de tener la caldera es la siguiente:

$$P_c = 24596,54 \text{ W (24,60 KW)}$$

Se elige una caldera mural estanca. El modelo elegido es **NOVANOX 28/28 F de la marca BAXIROCA**. Esta caldera tiene una potencia de 28 KW con lo que basta para cubrir la demanda energética de calefacción y A.C.S.



3.3.1. CHIMENEA

Las normas que ha de cumplir la chimenea se exponen en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), en la instrucción técnica IT 1.3.4.1.3. Chimeneas.

Se opta por una chimenea circular de acero inoxidable de **125 mm de diámetro**. El aislante térmico de la chimenea es lana mineral de **30 mm de espesor**.

3.4. VASO DE EXPANSIÓN

El dimensionado del vaso de expansión se realiza teniendo en cuenta la cantidad total de agua existente en el circuito. Se calcula para el caso más desfavorable, que se corresponde con el de la **vivienda F** del edificio. El volumen total es el siguiente:

$$V_{\text{agua}} = V_{\text{tuberías}} + V_{\text{radiadores}} + V_{\text{caldera}}$$

Una vez calculado este volumen se halla el volumen del vaso de expansión mediante las siguientes expresiones:

$V_u = V_a \cdot V_n$: siendo V_u (l) el volumen útil del depósito, V_a (l) el volumen de agua de la instalación, y V_n el coeficiente de dilatación del agua en función de la temperatura media (para 80 °C $V_a = 0,0296$).

$$n = \frac{P_{\text{máx}} - P_{\text{estático}}}{P_{\text{máx}}}; \text{ siendo } n \text{ el coeficiente de utilización.}$$

$$V_t = \frac{V_u}{n}; \text{ siendo } V_t \text{ (l) el volumen total del vaso.}$$

Volumen de las tuberías:

Diámetro interior (mm)	Longitud (m)	Volumen (l)
10	30,77	2,42
13	25,81	3,43
16	31,38	6,31
TOTAL		12,16



Volumen de los radiadores:

Modelo	Volumen elemento (l)	Nº de elementos	Volumen (l)
Calidor 100 (350/100)	0,30	13	3,9
Calidor 100 (500/100)	0,40	34	13,6
TOTAL			17,5

Volumen de la caldera:

$$V_{\text{caldera}} = 3,6 \text{ l}$$

Volumen total de la instalación:

$$V_{\text{agua}} = 33,26 \text{ l}$$

Volumen útil del depósito:

$$V_u = 0,98 \text{ l}$$

Coefficiente de utilización:

$$n = 0,5$$

Volumen total del vaso de expansión:

$$V_t = 1,96 \text{ l}$$

Debido al pequeño tamaño del vaso de expansión, éste se sitúa en el interior de la caldera. El vaso de expansión del que consta la caldera tiene una capacidad de 8/10 l.

4. INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA A.C.S.

4.1. DATOS DE PARTIDA

El edificio objeto del proyecto es un bloque **multifamiliar** que cuenta con 13 viviendas. El edificio está situado en Pamplona (Navarra), cuya altitud de referencia es de **456 m**. La latitud de Pamplona es **42°49' Norte**.



4.2. CIRCUITO PRIMARIO

4.2.1. DEMANDA DE A.C.S.

La demanda de A.C.S. se calcula conforme a lo establecido en el DB-HE del CTE en su Sección HE 4. Las tablas donde se indican el consumo diario de A.C.S. y el número de personas por vivienda están incluidas en la memoria.

Al tener en este proyecto una temperatura de **60 °C** para el agua del acumulador, el consumo diario es el indicado en las tablas mencionadas. El consumo diario de agua caliente sanitaria en este proyecto es de **22 litros A.C.S./día por persona**.

También es necesario hacer una estimación de la ocupación del edificio. Dado que se trata de un edificio de viviendas se considera una ocupación del 100 %. En verano esta ocupación puede disminuir debido a las vacaciones, sin embargo esto no se puede calcular, con lo que se considera que la ocupación del edificio es del 100% todo el año.

El consumo diario de A.C.S. total del edificio se calcula a continuación:

Vivienda	Número de dormitorios	Número de personas	Consumo de A.C.S. (litros A.C.S./día)
Vivienda A	2	3	66
Vivienda B	2	3	66
Vivienda C	3	4	88
Vivienda D	2	3	66
Vivienda E	2	3	66
Vivienda F	4	6	132
Vivienda G	1	1,5	33
Vivienda H	2	3	66
Vivienda I	2	3	66
Vivienda J	3	4	88
Vivienda K	2	3	66
Vivienda L	2	3	66
Vivienda M	2	3	66
TOTAL			935

La contribución solar mínima que ha de proporcionar la instalación depende del consumo de A.C.S. y de la zona climática de la ubicación mediante la tabla incluida en la memoria del proyecto. Pamplona se encuentra en la **zona climática II** y el consumo de agua caliente sanitaria del edificio es de **935 litros A.C.S./día**. Por lo tanto la contribución solar mínima es del **30%**.



4.2.2. DIMENSIONADO DE LOS COLECTORES SOLARES

Para el dimensionado de los colectores solares se utiliza el método F-Chart, que permite realizar el cálculo de la cobertura de un sistema solar y de su rendimiento medio en un largo periodo de tiempo.

La ecuación utilizada en este método puede apreciarse en la siguiente fórmula:

$$f = 1,029 D_1 - 0,065 D_2 - 0,245 D_1^2 + 0,0018 D_2^2 + 0,0215 D_1^3$$

Este método y su secuencia de cálculo viene detallado en la memoria del proyecto.

4.2.2.1. VALORACIÓN DE LAS CARGAS CALORÍFICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE A.C.S.

Las cargas caloríficas determinan la cantidad de calor necesario mensual para calentar el agua destinada a consumo doméstico, calculándose mediante la siguiente expresión:

$Q_a = C_e \cdot C \cdot N \cdot (t_{ac} - t_r)$; siendo Q_a (J/mes) la carga calorífica mensual de calentamiento de A.C.S., C_e (J/kg °C) el calor específico (4187 J/kg °C para el agua), C (l/día) el consumo diario de A.C.S., t_{ac} (°C) la temperatura del agua caliente de acumulación (60 °C en este caso), t_r (°C) la temperatura del agua de red, y N el número de días del mes.

Las cargas caloríficas están calculadas en la tabla que se muestra a continuación:

Mes	Ocupación (%)	Consumo A.C.S. (litros/día)	Consumo A.C.S. (litros/mes)	Tª agua de red (°C)	Carga calorífica (MJ/mes)
Enero	100	935	28985	5	6674,811
Febrero	100	935	26180	6	5919,246
Marzo	100	935	28985	8	6310,730
Abril	100	935	28050	10	5872,268
Mayo	100	935	28985	11	5946,650
Junio	100	935	28050	12	5637,377
Julio	100	935	28985	13	5703,929
Agosto	100	935	28985	12	5825,289
Septiembre	100	935	28050	11	5754,822
Octubre	100	935	28985	10	6068,010
Noviembre	100	935	28050	8	6107,158
Diciembre	100	935	28985	5	6674,811

El consumo anual de energía para la producción de agua caliente sanitaria asciende a un total de **72495,101 MJ/año**.



4.2.2.2. VALORACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE EN LA SUPERFICIE INCLINADA DE LOS CAPTADORES

En la siguiente tabla se muestran los datos sobre la radiación promedio diaria sobre una un metro cuadrado de superficie horizontal y la temperatura ambiente media diaria durante las horas de sol obtenidos de las tablas de CENSOLAR, para el caso de Navarra.

Mes	H (MJ/m ²)	T ^a (°C)
Enero	5	7
Febrero	7,4	7
Marzo	12,3	11
Abril	14,5	13
Mayo	17,1	16
Junio	18,9	20
Julio	20,5	22
Agosto	18,2	23
Septiembre	16,2	20
Octubre	10,2	15
Noviembre	6	10
Diciembre	4,5	8
Año	12,6	14,3

Siendo H (MJ/m²) la radiación diaria sobre la superficie horizontal, y T^a (°C) la temperatura ambiente media diaria.

El factor de corrección k es el resultado del cociente entre la energía total incidente en un día sobre una superficie orientada hacia el ecuador e inclinada un determinado ángulo y la que incide sobre otra horizontal. Para este proyecto se toman los datos de la tabla correspondiente a una latitud de 42° para una inclinación de los colectores de 45° (esta inclinación es la óptima para la demanda energética de invierno). Los valores que toma el factor de corrección k para este caso son los siguientes:

LATITUD: 42°												
Inclinación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
45°	1,43	1,32	1,18	1,04	0,94	0,90	0,94	1,05	1,23	1,43	1,57	1,54



Con estos datos se puede calcular la radiación solar incidente sobre la superficie de los captadores de la instalación:

Mes	H (MJ/m ²)	Factor de corrección k	Radiación solar (MJ/m ²)
Enero	5	1,43	7,15
Febrero	7,4	1,32	9,77
Marzo	12,3	1,18	14,51
Abril	14,5	1,04	15,08
Mayo	17,1	0,94	16,07
Junio	18,9	0,90	17,01
Julio	20,5	0,94	19,27
Agosto	18,2	1,05	19,11
Septiembre	16,2	1,23	19,93
Octubre	10,2	1,43	14,59
Noviembre	6	1,57	9,42
Diciembre	4,5	1,54	6,93

4.2.2.3. CÁLCULO DEL PARÁMETRO D₁

El parámetro D₁ expresa la relación entre la energía absorbida por la placa del captador plano y la carga calorífica total de calentamiento durante un mes:

$$D_1 = \text{Energía absorbida por el captador (E}_a\text{)} / \text{Carga calorífica mensual (Q}_a\text{)}$$

La energía absorbida por el captador viene dada por la siguiente expresión:

$E_a = S_c \cdot F'_r(\tau\alpha) \cdot R_1 \cdot N$; siendo S_c (m²) la superficie del captador, R_1 (MJ/m²) la radiación diaria media incidente sobre la superficie de captación por unidad de área, N el número de días del mes, y $F'_r(\tau\alpha)$ un factor adimensional que viene dado por la siguiente expresión:

$F'_r(\tau\alpha) = F_r(\tau\alpha)_n \cdot [(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n] \cdot (F'_r/F_r)$; siendo $F_r(\tau\alpha)_n$ el factor de eficiencia óptica del captador, es decir, ordenada en el origen de la curva característica del captador (el modelo de captador elegido es el **SOL 250 de la marca BAXIROCA**, cuyo valor del factor es **0,80**), $(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n$ el modificador del ángulo de incidencia (en general se puede tomar como constante 0,96 para una superficie transparente sencilla), y F'_r/F_r el factor de corrección del conjunto captador intercambiador (se recomienda tomar el valor de 0,95).



Mes	E_a/S_c	D_1/S_c
Enero	161,7	0,024
Febrero	199,6	0,034
Marzo	328,2	0,052
Abril	330,1	0,056
Mayo	363,5	0,061
Junio	372,3	0,066
Julio	435,8	0,076
Agosto	432,2	0,074
Septiembre	436,2	0,076
Octubre	319,3	0,053
Noviembre	206,2	0,034
Diciembre	156,7	0,023

Para determinar la superficie de captación necesaria se obtiene de tal manera que se cumpla la contribución solar mínima para la producción de A.C.S. Tal y como indica el CTE en la Sección HE 4 del DB-HE, en este caso la contribución solar mínima para la producción de agua caliente sanitaria ha de ser del 30% (consumo de A.C.S. de 935 l/día y zona climática II). Sin embargo la instalación solar en este proyecto se hace pensando en atender un 40% de la demanda de A.C.S.

Por lo tanto para cubrir la demanda mínima prevista en el proyecto (40%) es necesaria la instalación de **8 colectores planos del modelo SOL 250 de la marca BAXIROCA**. La superficie de apertura (superficie útil) de cada colector es de 2,37 m², con lo que la superficie útil de todos los colectores tiene un total de 18,96 m². La superficie total de cada colector es de 2,51 m², con lo que los 8 colectores suman una superficie de 20,08 m². Estos colectores aportan más del 40% de la demanda energética de A.C.S. en los meses de mayor necesidad de ésta, que además coinciden con los de menor radiación solar incidente, y en los meses de verano pueden hacerse cargo del 100% del consumo energético para la producción de A.C.S.

Mes	E_a (MJ)	D_1
Enero	3065,8	0,455
Febrero	3784,4	0,645
Marzo	6222,7	0,986
Abril	6258,7	1,062
Mayo	6892,0	1,157
Junio	7058,8	1,251
Julio	8262,8	1,441
Agosto	8194,5	1,403
Septiembre	8270,4	1,441
Octubre	6053,9	1,005
Noviembre	3909,6	0,645
Diciembre	2971,3	0,436



4.2.2.4. CÁLCULO DEL PARÁMETRO D_2

El parámetro D_2 expresa la relación entre las pérdidas de energía del captador, para una determinada temperatura, y la carga calorífica de calentamiento durante un mes:

$$D_2 = \text{Energía perdida por el captador (} E_p \text{)} / \text{Carga calorífica mensual (} Q_a \text{)}$$

La energía perdida por el captador viene dada por la siguiente expresión:

$$E_p = S_c \cdot F'_r \cdot U_L \cdot (100 - t_a) \cdot \Delta t \cdot K_1 \cdot K_2$$

Siendo:

S_c (m^2) la superficie del captador.

$F'_r \cdot U_L = F_r \cdot U_L \cdot (F'_r / F_r)$; siendo $F_r \cdot U_L$ la pendiente de la curva característica del captador (coeficiente global de pérdidas del captador). El valor que tiene es $3,648 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ para el modelo de colector elegido. Para (F'_r / F_r) se recomienda un valor de 0,95.

t_a ($^\circ\text{C}$) la temperatura media mensual ambiente.

Δt (s) el periodo de tiempo considerado.

K_1 el factor de corrección por almacenamiento que se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$K_1 = [\text{kg acumulación} / (75S_c)]^{-0,25} = [1500 / (75 \cdot 18,96)]^{-0,25} = 0,987$$

$$37,5 < (\text{kg acumulación}) / (m^2 \text{ captador}) < 300$$

K_2 el factor de corrección, para A.C.S., que relaciona la temperatura mínima de A.C.S., la del agua de red y la media mensual ambiente, dado por la siguiente expresión:

$$K_2 = \frac{11,6 + 1,18 \cdot t_{ac} + 3,86 \cdot t_r - 2,32 \cdot t_a}{100 - t_a}; \text{ siendo } t_{ac} \text{ (} ^\circ\text{C} \text{) la temperatura mínima del A.C.S.}$$

(60°C), t_r ($^\circ\text{C}$) la temperatura del agua de red, y t_a ($^\circ\text{C}$) la temperatura media mensual del ambiente.



Mes	K ₁	t _a (°C)	t _r (°C)	K ₂	Δt (s)	E _p (MJ)	Q _a (MJ)	D ₂
Enero	0,987	7	5	0,919	28800	159,634	6674,811	0,024
Febrero	0,987	7	6	0,960	32400	187,600	5919,246	0,032
Marzo	0,987	11	8	0,986	32400	184,394	6310,730	0,029
Abril	0,987	13	10	1,044	34200	201,456	5872,268	0,034
Mayo	0,987	16	11	1,044	34200	194,509	5946,650	0,033
Junio	0,987	20	12	1,029	34200	182,585	5637,377	0,032
Julio	0,987	22	13	1,045	34200	180,789	5703,929	0,032
Agosto	0,987	23	12	0,979	34200	167,199	5825,289	0,029
Septiembre	0,987	20	11	0,981	32400	164,907	5754,822	0,029
Octubre	0,987	15	10	1,014	32400	181,107	6068,010	0,030
Noviembre	0,987	10	8	1,001	28800	168,288	6107,158	0,028
Diciembre	0,987	8	5	0,904	27000	145,631	6674,811	0,022

4.2.2.5. DETERMINACIÓN DE LA GRÁFICA f

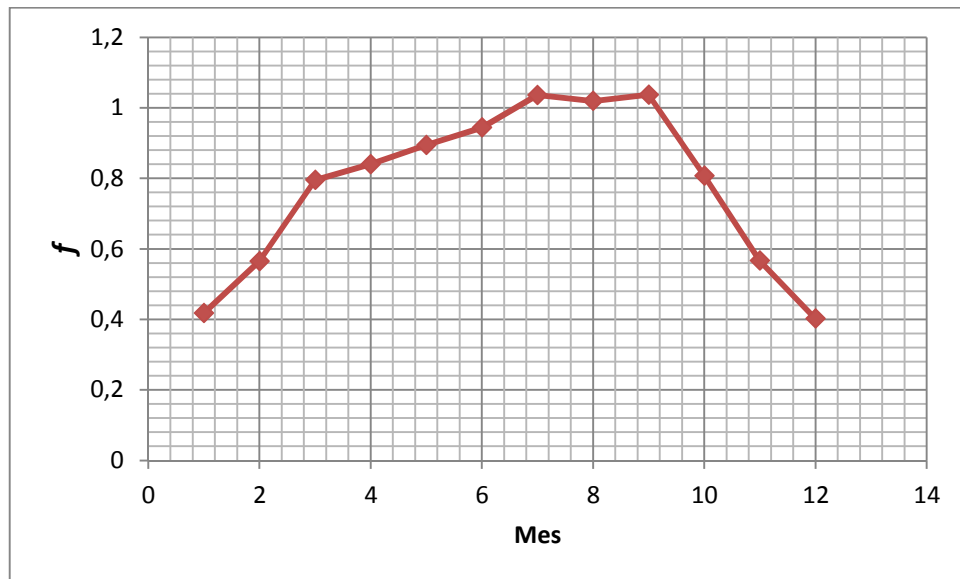
Los valores que toma f se obtienen a partir de los valores de D_1 y D_2 mediante la siguiente ecuación:

$$f = 1,029 D_1 - 0,065 D_2 - 0,245 D_1^2 + 0,0018 D_2^2 + 0,0215 D_1^3$$

A partir de los valores obtenidos mediante esta ecuación se realiza la gráfica de la función.

Mes	D ₁	D ₂	f
Enero	0,455	0,024	0,418
Febrero	0,645	0,032	0,565
Marzo	0,986	0,029	0,795
Abril	1,062	0,034	0,840
Mayo	1,157	0,033	0,894
Junio	1,251	0,032	0,944
Julio	1,441	0,032	1,036
Agosto	1,403	0,029	1,019
Septiembre	1,441	0,029	1,037
Octubre	1,005	0,030	0,807
Noviembre	0,645	0,028	0,566
Diciembre	0,436	0,022	0,402

La gráfica f resultante es la siguiente:



f representa la fracción de la carga calorífica mensual aportada por el sistema de energía solar. Se puede observar que en los meses de verano, la instalación solar aporta la totalidad de la energía necesaria para cubrir la demanda de A.C.S.

4.2.2.6. VALORACIÓN DE LA COBERTURA SOLAR MENSUAL

Con los valores de la función f calculados para cada mes, ya se puede calcular la energía útil captada cada mes. Este cálculo se realiza mediante la siguiente expresión:

$Q_u = f \cdot Q_a$; siendo Q_u (MJ) la energía útil captada cada mes por la instalación, f la función, y Q_a (MJ) la carga calorífica mensual de A.C.S.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Mes	Q_a (MJ)	f	Q_u (MJ)
Enero	6674,811	0,418	2790,071
Febrero	5919,246	0,565	3344,374
Marzo	6310,730	0,795	5017,03
Abril	5872,268	0,840	4932,705
Mayo	5946,650	0,894	5316,305
Junio	5637,377	0,944	5321,684
Julio	5703,929	1,036	5909,27
Agosto	5825,289	1,019	5935,969
Septiembre	5754,822	1,037	5967,75
Octubre	6068,010	0,807	4896,884
Noviembre	6107,158	0,566	3456,651
Diciembre	6674,811	0,402	2683,274



4.2.2.7. VALORACIÓN DE LA COBERTURA SOLAR ANUAL

La relación entre la suma de las coberturas mensuales y la suma de las cargas caloríficas, o necesidades mensuales de calor, determina la cobertura anual del sistema:

$$\text{Cobertura solar anual} = \frac{\sum Q_u \text{ necesaria}}{\sum Q_d \text{ necesaria}}$$

El resultado de la cobertura solar anual es el siguiente:

$$\text{Cobertura solar anual} = 0,7666$$

Por lo tanto la cobertura solar anual que proporciona la instalación es un **76,66%**, lo cual está por encima del mínimo exigido por el CTE en la Sección HE 4 del DB-HE para el consumo de A.C.S. y para la zona climática II (la contribución solar mínima es un 30%).

4.2.3. DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS

Para el circuito primario se utilizan tuberías de cobre debido a sus propiedades. Los detalles están en la memoria del proyecto.

Para el dimensionado de las tuberías del circuito primario se necesitan los datos proporcionados por el fabricante de los colectores solares.

El caudal recomendado por el fabricante de los colectores es de 50 l/m²h.

La superficie útil total de los 8 captadores es de 18,96 m² (2,37 m² cada colector).

Por lo tanto el caudal recomendado para la superficie de colectores de la instalación es el siguiente:

$$Q = 948 \text{ l/h}$$

Respecto a la velocidad de circulación del fluido, para evitar acumulaciones de aire o incrustaciones, y al ser tuberías de cobre, se escoge una velocidad de 0,5 m/s.

Con estos datos se consulta en un diagrama de pérdidas de carga en tubos de cobre y así se obtienen tanto el diámetro de tubería como las pérdidas de carga que se producen en ésta. Los resultados obtenidos son los siguientes:

$$D = 25 \text{ mm}$$

$$\text{Pérdidas de carga} = 12 \text{ mmca/m}$$



4.2.4. AISLAMIENTO TÉRMICO

Los espesores mínimos que se han de colocar en las tuberías de la instalación vienen especificados en el apartado IT 1.2.4.2.1. del RITE.

Las especificaciones para el cálculo de los espesores mínimos están más detalladas en la memoria del proyecto.

Como se explica en la memoria el material empleado para el aislamiento es caucho expandido de color negro, cuya conductividad térmica es **0,040 W/mK**.

Atendiendo a la correspondiente tabla de la memoria, y teniendo en cuenta las temperaturas del agua y que el diámetro exterior de las tuberías es inferior a 35 mm, el espesor mínimo de aislante a colocar en las tuberías es **25 mm**.

Respecto al resto de elementos de la instalación (colectores solares, intercambiador de calor, depósito acumulador), éstos están aislados de fábrica conforme a la normativa.

Las tuberías del circuito secundario y del circuito de distribución están aisladas de la misma manera que las del circuito primario (caucho expandido de color negro con una conductividad térmica de 0,040 W/mK).

4.2.5. FLUIDO CALOPORTADOR

Las condiciones que ha de reunir el fluido de trabajo del circuito primario según el CTE vienen descritas en la memoria del proyecto.

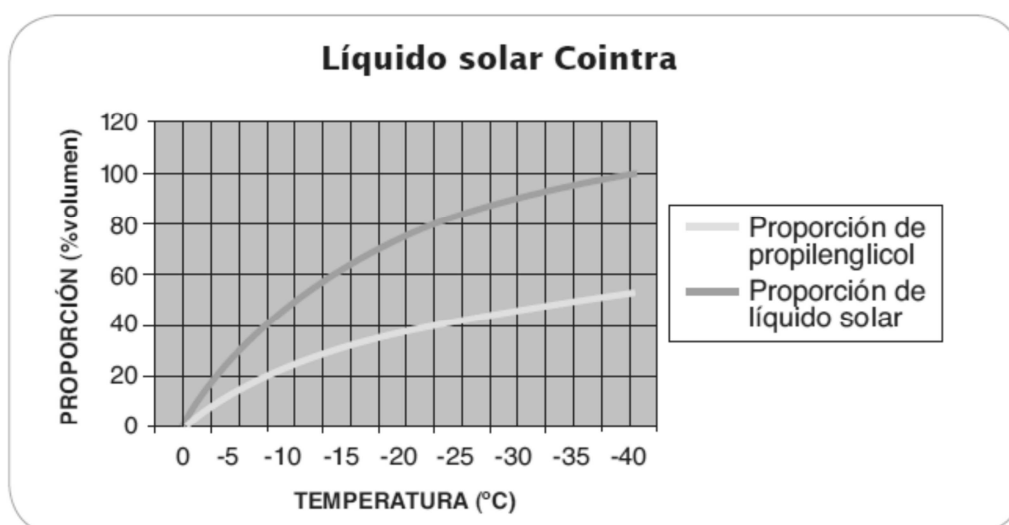
La climatología de Pamplona hace que sea un lugar con un alto riesgo de heladas en invierno. Por eso el fluido caloportador del circuito primario es una mezcla de agua y anticongelante.

La proporción de anticongelante la determina la temperatura mínima que ha de soportar la instalación. El punto de congelación del fluido caloportador ha de ser bajo puesto que ha de soportar una temperatura 5 °C inferior a la temperatura mínima histórica.

En el caso de Pamplona, la temperatura mínima histórica es de -16 °C, por lo que el fluido caloportador ha de soportar una temperatura de -21 °C.

La instalación va a utilizar el líquido solar de la marca COINTRA. Es un líquido con capacidad de protección hasta -38 °C (en función del grado de concentración del producto en la mezcla circulante por el primario). Está compuesto a base de propilenglicol, inhibidores de corrosión, antiespumante, colorante y agua.

Las proporciones adecuadas de la mezcla según la temperatura vienen dadas en la siguiente gráfica y tabla:



Temperatura (°C)								
0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40
Proporción de propilenglicol %								
0	15	25	33	38	42	46	49	53
Proporción de líquido solar %								
0	30	50	65	77	85	91	96	100

El fluido caloportador ha de poder soportar temperaturas de -21 °C. Sin embargo en la tabla no vienen las proporciones a utilizar para dicha temperatura, por lo que se toman las proporciones de la siguiente temperatura indicada, en este caso -25 °C.

Para una temperatura de -25 °C la mezcla a utilizar es de un 85 % de líquido solar y un 15 % de agua. Esta mezcla contiene un 42 % de propilenglicol.

4.2.6. INTERCAMBIADOR DE CALOR

Las condiciones que ha de cumplir el intercambiador de calor de la instalación según el CTE están descritas con detalle en la memoria del proyecto.

El intercambiador de calor elegido para la instalación es un intercambiador de placas.

Según el CTE la potencia mínima del intercambiador de calor se determina mediante la siguiente expresión:

$P \geq 500 \cdot A$, siendo P (W) la potencia mínima del intercambiador, y A (m²) el área de captadores.

El área de captadores de la instalación es 18,96 m².

Por lo tanto la potencia mínima que ha de tener del intercambiador de calor tiene el siguiente valor:

$$P \geq 9480 \text{ W}$$

Teniendo en cuenta el dato de la potencia mínima, se opta por elegir el intercambiador de calor de placas **M 10H de la marca BAXIROCA**. Es un intercambiador que consta de 20 placas cuya potencia es 26,150 KW.

4.2.7. BOMBA DE CIRCULACIÓN

Se ha de elegir una bomba que suministre el caudal calculado anteriormente y que pueda vencer las pérdidas de carga del circuito. Las pérdidas de carga totales son la suma de las pérdidas en los colectores, en las tuberías y en el intercambiador de calor. Las bombas se suelen instalar en las partes frías del circuito. Las condiciones que ha de cumplir la bomba vienen descritas en la memoria del proyecto.

La bomba ha de ser capaz de proporcionar un caudal de **948 l/h**.

Las pérdidas de carga en los colectores vienen dadas por el fabricante en una tabla en función del caudal que circule a través de ellos. La tabla es la siguiente:



Al estar los 8 colectores conectados en paralelo, el caudal que circula por cada colector es 118,5 l/h. Por lo tanto, la pérdida de carga en cada colector es 1377 mmca, es decir, 1,377 mca.



Las pérdidas de carga en las tuberías se han de calcular para el recorrido más desfavorable, ya que los colectores están en paralelo. En este caso el recorrido más desfavorable el correspondiente al colector más alejado del intercambiador.

Se han de calcular tanto las pérdidas primarias como las secundarias. Las pérdidas de carga primarias son aquellas que se producen en los tramos rectos de la tubería. Las pérdidas de carga secundarias son aquellas que corresponden a cambio de dirección, sección o velocidad. Se suelen producir en elementos de la instalación tales como válvulas, codos, tes, etc. En este caso para el cálculo de las pérdidas secundarias se emplea el método de la longitud equivalente.

La pérdida de carga unitaria del circuito es 12 mmca/m.

La longitud total de las tuberías del circuito primario es de 79,43 m.

A continuación se calculan las longitudes equivalentes de los distintos elementos del circuito:

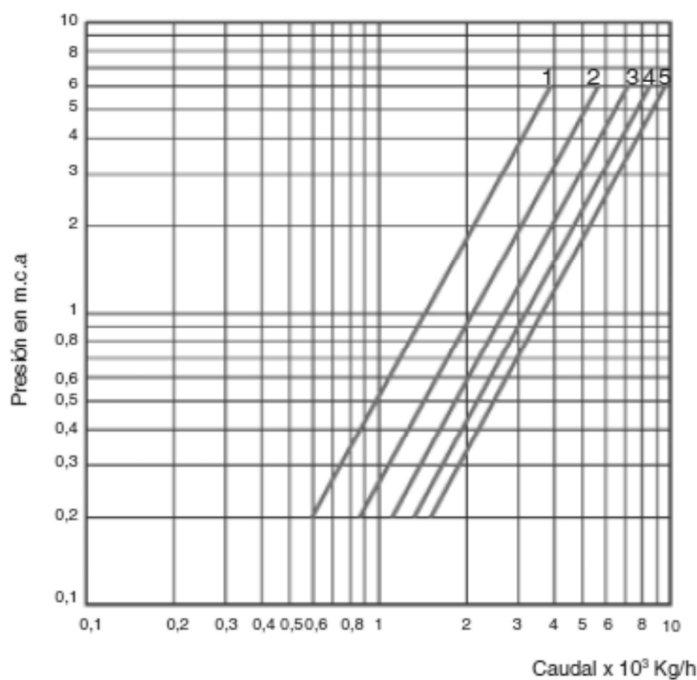
Elemento	Cantidad	Longitud equivalente (m)	Longitud total (m)
Codo de 90°	23	1,06	24,38
Derivación en T	14	0,43	6,02
Válvula de retención	2	4,00	8,00
Filtro	1	0,5	0,5
TOTAL			38,9

Por lo tanto la longitud equivalente total es de 38,90 m.

La longitud total a tener en cuenta a la hora del cálculo es 118,33 m.

Las pérdidas de carga totales (primarias y secundarias) en las tuberías tienen un valor de 1420,0 mmca, es decir, 1,420 mca.

Las pérdidas de carga que se producen en el intercambiador de placas vienen dadas por el fabricante en una tabla en función del caudal que circula a través de él. El intercambiador de calor es el modelo M 10H de 20 placas de la marca BAXIROCA.



- 1 = M10-H de 20 placas
- 2 = M10-H de 30 placas
- 3 = M10-H de 40 placas
- 4 = M10-H de 50 placas
- 5 = M10-H de 60 placas

Con un caudal de 948 l/h, las pérdidas de carga en el intercambiador de calor de la instalación tienen un valor de 470 mmca, es decir, 0,47 mca.

La pérdida de carga total es la suma de todas las pérdidas de carga calculadas anteriormente (colectores, tuberías e intercambiador de calor). Por lo tanto la pérdida de carga del circuito primario tiene un valor de **3267 mmca**, es decir, **3,267 mca**.

Teniendo en cuenta el caudal requerido (948 l/h) por la instalación y las pérdidas de carga que se han de vencer en el circuito primario (3267 mmca), se instala una bomba de circulación modelo **SXM 25 de la marca BAXIROCA**.

4.2.8. VASO DE EXPANSIÓN

El vaso de expansión que se instala en el circuito es un depósito cerrado. Las condiciones que ha de cumplir según el CTE están expuestas en la memoria del proyecto.

El volumen que ha de tener el vaso de expansión para el circuito primario de la instalación solar se calcula mediante la siguiente expresión:

$$V_N = \frac{(V_V + V_2 + z \cdot V_K) \cdot (P_e + 1)}{P_e - P_{st}}$$

Siendo:

V_N (l) el volumen nominal del depósito de expansión.



V_V (l) la reserva de seguridad (medio portador de calor), que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$V_V = 0,05 \cdot V_A; \text{ siendo } V_A \text{ (l) el volumen total de fluido en todo el circuito primario.}$$

V_2 (l) el aumento de volumen al calentarse la instalación, que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$V_2 = \beta \cdot V_A; \text{ siendo } \beta \text{ el coeficiente de expansión para el fluido caloportador } (\beta = 0,15 \text{ en este caso}).$$

z el número de colectores (en este caso 8).

$$V_K \text{ (l) la capacidad de cada colector (en este caso 2,9 l).}$$

P_e (bar) la sobrepresión final admisible, que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$P_e = P_{si} - 0,1 \cdot P_{si}; \text{ siendo } P_{si} \text{ (bar) la presión de escape de la válvula de seguridad (en este caso tiene un valor de 6 bar).}$$

P_{st} (bar) la presión inicial del nitrógeno del depósito de expansión, que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$P_{st} = 1,5 + 0,1 \cdot h; \text{ siendo } h \text{ (m) la altura estática de la instalación (en este caso } h = 11,8 \text{ m).}$$

Ahora se procede al dimensionado del vaso de expansión siguiendo el método descrito:

$$V_A = 63,31 \text{ l}$$

$$V_V = 3,17 \text{ l}$$

$$V_2 = 9,50 \text{ l}$$

$$z \cdot V_K = 23,2 \text{ l}$$

$$P_e = 5,4 \text{ bar}$$

$$P_{st} = 2,68 \text{ bar}$$

Por lo tanto, el volumen nominal del depósito de expansión es el siguiente:

$$V_N = 84,4 \text{ l}$$

Conociendo la capacidad requerida para el vaso de expansión, se elige el **modelo 100 SMR-P de la marca Industrias IBAIONDO S.A.** con una capacidad de 100 l.



4.3. CIRCUITO SECUNDARIO

4.3.1. DEPÓSITO ACUMULADOR

El acumulador que se ha de colocar en la instalación ha de cumplir las condiciones impuestas por el CTE que se describen en la memoria del proyecto.

El dimensionado del depósito se realiza atendiendo a la siguiente expresión:

$V_{sp} = \frac{2 \cdot V_p \cdot P \cdot (t_w - t_k)}{t_{sp} - t_k}$; siendo V_{sp} (l) el volumen mínimo del acumulador, V_p (l) demanda de A.C.S. (l/día·persona), P el número de personas, t_w (°C) la temperatura de A.C.S. en la toma, t_k (°C) la temperatura de agua fría, y t_{sp} (°C) la temperatura de A.C.S. en el acumulador.

Ahora se procede al dimensionado del depósito acumulador siguiendo el método descrito:

$$V_p = 22 \text{ l}$$

$$P = 42,5 \text{ personas}$$

$$t_w = 45 \text{ °C}$$

$$t_k = 5 \text{ °C}$$

$$t_{sp} = 60 \text{ °C}$$

Por lo tanto el volumen mínimo que ha de tener el depósito acumulador es el siguiente:

$$V_{sp} = 1360 \text{ l}$$

Teniendo en cuenta que el volumen mínimo del acumulador ha de ser de 1360 litros, se opta por un depósito con una capacidad de 1500 litros.

Según el CTE se ha de cumplir lo siguiente:

$50 < \frac{V}{A} < 180$; siendo A (m²) la suma de las áreas de los captadores, y V (litros) el volumen del depósito de acumulación solar.

$$V = 1500 \text{ l}$$

$$A = 18,96 \text{ m}^2$$

$$\frac{V}{A} = 79,11$$

Tal y como se puede observar se cumple el requisito exigido por el CTE.



Teniendo en cuenta que la capacidad mínima del depósito acumulador es de 1360 l, se opta por un **depósito de la Serie DAV de la marca SUICALSA con una capacidad de 1500 litros.**

4.3.2. DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS

Debido a la diferencia entre los calores específicos entre el fluido caloportador y el agua de red, el caudal en el circuito secundario ha de ser aproximadamente un 10 % menor que en el circuito primario.

Por lo tanto el caudal aproximado del circuito secundario es de 853 l/h.

Al ser este caudal aproximado al del circuito primario (10 % de diferencia) se opta por unas tuberías de cobre de **25 mm** de diámetro, al igual que en el circuito primario.

La pérdida de carga unitaria es similar en estas tuberías, aunque algo menor al ser el caudal menor que en el circuito primario. Se considera también una pérdida de carga unitaria de **12 mmca/m.**

4.3.3. BOMBA DE CIRCULACIÓN

La bomba de circulación que se escoja ha de ser capaz de impulsar el caudal del circuito secundario venciendo las pérdidas de carga de éste.

El caudal en el circuito secundario es similar al del circuito primario (un 10% menor) y las pérdidas de carga son mucho menores, por lo que si se utiliza una bomba igual que en el circuito primario, ésta cumplirá su cometido sin problemas.

Se instala una bomba de circulación modelo **SXM 25 de la marca BAXIROCA.**

4.4. CIRCUITO DE DISTRIBUCIÓN

4.4.1. CONDICIONES MÍNIMAS DE SUMINISTRO

Las condiciones mínimas de suministro que establece el CTE en la Sección HS 4 (Suministro de Agua) del DB-HS (Salubridad) son las siguientes:

1-. La instalación debe suministrar a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico los caudales que figuran en la tabla que se muestra al final del apartado.

2-. En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:

a) 100 kPa para grifos comunes.



b) 150 kPa para fluxores y calentadores.

3-. La presión en cualquier punto de consumo no debe superar los 500 kPa.

4-. La temperatura de A.C.S. en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50 °C y 65 °C excepto en las instalaciones ubicadas en edificios dedicados a uso exclusivo de vivienda siempre que éstas no afecten al ambiente exterior de dichos edificios.

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

La temperatura de A.C.S. en los puntos de consumo de la instalación de este edificio es de 60 °C, por lo tanto está entre los límites fijados por el CTE.

4.4.2. DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS

El circuito de distribución lo forman varios ramales. El principal elemento es el montante o ascendente, que es la tubería que sale del depósito acumulador y llega hasta las tuberías de reparto. Tras el montante surgen las tuberías de acceso a las viviendas, que van desde el mencionado montante hasta la caldera de cada la vivienda. Por último está el ramal que va desde la caldera de cada vivienda a sus respectivos cuartos húmedos y a los puntos de consumo.

El material elegido para las tuberías que conforman la instalación es el cobre debido a sus propiedades.



Según el CTE en la Sección HS 4 del DB-HS, para realizar el dimensionado de las tuberías se procede de la siguiente manera:

1-. El caudal máximo de cada tramo será la suma de los caudales de los distintos puntos de consumo utilizando los valores que figuran en la tabla del apartado anterior.

2-. Se establece el coeficiente de simultaneidad de acuerdo con un criterio adecuado. Se determina mediante la siguiente expresión:

$$K_A = \frac{1}{\sqrt{n^\circ \text{ aparatos} - 1}}$$

3-. Determinación del caudal de cálculo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad.

4-. Se elige una velocidad de circulación del agua que esté comprendida entre 0,5 m/s y 2 m/s, por tratarse de tuberías metálicas.

5-. Por último se obtiene el diámetro de cada tramo en función del caudal y la velocidad del agua.

4.4.2.1. DIMENSIONADO DE LAS DERIVACIONES A LOS APARATOS

Tal y como establece el CTE en la Sección HS 4 del DB-HS, los ramales de enlace a los aparatos domésticos se dimensionan conforme a lo que se establece en la tabla que se muestra a continuación:

Tabla 4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	1/2	12
Lavabo, bidé	1/2	12
Ducha	1/2	12
Bañera <1,40 m	3/4	20
Bañera >1,40 m	3/4	20
Inodoro con cisterna	1/2	12
Inodoro con fluxor	1- 1 1/2	25-40
Urinario con grifo temporizado	1/2	12
Urinario con cisterna	1/2	12
Fregadero doméstico	1/2	12
Fregadero industrial	3/4	20
Lavavajillas doméstico	1/2 (rosca a 3/4)	12
Lavavajillas industrial	3/4	20
Lavadora doméstica	3/4	20
Lavadora industrial	1	25
Vertedero	3/4	20



Se calcula el diámetro mínimo para el caso más desfavorable que se pueda dar en cuanto a caudal instantáneo mínimo de A.C.S. se refiere. Se calcula para una velocidad de circulación del agua de 1 m/s (ha de estar entre 0,5 m/s y 2 m/s por tratarse de tuberías metálicas).

El diámetro se calcula a partir de las siguientes expresiones:

$Q = V \cdot S$; sabiendo que:

$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$; de donde se deduce el diámetro.

El caso más desfavorable según la tabla del CTE que indica los caudales mínimos de A.C.S. para cada tipo de aparato, se corresponde con la bañera de 1,40 m o más, cuyo caudal mínimo instantáneo de A.C.S. es 0,20 l/s.

$$S = 0,0002 \text{ m}^2$$

Por lo tanto el valor obtenido para el diámetro es el siguiente:

$$D = 15,96 \text{ mm}$$

Sin embargo, este valor del diámetro calculado (15,96 mm) es menor que el valor indicado en la tabla del CTE mostrada anteriormente, ya que el diámetro mínimo del ramal de enlace para bañeras de más de 1,40 m es de 20 mm, por lo que para este caso tomamos un valor del **diámetro de 20 mm**. Por lo tanto para el resto de aparatos se toma el valor del **diámetro que figura en la tabla**.

4.4.2.2. DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS DE LOS CUARTOS HÚMEDOS

El dimensionado de las tuberías de los cuartos húmedos se realiza según el método descrito en el apartado 4.4.2. (Dimensionado de las tuberías). El dimensionado se realiza teniendo en cuenta el cuarto húmedo más desfavorable, que este caso se trata de las cocinas de las viviendas, en las que se encuentran el fregadero, el lavavajillas y la lavadora.

Los pasos a seguir están descritos en el apartado ya mencionado (4.4.2.).

Una vez calculado el diámetro de las tuberías, hay que tener en cuenta los valores mínimos dados por la siguiente tabla en la Sección HS 4 del DB-HS del CTE:



Tabla 4.3 Diámetros mínimos de alimentación

Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	3/4	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	3/4	20
Columna (montante o descendente)	3/4	20
Distribuidor principal	1	25
Alimentación equipos de climatización	< 50 kW	1/2
	50 - 250 kW	3/4
	250 - 500 kW	1
	> 500 kW	1 1/4

Se procede a continuación al dimensionado de las tuberías de los cuartos húmedos:

1-. Primero se calcula el caudal máximo, resultante de la suma de los caudales de los distintos puntos de consumo del cuarto húmedo, cuyo valor figura en la correspondiente tabla expuesta con anterioridad:

Aparato o punto de consumo	Caudal A.C.S. (l/s)
Fregadero	0,10
Lavavajillas	0,10
Lavadora	0,15
TOTAL	0,35

Por lo tanto el caudal máximo tiene un valor de 0,35 l/s.

2-. Se establece el coeficiente de simultaneidad:

El coeficiente de simultaneidad viene dado por la siguiente expresión:

$$K_A = \frac{1}{\sqrt{n^\circ \text{ aparatos} - 1}}$$

El número de aparatos es 3, con lo que el coeficiente de simultaneidad tiene el siguiente valor:

$$K_A = 0,71$$

3-. Se determina el caudal de cálculo, cuyo valor es el siguiente:

$$\text{Caudal de cálculo} = 0,25 \text{ l/s}$$



4-. La velocidad de circulación del agua ha de estar comprendida entre 0,5 m/s y 2 m/s por tratarse de tuberías metálicas, tal y como indica el CTE.

Se elige una velocidad de 1 m/s.

5-. A continuación se obtiene el diámetro en función del caudal de cálculo y la velocidad de circulación del agua, mediante las siguientes expresiones:

$Q = V \cdot S$; sabiendo que:

$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$; de donde se deduce el diámetro.

$Q = 0,25$ l/s

$V = 1$ m/s

$S = 0,00025$ m²

Por lo tanto el valor obtenido para el diámetro es el siguiente:

$D = 17,84$ mm

El diámetro calculado (17,84 mm) es menor que el valor que figura en la tabla del CTE donde se indican los diámetros mínimos para este caso (cuarto húmedo privado: baño aseo, cocina). El valor mínimo del diámetro que indica la tabla es 20 mm, el cual sería correcto, pero con el fin de que sea mayor que la derivación más desfavorable (bañera de más de 1,40 m, cuya derivación tiene un diámetro de 20 mm), se escoge un **diámetro de 22 mm**.

4.4.2.3. DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS DE ACCESO A LAS VIVIENDAS

El dimensionado de las tuberías de acceso las viviendas se realiza según el método descrito en el apartado 4.4.2. (Dimensionado de las tuberías). El dimensionado se realiza teniendo en cuenta el caso más desfavorable, es decir, las viviendas que constan de cocina y 2 baños con lavabo, bañera y bidé.

Los pasos a seguir están descritos en el apartado ya mencionado (4.4.2.).

Una vez calculado el diámetro de las tuberías, hay que tener en cuenta los valores mínimos dados por la correspondiente tabla en la Sección HS 4 del DB-HS del CTE, expuesta en el apartado anterior.

Se procede a continuación al dimensionado de las tuberías de acceso a las viviendas:



1-. Primero se calcula el caudal máximo, resultante de la suma de los caudales de los distintos puntos de consumo de la vivienda, cuyo valor figura en la correspondiente tabla expuesta con anterioridad:

Aparato o punto de consumo	Caudal A.C.S. (l/s)
Fregadero	0,10
Lavavajillas	0,10
Lavadora	0,15
2 Lavabos	0,13
2 Bañeras	0,40
2 Bidés	0,13
TOTAL	1,01

Por lo tanto el caudal máximo tiene un valor de 1,01 l/s.

2-. Se establece el coeficiente de simultaneidad:

El coeficiente de simultaneidad viene dado por la siguiente expresión:

$$K_A = \frac{1}{\sqrt{n^{\circ} \text{ aparatos} - 1}}$$

El número de aparatos es 9, con lo que el coeficiente de simultaneidad tiene el siguiente valor:

$$K_A = 0,35$$

3-. Se determina el caudal de cálculo, cuyo valor es el siguiente:

$$\text{Caudal de cálculo} = 0,35 \text{ l/s}$$

4-. La velocidad de circulación del agua ha de estar comprendida entre 0,5 m/s y 2 m/s por tratarse de tuberías metálicas, tal y como indica el CTE.

Se elige una velocidad de 1 m/s.

5-. A continuación se obtiene el diámetro en función del caudal de cálculo y la velocidad de circulación del agua, mediante las siguientes expresiones:

$$Q = V \cdot S; \text{ sabiendo que:}$$

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4}; \text{ de donde se deduce el diámetro.}$$

$$Q = 0,35 \text{ l/s}$$

$$V = 1 \text{ m/s}$$



$$S = 0,00035 \text{ m}^2$$

Por lo tanto el valor obtenido para el diámetro es el siguiente:

$$D = 21,11 \text{ mm}$$

Por lo tanto, en vista del valor del diámetro calculado (21,11 mm), se opta por colocar las tuberías de acceso a las viviendas con un **diámetro de 25 mm**. El valor mínimo para el diámetro de estas tuberías establecido por el CTE es de 20 mm, con lo que se cumple la norma.

4.4.2.4. DIMENSIONADO DEL MONTANTE

El montante es la tubería que sale del depósito acumulador y se conecta con las tuberías de reparto que llegan hasta cada vivienda.

El dimensionado de las tuberías de acceso las viviendas se realiza según el método descrito en el apartado 4.4.2. (Dimensionado de las tuberías). El dimensionado se realiza teniendo en cuenta los caudales de A.C.S. de cada vivienda.

Los pasos a seguir están descritos en el apartado ya mencionado (4.4.2.).

Una vez calculado el diámetro de las tuberías, hay que tener en cuenta los valores mínimos dados por la correspondiente tabla en la Sección HS 4 del DB-HS del CTE, ya expuesta en un apartado anterior.

1-. Primero se calcula el caudal máximo, resultante de la suma de los caudales de las distintas viviendas. El valor del caudal en los distintos puntos de consumo figura en la correspondiente tabla expuesta con anterioridad:

El caudal máximo de las viviendas que constan de cocina y 2 baños con lavabo, bañera y bidé está ya calculado y su valor es 1,01 l/s. De este tipo hay 3 viviendas.

Ahora se procede a calcular los caudales máximos del resto de tipos de vivienda:

Vivienda con cocina y un baño (lavabo y bañera):

Aparato o punto de consumo	Caudal A.C.S. (l/s)
Fregadero	0,10
Lavavajillas	0,10
Lavadora	0,15
Lavabo	0,065
Bañera	0,20
TOTAL	0,615



El caudal máximo de este tipo de viviendas es de 0,615 l/s. Sólo hay una vivienda de este tipo.

Vivienda con cocina y un baño (lavabo, bañera y bidé):

Aparato o punto de consumo	Caudal A.C.S. (l/s)
Fregadero	0,10
Lavavajillas	0,10
Lavadora	0,15
Lavabo	0,065
Bañera	0,20
Bidé	0,065
TOTAL	0,68

El caudal máximo de este tipo de viviendas es de 0,68 l/s. Hay 2 viviendas de este tipo.

Vivienda con cocina y un baño (lavabo, ducha y bidé):

Aparato o punto de consumo	Caudal A.C.S. (l/s)
Fregadero	0,10
Lavavajillas	0,10
Lavadora	0,15
Lavabo	0,065
Ducha	0,10
Bidé	0,065
TOTAL	0,58

El caudal máximo de este tipo de viviendas es de 0,58 l/s. Sólo hay una vivienda de este tipo.

Vivienda con cocina, baño (lavabo, bañera y bidé) y aseo (lavabo):

Aparato o punto de consumo	Caudal A.C.S. (l/s)
Fregadero	0,10
Lavavajillas	0,10
Lavadora	0,15
2 Lavabos	0,13
Bañera	0,20
Bidé	0,065
TOTAL	0,745



El caudal máximo de este tipo de viviendas es de 0,745 l/s. Hay 2 viviendas de este tipo.

Vivienda con cocina y 2 baños (uno con lavabo, bañera y bidé, y otro con lavabo y bañera):

Aparato o punto de consumo	Caudal A.C.S. (l/s)
Fregadero	0,10
Lavavajillas	0,10
Lavadora	0,15
2 Lavabos	0,13
2 Bañeras	0,40
Bidé	0,065
TOTAL	0,945

El caudal máximo de este tipo de viviendas es de 0,945 l/s. Sólo hay una vivienda de este tipo.

Vivienda con cocina y 2 baños (uno con lavabo y ducha, y otro con lavabo, bañera y bidé):

Aparato o punto de consumo	Caudal A.C.S. (l/s)
Fregadero	0,10
Lavavajillas	0,10
Lavadora	0,15
2 Lavabos	0,13
Bañera	0,20
Ducha	0,10
Bidé	0,065
TOTAL	0,845

El caudal máximo de este tipo de viviendas es de 0,845 l/s. Sólo hay una vivienda de este tipo.



Vivienda con cocina, baño (lavabo y bañera) y aseo (lavabo):

Aparato o punto de consumo	Caudal A.C.S. (l/s)
Fregadero	0,10
Lavavajillas	0,10
Lavadora	0,15
2 Lavabos	0,13
Bañera	0,20
TOTAL	0,68

El caudal máximo de este tipo de viviendas es de 0,68 l/s. Hay 2 viviendas de este tipo.

El caudal máximo del montante es la suma de los caudales máximos de todas las viviendas.

Por lo tanto el caudal máximo del montante tiene un valor de 10,225 l/s.

2-. Se establece el coeficiente de simultaneidad:

Al haber tantos aparatos o puntos de consumo, se establece el coeficiente de simultaneidad más bajo que se puede poner. Este coeficiente tiene el siguiente valor:

$$K_A = 0,2$$

3-. Se determina el caudal de cálculo, cuyo valor es el siguiente:

$$\text{Caudal de cálculo} = 2,05 \text{ l/s}$$

4-. La velocidad de circulación del agua ha de estar comprendida entre 0,5 m/s y 2 m/s por tratarse de tuberías metálicas, tal y como indica el CTE.

Se elige una velocidad de 1 m/s.

5-. A continuación se obtiene el diámetro en función del caudal de cálculo y la velocidad de circulación del agua, mediante las siguientes expresiones:

$$Q = V \cdot S; \text{ sabiendo que:}$$

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4}; \text{ de donde se deduce el diámetro.}$$

$$Q = 2,05 \text{ l/s}$$

$$V = 1 \text{ m/s}$$

$$S = 0,00205 \text{ m}^2$$



Por lo tanto el valor obtenido para el diámetro es el siguiente:

$$D = 51,09 \text{ mm}$$

Por lo tanto, en vista del valor del diámetro calculado (51,09 mm), se opta por colocar las tuberías de acceso a las viviendas con un **diámetro de 60 mm**. El valor mínimo para el diámetro de estas tuberías establecido por el CTE es de 25 mm, con lo que se cumple la norma.

4.4.3. CIRCUITO DE RETORNO

Las condiciones para realizar un dimensionado correcto del circuito de retorno están descritas en la Sección HS 4 del DB-HS del CTE (Salubridad). Estas condiciones son las siguientes:

1-. Para determinar el caudal que circulará por el circuito de retorno, se estimará que en el grifo más alejado, la pérdida de temperatura sea como máximo de 3 °C desde la salida del intercambiador o acumulador en su caso.

2-. En cualquier caso no se recircularán menos de 250 l/h en cada columna, si la instalación responde a este esquema, para poder efectuar un adecuado equilibrio hidráulico.

3-. El caudal de retorno se podrá estimar según reglas empíricas de la siguiente forma:

a) considerar que se recircula el 10 % de agua de alimentación, como mínimo. De cualquier forma se considera que el diámetro interior mínimo de la tubería de retorno es de 16 mm.

b) los diámetros en función del caudal recirculado se indican en la siguiente tabla:

Tabla 4.4 Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de ACS

Diámetro nominal de la tubería	Caudal recirculado (l/h)
1/2	140
3/4	300
1	600
1 1/4	1.100
1 1/2	1.800
2	3.300

A continuación se procede al dimensionado del circuito de retorno:

El caudal de agua que circula por el montante es 2,05 l/s, es decir, 7380 l/h.

Por lo tanto si se considera que el caudal de recirculación es el 10% del caudal de alimentación, el caudal de recirculación tiene un valor de 738 l/h (0,205 l/s).



Considerando el caudal de recirculación 738 l/h, la tabla anterior indica que el diámetro de la tubería de retorno ha de tener un diámetro nominal de 1 1/4 pulgadas, es decir 31,75 mm. Por lo tanto se opta por la instalación de una tubería con un **diámetro de 32 mm**.

4.4.4. BOMBA DE CIRCULACIÓN

Para este tipo de instalaciones, el CTE en la Sección HS 4 del DB-HS indica que el equipo de bombeo ha de estar compuesto, como mínimo de dos bombas de iguales prestaciones y funcionamiento, montadas en paralelo.

Estas bombas han de ser capaces de bombear el caudal del circuito de distribución (7380 l/h) y del de retorno (738 l/h) y de vencer las pérdidas de carga que se producen.

Por estas razones se escogen dos bombas para ser instaladas en paralelo del modelo **SXM 40 de la marca BAXIROCA**.

4.4.5. VASO DE EXPANSIÓN

El vaso de expansión del circuito de distribución se calcula mediante el método descrito por la norma UNE 1001157. La expresión que se ha de utilizar para la realización de este cálculo es la siguiente:

$$V_V = C_e \cdot C_p \cdot V_0;$$

Siendo:

V_V (l) el volumen mínimo que ha de tener el vaso de expansión.

C_e el coeficiente de expansión, que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C_e = (-33,48 + 0,783 \cdot t) \cdot 10^{-3}; \text{ siendo } t \text{ (}^\circ\text{C)} \text{ la temperatura media del agua (60 }^\circ\text{C)}.$$

C_p que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C_p = \frac{P_M - P_m}{P_M};$$

Siendo:

P_M (bar) la presión máxima en el vaso de expansión. Su valor es el menor de los dos calculados mediante las siguientes expresiones:

$$P_M = 0,9 P_{VS} + 1$$

$P_M = P_{VS} + 0,65$; siendo P_{VS} (bar) la presión de tarado de la válvula de seguridad (en este caso 3 bar).



P_m (bar) la presión mínima en el vaso de expansión.

V_0 (l) el volumen total de agua del circuito de distribución.

A continuación se procede al dimensionado del grupo de presión:

$$C_e = 0,0135$$

$$P_M = 3,7 \text{ bar}$$

$P_M = 3,65 \text{ bar}$ (se escoge este valor por ser el menor de los dos)

$$P_m = 2,2 \text{ bar}$$

$$C_p = 0,397$$

$$V_0 = 352,64 \text{ l}$$

Por lo tanto el volumen mínimo que ha de tener el vaso de expansión es el siguiente:

$$V_v = 1,89 \text{ l}$$

Conociendo la capacidad requerida para el vaso de expansión, se elige el **modelo 5 CMR de la marca Industrias IBAIONDO S.A.** con una capacidad de 5 l.



Pamplona, Noviembre de 2011

Firmado:

Ander Arranz Pozo

(Ingeniero Técnico Industrial)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE
SANITARIA DE UN EDIFICIO DE TRECE VIVIENDAS EN
PAMPLONA

3 PLANOS

Ander Arranz Pozo

Tutor: Faustino Gimena Ramos

Pamplona, Noviembre 2011



ÍNDICE

1. SITUACIÓN DEL EDIFICIO

2. SÓTANO

3. PLANTA BAJA

4. PRIMERA PLANTA

5. CUBIERTA Y HABITACIONES DE LOS DÚPLEX

6. DISTRIBUCIÓN DE CALEFACCIÓN DE LA PLANTA BAJA

7. DISTRIBUCIÓN DE CALEFACCIÓN DEL PRIMER PISO

8. DISTRIBUCIÓN DE CALEFACCIÓN DE LAS HABITACIONES DE LOS DÚPLEX

9. UBICACIÓN DE LOS COLECTORES

10. UBICACIÓN DEL ACUMULADOR

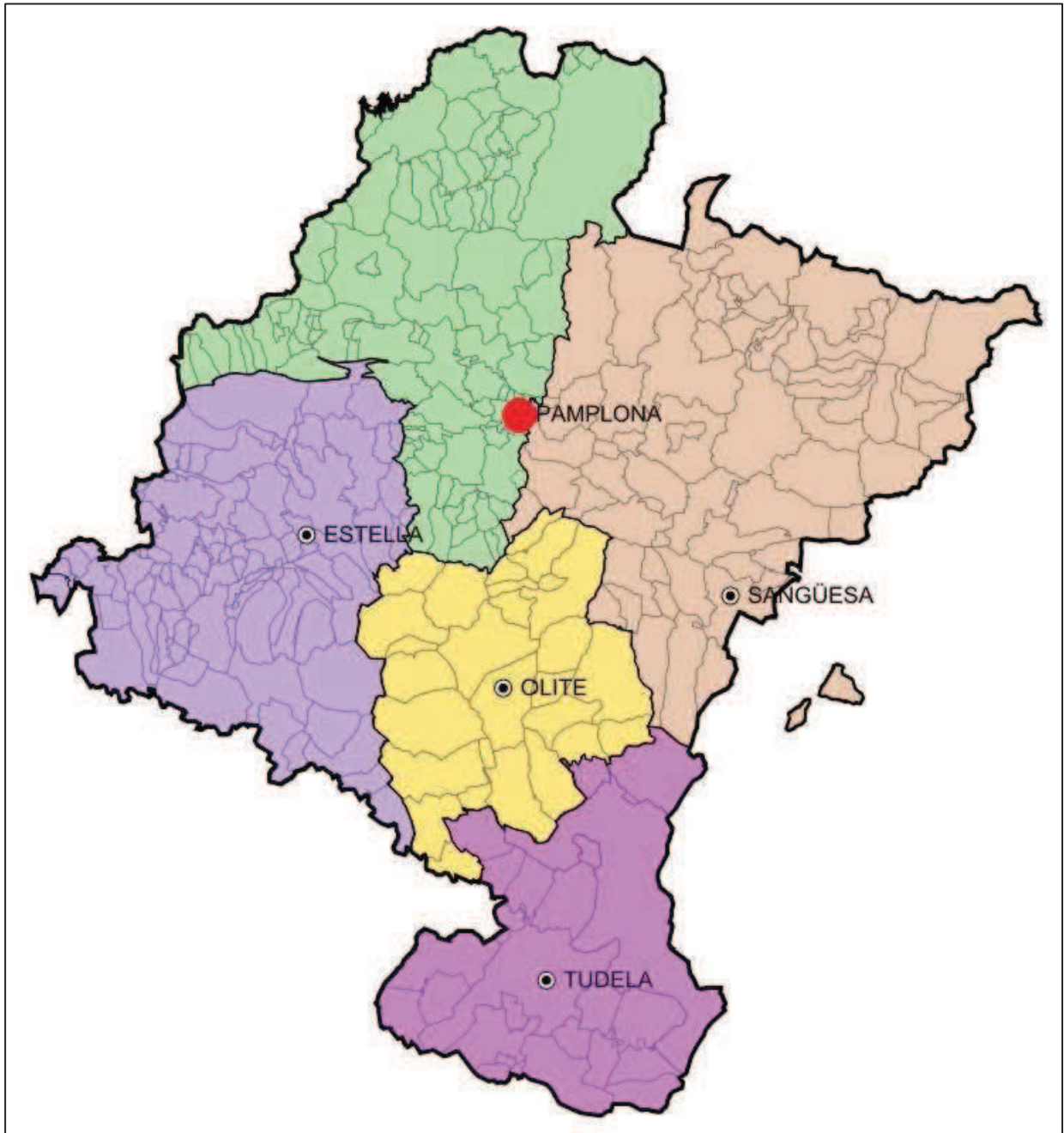
11. DISTRIBUCIÓN DE A.C.S. DEL SÓTANO

12. DISTRIBUCIÓN DE A.C.S. DE LA PLANTA BAJA

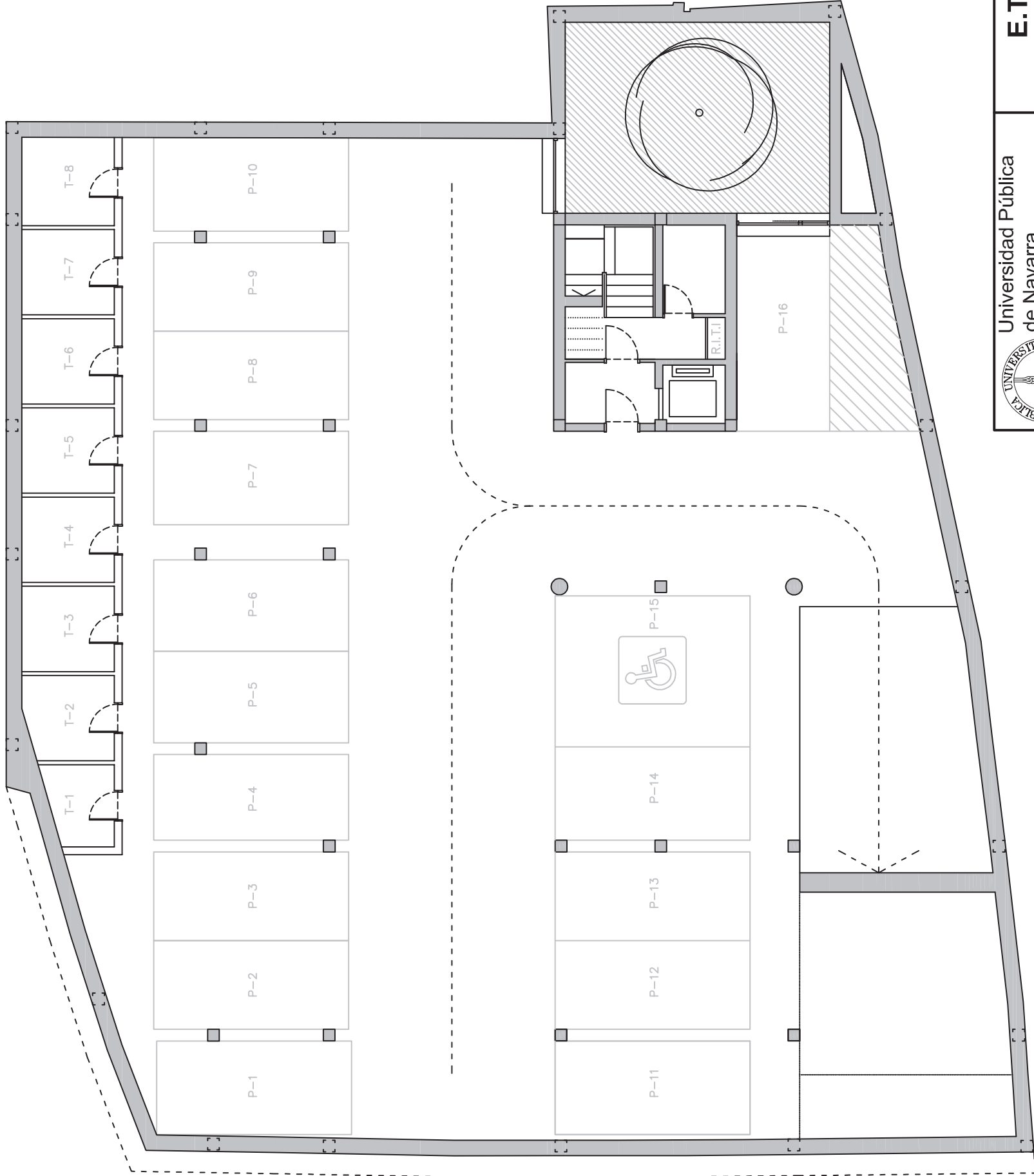



13. DISTRIBUCIÓN DE A.C.S. DE LA PRIMERA PLANTA

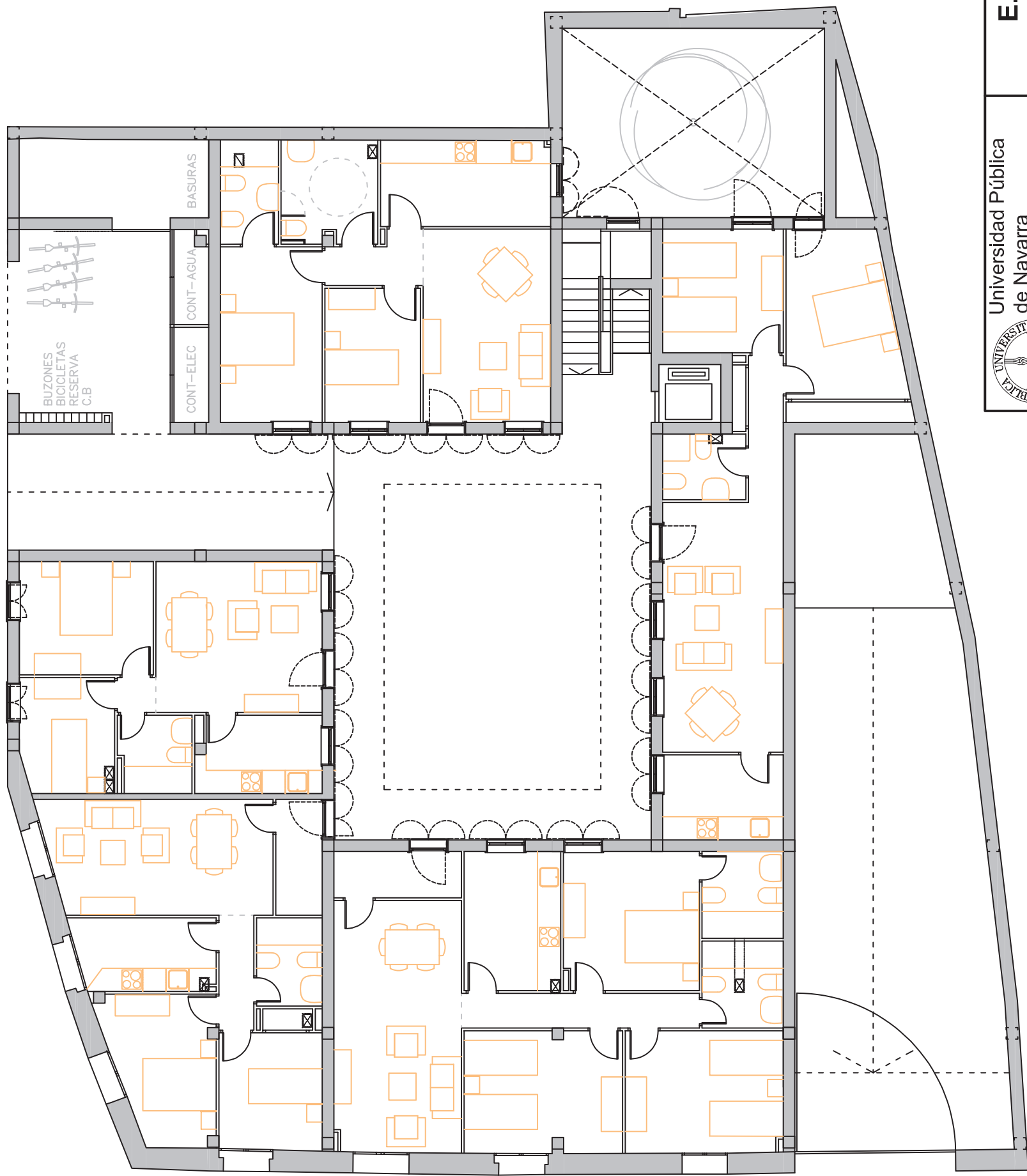
14. DISTRIBUCIÓN DE A.C.S. DE LAS HABITACIONES DE LLOS DÚPLEX




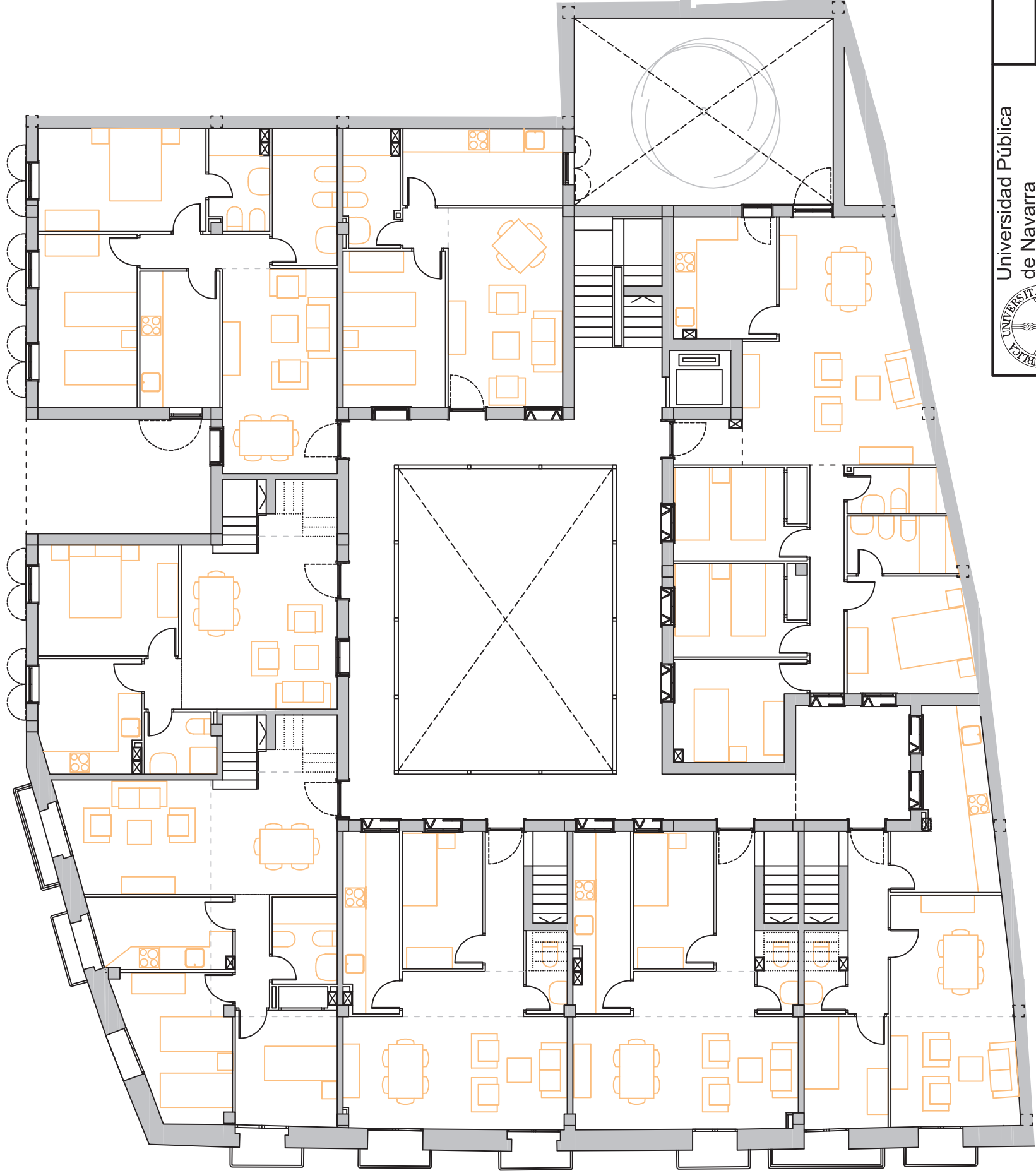
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
PROYECTO: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y A.C.S. EN UN EDIFICIO DE TRECE VIVIENDAS EN PAMPLONA		REALIZADO:		
		ARRANZ POZO, ANDER		
PLANO: SITUACIÓN DEL EDIFICIO		FIRMA:		
		FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
		17/11/2011	-	1



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y A.C.S. EN UN EDIFICIO DE TRECE VIVIENDAS EN PAMPLONA		
PLANO: SÓTANO			FIRMA: FECHA: 17/11/2011
			ESCALA: 1:125
			N° PLANO: 2



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y A.C.S. EN UN EDIFICIO DE TRECE VIVIENDAS EN PAMPLONA		
PLANO: PLANTA BAJA			FIRMA: FECHA: 17/11/2011
			ESCALA: 1:125
			N° PLANO: 3



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL M.

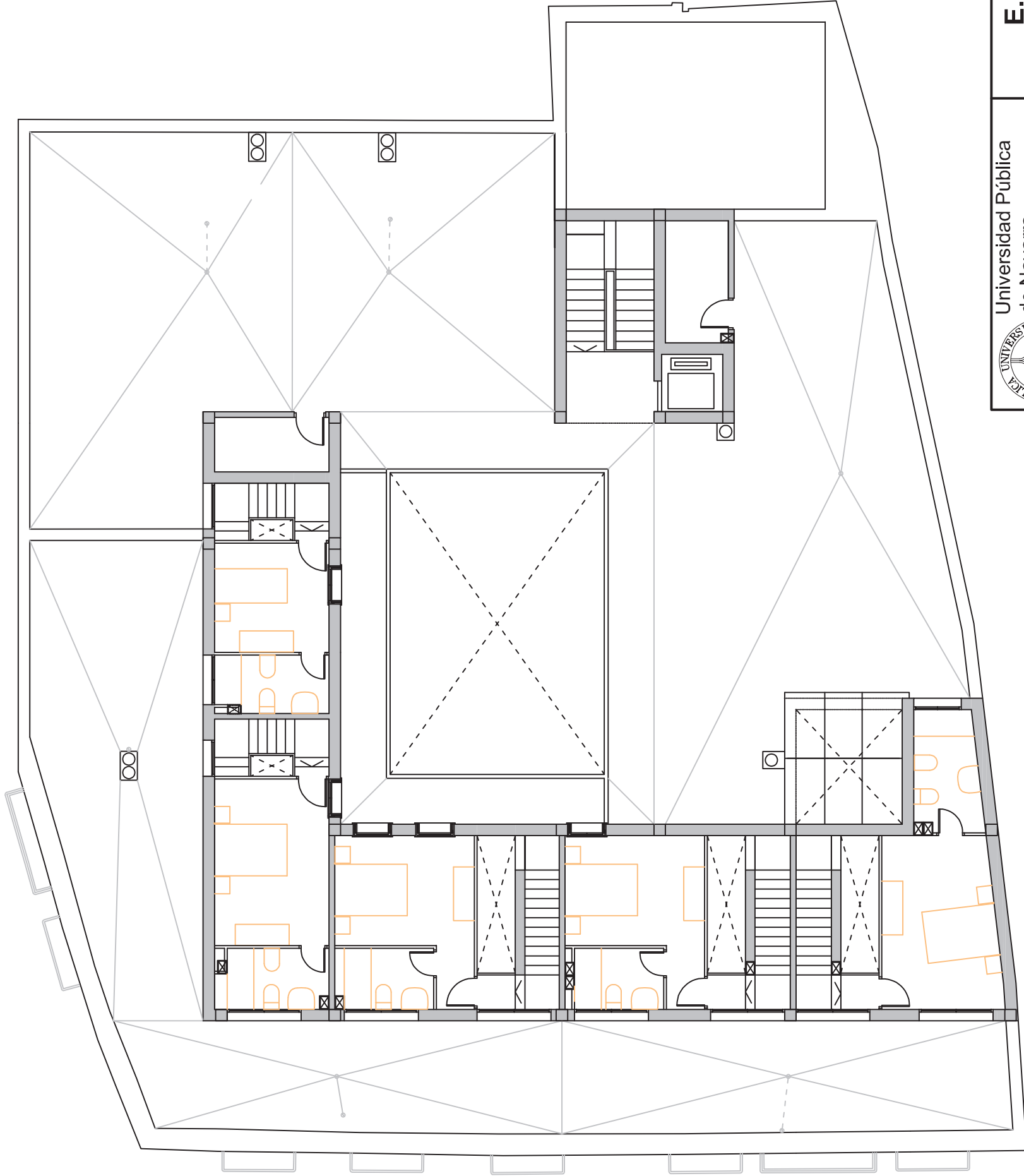
DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:
**INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y
A.C.S. EN UN EDIFICIO DE TRECE
VIVIENDAS EN PAMPLONA**

REALIZADO:
ARRANZ POZO, ANDER

PLANO:
PRIMERA PLANTA

FIRMA:
FECHA:
17/11/2011
ESCALA:
1:125
Nº PLANO:
4



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

**INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL M.**

DEPARTAMENTO:

**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:

**INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y
A.C.S. EN UN EDIFICIO DE TRECE
VIVIENDAS EN PAMPLONA**

REALIZADO:

ARRANZ POZO, ANDER

FIRMA:

PLANO:

CUBIERTA Y HABITACIONES DE LOS DÚPLEX

FECHA:

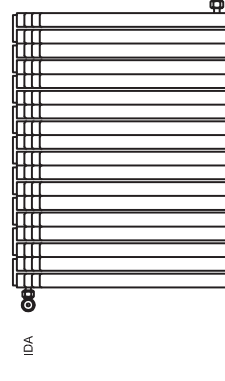
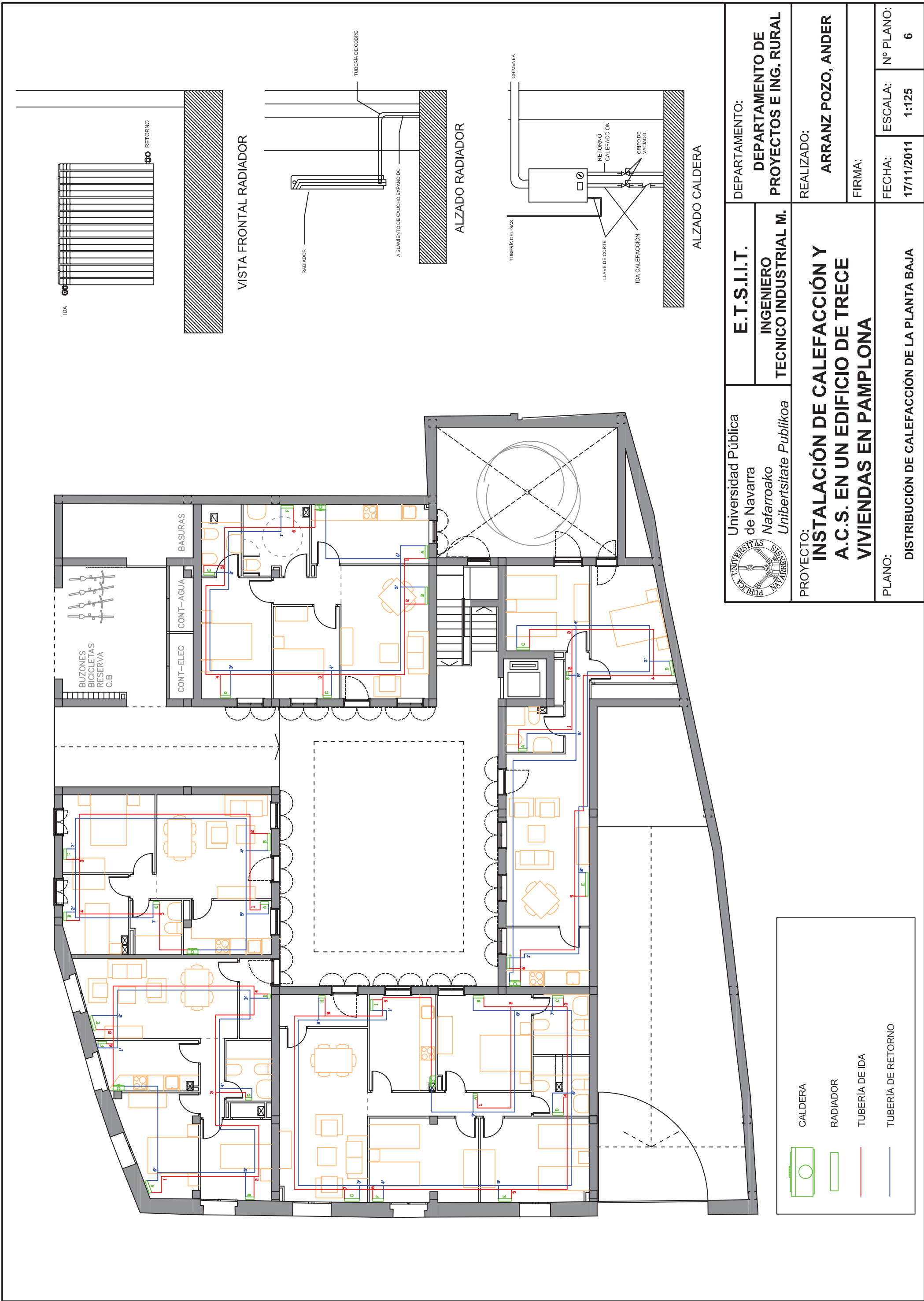
17/11/2011

ESCALA:

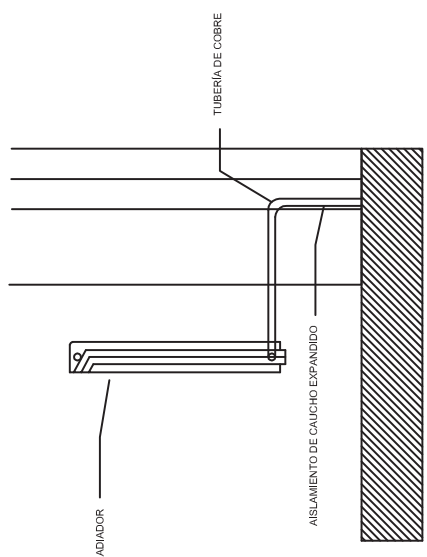
1:125

Nº PLANO:

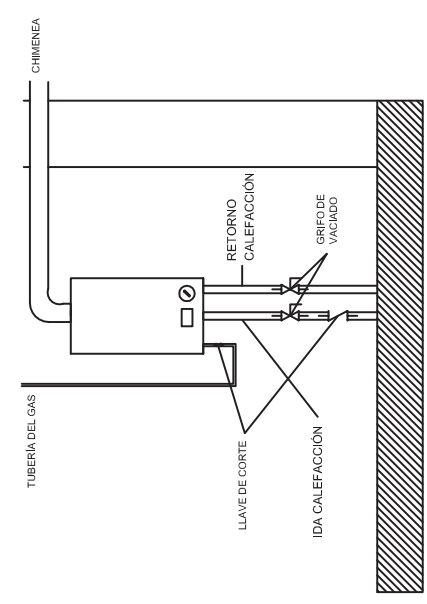
5



VISTA FRONTAL RADIADOR







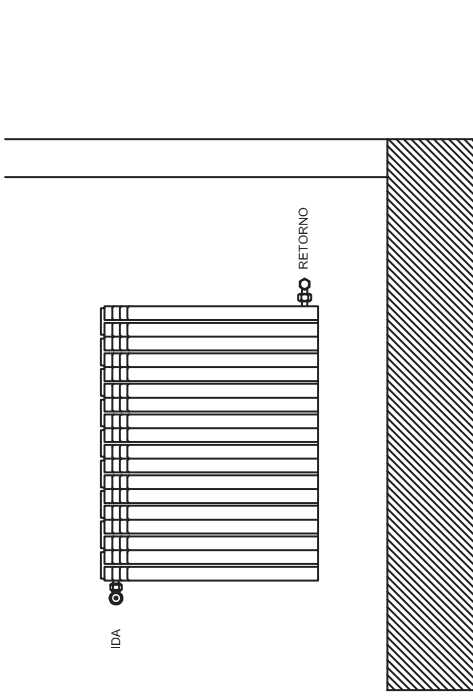
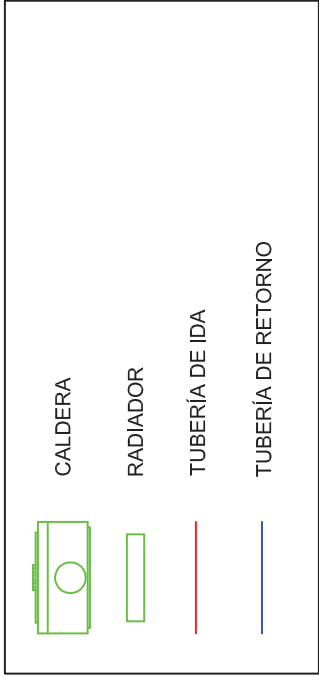
ALZADO RADIADOR



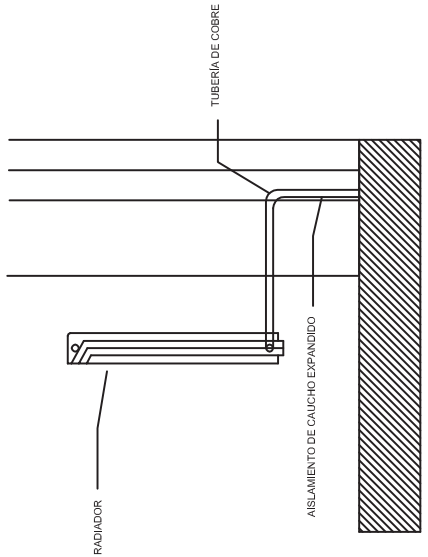
ALZADO CALDERA

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	REALIZADO: ARRANZ POZO, ANDER	
PROYECTO: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y A.C.S. EN UN EDIFICIO DE TRECE VIVIENDAS EN PAMPLONA		
PLANO: DISTRIBUCIÓN DE CALEFACCIÓN DE LA PLANTA BAJA		FIRMA: ESCALA: 1:125 N° PLANO: 6

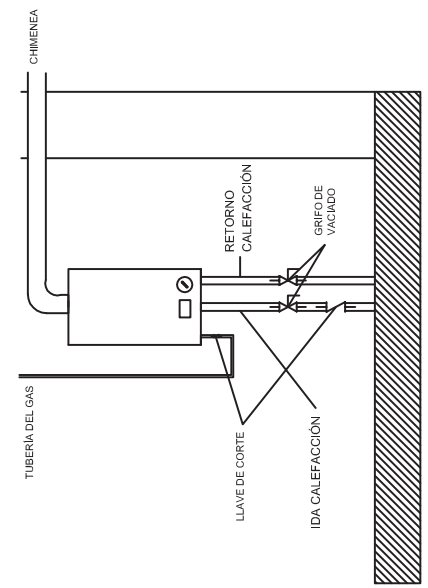
	CALDERA
	RADIADOR
	TUBERÍA DE IDA
	TUBERÍA DE RETORNO




VISTA FRONTAL RADIADOR

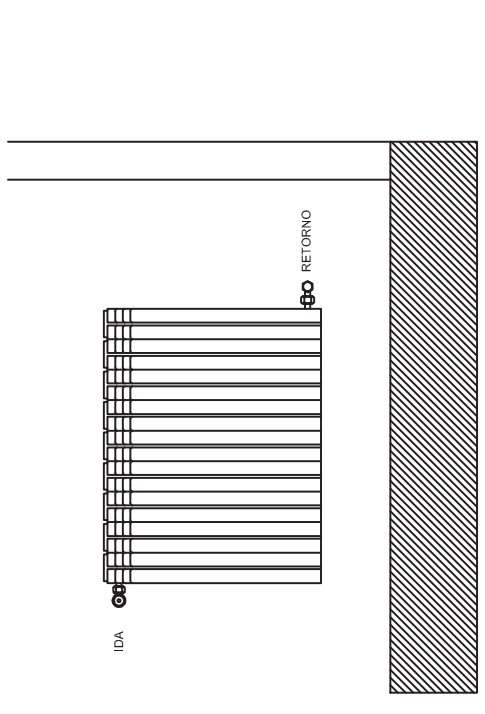
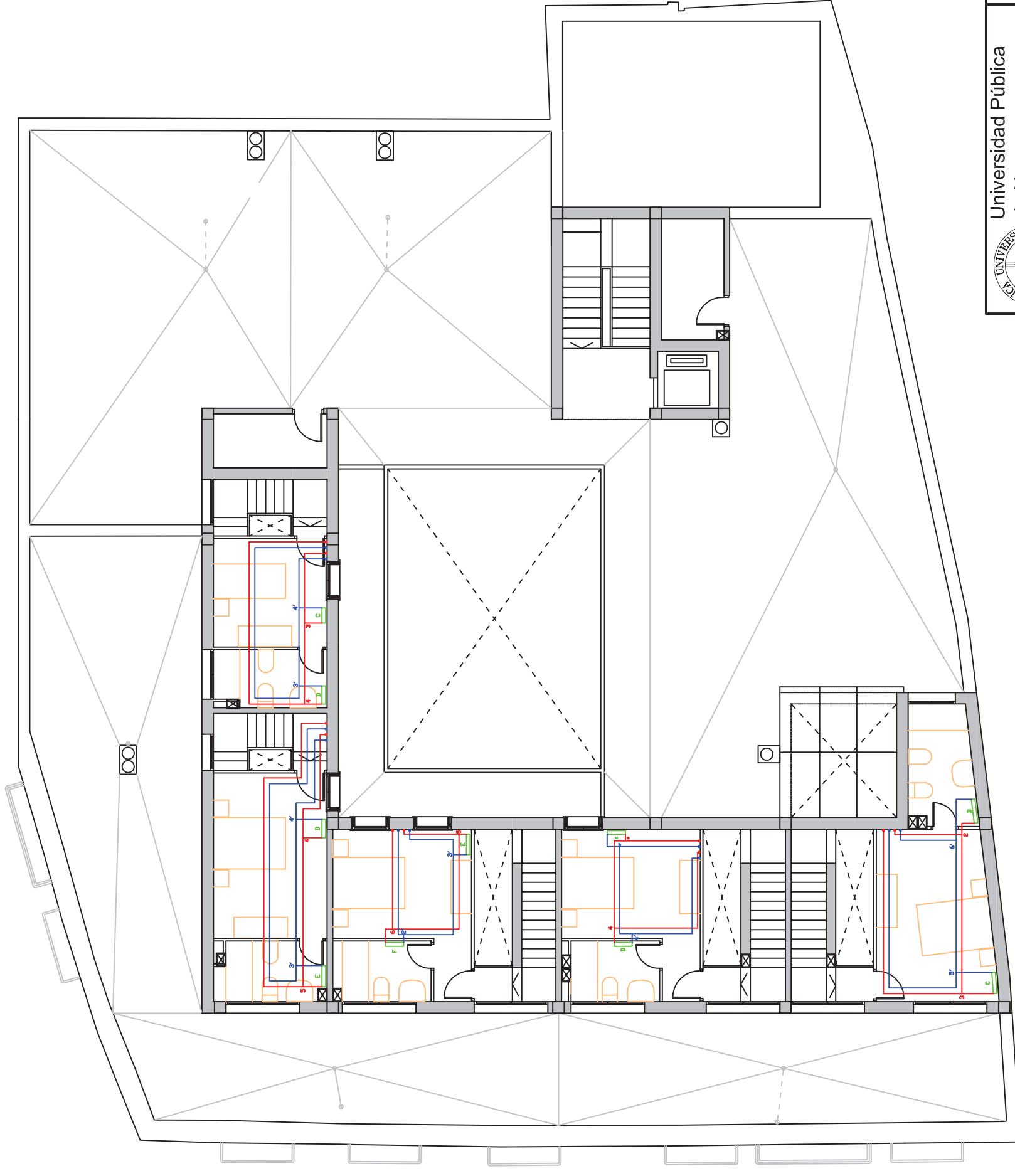


ALZADO RADIADOR

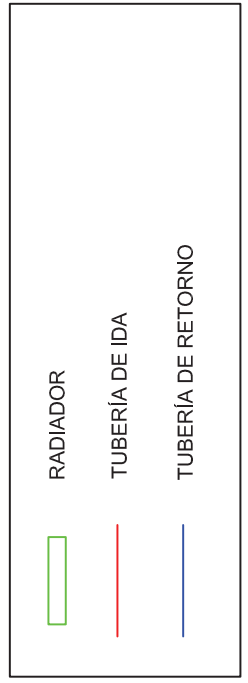
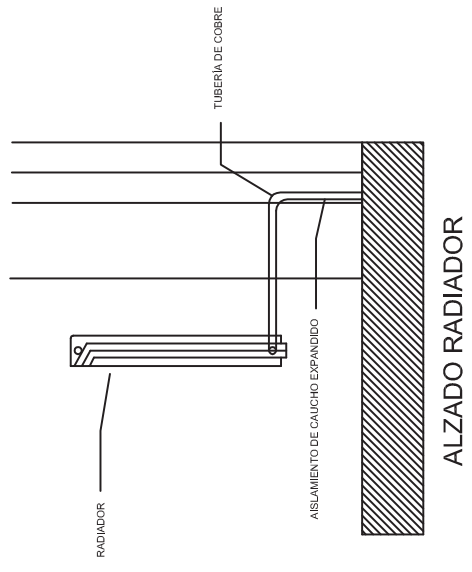



ALZADO CALDERA

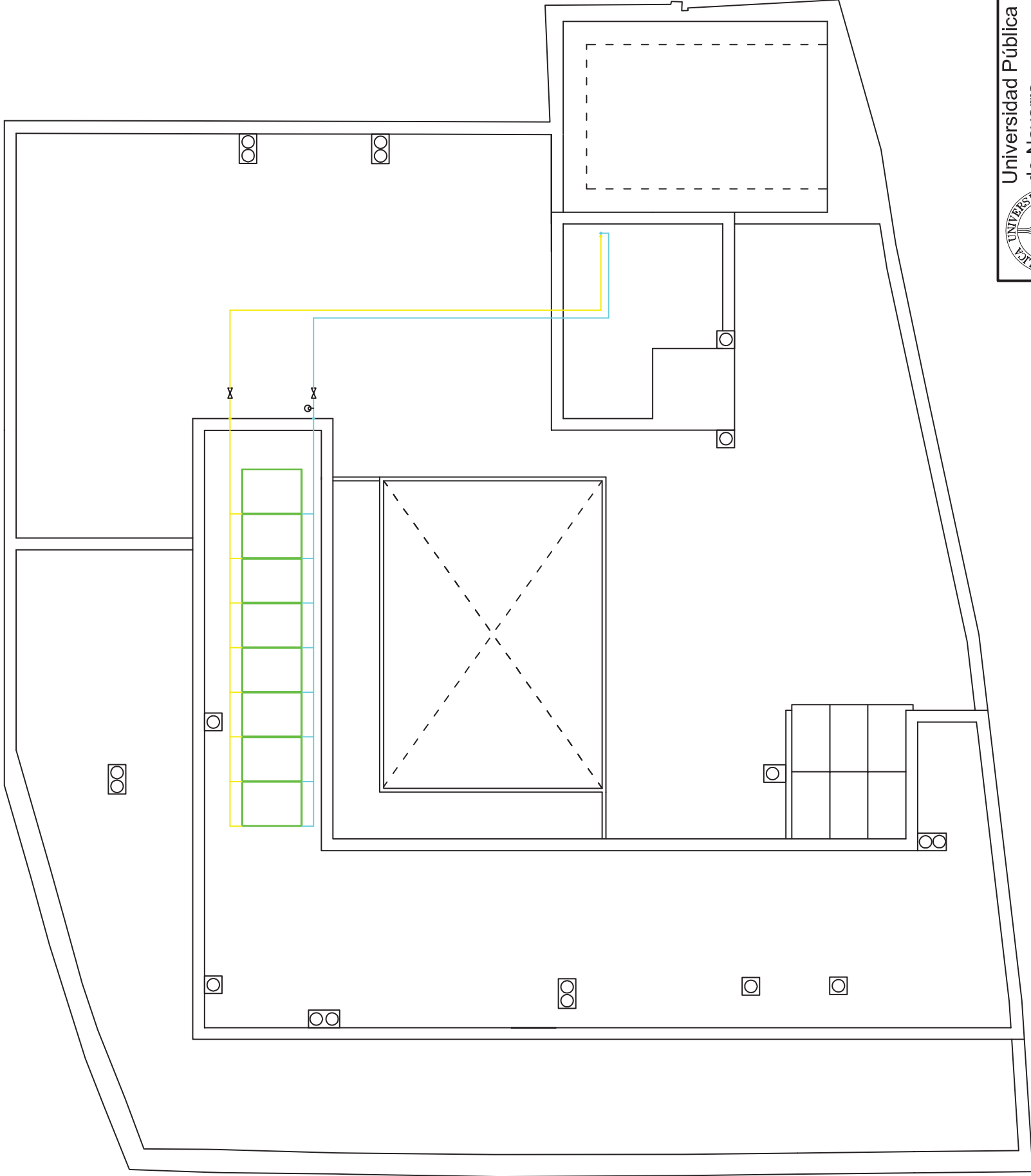
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y A.C.S. EN UN EDIFICIO DE TRECE VIVIENDAS EN PAMPLONA	REALIZADO: ARRANZ POZO, ANDER
PLANO: DISTRIBUCIÓN DE CALEFACCIÓN DE LA PRIMERA PLANTA	FIRMA:	ESCALA: 1:125
		N° PLANO: 7
		FECHA: 17/11/2011









VISTA FRONTAL RADIADOR

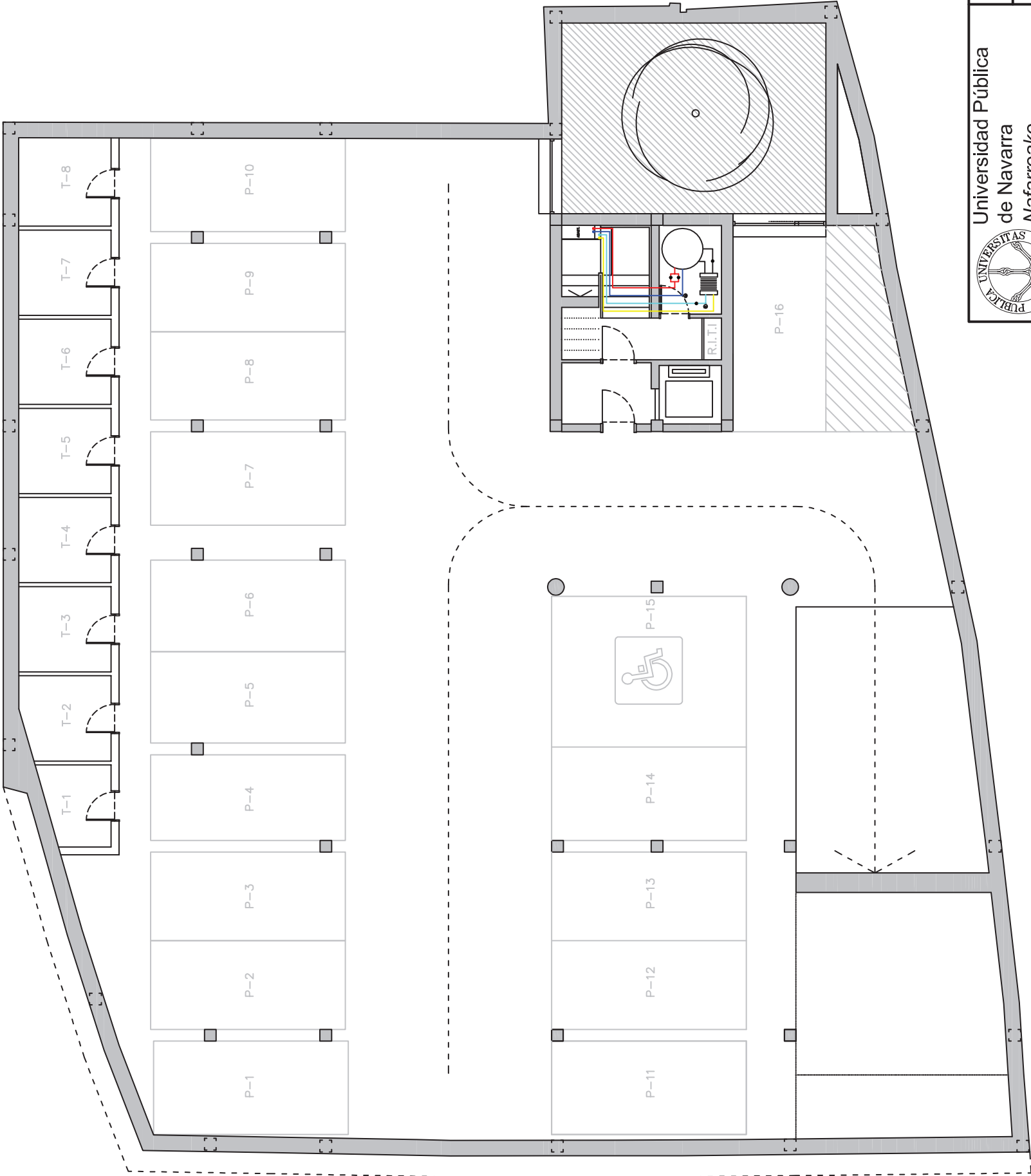
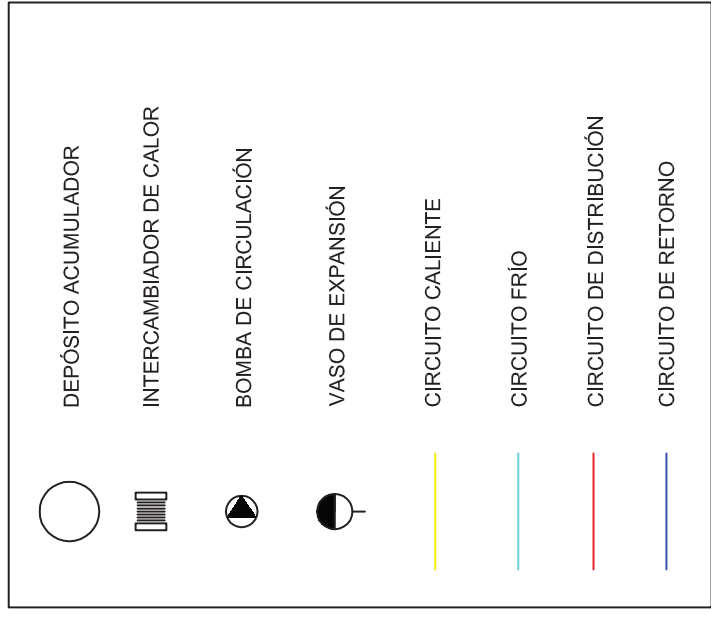



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
	PROYECTO: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y A.C.S. EN UN EDIFICIO DE TRECE VIVIENDAS EN PAMPLONA			REALIZADO: ARRANZ POZO, ANDER
PLANO: DISTRIBUCIÓN DE CALEFACCIÓN DE LAS HABITACIONES DE LOS DÚPLEX		FIRMA:	ESCALA: 1:125	N° PLANO: 8

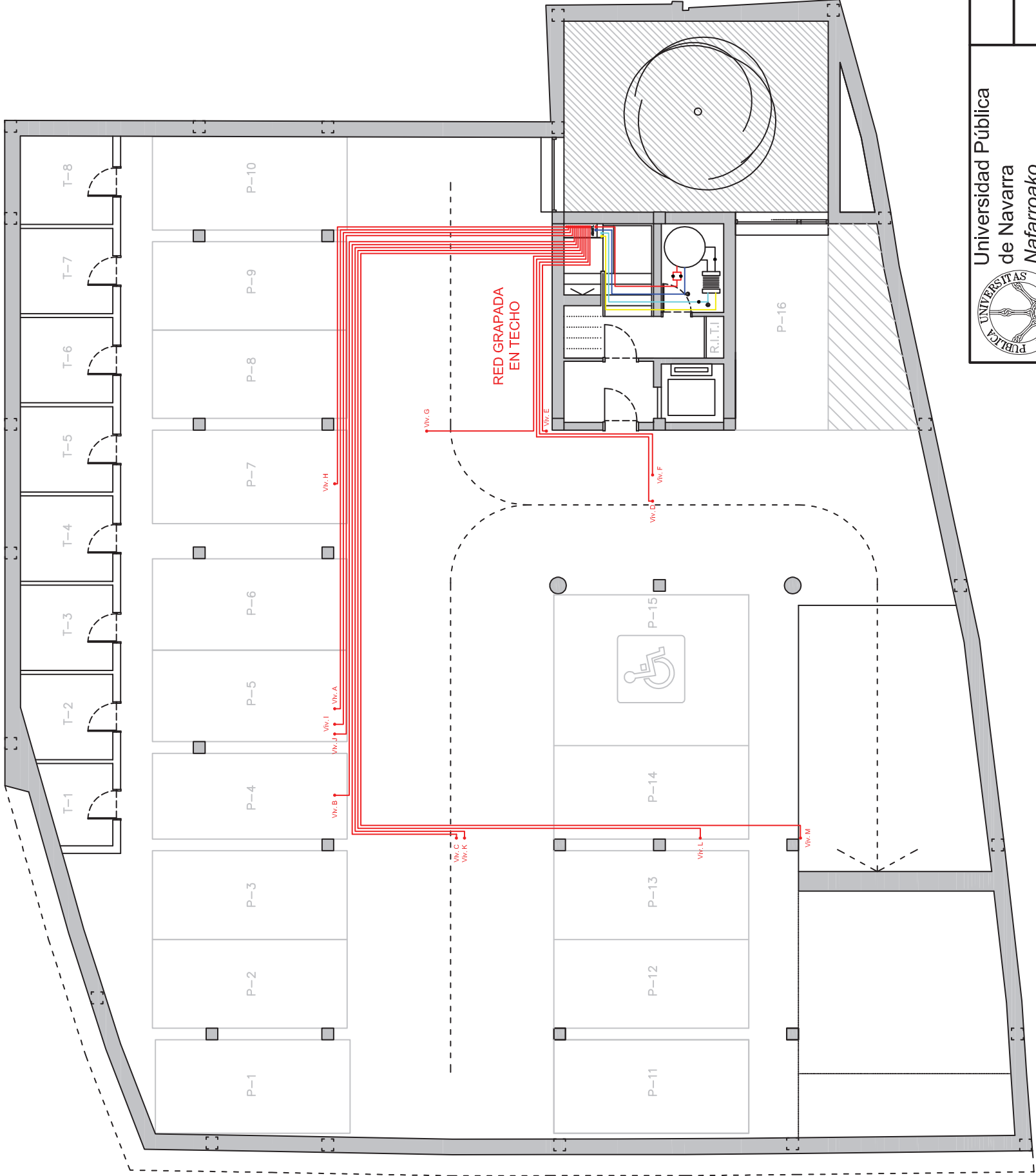
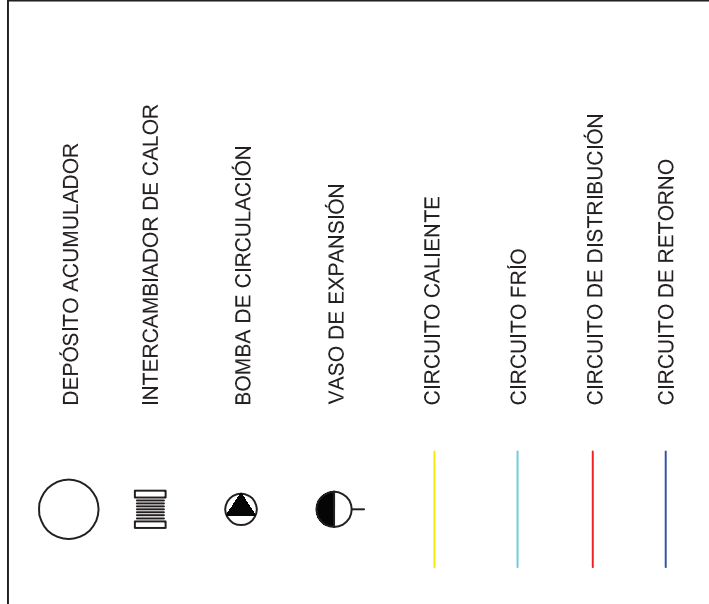



	COLECTOR SOLAR
	CIRCUITO CALIENTE
	CIRCUITO FRÍO
	VÁLVULA DE CORTE
	PURGADOR

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y A.C.S. EN UN EDIFICIO DE TRECE VIVIENDAS EN PAMPLONA	REALIZADO: ARRANZ POZO, ANDER
PLANO: UBICACIÓN DE LOS COLECTORES SOLARES	FIRMA:	ESCALA: 1:125
		N° PLANO: 9
		FECHA: 17/11/2011



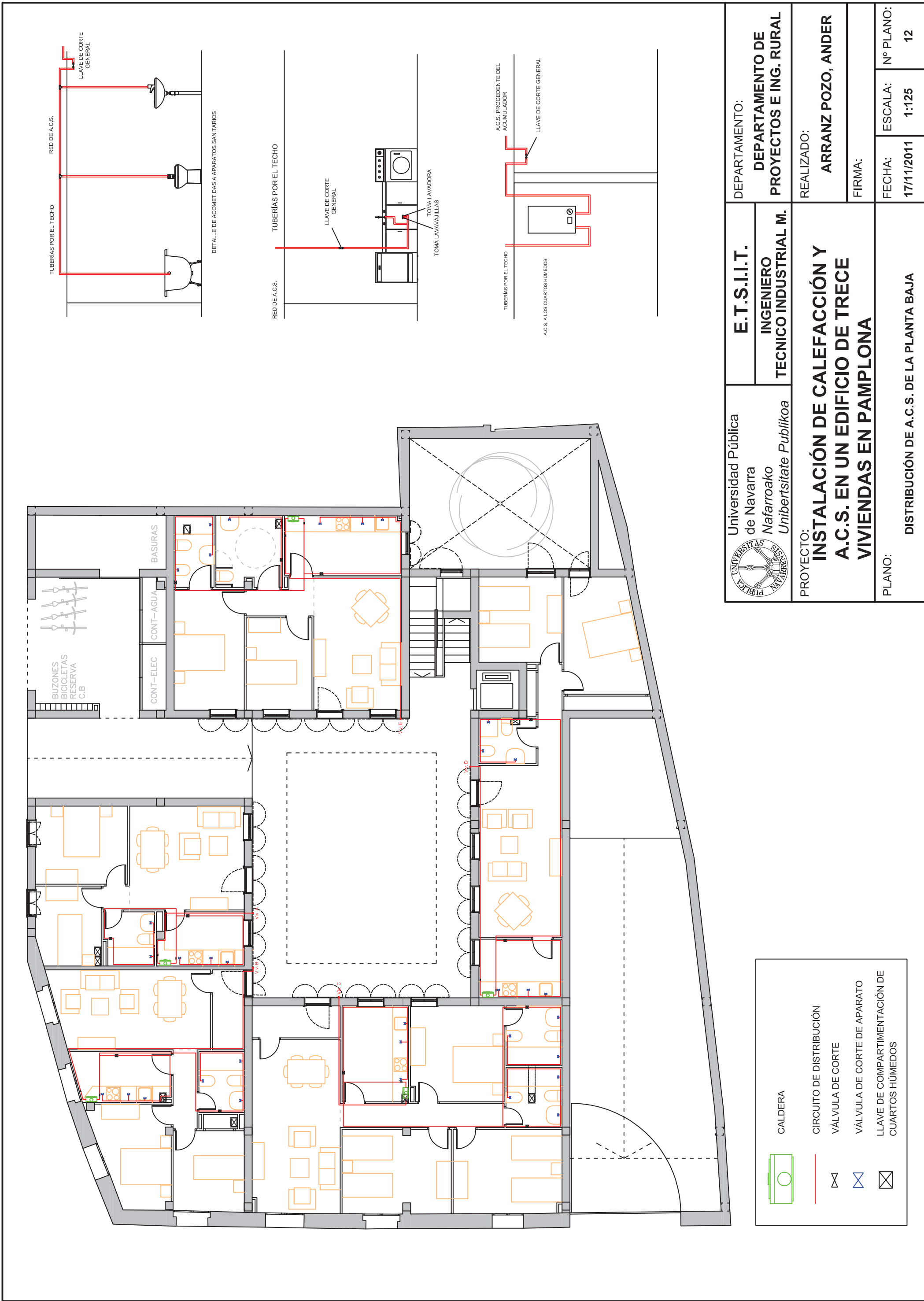
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	REALIZADO: ARRANZ POZO, ANDER
PROYECTO: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y A.C.S. EN UN EDIFICIO DE TRECE VIVIENDAS EN PAMPLONA		
PLANO: UBICACIÓN DEL ACUMULADOR		FIRMA: FECHA: 17/11/2011
		ESCALA: 1:125
		N° PLANO: 10



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	REALIZADO: ARRANZ POZO, ANDER	
FIRMA:		
FECHA: 17/11/2011		
ESCALA: 1:125		
N° PLANO: 11		

PROYECTO:
**INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y
 A.C.S. EN UN EDIFICIO DE TRECE
 VIVIENDAS EN PAMPLONA**

PLANO:
DISTRIBUCIÓN DE A.C.S. DEL SÓTANO



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:
**INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y
A.C.S. EN UN EDIFICIO DE TRECE
VIVIENDAS EN PAMPLONA**

REALIZADO:
ARRANZ POZO, ANDER

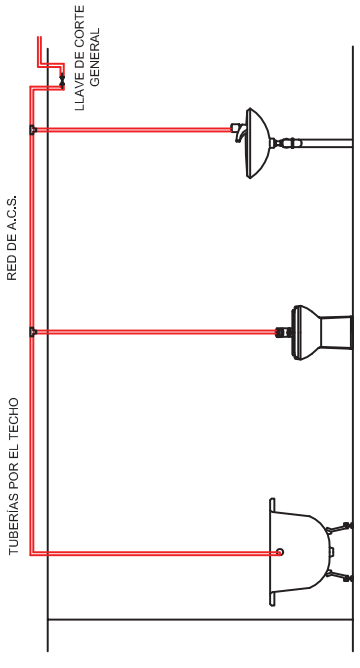
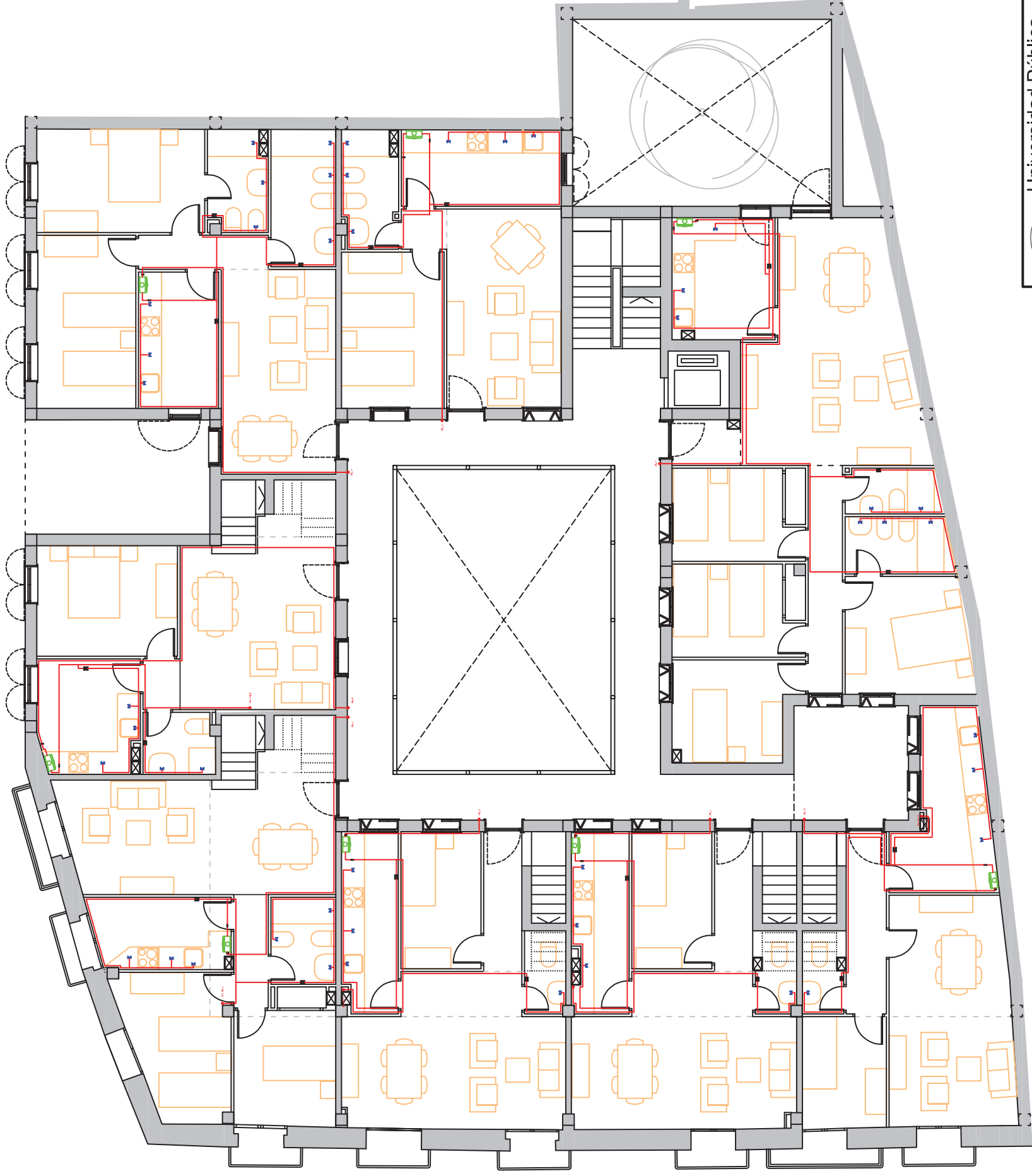
FIRMA:

PLANO:
DISTRIBUCIÓN DE A.C.S. DE LA PLANTA BAJA

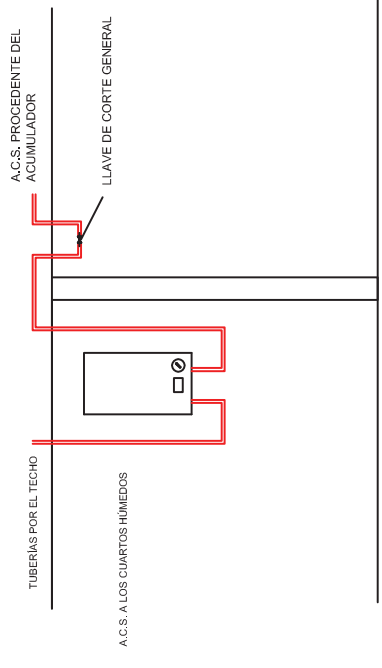
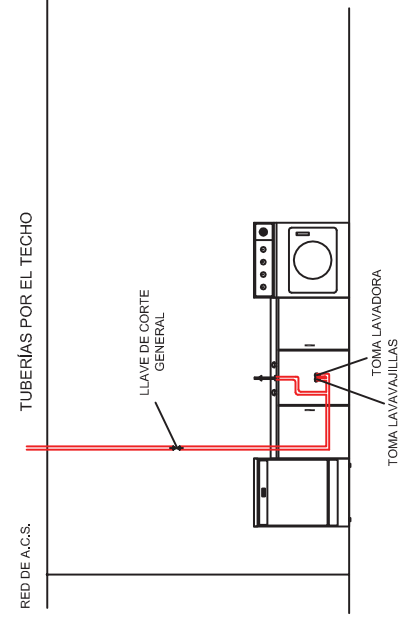
FECHA:
17/11/2011

ESCALA:
1:125

Nº PLANO:
12



DETALLE DE ACOMETIDAS A APARATOS SANITARIOS



E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL M.

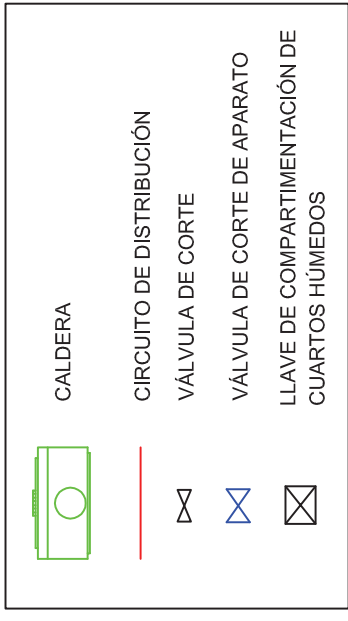
DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

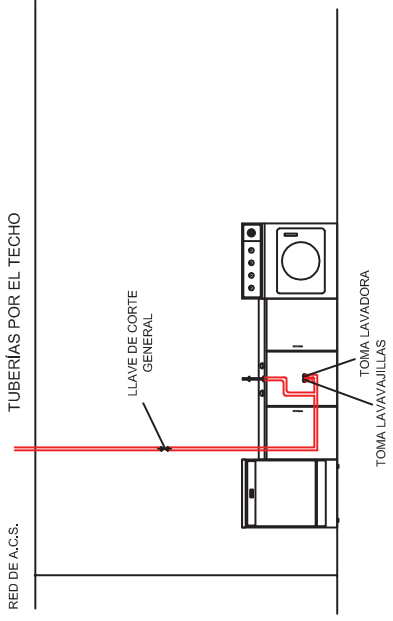
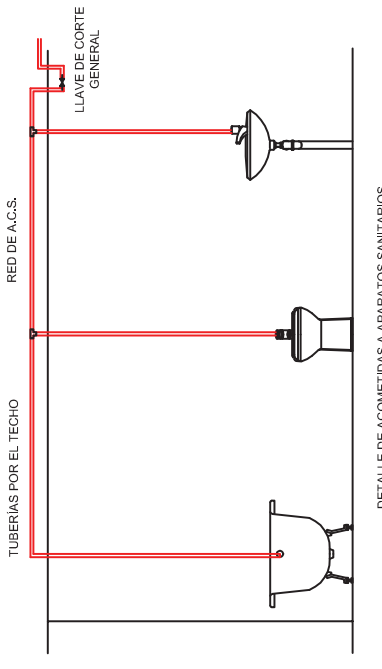
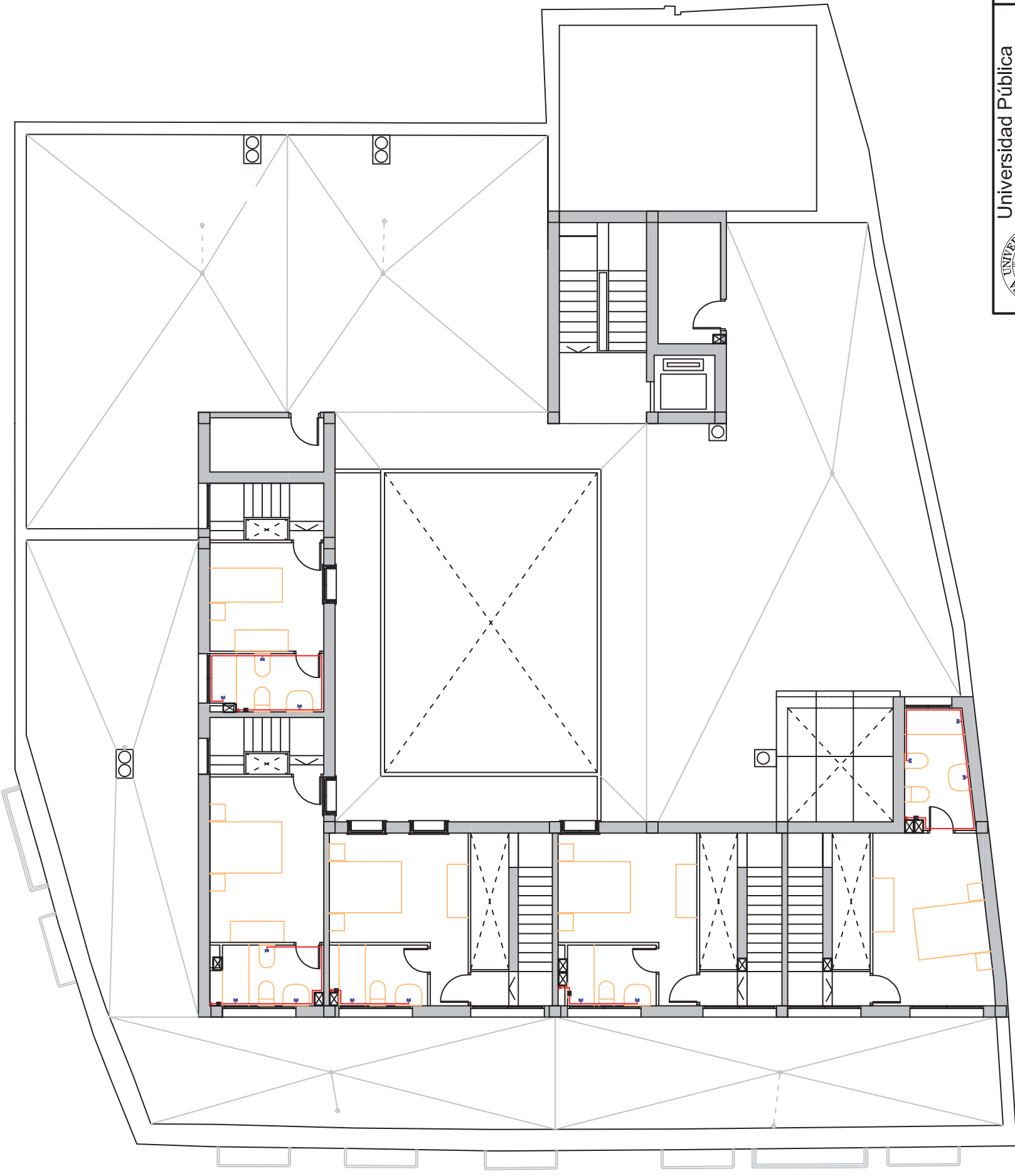
PROYECTO:
**INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y
A.C.S. EN UN EDIFICIO DE TRECE
VIVIENDAS EN PAMPLONA**

REALIZADO:
ARRANZ POZO, ANDER

PLANO:
DISTRIBUCIÓN DE A.C.S. DE LA PRIMERA PLANTA

FIRMA:
FECHA:
17/11/2011
ESCALA:
1:125
Nº PLANO:
13





	CIRCUITO DE DISTRIBUCIÓN
	VÁLVULA DE CORTE DE APARATO
	LLAVE DE COMPARTIMENTACIÓN DE CUARTOS HÚMEDOS



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:
**INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y
A.C.S. EN UN EDIFICIO DE TRECE
VIVIENDAS EN PAMPLONA**

REALIZADO:
ARRANZ POZO, ANDER

PLANO:
DISTRIBUCIÓN DE A.C.S. DE LAS HABITACIONES DE LOS DÚPLEX

FIRMA:
FECHA:
17/11/2011
ESCALA:
1:125
Nº PLANO:
14



Pamplona, Noviembre de 2011

Firmado:

Ander Arranz Pozo

(Ingeniero Técnico Industrial)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE
SANITARIA DE UN EDIFICIO DE TRECE VIVIENDAS EN
PAMPLONA

4 PLIEGO DE CONDICIONES

Ander Arranz Pozo

Tutor: Faustino Gimena Ramos

Pamplona, Noviembre 2011



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. OBJETO DEL PRESENTE PLIEGO DE CONDICIONES	7
1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN	7
1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	7
1.4. NORMATIVA SEGUIDA EN LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO	8
1.5. DISPOSICIONES APLICABLES	8
2. NORMAS GENERALES DE EJECUCIÓN	9
2.1. NORMAS GENERALES	9
2.2. CONDICIONES DE LOS MATERIALES	10
2.3. CONDICIONES DE LOS EQUIPOS	10
2.4. CONDICIONES ECONÓMICAS	11
2.5. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL	12
2.6. RESPONSABILIDADES LEGALES	12
3. MATERIALES QUE CONSTITUYEN LA INSTALACIÓN INTERIOR DE SUMINISTRO DE AGUA	13
3.1. DISPOSICIONES GENERALES	13
3.2. INSPECCIONES	14
3.3. PRUEBAS DE LA INSTALACIÓN	15
3.4. HOMOLOGACIÓN	15
4. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN DE CALDERAS	15
4.1. CONDICIONES GENERALES	15



4.2. DOCUMENTACIÓN	16
4.3. ACCESORIOS	17
4.4. FUNCIONAMIENTO Y RENDIMIENTO	17
4.5. OTRAS EXIGENCIAS DE SEGURIDAD	17
4.6. APOYOS	18
4.7. ORIFICIOS	18
4.8. PRESIÓN DE PRUEBA	18
4.9. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	18
5. QUEMADORES	19
5.1. CONDICIONES GENERALES	20
5.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA	20
5.3. DOCUMENTACIÓN	21
5.4. ACOPLAMIENTO DE LA CALDERA	21
5.5. CONDICIONES DE MONTAJE	21
5.6. CONDICIONES DE SEGURIDAD	22
5.7. ELEMENTOS DE SEGURIDAD	22
6. CONDUCTOS DE EVACUACIÓN DE HUMOS	22
7. EQUIPOS DE REGULACIÓN Y CONTROL	23
8. TUBERÍAS	23
8.1. MATERIALES	23
8.2. CALIDADES	23
8.3. TENDIDO	24



8.3.1. NORMAS GENERALES	24
8.3.2. CURVAS	24
8.3.4. PENDIENTES	24
8.3.5. ANCLAJES Y SUSPENSIONES	25
8.3.6. PASO POR ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	26
8.3.7. UNIONES	26
8.3.8. DILATADORES	27
8.3.9. PURGAS	27
8.4. VÍNCULOS CON OTROS SERVICIOS	28
9. VALVULERÍA	28
9.1. GENERALIDADES	28
9.2. CARACTERÍSTICAS DEL MONTAJE	28
9.3. TIPOS DE VÁLVULAS Y SU FUNCIÓN	29
10. ACCESORIOS	29
11. BOMBAS DE CIRCULACIÓN	29
12. ALIMENTACIÓN Y VACIADO	30
13. VASOS DE EXPANSIÓN	31
14. EMISORES DE CALOR	32
15. AISLAMIENTO TÉRMICO	32



15.1. GENERALIDADES	32
15.2. MATERIALES	32
15.3. COLOCACIÓN	33
15.4. AISLAMIENTO TÉRMICO DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	34
15.5. AISLAMIENTO DE CONDUCTOS	34
16. CAPTADORES SOLARES	35
16.1. CONDICIONES TÉCNICAS	35
16.2. CONDICIONES DE MONTAJE	36
17. ACUMULADOR	37
17.1. CONDICIONES TÉCNICAS	37
17.2. CONDICIONES DE MONTAJE	39
18. INTERCAMBIADOR DE CALOR	40
18.1. CONDICIONES TÉCNICAS	40
18.2. CONDICIONES DE MONTAJE	40
19. REQUISITOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN SOLAR	40
19.1. FLUIDO DE TRABAJO	40
19.2. PROTECCIÓN CONTRA HELADAS	41
19.2.1. GENERALIDADES	41
19.2.2. MEZCLAS ANTICONGELANTES	42
19.2.3. RECIRCULACIÓN DEL AGUA DEL CIRCUITO	42
19.2.4. DRENAJE AUTOMÁTICO CON RECUPERACIÓN DEL FLUIDO	42



19.3. SOBRECALENTAMIENTOS	43
19.3.1. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECALENTAMIENTOS	43
19.3.2. PROTECCIÓN CONTRA QUEMADURAS	43
19.3.3. PROTECCIÓN DE MATERIALES Y COMPONENTES CONTRA ALTAS TEMPERATURAS	44
19.3.4. RESISTENCIA A LA PRESIÓN	44
19.3.5. PREVENCIÓN DE FLUJO INVERSO	44
19.3.6. PREVENCIÓN DE LA LEGIONELOSIS	44
20. PRUEBAS DE LA INSTALACIÓN	45
20.1. GENERALIDADES	45
20.2. PRUEBAS PARCIALES	45
20.3. PRUEBAS FINALES	45
20.4. PRUEBAS ESPECÍFICAS	46
20.4.1. RENDIMIENTO DE LA CALDERA	46
20.4.2. MOTORES ELÉCTRICOS	46
20.4.3. OTROS EQUIPOS	46
20.4.4. SEGURIDAD	46
20.5. PRUEBAS GLOBALES	46
20.5.1. COMPROBACIÓN DE MATERIALES, EQUIPO Y EJECUCIÓN	46
20.5.2. PRUEBAS HIDRAÚLICAS	47
20.5.3. PRUEBAS DE LIBRE DILATACIÓN	47
20.5.4. PRUEBAS DE CONDUCTOS	47
20.5.5. PRUEBAS DE PRESTACIONES TÉRMICAS	47
20.5.6. OTRA PRUEBAS	48



21. RECEPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	48
21.1. RECEPCIÓN PROVISIONAL	48
21.2. RESPONSABILIDADES	49
21.3. RECEPCIÓN DEFINITIVA	49
22. CONDICIONES DE COMPRA	49
22.1. PLAZO DE ENTREGA	49
22.2. CONDICIONES DE PAGO	49
22.3. PLAZO DE VALIDEZ DE LA OFERTA	50
23. GARANTÍA	50
23.1. GARANTÍA Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	50



1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETO DEL PRESENTE PLIEGO DE CONDICIONES

El objeto del presente documento es el establecimiento de las condiciones necesarias para la correcta contratación y ejecución de las obras a las que se refiere este proyecto, es decir, la instalación de calefacción y agua caliente sanitaria para un edificio de trece viviendas con una planta bajo rasante en la que se encuentran el garaje y trasteros. El edificio se sitúa en Pamplona, Navarra, en el barrio de Lezkairu en el cruce de la carretera Badostain con la calle Valle de Egües.

1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente pliego de condiciones es de aplicación al suministro y ejecución de todas y cada una de las piezas y/o unidades de las que se componga la instalación de calefacción y A.C.S. solar con apoyo auxiliar de caldera de gas.

Se indican en el presente pliego los certificados oficiales exigibles previo al suministro y por lo tanto colocación de los materiales, así como los ensayos oficiales o pruebas que la dirección facultativa de la obra estime oportuno realizar con o sobre los materiales suministrados, para comprobar que la calidad de los mismos corresponde con las certificaciones aportadas por el fabricante en función de las exigidas.

Recoge también las certificaciones a realizar referentes al funcionamiento de la instalación con los resultados consignados en acta firmada por el director facultativo de la obra, requisito previo a la recepción provisional y liquidación de la obra.

Los gastos de toda índole originados por la realización de ensayos, pruebas, etc., serán a cargo del contratista hasta la cuantía correspondiente al 1 % del presupuesto ya incluido.

Se entiende que el contratista conoce y acepta en su totalidad el presente pliego de condiciones antes de empezar la obra.

1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Se trata del proyecto de una instalación de calefacción y A.C.S. solar con apoyo auxiliar de caldera de gas en un edificio de trece viviendas situado en Pamplona.

En la parte del proyecto de calefacción, el fluido de trabajo es agua, cuyo calentamiento se realiza mediante la combustión de gas natural en calderas individuales para cada vivienda. El sistema de distribución de esta instalación es el sistema bitubular con retorno inverso, en el que el agua saliente de los radiadores se recoge en una red



paralela para ser reconducida a la caldera. La instalación está calculada para proporcionar una temperatura de confort de 20 °C.

La producción de A.C.S. se realiza mediante colectores solares de placa plana situados en la cubierta del edificio y orientadas hacia el sur. La instalación tiene el apoyo de las calderas de cada vivienda para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria. La potencia de la caldera se calcula de tal forma que sea capaz de suministrar el 100% de la demanda A.C.S. en caso de que el sistema solar falle. La distribución del agua se realiza por medio de una tubería de ida y otra de retorno de manera que el agua circule constantemente y así mantener su temperatura.

1.4. NORMATIVA SEGUIDA EN LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO

La normativa seguida para la realización de este proyecto de diseño y cálculo de una instalación de calefacción y agua caliente sanitaria es la siguiente:

- a) Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- b) Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE).
- c) Código Técnico de la Edificación (CTE): Documento Básico HE, Ahorro de Energía.
- d) Código Técnico de la Edificación (CTE): Documento Básico HS, Salubridad.
- e) Orden del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo y Ministerio de Industria y Energía de 16 de Julio de 1981, por el que se aprueban las Instrucciones Técnicas Complementarias IT.IC. con arreglo a lo dispuesto en el Reglamento anterior (B.O.E. de 13 de Agosto de 1981).
- f) Real decreto 865/2003, de 4 de Julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- g) Orden del 9 de Diciembre de 1975 por la que se aprueban las Normas Básicas para las Instalaciones Interiores de Suministro de Agua.
- h) Normas UNE.

1.5. DISPOSICIONES APLICABLES

Además de las disposiciones contenidas en este pliego, se aplicarán las siguientes en la realización de las obras a las que se refiere el presente proyecto:



- a) Pliego de condiciones Económico-Administrativo en el que se establezca la contratación de este proyecto.
- b) Los reglamentos, instrucciones y normas citadas en las diferentes partes de este proyecto.
- c) Las disposiciones legales vigentes sobre higiene y seguridad en el trabajo.

El contratista estará obligado a cumplir cuantas leyes, disposiciones, estatutos, etc. que rigen relaciones entre patronos y obreros, en vigor o que se dicten en adelante.

El contratista está obligado igualmente al cumplimiento de toda la legislación vigente sobre protección de la industria nacional, y fomento de consumo de artículos nacionales, a menos que por las características exigidas no existan elementos de fabricación nacional.

2. NORMAS GENERALES DE EJECUCIÓN

2.1. NORMAS GENERALES

Estas son las normas generales de ejecución, las cuales son de obligado cumplimiento:

- a) El presente documento forma parte de la documentación del proyecto que se cita, y se utilizará en las obras para la realización del mismo.
- b) Las dudas que se planteasen, así como cualquier variación que se pretendiera ejecutar sobre la obra proyectada deberá ser propuesta en conocimiento del Ingeniero Director de la obra.
- c) La contrata debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas y realizará todos los trabajos de acuerdo a las condiciones exigidas.
- d) Cuando el Ingeniero Director de la obra advierta defectos en los trabajos ejecutados, en los materiales, o que los aparatos colocados no reúnan las condiciones convenidas, antes de verificarse la recepción definitiva de la obra podrá disponer que la parte defectuosa sea demolida y reconstruida de acuerdo con lo contratado.
- e) En cualquiera de los casos enunciados anteriormente, los gastos de demolición, reconstrucción y reinstalación que se ocasionen, serán por cuenta de la contrata, siempre que los defectos o incumplimiento de lo contratado exista realmente.
- f) No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los aparatos, sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director de la obra.



g) Cuando los aparatos y materiales no fueran de la calidad requerida en el proyecto, el contratista deberá reemplazarlos por otros que se ajusten a las condiciones señaladas.

h) Serán cuenta y riesgo de la contrata, grúas, máquinas y demás medios auxiliares para la marcha y ejecución de los trabajos, no cabiendo, por tanto, al Propietario, responsabilidad alguna por avería o por accidente personal que pudiera ocurrir.

2.2. CONDICIONES DE LOS MATERIALES

No se instalará ningún material sin la expresa aprobación del Ingeniero Director de la obra.

Todos los materiales empleados, estén o no mencionados en este pliego, han de ser de primera calidad, y encontrarse en perfecto estado, no admitiéndose la colocación de materiales utilizados.

Todos los trabajos realizados y los materiales empleados cumplirán la “Resolución general de instrucción para la construcción”, del 31-10-1966.

El contratista deberá disponer de la maquinaria y herramienta necesarias para llevar a cabo la obra en las condiciones adecuadas, con cumplimiento de las normas generales y en el tiempo señalado.

Una vez adjudicada definitivamente la obra, el contratista deberá presentar ante la dirección facultativa, los prototipos de los materiales a instalar, acompañando a los mismos los certificados oficiales que se exigen en este pliego, así como los catálogos, etc., que se crean precisos.

Con los prototipos presentados podrán realizarse cuantos ensayos se estimen oportunos, incluso los destructivos y los oficiales en los laboratorios, siendo los gastos ocasionados por cuenta del contratista, debiendo para ello presupuestar una partida del 1 % del total del presupuesto para estos gastos.

La aprobación de los prototipos no presupone una recepción de ningún tipo, pudiendo rechazarse cualquier material incluso después de colocado si no cumple con las exigencias de este pliego de condiciones.

2.3. CONDICIONES DE LOS EQUIPOS

Las tuberías para calefacción y A.C.S. serán de cobre según UNE 37.119. Las conexiones de las tuberías serán soldadas.



No se admitirá de ningún modo y bajo ningún concepto el uso de piezas o elementos de segunda mano.

Todos aquellos casos en los que sea posible, los materiales deben disponer del sello AENOR, que asegura el cumplimiento de las normas UNE.

El rendimiento de las calderas deberá ser igual o superior al indicado en las instrucciones técnicas IT.IC.04.

La bomba de circulación incorporada en la caldera cumplirá con las instrucciones técnicas IT.IC.16.

Se tendrá en cuenta, cuando sea posible, las condiciones que respecto a materiales y equipo figuren en el proyecto.

2.4 CONDICIONES ECONÓMICAS

Se establece que la contrata debe percibir el importe de los trabajos efectuados, siempre que éstos se hayan realizado de acuerdo al proyecto.

Los precios de unidades de obra, así como de materiales o mano de obra, serán presentados descompuestos, siendo necesaria la presentación y aprobación de estos precios antes de proceder a la ejecución.

La contrata debe percibir el importe de todas aquellas unidades de obra que haya ejecutado, con arreglo a los documentos del proyecto.

La contrata no tendrá derecho a indemnización por causa de pérdidas o averías. Sí que tendrá ese derecho en los casos de fuerza mayor. Estos casos serán:

- a) Los incendios causados por la electricidad atmosférica.
- b) Daños producidos por terremotos o maremotos.
- c) Los producidos por vientos huracanados y crecidas de ríos, superiores a las que se han de prever en el país, y siempre que la contrata haya tomado las medidas posibles, dentro del terreno en el que estén las obras.
- d) Los destrozos ocasionados a mano armada en tiempos de guerra, por movimientos sediciosos, populares o robos tumultuosos.

La indemnización se referirá únicamente al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o a materiales acopiados a pie de obra; y en ningún caso, comprenderán medios auxiliares, maquinaria, etc., propiedad de la contrata.



La contrata está obligada a asegurar la obra durante el tiempo que dure la ejecución, hasta la recepción definitiva. Los riesgos y condiciones del seguro, se pondrán en conocimiento del propietario antes de contratarlo.

2.5. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

La contrata es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto.

Se consideran causas suficientes de rescisión del contrato, las que a continuación se señalan:

- a) La quiebra de la contrata.
- b) Las alteraciones del proyecto por las siguientes causas:

Modificaciones fundamentales del proyecto. En cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto sea más o menos el 25 % de unidades del proyecto modificado.

Si la variación de alguna de las unidades de obra varían en más o menos el 40 %.

- c) El no dar comienzo la contrata a los trabajos, dentro del plazo señalado en las condiciones peculiares del proyecto.
- d) El incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.
- e) La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a esta.
- f) El abandono de la obra sin causa justificada.

2.6. RESPONSABILIDADES LEGALES

La empresa instaladora tiene la responsabilidad de ejecutar correctamente el montaje de la instalación, siguiendo siempre las directrices y normas de Ingeniero Director de la obra, no pudiendo sin su autorización variar trazados, cambiar materiales o introducir modificaciones al proyecto de la instalación en su conjunto y en especial a su Pliego de Condiciones.

La empresa Mantenedora-Reparadora es responsable de que el mantenimiento de la instalación sea el adecuado para garantizar el uso racional de la energía así como de salvaguardar la duración del servicio y de la instalación, pudiendo modificar, si lo cree oportuno, las instrucciones de manejo de la misma, respetando en cualquier caso los mínimos indicados en la Instrucción Técnica IT.IC.23, en relación al proyecto de



ejecución. Especialmente es responsable de todo cuanto se derive en su titularidad, en su caso, del libro de mantenimiento.

El titular del libro de Mantenimiento es el responsable de las indicaciones y operaciones de mantenimiento visadas en dicho libro. El Ministerio de Industria y Energía podrá suspender temporalmente por un plazo máximo de tres meses la calificación personal o el carné profesional, previa comunicación a su titular, cuando juzgue que se haya incurrido en incumplimiento grave de las Instrucciones del Reglamento que le afecten.

3. MATERIALES QUE CONSTITUYEN LA INSTALACIÓN INTERIOR DE SUMINISTRO DE AGUA

Los materiales empleados en tuberías y griferías de las instalaciones interiores, deberán ser capaces de forma general y como mínimo para una presión de trabajo de 15 kg/cm², en previsión de la resistencia necesaria para poder soportar la de servicio y los golpes de ariete provocados por el cierre de los grifos. Deberán ser resistentes a la corrosión y totalmente estables con el tiempo en sus propiedades físicas (resistencia, rugosidad, etc.). Tampoco deberán alterar ninguna de las características del agua (sabor, olor, potabilidad, etc.).

En caso de sustancias plásticas deberán tomarse las precauciones oportunas para que tales tuberías queden fuera de la acción del agua caliente.

Las llaves empleadas en las instalaciones deberán ser totalmente abiertas. Se clasifican en dos tipos:

a) Llaves de asiento inclinado y de compuerta. Todas aquellas que estando totalmente abiertas, produzcan una pérdida de presión menor que una longitud de tubería de su mismo diámetro y paredes lisas igual a 50 veces dicho diámetro.

b) Llaves de asiento paralelo. Todas aquellas que producen una pérdida de presión mayor que la indicada anteriormente. En ningún caso se admitirán llaves cuya pérdida de presión sea superior a la de una longitud de tubería de su mismo diámetro y paredes lisas igual a 600 veces dicho diámetro.

3.1. DISPOSICIONES GENERALES

Se prohíbe la instalación de cualquier tipo de aparatos o dispositivos que por su constitución o modalidad de instalación, hagan posible la introducción de cualquier fluido



en las instalaciones interiores o el retomo, voluntario o fortuito, del agua de salida de dichas instalaciones.

Se prohíbe el empalme directo de la instalación de agua a una conducción de evacuación de aguas utilizadas.

Se prohíbe establecer uniones entre las conducciones interiores empalmadas a las redes de distribución pública y otras instalaciones.

En las bañeras, lavabos, bidés, fregaderas y en general, todos los recipientes y aparatos que de forma usual se alimentan directamente de la distribución del agua, el nivel inferior de la llegada del agua debe verter libremente como mínimo a 20 mm por encima del borde superior del recipiente o por lo menos del nivel máximo del aliviadero.

Se prohíbe la llamada alimentación por bajo, es decir, la entrada del agua por la parte inferior del recipiente.

Se prohíbe tirar o dejar caer en recipiente cualquier extremidad libre de las prolongaciones, flexibles o rígidas, empalmadas a la distribución pública.

3.2. INSPECCIONES

Antes de iniciarse el funcionamiento de las instalaciones, la empresa o personas instaladoras están obligadas a realizar las pruebas de resistencia mecánica y de estanqueidad previstas en el capítulo 6º de las Normas Básicas y deberán dar cuenta de ello a la Delegación Provincial del Ministerio de Industria.

Si la Delegación Provincial considera que no es necesaria su presencia en dichas pruebas, facultará al instalador para que, con el usuario o propietario, las realice. Una vez efectuadas las pruebas previstas, con o sin representantes de la Delegación Provincial del Ministerio de Industria, se procederá a levantar un certificado de resultado que debe estar suscrito, al menos, por el usuario o propietario y la empresa instaladora. Una copia de este certificado se envía posteriormente a la ya nombrada Delegación Provincial del Ministerio de Industria.

Se entiende que las instalaciones tienen la aprobación de funcionamiento de la Delegación Provincial del Ministerio de Industria si, transcurridos treinta días desde el envío de la copia de certificado, ésta no manifiesta ninguna objeción al respecto.

Los servicios técnicos de la Delegación Provincial podrán realizar en las inspecciones las pruebas reglamentarias y efectuar las inspecciones, supervisiones y comprobaciones que se consideren necesarias para asegurar el buen funcionamiento de las instalaciones objeto de las Normas Básicas.



3.3. PRUEBAS DE LA INSTALACIÓN

Todos los elementos y accesorios que integren la instalación serán objeto de las pruebas reglamentarias.

Antes de proceder al empotramiento de las tuberías, las empresas instaladoras serán obligadas a efectuar la prueba de resistencia mecánica de estanqueidad. Dicha prueba se efectuará con presión hidráulica. Deben someterse a esta prueba todas las tuberías, elementos y accesorios que integren la instalación.

Dicha prueba se llevará a cabo a 20 kg/cm². para iniciar la prueba se llenará de agua toda la instalación, manteniendo abiertos los grifos terminales hasta que se tenga la seguridad de que la purga ha sido completa y no queda nada de aire. En ese momento se cierran los grifos que no han servido de purga y el de la fuente de alimentación. A continuación se emplea la bomba que ha sido previamente conectada, y se mantiene su funcionamiento hasta alcanzar la presión de prueba.

Una vez conseguida esta presión, se cierra la llave de paso de la bomba y se procede a reconocer toda la instalación para asegurarse de que no existe pérdida. A continuación se disminuye la presión hasta llegar a la de servicio, con un mínimo de 6 kg/cm² y se mantiene esta presión durante 15 minutos. Se dará por buena la instalación si durante este tiempo de lectura del manómetro, la presión ha permanecido constante, debiendo apreciar el manómetro con claridad hasta décimas de kg/cm².

Las presiones aludidas en la explicación de la prueba descrita se refieren a nivel de calzada.

3.4. HOMOLOGACIÓN

Todos los materiales, accesorios y elementos de las instalaciones deberán estar homologados oficialmente. Las dudas y discrepancias que puedan surgir serán resueltas por las Delegaciones Provinciales del Ministerio de la Industria.

4. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN DE CALDERAS

4.1. CONDICIONES GENERALES

Los equipos de producción de calor serán de un tipo registrado por el Ministerio de Industria y Energía, y dispondrán de la etiqueta de Identificación energética en la que se especifique el nombre del fabricante y del importador, en su caso, marca, modelo, tipo, número de fabricación, potencia nominal, combustibles admisibles y rendimiento



energético de cada uno de ellos. Estos datos estarán escritos en castellano y en caracteres indelebles.

Los aparatos de calefacción deben estar provistos de un número suficiente de aberturas, fácilmente accesibles, para su limpieza y control.

Todas las calderas dispondrán de orificio con mirilla u otro dispositivo que permita observar la llama.

Las diversas partes de la caldera deben ser suficientemente estables y deben poder dilatarse libremente, conservando la estanqueidad sin producir ruidos.

Se podrán realizar con facilidad in situ, las operaciones de limpieza y mantenimiento de cada una de las partes.

4.2. DOCUMENTACIÓN

El fabricante de la caldera deberá suministrar en la documentación de la misma, como mínimo los siguientes datos:

a) Curvas de potencia-rendimiento para valores comprendidos, al menos entre el 50% y 120% de la potencia nominal para cada uno de los combustibles permitidos, especificando la norma con la que se ha hecho el ensayo.

b) Utilización de caldera (agua sobrecalentada, agua caliente, vapor, vapor a baja presión), con indicación de la temperatura nominal de la salida del agua o de la presión del vapor.

c) Características del fluido portador de alimentación de la instalación.

d) Capacidad de fluido portador de la caldera en litros.

e) Caudal mínimo del fluido portador que debe pasar por la caldera.

f) Dimensiones exteriores máximas de la caldera y cotas de situación de los elementos que han de unir a otras partes de la instalación (salida de humo, salida de vapor o agua, entrada de agua, etc.), y la bancada de la misma.

g) Dimensiones de la bancada.

h) Pasos en transporte y en funcionamiento.

i) Instrucciones de instalación, limpieza y mantenimiento.

j) Curvas de potencia-tiro necesarias en la caja de humos para las mismas condiciones del punto “a”.



4.3. ACCESORIOS

Independientemente de las exigencias determinadas por el reglamento de aparatos a presión u otros que les afecten, con toda caldera deberá incluirse:

- a) Utensilios necesarios para la limpieza y conducción del fuego.
- b) Aparatos de medida: termómetros e hidrómetros en las calderas de agua caliente.

Los termómetros medirán la temperatura del fluido portador en un lugar próximo a la salida por medio de un bulbo que, con su correspondiente vaina de protección, penetre en el interior de la caldera. No se admiten los termómetros de contacto.

Los aparatos de medida irán colocados en un lugar fácilmente visible para el mantenimiento y recambio, con las escalas adecuadas a la instalación.

4.4. FUNCIONAMIENTO Y RENDIMIENTO

El rendimiento del conjunto caldera-quemador, será como mínimo del 75%, según lo indicado en la Instrucción Técnica IT.IC.04.

Funcionando a régimen normal, con la caldera limpia, la temperatura de humos media a la salida de la caldera, no será superior a 240°C, salvo que el fabricante especifique en la placa de la caldera, una temperatura superior, estudiándose que con esta temperatura se sigue manteniendo los rendimientos mínimos exigidos.

4.5. OTRAS EXIGENCIAS DE SEGURIDAD

Para evitar en caso de avería el retomo de llama y las proyecciones de agua caliente sobre el personal de servicio, deberá cumplirse:

- a) En la caldera, los orificios de los hogares de las cajas de tubos y de las cajas de humos, deberán estar provistos de cierres sólidos.
- b) El ajuste de los registros, puertas, etc., deberá estar hecho de forma que se eviten todas las entradas de aire imprevistas que puedan perjudicar el funcionamiento y rendimiento de la misma. En las calderas de hogar presurizado, los cierres impedirán la salida al exterior de la caldera, de los gases de combustión.
- c) El registro de humos no podrá cerrarse por completo si no tiene un dispositivo de barrido de gases, previo a la puesta en marcha.



4.6. APOYOS

La caldera estará colocada en su posición definitiva, sobre una base incombustible que no se altere a la temperatura que normalmente vaya a soportar.

No estará colocada sobre tierra, sino sobre una cimentación adecuada o sobre la pared por medio de soportes resistentes a su peso.

4.7. ORIFICIOS

Tendrá los orificios necesarios para poder montar al menos los siguientes elementos:

- a) Vaciado de caldera.
- b) Válvula de seguridad y dispositivo de expansión.
- c) Termómetro.
- d) Termostato de funcionamiento y seguridad.

4.8. PRESIÓN DE PRUEBA

Las calderas deben soportar sin que se aprecien roturas, deformaciones, exudaciones o fugas, una presión hidrostática interior de prueba igual a una vez y media la presión máxima que han de soportar en funcionamiento, con un máximo de 400 kPa.

4.9. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

La caldera costará de las siguientes especificaciones técnicas:

a) Todos los aparatos vendrán acreditados por las correspondientes placas de homologación y aprobación del Ministerio de Industria.

b) Caldera para instalaciones individuales de calefacción conjuntamente con agua caliente sanitaria modelo NOVANOX 28/28 F de la marca BAXIROCA con una potencia útil de 28 kW. Las características de este modelo de caldera son las siguientes:

Panel de control digital.

Encastrable entre muebles de cocina.

Preparada para trabajar como apoyo en sistemas solares de Agua Caliente Sanitaria.



- Intercambiador de calor monotérmico de acero inoxidable.
- Intercambiador de placas de acero inoxidable para la producción del Agua Caliente Sanitaria.
- Quemador de bajo NOx refrigerado por agua.
- Información permanente de las temperaturas instantáneas de servicio.
- Encendido electrónico y seguridad de llama por sonda de ionización.
- Válvula de gas modulante.
- Alto rendimiento ★★★ según Directiva de Rendimiento (92/42/CEE).
- Ecológica. Muy bajo nivel de emisión de NOx 10 mg/kWh (Clase NOx 5).
- Modulación electrónica continua en Calefacción y Agua Caliente Sanitaria.
- Silenciosa.
- Ventilador modulante con variación electrónica de la velocidad.
- Posibilidad de adecuación de la potencia de Calefacción.
- Indicación numérico-digital de posibles anomalías.
- Sistema antibloqueo del circulador.
- By-pass automático para evitar sobrecalentamiento.
- Protección antiheladas, lo que permite ausentarse sin preocuparse de los rigores del invierno.
- Seguridad del circuito estanco por control del aporte del aire.
- Protección eléctrica IPX5D.
- Válvula de tres vías motorizada.

5. QUEMADORES

El modelo de quemador utilizado en los cálculos y definición del presente proyecto de calefacción es el que incluye el fabricante en la caldera elegida. No obstante, el quemador utilizado a última estancia deberá cumplir los siguientes requisitos.



5.1. CONDICIONES GENERALES

El quemador deberá ser de un modelo homologado por el Ministerio de Industria y Energía y dispondrá de una etiqueta de identificación energética en la que se especifique en castellano y en caracteres indelebles los siguientes datos:

- a) Nombre del fabricante o importador en su caso.
- b) Marca, modelo y tipo de quemador.
- c) Tipo de combustible.
- d) Valores límites del gasto horario.
- e) Potencias nominales para los valores anteriores del gasto.
- f) Presión de alimentación del combustible del quemador.
- g) Tensión de alimentación.
- h) Potencia del motor eléctrico.
- i) Nivel máximo de potencia acústica ponderado A, LWA, en decibelios, determinado según UNE 74105.
- j) Dimensiones y peso

Toda la información deberá ir expresada en uniones del Sistema Internacional.

Todas las piezas y uniones del quemador serán perfectamente estancas.

5.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Los dispositivos eléctricos del quemador estarán protegidos para soportar, sin perjuicio, las temperaturas a las que van a estar sometidos.

En ningún caso, se instalarán conductores de sección inferior a 1 mm².

Los fusibles de todos los elementos de control, cuando éstos sean eléctricos, estarán colocados en el cuadro general de la instalación, sin que el fallo de uno de los fusibles o automáticos de los otros elementos, puedan afectar al funcionamiento de estos controles.

En caso de corte de energía eléctrica, los controles mencionados tomaran la posición que proporcione la máxima seguridad.



5.3. DOCUMENTACIÓN

El fabricante debe suministrar los siguientes datos:

- a) Dimensiones y características generales.
- b) Características técnicas de cada uno de los elementos.
- c) Esquema eléctrico y conexionado.
- d) Instrucciones de montaje.
- e) Instrucciones de puesta en marcha, regulación y mantenimiento.

5.4. ACOPLAMIENTO DE LA CALDERA

La potencia del quemador según datos suministrados por el fabricante, estará de acuerdo con la potencia y características de la caldera, con el fin de que el conjunto caldera-quemador, cumpla las exigencias de rendimiento establecidas en IT. IC.04.

El combustible deberá quemarse en suspensión, sin que las partes de la caldera reciban partículas de él, que no estén quemadas. La junta de unión caldera-quemador tendrá la suficiente estanqueidad para impedir fugas en la combustión.

Cuando las calderas empleen combustibles gaseosos, líquidos o carbón pulverizado, los dardos de las llamas no deberán llegar a estar en contacto con las planchas de las mismas.

Si esto no es posible porque los mecheros lanzan llamas sobre la superficie de la caldera, se protegerán las planchas expuestas al golpe de fuego con muretes de material refractario.

Este control de seguridad será independiente de otros controles de funcionamiento que pueda tener el quemador.

Los elementos sensibles del quemador que constituyen el control anteriormente citado, estarán situados en el interior de la caldera.

5.5. CONDICIONES DE MONTAJE

El quemador se montará perfectamente alineado con la caldera y sujetado rígidamente a la misma o a una base soporte.

Su funcionamiento, será silencioso y no transmitirá vibraciones ni ruidos a la instalación o al suelo, y a través de él, al resto de edificación.



Será fácilmente accesible por todas las partes que requieran de limpieza, mantenimiento o ajuste.

5.6. CONDICIONES DE SEGURIDAD

Para quemadores con potencia inferior a 350 kW, se instalará un dispositivo que impida que siga saliendo combustible, cuando hayan transcurrido, como máximo, diez segundos sin que se haya producido ignición. Este control será independiente de los demás.

Cuando el quemador no funcione, se cortará la circulación del aire a través del hogar.

El quemador no podrá funcionar, ni impulsar combustible por él cuando el conducto esté acoplado incorrectamente a la caldera.

5.7. ELEMENTOS DE SEGURIDAD

Cuándo exista impulsión del aire de combustión, lo que será obligatorio para quemadores con potencia superior a 80 KW, el quemador principal no podrá funcionar si el ventilador esta fuera de servicio.

6. CONDUCTOS DE EVACUACIÓN DE HUMOS

La concepción y dimensiones de la chimenea serán tales que sean suficientes para crear la depresión indicada por el fabricante de la caldera, evacuando los gases a las velocidades señaladas en la Instrucción Técnica IT 1.3.4.3. Chimeneas del RITE.

El conducto de humos será estanco y de materiales resistentes a los humos, al calor y a las posibles corrosiones ácidas que se pudieran formar.

Las bocas de las chimeneas estarán situadas por los menos a 1 m. por encima de las lumbreras de los tejados, muro o cualquier otro obstáculo o estructura distante menos de 10m.

Cuando la chimenea sea exterior al edificio o esté adosada a él, las pérdidas de calor por la superficie de la misma no serán superiores a $2 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ para combustibles gaseosos.

La sección de los conductos de humos en su recorrido, estará calculada de acuerdo con el volumen de gases previsible, quedando prohibidos los cambios bruscos de sección.



La chimenea no irá atravesada por elementos ajenos a la misma (elementos resistentes, tuberías de instalación, etc.).

7. EQUIPOS DE REGULACIÓN Y CONTROL

La escala de temperatura de los termostatos de ambiente estará comprendida al menos entre 10 y 30 °C, llevarán marcadas las divisiones correspondientes a los grados y se marcará la cifra cada cinco grados.

El error máximo, obtenido en laboratorio entre la temperatura real existente y la marcada por el indicador del termostato una vez establecida la condición de equilibrio, será como máximo de 1°C.

El diferencial estático de los termostatos no será superior a 1,5 °C.

El termostato resistirá, sin que sufran modificaciones sus características, 10.000 ciclos de apertura y cierre a la máxima carga prevista para el circuito mandado por el termostato.

8. TUBERÍAS

8.1. MATERIALES

Los materiales empleados en las instalaciones serán los indicados a continuación:

a) Las conducciones de agua caliente para la calefacción serán de cobre, latón, acero negro soldado o estirado sin soldar.

b) Las conducciones de agua caliente sanitaria serán de cobre.

8.2. CALIDADES

Los tubos de acero negro, soldado o estirado sin soldadura, tendrán como mínimo la calidad marcada por las normas UNE 19040 o UNE 19041. Los accesorios serán de fundición maleable. Cuando se empleen tubos estirados de cobre, responderán a las calidades exigidas en las normas UNE 37107, 37116, 37117, 37131 y 37141.



8.3. TENDIDO

8.3.1. NORMAS GENERALES

Las tuberías estarán instaladas de forma que su aspecto sea limpio y ordenado, dispuestas en líneas paralelas o a escuadra con los elementos estructurales del edificio o con tres ejes perpendiculares entre sí.

Las tuberías horizontales, en general deberán estar situadas lo más próximo al suelo, dejando siempre, espacio suficiente para manipularlas.

La holgura entre las tuberías o entre estas y los paramentos, no será inferior a 3 cm. La accesibilidad será de tal forma que pueda manipularse o situarse una tubería sin tener que desmontar el resto.

En ningún momento se debilitará un elemento estructural para poder colocar una tubería sin autorización expresa del Ingeniero Director de la obra.

Cuando la instalación esté formada por varios circuitos parciales, cada uno de ellos se equipará del suficiente número de válvulas de regulación y corte, para poderlo equilibrar y aislar sin que se afecte el servicio del resto.

8.3.2. CURVAS

En los tramos curvos, los tubos no presentaran garrotas y otros efectos análogos, ni aplastamientos y otras deformaciones en sección transversal.

Siempre que sea posible, las curvas se realizarán por cintrado de los tubos, o piezas curvas, evitando la colocación de codos. Los cintrados de los tubos hasta 50 mm, se podrán hacer en frío, haciéndose los demás en caliente.

En los tubos de acero soldado, las curvas se harán de forma que las costuras en la fibra neutra de la curva. En caso de que exista una curva y una contra curva situadas en planos distintos, ambas se realizarán con tubo de acero sin soldadura.

En ningún caso la sección de la tubería en las curvas será inferior a la sección de los tramos rectos.

8.3.4. PENDIENTES

Las tuberías refrigeradas o de agua caliente irán colocadas de forma que no se formen en ellas bolsas de aire. Para la evacuación automática de aire, los tramos horizontales deben tener una pendiente mínima del 0,5 %. Cuando la circulación sea



forzada, estas pendientes se mantendrán en frío y en caliente, la pendiente será ascendente hacia los purgadores y con preferencia en sentido de circulación del agua.

La pendiente será ascendente hacia el vaso de expansión o hacia los purgadores y con preferencia en el sentido de circulación del agua.

8.3.5. ANCLAJES Y SUSPENSIONES

Los apoyos de las tuberías en general serán los suficientes para que una vez calorifugados, no se produzcan flechas superiores al dos mil, ni ejerzan esfuerzo alguno sobre elementos o aparatos a que estén unidas, como calderas, bombas, etc.

Las distancias entre soportes para tuberías de acero, serán como máximo las aquí indicadas:

Diámetro de la tubería (mm)	Separación máxima entre soportes (m)	
	Tramos verticales	Tramos horizontales
≤1	2,5	1,8
≤20	3	2,5
≤25	3	2,5
≤32	3	2,8
≤40	3,5	3
≤50	3,5	3
≤70	4,5	3
≤80	4,5	3,5
≤100	4,5	4
≤125	5	5
≤150	6	6

Las grapas y abrazaderas serán de forma que permitan un fácil desmontaje de los tubos, exigiéndose la utilización de material elástico entre sujeción y tubería.

Existirá al menos un soporte entre cada dos uniones de tuberías y con preferencia se colocarán estos, al lado de cada unión de dos tramos de tubería.

Los tubos de cobre llevarán elementos de soporte, a una distancia no superior a la indicada en la presente tabla:

Diámetro de la tubería (mm)	Separación máxima entre soportes (m)	
	Tramos verticales	Tramos horizontales
≤10	1,80	1,20
12 a 20	2,40	1,80
25 a 40	3,00	2,40
50 a 100	3,70	3,00



Los soportes de madera o alambre serán admisibles únicamente durante la colocación de la tubería, pero deberán ser sustituidos por piezas idénticas en estas prescripciones.

Los soportes de las canalizaciones verticales, sujetarán la tubería en todo su contorno. Serán desmontables para permitir después de estar anclados, colocar o quitar la tubería, con un movimiento incluso perpendicular al eje de la misma.

Cuando exista peligro de corrosión de los soportes de tuberías enterradas, éstos y sus guías deberán ser materiales resistentes a la corrosión o estar protegidos contra la misma.

La tubería estará anclada de modo que los movimientos sean absorbidos por las juntas de dilatación y por la propia flexibilidad del trazado de la tubería. Los anclajes, serán lo suficientemente robustos para soportar cualquier empuje normal.

Queda prohibido el soldado de las tuberías a los soportes o elementos de sujeción o anclaje.

8.3.6. PASO POR ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Cuando las tuberías pasen a través de muros, tabiques, forjados, etc., se dispondrán manguitos proyectores que dejen espacio libre alrededor de la tubería, debiéndose rellenar este espacio de una materia plástica. Si la tubería va aislada, no se interrumpirá el aislamiento en el manguito.

Los manguitos deberán sobresalir al menos 3 mm por la parte superior de los pavimentos.

8.3.7. UNIONES

En las uniones soldadas en tramos horizontales, los tubos se enrasarán por su generatriz superior para evitar la formación de bolsas de aire.

Antes de efectuar una unión, se repasarán las tuberías para eliminar las rebabas que puedan haberse formado al cortar o aterrajear los tubos.

No han de efectuarse soldaduras o empalmes que puedan quedar empotrados en el suelo.

Al realizar las uniones de dos tuberías, no se forzarán éstas, sino que deberán haberse cortado y colocado con la debida exactitud.

No se podrán realizar uniones en los cruces de muros, forjados, etc.



Todas las uniones deberán poder soportar una presión superior en un 50% a la de trabajo.

Se prohíbe expresamente la ocultación o enterramiento de uniones mecánicas.

8.3.8. DILATADORES

Para compensar las dilataciones, se dispondrán liras, dilatadores lineales o elementos análogos, o se utilizará el amplio margen que se tiene con los cambios de dirección, dando curvas con un radio superior a cinco veces el diámetro de la tubería.

Habrà de protegerse la tubería para evitar que el hormigón la envuelva y no pueda dilatar. Puede utilizarse tubo arrugado (tipo electricidad) de mayor diámetro para que el tubo pueda moverse libremente.

Si las instalaciones entre emisores son grandes se provocarán cambios de dirección para favorecer la dilatación del tubo.

Las liras y curvas de dilatación serán del mismo material que la tubería. Sus longitudes serán las específicas, y las distancias entre ellas serán tales que las tensiones en las fibras más tensadas no sean superiores a 80 MPa en cualquier estado térmico de la instalación.

Los elementos dilatadores irán colocados de forma que permitan a las tuberías movimientos en la dirección de su propio eje, sin que originen esfuerzos transversales. Se colocarán guías junto a los elementos de dilatación.

Se dispondrán del número de elementos dilatadores necesario para que la posición de los aparatos a que van conectados, no se vea afectada, ni estar sometidos a esfuerzos indebidos como consecuencia de los movimientos de dilatación de las tuberías.

8.3.9. PURGAS

En la parte más alta de cada circuito se dispondrá una purga para eliminar el aire que pudiera acumularse en ese lugar. Se recomienda que esta purga se coloque con una conducción de la posible agua que se elimine con la purga. Esta conducción irá con pendiente hacia el punto de vaciado, que deberá ser visible.

Se colocarán además purgas automáticas o manuales en cantidad suficiente para evitar la formación de bolsas de aire en las tuberías o aparatos en los que, por su disposición, fuesen previsibles.



8.4. VÍNCULOS CON OTROS SERVICIOS

Las tuberías no estarán en contacto con ninguna conducción de energía eléctrica o telecomunicación, con el fin de evitar los efectos de corrosión que una derivación pueda ocasionar, debiéndose prever una distancia mínima de 30 cm a las conducciones eléctricas y de 3 cm a las tuberías de gas más cercanas desde el exterior de la tubería o del aislamiento si lo hubiese.

Las tuberías no atravesarán chimeneas, conductos de aire acondicionado, ni chimeneas de ventilación.

9. VALVULERÍA

9.1. GENERALIDADES

Las válvulas estarán completas y cuando dispongan de volante, el diámetro mínimo exterior del mismo se recomienda que sea cuatro veces el diámetro nominal de la válvula, sin sobrepasar los 20 cm. En cualquier caso, permitirá que las operaciones de apertura y cierre se hagan cómodamente.

Serán estancas interior y exteriormente, es decir, con la válvula en posición abierta y cerrada, a una presión hidráulica igual a una vez y media la de trabajo, con un mínimo de 600 kPa. Esta estanqueidad se podrá lograr accionando manualmente la válvula.

Toda válvula que vaya a estar sometida a presiones iguales o superiores a 600 kPa deberá llevar troquelada la presión máxima de trabajo a que puede estar sometida.

Las válvulas de más de 50 mm de diámetro nominal serán de fundición y bronce cuando la presión que va a soportar no sea superior a 400 kPa y será de acero o acero y bronce para presiones superiores a este valor.

Las válvulas y grifos, hasta un diámetro nominal de 50 mm, estarán construidas de bronce y latón.

9.2. CARACTERÍSTICAS DEL MONTAJE

Se recomienda no instalar ninguna válvula con el vástago por debajo del plano horizontal que contenga el eje de la tubería. Todas las válvulas serán fácilmente accesibles.

Se recomienda disponer de una tubería de derivación con sus llaves, rodeando aquellos elementos básicos, como válvulas de control, etc., que se pueden averiar y necesiten ser retirados de la red de tuberías para su reparación y mantenimiento.



9.3. TIPOS DE VÁLVULAS Y SU FUNCIÓN

Según la función que han de desempeñar, las válvulas pueden ser:

- a) Para aislamiento: válvulas de bola, de asiento o de mariposa.
- b) Para regulación: válvulas de asiento de aguja.
- c) Para vaciado: grifos y válvulas de macho.
- d) Para purgadores: válvulas de aguja inoxidable.

10. ACCESORIOS

Los espesores mínimos de metal de los accesorios de embridar y roscar, serán los adecuados para soportar las máximas presiones y temperaturas a las que vayan a estar sometidas.

Serán de acero, hierro fundido, fundición maleable, cobre, bronce o latón, según el material de la tubería.

Los accesorios soldados podrán utilizarse para tuberías de diámetro comprendido entre 10 y 600 mm. Estarán fabricados y proyectados de modo que tengan, por lo menos, resistencia igual a la de la pieza a la cual van a ser unidos.

Para tuberías de acero forjado o fundido hasta un diámetro de 500 mm, se abstienen accesorios roscados.

Donde se requieren accesorios especiales, éstos reunirán unas características tales que permitan su prueba hidrostática a una presión doble de la correspondiente al valor de suministro en servicio.

11. BOMBAS DE CIRCULACIÓN

Se recomienda que se monte un manómetro para poder apreciar la presión del circuito.

La bomba deberá ir montada en un punto tal que pueda asegurarse que ninguna parte de la instalación quede en depresión en relación con la atmósfera. La presión a la entrada de la bomba deberá ser la suficiente para asegurar que no se produzca cavitación ni a la entrada ni en el interior de la bomba.



El conjunto motor-bomba será fácilmente desmontable. En general, el eje de la bomba y del motor quedarán bien alineados, y se montará un acoplamiento elástico si el eje no es común. Cuando los ejes del motor y de la bomba no estén alineados, la transmisión se efectuará por correas trapezoidales.

Cuando las dimensiones de la tubería sean distintas a las de entrada o salida de la bomba, se efectuará un acoplamiento cónico con un ángulo en el vértice no superior a 30°.

La bomba y su motor, estarán montados con suficiente holgura a su alrededor para una fácil inspección de todas sus partes.

12. ALIMENTACIÓN Y VACIADO

En toda instalación de agua existirá un circuito que dispondrá de una válvula de retención y otra de corte antes de la conexión de la instalación, recomendándose además la instalación de un filtro.

El diámetro mínimo de la tubería de alimentación dependerá de la potencia de la instalación:

- a) Hasta 50 kW: 0 a 15 mm
- b) De 50 kW a 125 kW: 0 a 20 mm
- c) De 125 kW a 500 kW: 0 a 25 mm

En cada rama de la instalación que pueda aislarse, existirá un dispositivo de vaciado de la misma.

Cuando las tuberías de vaciado puedan conectarse a un colector común que las lleve a un desagüe, la conexión se realizará de forma que el paso del agua desde la tubería hasta el colector sea visible.

En cualquier caso, la alimentación del agua del sistema no podrá realizarse, por razones de salubridad, con una conexión directa a la red de distribución urbana. Será necesaria la separación física entre ambos circuitos.

Para este fin se considera suficiente el llenado a través del depósito abierto, o bien que la instalación de fontanería disponga de grupo de presión instalado de acuerdo con la legislación vigente.

Toda instalación, salvo pequeños tramos, podrá vaciarse. El diámetro mínimo de las tuberías de vaciado será:



- a) Hasta 50 kW: 0 a 20 mm
- b) De 50 kW a 125 kW: 0 a 25 mm
- c) De 125 kW a 250 kW: 0 a 32 mm
- d) De 250 kW a 500 kW: 0 a 40 mm

13. VASOS DE EXPANSIÓN

Los vasos de expansión serán metálicos o de otro material estanco y resistente a los esfuerzos que van a soportar.

En el caso de que los depósitos sean metálicos deberán ir protegidos contra la corrosión.

En las instalaciones con depósito de expansión cerrado, éstos deberán soportar una presión hidráulica igual a una vez y media de la que tenga que soportar a régimen con un mínimo de 300 kPa sin que se aprecien fugas, exudaciones o deformaciones.

La capacidad de los depósitos de expansión será la suficiente para absorber la variación de volumen del agua de la instalación al pasar de 4°C a la temperatura del régimen.

Los vasos de expansión cerrados que tengan asegurada la presión por colchón de aire, deberán tener una membrana elástica, que impida la disolución de ésta en el agua. Tendrá timbrada la máxima presión que pueda soportar, que en ningún caso será inferior a la de regulación de la válvula de seguridad de la instalación reducida al mismo nivel.

En caso de utilizarse vasos de expansión cerrados, deberán colocarse preferentemente en la aspiración de la bomba, teniendo especial cuidado de que la conexión se haga de forma que evite la formación de una bolsa de aire en el mismo.

No deberá existir ningún elemento de corte entre el generador y el vaso de expansión, siempre que esta válvula sea de tres vías y esté colocada de forma que al comunicar el generador con el vaso de expansión, quede automáticamente aquél en comunicación con la atmósfera.

En el caso de vaso de expansión cerrado, el diámetro interior de la tubería de conexión del vaso, deberá tener un mínimo de diámetro de 20 mm y el diámetro de las tuberías de conexión a las válvulas de seguridad, se hará el especificado para conexión al vaso de expansión abierto.



14. EMISORES DE CALOR

Los emisores se colocarán como mínimo a 4 cm de la pared y a 10 cm del suelo. En radiadores de tipo panel, la distancia a la pared podrá ser de 2,5 cm.

El emisor permanecerá sensiblemente horizontal, apoyado sobre todas las patas o apoyos, cualesquiera que sean las condiciones en que funcione. No ejercerá esfuerzo alguno sobre las canalizaciones. Los radiadores de hasta 10 elementos ó 50 cm de longitud, tendrán dos apoyos o cuelgues, y por cada 50 cm de longitud o fracción, tendrán un elemento más de cuelgue o apoyo.

La instalación del radiador y su unión con la red de tuberías, se efectuará de forma que en el radiador se pueda purgar bien el aire hasta la red, sin que queden bolsas que eviten el perfecto llenado de éste, o impidan la buena circulación del agua a través del mismo; en caso contrario, cada radiador dispondrá de un purgador automático o manual.

15. AISLAMIENTO TÉRMICO

15.1. GENERALIDADES

Con el fin de evitar los consumos energéticos superfluos, los aparatos, equipos y conducciones que contengan fluidos a temperatura inferior a la del ambiente, o superiores a 40°C dispondrán de un aislamiento térmico para reducir las pérdidas de energía.

El aislamiento térmico de aparatos y conducciones metálicas, cuya temperatura de diseño sea inferior a la del punto de rocío del ambiente en que se encuentre, será impermeable al vapor de agua o al menos quedará protegido una vez colocado, por una capa que constituya una barrera de vapor.

Los aparatos, equipos y conducciones de las instalaciones, deberán quedar aislados de acuerdo con unas exigencias de carácter mínimo, entendiéndose que en cualquier caso las pérdidas térmicas globales horarias, no superen el 5% de la potencia útil instalada.

15.2. MATERIALES

El material de aislamiento no contendrá sustancias que representen un peligro en cuanto a la formación de microorganismos en el mismo. No desprenderá olores a la temperatura a la que vaya a ser sometido. No sufrirá deformaciones como consecuencia de las temperaturas o debido a una accidental formación de condensaciones. Será compatible a las superficies a las que va a ser aplicado, sin provocar corrosión en las tuberías en las condiciones de uso.



El aislamiento de las calderas o de parte de las instalaciones que van a estar próximas a focos de fuego, será de materiales incombustibles. Estos materiales serán los recomendados en cualquier ocasión.

15.3. COLOCACIÓN

La aplicación del material aislante deberá cumplir las exigencias que a continuación se indican:

a) Antes de su colocación, deberá haberse quitado de la superficie aislada toda materia extraña, herrumbre, etc.

b) A continuación se dispondrá de dos capas de pintura antioxidante u otra protección similar en todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación.

c) El aislamiento se efectúa a base de mantas, filtros, placas, segmentos, coquillas, etc., colocadas de acuerdo con las instrucciones del fabricante, cuidando que se haga un asiento compacto y firme en las piezas aislantes y que se mantenga uniforme el espesor.

d) Cuando el espesor del aislamiento exigido requiera varias capas de éste, se procurará que las juntas longitudinales transversales de las distintas capas, no coincidan y que cada capa quede firmemente fijada.

e) El aislamiento irá protegido con los materiales necesarios, para que no se deteriore en el transcurso del tiempo.

f) El recubrimiento o protección del aislamiento, se hará de manera que éste quede firme y duradero. Se ejecutará disponiendo amplios solapes para evitar pasos de humedad al aislamiento y cuidando que no se aplaste.

g) En las tuberías y equipos situados a al intemperie, las juntas verticales y horizontales se sellarán convenientemente. La terminación será impermeable e inalterable a la intemperie, recomendándose los revestimientos metálicos sobre base emulsión asfalta o banda bituminosa.

h) La barrera de vapor, si es necesaria, deberá estar situada en la capa exterior del aislamiento, con el fin de garantizar la ausencia de agua condensada en la masa aislante.

i) Cuando sea necesario la colocación de flejes distanciadores, con objeto de sujetar al revestimiento y protección y conservar un espesor homogéneo del aislamiento, se colocarán remachadas plaquitas de espesor adecuado.

j) Todas las piezas del material aislante, así como su recubrimiento protector y demás elementos que entren en este montaje, se presentarán sin defectos ni exfoliaciones.



15.4. AISLAMIENTO TÉRMICO DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS

Hasta un diámetro de 150 mm, el aislamiento térmico de tuberías colgadas o empotradas deberá realizarse siempre con coquillas, no admitiéndose para este fin lanas a granel o filtros. Solo podrá utilizar aislamientos a granel en tuberías empotradas en el suelo.

En ningún caso, en las tuberías, el aislamiento por sección y capa presentará más de dos juntas longitudinales.

Las válvulas, bridas y accesorios se instalarán perfectamente con casquetes aislantes desmontables de varias piezas, con espacio suficiente para que al quitarlos se puedan desmontar aquéllas (dejando espacio para sacar tornillos). Deben ser del mismo espesor que el calorífugo de la tubería en que este intercalado, de manera que, al mismo tiempo que proporciona un perfecto aislamiento, sean fácilmente desmontables para la revisión de estas partes ante un deterioro del material aislante. Si es necesario dispondrá de un drenaje.

Los casquetes se sujetarán por medio de abrazaderas de cinta metálica, provisto de cierre de palanca para que sea sencillo su montaje y desmontaje.

Delante de las bridas se instalará el aislamiento por medio de coronas frontales y de tal forma que puedan sacarse con facilidad los pernos de dichas bridas.

En el caso de accesorios para reducciones, la tubería de mayor diámetro determinará el espesor a emplear.

Se evitará en los soportes el contacto directo con la tubería.

El recubrimiento o protección del aislamiento de las tuberías y sus accesorios deberá quedar listo y firme. Podrán utilizarse protecciones adicionales de plástico, aluminio, etc., siendo éstas recomendables para las tuberías y equipos situados en la intemperie.

15.5. AISLAMIENTO DE CONDUCTOS

El proyecto, instalación, montaje y utilización de las instalaciones eléctricas se ajustarán a lo dispuesto por el reglamento electrotécnico de baja tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Los circuitos eléctricos de alimentación de cada equipo o unidad, serán independientes entre sí, debiendo existir en la sala de máquinas un interruptor general, situado en las inmediaciones de la salida, así como los dispositivos de seguridad de corte de energía que necesite.



16. CAPTADORES SOLARES

16.1. CONDICIONES TÉCNICAS

El captador seleccionado deberá poseer la certificación emitida por un organismo competente en la materia o por un laboratorio de ensayos según lo regulado en el Real Decreto 891/1980 de 14 de Abril sobre homologación de los captadores solares y en la Orden de 28 de Julio de 1980 por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los captadores solares.

La memoria de diseño indicará el modelo y fabricante del captador, así como las fechas y laboratorios de certificación.

Se incluirán los siguientes datos del captador proporcionados por el fabricante:

- a) Dimensiones principales: alto, ancho, largo.
- b) Área de la superficie transparente.
- c) Material y transmitividad de la cubierta transparente.
- d) Tipo de configuración del absorbedor.
- e) Materiales y tratamiento del absorbedor.
- f) Situación y dimensiones de las tomas de entrada y salida.
- g) Materiales de las juntas de estanqueidad de la cubierta y de las salidas de las conexiones del circuito.
- h) Material de la carcasa.
- i) Tipo de cierre de la cubierta transparente.
- j) Situación y configuración de los puntos de amarre.
- k) Materiales aislantes.
- l) Esquema general del captador.

El captador llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre del fabricante.

Solo se utilizarán captadores que se ajusten a las siguientes características:

- a) Material de la cubierta transparente: vidrio normal o templado de espesor inferior a 3 mm y transmitividad mayor o igual a 0,8. La utilización de un material de otras características requiere el informe de un organismo acreditado que garantice las



características funcionales y de durabilidad del captador. Distancia media entre el absorbente y la cubierta transparente no inferior a 2 cm ni superior a 4 cm.

b) Material del absorbedor: materiales metálicos.

c) En ningún caso el tratamiento del absorbedor se aplicará sobre acero galvanizado.

d) La pérdida de carga del captador para un caudal de 1 l/min por m² será inferior a 1 m.c.a.

e) El captador llevará un orificio de ventilación de diámetro no inferior a 4 mm situado en la parte inferior de forma que puedan eliminarse acumulaciones de agua en el captador. El orificio se realizará de forma que el agua pueda drenarse en su totalidad sin afectar al aislamiento.

16.2. CONDICIONES DE MONTAJE

El suministrador evitará que los colectores queden expuestos al Sol por periodos prolongados durante el montaje. En este periodo las conexiones del captador deben estar abiertas a la atmósfera, pero midiendo la entrada de suciedad.

Terminando el montaje, durante el tiempo previo al arranque de la instalación, si se prevé que pueda prolongarse, el suministrador procederá a tapar los colectores.

La instalación permitirá el acceso a los captadores de forma que su desmontaje sea posible en caso de rotura, pudiendo desmontar cada captador con el mínimo de actuaciones sobre los demás.

Las tuberías flexibles se conectarán a los captadores utilizando, preferentemente accesorios para mangueras flexibles.

Cuando se monten tuberías flexibles se evitará que queden retorcidas y que se produzcan radios de curvatura superiores a los especificados por el fabricante.

Su orientación será el Sur dentro de las posibilidades del edificio, pudiéndose permitirse desviaciones no mayores de 25° con respecto a dicha orientación.

Se inclinarán con respecto a la horizontal en función de la latitud geográfica y del periodo de utilización de la instalación. Se admiten desviaciones de +-10°.

Los captadores se dispondrán en filas constituidas, preferentemente, por el mismo número de elementos. Las filas de captadores se pueden conectar entre sí en paralelo, en serie o en serie-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 serie o en paralelo. El número de captadores que se pueden conectar en paralelo tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante.

Se dispondrá de un sistema para asegurar igual recorrido hidráulico en todas las baterías de captadores. En general se debe alcanzar un flujo equilibrado mediante el sistema de retorno invertido. Si esto no es posible, se puede controlar el flujo mediante mecanismos adecuados, como válvulas de equilibrado.

Se deberá prestar especial atención en la estanqueidad y durabilidad de las conexiones del captador.

En caso de haber estructura soporte deberá cumplir con lo siguiente:

a) El cálculo y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de captadores permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transferir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico.

b) 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.

c) Los topes de sujeción de captadores y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los captadores.

17. ACUMULADOR

17.1. CONDICIONES TÉCNICAS

Los acumuladores para A.C.S. y las partes de acumuladores combinados que estén en contacto con agua potable deberán cumplir los requisitos de UNE EN 12897.

Preferentemente, los acumuladores serán de configuración vertical y se ubicarán en zonas interiores. Para aplicaciones combinadas con acumulación centralizada es obligatoria la configuración vertical del depósito, debiéndose además cumplir que la relación altura/diámetro del mismo sea mayor de dos.

En caso de que el acumulador esté directamente conectado con la red de distribución de agua caliente sanitaria, deberá ubicarse un termómetro en un sitio claramente visible por el usuario.



El sistema deberá ser capaz de elevar la temperatura del acumulador a 60°C y hasta 70°C con objeto de prevenir la legionelosis, tal como aparece en el RD 909/2001 de 27 de Julio. En caso de aplicaciones para A.C.S. y sistema de energía auxiliar no incorporado en el acumulador solar, es necesario realizar un conexionado entre el sistema auxiliar y el solar de forma que se pueda calentar este último con el auxiliar, para poder cumplir con las medidas de prevención de Legionella. Se podrán proponer otros métodos antilegionella.

Los acumuladores de los sistemas grandes a medida con un volumen mayor de 20 m³ deberán llevar válvulas de corte u otros sistemas adecuados para cortar flujos al exterior del depósito no intencionados en caso de daños del sistema.

Se especificará el tipo de acumulador utilizado y las siguientes características técnicas:

- a) Volumen cubicado real.
- b) Principales dimensiones.
- c) Presiones máximas de trabajo.
- d) Situación y diámetro de las bocas de conexión.
- e) Situación y especificación de los puntos de sujeción o apoyos.
- f) Máxima temperatura de utilización.
- g) Tratamiento y protección.
- h) Material y espesor de aislamiento y características de su protección.

El depósito estará fabricado de acuerdo con lo especificado en el Reglamento de Aparatos a Presión y probado con una presión igual a dos veces la presión de trabajo homologado por el Ministerio de Industria y Energía.

El acumulador llevará una placa de identificación situada en lugar claramente visible y escrito de manera indeleble en las que aparecerán los siguientes datos:

- a) Nombre del fabricante y razón social.
- b) Contraseña y fecha de registro tipo.
- c) Número de fabricación.
- d) Volumen neto de almacenamiento en litros.
- e) Presión máxima de servicio.

Los depósitos mayores de 750 l dispondrán de una boca de hombre con un diámetro mínimo de 400 mm, fácilmente accesible, situada en uno de los laterales del acumulador y



cerca del suelo, que permita la entrada de una persona en el interior del depósito de modo sencillo, sin necesidad de desmontar tubos ni accesorios.

17.2. CONDICIONES DE MONTAJE

Las conexiones de entrada y salida se situarán de forma que se eviten caminos preferentes de circulación del fluido y, además:

a) La conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador o de los captadores al interacumulador se realizará, preferentemente a una altura comprendida entre el 50% y el 75% de la altura del mismo.

b) La conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador o los captadores se realizará por la parte inferior de éste.

c) La conexión de retorno de consumo al acumulador y agua fría de red se realizarán por la parte inferior.

d) La extracción de agua caliente del acumulador se realizará por la parte superior.

En los casos debidamente justificados en los que sea necesario instalar depósitos horizontales, las tomas de agua caliente y fría estarán situadas en extremos diagonalmente opuestos. La conexión de los acumuladores permitirá la desconexión de individual de los mismos sin interrumpir el funcionamiento de la instalación.

No se permite la conexión de un sistema de generación auxiliar en el acumulador solar, ya que esto puede suponer una disminución de las posibilidades de la instalación solar para proporcionar las prestaciones energéticas que se pretender obtener con este tipo de instalaciones. Para los equipos de instalaciones solares que vengan preparados de fábrica para albergar un sistema auxiliar eléctrico, se deberá anular esta posibilidad de forma permanente, mediante sellada irreversible u otro método.

La estructura soporte para depósitos y su fijación se realizará según la normativa vigente. La estructura soporte y su fijación para depósitos de más de 1000 l situados en cubiertas o pisos deberá ser diseñada por un profesional competente. La ubicación de los acumuladores y sus estructuras de sujeción cuando se sitúen en cubiertas de piso tendrá en cuenta las características del edificio, y requerirá para depósitos de más de 300 l el diseño de un profesional competente.



18. INTERCAMBIADOR DE CALOR

18.1. CONDICIONES TÉCNICAS

La potencia mínima de diseño del intercambiador independiente P, en W, en función del área de captadores A, en m², cumplirá la condición:

$$P > 500 A$$

El intercambiador independiente será de placas de acero inoxidable o cobre y deberá soportar las temperaturas y presiones máximas de trabajo de la instalación.

El intercambiador sumergido podrá ser de serpentín o de haz tubular. La relación entre la superficie útil de intercambio del intercambiador incorporado y la superficie total de captación no será inferior a 0,15.

En caso de aplicación para A.C.S. se puede utilizar el circuito de consumo con un intercambiador, teniendo en cuenta que con el sistema de energía auxiliar de producción instantánea en línea o en acumulador secundario hay que elevar la temperatura hasta 60°C y siempre en el punto más alejado de consumo hay que asegurar 50°C.

18.2. CONDICIONES DE MONTAJE

Habrà que tener en cuenta la accesibilidad del intercambiador de placas, ya que al ser un solo elemento donde es previsible que se produzcan obstrucciones y deposiciones con el uso, será objeto de sustituciones o reparación. Al igual que en el resto de equipos, tendrá válvulas de corte a la entrada y a la salida tanto del circuito primario como del secundario para poder aislar este equipo del resto de la instalación a la hora de llevar a cabo dichas operaciones.

19. REQUISITOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN SOLAR

19.1. FLUIDO DE TRABAJO

Como fluido de trabajo en el circuito primario se utilizará agua de la red, o agua desmineralizada, o agua con aditivos, según las características del lugar y del agua utilizada. Los aditivos más usuales son los anticongelantes, aunque en ocasiones se puedan utilizar aditivos anticorrosivos. La utilización de otros fluidos térmicos requerirá incluir su composición y calor específico en la documentación del sistema y la certificación favorable de un laboratorio acreditado.



En cualquier caso el pH a 20°C del fluido de trabajo estará comprendido entre 5 y 9, y el contenido en sales se ajustará a los señalados en los puntos siguientes:

a) La salinidad del agua del circuito primario no excederá de 500 mg/l totales de sales solubles. En el caso de no disponer de este valor se tomará el de conductividad como variable limitante, no sobrepasando los 650 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

b) El contenido en sales de calcio no excederá de 200 mg/l expresados como contenido en carbonato cálcico.

c) El límite de dióxido de carbono libre contenido en el agua no excederá de 50 mg/l.

Fuera de estos valores el agua deberá ser tratada.

El diseño de los circuitos evitará cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación. En particular, se prestará especial atención a una eventual contaminación del agua potable por el fluido del circuito primario.

Para aplicaciones en procesos industriales, refrigeración o calefacción, las características del agua exigidas por dicho proceso no sufrirán ningún tipo de modificación que pueda afectar al mismo.

19.2. PROTECCIÓN CONTRA HELADAS

19.2.1. GENERALIDADES

El fabricante, suministrador final, instalador o diseñador del sistema deberá fijar la mínima temperatura permitida en el sistema. Todas las partes del sistema que estén expuestas al exterior deberán ser capaces de soportar la temperatura especificada sin daños permanentes en el sistema.

Cualquier componente que vaya a ser instalado en el interior de un recinto donde la temperatura pueda caer por debajo de los 0°C deberá estar protegido contra heladas.

El fabricante deberá describir el método de protección antiheladas usado por el sistema. A los efectos de este documento, como sistemas de protección antiheladas podrán utilizarse:

- a) Mezclas anticongelantes.
- b) Recirculación de agua de los circuitos.
- c) Drenaje automático con recuperación de fluido.
- d) Drenaje al exterior (sólo para sistemas solares prefabricados).



19.2.2. MEZCLAS ANTICONGELANTES

Como anticongelantes podrán utilizarse los productos, solos o mezclados con agua, que cumplan la reglamentación vigente y cuyo punto de congelación sea inferior a 0°C. En todo caso, su calor específico no será inferior a 3 kJ/(kg·K), equivalentes a 0,7 kcal/(kg·°C).

Se deberán tomar precauciones para prevenir posibles deterioros del fluido anticongelante como resultado de condiciones altas de temperatura. Estas precauciones deberán de ser comprobadas de acuerdo con UNE-EN 12976-2.

La instalación dispondrá de los sistemas necesarios para facilitar el llenado de la misma y para asegurar que el anticongelante está perfectamente mezclado.

Es conveniente que se disponga de un depósito auxiliar para reponer las pérdidas que se puedan dar del fluido en el circuito, de forma que nunca se utilice un fluido para la reposición cuyas características no cumplan el Pliego. Será obligatorio en los casos de riesgos de heladas y cuando el agua deba tratarse.

En cualquier caso, el sistema de llenado no permitirá las pérdidas de concentración producidas por fugas del circuito y resueltas con reposición de agua de red.

19.2.3. RECIRCULACIÓN DEL AGUA DEL CIRCUITO

Este método de protección antiheladas asegurará que el fluido de trabajo está en movimiento cuando exista riesgo a helarse.

El sistema de control actuará, activando la circulación del circuito primario, cuando la temperatura detectada preferentemente en la entrada de captadores o salida o aire ambiente circundante alcance un valor superior al de congelación del agua (como mínimo 3°C).

Este sistema es adecuado para zonas climáticas en las que los períodos de baja temperatura sean de corta duración.

Se evitará, siempre que sea posible, la circulación de agua en el circuito secundario.

19.2.4. DRENAJE AUTOMÁTICO CON RECUPERACIÓN DEL FLUIDO

El fluido en los componentes del sistema que están expuestos a baja temperatura ambiente, es drenado a un depósito, para su posterior uso, cuando hay riesgos de heladas.

La inclinación de las tuberías horizontales debe estar en concordancia con las recomendaciones del fabricante en el manual de instalador al menos en 20 mm/m.



El sistema de control actuará la electroválvula de drenaje cuando la temperatura detectada en captadores alcance un valor superior al de congelación del agua (como mínimo 3°C).

El vaciado del circuito se realizará a un tanque auxiliar de almacenamiento, debiéndose prever un sistema de llenado de captadores para recuperar el fluido.

El sistema requiere utilizar un intercambiador de calor entre los captadores y el acumulador para mantener en éste la presión de suministro de agua caliente.

19.3. SOBRECALENTAMIENTOS

19.3.1. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECALENTAMIENTOS

El sistema deberá estar diseñado de tal forma que con altas radiaciones solares prolongadas sin consumo de agua caliente, no se produzcan situaciones en las cuales el usuario tenga que realizar alguna acción especial para llevar al sistema a su forma normal de operación.

Cuando el sistema disponga de la posibilidad de drenajes como protección ante sobrecalentamientos, la construcción deberá realizarse de tal forma que el agua caliente o vapor del drenaje no supongan ningún peligro para los habitantes y no se produzcan daños en el sistema ni en ningún otro material en el edificio o vivienda.

Cuando las aguas sean duras, se realizarán las previsiones necesarias para que la temperatura de trabajo de cualquier punto del circuito de consumo no sea superior a 60°C, sin perjuicio de la aplicación de los requerimientos necesarios contra la Legionella. En cualquier caso, se dispondrán de los medios necesarios para facilitar la limpieza de los circuitos.

19.3.2. PROTECCIÓN CONTRA QUEMADURAS

En sistemas de agua caliente sanitaria, donde la temperatura de agua caliente en los puntos de consumo pueda exceder de 60°C deberá ser instalado un sistema automático de mezcla u otro sistema que limite la temperatura de suministro a 60°C, aunque en la parte solar pueda alcanzar una temperatura superior para sufragar las pérdidas. Este sistema deberá ser capaz de soportar la máxima temperatura posible de extracción del sistema solar.



19.3.3. PROTECCIÓN DE MATERIALES Y COMPONENTES CONTRA ALTAS TEMPERATURAS

El sistema deberá ser diseñado de tal forma que nunca se exceda la máxima temperatura permitida por todos los materiales y componentes.

19.3.4. RESISTENCIA A LA PRESIÓN

Se deberán cumplir los requisitos de la norma UNE-EN 12976-1.

En caso de sistemas de consumo abiertos con conexión a la red, se tendrá en cuenta la máxima presión de la misma para verificar que todos los componentes del circuito de consumo soportan dicha presión.

19.3.5. PREVENCIÓN DE FLUJO INVERSO

La instalación del sistema deberá asegurar que no se produzcan pérdidas energéticas relevantes debidas a flujos inversos no intencionados en ningún circuito hidráulico del sistema.

La circulación natural que produce el flujo inverso se puede favorecer cuando el acumulador se encuentra por debajo del captador, por lo que habrá que tomar, en esos casos, las precauciones oportunas para evitarlo.

En sistemas de circulación forzada se aconseja utilizar una válvula anti-retorno para evitar flujos inversos.

19.3.6. PREVENCIÓN DE LA LEGIONELOSIS

Se deberá cumplir el Real Decreto 909/2001, por lo que la temperatura del agua en el circuito de distribución de agua caliente no deberá ser inferior a 50°C en el punto más alejado y previo a la mezcla necesaria para la protección contra quemaduras o en la tubería de retorno al acumulador. La instalación permitirá que el agua alcance una temperatura de 70°C. En consecuencia, no se admite la presencia de componentes de acero galvanizado.



20. PRUEBAS DE LA INSTALACIÓN

20.1. GENERALIDADES

La recepción de la instalación tendrá como objetivo comprobar que ésta cumple las prescripciones de la reglamentación vigente y sus especificaciones, las Instrucciones Técnicas.

Otro objetivo será realizar la puesta en marcha correcta y comprobar, mediante los ensayos que sean requeridos, las prestaciones de confortabilidad, exigencias de uso racional de energía, contaminación ambiental, seguridad y calidad que son exigidas.

Todas y cada una de las pruebas se realizarán en presencia del Ingeniero Director de obra de la instalación, el cual dará fe de los resultados por escrito.

20.2. PRUEBAS PARCIALES

A lo largo de la ejecución deberán haberse hecho pruebas parciales, controles de recepción y otros controles, de todos los elementos que haya indicado el Ingeniero Director de obra.

Particularmente todas las uniones, tramos de tuberías, conductos o elementos que por necesidades de la obra vayan a quedar ocultos, deberán ser expuestos para su inspección o expresamente probados, antes de cubrirlos y colocar las protecciones requeridas.

20.3. PRUEBAS FINALES

Es condición previa para la realización de las pruebas técnicas finales, que la instalación se encuentre totalmente terminada de acuerdo con las especificaciones del proyecto, así como que haya sido previamente equilibrada y puesta a punto y se hayan cumplido las exigencias que haya establecido el Ingeniero Director de obra tales como limpieza, suministro de energía, etc.

Como mínimo deberán realizarse las pruebas específicas que se indican referentes a las exigencias de seguridad y uso racional de energía. A continuación se realizan las pruebas globales del conjunto de la instalación.



20.4. PRUEBAS ESPECÍFICAS

20.4.1. RENDIMIENTO DE LA CALDERA

Se realizarán las pruebas térmicas de calderas de combustión, si existen, comprobando como mínimo el gasto de combustible, temperatura, contenido de CO₂, índice de Bacharach de humos, porcentaje de CO y pérdidas de calor por chimenea.

20.4.2. MOTORES ELÉCTRICOS

Se realizará una comprobación del funcionamiento de cada motor eléctrico y de consumo de energía en las condiciones reales de trabajo.

20.4.3. OTROS EQUIPOS

Se realizará una comprobación individual de todos los intercambiadores de calor, climatizadores y demás equipos en los que se efectúe una transferencia de energía térmica anotando las condiciones de funcionamiento.

20.4.4. SEGURIDAD

Comprobación del tarado de todos los elementos de seguridad.

20.5. PRUEBAS GLOBALES

Se realizará como mínimo las siguientes pruebas globales, independientemente de aquellas que deseará el Ingeniero Director de obra.

20.5.1. COMPROBACIÓN DE MATERIALES, EQUIPO Y EJECUCIÓN

Independientemente de las pruebas parciales o controles de recepción realizados durante la ejecución, se comprobará (por el Ingeniero Director de obra) que los materiales y equipos instalados se correspondan con las especificaciones del proyecto contratadas por la empresa instaladora, así como la correcta ejecución del montaje.

Se comprobará en general la limpieza y cuidado, en el buen acabado de la instalación.



20.5.2. PRUEBAS HIDRAÚLICAS

Independientemente de las pruebas parciales a las que hayan sido sometidas las partes de la instalación a través del montaje, todos los equipos y conducciones deberán someterse a una prueba final de estanqueidad, como mínimo a una presión interior de prueba en frío equivalente a una vez y media la de trabajo, con un mínimo de 400 kPa y una duración no inferior a 24 horas.

Posteriormente se realizarán pruebas de circulación de agua en circuitos (puesta en marcha), comprobación de limpieza de los filtros de agua y medida de presiones.

Por último se realizará la comprobación de estanqueidad del circuito a temperatura de régimen.

20.5.3. PRUEBAS DE LIBRE DILATACIÓN

Una vez que las pruebas anteriores han sido satisfactorias, se dejará enfriar bruscamente la instalación hasta una temperatura de 60°C de salida de calderas, manteniendo la regulación anulada y las bombas en funcionamiento. A continuación se volverá a calentar hasta la temperatura de régimen de la caldera.

Durante la prueba se comprobará que no ha habido deformación apreciable visualmente en ningún elemento o tramo de tubería y que el sistema de expansión ha funcionado correctamente.

Una prueba equivalente podrá exigirse en las instalaciones de climatización que utilizan salmueras u otros fluidos térmicos.

20.5.4. PRUEBAS DE CONDUCTOS

Se realizarán de acuerdo con la norma UNE 100.104 para los conductos de chapa.

20.5.5. PRUEBAS DE PRESTACIONES TÉRMICAS

Se realizarán las que, a criterio del Ingeniero Director de obra, sean necesarias para comprobar el funcionamiento normal, en régimen de invierno o verano, obteniendo unos resultados de condiciones exteriores debidamente registradas.

Cuando la temperatura media en las habitaciones sea igual o superior a la contractual corregida, se dará como satisfactoria la eficacia térmica de la instalación.

Condiciones climatológicas exteriores:



a) La temperatura mínima del día registrada no será inferior a 2°C o superior a 10°C.

b) La temperatura de las habitaciones se corregirá del siguiente modo: se disminuirá en 0.5°C por cada 1°C que la temperatura del día haya sido inferior a la exterior contractual.

20.5.6. OTRA PRUEBAS

Por último se comprobará que la instalación cumple con las exigencias de calidad, confortabilidad, seguridad y ahorro de energía que se dictan en las Instrucciones Técnicas.

Particularmente se comprobará el buen funcionamiento de la regulación automática del sistema.

21. RECEPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

21.1. RECEPCIÓN PROVISIONAL

Antes de realizar el acto de recepción provisional, deberá haberse cumplido los siguientes requisitos:

a) Realización de las pruebas finales a perfecta satisfacción del Ingeniero Director de obra.

b) Presentación del certificado de la instalación según el modelo adjunto ante la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía.

c) Una vez cumplimentados los requisitos previstos en el párrafo anterior, se realizará el acto de recepción provisional, en que el Ingeniero Director de obra, en presencia de la firma instaladora, entregará al titular de la misma, si no lo hubiera hecho antes, los siguientes documentos:

Acta de recepción suscrita por todos los presentes (por duplicado).

Resultados de las pruebas.

Manual de instrucciones.

Libro de mantenimiento.

d) Proyecto de ejecución en el que, junto a una descripción de la instalación, se relaciona todas las unidades de equipos empleados, indicando marca, características,



modelo y fabricante, así como planos definidos de lo ejecutado, como mínimo un esquema de principio, esquema de control y seguridad y esquemas eléctricos.

e) Esquemas de principio de control y seguridad debidamente marcados en impresión indeleble para la colocación en la sala de máquinas.

f) Copia del certificado de la instalación presentado ante la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía.

21.2. RESPONSABILIDADES

Una vez realizado el acto de recepción provisional, la responsabilidad en la conducción y el mantenimiento de la instalación se transmite íntegramente a la propiedad, sin perjuicio de las responsabilidades contractuales que en concepto de garantía hayan sido pactadas y obliguen a la empresa instaladora.

El periodo de garantía finalizará con la recepción definitiva.

21.3. RECEPCIÓN DEFINITIVA

La recepción definitiva de responsabilidades ocurre transcurrido el plazo contractual de garantía en ausencia de averías o defectos de funcionamiento durante el mismo, o habiendo sido éste convenientemente subsanado sin realización de nuevas pruebas, salvo que por parte de la propiedad haya sido cursado aviso en contra de finalizar el periodo de garantía establecido.

22. CONDICIONES DE COMPRA

22.1. PLAZO DE ENTREGA

El plazo de entrega de esta instalación será de tres meses a partir de la aclaración de todos los datos, tanto técnicos como comerciales. Esta circunstancia quedará reflejada en un documento preparado al efecto debidamente firmado y sellado por ambas partes. Por tanto, la fecha de entrega comenzará a partir de la reflejada en este documento.

22.2. CONDICIONES DE PAGO

Las condiciones de pago se establecerán con arreglo a las dos partes y serán estas dos partes quienes la especifiquen.



22.3. PLAZO DE VALIDEZ DE LA OFERTA

El plazo de validez de la presente oferta es de un mes a partir de su fecha de emisión.

La aceptación de la instalación se hará no más tarde de 30 días después de la terminación del pago.

Cualquier pago no efectuado dentro de los 7 días de la fecha debida, será incrementado en 1% mensual de interés hasta que se realice la totalidad del pago.

23. GARANTÍA

Se garantiza el correcto funcionamiento de los equipos durante 2 años, contado a partir de la fecha de instalación.

La garantía de funcionamiento de los equipos es válida únicamente para el sistema descrito en el Proyecto, referido a los datos técnicos básicos del funcionamiento del sistema instalado.

En el caso de los componentes fabricados por otros, el comprador tiene derecho a exigir que éstos superen con éxito el control de calidad llevado a cabo por un inspector del vendedor.

23.1. GARANTÍA Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

La presente garantía de funcionamiento está sujeta a los siguientes puntos:

a) Las pruebas se realizarán bajo la supervisión obligada de un Ingeniero representante del Ministerio de Industria y el Ingeniero Director de obra.

b) La garantía de funcionamiento nombrada no será válida, a menos que las pruebas de funcionamiento para determinar si los equipos cumplen los requisitos establecidos por la garantía, se realicen plenamente dentro de un tiempo razonable después de su instalación y no más tarde de seis meses después de la entrega final de todos los equipos a suministrar.

c) El equipo deberá ser manipulado en todo momento; antes, durante y después de todas las pruebas de funcionamiento, siguiendo las instrucciones del fabricante.

d) En caso de no conseguir el funcionamiento garantizado por los fabricantes, éstos tendrán opción de realizar, ya sea a su cargo, los trabajos y servicios precisos para cumplir



la garantía, o suministrados y especificados en este proyecto, al lugar de destino determinado por el fabricante.

e) En este último caso, tras la devolución de los equipos en buenas condiciones, el fabricante desembolsará al comprador todas las sumas que haya abonado conforme a lo proyectado, salvo las previstas en este párrafo.

f) El fabricante no tendrá ninguna obligación, caso de que los equipos no cumplieran los requisitos de la garantía de funcionamiento mencionado.



Pamplona, Noviembre de 2011

Firmado:

Ander Arranz Pozo

(Ingeniero Técnico Industrial)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE
SANITARIA DE UN EDIFICIO DE TRECE VIVIENDAS EN
PAMPLONA

5 PRESUPUESTO

Ander Arranz Pozo

Tutor: Faustino Gimena Ramos

Pamplona, Noviembre 2011



ÍNDICE

CAPÍTULO I: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN	2
CAPÍTULO II: CIRCUITOS PRIMARIO Y SECUNDARIO DE LA INSTALACIÓN DE A.C.S	4
CAPÍTULO III: CIRCUITO DE DISTRIBUCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE A.C.S.....	6
RESUMEN DEL PRESUPUESTO	8



CAPÍTULO I: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

Nº de orden	Concepto / Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
1	RADIADOR DE ALUMNIO FUNDIDO CALIDOR 100 (350/100). Marca FONDITAL. Agua caliente y vapor hasta 6 bar y 120°C.	122 elementos	13,68	1668,96
2	RADIADOR DE ALUMNIO FUNDIDO CALIDOR 100 (500/100). Marca FONDITAL. Agua caliente y vapor hasta 6 bar y 120°C.	320 elementos	13,79	4412,80
3	PURGADOR AUTOMÁTICO CROMADO PARA RADIADOR. Modelo A 1/1. Marca FONDITAL.	86 unidades	5,88	505,68
4	LLAVE Y DETENTOR. Modelo R729-2. Marca GIACOMINI.	86 unidades	5,09	437,74
5	VÁLVULA TERMOSTÁTICA. Modelo R440. Marca GIACOMINI.	86 unidades	15,01	1290,86
6	SOPORTE EMPOTRADO EN PARED. Modelo A 16. Marca FONDITAL.	172 unidades	0,60	103,2
7	TERMOSTATO DE AMBIENTE PANTALLA TÁCTIL. Modelo REV200. Marca SIEMENS.	13 unidades	110,00	1430
8	CALDERA MURAL ESTANCA PARA CALEFACCIÓN Y A.C.S. A GAS DE 28 kW. Modelo NOVANOX 28/28 F. Marca BAXIROCA.	13 unidades	1756,00	22828,00
9	BASTIDOR SEPARADOR NOVANOX. Marca BAXIROCA.	13 unidades	100,00	1300,00
10	ACCESORIOS CALDERA. Marca BAXIROCA.	13 unidades	28,00	364,00
11	CHIMENEA MODULAR ACERO INOXIDABLE D=25 mm. Modelo INOX-INOX. Marca CONVESSA.	49 m	78,63	3852,87
12	ACCESORIOS CHIMENEA.	-	1867,97	1867,97
13	TUBERÍA COBRE D=10 x 12 mm Norma UNE-EN 1057 "N" AENOR.	273,79 m	2,90	793,99
14	TUBERÍA COBRE D=13 x 15 mm Norma UNE-EN 1057 "N" AENOR.	456,47 m	3,44	1570,26
15	TUBERÍA COBRE D=16 x 18 mm Norma UNE-EN 1057 "N" AENOR.	196,97 m	4,21	829,24
16	AISLANTE TÉRMICO CAUCHO NEGRO EXPANDIDO D = 10 x 12 mm. Espesor = 25 mm.	273,79 m	3,26	892,56



17	AISLANTE TÉRMICO CAUCHO NEGRO EXPANDIDO D = 13 x 15 mm. Espesor = 25 mm.	456,47 m	3,68	1680,18
18	AISLANTE TÉRMICO CAUCHO NEGRO EXPANDIDO D = 16 x 18 mm. Espesor = 25 mm.	196,29 m	3,84	753,75
19	TUBERÍA DE COBRE FORRADA D=20 x 22 mm. Incluye accesorios, dilatadores y mano de obra.	195 m	5,11	996,45
20	GRIFO DE VACIADO 1". Tara 1-12 bar. Temperatura hasta 225 °C. Salida en escuadra.	26 unidades	17,20	447,20
21	ACCESORIOS Y COMPLEMENTOS PARA CALEFACCIÓN TALES COMO CODOS, TES, ETC.	-	255,00	255,00
TOTAL				48280,71

El presupuesto de este capítulo asciende a la cantidad de **CUARENTA Y OCHO MIL DOSCIENTOS OCHENTA EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS**.



CAPÍTULO II: CIRCUITOS PRIMARIO Y SECUNDARIO DE LA INSTALACIÓN DE A.C.S.

Nº de orden	Concepto / Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
1	COLECTOR SOLAR. Modelo SOL 250. Marca BAXIROCA.	8 unidades	720,00	5760
2	SOPORTE CUBIERTA PLANA PARA MODELO SOL 250. Marca BAXIROCA.	1 unidad	1082,00	1082,00
3	LÍQUIDO SOLAR. Marca COINTRA. Garrafa de 25 l.	2 unidades	198,00	396,00
4	PURGADOR AUTOMÁTICO. Modelo FLEXVENT SUPER. Marca BAXIROCA.	1 unidad	11,60	11,60
5	ACOPLAMIENTO PARA COLECTORES MODELO SOL. Marca BAXIROCA.	1 unidad	105,00	105,00
6	ACOPLAMIENTO INTER-COLECTORES. Marca BAXIROCA.	1 unidad	27,00	27,00
7	CENTRALITA ELECTRÓNICA DE REGULACIÓN SOLAR. Modelo CS 10. Marca BAXIROCA.	1 unidad	219,00	219,00
8	SONDA DE TEMPERATURA PT1000. Marca HERTEN S.L.	2 unidades	11,00	22,00
9	VASO DE EXPANSIÓN. Modelo 100 SMR-P. Marca INDUSTRIAS IBAIONDO S.A. 100 litros de capacidad.	1 unidad	151,63	151,63
10	BOMBA DE CIRCULACIÓN. Modelo SXM 25. Marca BAXIROCA.	2 unidades	310,00	620,00
11	INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS. Modelo M 10H de 20 placas. Marca BAXIROCA.	1 unidad	842,00	842,00
12	TUBERÍA COBRE D=25 mm Norma UNE-EN 1057 "N" AENOR.	80,77 m	6,62	534,70
13	AISLANTE TÉRMICO CAUCHO NEGRO EXPANDIDO D = 25 mm. Espesor = 25 mm.	80,77 m	4,05	327,12
14	DEPÓSITO ACUMULADOR A.C.S. Modelo de la Serie DAV. Marca SUICALSA. 1500 litros de capacidad.	1 unidad	3028,00	3028,00
15	VÁLVULA DE ESFERA 1 1/2". Modelo CUBO. Marca BAXIROCA.	6 unidades	28,50	171,00
16	VÁLVULA DE ESFERA 2". Modelo CUBO. Marca BAXIROCA.	4 unidades	44,60	178,4



17	VÁLVULA DE SEGURIDAD 1 1/2". Marca BAXIROCA.	2 unidades	10,90	21,80
18	GRIFO DE VACIADO 2". Tara 1-12 bar. Temperatura hasta 225 °C. Salida en escuadra.	1 unidad	39,97	39,97
19	MANÓMETRO. Marca SALVADOR ESCODA. Esfera de 100 mm de diámetro.	3 unidades	14,17	44,10
TOTAL				13581,32

El presupuesto de este capítulo asciende a la cantidad de **TRECE MIL QUINIENTOS OCHENTA Y UN EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS**.



CAPÍTULO III: CIRCUITO DE DISTRIBUCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE A.C.S.

Nº de orden	Concepto / Referencia	Cantidad	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
1	TUBERÍA COBRE D=12 mm Norma UNE-EN 1057 "N" AENOR.	8,25 m	3,21	26,48
2	TUBERÍA COBRE D=20 mm Norma UNE-EN 1057 "N" AENOR.	192,91 m	4,69	904,75
3	TUBERÍA COBRE D=22 mm Norma UNE-EN 1057 "N" AENOR.	117,67 m	5,93	697,78
4	TUBERÍA COBRE D=25 mm Norma UNE-EN 1057 "N" AENOR.	454,09 m	6,62	3006,08
5	TUBERÍA COBRE D=32 mm Norma UNE-EN 1057 "N" AENOR.	4,6 m	8,32	38,27
6	TUBERÍA COBRE D=60 mm Norma UNE-EN 1057 "N" AENOR.	4,12 m	15,41	63,49
7	AISLANTE TÉRMICO CAUCHO NEGRO EXPANDIDO D = 12 mm. Espesor = 25 mm.	8,25 m	3,92	32,34
8	AISLANTE TÉRMICO CAUCHO NEGRO EXPANDIDO D = 20 mm. Espesor = 25 mm.	192,91 m	4,03	777,43
9	AISLANTE TÉRMICO CAUCHO NEGRO EXPANDIDO D = 22 mm. Espesor = 25 mm.	117,67 m	4,17	490,68
10	AISLANTE TÉRMICO CAUCHO NEGRO EXPANDIDO D = 25 mm. Espesor = 25 mm.	454,09 m	5,57	2529,28
11	AISLANTE TÉRMICO CAUCHO NEGRO EXPANDIDO D = 32 mm. Espesor = 25 mm.	4,6 m	5,83	26,82
12	AISLANTE TÉRMICO CAUCHO NEGRO EXPANDIDO D = 60 mm. Espesor = 25 mm.	4,12 m	7,09	29,21
13	BOMBA DE CIRCULACIÓN. Modelo SXM 40. Marca BAXIROCA.	2 unidades	788,00	1576,00
14	VASO DE EXPANSIÓN. Modelo 5 CMR. Marca INDUSTRIAS IBAIONDO S.A. 5 litros de capacidad.	1 unidad	22,99	22,99
15	MANÓMETRO. Marca SALVADOR ESCODA. Esfera de 100 mm de diámetro.	2 unidades	14,17	28,34
16	SONDA DE TEMPERATURA PT1000. Marca HERTEN S.L.	1 unidad	11,00	11,00



17	CONTADOR DE AGUA INDIVIDUAL	13 unidades	190,00	2470,00
18	GRIFO DE VACIADO. Tara 1-12 bar. Temperatura hasta 225 °C. Salida en escuadra.	2 unidades	107,88	215,76
19	PURGADOR AUTOMÁTICO DE BOYA. Modelo PURG-O-MAT. Marca VOSS. Presión máxima 15 bar. Temperatura máxima 110 °C.	2 unidades	10,48	20,96
20	VÁLVULA DE BOLA DN=40 mm. Modelo PN-16. Marca IOP.	4 unidades	137,75	551,00
21	VÁLVULA DE ESFERA 2 1/2". Modelo CUBO. Marca BAXIROCA.	1 unidad	94,00	94,00
22	VÁLVULA DE ESFERA 1 1/4". Modelo CUBO. Marca BAXIROCA.	1 unidad	18,05	18,05
23	VÁLVULA DE ESFERA 1". Modelo CUBO. Marca BAXIROCA.	26 unidades	11,80	306,80
24	VÁLVULA DE ESFERA 3/4". Modelo CUBO. Marca BAXIROCA.	35 unidades	8,10	283,50
25	LLAVE DE CORTE DE ESCUADRA 3/4". Modelo Z-1.	92 unidades	2,22	204,24
26	ACCESORIOS Y COMPLEMENTOS TALES COMO CODOS, TES, ETC.	-	400,00	400,00
TOTAL				14825,25

El presupuesto de este capítulo asciende a la cantidad de **CATORCE MIL OCHOCIENTOS VEINTICINCO EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS.**



RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPÍTULO I: Instalación de calefacción.....	48280,71 €
CAPÍTULO II: Circuitos primario y secundario de la instalación de A.C.S.....	13581,32 €
CAPÍTULO III: Circuito de distribución de la instalación de A.C.S.....	14825,25 €

TOTAL CAPÍTULOS.....	76687,28 €
INSTALACIÓN Y MANO DE OBRA.....	19171,82 €

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL.....	95859,10 €
GASTOS GENERALES (13 %).....	12461,68 €
BENEFICIO INDUSTRIAL (6 %).....	5751,55 €
I.V.A. (18 %).....	17254,64 €

TOTAL.....	131326,97 €

El total del presupuesto asciende a la cantidad de **CIENTO TREINTA Y UN MIL TRESCIENTOS VEINTISEIS EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS.**



Pamplona, Noviembre de 2011

Firmado:

Ander Arranz Pozo

(Ingeniero Técnico Industrial)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE
SANITARIA DE UN EDIFICIO DE TRECE VIVIENDAS EN
PAMPLONA

6 BIBLIOGRAFÍA

Ander Arranz Pozo

Tutor: Faustino Gimena Ramos

Pamplona, Noviembre 2011



ÍNDICE

1. LIBROS	2
2. NORMATIVA	3
3. CATÁLOGOS	4



1. LIBROS

- 1-. Calefacción (Martín Llorens).
- 2-. El Cálculo de calefacción (Compañía Roca-Radiadores).
- 3-. Mecánica de fluidos (Frank M. White).
- 4-. Instalaciones de calefacción (Martí Rosas i Casals).
- 5-. Prontuario de calefacción, ventilación y aire acondicionado (Fred Porges).
- 6-. Guía práctica sobre instalaciones centralizadas de calefacción y agua caliente sanitaria (A.C.S.) en edificios de viviendas (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía).
- 7-. Guía técnica Agua caliente sanitaria central (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía).
- 8-. Curso programado de instalaciones de energía solar (Censolar).
- 9-. La energía solar térmica. Aplicaciones prácticas (Censolar).
- 10-. Energía solar. Fundamentos y aplicaciones para agua caliente (Baxi ROCA calefacción S.L.).



2. NORMATIVA

- 1-. Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). Año 2007.
- 2-. Código Técnico de la Edificación (CTE): Documento Básico HE, Ahorro de energía. Año 2006.
- 3-. Código Técnico de la Edificación (CTE): Documento Básico HS, Salubridad. Año 2006.
- 4-. Normas UNE.
- 5-. Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE). Año 1972.
- 6-. Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.



3. CATÁLOGOS

- 1-. Catálogo FONDITAL
- 2-. Catálogo BAXIROCA
- 3-. Catálogo CONVESA
- 4-. Catálogo INDUSTRIAS IBAIONDO S.A.



Pamplona, Noviembre de 2011

Firmado:

Ander Arranz Pozo

(Ingeniero Técnico Industrial)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE
SANITARIA DE UN EDIFICIO DE TRECE VIVIENDAS EN
PAMPLONA

ANEXOS

Ander Arranz Pozo

Tutor: Faustino Gimena Ramos

Pamplona, Noviembre 2011



ÍNDICE

1. TABLAS DE REFERENCIA PARA INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS
(CENSOLAR)

2. PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS DE COBRE

3. CARACTERÍSTICAS CALDERA NOVANOX

4. DATOS TÉCNICOS RADIADORES CALIDOR 100 DE FONDITAL

5. CARACTERÍSTICAS COLECTOR SOLAR PLANO SOL 250 DE BAXIROCA

6. CARACTERÍSTICAS DEPÓSITO SUICALSA

7. CARACTERÍSTICAS BOMBAS DE CIRCULACIÓN BAXIROCA

8. CARACTERÍSTICAS INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS M10-H DE
BAXIROCA

9. CARACTERÍSTICAS CENTRALITA DE REGULACIÓN CS-10 DE BAXIROCA

10. UBICACIÓN DEL ACUMULADOR

11. CARACTERÍSTICAS VASOS DE EXPANSIÓN INDUSTRIAS IBAIONDO

TEMA 4 – INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS EN EDIFICIOS

APÉNDICE – TABLAS DE REFERENCIA

Tabla I – Temperatura media del agua de la red, en °C (Fuente: CENSOLAR)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO	
1	ÁLAVA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
2	ALBACETE	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
3	ALICANTE	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
4	ALMERÍA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
5	ASTURIAS	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
6	ÁVILA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
7	BADAJOS	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
8	BALEARES	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
9	BARCELONA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
10	BURGOS	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
11	CÁCERES	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
12	CÁDIZ	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
13	CANTABRIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
14	CASTELLÓN	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
15	CEUTA	8	9	10	12	13	13	14	13	13	12	11	8	11,3
16	CIUDAD REAL	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
17	CÓRDOBA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
18	LA CORUÑA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
19	CUENCA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
20	GERONA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
21	GRANADA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
22	GUADALAJARA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
23	GUIPÚZCOA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
24	HUELVA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
25	HUESCA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
26	JAÉN	8	9	11	13	14	15	17	16	14	13	11	7	12,3
27	LEÓN	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
28	LÉRIDA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
29	LUGO	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
30	MADRID	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
31	MÁLAGA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
32	MELILLA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
33	MURCIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
34	NAVARRA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
35	ORENSE	5	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,2
36	PALENCIA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
37	LAS PALMAS	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
38	PONTEVEDRA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
39	LA RIOJA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
40	SALAMANCA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
41	STA. C. DE TENERIFE	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
42	SEGOVIA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
43	SEVILLA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
44	SORIA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
45	TARRAGONA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
46	TERUEL	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
47	TOLEDO	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
48	VALENCIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
49	VALLADOLID	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
50	VIZCAYA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
51	ZAMORA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
52	ZARAGOZA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3

Tabla II – Temperatura ambiente media diaria durante las horas de sol, en °C
(Fuente: CENSOLAR)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO	
1	ÁLAVA	7	7	11	12	15	19	21	21	19	15	10	7	13,7
2	ALBACETE	6	8	11	13	17	22	26	26	22	16	11	7	15,4
3	ALICANTE	13	14	16	18	21	25	28	28	26	21	17	14	20,1
4	ALMERÍA	15	15	16	18	21	24	27	28	26	22	18	16	20,5
5	ASTURIAS	9	10	11	12	15	18	20	20	19	16	12	10	14,3
6	ÁVILA	4	5	8	11	14	18	22	22	18	13	8	5	12,3
7	BADAJOS	11	12	15	17	20	25	28	28	25	20	15	11	18,9
8	BALEARES	12	13	14	17	19	23	26	27	25	20	16	14	18,8
9	BARCELONA	11	12	14	17	20	24	26	26	24	20	16	12	18,5
10	BURGOS	5	6	9	11	14	18	21	21	18	13	9	5	12,5
11	CÁCERES	10	11	14	16	19	25	28	28	25	19	14	10	18,3
12	CÁDIZ	13	15	17	19	21	24	27	27	25	22	18	15	20,3
13	CANTABRIA	11	11	14	14	16	19	21	21	20	17	14	12	15,8
14	CASTELLÓN	13	13	15	17	20	24	26	27	25	21	16	13	19,2
15	CEUTA	15	15	16	17	19	23	25	26	24	21	18	16	19,6
16	CIUDAD REAL	7	9	12	15	18	23	28	27	20	17	11	8	16,3
17	CÓRDOBA	11	13	16	18	21	26	30	30	26	21	16	12	20
18	LA CORUÑA	12	12	14	14	16	19	20	21	20	17	14	12	15,9
19	CUENCA	5	6	9	12	15	20	24	23	20	14	9	6	13,6
20	GERONA	9	10	13	15	19	23	26	25	23	18	13	10	17
21	GRANADA	9	10	13	16	18	24	27	27	24	18	13	9	17,3
22	GUADALAJARA	7	8	12	14	18	22	26	26	22	16	10	8	15,8
23	GUIPÚZCOA	10	10	13	14	16	19	21	21	20	17	13	10	15,3
24	HUELVA	13	14	16	20	21	24	27	27	25	21	17	14	19,9
25	HUESCA	7	8	12	15	18	22	25	25	21	16	11	7	15,6
26	JAÉN	11	11	14	17	21	26	30	29	25	19	15	10	19
27	LEÓN	5	6	10	12	15	19	22	22	19	14	9	6	13,3
28	LÉRIDA	7	10	14	15	21	24	27	27	23	18	11	8	17,1
29	LUGO	8	9	11	13	15	18	20	21	19	15	11	8	14
30	MADRID	6	8	11	13	18	23	28	26	21	15	11	7	15,6
31	MÁLAGA	15	15	17	19	21	25	27	28	26	22	18	15	20,7
32	MELILLA	15	15	16	18	21	25	27	28	26	22	18	16	20,6
33	MURCIA	12	12	15	17	21	25	28	28	25	20	16	12	19,3
34	NAVARRA	7	7	11	13	16	20	22	23	20	15	10	8	14,3
35	ORENSE	9	9	13	15	18	21	24	23	21	16	12	9	15,8
36	PALENCIA	5	7	10	13	16	20	23	23	20	14	9	6	13,8
37	LAS PALMAS	20	20	21	22	23	24	25	20	26	25	23	21	22,5
38	PONTEVEDRA	11	12	14	16	18	20	22	23	20	17	14	12	16,6
39	LA RIOJA	7	9	12	14	17	21	24	24	21	16	11	8	15,3
40	SALAMANCA	6	7	10	13	16	20	24	23	20	14	9	6	14
41	STA. C. DE TENERIFE	19	20	20	21	22	24	26	27	26	25	23	20	22,8
42	SEGOVIA	4	6	10	12	15	20	24	23	20	14	9	5	13,5
43	SEVILLA	11	13	14	17	21	25	29	29	24	20	16	12	19,3
44	SORIA	4	6	9	11	14	19	22	22	18	13	8	5	12,6
45	TARRAGONA	11	12	14	16	19	22	25	26	23	20	15	12	17,9
46	TERUEL	5	6	9	12	16	20	23	24	19	14	9	6	13,6
47	TOLEDO	8	9	13	15	19	24	28	27	23	17	12	8	16,9
48	VALENCIA	12	13	15	17	20	23	26	27	24	20	16	13	18,8
49	VALLADOLID	4	6	9	12	17	21	24	23	18	13	8	4	13,3
50	VIZCAYA	10	11	12	13	16	20	22	22	20	16	13	10	15,4
51	ZAMORA	6	7	11	13	16	21	24	23	20	15	10	6	14,3
52	ZARAGOZA	8	10	13	16	19	23	26	26	23	17	12	9	16,8

Tabla III – Radiación promedio diaria sobre superficie horizontal, en MegaJulios
(Fuente: CENSOLAR)

Nota: 1 MegaJulio = (1/3,6) kWh

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO	
1	ÁLAVA	4,6	6,9	11,2	13	14,8	16,6	18,1	17,3	14,3	9,5	5,5	4,1	11,3
2	ALBACETE	6,7	10,5	15	19,2	21,2	25,1	26,7	23,2	18,8	12,4	8,4	6,4	16,1
3	ALICANTE	8,5	12	16,3	18,9	23,1	24,8	25,8	22,5	18,3	13,6	9,8	7,6	16,8
4	ALMERÍA	8,9	12,2	16,4	19,6	23,1	24,6	25,3	22,5	18,5	13,9	10	8	16,9
5	ASTURIAS	5,3	7,7	10,6	12,2	15	15,2	16,8	14,8	12,4	9,8	5,9	4,6	10,9
6	ÁVILA	6	9,1	13,5	17,7	19,4	22,3	26,3	25,3	18,8	11,2	6,9	5,2	15,1
7	BADAJOS	6,5	10	13,6	18,7	21,8	24,6	25,9	23,8	17,9	12,3	8,2	6,2	15,8
8	BALEARES	7,2	10,7	14,4	16,2	21	22,7	24,2	20,6	16,4	12,1	8,5	6,5	15
9	BARCELONA	6,5	9,5	12,9	16,1	18,6	20,3	21,6	18,1	14,6	10,8	7,2	5,8	13,5
10	BURGOS	5,1	7,9	12,4	16	18,7	21,5	23	20,7	16,7	10,1	6,5	4,5	13,6
11	CÁCERES	6,8	10	14,7	19,6	22,1	25,1	28,1	25,4	19,7	12,7	8,9	6,6	16,6
12	CÁDIZ	8,1	11,5	15,7	18,5	22,2	23,8	25,9	23	18,1	14,2	10	7,4	16,5
13	CANTABRIA	5	7,4	11	13	16,1	17	18,4	15,5	13	9,5	5,8	4,5	11,3
14	CASTELLÓN	8	12,2	15,5	17,4	20,6	21,4	23,9	19,5	16,6	13,1	8,6	7,3	15,3
15	CEUTA	8,9	13,1	18,6	21	24,3	26,7	26,8	24,3	19,1	14,2	11	8,6	18,1
16	CIUDAD REAL	7	10,1	15	18,7	21,4	23,7	25,3	23,2	18,8	12,5	8,7	6,5	15,9
17	CÓRDOBA	7,2	10,1	15,1	18,5	21,8	25,9	28,5	25,1	19,9	12,6	8,6	6,9	16,7
18	LA CORUÑA	5,4	8	11,4	12,4	15,4	16,2	17,4	15,3	13,9	10,9	6,4	5,1	11,5
19	CUENCA	5,9	8,8	12,9	17,4	18,7	22	25,6	22,3	17,5	11,2	7,2	5,5	14,6
20	GERONA	7,1	10,5	14,2	15,9	18,7	19	22,3	18,5	14,9	11,7	7,8	6,6	13,9
21	GRANADA	7,8	10,8	15,2	18,5	21,9	24,8	26,7	23,6	18,8	12,9	9,6	7,1	16,5
22	GUADALAJARA	6,5	9,2	14	17,9	19,4	22,7	25	23,2	17,8	11,7	7,8	5,6	15,1
23	GUIPÚZCOA	5,5	7,7	11,3	11,7	14,6	16,2	16,1	13,6	12,7	10,3	6,2	5	10,9
24	HUELVA	7,6	11,3	16	19,5	24,1	25,6	28,7	25,6	21,2	14,5	9,2	7,5	17,6
25	HUESCA	6,1	9,6	14,3	18,7	20,3	22,1	23,1	20,9	16,9	11,3	7,2	5,1	14,6
26	JAÉN	6,7	10,1	14,4	18	20,3	24,4	26,7	24,1	19,2	11,9	8,1	6,5	15,9
27	LEÓN	5,8	8,7	13,8	17,2	19,5	22,1	24,2	20,9	17,2	10,4	7	4,8	14,3
28	LÉRIDA	6	9,9	18	18,8	20,9	22,6	23,8	21,3	16,8	12,1	7,2	4,8	15,2
29	LUGO	5,1	7,6	11,7	15,2	17,1	19,5	20,2	18,4	15	9,9	6,2	4,5	12,5
30	MADRID	6,7	10,6	13,6	18,8	20,9	23,5	26	23,1	16,9	11,4	7,5	5,9	15,4
31	MÁLAGA	8,3	12	15,5	18,5	23,2	24,5	26,5	23,2	19	13,6	9,3	8	16,8
32	MELILLA	9,4	12,6	17,2	20,3	23	24,8	24,8	22,6	18,3	14,2	10,9	8,7	17,2
33	MURCIA	10,1	14,8	16,6	20,4	24,2	25,6	27,7	23,5	18,6	13,9	9,8	8,1	17,8
34	NAVARRA	5	7,4	12,3	14,5	17,1	18,9	20,5	18,2	16,2	10,2	6	4,5	12,6
35	ORENSE	4,7	7,3	11,3	14	16,2	17,6	18,3	16,6	14,3	9,4	5,6	4,3	11,6
36	PALENCIA	5,3	9	13,2	17,5	19,7	21,8	24,1	21,6	17,1	10,9	6,6	4,6	14,3
37	LAS PALMAS	11,2	14,2	17,8	19,6	21,7	22,5	24,3	21,9	19,8	15,1	12,3	10,7	17,6
38	PONTEVEDRA	5,5	8,2	13	15,7	17,5	20,4	22	18,9	15,1	11,3	6,8	5,5	13,3
39	LA RIOJA	5,6	8,8	13,7	16,6	19,2	21,4	23,3	20,8	16,2	10,7	6,8	4,8	14
40	SALAMANCA	6,1	9,5	13,5	17,1	19,7	22,8	24,6	22,6	17,5	11,3	7,4	5,2	14,8
41	STA. C. DE TENERIFE	10,7	13,3	18,1	21,5	25,7	26,5	29,3	26,6	21,2	16,2	10,8	9,3	19,1
42	SEGOVIA	5,7	8,8	13,4	18,4	20,4	22,6	25,7	24,9	18,8	11,4	6,8	5,1	15,2
43	SEVILLA	7,3	10,9	14,4	19,2	22,4	24,3	24,9	23	17,9	12,3	8,8	6,9	16
44	SORIA	5,9	8,7	12,8	17,1	19,7	21,8	24,1	22,3	17,5	11,1	7,6	5,6	14,5
45	TARRAGONA	7,3	10,7	14,9	17,6	20,2	22,5	23,8	20,5	16,4	12,3	8,8	6,3	15,1
46	TERUEL	6,1	8,8	12,9	16,7	18,4	20,6	21,8	20,7	16,9	11	7,1	5,3	13,9
47	TOLEDO	6,2	9,5	14	19,3	21	24,4	27,2	24,5	18,1	11,9	7,6	5,6	15,8
48	VALENCIA	7,6	10,6	14,9	18,1	20,6	22,8	23,8	20,7	16,7	12	8,7	6,6	15,3
49	VALLADOLID	5,5	8,8	13,9	17,2	19,9	22,6	25,1	23	18,3	11,2	6,9	4,2	14,7
50	VIZCAYA	5	7,1	10,8	12,7	15,5	16,7	17,9	15,7	13,1	9,3	6	4,6	11,2
51	ZAMORA	5,4	8,9	13,2	17,3	22,2	21,6	23,5	22	17,2	11,1	6,7	4,6	14,5
52	ZARAGOZA	6,3	9,8	15,2	18,3	21,8	24,2	25,1	23,4	18,3	12,1	7,4	5,7	15,6

Tabla IV – Datos geográficos de capitales españolas (Fuente: CENSOLAR)

PROVINCIA	ALTITUD (m) (de la capital)	LATITUD (°) (de la capital)	LONGITUD (de la capital)
1 ÁLAVA	542	42,9	2,7 W
2 ALBACETE	686	39,0	1,8 W
3 ALICANTE	7	38,4	0,5 W
4 ALMERÍA	65	36,9	2,4 W
5 ASTURIAS	232	43,4	5,8 W
6 ÁVILA	1126	40,7	4,9 W
7 BADAJOZ	186	38,9	7,0 W
8 BALEARES	28	39,6	2,6 E
9 BARCELONA	95	41,4	2,2 E
10 BURGOS	929	42,3	3,7 W
11 CÁCERES	459	39,5	6,4 W
12 CÁDIZ	28	36,5	6,3 W
13 CANTABRIA	69	43,5	3,8 W
14 CASTELLÓN	27	40,0	0
15 CEUTA	206	35,9	5,3 W
16 CIUDAD REAL	628	39,0	3,9 W
17 CÓRDOBA	128	37,9	4,8 W
18 LA CORUÑA	54	43,4	8,4 W
19 CUENCA	949	40,1	2,1 W
20 GERONA	95	42,0	2,7 E
21 GRANADA	775	37,2	3,7 W
22 GUADALAJARA	685	40,6	3,2 W
23 GUIPÚZCOA	181	43,3	2,0 W
24 HUELVA	4	37,3	6,9 W
25 HUESCA	488	42,1	0,4 W
26 JAÉN	586	37,8	3,8 W
27 LEÓN	908	42,6	5,6 W
28 LÉRIDA	323	41,7	1,2 E
29 LUGO	465	43,0	7,6 W
30 MADRID	667	40,4	3,7 W
31 MÁLAGA	40	36,7	4,4 W
32 MELILLA	47	35,3	3,0 W
33 MURCIA	42	38,0	1,1 W
34 NAVARRA	449	42,8	1,6 W
35 ORENSE	139	42,3	7,8 W
36 PALENCIA	734	42,0	4,5 W
37 LAS PALMAS	6	28,2	15,4 W
38 PONTEVEDRA	19	42,4	8,6 W
39 LA RIOJA	380	42,5	2,4 W
40 SALAMANCA	803	41,0	5,6 W
41 STA. CRUZ DE TENERIFE	37	28,5	16,2 W
42 SEGOVIA	1002	41,0	4,1 W
43 SEVILLA	30	37,4	6,0 W
44 SORIA	1063	41,8	2,5 W
45 TARRAGONA	60	41,1	1,2 E
46 TERUEL	915	40,4	1,1 W
47 TOLEDO	540	39,9	4,0 W
48 VALENCIA	10	39,5	0,4 W
49 VALLADOLID	694	41,7	4,7 W
50 VIZCAYA	32	43,3	3,0 W
51 ZAMORA	649	41,5	5,7 W
52 ZARAGOZA	200	41,7	0,9 W

Tabla V – Consumos orientativos de Agua Caliente Sanitaria, a 45°C (Fuente: CENSOLAR)

<i>Criterio de consumo</i>	<i>Litros/día</i>	
Viviendas unifamiliares	40	por persona
Viviendas multifamiliares	30	por persona
Hospitales y clínicas	80	por cama
Hoteles (4 estrellas)	100	por cama
Hoteles (3 estrellas)	80	por cama
Hoteles/Hostales (2 estrellas)	60	por cama
Campings	60	por emplazamiento
Hostales/Pensiones (1 estrella)	50	por cama
Residencias (ancianos, estudiantes, etc.)	80	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	20	por servicio
Escuelas	5	por alumno
Cuarteles	30	por persona
Fábricas y talleres	20	por persona
Oficinas	5	por persona
Gimnasios	30 a 40	por usuario
Lavanderías	5 a 7	por kilo de ropa
Restaurantes	8 a 15	por comida
Cafeterías	2	por almuerzo

DIAGRAMA DE PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBOS DE COBRE PARA USOS CORRIENTES PARA UNA TEMPERATURA MEDIA DEL AGUA DE 49°C

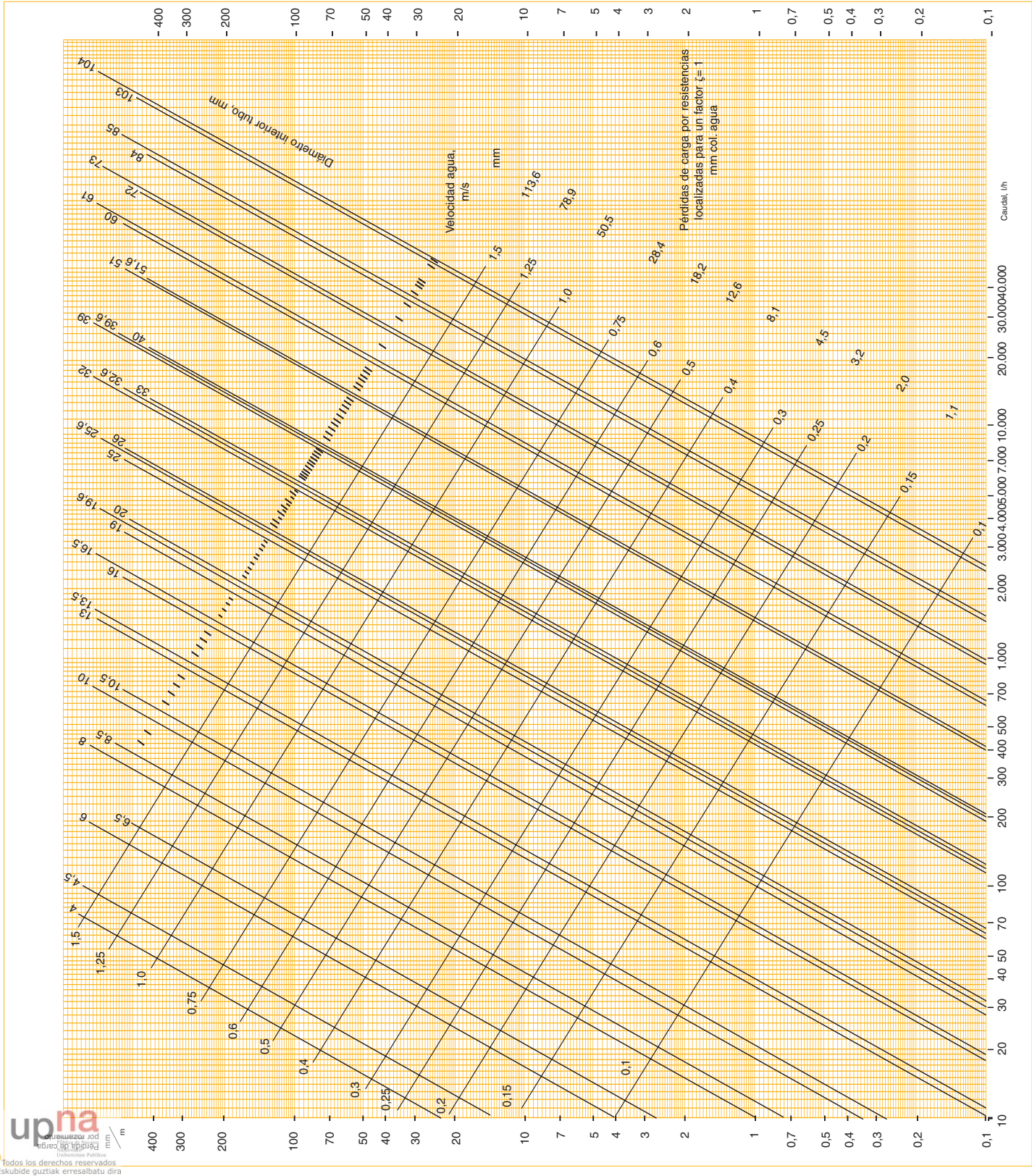
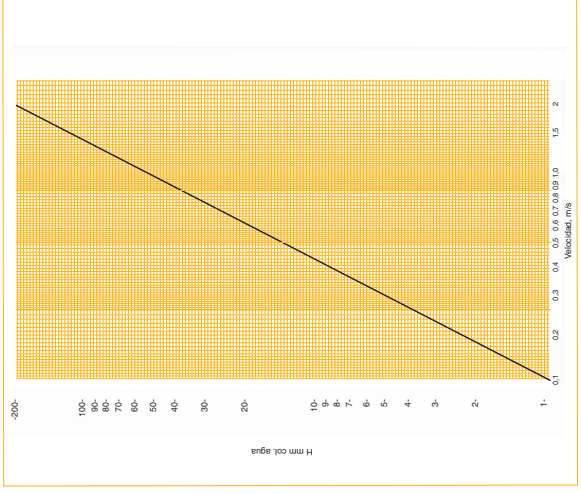


DIAGRAMA DE PÉRDIDAS DE CARGA LOCALIZADAS H, en mm col. agua, para $\zeta = 1$



FACTORES DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURAS MEDIAS DEL AGUA DISTINTAS DEL 49°C

Temperatura del agua °C	5	10	40	45	50	60	70	80	100	120
Factor de corrección	1.24	1.18	1.02	1.00	0.99	0.94	0.92	0.91	0.91	0.90

COEFICIENTES DE PÉRDIDAS DE CARGA LOCALIZADAS PARA PIEZAS ESPECIALES (a la derecha)

Manguitos rectos	0
Desviaciones en S	0.5
Curvas a 90° (R = 1.5)	0.5
Curvas a 90° (R = 2.5)	0.3
T en ángulo recto	
Derivación (flujo divergente)	1.5
Derivación (flujo convergente)	1.0
Paso directo (flujo divergente)	0
Paso directo (flujo convergente)	0.5
Flujos opuestos	3.0
T oblicua con flujo equidireccional	
Derivación (flujo divergente)	0.5
Derivación (flujo convergente)	0.5
Paso directo (flujo divergente)	0
Paso directo (flujo convergente)	0
Calderas	2.5
Depósitos	2.5
Diámetro nominal mm	
10-18	22-28
35-42	más de 50
Llave de cierre	
Compuerta	1.0
Asiento inclinado	3.5
Paso angular	10
Flujo dirigido	1.5
Llaves de regulación de los radiadores	
Reglaje doble, paso recto	6.5
Reglaje doble, paso ecuánim	4
Reglaje simple, paso recto	1.5
Reglaje simple, paso ecuánim	4.0

Valores según: H. Respetchi, W. Raas "Tratado de calefacción y ventilación".

Combustible gas

Calderas murales electrónicas. GAMA NOVANOX Bajo NOx

Características principales

- Panel de control digital.
- Encastrable entre muebles de cocina.
- Preparada para trabajar como apoyo en sistemas solares de Agua Caliente Sanitaria.
- Intercambiador de calor monotérmico de acero inoxidable.
- Intercambiador de placas de acero inoxidable para la producción del Agua Caliente Sanitaria.
- Quemador de bajo NOx refrigerado por agua.
- Información permanente de las temperaturas instantáneas de servicio.
- **Encendido electrónico y seguridad de llama por sonda de ionización**
- Válvula de gas modulante.
- **Alto rendimiento ★★ ★** según Directiva de Rendimiento (92/42/CEE).
- **Ecológica.** Muy bajo nivel de emisión de NOx 10 mg/kWh (**Clase NOx 5**)*
- Modulación electrónica continua en Calefacción y Agua Caliente Sanitaria.
- **Silenciosa.**
- Ventilador modulante con variación electrónica de la velocidad.
- Posibilidad de adecuación de la potencia de Calefacción.

- Indicación numérico-digital de posibles anomalías.
- Sistema antibloqueo del circulador.
- By-pass automático para evitar sobrecalentamiento.
- **Protección antiheladas**, lo que permite ausentarse sin preocuparse de los rigores del invierno.
- Seguridad del circuito estanco por control del aporte del aire.
- **Protección eléctrica IPX5D**
- Válvula de tres vías motorizada

Forma de suministro

Toda la gama NOVANOX

En bultos separados:

- Caldera con todos los elementos funcionales montados y envolvente, plantilla de montaje, con llaves, tubos y racores.
- Accesorios de evacuación de humos.
- Las calderas NOVANOX se suministran preparadas para gas natural y propano.

NOTA:

- **La gama NOVANOX se comercializa solamente en los mercados de España y Portugal.**

Suministro opcional

- Termostato de ambiente, Termostato de ambiente programable, o Termostato de ambiente programable inalámbrico.
- Prolongadores y cambios de dirección para el conducto de aire/humos (ver "Accesorios para calderas de combustión estanca y de tiro forzado").
- TELETERM-MT2 (puesta en marcha y paro de la caldera telefónicamente) ver "Termostatos y Equipos de Control".
- Kit sustitución universal para facilitar la instalación de nuestras calderas murales por otros modelos y marcas (ver "Accesorios y complementos de instalación").
- Sonda exterior. Permite un rápido ajuste de la temperatura de impulsión de calefacción en función de las variaciones climáticas del exterior.
- Control remoto RC06. Programación y modificación a distancia de los parámetros de la caldera y Termostato de ambiente programable. Conexión a la caldera mediante 2 hilos.
- Bastidor-separador de pared para posibilitar el montaje de la caldera con instalación vista pasante por la parte trasera de la caldera.

(* Según el nuevo Reglamento de instalaciones térmicas en edificios (RITE), que entró en vigor el 1 de marzo del 2008, en las instalaciones térmicas de edificios existentes que se reformen sólo podrán instalarse calderas estancas individuales con la evacuación a fachada cuando su clasificación, en cuanto a emisiones de NOx, sea de clase 5 y su potencia inferior a 70 kW.

Características Técnicas comunes a todos los modelos

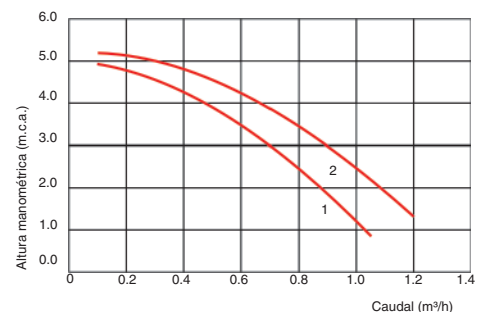
- Alimentación eléctrica: 230 V - 50 Hz monofásica
- Rendimiento a potencia nominal (80/60°C): 93,2%
- Rendimiento con carga parcial del 30% (50/30°C): 92,5%
- Prioridad A.C.S.: SI
- Potencia Calefacción y A.C.S.: Modulante
- Sistema regulación: Electrónico
- Selección temperatura A.C.S.: Desde panel de control
- Presión mínima encendido A.C.S.: 0,15 bar
- Caudal mínimo encendido A.C.S.: 2,0 l / min.
- Encendido: Electrónico automático
- Quemador piloto: No
- Control de llama: Sonda ionización
- Presión máx. de servicio circuito Calefacción: 3 bar
- Temperatura máx. de servicio circuito Calefacción: 85 °C
- Capacidad bruta depósito expansión: 8/10 litros
- Presión llenado depósito expansión: 0,5 bar
- Presión máx. de servicio del circuito A.C.S.: 8 bar
- Temperatura máx. de servicio del circuito A.C.S.: 60 °C
- Peso aproximado (modelos de tiro natural): 42 kg
- Tipo de protección eléctrica: IP X 5D

Gas	Natural G-20	Propano G-31
P.C.I. kcal/m³ (st)	8.130	21.030
Categoría gas	II 2 H 3 +	II 2 H 3 +
Consumo (st) a 15 °C y 1.013 mbar	2,78 m³/h (*)	2,04 kg/h
Presión alimentación (mbar)	20	37

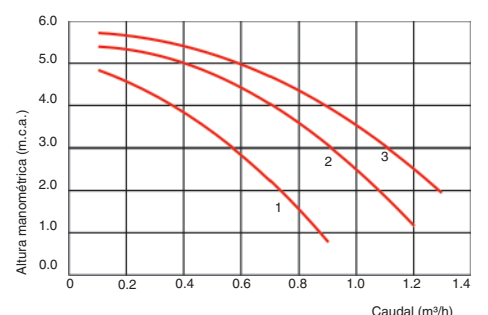
(*) Consumo de NOVANOX 24/24 F en servicio de Agua Caliente Sanitaria.

Curvas características de los circuladores

NOVANOX 24/24 F



NOVANOX 28/28 F

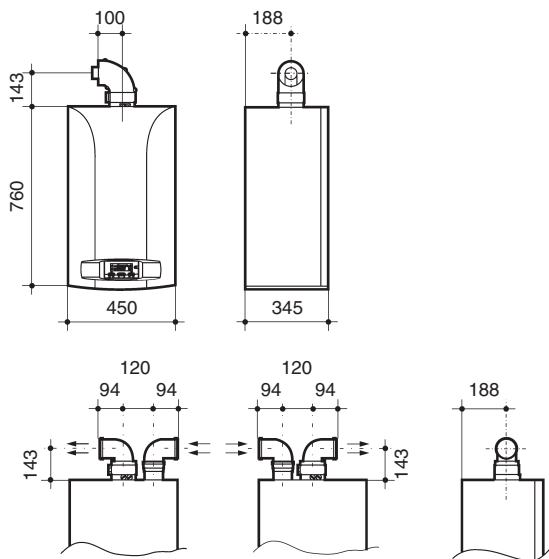


Combustible gas

Calderas murales electrónicas. GAMA NOVANOX Bajo NOx

Dimensiones y características técnicas

NOVANOX 24/24 F y NOVANOX 28/28 F



Longitud máxima	Conducto concéntrico Ø 60/100	Conducto doble 2 x Ø 80	Conducto concéntrico vertical Ø 80/125
NOVANOX 24/24 F	4 m.	20 m. (1)	12 m.
NOVANOX 28/28 F			

En estos modelos los conductos suministrados de origen son concéntricos de diámetro 60/100 o dobles de diámetro 80 mm. Opcionalmente se dispone de una extensa gama de accesorios concéntricos de diámetro 80/125 mm.

(1) El conducto de aspiración debe ser como máximo de 10 m.

Control remoto RC 06 (opcional)

- Regulación climática modulante de la calefacción y del Agua Caliente Sanitaria (ACS).
- Termostato de ambiente programable
- Función económica-confort
- Función ducha
- Función temporización (vacaciones o ausencia temporal)
- Información de modo de funcionamiento programado
- Autodiagnóstico: Señalización de la última anomalía
- Conexión a la caldera mediante dos hilos.
- Código: 140040261

Cuadro de regulación y control



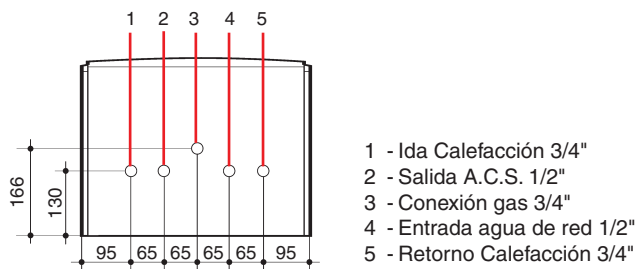
LEYENDA DE LOS SIMBOLOS DE LA PANTALLA

- Activación del funcionamiento de la Calefacción.
- Activación del funcionamiento sólo Agua Caliente Sanitaria.
- Presencia de llama. (Nivel de potencia 0 - 25%)
- Nivel de regulación de la llama. (3 niveles de potencia).
- Anomalía genérica.
- Reset.
- Falta de agua (Presión instalación baja).
- Indicación numérica (Temperatura, código anomalía, etc.)
- Funcionamiento en modo ECO.

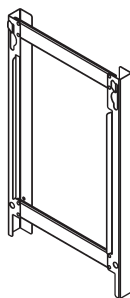
LEYENDA DE LAS TECLAS

- Ajuste de la temperatura del Agua Caliente Sanitaria.
- Ajuste de la temperatura de la Calefacción.
- RESET (Rearme de la caldera)
- ECO - CONFORT
- Modos de funcionamiento.

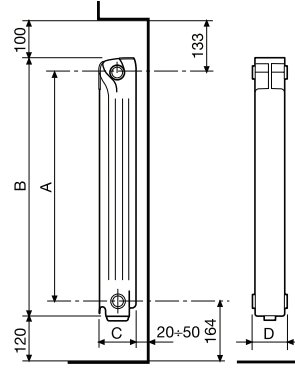
Conexiones hidráulicas



Bastidor-Separador NOVANOX



- Posibilita el montaje de la caldera con instalación vista pasante por la parte trasera de la caldera.
- Código: 140040281



100



Datos técnicos

Modelo	Profundidad (C)	Altura (B)	Entreejes enlaces (A)	Anchura (D)	Diámetro conexiones	Contenido de agua	Peso	Potencia Térmica ΔT 50K		Exponente n	Coefficiente K_m
	mm	mm	mm	mm	racores	l/elem.	Kg/elem.	W/elem.	Kcal/h/el.		
350/100	96	425	350	80	G1	0,30	1,10	97,37	83,74	1,3068	0,5863
500/100	96	578	500	80	G1	0,40	1,40	127,94	110,03	1,3128	0,7527
600/100	96	675	600	80	G1	0,46	1,65	148,52	127,73	1,3361	0,7977
700/100	96	778	700	80	G1	0,53	1,89	166,08	142,83	1,3480	0,8513
800/100	96	876	800	80	G1	0,61	2,09	182,26	156,74	1,3498	0,9275

Presión máxima de trabajo: 600 kPa (6 bar) - Ecuación característica del modelo: $\Phi = K_m \Delta T^n$ - ref. UNE EN 442-1
 Certificado AENOR de producto: 057/000260 y 057/000306

Los valores de potencia térmica publicados, indicados para ΔT 50 K, son conformes a la norma europea UNE EN 442

Valores de potencia térmica



350/100

nº elementos	ΔT 60K W	ΔT 50K W	ΔT 40K W	ΔT 35K W	ΔT 30K W
1	123,57	97,37	72,74	61,09	49,94
2	247,14	194,74	145,48	122,18	99,89
3	370,70	292,11	218,22	183,28	149,83
4	494,27	389,48	290,96	244,37	199,78
5	617,84	486,85	363,70	305,46	249,72
6	741,41	584,22	436,44	366,55	299,67
7	864,98	681,59	509,18	427,64	349,61
8	988,55	778,96	581,92	488,74	399,56
9	1112,11	876,33	654,66	549,83	449,50
10	1235,68	973,70	727,40	610,92	499,45

Ensamblado de serie hasta 14 elementos

500/100

nº elementos	ΔT 60K W	ΔT 50K W	ΔT 40K W	ΔT 35K W	ΔT 30K W
1	162,54	127,94	95,45	80,10	65,43
2	325,08	255,88	190,90	160,21	130,86
3	487,61	383,82	286,35	240,31	196,28
4	650,15	511,76	381,81	320,41	261,71
5	812,69	639,70	477,26	400,52	327,14
6	975,23	767,64	572,71	480,62	392,57
7	1137,77	895,58	668,16	560,72	458,00
8	1300,31	1023,52	763,61	640,83	523,42
9	1462,84	1151,46	859,06	720,93	588,85
10	1625,38	1279,40	954,52	801,03	654,28

Ensamblado de serie hasta 14 elementos

600/100

nº elementos	ΔT 60K W	ΔT 50K W	ΔT 40K W	ΔT 35K W	ΔT 30K W
1	189,49	148,52	110,23	92,22	75,05
2	378,97	297,04	220,46	184,44	150,11
3	568,46	445,56	330,69	276,66	225,16
4	757,95	594,08	440,92	368,88	300,22
5	947,43	742,60	551,15	461,10	375,27
6	1136,92	891,12	661,39	553,31	450,32
7	1326,41	1039,64	771,62	645,53	525,38
8	1515,89	1188,16	881,85	737,75	600,43
9	1705,38	1336,68	992,08	829,97	675,48
10	1894,87	1485,20	1102,31	922,19	750,54

Ensamblado de serie hasta 14 elementos

700/100

nº elementos	ΔT 60K W	ΔT 50K W	ΔT 40K W	ΔT 35K W	ΔT 30K W
1	212,35	166,08	122,94	102,69	83,42
2	424,70	332,16	245,87	205,37	166,84
3	637,05	498,24	368,81	308,06	250,26
4	849,40	664,32	491,75	410,74	333,68
5	1061,75	830,40	614,69	513,43	417,10
6	1274,10	996,48	737,62	616,11	500,51
7	1486,45	1162,56	860,56	718,80	583,93
8	1698,81	1328,64	983,50	821,48	667,35
9	1911,16	1494,72	1106,43	924,17	750,77
10	2123,51	1660,80	1229,37	1026,86	834,19

Ensamblado de serie hasta 12 elementos

800/100



nº elementos	ΔT 60K W	ΔT 50K W	ΔT 40K W	ΔT 35K W	ΔT 30K W
1	233,12	182,26	134,86	112,61	91,46
2	466,24	364,52	269,71	225,23	182,91
3	699,36	546,78	404,57	337,84	274,37
4	932,48	729,04	539,43	450,45	365,83
5	1165,60	911,30	674,28	563,07	457,29
6	1398,72	1093,56	809,14	675,68	548,74
7	1631,83	1275,82	944,00	788,29	640,20
8	1864,95	1458,08	1078,85	900,91	731,66
9	2098,07	1640,34	1213,71	1013,52	823,11
10	2331,19	1822,60	1348,57	1126,13	914,57



Ensamblado de serie hasta 10 elementos



Marcas de Calidad



Los radiadores Calidor disponen de las marcas de calidad más prestigiosas del mercado: las marcas  y  garantizan en efecto **que son verídicas las potencias declaradas** en estos documentos.

Las marcas  y  son expedidas respectivamente por los organismos de certificación acreditados e independientes AENOR y AFNOR y vienen puestas en cada elemento y en cada caja que sale de nuestros establecimientos.




Las marcas de calidad aseguran que la potencia térmica de referencia con ΔT de 50 K ha sido correctamente medida, según las normas vigentes y por laboratorios independientes y acreditados, y permiten una **comparación simple y rápida entre los distintos productos** para que en el mercado haya una competencia transparente y leal.

Las marcas de calidad N y NF certifican la conformidad de los radiadores Calidor a las normas europeas vigentes (EN 442) y además aseguran que los radiadores han sido fabricados en el ámbito de un **sistema de gestión de calidad ISO 9001:2000**.

Los organismos que expiden la marca realizan **controles periódicos de vigilancia** en nuestros establecimientos y, **por medio de tomas de producto en fábrica y en los puntos de venta**, aseguran la conservación de la conformidad de los radiadores con los requisitos de certificación.

La veracidad de los datos declarados es una garantía para el usuario y para el proyectista y, gracias a ella, están aseguradas la

fiabilidad y la exactitud de las emisiones térmicas de la instalación de calefacción, cuyo dimensionamiento corresponderá a las exigencias efectivas del usuario final, sin tener inútiles derroches ni dimensionamientos insuficientes. Sin datos fiables y comprobados, los profesionales responsables del dimensionamiento corren el riesgo de poner en entredicho su trabajo. **Elegir productos certificados N o NF es una demostración de profesionalidad.**

La marca  puesta en los radiadores a partir del 1/12/2004 y referente a la Directiva europea 89/106 CEE es una marca que los fabricantes ponen autónomamente y constituye una autocertificación del producto. Con dicha marca se declara la conformidad del producto a las directivas comunitarias pero, contrariamente a las marcas de calidad voluntarias, no está sujeta al control por parte de entidades independientes.

Instalación y dimensionamiento

DIMENSIONAMIENTO DE LOS RADIADORES

Para determinar correctamente la potencia térmica de los radiadores a instalar en los ambientes a calentar, atenerse a las normas vigentes (Reglamento Instalaciones Térmicas de la Edificación - RITE). Para calcular el número de elementos que compondrán cada batería, recordar que la potencia térmica nominal de los mismos está referida a un ΔT (diferencia entre la temperatura media del agua y la temperatura del ambiente) de 50K.

Es aconsejable de todos modos, que para obtener el máximo beneficio posible en el ahorro energético y mejora en el confort del ambiente, aplicar en la instalación un ΔT de proyecto inferior a 50K (Por ejemplo un ΔT de 40K a 30K), disminuyendo la temperatura de entrada del agua.

El valor de la potencia térmica de los radiadores, para valores distintos de ΔT , se consigue aplicando la fórmula:

$$\Phi = K_m \times \Delta T^n$$

Ejemplo: calcular la potencia térmica de un elemento de radiador **Calidor 97 500/100** con temperatura del agua: en entrada de 60°C, en salida de 44°C y temperatura ambiente de 20°C.

$$\Delta T = (\text{temp. agua entrada} + \text{temp. agua salida}) / 2 - \text{temp. ambiente} = (60 + 44) / 2 - 20 = 32 \text{ K.}$$

$$\Phi (32K) = K_m \times \Delta T^n = 0,7527 \times (32)^{1,3128} = 71,22 \text{ W}$$

Para un cálculo de primera aproximación, el valor de la potencia térmica para los distintos valores de ΔT también se puede conseguir utilizando la tabla de los coeficientes de corrección, calculados para un valor medio de $n = 1,33$: en este caso el error en la determinación de la potencia térmica queda dentro de los límites del $\pm 3\%$. Utilizando los coeficientes de corrección, la potencia que se busca se consigue multiplicando el valor de potencia con $\Delta T=50$ K por el coeficiente correspondiente al ΔT deseado:

$$\Phi (32 \text{ K}) = 127,94 \text{ W} \times 0,552 = 70,62 \text{ W}$$

En la determinación del número de elementos hay que tener presente que, en las instalaciones con entrada y salida del agua desde abajo o en el caso de instalaciones monotubo o bitubo, por causa de la particular distribución del agua en el interior del radiador, el valor de la potencia térmica puede disminuir hasta el 10 \div 12% en el primer caso y hasta el 20% en el segundo.

Para instalaciones bajo repisa, en hornacina o peor aún en caso de utilización de muebles cubreradiadores, la disminución del valor de la potencia térmica puede llegar hasta aprox. el 10 \div 12%.

INSTALACIÓN, USO Y MANTENIMIENTO DE LOS RADIADORES

Para el cálculo, instalación, funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones de calefacción, atenerse a las normas vigentes. Especialmente para la instalación tener presente que:

- Los radiadores deben utilizarse en instalaciones de agua caliente y de vapor (temperatura máxima 120°C)
- La presión máxima de funcionamiento es de 6 bar (600kPa)
- Los radiadores deben instalarse de manera que se garanticen las distancias mínimas siguientes:
 - Del suelo 12 cm
 - De la pared 2÷5 cm
 - De la hornacina o de la repisa, 10 cm
 - En el caso en que la pared no esté suficientemente aislada, proveer con aislamiento suplementario con el fin de limitar al máximo las dispersiones de calor al exterior.
- Cada radiador debe tener su válvula de purga, mejor del tipo automático.
- El valor del pH del agua debe estar entre 7 y 8. Además el agua no debe

tener características corrosivas que dañen a los metales en general.

• En las instalaciones térmicas para uso civil, especialmente con el fin de optimizar el rendimiento y la seguridad, para preservarlos en el tiempo, para asegurar una duradera regularidad de funcionamiento incluso a los equipos auxiliares y para reducir al mínimo los consumos energéticos debe tratarse el agua de las instalaciones de calefacción utilizando productos específicos adecuados, tipo, por ejemplo el CILLIT HS23 Combi o el SENTINEL X100. Durante el uso de los radiadores, recordar que:

- Para la limpieza de las superficies no usar productos abrasivos
- No utilizar humidificadores en materiales porosos como, por ejemplo, el barro cocido.
- Evitar el aislamiento del radiador de la instalación cerrando totalmente la válvula.
- En caso de que fuera necesario sacar el aire del radiador con excesiva frecuencia, será señal de alguna anomalía en la instalación de calefacción, **contactar con su técnico de confianza o directamente con la oficina técnica de FONDITAL S.p.A.**

COLECTOR SOLAR PLANO SOL 250 y SOL 250 H

Colectores solares altamente selectivos de 2,5 m² de área total. Modelo SOL 250 para instalación en vertical y SOL 250 H para instalación en horizontal. Permite la instalación de hasta 10 colectores por fila conexiónados en paralelo.

Absorbedor con tratamiento altamente selectivo: Placa de Aluminio de 0,4 mm. Absorbancia 95%, Emitancia 5%.

Circuito hidráulico de serpiente: Unido al absorbedor mediante soldadura láser.

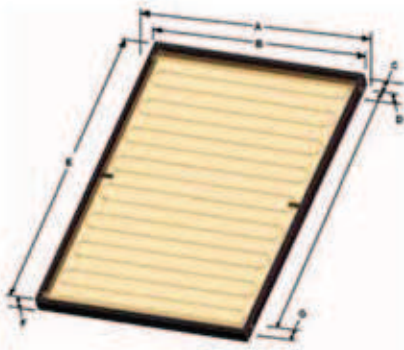
Vidrio solar: Texturizado de 3,2 mm de espesor, con tratamiento antirreflex y de autolimpieza.

Aislamiento: En la parte posterior, de fibra de vidrio con velo negro de 40 mm. En los laterales, de fibra de vidrio con velo negro de 50 mm.

Carcasa: De aluminio en color gris RAL7016.

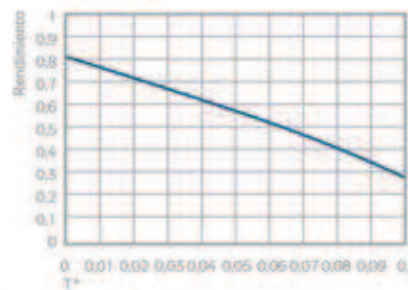


Dimensiones y Características Técnicas

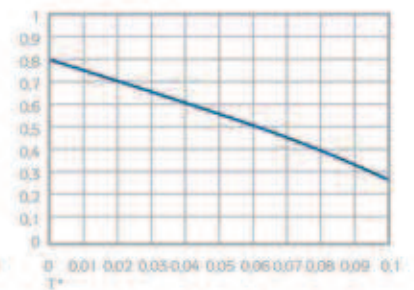


Dimensiones en mm	SOL 250	SOL 250 H
A	1167,2	2207,2
B	1147,0	2187,0
C	71,5	71,5
D	43,0	43,0
E	2187,0	1147,0
F	87,0	87,0
G	71,5	71,5
Superficie total	2,51 m ²	2,51 m ²
Superficie de apertura	2,37 m ²	2,38 m ²
Capacidad	2,9 l	2,7 l
Peso vacío	47 kg	47,3 kg
Presión máxima de trabajo	10 bar	10 bar
Temperatura de estancamiento	198,1 °C	221 °C

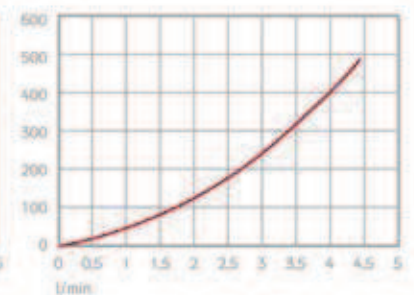
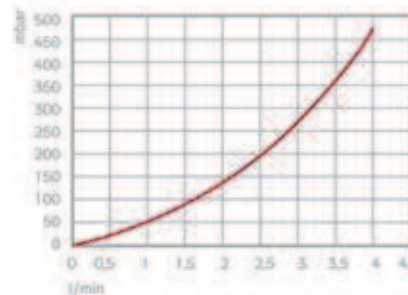
Curvas de Rendimiento SOL 250



SOL 250 H



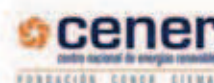
Pérdidas de Carga

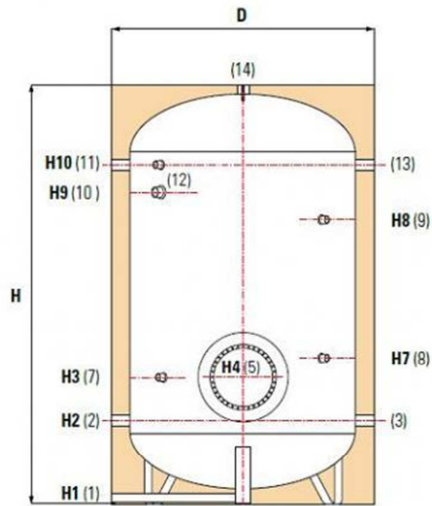


FORMA DE SUMINISTRO

En un solo bulto. Las cuatro conexiones se protegen con cantoneras de poliestireno expandido para evitar cualquier incidencia durante el transporte. Retractado con film transparente microperforado para facilitar las conexiones en el interior del colector.

upna
Universidad
Pública de Navarra
Sistema
de Información Pública
Todos los derechos reservados
Eskubide guztiak erresalbatu dira





- 1 Vaciado - 3/4" Gas F (de 200 a 1000 lts.)
Vaciado - 1" Gas F (mayores de 1000 lts.)
- 2 Entrada agua fría sanitaria
- 3 Salida a intercambiador externo
- 5 Boca de inspección
- 7 Conexión para termostato - 1/2" Gas F
- 8/9 Anodo protección catódica - 1" 1/4 Gas F
- 10 Conexión para resistencia eléctrica - 1" 1/4 Gas F
- 11 Recirculación
- 12 Conexión para termómetro - 1/2" Gas F
- 13 Retorno de intercambiador externo
- 14 Salida agua caliente sanitaria

H: Altura total
De: Diámetro de acumulador con aislamiento
Df: Diámetro de acumulador sin aislamiento

DIMENSIONES

Volumen (litros)	Dimensiones (mm)											Ø int 5	Rosca G hembra		Peso (kg)
	Df	De	H	H1	H2	H3	H4	H7	H8	H9	H10		2-3 / 11-13	14	
200	450	550	1441	64	316	511	401	751	---	1041	1176	220	1" 1/4	1" 1/4	49
300	550	650	1550	123	400	595	485	835	---	1125	1260	220	1" 1/4	1" 1/4	62
500	650	750	1841	114	416	611	501	976	---	1391	1526	220	1" 1/4	1" 1/4	85
750	750	850	2138	101	433	718	568	1118	---	1658	1793	300	1" 1/4	1" 1/4	118
1000	850	950	2192	89	454	739	739	1139	---	1679	1814	420	1" 1/2	1" 1/2	155
1500	950	1050	2498	107	493	778	778	1303	---	1986	2103	420	1" 1/2	2"	213
2000	1100	1200	2575	94	535	935	809	810	2000	2000	2125	420	2"	2"	258
2500	1250	1350	2417	137	603	1003	878	1028	1768	1784	1943	420	2"	2"	305
3000	1250	1350	2919	138	604	1004	878	929	2269	2319	2444	420	2"	2"	346
4000	1450	1550	2925	114	645	1045	917	920	2290	2260	2385	420	2"	2"	528
5000	1600	1700	2959	92	646	1046	921	896	2321	2271	2396	420	2"	2"	665

Accesorios para instalaciones solares

Circuladores para instalaciones solares térmicas

SXM / DXM

Características principales

La nueva gama de circuladores simples y dobles SXM y DXM es polivalente, adaptándose a múltiples tipologías y tamaños de instalación. Además el ahorro energético y una práctica instalación han sido aspectos prioritarios en su diseño.

Esta gama completa nuestra oferta de circuladores de bajo consumo QUANTUM.

Los circuladores de la serie SXM y DXM se emplean para hacer circular líquidos en:

- Sistemas de calefacción de agua caliente.
- Circuitos de agua de refrigeración.
- Sistemas de energía solar térmica.
- Sistemas industriales de circulación.

Además los modelos DXM, formados por 2 bombas gemelas, permiten disponer de forma compacta de una bomba auxiliar integrada para un funcionamiento en paralelo. Y todo ello con nuestro compromiso en favor del medio ambiente:

Pintura ecológica:

El cuerpo y el motor han sido pintados con pintura hidrosoluble.

Embalaje:

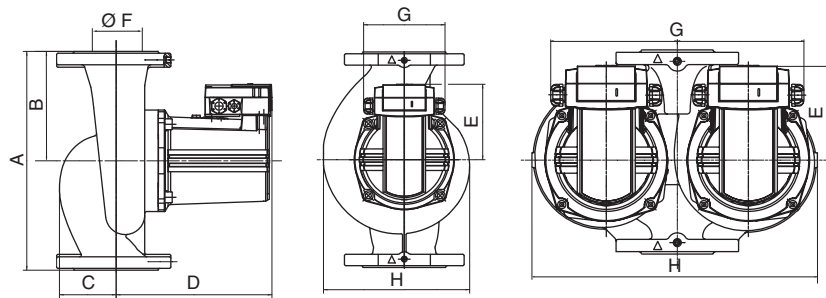
Fabricado a partir de cartón reciclado.

ISO 14001:

El centro productivo de ambos modelos ha obtenido el Certificado Medioambiental ISO 14001.



Dimensiones y Características Técnicas

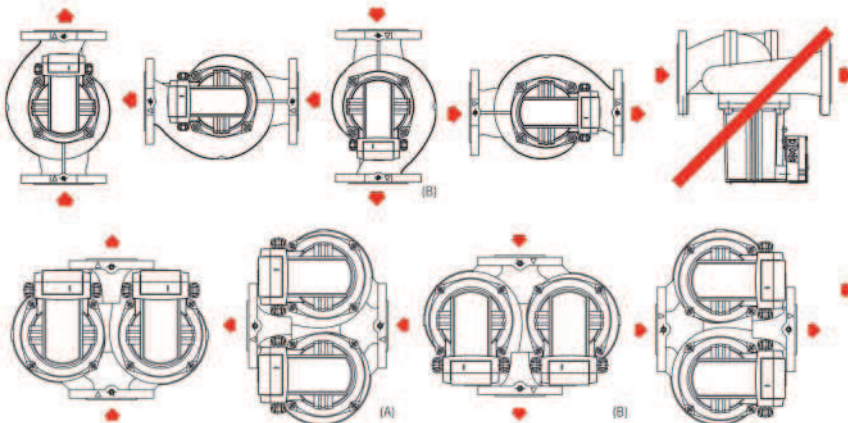


Cotas en mm

Modelos	A	B	C	D	E	Ø F	G	H
SXM 25	180	90	30	156	90	1 1/2"	104	131
SXM 32	180	90	45	172	108	2"	138	138
DXM 32	220	110	60	172	108	2"	292	287
SXM 40	250	125	59	216	115	DN 40	138	170
DXM 40	250	135	75	216	115	DN 40	312	350

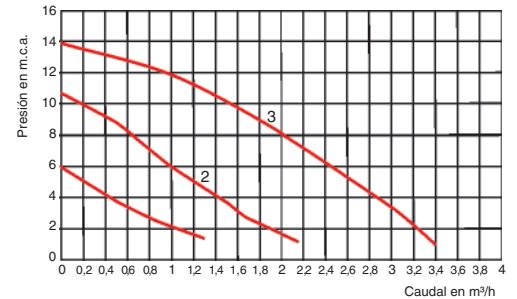
Modelos	Tensión Monofásica	Velocidad r.p.m.	Intensidad nominal A 230V	Potencia absorbida máx. W	Peso kg
SXM 25	220 - 230	1800 - 2380 - 2680	0,65 - 0,96 - 1,24	100	4
SXM / DXM 32	220 - 230	2300 - 2600	1,75 - 2,05	180	7 / 18
SXM / DXM 40	220 - 230	2600 - 2800	3,18 - 3,47	350	16 / 29

Posiciones de montaje

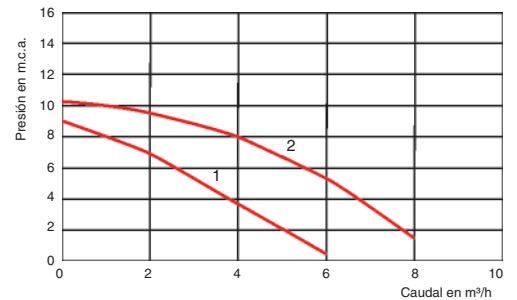


Curvas características gama SXM / DXM

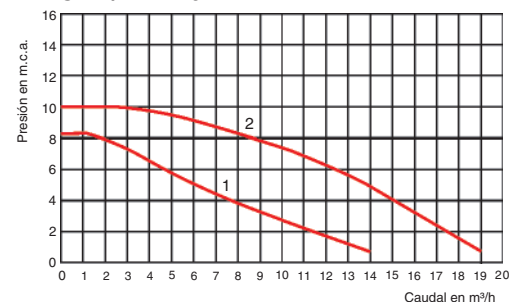
SXM 25



SXM / DXM 32



SXM / DXM 40



Otras características

- Motor autoprotegido contra sobrecargas.
- Funcionamiento ultrasilencioso gracias a un nuevo diseño del cuerpo de hierro fundido.
- Mínimo consumo energético.
- Posibilidad de funcionamiento en paralelo de 2 circuladores, reduciendo los costes de instalación y operación.
- Circuladores para instalaciones de calefacción, refrigeración y energía solar térmica hasta 10 bar y temperatura de -20 °C a 130 °C para circuitos abiertos o cerrados.

Accesorios para instalaciones solares

Intercambiadores de calor de placas desmontables

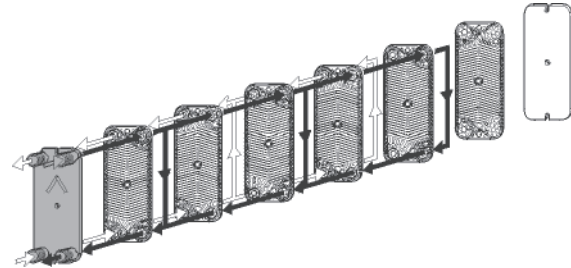
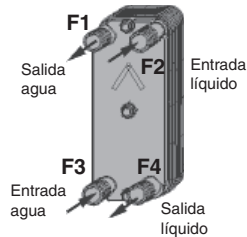
Para instalaciones de calentamiento del agua de piscinas con aprovechamiento de la energía solar.

Presión máxima de trabajo 10 bar.

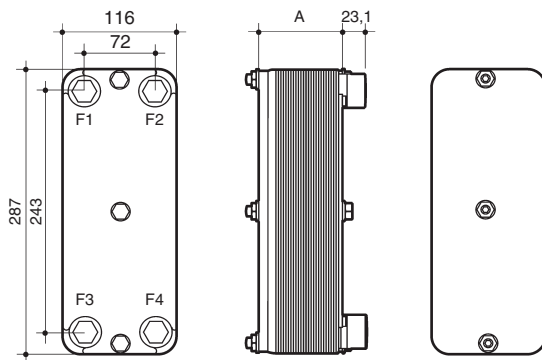
Temperatura máxima de trabajo 100°C.

Características principales

- Placas corrugadas de acero inoxidable, Aisi 316.
- Placas desmontables lo cual facilita la limpieza y la sustitución, siendo ello muy interesante para la eliminación de los sulfatos de cobre, que pueden llevar los aditivos y fungicidas que se utilizan en las piscinas.
- Conexiones hidráulicas:
Entrada F2 del circuito primario a 1"
Salida F4 del circuito primario a 1"
Entrada F3 del circuito secundario a 1"
Salida F1 del circuito secundario a 1"



Características técnicas



Modelo	Número de placas	Peso vacío Kg	Capacidad litros	Longitud A
M 10H	20	8,20	0,420 / 0,378	65,7
M 10H	30	9,30	0,630 / 0,588	88,5
M 10H	40	10,40	0,880 / 0,836	111,0
M 10H	50	11,50	1,100 / 1,060	134,0
M 10H	60	12,60	1,320 / 1,280	157,0

Aplicaciones	Piscinas		ACS
	Primario	Agua-Propilen glicol a 35%	
Salto termico	55 °C a 45 °C	55 °C a 48 °C	55 °C a 45 °C
Secundario	Agua		
Salto termico	15 °C a 25 °C	20 °C a 25 °C	15 °C a 45 °C
Perdida de carga	< 3 m.c.a		
Potencia de intercambio:	Kcal/h inicial	Kcal /h mantenimiento	Kcal/h
	26.000	12.000	22.500
	37.000	18.000	35.000
	44.500	24.000	44.500
	53.000	28.500	53.000
	61.000	32.500	60.500

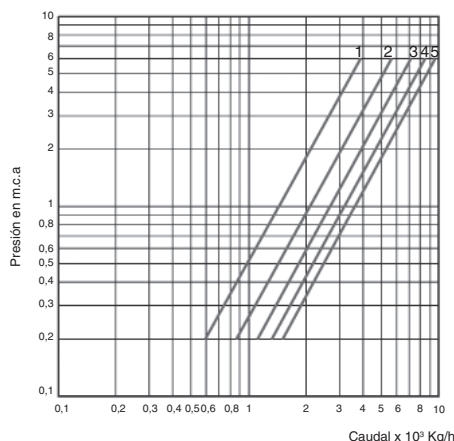
Gama que cubre aproximadamente las necesidades de piscinas cubiertas hasta 400 m² y de piscinas descubiertas hasta 200 m².

Nota: Para la protección de la placa de inoxidable no se debe de superar la concentración de cloruros de 350 mg/l en el agua.

Perdida de carga

Fluido: Agua Temperatura 25 °C

Intercambiador de placas desmontables M10-H



Forma de suministro

En un solo bulto

- 1 = M10-H de 20 placas
- 2 = M10-H de 30 placas
- 3 = M10-H de 40 placas
- 4 = M10-H de 50 placas
- 5 = M10-H de 60 placas

Centralitas de regulación

Regulación electrónica

Centrales para instalaciones de agua caliente con colectores solares



Central solar CS-10

Regula la producción de Agua Caliente Sanitaria de la instalación solar. Con una programación correcta, esta central garantiza el máximo aprovechamiento de la energía solar recibida, pudiendo además controlar la caldera de apoyo que se le asigne.

Características principales

- Control de la temperatura del colector solar.
- Control y regulación de la temperatura del acumulador de A.C.S.
- Control y regulación del funcionamiento del circulador de la instalación solar en función de la temperatura del colector y la del acumulador.
- Función recirculación nocturna para evacuar excedentes energéticos.
- Protección antilegionela (con caldera de apoyo).
- Posibilidad de conectar un contador de impulsos.
- Posibilidad de conectarse vía Bus.

Forma de suministro

En una caja incluyendo 4 sondas PT 1000 de 1 Kohmio

Características técnicas

Tensión de alimentación
Potencia absorbida
Potencia de ruptura de los reles
Intensidad máx. borne L1 de alimentación L'
Tipo de protección según DIN EN 60529
Clase de protección según DIN 60730
Reserva cuerda del reloj (solo CS 10)
Temperatura ambiente admisible
Resistencias de las sondas
Zócalo de sujeción mural a través de tacos y tirafondos o aprovechando las guías que están solidarias a la tapa para la sujeción vertical
Dimensiones de encumbramiento

230V AC \pm 10%. 50Hz
5VA
250 V, 2 (2) A
6,3 A
IP 40
II
10 horas
0 ° hasta 50 °C
PT 1000, 1Kohmio + / - 0,2% a 0 °C

143 mm largo; 96 mm alto y 59 mm profundidad



Central solar CS 1

Permite la regulación de un circuito solar con una o más filas de captadores.

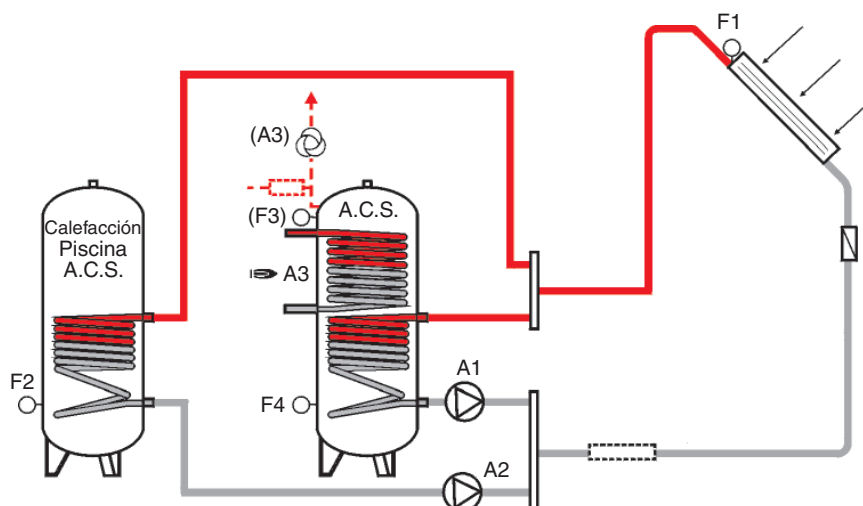
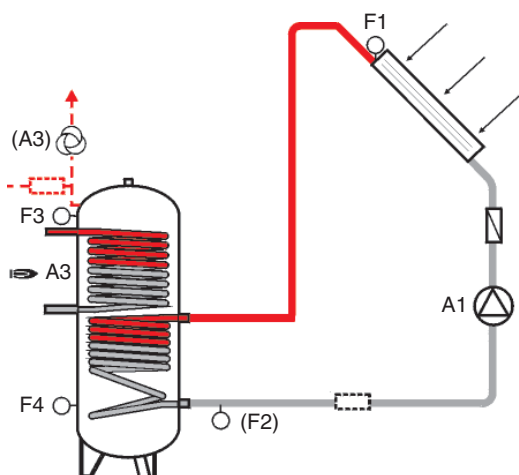
Características principales

- Control de la válvula de zona en edificios con acumuladores individuales, en función de la temperatura del acumulador de ACS y del circuito solar.

Forma de suministro

En una caja incluyendo 2 sondas PT 1000 de 1 Kohmio

Ejemplos de Esquemas



Vasos de expansión para instalaciones de agua caliente sanitaria

Temperatura - 10°C + 100°C
Precarga 3 BAR

Membrana recambiable

Tapas en Inoxidable

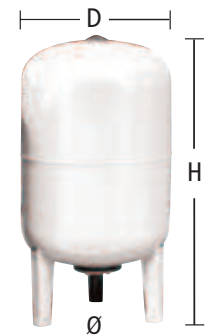
Presión max. 8 - 10 BAR

Peso Kgs.	Código	Tipo	Capacidad (l.)	Presión Max. Bar	Dimensiones DxH	Conexión de Agua Ø	Euros (€)
2	01005012	5 CMR	5	10	200x245	3/4"	22,99
2,5	01008012	8 CMR	8	10	200x350	3/4"	24,84
4	01011012	11 CMR	11	10	270x320	3/4"	27,94
4,5	01018012	18 CMR	18	10	270x425	3/4"	31,70
4,5	01025082	24 CMR	24	8	350x390	3/4"	36,30



Presión max. 10 BAR

Peso Kgs.	Código	Tipo	Capacidad (l.)	Presión Max. Bar	Dimensiones DxH	Conexión de Agua Ø	Euros (€)
10	01035249	35 CMR	35	10	360x615	1"	84,14
12	01050249	50 CMR	50	10	360x750	1"	101,36
16	03080239	80 CMR	80	10	450x750	1"	122,47
18	03100039	100 CMR	100	10	450x850	1"	170,98



Presión max. 10 BAR

Peso Kgs.	Código	Tipo	Capacidad (l.)	Presión Max. Bar	Dimensiones DxH	Conexión de Agua Ø	Euros (€)
38	03150039	150 CMR	150	10	485x1155	1 1/2"	396,96
49	03220039	220 CMR	200	10	485x1400	1 1/2"	484,48
60	03350039	350 CMR	300	10	485x1965	1 1/2"	587,23
90	03500039	500 CMR	500	10	600x2065	1 1/2"	762,27
158	03700039	700 CMR	700	10	700x2215	1 1/2"	1.172,07



Vasos de expansión para instalaciones de energía solar

Temperatura - 10°C + 130°C
Precarga 2,5 BAR



Membrana fija

Presión max. 8 -10 BAR

Peso Kgs.	Código	Tipo	Capacidad (l.)	Presión Max. Bar	Dimensiones DxH	Conexión de Agua Ø	Euros (€)
2	02005070	5 SMF	5	10	200x250	3/4"	18,11
2,5	02008070	8 SMF	8	10	200x340	3/4"	19,84
3,2	02012070	12 SMF	12	10	270x310	3/4"	22,74
4	02018070	18 SMF	18	10	270x415	3/4"	24,72
4,5	02024070	24 SMF	24	8	320x430	3/4"	29,25



Membrana recambiable

Presión max. 10 BAR

Peso Kgs.	Código	Tipo	Capacidad (l.)	Presión Max. Bar	Dimensiones DxH	Conexión de Agua Ø	Euros (€)
10	01035070	35 SMR-P	35	10	360x615	1"	71,01
12	01050070	50 SMR-P	50	10	360x750	1"	82,56
16	03080070	80 SMR-P	80	10	450x750	1"	104,10
18	03100070	100 SMR-P	100	10	450x850	1"	151,63



Presión max. 10 BAR

Peso Kgs.	Código	Tipo	Capacidad (l.)	Presión Max. Bar	Dimensiones DxH	Conexión de Agua Ø	Euros (€)
49	03200070	220 SMR	200	10	485x1400	1 1/2"	323,36
60	03300070	350 SMR	300	10	485x1965	1 1/2"	409,93
90	03500070	500 SMR	500	10	600x2065	1 1/2"	575,76
158	03700070	700 SMR	700	10	700x2215	1 1/2"	972,30



Temperatura máxima de servicio: considerando que en los paneles solares se pueden producir puntas de temperatura, el elastómero empleado en la membrana es capaz de soportar 130°C durante una hora. En caso de que se prevea que la instalación sobrepase estos límites, instalar un Vaso Intermedio.