



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

**INSTALACIÓN DE ACS CON ENERGÍA SOLAR
PARA ABASTECIMIENTO, SANEAMIENTO Y
CALEFACCIÓN EN VIVIENDA MULTIFAMILIAR
BIOCLIMÁTICA**

Íñigo López Baquedano

Jorge Odériz Ezcurra

Pamplona, 28 de Junio de 2012



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE ACS CON ENERGÍA SOLAR PARA
ABASTECIMIENTO, SANEAMIENTO Y CALEFACCIÓN EN
VIVIENDA MULTIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA

DOCUMENTO 1: MEMORIA

Íñigo López Baquedano

Jorge Odériz Ezcurra

Pamplona, 28 de Junio de 2012



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETO DEL PROYECTO.....	8
1.2. EMPLAZAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL SOLAR.....	8
1.3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....	9
1.4. DATOS DE PARTIDA.....	12
1.5. NORMATIVA.....	13

2. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

2.1. INTRODUCCIÓN.....	14
2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CALEFACCIÓN.....	14
2.2.1. Por el grado de concentración.....	15
2.2.2. Por el modo de obtención de calor.....	15
2.2.3. Por el fluido portador de calor.....	16
2.2.4. Por la red de distribución.....	19
2.2.5. Por los tipos de aparatos calefactores.....	20
2.3. SOLUCIÓN ADOPTADA.....	23
2.4. CONDICIONES DE DISEÑO.....	24
2.4.1. Condiciones interiores.....	24
2.4.2. Condiciones exteriores.....	25
2.5. PROPIEDADES TÉRMICAS DEL EDIFICIO.....	26
2.5.1. Tipos de cerramientos que componen el edificio.....	26
2.5.2. Condensaciones de los cerramientos.....	28



2.5.3. Fichas justificativas.....	30
2.6. ESTIMACIÓN DE LA CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN.....	36
2.6.1. Pérdidas por transmisión.....	36
2.6.2. Pérdidas por infiltración o renovación.....	37
2.6.3. Pérdidas por suplementos.....	39
2.7. RADIADORES.....	40
2.7.1. Selección de los radiadores.....	41
2.7.2. Colocación y ubicación.....	41
2.7.3. Accesorios.....	42
2.8. RED DE DISTRIBUCIÓN.....	42
2.8.1. Aspectos generales.....	42
2.8.2. Materiales.....	44
2.8.3. Dimensionado.....	45
2.9. CALDERA.....	47
2.9.1. Chimenea.....	48
2.10. SISTEMA DE CONTROL.....	49
3. INSTALACIÓN DE ACS	
3.1. INTRODUCCIÓN.....	51
3.2. CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	51
3.2.1. Por el número de unidades de consumo atendidas.....	51
3.2.2. Por el sistema empleado en la preparación de ACS.....	52
3.2.3. Por el origen de la energía empleada.....	52
3.3. SOLUCIÓN ADOPTADA.....	52



4. INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR

4.1. INTRODUCCIÓN.....	54
4.2. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RADIACIÓN SOLAR.....	55
4.2.1. Posición de la tierra respecto al sol.....	55
4.2.2. El clima.....	56
4.2.3. La atmósfera.....	57
4.3. RADIACIÓN SOLAR SOBRE SUPERFICIE PLANA.....	57
4.4. SISTEMA DE CAPTACIÓN SOLAR: EL COLECTOR.....	58
4.4.1. Clasificación.....	58
4.4.2. Modelo elegido.....	59
4.4.3. Componentes principales del colector.....	61
4.4.4. Funcionamiento.....	63
4.5. INSTALACIONES BÁSICAS.....	66
4.5.1. Principio de circulación.....	66
4.5.2. Por el sistema de transferencia de calor.....	67
4.5.3. Por el sistema de expansión.....	68
4.5.4. Por la aplicación.....	68
4.6. SOLUCIÓN ADOPTADA.....	69
4.7. ESTUDIO DE LA INSTALACIÓN SOLAR.....	72
4.7.1. Datos de partida.....	72
4.7.2. Método empleado.....	72
4.8. INSTALACIÓN DE LOS COLECTORES.....	73
4.8.1. Orientación.....	73
4.8.2. Inclinación.....	74



4.8.3. Pérdidas.....	75
4.8.4. Conexión.....	76
4.8.5. Soporte.....	77
4.8.6. Estado de suministro.....	79
4.9. LEGIONELOSIS.....	79
4.9.1. Transmisión de la bacteria al hombre.....	81
4.10. CIRCUITO PRIMARIO.....	82
4.10.1. Fluido caloportador.....	82
4.10.2. Tuberías.....	83
4.10.3. Aislamiento.....	83
4.10.4. Bomba.....	83
4.10.5. Vaso de expansión.....	83
4.10.6. Otros elementos del circuito primario.....	85
4.11. CIRCUITO SECUNDARIO.....	86
4.11.1. Intercambiador de calor.....	86
4.11.2. Bomba.....	86
4.11.3. Tuberías.....	86
4.11.4. Depósito acumulador.....	87

5. SUMINISTRO DE AGUA

5.1. INTRODUCCIÓN.....	88
5.2. ESQUEMA GENERAL DE LA INSTALACIÓN.....	88
5.3. ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN.....	89
5.3.1. Acometida.....	89



5.3.2. Instalación general.....	89
5.3.3. Instalaciones particulares.....	92
5.4. CIRCUITO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA FRÍA.....	92
5.5. CIRCUITO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE.....	93
6. EVACUACIÓN DE AGUAS	
6.1. INTRODUCCIÓN.....	94
6.2. CONFIGURACIÓN DE LOS SISTEMAS DE EVACUACIÓN.....	94
6.3. ELEMENTOS QUE COMPONEN LA RED DE EVACUACIÓN.....	94
6.3.1. Cierres hidráulicos.....	94
6.3.2. Redes de pequeña evacuación.....	95
6.3.3. Bajantes y canalones.....	96
6.3.4. Colectores.....	96
6.4. SUBSISTEMA DE VENTILACIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	97
6.4.1. Subsistema de ventilación primaria.....	97
6.5. RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES.....	98
6.5.1. Red de pequeña evacuación de aguas residuales.....	98
6.6. RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES.....	99
6.6.1. Red de pequeña evacuación de aguas pluviales.....	99
6.6.2. Canalones.....	99
6.6.3. Bajantes de aguas pluviales.....	100
6.6.4. Colectores de aguas pluviales.....	100
7. VIVIENDA BIOCLIMÁTICA	
7.1 QUÉ SON Y CÓMO FUNCIONAN.....	101



7.2. ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA CONSTRUCCIÓN.....	102
7.2.1. Ventajas e inconvenientes.....	103
7.3. APROVECHAMIENTO CLIMÁTICO.....	105
7.3.1. Captación solar pasiva.....	105
7.3.2. Aprovechamiento climático del suelo.....	106
7.3.3. Protección solar en verano.....	106
7.3.4. Masa térmica.....	107
7.3.5. Aislamiento.....	108
7.3.6. Ventilación.....	109
7.3.7. Espacios tapón.....	111
7.3.8. Sistemas evaporativos de refrigeración.....	111
7.4. ESTRATEGIAS.....	112
7.4.1. Muro trombe.....	112
7.4.2. Chimenea solar industrializada.....	113
7.4.3. Cubierta industrializada con captadores integrados.....	115
7.4.4. Invernadero bioclimático.....	116
7.4.5. Aquareturn.....	117
7.5. VIVIENDA DE ENERGÍA CASI CERO.....	118
7.5.1. Escenario normativo.....	118
7.5.2. Actualidad.....	119
7.5.2. Conclusión.....	121

8. RESUMEN DEL PRESUPUESTO



1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es el de proporcionar las instalaciones de calefacción y ACS así como dotar al edificio del necesario abastecimiento de agua y saneamiento, es decir, el de realizar una instalación completa en un bloque de viviendas ubicado en Navarra.

El objetivo del proyecto es dimensionar los elementos y definir las características técnicas y económicas para poder realizar su instalación.

1.2. EMPLAZAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL SOLAR

El edificio está situado junto a la calle Zelaia y el Paseo de Roncesvalles en la urbanización de Ardoi (Navarra). Para ver la ubicación exacta véase el plano número 1 del documento PLANOS.

El solar se encuentra sin edificaciones contiguas, aunque en un futuro próximo se realizarán más bloques de viviendas junto a él. Tiene una superficie en planta total de 1680 m² (28*60).

La vivienda ya cuenta con los servicios de energía eléctrica y abastecimiento de gas, por lo que no serán objeto del proyecto.



1.3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

Se trata de un edificio que tiene un sótano (con garajes y trasteros), una planta baja (de viviendas y trasteros) y cuatro plantas además de la cubierta. Tiene un sólo portal y no posee locales comerciales.

El edificio consta de 27 viviendas concretamente, que están repartidas de la siguiente forma: 3 en la planta baja y 6 en cada una de las 4 plantas existentes.

La distribución de las plantas del edificio y las superficies de cada uno de los locales es la siguiente:

SÓTANO

- 27 garajes
- 14 trasteros

PLANTA BAJA

- 13 trasteros + zona común
- Cuarto de la comunidad 13.5m²
- Cuarto de telecomunicaciones 4.05m²
- Cuarto del agua (con entrada desde el exterior)
- Cuarto de la electricidad (con entrada desde el exterior)
- Cuarto del gas (con entrada desde el exterior)
- Portal (entrada + zona ascensor + escaleras)
- Vivienda A:
 - Baño.....3.94 m²
 - Cocina.....7.97 m²
 - Tendedero.....3.27 m²
 - Salón-comedor.....19.90 m²
 - Dormitorio 1.....10.52 m²
 - Dormitorio 2.....11.80 m²
 - Paso.....2.38 m²
 - Vestíbulo.....5.75 m²
- TOTAL:.....**65.53 m²**



- Vivienda B:	· Baño.....	4.25 m ²
	· Cocina.....	8.43 m ²
	· Tendedero.....	2.52 m ²
	· Salón-comedor.....	19.35 m ²
	· Dormitorio 1.....	13.83 m ²
	· Dormitorio 2.....	15.77 m ²
	· Paso.....	2.45 m ²
	· Vestíbulo.....	3.91 m ²
	· Aseo.....	3.14 m ²
	TOTAL:.....	73.65 m²

- Vivienda C:	· Baño.....	3.94 m ²
	· Cocina.....	7.97 m ²
	· Tendedero.....	3.27 m ²
	· Salón-comedor.....	19.90 m ²
	· Dormitorio 1.....	10.52 m ²
	· Dormitorio 2.....	11.80 m ²
	· Paso.....	2.38 m ²
	· Vestíbulo.....	5.75 m ²
	TOTAL:.....	65.53 m²

PLANTAS 1ª A 4ª

- Vivienda A:	· Baño.....	4.64 m ²
	· Cocina.....	7.00 m ²
	· Terraza.....	6.16 m ²
	· Salón-comedor.....	16.67 m ²
	· Dormitorio.....	12.53 m ²
	· Vestíbulo.....	5.66 m ²
	TOTAL:.....	46.5 m² + 6.16 m²



- Vivienda B:	· Baño.....	4.58 m ²
	· Cocina.....	8.95 m ²
	· Tendedero.....	2.5 m ²
	· Salón-comedor.....	20.81 m ²
	· Dormitorio 1.....	10.32 m ²
	· Dormitorio 2.....	10.38 m ²
	· Paso.....	4.3 m ²
	· Vestíbulo.....	2.99 m ²
	TOTAL:.....	62.31 m² + 2.5 m²

- Vivienda C:	· Baño.....	4.00 m ²
	· Cocina.....	7.93 m ²
	· Tendedero.....	2.5 m ²
	· Salón-comedor.....	22.42 m ²
	· Dormitorio 1.....	10.51 m ²
	· Dormitorio 2.....	10.61 m ²
	· Dormitorio 3.....	12.02 m ²
	· Paso.....	2.41 m ²
	· Vestíbulo.....	5.34 m ²
	TOTAL:.....	78.01 m² + 2.5 m²

- Vivienda D:	· Baño.....	4.08 m ²
	· Cocina.....	8.02 m ²
	· Terraza.....	6.70 m ²
	· Salón-comedor.....	17.45 m ²
	· Dormitorio 1.....	11.52 m ²
	· Vestíbulo.....	4.98 m ²
	TOTAL:.....	46.01 m² + 6.7 m²



- Vivienda E:	· Baño.....4.00 m ²
	· Cocina.....7.93 m ²
	· Tendedero.....2.5 m ²
	· Salón-comedor.....22.42 m ²
	· Dormitorio 1.....10.51 m ²
	· Dormitorio 2.....10.61 m ²
	· Dormitorio 3..... 12.02 m ²
	· Paso.....2.41 m ²
	· Vestíbulo.....5.34 m ²
	TOTAL:.....78.01 m² + 2.5 m²

- Vivienda F:	· Baño.....4.58 m ²
	· Cocina.....8.95 m ²
	· Tendedero.....2.5 m ²
	· Salón-comedor.....20.81 m ²
	· Dormitorio 1.....10.32 m ²
	· Dormitorio 2.....10.38 m ²
	· Paso.....4.33 m ²
	· Vestíbulo.....2.99 m ²
	TOTAL:.....62.31 m² + 2.5 m²

La altura del edificio es de 18m. La altura de la planta baja es de 3.7 m, la altura de las plantas es de 3 m cada una mientras que la de la cubierta es de 2.3 m.

1.4. DATOS DE PARTIDA

Es necesaria la composición de los diversos cerramientos que conforman el edificio. Estos, junto con los planos facilitados forman los datos de partida para el presente proyecto.

Antes de ponerse a trabajar con los diferentes tipos de cerramientos que componen el edificio, hay que determinar y especificar la zona climática donde se ubica el edificio, en función de la cual el CTE nos limitará más o menos la calidad de dichos cerramientos.



1.5. NORMATIVA

Para la realización de este proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Código Técnico de la Edificación (CTE).

DB HS: Salubridad

HS 4 Suministro de agua

HS 5 Evacuación de aguas

DB HE: Ahorro de energía

HE 1 Limitación de demanda energética

HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE).
(R.D 1027/2007 de 20 de Julio).

- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)

- Normas UNE correspondientes.

Real Decreto 1.627/1.997 de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.



2. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

2.1. INTRODUCCIÓN

Se llama calefacción al proceso que controla la temperatura mínima de un local. Por tanto, el objetivo final de una instalación de calefacción es lograr que la temperatura dentro de un local no descienda nunca por debajo de un valor previamente fijado.

Una instalación de calefacción depende fundamentalmente de 2 factores:
las características del local(tamaño, uso, materiales constructivos, ...)
la climatología del lugar donde se encuentre.

Las instalaciones de calefacción suelen estar integradas por 3 subsistemas:

PRODUCCIÓN

DISTRIBUCIÓN

EMISIÓN DE CALOR

La energía exterior aportada que se invierte en producción de calor es transferida, en parte, al subsistema de distribución, pero por otra parte se pierde hacia el exterior. A su vez, de la energía transferida al subsistema de distribución una parte se transferirá al exterior y el resto llegará al subsistema de emisión, donde los emisores se encargan de calentar el local.

2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CALEFACCIÓN

A continuación se enumeran las distintas clasificaciones de los sistemas de calefacción siguiendo distintos criterios:

- Por el grado de concentración: unitarias, individuales y colectivas o centralizadas.
- Según el modo de obtención de calor: bomba de calor, calefacción eléctrica, calefacción por energía sola y calefacción convencional.



- En función del fluido portador de calor: aire, agua, vapor y fluidos térmicos.
- En función de la red de conexión de los aparatos calefactores: monotubo, bitubo, retorno directo, retorno invertido, distribución superior y distribución inferior.
- Por el tipo de aparato calefactor: radiadores, convectores, fan-coil y aerotermos.

2.2.1. POR EL GRADO DE CONCENTRACIÓN

- **UNITARIA:** cuando el calor se produce y emite desde un aparato que calienta total o parcialmente un único local.
- **INDIVIDUAL:** aquella instalación destinada a calefactar varios locales distintos, a través de varios aparatos calefactores que son propiedad de un único usuario.
- **COLECTIVA:** aquella instalación que suministra calefacción a un número más ó menos grande de locales distintos de diferentes usuarios.

2.2.2. POR EL MODO DE OBTENCIÓN DE CALOR

- **BOMBA DE CALOR:** consiste en la captación de energía de bajo nivel térmico, generalmente aire del ambiente exterior o un circuito de baja temperatura, para elevar posteriormente su temperatura mediante la utilización de ciclos termodinámicos hasta niveles que permitan su utilización en instalaciones térmicas.
- **CALEFACCIÓN ELÉCTRICA:** corresponde a todos aquellos sistemas de calefacción que utilizan la disipación de la energía eléctrica mediante el efecto Joule como fuente de calor. Se conoce como efecto Joule el fenómeno de que una corriente eléctrica, al pasar por una resistencia, desprende calor.



- **CALEFACCIÓN POR ENERGÍA SOLAR:** en estos sistemas la fuente de energía térmica es la radiación procedente del sol, que llega a la superficie terrestre, en la que mediante superficies captadoras (colectores) de dicha energía, se transforma en energía térmica cedida a un fluido caloportador, que o bien a través de un sistema acumulador o bien directamente, la transportan hasta los locales a calefactor.

- **CALEFACCIÓN CONVENCIONAL:** aquellos sistemas que emplean como fuente energética el calor de combustión de un combustible orgánico. Éstos se pueden encontrar en tres estados físicos distintos: sólidos, líquidos y gaseosos; de ahí que encontremos esta distinción:
 - Instalaciones de calefacción por gas: gas ciudad, gas natural o G.L.P.
 - Instalaciones de calefacción de combustibles líquidos: gasóleo o fuelóleo.
 - Instalaciones de calefacción de combustibles sólidos: carbón, leña o madera.

En este sistema, un combustible determinado se introduce en un generador de calor, junto con el comburente preciso para realizar su oxidación, desprendiendo una cierta cantidad de calor que es transferida a un fluido caloportador para su posterior utilización.

2.2.3. POR EL FLUIDO PORTADOR DE CALOR

- AIRE

Las ventajas que presenta este sistema son:

- Facilidad con la que se puede convertir en un sistema de refrigeración e incluso en uno de aire acondicionado
- Es un sistema de muy baja inercia térmica por lo que se puede conseguir un rápido calentamiento del aire de los locales.
- Bajo costo de la instalación.
- Ausencia de aparatos calefactores terminales.



Los inconvenientes son los siguientes:

- Es necesario el movimiento de grandes masas de aire ya que el aire tiene un calor específico muy pequeño; además no se puede suministrar aire a excesiva temperatura. Por tanto, los conductos han de ser voluminosos para llevar el caudal necesario sin ruidos.
- Al tener un gran tamaño, no es fácil alojarlos.
- Complejidad en el cálculo de la instalación dando lugar a falta de uniformidad en la temperatura ambiente.

- AGUA

El agua es elemento abundante y fácil de conseguir. Tiene un poder específico elevado por lo que moviendo cantidades relativamente pequeñas podemos trasladar y transferir gran cantidad de calor. Uno de los inconvenientes del agua es que puede dar lugar a problemas de corrosión en las partes metálicas de la instalación, pero su agresividad está determinada por el contenido de oxígeno disuelto por ella.

Las instalaciones de calefacción por agua caliente se pueden dividir en dos grupos:

· Instalaciones abiertas:

El agua del circuito está en contacto con la atmósfera a través de un depósito de expansión, obteniendo temperaturas máximas de 90 ó 95 °C. Este tipo de instalación se emplea cuando se quieren obtener bajas o medias temperaturas.

· Instalaciones cerradas:

Aquellas en las que no existe contacto aire-agua, al ir dotadas de vasos de expansión cerrados permitiendo temperaturas de utilización de más de 100 °C. Son adecuadas para bajas, medias y altas temperaturas. Cuando el agua está a más de 100 °C se denomina agua sobrecalentada.



Según el movimiento del agua pueden clasificarse en:

- Por gravedad:

Esta forma produce grandes pérdidas de carga, los diámetros de las tuberías son excesivamente grandes por lo que resulta negativo desde el punto de vista económico.

- Por convección forzada:

Este sistema permite mediante una bomba aumentar la presión disponible produciendo una disminución de las secciones de las tuberías, por lo que de esta manera se compensa el aumento del costo en bombas de circulación. De esta forma se consigue que la circulación por toda la red de distribución sea más homogénea.

- VAPOR

Los sistemas de calefacción cuyo fluido caloportador sea vapor de agua, normalmente a baja temperatura, tienen su funcionamiento similar al de las instalaciones anteriores salvo en que los aparatos calefactores, ya que el vapor de agua al ceder su calor latente de cambio de estado condensa, retomando en estado líquido a la caldera.

Entre sus ventajas destaca que tienen inercia térmica menor que la del sistema por agua y es más favorable que éste cuando se necesitan rápidas puestas en funcionamiento. Normalmente es utilizado a baja presión y temperatura superiores a 120 °C; en estas condiciones tiene la ventaja sobre el agua de que los emisores suelen ser más pequeños.

También tiene inconvenientes como la posibilidad de quemaduras al tener contacto con los emisores por las altas temperaturas.



2.2.4. POR LA RED DE DISTRIBUCIÓN

- BITUBO

Es el sistema más común. El fluido caloportador que sale de la caldera discurre a través de un conjunto de tuberías, denominado circuito de ida, a temperatura constante. Este circuito de ida reparte el caudal necesario a cada uno de los aparatos calefactores. Desde la salida de los equipos calefactores y hasta la caldera, existe otro conjunto de tuberías, circuito de retorno (paralelo al anterior) que puede ser directo o invertido.

Entre las ventajas que presenta el sistema bitubular está la mayor facilidad de cálculo y equilibrado hidráulico de la instalación, debido sobre todo a que todos los emisores les llega el agua a igual temperatura y en ellos se enfría por igual.

Aunque también precisa un mayor desarrollo de tuberías y cambios frecuentes en las secciones de las mismas y por tanto un aumento del coste de la instalación.

- MONOTUBO

Aquí se utiliza un solo tubo que actúa tanto de circuito de ida como de circuito de retorno, estando los emisores en serie y alimentando cada uno al siguiente.

Este sistema necesita válvulas especiales que deben regular el paso de agua hacia el emisor, haciendo que una parte variable pase a éste y desviando el resto del caudal hacia el emisor siguiente.

Respecto al bitubo, se encuentran las siguientes ventajas:

- Más sencillo y más económico (mano de obra, secciones de las tuberías)

Y entre los inconvenientes:



- A los últimos radiadores les llega el agua a menor temperatura que a los primeros, por lo que el cálculo de la superficie radiante de cada radiador es más complicado.

- También el cálculo de las pérdidas de carga se hace más difícil.

- RETORNO DIRECTO

En este tipo de instalación las longitudes de tubería de ida y retorno, a cada emisor, son prácticamente iguales, siendo en cambio los recorridos de tubería de un emisor a otro muy distintos, con lo que para un mismo diámetro, las pérdidas de presión serán tanto mayores cuanto más alejado de la caldera se encuentre el emisor, por lo que el primero (respecto de la situación de la caldera) recibirá mayor cantidad de agua y a mayor temperatura que el siguiente y así sucesivamente, dando como resultado una desigualdad importante.

- RETORNO INVERTIDO

En este caso se consigue que el recorrido del agua para cada uno de los aparatos calefactores sea aproximadamente el mismo, ya que se compensan los recorridos del circuito de ida con los de retorno, de forma que las pérdidas de carga se igualan, con lo que los cuerpos emisores reciben caudales semejantes y se igualan las aportaciones caloríficas, siempre que se mantenga constante el diámetro de tubería.

2.2.5. POR LOS TIPOS DE APARATOS CALEFACTORES

Estos aparatos (también llamados emisores) están destinados a proporcionar el calor necesario para mantener la temperatura deseada.

- RADIADOR

Es la superficie de calefacción más utilizada. Emite un 20% de su calor por radiación y el resto por convección. Están formados por un número de elementos y los materiales utilizados son el acero, el hierro fundido y el aluminio.



- CONVECTOR

Cede todo el calor por convección al aire, que se hace circular a través de sus superficies calientes y le dan forma a su cubrición para canalizar el aire del local y hacerle pasar de manera forzosa por un foco de calor ya sea de manera natural o forzada.

- PANELES

Consisten en placas huecas de poco espesor por cuyo interior circula el fluido caloportador; presentan una gran superficie de cesión de calor por radiación y por convección

- FAN-COIL

Es un serpentín formando un radiador por cuyo interior circula el agua de calefacción y lleva incorporado un ventilador eléctrico que fuerza a pasar el aire recirculado de la habitación a través del citado radiador robándole su calor.

Se suele emplear en instalaciones de climatización, llevando en estos casos también otra batería de agua fría para enfriar el aire en verano.

- SUELO RADIANTE

Se trata de introducir calor en el suelo y dejar que la radiación ambiente las casas. La versión moderna es instalar en el solado tubos de polietileno reticulado. Los tubos se colocan de 3 a 5 cms., por debajo de la superficie, con una separación de 10 a 30 cms., entre ellos.

Haciendo circular por los tubos agua entre 35 y 45 °C, el suelo se mantiene entre 20 y 28 °C y el ambiente entre 18 y 22 °C. El grado de confort que se consigue con este tipo de calor es ideal. Pensándolo bien, calentamos agua a 40 °C para mantener la casa a 20 °C. Con los sistemas tradicionales quemamos combustible a temperaturas superiores



a 800°C, para calentar agua a 70 u 80 °C y mantener la casa a 20 °C. Es obvio que los saltos térmicos son mucho más altos y, de esto, resultan pérdidas de calor mayores.

El calor aportado por el Suelo Radiante es uniforme en toda la vivienda. Una importante condición para el confort humano es que, entre el punto más caliente y más frío de la casa, no haya una diferencia de temperatura superior a 5 °C. El calor viene del suelo (muy importante en casa con niños pequeños) y llega hasta una altura de 2 a 3m., justo donde se necesita. Esto nos da un confort a 18 °C, temperatura ambiente, idéntico a 20 °C con sistema convencional. Cada grado de diferencia en la temperatura de la casa significa un ahorro del 6 al 8 % en gasto de calefacción.

Ventajas del suelo radiante:

· ESTÉTICA:

No hay aparatos de calefacción en la casa (radiadores, fan-coils...), resultando la decoración muy beneficiada.

· SALUDABLE:

El agradable y uniforme calor de la vivienda y el suelo asegura un ambiente sano y limpio, sin acumulación del polvillo quemado, sin turbulencias de aire y sin reseca el ambiente.

Por esto, el suelo radiante está especialmente recomendado para guarderías, hospitales, residencias de ancianos, etc.

· AISLAMIENTO:

El montaje del suelo radiante se realiza durante la construcción o rehabilitación de la vivienda. Una vez levantada la tabiquería, terminadas las instalaciones de fontanería y electricidad y lucidas las paredes. En la instalación se aporta un aislamiento adicional al edificio que mejora notablemente los parámetros del aislamiento térmico y acústico del mismo. Esto contribuye a conseguir mayor confort y economía reduciendo costes de mantenimiento.



· BAJO MANTENIMIENTO:

El tubo de polietileno reticulado es prácticamente indestructible, tampoco es atacado por la corrosión. La dilatación térmica del tubo no perjudica al pavimento.

2.3. SOLUCIÓN ADOPTADA

La solución elegida es de tipo individual, por lo que, cada vivienda tendrá su propia caldera que proporcionará la energía necesaria para calefactar todos los espacios habitables de la casa. A lo largo de los años se ha visto que predominaba la instalación de calefacción colectiva, es decir, cada bloque de viviendas poseía una caldera común en la sala destinada a tal efecto que era la encargada de suministrar todo el calor a través de los emisores, pero, poco a poco, y sobretodo en los edificios de nueva construcción, la caldera individual se está imponiendo, haciendo de cada vivienda un circuito independiente. Esto trae una gran ventaja como es la de encender la caldera en el momento del día que se desee y la duración que se estime oportuno si no se cree suficiente el nivel de bienestar. Para ello será necesaria la instalación de contadores individuales.

En cuanto al modo de obtención de calor, antes de comenzar los cálculos, se hizo un estudio para ver si era rentable la calefacción por energía solar (además, por supuesto, de energía auxiliar), ya que es una apuesta ecológica y también económica una vez amortizada la instalación, se buscó información y se llegó a la conclusión de que la calefacción solar solo es favorable con suelo radiante, algo imposible para nuestro proyecto ya que el suelo radiante hay que instalarlo antes de finalizar las obras del edificio. Por tanto la calefacción solar quedó descartada porque no es viable con sistemas de calefacción convencionales, ya que es una forma de energía que no es suficiente para compensar las cargas térmicas de los locales, debido a que cuando más se necesita la calefacción (en invierno) menos energía obtenemos del sol por lo que no es conveniente. También quedó descartada la calefacción eléctrica porque a pesar de las numerosas ventajas que posee, como no requerir depósitos para combustible, chimenea,... tiene el gran inconveniente de su elevado coste. Por tanto, como fuente de obtención de calor se ha adoptado por una instalación de calefacción convencional, ya



que la relación existente entre el coste de la instalación, precio de combustible y potencia calorífica necesaria, es la más adecuada para este tipo de vivienda. Más concretamente se adoptará un sistema de calefacción convencional con gas natural.

En cuanto al fluido portador de calor, se descarta el aire porque se deben utilizar conductos voluminosos y por la complejidad en el cálculo de la instalación. También se descarta el vapor debido a las altas temperaturas que se alcanzan en los emisores con el consiguiente peligro por quemaduras. Se elige por tanto el agua que presenta menos problemas y resulta al fin y al cabo más económica.

La red de distribución será bitubo y con retorno invertido.

Por último, se emplearán radiadores como emisores de calor por ser los que mejor se adaptan a las viviendas y por existir una mayor experiencia y por tanto mayor información.

Es decir, la solución adoptada es una instalación individual con calefacción convencional que utiliza como fluido caloportador el agua; la red de distribución será bitubular, de retorno invertido y con radiadores como emisores.

2.4. CONDICIONES DE DISEÑO

El punto de partida a la hora de la realización de un proyecto de instalación de calefacción es fijar las condiciones de diseño, tanto interiores como las exteriores del lugar donde se va a realizar la instalación.

2.4.1. CONDICIONES INTERIORES

Las condiciones interiores de diseño quedan definidas por la temperatura de uso de los locales, la humedad relativa, el movimiento y pureza del aire aunque también



importan factores como la temperatura superficial de los cerramientos, aportación calorífica, iluminación...

Teniendo en cuenta que el control de todos esos factores, solamente se conseguirá con la climatización del aire acondicionado, por medio de la calefacción solo se considerará la temperatura interior, la velocidad media del aire y la humedad relativa interior

Estos valores deben mantenerse en los espacios habitables que vienen definidos en el CTE y que se corresponden con las habitaciones, salones, cocinas, baños, aseos, pasillos, distribuidores y las zonas comunes de circulación en el interior de los edificios. Se ha adoptado, pues, una temperatura del aire interior de 20 °C en todos los espacios de las viviendas, salvo en terrazas y tendederos. Los espacios como garajes, trasteros o zonas comunes de ambos se considerarán espacios no habitables y no se deben calefactar (I.T.E.02.4.3.), por lo que se considerará que están a 10 °C..

2.4.2. CONDICIONES EXTERIORES

Para mantener constante la temperatura de un local debe igualarse en cada instante el flujo de calor que proporcionan los emisores con la pérdida de calor. Por lo tanto, el flujo de calor que se demanda a los emisores en cada instante es variable ya que depende de las condiciones exteriores en cada momento del día y del año.

Con objeto de determinar el tamaño de los equipos que integran la instalación de calefacción, se supone que la temperatura exterior permanece constante e igual a un valor denominado temperatura exterior de diseño que se corresponde con la temperatura media del mes de enero. Para nuestro proyecto, estos valores son:

Temperatura exterior: -5 °C

Humedad exterior: 80 %



2.5. PROPIEDADES TÉRMICAS DEL EDIFICIO

Ya establecidas las condiciones interiores y exteriores, se evalúan las características térmicas de los diferentes cerramientos que componen la vivienda, con el fin de estimar la cantidad de calor que se intercambia con el exterior y por tanto la cantidad de energía térmica necesaria para mantener unas condiciones de bienestar en el interior de los locales.

2.5.1. TIPOS DE CERRAMIENTOS QUE COMPONEN EL EDIFICIO

Se definen los **cerramientos** como los cuerpos físicos que se utilizan para reducir el flujo de energía en forma de calor de un foco caliente a otro frío debido a la diferencia de temperaturas existente entre uno y otro. Se trata de los cerramientos que separan las viviendas o locales calefactados de los no calefactados o bien del exterior.

FACHADA:

-Muro en contacto con el exterior: M1

Material	e(m)
1/2Asta Ladrillo Caravista	0.12
Raseo Mortero	0.01
Lana de Roca 40 kg/m ³	0.04+0.04
Placa yeso laminado	0.015

-Muro en contacto con el exterior: M2

Material	e(m)
Panelado Formica	0.012
Cámara de aire	0.05
Raseo Mortero	0.01
Levante ½ asta	0.115
Raseo Mortero	0.01
Lana de Roca 40 kg/m ³	0.04+0.04
Placa yeso laminado	0.015



-Particiones interiores en contacto con espacios no habitables: M3

Material	e(m)
Placa yeso laminado	0.015
Lana de Roca 40 kg/m ³	0.04
Placa yeso laminado	0.015
Lana de Roca 40 kg/m ³	0.04
Placa yeso laminado	0.015

-Particiones interiores en contacto con espacios no habitables: M4

Material	e(m)
Raseo Mortero	0.02
Levante ½ asta	0.115
Lana de Roca 40 kg/m ³	0.04
Placa yeso laminado	0.015

-Particiones interiores:

Material	e(m)
Placa yeso laminado	0.015
Lana de Roca 40 kg/m ³	0.04
Placa yeso laminado	0.015

SUELOS:

-Partición interior en contacto con espacios no habitables: S3

Material	e(m)
Parquet	0.015
Solera Sílice	0.05
Poliestireno extrusionado	0.04
Forjado	0.35
Raseo Mortero	0.02



-Suelos en contacto con el exterior: S4

Material	e(m)
Parquet	0.015
Solera Sílice	0.05
Poliestireno extrusionado	0.04
Losa hormigón	0.15

HUECOS

-Ventanas y puertas (de PVC):

- Carpintería PVC, SOFTLINE DOBLE JUNTA DE KOMMERLING.
- Vidrio, CLIMALIT, acristalamiento doble con cámara de 12 mm (4/12/6)

-Puertas (de madera):

- Carpintería de madera maciza de Roble.

2.5.2. CONDENSACIONES DE LOS CERRAMIENTOS

El aire atmosférico contiene cierta cantidad de vapor de agua que varía de una manera cíclica con los cambios estacionales. A una temperatura dada el aire no puede contener en estado vapor más que una cantidad de agua inferior a un nivel máximo denominado de saturación. Cuando el contenido de vapor de agua es menor, el aire no está saturado y se caracteriza por su humedad relativa o relación entre el peso o presión de vapor de agua existente y el vapor de agua saturante.

La presión de saturación será más elevada a medida que la temperatura de aire sea más alta. Una masa de aire inicialmente no saturada llevada a una temperatura más baja puede alcanzar el nivel de saturación sin necesidad de ver modificada su presión de vapor de agua. A partir de ese punto parte del vapor de agua se condensará en estado líquido. La temperatura a partir de la cual se produce esta condensación se denomina punto de rocío (del ambiente considerado).



Así pues, se producirá siempre el fenómeno de la condensación cuando el aire descienda hasta un nivel igual o inferior a su punto de rocío, o cuando el vapor contenido en el aire se encuentre en contacto con un cerramiento u objeto cuya temperatura sea inferior al punto de rocío.

Debido a la diferencia de temperaturas de aire a ambos lados de los cerramientos se produce un movimiento o flujo de calor desde el lado más caliente al más frío. La magnitud de este intercambio depende directamente de la resistencia térmica que ofrezca dicho cerramiento. Ya que es un aspecto muy importante del Documento Básico Ahorro de Energía (DB-HE), del CTE, en el documento CÁLCULOS se puede ver todo perfectamente detallado, paso a paso y se comprueba que los cerramientos que componen en el edificio cumplen con lo dispuesto en el CTE.

2.5.3. FICHAS JUSTIFICATIVAS



FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios							
Bloque de viviendas			Localidad:		Pamplona (Navarra)		
ZONA CLIMÁTICA		D1	Zona de baja carga		X	Zona de alta carga interna	
MUROS (U_{Mm}) y (U_{Tm})							
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados		
M1	Z	Fachada rojo	166.052	0.4125	68.496		
M2		Fachada azul	15.102	0.379	5.724	$\Sigma A =$	204.674
PF1		Pilares fachada 1	23.52	0.8743	20.564	$\Sigma A \cdot U =$	94.784
PF2		Pilares fachada 2	0	0.8297	0,00	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0.463
M1	E	Fachada rojo	85.026	0.4125	35.073		
M2		Fachada azul	9.8	0.379	3.714	$\Sigma A =$	112.466
PF1		Pilares fachada 1	0	0.8743	0,00	$\Sigma A \cdot U =$	53. 3
PF2		Pilares fachada 2	17.64	0.8297	14.636	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0.475
M1	O	Fachada rojo	85.026	0.4125	35.073		
M2		Fachada azul	9.8	0.379	3.714	$\Sigma A =$	112.466
PF1		Pilares fachada 1	0	0.8743	0,00	$\Sigma A \cdot U =$	53.423
PF2		Pilares fachada 2	17.64	0.8297	14.636	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0.475
M1	S	Fachada rojo	183.528	0.4125	75.705		
M2		Fachada azul	11.426	0.379	4.33	$\Sigma A =$	224.354
PF1		Pilares fachada 1	29.4	0.8743	25.704	$\Sigma A \cdot U =$	105.739
PF2		Pilares fachada 2	0	0.8297	0,00	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0.471
SUELOS (U_{Sm})							



Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados	
					$\Sigma A =$	350.425
S2	Suelo interior	315.03	0.4014	126.453	$\Sigma A \cdot U =$	143.372
S4	Suelo exterior	35.395	0.478	16.919	$U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,409

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (U_{cm} y F_{Lm})

Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados	
C1	Techo 4ª Planta	373,23	0,2386	89.053	$U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,2386

% de huecos	N	E/O	S			
				de 21 a 30	de 31 a 40	
HUECOS (U_{Hm} y F_{Hm})						
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados	
					$\Sigma A =$	91.241
Z	Ventanas	68.361	2.403	164.271	$\Sigma A \cdot U =$	219.824
	Puertas	22.88	2.428	55.553	$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	2.409
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados	
					$\Sigma A =$	38.364
E	Ventanas	21.724	2.403	52.203	$\Sigma A \cdot U =$	92.605
	Puertas	16.640	2.428	40.402	$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	2.414
					$\Sigma A =$	38.364
O	Ventanas	21.724	2.403	52.203	$\Sigma A \cdot U =$	92.605



	Puertas	16.640	2.428	40.402		$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A$ =	2.414
						$\Sigma A =$	162.962
Σ	Ventanas	135.444	2.403	325.472		$\Sigma A \cdot U =$	392.286
	Puertas	27.518	2.428	66.814		$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A$ =	2.407



FICHA 2 CONFORMIDAD - Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA	D1	Zona de baja carga	<input checked="" type="checkbox"/>	Zona de alta carga	<input type="checkbox"/>
----------------	----	--------------------	-------------------------------------	--------------------	--------------------------

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{maxprov}^{(1)}$	$U_{max}^{(2)}$
Muros de fachada	0.4125	≤ 0.86
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	-	
Particiones interiores verticales en contacto con espacios no habitables	0.6612	
Suelos	0.478	≤ 0,64
Cubiertas	0.2386	≤ 0,49
Vidrios de huecos y lucernarios	2.5	≤ 3.5
Marcos de huecos y lucernarios	2.21	

		CUMPLE
Particiones interiores (edificios de viviendas)	0.7485	≤1,2 W/m2K
		CUMPLE

MUROS DE FACHADA		
	$U_{Mm}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$
N	0,463	} ≤ ≤ 0,66 CUMPLE
E	0,475	
O	0,475	
S	0,471	

HUECOS Y LUCERNARIOS		
	$U_{Hm}^{(4)}$	$U_{Hlim}^{(5)}$
	2.409	≤ 2,5
	2.414	} ≤ 2,9
	2.414	
	2.407	≤ 3,4
		CUMPLE

CERR. CONTACTO TERRENO	
$U_{Tm}^{(4)}$	$U_{Tlim}^{(5)}$
-	-
-	

SUELOS	
$U_{Sm}^{(4)}$	$U_{Slim}^{(5)}$
0,409	0,49
CUMPLE	

CUBIERTAS	
$U_{Cm}^{(4)}$	$U_{Clim}^{(5)}$
0,2386	0,38
CUMPLE	

LUCERNARIOS	
F_{Lm}	F_{Llim}
-	-
-	



FICHA 3: CONFORMIDAD- Condensaciones

Condensaciones superficiales

Tipos	C. superficiales	
	$f_{Rsi} \geq f_{Rs, \min}$	
Fachada exterior rojo	f_{Rsi}	0.897
	$f_{Rs, \min}$	0.61
Fachada exterior azul	f_{Rsi}	0.905
	$f_{Rs, \min}$	0.61
Fachada interior rosa	f_{Rsi}	0.835
	$f_{Rs, \min}$	0.61
Fachada interior naranja	f_{Rsi}	0.894
	$f_{Rs, \min}$	0.61
Pilares fachada 1	f_{Rsi}	0.781
	$f_{Rs, \min}$	0.61
Pilares fachada 2	f_{Rsi}	0.793
	$f_{Rs, \min}$	0.61
Cubierta Techo 4 ^a plant	f_{Rsi}	0.940
	$f_{Rs, \min}$	0.61
Suelos interiores	f_{Rsi}	0.900
	$f_{Rs, \min}$	0.61
Suelos exteriores	f_{Rsi}	0.881
	$f_{Rs, \min}$	0.61



Condensaciones intersticiales

CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS								
Tipos	Condensaciones intersticiales							
	$P_n < P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
Fachada exterior rojo	$P_{sat,n}$	955.733	958.706	2175.685	2219.55			
	P_n	909.584	948.928	1137.779	1326.630			
Fachada exterior azul	$P_{sat,n}$	877.234	944.116	946.796	1031.501	1034.398	2188.354	2228.832
	P_n	703.416	705.196	740.786	945.431	981.021	1151.855	1285.32
Fachada interior naranja	$P_{sat,n}$	1307.918	1434.959	2171.019	2215.543			
	P_n	762.833	1015.295	1120.671	1285.32			
Fachada interior rosa	$P_{sat,n}$	1291.400	1692.811	1716.073	2228.971	2258.565		
	P_n	817.613	908.873	1051.466	1142.726	1285.32		
Pilares fachada 1	$P_{sat,n}$	1098.929	1106.209	1307.657	2006.450	2093.901		
	P_n	696.256	713.687	1282.098	1282.477	1285.32		
Pilares fachada 2	$P_{sat,n}$	1084.315	1089.769	1348.286	2022.328	2111.654		
	P_n	690.880	693.767	1272.438	1275.902	1285.32		
Cubierta Techo 4ª planta	$P_{sat,n}$	1887.861	1954.267	2272.365	2278.369			
	P_n	676.7	1264.658	1272.721	1285.32			
Suelos interiores	$P_{sat,n}$	1298.901	1507.171	2130.711	2263.624	2260.151		
	P_n	683.955	698.955	783.237	1279.646	1285.32		
Suelo exterior	$P_{sat,n}$	899.695	1159.838	2070.495	2096.214			
	P_n	690.552	717.587	879.797	1285.32			



2.6. ESTIMACIÓN DE LA CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN

Para mantener constante la temperatura interior de un local calefactado, hay que suministrar en cada instante una potencia calorífica que equilibre las pérdidas de calor que experimenta el local. Estas pérdidas pueden ser:

- Pérdidas por transmisión
- Pérdidas por infiltración o renovación
- Pérdidas por suplementos

2.6.1. PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN

Las pérdidas de calor por transmisión a través de los cerramientos es el factor principal en la determinación de la demanda calorífica de un local.

Las pérdidas por transmisión se producen debido a la existencia de una diferencia de temperaturas entre el interior del local y el ambiente exterior que le rodea o bien entre un local calefactado y otro no calefactado; éstas temperaturas se mantienen constantes e iguales a los valores de diseño ya comentados. Se crea, por tanto, un flujo de calor en la dirección de la zona de mayor temperatura a la zona con menor temperatura, ya que se tiende al equilibrio térmico. Son las producidas por el escape por convección y conducción de la zona interior a la exterior, atravesando el medio que las separa (techo, suelo, pared, puerta, ventana,...)

Conducción: es debido a la vibración de las moléculas, aumentando su energía interna. La transmisión de calor se hace a través de la materia pero sin flujo de materia, es decir, las partículas de la zona más caliente comunican con su agitación térmica a las de la zona más fría al chocar con ella y aquella se propaga hacia las regiones de temperatura más baja. Se observa preferentemente en sólidos.

Convección: es debido a un movimiento de la materia basado en una diferencia de densidades. Las moléculas calientes se mueven hacia un foco frío. Es la transmisión de calor de un punto a otro, mediante un fluido (aire) en circulación



Dependen de la calidad del cerramiento (dada por la conductividad), de su espesor, de la superficie que ocupa y de la diferencia de temperaturas o salto térmico entre ambas partes y se relacionan de la siguiente manera:

$$Q_T = \sum [U \cdot S \cdot (t_i - t_e)]$$

Donde:

Q_T = Pérdidas de calor por transmisión, en kW .

U = Coeficiente de transmisión térmica (en $W/m^2 K$) de los diferentes cerramientos, los cuales fueron ya calculados.

S = Superficie de transmisión de cada uno de los cerramientos (m^2).

t_i = Temperatura interior del local, en $^{\circ}C$.

t_e = Temperatura exterior, en $^{\circ}C$.

En el documento CÁLCULOS se especifican las características de cada uno de los espacios a estudiar.

2.6.2. PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN O RENOVACIÓN

Las pérdidas por renovación constituyen la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura del aire procedente del exterior, de tal forma que éste alcance la temperatura del habitáculo. Estas pérdidas son producidas principalmente por las infiltraciones de aire a través de puertas y ventanas y pueden ser continuas e involuntarias o bien voluntarias. Esta renovación es indispensable para mantenerlos a unos niveles de humedad y pureza adecuados. Una renovación se considera la sustitución de todo el volumen de aire del cerramiento.



Su valor viene determinado por la expresión siguiente:

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t$$

Donde:

Q_R = Pérdidas de calor por infiltración o renovación, en kW .

V = Volumen del habitáculo, en m^3 . Su valor se dará en los sucesivos cuadros de cálculo.

C_e = Calor específico del aire, $0.24 \text{ K}_{cal}/\text{K}_g \text{ } ^\circ\text{C} \cong 1 \text{ kJ} / \text{kg } ^\circ\text{C}$

p_e = Peso específico de aire seco, $1.24 \text{ K}_g/m^3$.

n = N° de renovaciones de aire por segundo. Su valor se detallará a continuación.

Δt = Diferencia de temperatura entre el exterior y el interior del local, en $^\circ\text{C}$.

Tipo habitáculo	Renovaciones/hora
Dormitorio	0.5
Baño	1.5
Cocina	1.5
Salón	0.5
Vestíbulo	0.5
Paso	0.5



2.6.3. PÉRDIDAS POR SUPLEMENTOS

Las pérdidas por suplementos se pueden dividir en:

- Pérdidas por orientación

Estas pérdidas son debidas a la exposición que tienen los cerramientos a la radiación solar y los vientos.

Según las diferentes orientaciones de los cerramientos del edificio, se prevén los siguientes suplementos para el cálculo de las pérdidas totales de calor:

Orientación	Porcentaje aumento potencia (%)
Norte	15
Sur	0
Este	10
Oeste	5

- Pérdidas por intermitencia de uso

Debido a la intermitencia de uso también se añade un suplemento, ya que por razones de ahorro energético la calefacción no funciona durante las 24 horas del día. Esta interrupción del sistema se realiza cuando la actividad es muy reducida, como en las horas de sueño por ejemplo.



Tipo habitáculo	Porcentaje aumento potencia (%)
Dormitorio	10
Baño	20
Cocina	15
Salón	20
Vestíbulo	10
Paso	10

2.7. RADIADORES

Una vez conocida la carga térmica de cada uno de los locales que componen la vivienda, se puede proceder al dimensionado de los emisores de calor a dimensionar.

En apartados anteriores se describieron los tipos de emisores que existen actualmente en el mercado. De todos ellos se ha optado por los radiadores.

Los radiadores se pueden clasificar, en función de los materiales de que están fabricados en:

- Radiadores de hierro fundido: se caracterizan por tener una duración prácticamente ilimitada, debido a la elevada resistencia a la corrosión del hierro fundido, y por tener una gran inercia térmica. Una de sus mayores ventajas es la de poder ampliar sus elementos gracias a la fácil unión entre ellos.
- Radiadores de acero: son mucho más ligeros que los de fundición, teniendo por lo tanto una masa y una inercia térmica menor. Por el contrario, su resistencia a la corrosión es inferior a los de fundición por lo que su vida es más corta.
- Radiadores de aluminio: trabajan básicamente por convección ya que el aluminio tiene un coeficiente de radiación muy bajo. Además, con frecuencia están constituidos por elementos aleteados longitudinalmente, favoreciendo



aún más la transmisión de calor por convección. Son mucho más ligeros que los demás debido a la baja densidad de este material. Tienen muy poca inercia térmica debido a la alta conductividad térmica, por lo que les hace idóneos para calefacciones de puesta en régimen rápidas.

2.7.1. SELECCIÓN DE LOS RADIADORES

Se ha optado por instalar radiadores de aluminio en todas las viviendas. El modelo escogido es el **DUBAL 30** de la marca **ROCA**, con una potencia de:

$$70.5 \text{ Kcal/h} = 81.98 \text{ W}$$

2.7.1.1. Número de elementos necesarios por local

Para obtener el número de elementos necesarios para cada uno de los locales se divide la carga térmica del local entre la emisión calorífica aportada por cada elemento. Este valor no suele ser un valor entero por lo que se tomará el siguiente número entero.

El resultado de multiplicar el número de elementos por la emisión calorífica de cada elemento da la potencia térmica instalada en el cada local. El número de elementos necesarios en cada uno de los locales de cada una de las viviendas se expone en el documento CÁLCULOS.

2.7.2. COLOCACIÓN Y UBICACIÓN

La localización de los radiadores es más favorable debajo de las ventanas, o lo más cerca posible a ellas. La ventana es el elemento separador de menor resistencia térmica y, en muchos casos, está situada en el único cerramiento en contacto con el exterior, por lo que, por ella o en sus inmediaciones se producen la mayor parte de las pérdidas de calor. También por las ventanas se producen infiltraciones de aire frío del exterior, que al entrar tiende a descender calentándose al mezclarse con el aire caliente procedente del emisor. Con esto se trata de evitar el efecto de pared fría.



Cuando no sea posible la instalación de los radiadores debajo de las ventanas, conviene situar los radiadores en la pared más fría. Se procurará también que no rompan con la estética del local y que no produzcan problemas con el mobiliario interior.

2.7.3. ACCESORIOS

Cada uno de los elementos emisores tendrá un dispositivo para poder modificar las aportaciones térmicas o dejarlo fuera de servicio (I.T.E.02.4.11.). Además dispondrán de dispositivos de corte a la entrada y salida.

2.8. RED DE DISTRIBUCIÓN

La red general de tuberías de una instalación de calefacción tiene por misión el conducir el fluido caloportador que se ha calentado previamente en el generador de calor hasta los distintos emisores que componen la instalación. Se denomina tuberías de ida, al conjunto de canalizaciones que transportan el fluido portador desde el generador hasta los emisores. Una vez cedido el calor en éstos, el fluido retorna al generador para su recalentamiento a través de las tuberías de retorno.

2.8.1. ASPECTOS GENERALES

Dilatación

Las dilataciones a que están sometidas la tuberías al aumentar la temperatura del fluido se deben compensar a fin de evitar roturas en los puntos más débiles, donde se concentran los esfuerzos de dilatación, que suelen ser las uniones entre tuberías y aparatos.

Para compensar el efecto de la dilatación se puede recurrir a la compensación natural, que se produce cuando la modificación de la longitud de la tubería es absorbida gracias a la elasticidad de cobre por los cambios de dirección a los que obliga el trazado



de la red, dando lugar al *codo* y a la *s*. Cuando no puede ser absorbida naturalmente se recurre a dispositivos especiales.

En concreto, para las tuberías de cobre el coeficiente de dilatación térmica es de 0.017 mm por cada metro de tubo (para aumentos de temperatura de unos 100°C).

Se recurrirá pues a la compensación natural, es decir, las posibles dilataciones serán absorbidas por los codos.

Expansión

Los circuitos cerrados con agua o soluciones acuosas estarán equipados de un dispositivo de expansión de tipo cerrado, según se expone en I.T.E.02.8.4.

El vaso de expansión es el dispositivo destinado a absorber el aumento de volumen que experimenta la totalidad del agua contenida en la instalación cuando se calienta desde la temperatura ambiente hasta la temperatura de servicio, para evitar sobrepresiones.

En nuestro caso, al ser la instalación de tipo individual (un circuito para cada vivienda) no existe demasiado líquido en circulación, por lo que el aumento de volumen es muy pequeño y el vaso de expansión, de litros se encuentra dentro de la caldera, suponiendo una gran ventaja estética y funcional.

Aislamiento

Se deben aislar térmicamente todas aquellas conducciones y accesorios cuando contengan fluidos a temperatura superior a 40 °C y estén situados en locales no calefactados, según se establece en el apéndice 03.1. del R.I.T.E.

Para el caso de tuberías de diámetro exterior menor de 35 mm y temperatura de fluido comprendida entre 66 °C y 100 °C se deberán instalar aislamientos de espesores mínimos de 20 mm.



El aislante que se instalará es a base de caucho sintético expandido en forma de coquilla de color negro cuya conductividad es de 0.04 W/m K a 20 °C.

Conexiones

Según se establece en la I.T.E.05.2.2., las conexiones entre los equipos y aparatos con las tuberías han de cumplir lo siguiente:

- Las conexiones de los equipos y aparatos a las tuberías se realizarán de tal forma que entre la tubería y el equipo o aparato no se transmita ningún esfuerzo debido al peso propio y a las vibraciones.
- Las conexiones deberán ser fácilmente desmontables para facilitar el acceso al equipo en caso de reparación o sustitución.
- Los elementos accesorios del equipo, tales como válvulas, instrumentos de medida y control, manguitos amortiguadores de vibraciones... deberán instalarse antes de la parte desmontable de la conexión, hacia la red de distribución.

Uniones

Las uniones cumplirán lo siguiente (I.T.E.05.2.3.):

- El tipo de unión será por soldadura, ya que las tuberías son de cobre.
- Las tuberías se instalarán con el menor número de uniones. No se permite el aprovechamiento de recortes de tuberías en tramos rectos.
- Cuando se realice la unión de 2 tuberías no deben forzarse para conseguir que los extremos coincidan sino que deben cortarse a la medida exacta.

2.8.2. MATERIALES

El material empleado es el cobre. Como ventajas cabe destacar la resistencia a la corrosión, la alta seguridad, la ligereza del material, baja pérdida de carga, buena relación calidad-precio y la alta gama de tamaños.



2.8.3. DIMENSIONADO

El dimensionado de una red de tuberías consiste en la determinación de la pérdida de carga o pérdida de presión mediante la selección de los diámetros más adecuados.

La caída de presión en una red de tuberías puede descomponerse en 2 partes:

- Las pérdidas en tramos rectos (pérdidas primarias) ocasionadas por el rozamiento del fluido en las paredes de los tramos rectos de tubería
- Las pérdidas singulares (pérdidas secundarias) provocadas por los cambios de velocidad o dirección en los distintos accesorios que forman la red de distribución.

Para cuantificar éstas pérdidas es necesario conocer previamente el caudal másico encada uno de los tramos que componen la red de distribución. Este caudal se determina a través de la siguiente fórmula:

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{C_p \cdot \Delta t}$$

2.8.3.1. Pérdidas en tramos rectos

Se han establecido fórmulas experimentales para el cálculo de las pérdidas de carga en una tubería recta, tomando en consideración aspectos tales como la velocidad de circulación del fluido, temperatura, diámetro de la tubería ... De acuerdo con estas fórmulas se han construido tablas, curvas y gráficos que permiten agilizar el cálculo.

Estos gráficos son diferentes según sea el material de las conducciones y de la temperatura media del fluido. Para la instalación proyectada, como ya se mencionó, se



ha escogido el cobre y la temperatura media del fluido es 80 °C (la media entre la temperatura de entrada, 90 °C y la de salida, 70 °C). La gráfica puede verse en el anexo

Actualmente la reglamentación fija en 2 m/s la velocidad máxima de circulación del agua por el interior de las tuberías que discurren por locales habitados, y que no se sobrepase una caída de presión de 400 Pa/m en tramos rectos, lo que fija una línea horizontal en el gráfico, que no puede ser rebasada.

La intersección de esta línea con la vertical correspondiente al caudal másico que circula por un tramo cualquiera, fijará un punto en el gráfico que puede coincidir o no con una línea de diámetro constante. Si coincide se tomará como valor de diámetro el correspondiente a la línea que pasa por el punto anteriormente fijado, y si no coincide, se descenderá a caudal constante hasta la primera intersección con una línea de diámetro constante, tomándose éste como diámetro del tramo de tubería a estudio.

Una vez fijado el punto de intersección se podrá obtener también en el gráfico los datos de velocidad de circulación v (m/s) y la caída de presión por unidad de longitud $\Delta P/L$ (Pa/m).

Se establece la caída de presión (Pa) en el tramo recto como el producto de la caída de presión por unidad de longitud por la longitud del tramo:

$$P_t = \frac{\Delta P}{L} L$$

2.8.3.2. Pérdidas singulares

Las pérdidas singulares se producen en elementos tales como codos, tes, válvulas, emisores... y serán evaluadas por el método de los coeficientes de pérdidas singulares, a través de la fórmula:

$$P_s = \sum \xi \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2$$



2.8.3.3. Pérdidas de presión totales

Las pérdidas de presión totales que se producen en un tramo son la suma de pérdidas en tramos rectos y pérdidas singulares, es decir:

$$P_T = P_t + P_s$$

2.8.3.4. Equilibrado de la instalación

El equilibrado consiste en igualar las pérdidas de presión de todos los circuitos independientes que forman parte de la red de tuberías, ya que de no poseer la misma caída de presión, el fluido caloportador tenderá a circular por aquel circuito que posea menor pérdida de carga, circulando por él mayor cantidad de fluido de la necesaria.

Para comenzar con el equilibrado se seleccionará el circuito de menor longitud y se sumarán las pérdidas totales de cada uno de los tramos que lo integran. La caída de presión entre los distintos circuitos, no deberá variar más de un 15% de la pérdida total obtenida para el circuito más corto. El equilibrado consistirá en tomar los distintos circuitos que no cumplan esta condición y modificar el diámetro de sus tramos hasta conseguir que la caída de presión no varíe más del 15% de la pérdida total del circuito más corto.

2.9. CALDERA

La caldera es el aparato de la instalación donde se quema un combustible cuya energía calorífica desprendida se transmite a un fluido, en este caso en estado gaseoso, que será posteriormente distribuido a través de la red de tuberías a los locales a calefactor.



En este caso el fluido caloportador será agua y el combustible empleado, gas natural.

De forma esquemática, el agua caliente sale de la caldera a una temperatura de 90 °C y es impulsada a todos los radiadores de la vivienda de donde retorna hasta la caldera a una temperatura de 70 °C.

Tanto a la entrada como a la salida de fluido de la caldera, se instalarán llaves de corte de tipo esfera, asiento o cilíndrico que permitan aislar la caldera del resto de la instalación de calefacción.

La potencia de cada una de las calderas tendrá que ser capaz de cubrir las necesidades caloríficas para la calefacción así como las necesidades caloríficas para agua caliente sanitaria, cuando éstas no puedan ser cubiertas por los colectores solares.

La potencia de las calderas será de dos tipos según la vivienda tenga 1 ó 2 habitaciones ó tenga 3. Las calderas a utilizar son mixtas con microacumulación, murales y estancas:

- Modelo LAURA 20/20 F de la marca ROCA de 20000 kcal/h (23.256kW) para viviendas de 1 y 2 habitaciones.

- Modelo LAURA 30/30 F de la marca ROCA de 27000 kcal/h (31.395kW) para viviendas con 3 habitaciones.

2.9.1. CHIMENEA

Las chimeneas tendrán un diámetro de 25mm y ascenderán 1m por encima de la cubierta, hasta los 16.7 m. Cuando discurren por el interior del edificio llevan un aislante de 30mm.

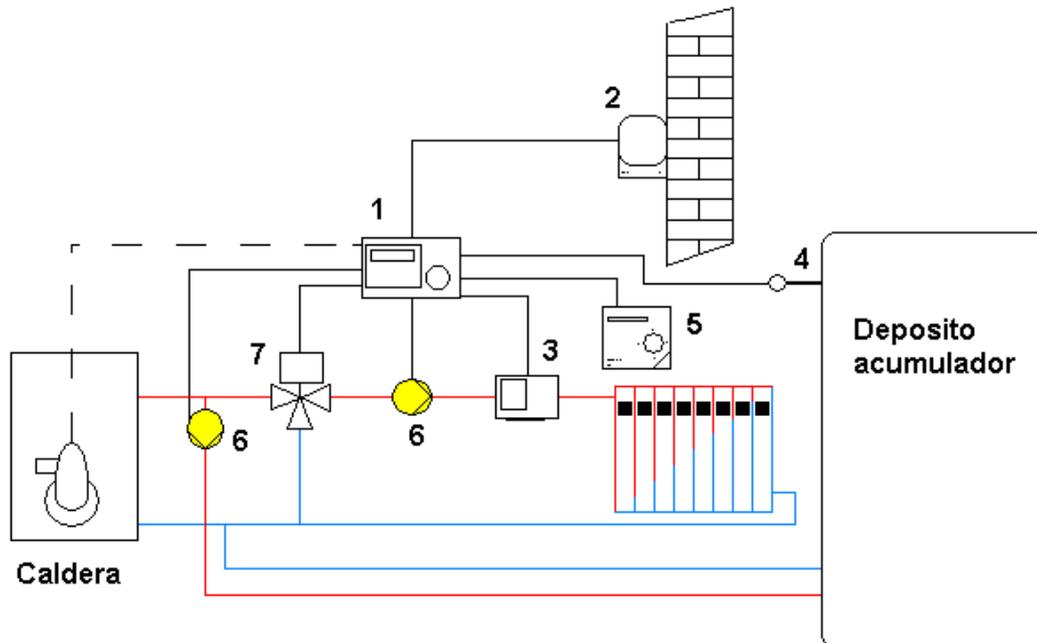


2.10. SISTEMA DE CONTROL

La instalación de calefacción estará dotada de un sistema de control que regule se funcionamiento, controlando a través de termostatos de ambiente y termostatos diferenciales las condiciones de diseño previstas en cada uno de los locales de las viviendas.

Se colocará un termostato por cada vivienda; dicho termostato se colocará en la estancia cuya temperatura sea representativa de la media de la vivienda, alejado de fuentes de calor o frío, como ventanas, radiadores, lámparas, televisores... y una altura de entre 1.2 m y 1.5 m del suelo. Se colocará en el Salón-Comedor por ser la estancia de uso más común por los usuarios y la más habitada.

Como equipo de control se instalará un SISTEMA DE REGULACIÓN Y CONTROL de la marca **LANDIS**. Es un regulador en función de la temperatura exterior con corrección del ambiente (opcional) y ACS. Posee una acción progresiva sobre la válvula, o todo/nada sobre el quemador.



1. RVP 310 Añaden al control de un circuito de calefacción, el control del agua caliente. Se puede programar con antelación para todo un año. Utiliza un programa semanal con modo automático día/noche para el óptimo control marcha/paro. El programador horario anual incorpora un horario automático verano/invierno y un sencillo programa anual que permite la programación de un periodo de vacaciones por año.
2. QAC 22 Sonda exterior
3. QAD 22 Sonda de temperatura de contacto, para el circuito de la caldera.
4. QAP 21.3 Sonda con cable, para depósito acumulador de ACS
5. QAW 70 Sonda de ambiente con mando para corrección temperatura ambiente, programación y visor de cuarzo líquido.
6. PS-20 Bomba de circulación.
7. Válvula de 3 vías de asiento y actuador.



3. INSTALACIÓN DE ACS

3.1. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de la instalación de ACS es que en cada punto de consumo, se disponga en cualquier momento del caudal necesario de agua caliente a la temperatura adecuada.

3.2. CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES

Se exponen a continuación las distintas clasificaciones de instalaciones de ACS siguiendo diferentes criterios:

- Por el número de unidades de consumo atendidas: unitarias, individuales y colectivas.
- Por el sistema empleado en la preparación de ACS: instantáneas y de acumulación.
- Por el origen de la energía empleada para preparar el ACS: combustión de combustibles, electricidad, bomba de calor y energía solar

3.2.1. POR EL NÚMERO DE UNIDADES DE CONSUMO ATENDIDAS

- UNITARIAS: si atienden a una única unidad de consumo, como por ejemplo una bañera o un fregadero.
- INDIVIDUALES: si atienden a diversas unidades de consumo pertenecientes a un único usuario.
- COLECTIVAS: si atienden a la demanda originada por varios usuarios distintos.



3.2.2. POR EL SISTEMA EMPLEADO EN LA PREPARACIÓN DE ACS

- INSTANTÁNEAS: cuando se prepara sólo el caudal demandado en cada instante.
- ACUMULACIÓN: cuando se prepara una determinada cantidad de ACS, previamente al consumo, que es acumulada en un depósito y posteriormente es distribuida de acuerdo a la demanda.

3.2.3. POR EL ORIGEN DE LA ENERGÍA EMPLEADA

- COMBUSTIÓN DE COMBUSTIBLES: los combustibles pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos.
- ELECTRICIDAD: basadas en el efecto Joule.
- BOMBA DE CALOR: consiste en la captación de energía de bajo nivel térmico para elevar posteriormente su temperatura mediante la utilización de ciclos termodinámicos.
- ENERGÍA SOLAR: el origen de la energía es la radiación procedente del sol que llega a la superficie terrestre.

3.3. SOLUCIÓN ADOPTADA

La solución adoptada para la obtención de agua caliente sanitaria es una instalación individual que empleará como sistema de preparación un depósito acumulador y como origen de la energía la radiación solar. Ya que la energía solar no es capaz de cubrir por sí sola el 100% de las necesidades energéticas requeridas (porque se trata de una energía difusa e intermitente) es preciso disponer de una fuente de energía auxiliar si se desea asegurar la continuidad en la disponibilidad de ACS en los periodos sin sol y, especialmente, en invierno.



Por tanto, la misma caldera empleada en la instalación de calefacción será el apoyo necesario (energía auxiliar) a la instalación solar. Por tanto, como ya se sabe, la potencia de la caldera será tal que pueda cubrir la carga térmica de la instalación de calefacción y las necesidades energéticas debidas al ACS.



4. INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR

4.1. INTRODUCCIÓN

La actividad humana en general y más particularmente en su aspecto energético está presidida por la actuación pasada o presente del sol. El aprovechamiento energético del sol de forma natural o artificial es una constante en nuestra cultura agrícola, urbana, industrial,...

La energía solar como fuente energética presenta como características más peculiares las siguientes:

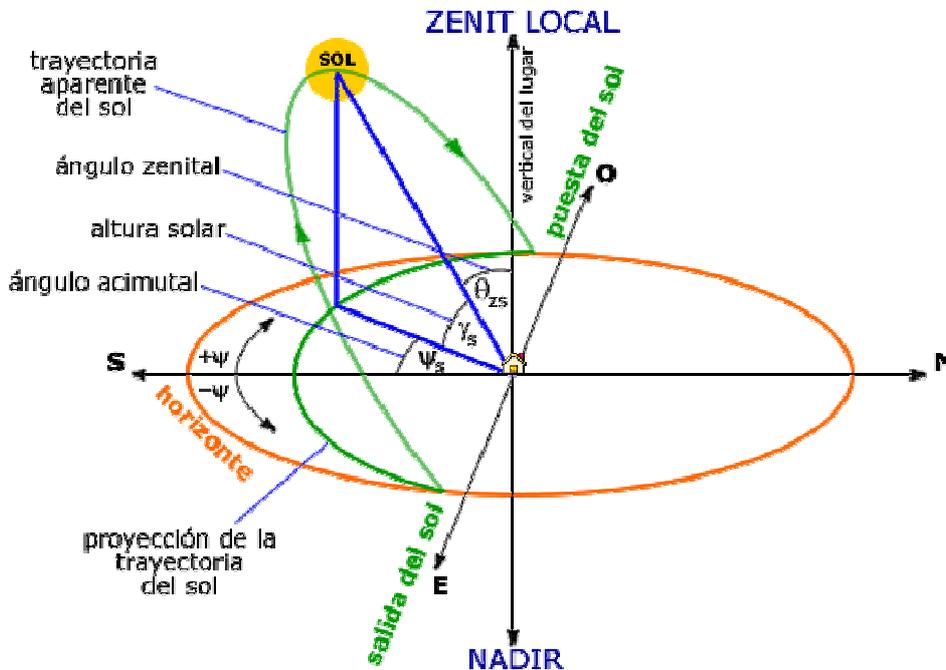
- Elevada calidad energética.
- El impacto ambiental es nulo: la energía solar no produce desechos ni residuos, basuras, humos, polvos, vapores, ruidos, olores...
- Es una fuente de energía inagotable, por su magnitud y porque su fin será el fin de la vida en la Tierra.
- Se produce en el mismo lugar donde se consume, no necesita transformadores ni canalizaciones subterráneas ni redes de distribución a través de las calles.

No sería racional no intentar aprovechar, por todos los medios técnicamente posibles, esta fuente de energía gratuita, que puede liberar definitivamente de la dependencia del petróleo o de otras alternativas poco seguras.

4.2. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RADIACIÓN SOLAR

4.2.1. POSICIÓN DE LA TIERRA RESPECTO DEL SOL

Debido a la inclinación del eje de rotación de la Tierra con respecto al plano de su órbita alrededor del sol y su forma esférica, un mismo punto de la superficie terrestre recibe, según la época del año los rayos con una inclinación diferente y, por tanto, la energía efectiva que incide en un metro cuadrado de superficie horizontal varía considerablemente.



En invierno los rayos de sol caen con un ángulo pequeño respecto de la horizontal, lo contrario que en verano, en que el ángulo es mucho mayor, llegando a alcanzar la perpendicularidad en las zonas cercanas al Ecuador y en los momentos centrales del día. Por esta razón, la energía total incidente es mucho mayor en verano que en invierno y, si se considera la energía incidente en un determinado periodo de tiempo (1 hora por ejemplo) también es mucho mayor en las horas centrales del día (alrededor del mediodía) que en las horas cercanas al amanecer o al anochecer.



En primavera y en verano el arco de la trayectoria solar es más grande, el sol se eleva más sobre el horizonte y permanece más tiempo brillando en el cielo (esto considerando al sol el que realiza el movimiento alrededor de la Tierra, que a efectos prácticos es lo mismo). Por el contrario, en invierno los puntos del horizonte por donde sale y se oculta están más próximos entre sí, la trayectoria es más corta y menos elevada, y el tiempo (duración del día solar) que transcurre entre el amanecer y la puesta del sol es mucho menor.

Lógicamente, cuanto mayor es la duración del día solar, más cantidad de energía se podrá recoger a lo largo del día.

Otro factor incluso más importante es el hecho de que cuanto menos elevada sea la trayectoria solar, con menor ángulo incidirán los rayos con respecto al suelo horizontal y la intensidad será menor.

4.2.2. EL CLIMA

La mayor o menor cantidad de energía que llega a la superficie también viene determinada por otro factor importante como es la nubosidad existente en la zona. Las nubes absorben la mayoría de la energía solar reflejándola por su parte superior y devolviéndola al espacio. En un típico día cubierto, la energía que pasa la capa de nubes es una pequeña fracción de la que llegaría a la superficie si el cielo estuviese despejado.

Como se puede ver, la energía recogida en un día a finales de otoño o principios del invierno es mucho menor que en un día a finales de primavera o principios de verano.

También es importante para los colectores planos destinados al calentamiento de ACS la temperatura media del aire y la velocidad del viento, aunque en menor medida.

Por tanto, las condiciones climáticas son el factor más importante a la hora de evaluar las posibilidades que tiene una instalación solar.



4.2.3. LA ATMÓSFERA

La energía solar incidente en una superficie terrestre se manifiesta de tres maneras diferentes:

- Radiación directa: la que proviene directamente del sol.
- Radiación difusa: la recibida de la atmósfera como consecuencia de la dispersión de parte de la radiación del sol en la misma. Esta energía puede suponer aproximadamente un 15% de la radiación global en los días soleados aunque este número aumenta en los días nublados en los que la radiación directa es muy baja.
- Radiación reflejada: aquella reflejada por la superficie terrestre. La cantidad de radiación depende del coeficiente de reflexión de la superficie

La suma de estos tres tipos de radiación se denomina radiación global y es la energía que se puede aprovechar.

4.3. RADIACIÓN SOLAR SOBRE SUPERFICIE PLANA

La radiación solar incidente sobre una superficie plana depende de los siguientes parámetros:

- Orientación de la superficie.
- Inclinación de la superficie.
- Latitud del lugar.
- Día del año.
- Hora del día.
- Estado climatológico.

Los tres últimos parámetros se han descrito detalladamente en el apartado anterior.



Los colectores han de orientarse hacia el Ecuador (que significa hacia el Sur en el hemisferio Norte y hacia el Norte en el hemisferio Sur) ya que de esta forma se aprovecha el máximo de horas de sol. Desviaciones de $\pm 20^\circ$ respecto de la orientación Sur no afectan de manera notable al rendimiento de la instalación.

La inclinación está íntimamente ligada con la latitud del lugar. La experiencia ha demostrado que es aconsejable una inclinación aproximadamente igual a la latitud del lugar, tolerándose desviaciones de $\pm 10^\circ$ en función de la época del año en que se desee favorecer la captación. Así, una inclinación mayor favorecería la incidencia de los rayos en los meses invernales y una menor la favorecería en primavera y en verano.

4.4. SISTEMA DE CAPTACIÓN SOLAR: EL COLECTOR

Los sistemas de captación y aprovechamiento solar son todos aquellos dispositivos destinados a convertir la energía proveniente del sol en energía útil. El colector solar es el elemento principal de una instalación solar. Éste se encarga de captar la radiación solar incidente y transformarla en calor, que se cede al fluido caloportador.

4.4.1. CLASIFICACIÓN

Los colectores solares se clasifican en:

- Colectores solares con concentración: aquellos que aumentan la intensidad de la radiación solar incidente mediante la concentración previa de los rayos solares. Requieren una orientación permanente hacia la posición del sol, y por tanto, deben estar dotados de un mecanismo automático preciso. Solamente se utilizan cuando se requieren temperaturas a partir de 70°C .
- Colectores solares sin concentración: aquellos que utilizan la radiación solar con la misma intensidad con la que incide naturalmente. Normalmente no se alcanzan temperaturas superiores a los 80°C .



A su vez se clasifican en:

- Colectores sin cubierta: el elemento absorbedor es el propio cuerpo del colector. Recomendables solamente para instalaciones que no requieran temperaturas superiores a 35 °C, como el calentamiento de piscinas por ejemplo.

- Colectores con cubierta: las temperaturas de trabajo oscilan entre los 30 °C y los 90 °C. Destacan los colectores de placa plana, que emplean como absorbedor una placa plana y los colectores de vacío en los que el absorbedor está formado por tubos de vidrio de los que se ha extraído el aire. Es el único capaz de proporcionar (sin concentración) temperaturas de unos 70 °C. Son más caros que los anteriores y solo se utilizan cuando la temperatura necesaria sea de más de 60 °C.

4.4.2. MODELO ELEGIDO

El gran auge que están sufriendo las energías renovables en la actualidad, y de forma muy destacada dentro de ellas la energía solar térmica hace que estén surgiendo multitud de nuevos fabricantes y empresas emergentes dentro de este sector pero que no poseen gran experiencia y por tanto, confiar en ellos sería correr un riesgo innecesario ante un proyecto de semejante envergadura. Debido a este problema, se ha optado por la elección de un fabricante reconocido como es **VISSMANN**, una importante empresa alemana que lleva ya bastantes años en el sector con multitud de instalaciones propias en todo el continente.

Para la obtención de agua caliente sanitaria se emplearán colectores de placa plana, de la marca **VISSMANN** modelo Vitosol 100 para el montaje en cubiertas planas, inclinadas, para integración en cubiertas y para montaje en estructuras de apoyo.

Es el tipo de colector que se ajusta perfectamente a las necesidades requeridas para el calentamiento de ACS; el fabricante nos expone las siguientes ventajas que presenta:



- Máxima fiabilidad y larga vida útil gracias al uso de materiales de primera calidad y resistentes a la corrosión como acero inoxidable, aluminio, cobre y vidrio solar especial.
- Elevado rendimiento gracias al absorbedor con recubrimiento de titanio, a la tubería integrada y al aislamiento térmico de gran eficacia
- Peso reducido, asas y dimensiones adecuadas para cargarlo fácilmente hasta el techo.
- Tiempo de instalación muy reducido gracias al eficaz sistema de empalme para interconectar varios colectores en una batería de colectores. No es necesario otras tuberías ni aislamiento térmico abundante, ya que la impulsión y el retorno solar se han conectado a un mismo lado para facilitar el montaje.
- Instalación universal: sobre cubiertas inclinadas, integrados en la cubierta y sobre estructura de apoyo en cubiertas planas.
- 2 tamaños de colector: 1.7 m² y 2.5 m².

Se ha elegido el modelo **Vitosol 100 s2.5**, que posee las siguientes características:

Superficie activa		m ²	2.53
Superficie de absorción		m²	2.5
Dimensiones	Anchura	mm	1138
	Altura	mm	2385
	profundidad	mm	102
Rendimiento		%	83
Peso		kg	60
Contenido líquido (medio caloportador)		l	2.2
Presión máxima de servicio admisible		bar	6
Máxima temperatura de inactividad		°C	211
Conexión		mm	22



4.4.3. COMPONENTES PRINCIPALES DEL COLECTOR

Los componentes principales del colector plano son los siguientes:

- Cubierta.
- Absorbedor.
- Aislamiento.
- Carcasa o caja.

Cubierta

Las principales funciones que debe cumplir son:

- Obtener el efecto invernadero, es decir, permitir la entrada de la radiación solar incidente, de pequeña longitud de onda, e impedir la salida de la energía irradiada por la placa absorbidora al calentarse, de gran longitud de onda.
- Proteger el absorbedor y el aislamiento térmico dentro de la carcasa contra todo efecto nocivo del medio ambiente.



Aunque se han comercializado colectores con más de una cubierta y de materiales plásticos, lo más habitual es que sea una única superficie de vidrio. La utilización de dos cubiertas mejora el rendimiento pero sin embargo es más caro y complican la configuración del colector aumentando su peso. Este incremento del rendimiento no compensa los inconvenientes señalados y la solución normal es acudir a una cubierta única.

Absorbedor

Su misión es absorber de la forma más eficiente posible la radiación solar y transformarla en energía térmica utilizable mediante su transferencia al fluido caloportador.

La superficie captadora debe presentar una alta absorbancia de la radiación solar y baja emitancia. Estas superficies se suelen denominar selectivas y tienen por objeto aumentar la ganancia solar y reducir las pérdidas térmicas en el interior del colector.

La placa captadora está constituida normalmente de material metálico y las más ampliamente utilizadas actualmente son de acero y fundamentalmente cobre. La placa captadora de cobre presenta unas muy buenas características térmicas pero su precio es sensiblemente más elevado. También se fabrican placas captadoras de aluminio y de acero inoxidable, éste último con excelentes cualidades de funcionamiento y durabilidad.

El recubrimiento superficial tiene una gran importancia en el comportamiento puntual inicial del colector, pero además debe presentar gran resistencia a la degradación que es motivada fundamentalmente por la radiación ultravioleta, temperaturas altas, humedad, etc. Los tratamientos superficiales selectivos más comúnmente utilizados en colectores solares se realizan con sustancias tales como el cromo y el níquel negro. Debe tenerse en cuenta que aplicar un tratamiento superficial que se pueda denominar “selectivo” con propiedad, es complicado en su ejecución y no todos los colectores que se comercializan lo incorporan



Aislamiento

El colector debe incorporar materiales aislantes tanto en el fondo del colector, bajo la superficie absorbente, como en los laterales con el fin de reducir las pérdidas de calor desde el absorbedor hacia la carcasa.

Los materiales más usados son la fibra de vidrio, la espuma rígida de poliuretano y el poliestireno expandido. Cualquiera que sea el material elegido debe tener además una baja conductividad térmica, un coeficiente de dilatación compatible con los demás componentes del panel solar y resistencia a la temperatura.

Es conveniente incorporar una lámina reflectante en la cara superior del aislante para evitar su contacto y reflejar hacia la placa absorbente la radiación infrarroja emitida por éste.

Carcasa

Es el elemento que recoge el resto de los componentes del colector dándole la rigidez y estanqueidad necesarias al conjunto. Aunque también puede ser de material plástica, lo usual es que sea metálica. En cualquier caso debe cumplir los siguientes requisitos:

- Rigidez y resistencia estructural que asegure su estabilidad dimensional.
- Estanqueidad.
- Resistencia a la intemperie.

4.4.4. FUNCIONAMIENTO

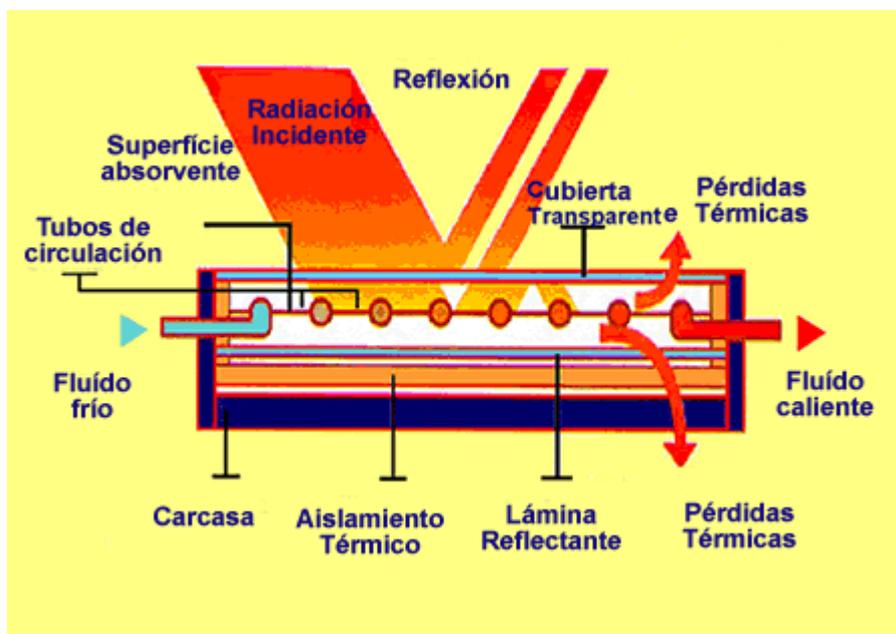
Funcionamiento general

La radiación electromagnética que incide sobre la cubierta transparente del colector solar puede ser total o parcialmente absorbida. Otra parte puede reflejarse, y una tercera, atravesarlo.

Después de atravesar la cubierta, la radiación llega a la superficie del absorbedor, en donde se efectúa la conversión de energía electromagnética en térmica. El absorbedor se calienta y emite a su vez radiación.

La radiación emitida por el absorbedor y devuelta hacia el vidrio de la cubierta es reflejada en un pequeño porcentaje por la superficie interior de dicho vidrio, pero el resto es absorbido, no consiguiendo escapar al exterior. Ahora es el propio vidrio quien se calienta y comienza también a emitir radiación. Aproximadamente la mitad de esta radiación se emite al exterior, perdiéndose, pero la otra mitad vuelve al interior y contribuye así a calentar aún más la superficie del absorbedor. Es éste último fenómeno lo que se conoce como **efecto invernadero**.

Como resumen, se representa el diagrama de flujos energéticos típico de un colector plano.





Funcionamiento Vitosol 100

El componente principal del Vitosol 100 es el absorbedor de cobre con cubierta de titanio. Este garantiza una alta absorción de la radiación del sol y una emisión mínima de radiación térmica. El absorbedor incorpora un tubo de cobre en forma de meandro, por el que circula el medio portador de calor, el cual absorbe el calor del absorbedor mediante el tubo de cobre. El absorbedor en forma de meandro se encarga, en las baterías de colectores, de que el caudal sea uniforme en todos los colectores.

El absorbedor está envuelto por una cubierta de colector aislada que minimiza las pérdidas de calor del colector. Este aislamiento térmico de gran calidad es termorresistente y sin desgasificación. Está compuesto de fibra mineral.

El colector está cubierto con un vidrio solar. Esta delimitado por un componente de hierro de dimensiones mínimas para reducir las pérdidas de reflexión.

La caja del colector se compone de un marco de aluminio equipado con unas cuñas a las que se sujeta el vidrio solar mediante un perfil hermetizante con vulcanizado continuo.

Se pueden reunir hasta 6 colectores en cada batería de colectores. Para ello se suministran tubos de unión flexibles, cerrados herméticamente mediante anillos tóricos, quedando una separación mínima (16 mm) entre colectores.

Un conjunto de conexión con uniones de anillos opresores permite una conexión fácil de la batería de colectores con las tuberías del circuito solar. En la impulsión del circuito solar se monta la sonda de temperatura del colector a través de un juego de vainas de inmersión.

4.5. INSTALACIONES BÁSICAS

Las instalaciones solares se pueden clasificar atendiendo a diversos criterios como son:

- El principio de circulación.
- El sistema de transferencia de calor
- El sistema de expansión.
- La aplicación.

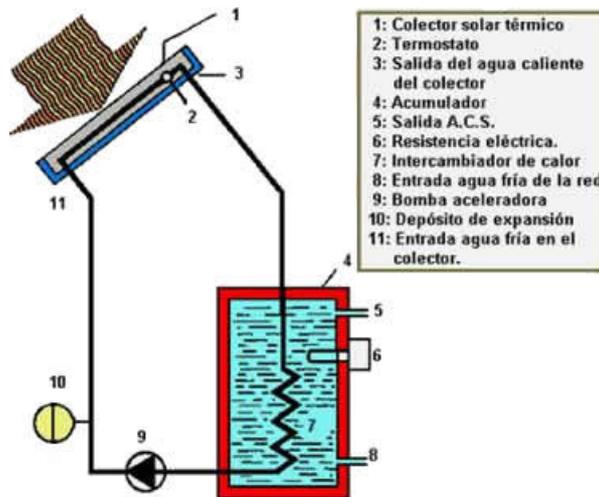
4.5.1. PRINCIPIO DE CIRCULACIÓN

Según el principio de circulación empleado para mover el fluido a través del circuito se clasifican en:

- **INSTALACIONES POR TERMOSIFÓN O CIRCULACIÓN NATURAL:** son aquellas en las que el fluido de trabajo circula por convección libre. En estos casos, el depósito de acumulación debe situarse a una cota más alta que los colectores. Carece de bomba de circulación y regulación. Cubren fundamentalmente pequeñas demandas de ACS.



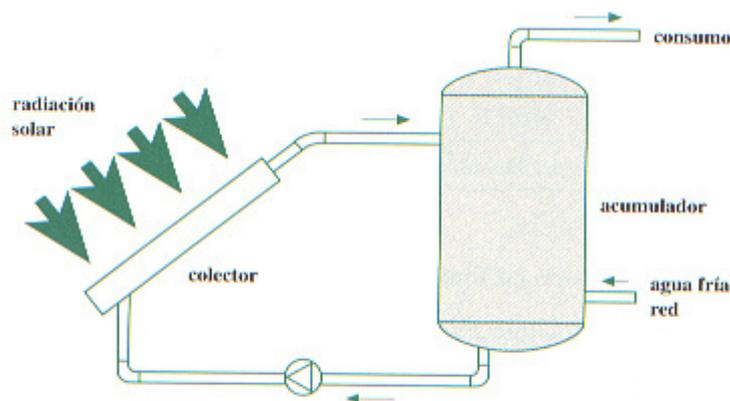
- **INSTALACIONES CON CIRCULACIÓN FORZADA:** son instalaciones equipadas con dispositivos que provocan la circulación forzada del fluido de trabajo.



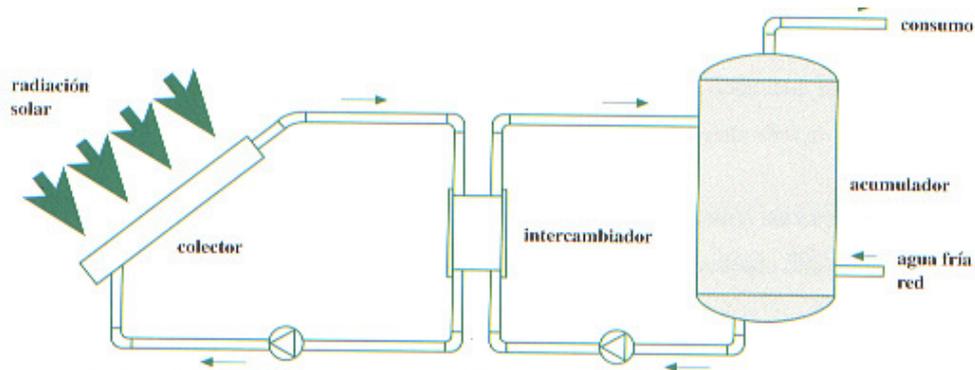
4.5.2. POR EL SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE CALOR

Pueden clasificarse en:

- **DIRECTAS:** el agua que circula por los colectores es usada directamente para consumo. No dispone de intercambiador y su uso está condicionado fundamentalmente por la calidad del agua y el tipo de colector. Se suele emplear en zonas donde no se esperan heladas.



- **INDIRECTAS:** cuando el fluido de trabajo se mantiene en un circuito separado, sin posibilidad de contacto con el circuito de consumo. En este tipo de instalaciones el intercambio de calor se produce a través de un intercambiador de calor que puede formar parte del acumulador, siendo sumergido o envolvente (interacumulador), o ser independiente.



4.5.3. POR EL SISTEMA DE EXPANSIÓN

En función del sistema de expansión, las instalaciones solares pueden ser:

- **SISTEMA ABIERTO:** el circuito primario está comunicado de forma permanente con la atmósfera.
- **SISTEMA CERRADO:** el circuito primario no tiene comunicación directa con la atmósfera.

4.5.4. POR LA APLICACIÓN

La energía solar captada por los colectores se puede aplicar en:

- CALENTAMIENTO DE AGUA SANITARIA
- USOS INDUSTRIALES



- CALEFACCIÓN
- REFRIGERACIÓN
- CLIMATIZACIÓN DE PISCINAS
- USOS COMBINADOS

4.6. SOLUCIÓN ADOPTADA

Para satisfacer la demanda de ACS se ha optado por proyectar una instalación indirecta, es decir, aquella que utiliza como fluido de trabajo anticongelante (proporcionado por el fabricante), debido a las bajas temperaturas que se registran en la zona durante la época invernal

La transferencia de calor del fluido de trabajo al circuito de consumo se realizará a través de un intercambiador independiente, que conectará el circuito primario (circuito de colectores) y el circuito secundario (circuito del acumulador) del que coge agua fría y al que lleva agua caliente. Ese agua caliente será distribuida por las plantas y a su vez por cada una de las viviendas, pasando por la caldera, antes de ser consumida, que le proporcionará la energía suficiente en el caso de que la energía solar no tenga la suficiente “fuerza”.

La circulación del fluido de trabajo a través de los colectores solares será forzada e impulsada por una bomba.

El sistema de expansión de la instalación solar será cerrado y se colocará en la parte fría del circuito, entre la bomba y los colectores. El sistema tendrá a su vez un grifo de vaciado o llenado de fluido de trabajo.

La totalidad de la energía captada por los colectores se empleará en calentar el agua de red para el consumo de ACS



Se han declinado otras soluciones típicas como la instalación de un acumulador de doble serpentín ya que esta opción se está prohibiendo; también otras como instalar el intercambiador dentro del acumulador (en forma de serpentín) ya que para instalaciones relativamente grandes es mejor que vaya aislado o una muy utilizada como la de colocar 2 acumuladores, ya que el volumen a acumular no es demasiado grande y éstos pueden suponer demasiado peso para la zona donde se colocarían.

Producción de ACS sin energía solar

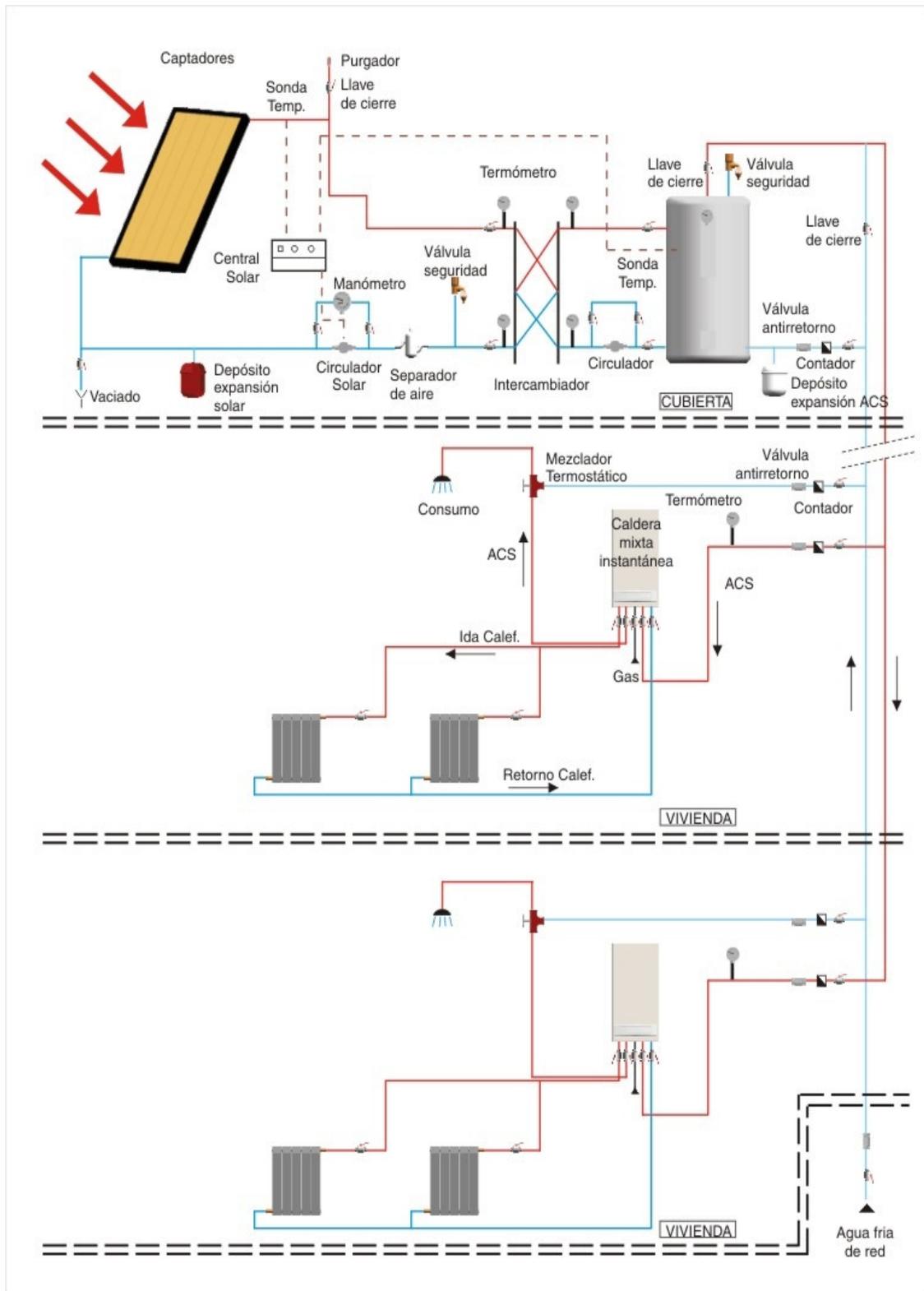
Al no haber sol o no poder satisfacer la demanda completa, entra la caldera en funcionamiento. El acumulador solar estará a la temperatura del agua de red (si el circuito primario está parado) o por debajo de la temperatura de acumulación, fijada en 60 °C; esa agua llegará a la caldera que la calentará hasta los 45 °C (temperatura de consumo) de forma instantánea y de ahí, se mezclará con el agua de red en el mezclador termostático para que al consumidor la llegue a la temperatura deseada.

Producción de ACS con energía solar

Si la diferencia de temperatura entre la sonda del colector y la sonda de temperatura del acumulador es superior a la temperatura diferencial ajustada en el sistema de control, la bomba de circulación del circuito de energía solar (circuito primario) se conecta, por tanto, se conectará también la bomba del circuito secundario y el acumulador irá calentándose poco a poco.

Al mismo tiempo, el limitador electrónico de la temperatura instalado en el sistema de control o el termostato de seguridad (si es necesario) limitan, si procede, la temperatura del acumulador. Si se sobrepasa la temperatura ajustada, éstos desconectan la bomba del circuito primario. El limitador electrónico puede reajustarse a la temperatura deseada.

A continuación se puede ver una imagen de la instalación proyectada.





4.7. ESTUDIO DE LA INSTALACIÓN SOLAR

4.7.1. DATOS DE PARTIDA

Se trata de un edificio de 27 viviendas que se distribuyen en 3 viviendas en la planta baja y 6 viviendas en cada una de las 4 plantas. Se considerará una ocupación del 100% a lo largo de todo el año y que se corresponden con 77 personas en función del número de habitaciones existentes.

Según lo establecido en el CTE, aprobado recientemente, se cifran en 22 los litros por persona y día que consume una persona, a la temperatura de 60 °C (aunque eso significan más litros a la temperatura de consumo, 45 °C).

4.7.2. MÉTODO EMPLEADO

El método empleado para el dimensionado de la instalación solar es el método **F-CHART** (método de las curvas f), avalado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (**IDAE**), que es una Entidad Pública Empresarial, adscrita al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, en su pliego de condiciones técnicas.

La aproximación que hace el método de las curvas f consiste, en primer lugar, en identificar las variables adimensionales importantes del sistema térmico solar. A continuación, utiliza la simulación detallada mediante ordenador para hallar correlaciones entre esas variables y el rendimiento medio a lo largo de un periodo de tiempo para que sean aplicables de manera sencilla y directa en el resto de sistemas. Las curvas f no son sino la representación gráfica de estas correlaciones, y la letra f hace referencia a la fracción de necesidades energéticas que podemos cubrir gracias a la energía solar.



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 ACS

2.- Valoración de la radiación solar incidente en la superficie inclinada de los captadores.

3.-Cálculo del parámetro X

$$X = \text{Energía perdida por el captador} / \text{Energía necesaria mensual}$$

4.- Cálculo del parámetro Y

$$Y = \text{Energía absorbida por el captador} / \text{Energía necesaria mensual}$$

5.- Valoración de la cobertura solar mensual

6.- Valoración de la cobertura solar anual

Todos los parámetros se encuentran perfectamente definidos y justificados en el documento CÁLCULOS.

4.8. INSTALACIÓN DE LOS COLECTORES

4.8.1. ORIENTACIÓN

La orientación más favorable en esta parte de la Tierra es hacia el Sur. No supondrá ningún problema ya que, la cubierta, a 4 aguas, tiene una orientada casi de forma exacta hacia dicha orientación, únicamente con 4.5° de desviación que no suponen contratiempo alguno.



4.8.2. INCLINACIÓN

La cubierta tiene una inclinación del 35% únicamente, es decir, prácticamente 20° (19,29° de forma exacta), lo que pudiera pensar que resulta insuficiente para conseguir captar la máxima radiación posible y aprovecharla de manera más eficiente. Si bien es cierto que esto es así (ya que la inclinación ideal es una inclinación igual a la latitud, es decir, unos 42°), tampoco es menos cierto pensar en la opción del diseño y la estética a la hora de proyectar la instalación (integración arquitectónica) y se plantea una pregunta clave:

¿Es mejor colocar los colectores a su inclinación ideal para aprovechar al máximo la energía solar o colocar los colectores a la inclinación de la cubierta haciendo una instalación estética a la vez que funcional?

Aunque la realidad nos dice que la inclinación debe ser igual a la latitud del lugar donde se van a colocar los colectores, se aceptan hasta 25° de desviaciones y que no suponen grandes pérdidas de energía. Dicho esto habrá que explicar el por qué de colocarlos así, a la inclinación de la cubierta y no colocarlos a la inclinación ideal, ya que desde el punto de vista de un ingeniero hay que buscar el máximo rendimiento posible de la instalación, minimizando las pérdidas. Pero por otra parte, está el diseño de la instalación, un aspecto que no debe caer en el olvido en instalaciones relativamente grandes como esta si se quiere, como proyectista, seguir realizando trabajos que gusten (a la vez que satisfagan las necesidades) a los usuarios. Cuando se opta por la integración arquitectónica de los colectores en la cubierta, además de favorecer la opción estética ya comentada, se facilita la instalación de las placas en el tejado (reduciendo los riesgos) ya que el soporte a colocar es sencillo, sin la necesidad de utilizar soportes que “eleven” nuestros captadores hasta los 42°. Si optamos por esta solución, el mantenimiento de los colectores es más sencillo y el % cubierto es prácticamente igual.



4.8.3. PÉRDIDAS

Pérdidas por orientación e inclinación

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \times [1.2 \times 10^{-4}(\beta - \beta_{\text{opt}})^2 + 3.5 \times 10^{-5} \alpha^2] \quad \text{para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \times [1.2 \times 10^{-4}(20-42)^2 + 3.5 \times 10^{-5} 4.5^2] = \mathbf{5.88 \%}$$

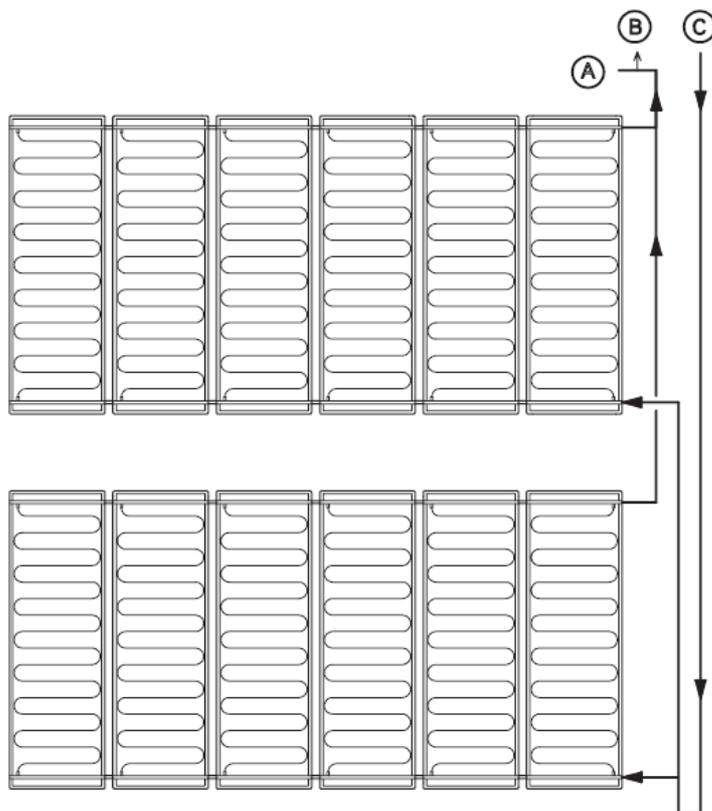
Pérdidas por sombras

Ya que los colectores están dispuestos en una única fila, y no hay obstáculos que se interpongan delante en las horas de sol no existen pérdidas de radiación por sombras.

4.8.4. CONEXIÓN

Los colectores se dispondrán en una única fila. Se dispondrán en 6 baterías de 3 colectores cada una (18 en total) con una separación de 16mm dentro de cada batería. La conexión de los colectores se realizará de manera que el circuito resulte equilibrado hidráulicamente (retorno invertido) como se expresa en la figura.

Instalación de los colectores, en dos hileras (conexión en paralelo, funcionamiento con caudal elevado)



La conexión de la batería de colectores con las tuberías del circuito primario se realiza por medio de uniones de anillos opresores, suministrados también por el fabricante, con un diámetro de 22 mm. Se instalarán válvulas de cierre en la entrada y la salida de la batería de colectores, de manera que puedan utilizarse para el aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento y sustitución.



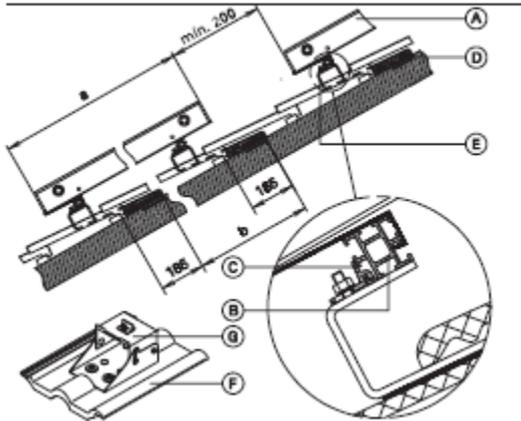
4.8.5. SOPORTE

Los colectores tendrán que ir sujetos a través de una estructura metálica, que se sujetará de manera sencilla pero resistente a la cubierta del edificio y que sea totalmente segura ante cualquier situación extrema como vendavales, fuertes tormentas...

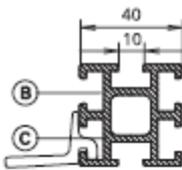
La estructura debe cumplir con dos aspectos:

- Que sea fácil de montar, ya que el montaje se debe hacer en el tejado del edificio, a 17 m del suelo, con el correspondiente peligro que conlleva.
- Que soporte el peso del conjunto (esto está asegurado al ir suministrado por el fabricante).

Tejados inclinados
Montaje sobre el tejado



Colector	a mm	b mm
Modelo s	2 385	1 900 - 2 000
Modelo w2,5	1 138	500 - 900
Modelo w1,7	753	340 - 500

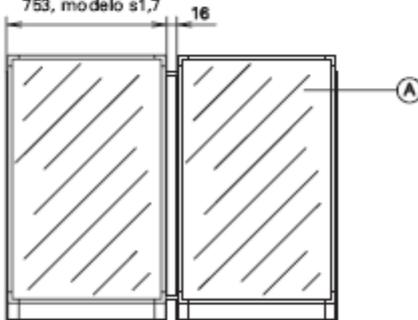


Indicación:

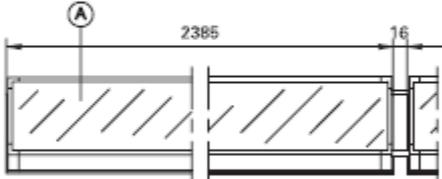
En el caso del montaje sin grapas del tejado, p. ej., sobre tejados de chapa, los carriles de montaje se stornillan directamente con piezas de fijación sobre el bastidor suministrado por la empresa instaladora.

Modelo s

1 138, modelo s2,5
753, modelo s1,7

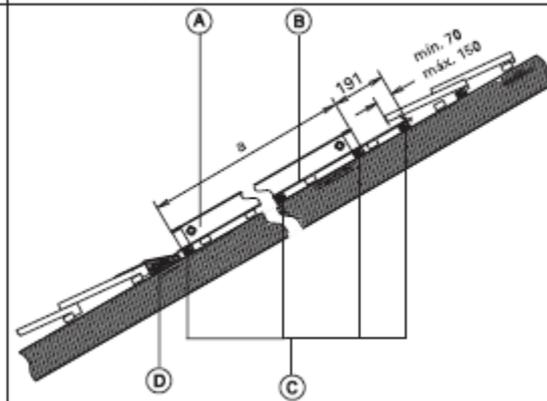


Modelo w



- (A) Colector
- (B) Carriles de montaje con pieza de fijación (C)
- (D) Ripia adicional
- (E) Grapa del tejado
- (F) Teja de plástico (por parte del instalador) Empresa Klöber
- (G) Soporte para placa solar en caso de tejados con cargas de nieve altas

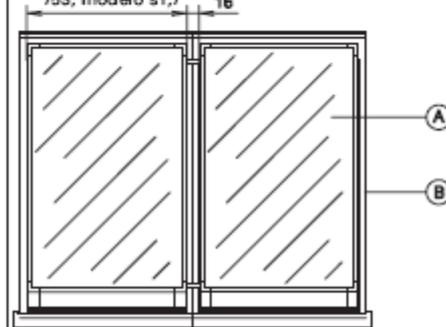
Instalación integrada en la cubierta



Colector	a mm
Modelo s	2 385
Modelo w2,5	1 138
Modelo w1,7	753

Modelo s

1 138, modelo s2,5
753, modelo s1,7



Modelo w



- (A) Colector
- (B) Marco de cobertura
- (C) Ripias adicionales
- (D) Listón cuneiforme para el apoyo de la chapa de plomo laminado → Vaciado de agua



4.8.6. ESTADO DE SUMINISTRO

Vitosol 100 se entrega montado listo para la conexión en un embalaje de cartón y plástico. Los accesorios que se incluyen son los siguientes:

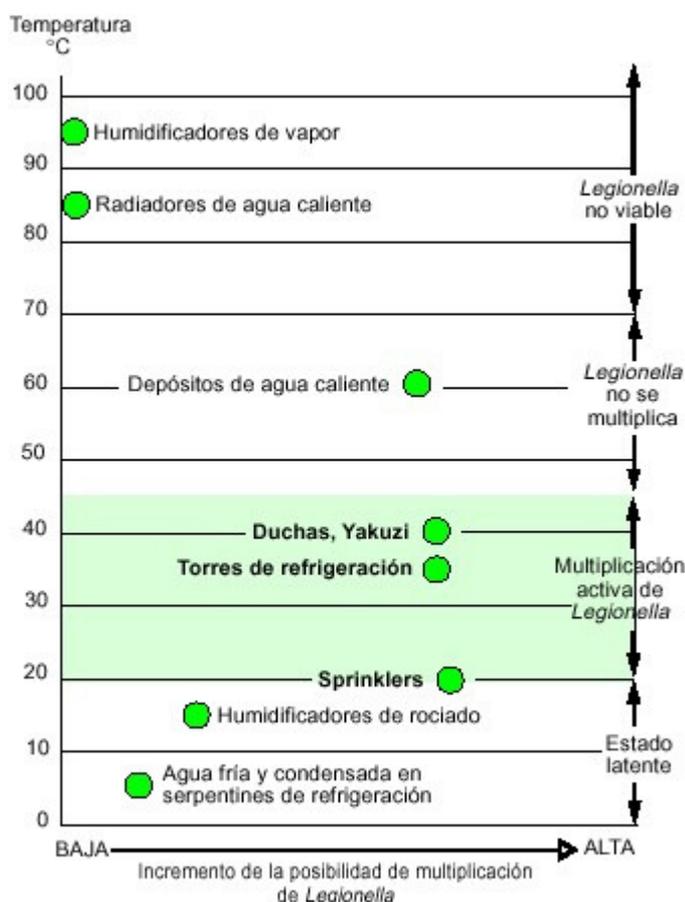
- Juego de fijación con documentación técnica en el cual se incluyen las piezas necesarias para cada montaje como: carriles y chapas de montaje, piezas de fijación, tuercas, tornillos, ganchos de cubierta y elementos de unión para carriles de montaje de varios colectores
- Solar-Divicon (estación de bomba del circuito de colectores)
- Ramal de bomba solar (para un segundo circuito de bombas)
- Módulo solar
- Juego de fijación del módulo solar
- Separador de aire
- Purgador automático y unión de anillos opresores
- Dispositivo de llenado
- Bomba de llenado manual para fluido solar
- Válvula de seguridad
- Medio portador de calor
- Comprobador de anticongelante
- Juego de piezas de repuesto (surtido de piezas pequeñas que pueden perderse al instalar los colectores)

4.9. LEGIONELOSIS

Legionella es una bacteria que es capaz de sobrevivir en un amplio rango de condiciones físico-químicas, multiplicándose entre 20°C y 45°C y destruyéndose a 70°C. Su temperatura óptima de crecimiento es 35-37°C. La familia *Legionellaceae* comprende un género, *Legionella* y 40 especies, alguna de las cuales se divide a su vez en serogrupos, como *L. pneumophila*, de la que se han descrito 14 serogrupos. Aunque más de la mitad de las especies descritas han estado implicadas en infección humana, la

causa más común de legionelosis es *L.pneumophila* serogrupo 1, así como el serogrupo más frecuente en el ambiente.

Las bacterias del género *Legionella* se pueden encontrar en ambientes acuáticos naturales, así como en diversas instalaciones de edificios, siendo los sistemas de agua sanitaria y las torres de refrigeración las instalaciones que con mayor frecuencia se han identificado como fuentes de infección, por tanto, las recomendaciones aquí expuestas se van a centrar fundamentalmente en los problemas asociados con este tipo de instalaciones.



Las instalaciones que más frecuentemente se encuentran contaminadas con *Legionella* y han sido identificadas como fuentes de infección son sistemas de agua



sanitaria, caliente y fría, torres de refrigeración y condensadores evaporativos tanto en hospitales como en hoteles u otro tipo de edificios.

4.9.1. TRANSMISIÓN DE LA BACTERIA AL HOMBRE

La entrada de *Legionella* en el organismo humano se produce básicamente por inhalación de aerosoles que contengan un número suficiente de bacterias no habiendo evidencia de su posible transmisión de persona a persona ni de la existencia de reservorios animales conocidos.

Para que se produzca infección en el hombre se tienen que dar una serie de requisitos:

- Que el microorganismo tenga una vía de entrada a la instalación. Esto suele producirse por aporte de aguas naturales contaminadas por la bacteria, normalmente en pequeñas cantidades.
- Que se multiplique en el agua hasta conseguir un número de microorganismos suficientes como para que sea un riesgo para personas susceptibles. La multiplicación es función de la temperatura del agua, de su estancamiento y de la presencia de otros contaminantes, incluyendo la suciedad en el interior de las instalaciones.
- Que se disperse en el aire en forma de aerosol a partir del sistema. El agua contaminada representa un riesgo solamente cuando se dispersa en la atmósfera en forma de aerosol (dispersión de un líquido o un sólido en el aire o en un gas). El riesgo aumenta cuando se reduce el tamaño de las gotas en suspensión, porque las gotas quedan en suspensión en el aire más tiempo y sólo gotas de tamaño inferior a $5\mu\text{m}$ penetran en los pulmones.
- Que sea virulento para el hombre, ya que no todas las especies o serogrupos están igualmente implicados en la producción de enfermedad.
- Que individuos susceptibles sean expuestos a aerosoles conteniendo cantidad suficiente de *Legionella* viable.



En el ámbito hospitalario, el riesgo de adquirir la enfermedad después de la exposición a agua contaminada depende del tipo e intensidad de la exposición, así como del estado de salud de la persona. Presentan un mayor riesgo enfermos inmunocomprometidos y pacientes con enfermedades crónicas, tales como insuficiencia renal crónica y hemopatías malignas. Enfermos con riesgo moderado son diabéticos, pacientes con enfermedad pulmonar crónica, enfermos con hemopatías no malignas, fumadores, ancianos.

Para la prevención y control de *Legionella* se puede incidir en los aspectos siguientes: evitar la entrada de *Legionella* a la instalación, evitar su multiplicación y evitar su aerosolización.

4.10. CIRCUITO PRIMARIO

El circuito primario de la instalación solar es la red de tuberías y aparatos que hacen posible el transporte del fluido de trabajo desde la salida del colector hasta el retorno al mismo, tras haber cedido la energía calorífica que portaba, en un depósito acumulador de agua de red.

4.10.1. FLUIDO CALOPORTADOR

El fluido que debe circular por la red de tuberías es suministrado por el fabricante y debe evitar la congelación durante los meses más fríos del año.

Es un líquido no tóxico para instalaciones solares con un efecto inhibitor de la corrosión y el envejecimiento. Ofrece protección hasta -35 °C. Su pH va desde 7.5 hasta 8.5. Tiene un color verde-azul y viene en un envase de 20 litros en recipiente desechable.



4.10.2. TUBERÍAS

El material empleado para las tuberías es el cobre, por ser el más ampliamente utilizado en instalaciones, y el más aconsejado para instalaciones solares. Se ha escogido por ser un material dúctil y maleable que facilita el montaje y aceptable desde el punto de vista económico, además gran facilidad para la soldadura, método de unión a emplear. Se utilizará soldadura fuerte, ya que sino posiblemente no se resistan las altas temperaturas. Tendrán un diámetro de 22 mm.

4.10.3. AISLAMIENTO

Es indispensable instalar un aislamiento térmico a lo largo de todo el circuito para que no se pierda el calor generado en los captadores.

Las tuberías llevarán aislamiento de caucho sintético expandido de 20 mm de espesor en forma de coquilla de conductividad térmica 0.04 W/m K a 20 °C cuando discurra por el interior.

4.10.4. BOMBA

La bomba es la encargada de que se produzca la circulación del fluido caloportador en el circuito primario.

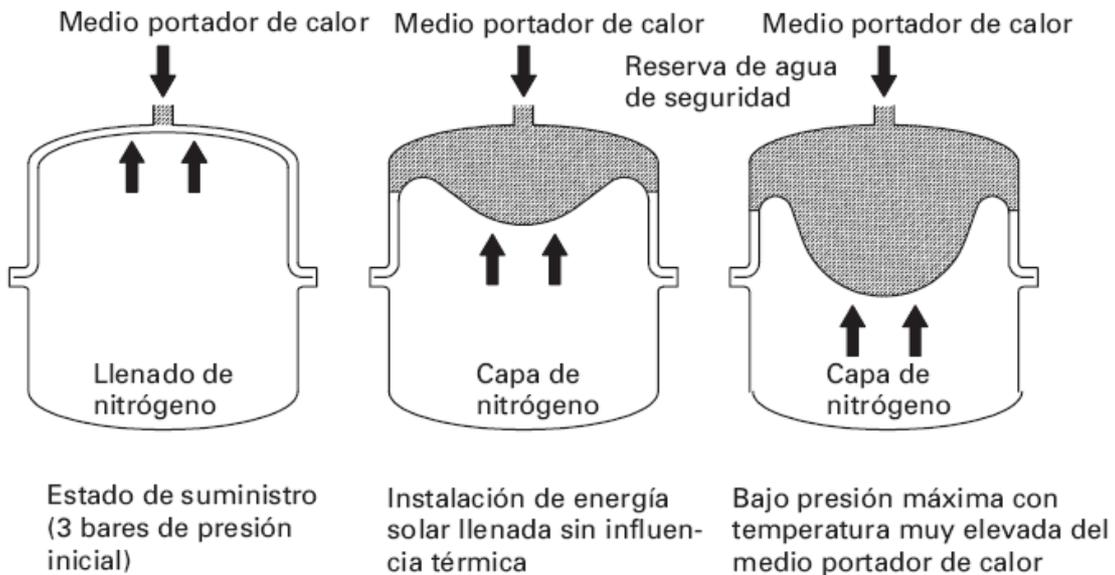
Para el cálculo de la bomba es necesario conocer las pérdidas de carga producidas en los colectores, en el intercambiador de calor y en las tuberías, además del caudal. Con estos datos, se selecciona la bomba en función de dichas características. Se ha escogido el modelo **PS-20** de la marca **Vitosol**.

4.10.5. VASO DE EXPANSIÓN

La función del vaso de expansión es la de compensar los cambios de volumen del fluido de trabajo ocasionados por la dilatación térmica. Al calentarse el circuito primario, una parte del fluido entra en el vaso de expansión. Cuando el sistema se enfría, regresa al circuito.

Depósito de expansión

Construcción y función



Para el cálculo del vaso de expansión se ha tenido en cuenta la fórmula recomendada por el fabricante de los colectores y el depósito acumulador.

El vaso de expansión que se ha escogido tiene un volumen de 80 litros, modelo **80 SMR-P** de la marca **SALVADOR ESCODA S.A.**



4.10.6. OTROS ELEMENTOS DEL CIRCUITO PRIMARIO

VÁLVULAS

Válvula de seguridad: son imprescindibles para proteger la instalación. Actúan como elementos limitadores de la presión. Se colocará una entre el intercambiador de calor y el circulador solar (bomba).

MANÓMETRO

Son aparatos que sirven para conocer el valor de la presión en el interior de la tubería. Se colocará uno en el circuito primario que irá conectado justo antes y después de la bomba.

PURGADOR

El purgador es el elemento encargado de evacuar el aire contenido en el fluido caloportador, ya que puede provocar ruidos e incluso la paralización de la circulación. Se colocará en el punto más alto de la instalación, a la salida del fluido de los colectores.

TERMÓMETRO

Se colocarán 2, uno a la salida del intercambiador y otro proveniente de los colectores, justo antes del intercambiador.

SONDA DE TEMPERATURA

Se colocará a la salida de los colectores. Controla la temperatura y está conectado al sistema de control, que será el encargado de poner en funcionamiento (o parar) la bomba.



También hay en el circuito una LLAVE DE CIERRE y un SEPARADOR DE AIRE además del área de COLECTORES ya estudiada.

4.11. CIRCUITO SECUNDARIO

El circuito secundario es el conjunto formado por el intercambiador de calor, el depósito acumulador y las tuberías que hacen circular el agua entre dichos dispositivos. En este circuito ya circula agua por el interior de las tuberías, que será la que posteriormente se consuma en las viviendas del edificio.

4.11.1. INTERCAMBIADOR DE CALOR

Este intercambiador de calor será el encargado de transmitir la potencia calorífica del fluido caloportador al agua fría proveniente del agua de red, que se acumulará en el depósito y será posteriormente consumida. Este intercambiador, que realmente es la unión entre el circuito primario y el secundario, es un intercambiador que se encuentra aislado, y es un intercambiador de placas, modelo **ITO 21** de la marca **ADISA**, con un rango de potencias de hasta 155 kW.

4.11.2. BOMBA

Al igual que en el circuito primario, es necesaria la colocación de una bomba que se ponga en funcionamiento a la vez que la primera y que realice la circulación del fluido. En este caso es necesario conocer las pérdidas de carga en las tuberías, en el intercambiador y en el depósito, además del caudal, para la elección adecuada. Se ha elegido el mismo modelo que en el circuito primario, **PS-20** de la marca **Vitosol**.

4.11.3. TUBERÍAS

El cobre volverá a ser el material empleado, con un diámetro de 22 mm. Estas tuberías también estarán aisladas térmicamente. Llevarán aislamiento de caucho



sintético expandido de 20 mm de espesor en forma de coquilla de conductividad térmica 0.04 W/m K a 20 °C .

4.11.4. DEPÓSITO ACUMULADOR

El objetivo de un depósito es el de acumular la energía solar disponible de la mejor forma, durante periodos de escasa demanda, para después poder suministrar esa energía de la manera más eficaz cuando se necesite.

El cálculo se ha realizado a través de una expresión que recomienda el fabricante de los colectores, en función de la demanda de agua caliente (V_p), del número de ocupantes (P), de la temperatura de consumo de agua caliente (t_w), de la temperatura del agua de red (t_k) y de la temperatura dentro del acumulador (t_{sp}):

El volumen que se ha obtenido es de 2464 litros, por lo que se escogerá un depósito acumulador de 2500 litros de capacidad de la marca **LAPESA** modelo **MV2500 R**.

El acumulador se dispondrá verticalmente, para favorecer la estratificación. En cada una de las tuberías de entrada y salida del agua del acumulador y del intercambiador, se instalará una válvula de cierre próxima al manguito correspondiente.

El depósito tiene una resistencia que se encarga de elevar una vez al día la temperatura del depósito, si no la alcanza por si mismo, hasta los 70 °C con el fin de evitar la legionella.

En este circuito también se encuentra otra SONDA DE TEMPERATURA dentro del depósito acumulador, también conectada al sistema de control. Cabe destacar que en este caso será el agua y no un fluido caloportador el que circule por el circuito secundario. Esta agua será almacenada en el depósito y consumida por los usuarios.

5. SUMINISTRO DE AGUA

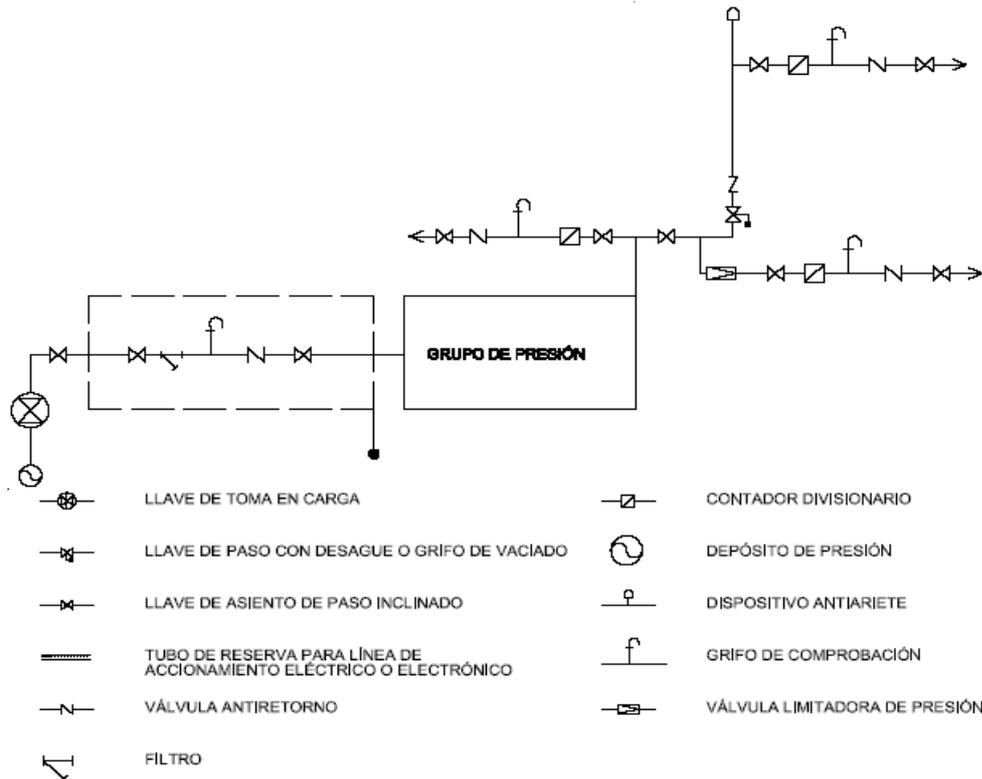
5.1. INTRODUCCIÓN

La instalación de suministro de agua desarrollada en el proyecto del edificio debe estar compuesta de una acometida, una instalación general y, ya que la contabilización es múltiple, de instalaciones particulares.

5.2. ESQUEMA GENERAL DE LA INSTALACIÓN

El esquema general de la instalación debe ser el siguiente:

- Red con contadores aislados, según el esquema de la figura, compuesta por la acometida, la instalación general que contiene los contadores aislados, las instalaciones particulares y las derivaciones colectivas.





5.3. ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN

5.3.1. ACOMETIDA

La **acometida**, que es la tubería que enlaza la instalación general del edificio con la red exterior de suministro, debe disponer, como mínimo, de los elementos siguientes:

- una llave de toma o un collarín de toma en carga, sobre la tubería de distribución de la red exterior de suministro que abra el paso a la acometida.
- un tubo de acometida que enlace la llave de toma con la llave de corte general.
- una llave de corte en el exterior de la propiedad.

5.3.2. INSTALACIÓN GENERAL

La **instalación general**, que es el conjunto de tuberías y elementos de control y regulación que enlazan la acometida con las instalaciones interiores particulares y las derivaciones colectivas, debe contener, los elementos que le correspondan de los que se citan en los apartados siguientes:

Llave de corte general

La llave de corte general servirá para interrumpir el suministro al edificio, y estará situada dentro de la propiedad, en una zona de uso común, accesible para su manipulación y señalada adecuadamente para permitir su identificación. Si se dispone armario o arqueta del contador general, debe alojarse en su interior.

Filtro de la instalación general

El filtro de la instalación general debe retener los residuos del agua que puedan dar lugar a corrosiones en las canalizaciones metálicas. Se instalará a continuación de la llave de corte general. Si se dispone armario o arqueta del contador general, debe alojarse en su interior. El filtro debe ser de tipo Y con un umbral de filtrado



comprendido entre 25 y 50 μm , con malla de acero inoxidable y baño de plata, para evitar la formación de bacterias y autolimpiable. La situación del filtro debe ser tal que permita realizar adecuadamente las operaciones de limpieza y mantenimiento sin necesidad de corte de suministro.

Armario o arqueta del contador general

1.- El armario o arqueta del contador general contendrá, dispuestos en este orden, la llave de corte general, un filtro de la instalación general, el contador, una llave, grifo o racor de prueba, una válvula de retención y una llave de salida. Su instalación debe realizarse en un plano paralelo al del suelo.

2.- La llave de salida debe permitir la interrupción del suministro al edificio. La llave de corte general y la de salida servirán para el montaje y desmontaje del contador general.

Tubo de alimentación

El trazado del tubo de alimentación debe realizarse por zonas de uso común. En caso de ir empotrado deben disponerse registros para su inspección y control de fugas, al menos en sus extremos y en los cambios de dirección.

Distribuidor principal

1.- El trazado del distribuidor principal debe realizarse por zonas de uso común. En caso de ir empotrado deben disponerse registros para su inspección y control de fugas, al menos en sus extremos y en los cambios de dirección.

2.- Debe adoptarse la solución de distribuidor en anillo en edificios tales como los de uso sanitario, en los que en caso de avería o reforma el suministro interior deba quedar garantizado.

3.- Deben disponerse llaves de corte en todas las derivaciones, de tal forma que en caso de avería en cualquier punto no deba interrumpirse todo el suministro.



Ascendentes o montantes

- 1.- Las ascendentes o montantes deben discurrir por zonas de uso común del mismo.
- 2.- Deben ir alojadas en recintos o huecos, contruidos a tal fin. Dichos recintos o huecos, que podrán ser de uso compartido solamente con otras instalaciones de agua del edificio, deben ser registrables y tener las dimensiones suficientes para que puedan realizarse las operaciones de mantenimiento.
- 3.- Las ascendentes deben disponer en su base de una válvula de retención, una llave de corte para las operaciones de mantenimiento, y de una llave de paso con grifo o tapón de vaciado, situadas en zonas de fácil acceso y señaladas de forma conveniente. La válvula de retención se dispondrá en primer lugar, según el sentido de circulación del agua.
- 4.- En su parte superior deben instalarse dispositivos de purga, automáticos o manuales, con un separador o cámara que reduzca la velocidad del agua facilitando la salida del aire y disminuyendo los efectos de los posibles golpes de ariete.

Se ha escogido un diámetro de los montantes de 35 mm, para una velocidad del agua de 1m/s, según se deduce de las tablas consultadas del Documento Básico Salubridad, dentro del CTE.

Contadores divisionarios

- 1.- Los contadores divisionarios deben situarse en zonas de uso común del edificio, de fácil y libre acceso.
- 2.- Contarán con pre-instalación adecuada para una conexión de envío de señales para lectura a distancia del contador.



3.- Antes de cada contador divisionario se dispondrá una llave de corte. Después de cada contador se dispondrá una válvula de retención.

5.3.3 INSTALACIONES PARTICULARES

Las **instalaciones particulares** estarán compuestas de los elementos siguientes:

- una llave de paso situada en el interior de la propiedad particular en lugar accesible para su manipulación.
- derivaciones particulares, cuyo trazado se realizará de forma tal que las derivaciones a los cuartos húmedos sean independientes. Cada una de estas derivaciones contará con una llave de corte, tanto para agua fría como para agua caliente.
- ramales de enlace.
- puntos de consumo, de los cuales, todos los aparatos de descarga, tanto depósitos como grifos, los calentadores de agua instantáneos, los acumuladores, las calderas individuales de producción de ACS y calefacción y, en general, los aparatos sanitarios, llevarán una llave de corte individual.

5.4. CIRCUITO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA FRÍA

Debe suministrar agua de red a todos y cada uno de los puntos de consumo además del depósito de acumulación. Al contrario que el circuito de distribución de ACS, el suministro de agua parte de la red general y va abasteciendo, de forma ascendente, cada una de las viviendas de cada uno de los pisos.



5.5. CIRCUITO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE

Este es el circuito que tiene por objetivo coger el agua que sale del depósito acumulador y llevarlo a cada una de las viviendas de cada una de las plantas del edificio. En cada planta saldrán tantas tuberías como viviendas existan que irán a parar a la caldera, por si no llegan a la temperatura adecuada y de ahí a cada punto de consumo.

En el diseño de las instalaciones de ACS deben aplicarse condiciones análogas a las de las redes de agua fría. Los diámetros de cada una de las tuberías se encuentran perfectamente detallados en el Documento CÁLCULOS.

Tanto en instalaciones individuales como en instalaciones de producción centralizada, la red de distribución debe estar dotada de una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m. Las redes de retorno discurrirán paralelamente a las de impulsión.



6. EVACUACIÓN DE AGUAS

6.1. INTRODUCCIÓN

Tiene por objetivo la instalación de evacuación de aguas residuales y pluviales en los edificios. La instalación no debe utilizarse para la evacuación de otro tipo de residuos que no sean aguas residuales o pluviales. El sistema de saneamiento propuesto es separativo, fecales y pluviales. Las tuberías, tanto de fecales como de pluviales, serán de PVC, los diámetros quedarán reflejados en cálculos y presupuesto, se colocarán sobre cama de arena de río genéricamente.

6.2. CONFIGURACIÓN DE LOS SISTEMAS DE EVACUACIÓN

Ya que existen dos redes de alcantarillado público, una de aguas pluviales y otra de aguas residuales debe disponerse un sistema separativo y cada red de canalizaciones debe conectarse de forma independiente con la exterior correspondiente.

6.3. ELEMENTOS QUE COMPONEN LA RED DE EVACUACIÓN

6.3.1. CIERRES HIDRÁULICOS

1.- Los cierres hidráulicos pueden ser:

- sifones individuales, propios de cada aparato.
- botes sifónicos, que pueden servir a varios aparatos.
- sumideros sifónicos.
- arquetas sifónicas, situadas en los encuentros de los conductos enterrados de aguas pluviales y residuales.

2.- Los cierres hidráulicos deben tener las siguientes características:

- deben ser autolimpiables, de tal forma que el agua que los atraviese arrastre los sólidos en suspensión.
- la altura mínima de cierre hidráulico debe ser 50 mm, para usos continuos y 70 mm para usos discontinuos. La altura máxima debe ser 100 mm. La corona debe estar a



una distancia igual o menor que 60 cm por debajo de la válvula de desagüe del aparato. El diámetro del sifón debe ser igual o mayor que el diámetro de la válvula de desagüe e igual o menor que el del ramal de desagüe. En caso de que exista una diferencia de diámetros, el tamaño debe aumentar en el sentido del flujo.

- debe instalarse lo más cerca posible de la válvula de desagüe del aparato, para limitar la longitud de tubo sucio sin protección hacia el ambiente.
- si se dispone un único cierre hidráulico para servicio de varios aparatos, debe reducirse al máximo la distancia de estos al cierre.
- el desagüe de fregaderos, lavaderos y aparatos de bombeo (lavadoras y lavavajillas) debe hacerse con sifón individual.

6.3.2. REDES DE PEQUEÑA EVACUACIÓN

Las redes de pequeña evacuación deben diseñarse conforme a los siguientes criterios:

- el trazado de la red debe ser lo más sencillo posible para conseguir una circulación natural por gravedad, evitando los cambios bruscos de dirección y utilizando las piezas especiales adecuadas.
- deben conectarse a las bajantes; cuando por condicionantes del diseño esto no fuera posible, se permite su conexión al manguetón del inodoro.
- la distancia del bote sifónico a la bajante no debe ser mayor que 2.0 m.
- las derivaciones que acometan al bote sifónico deben tener una longitud igual o menor que 2,50 m, con una pendiente comprendida entre el 2 y el 4 %.
- en los aparatos dotados de sifón individual deben tener las características siguientes:
 - en los fregaderos, los lavaderos, los lavabos y los bidés la distancia a la bajante debe ser 4,00 m como máximo, con pendientes comprendidas entre un 2,5 y un 5 %.
 - el desagüe de los inodoros a las bajantes debe realizarse directamente o por medio de un manguetón de acometida de longitud igual o menor que 1,00 m, siempre que no sea posible dar al tubo la pendiente necesaria.
- debe disponerse un rebosadero en los lavabos, bidés, bañeras y fregaderos.
- no deben disponerse desagües enfrentados acometiendo a una tubería común.



- las uniones de los desagües a las bajantes deben tener la mayor inclinación posible, que en cualquier caso no debe ser menor que 45°.

6.3.3. BAJANTES Y CANALONES

Las bajantes deben realizarse sin desviaciones ni retranqueos y con diámetro uniforme en toda su altura excepto, en el caso de bajantes de residuales, cuando existan obstáculos insalvables en su recorrido y cuando la presencia de inodoros exija un diámetro concreto desde los tramos superiores que no es superado en el resto de la bajante.

El diámetro no debe disminuir en el sentido de la corriente.

Podrá disponerse un aumento de diámetro cuando acometan a la bajante caudales de magnitud mucho mayor que los del tramo situado aguas arriba.

6.4. SUBSISTEMAS DE VENTILACIÓN DE LAS INSTALACIONES

Deben disponerse subsistemas de ventilación tanto en las redes de aguas residuales como en las de pluviales. Se utilizarán subsistemas de ventilación primaria, ventilación secundaria, ventilación terciaria ventilación con válvulas de aireación-ventilación.

Colectores colgados

1. Las bajantes deben conectarse mediante piezas especiales, según las especificaciones técnicas del material. No puede realizarse esta conexión mediante simples codos, ni en el caso en que estos sean reforzados.

2. La conexión de una bajante de aguas pluviales al colector en los sistemas mixtos, debe disponerse separada al menos 3 m de la conexión de la bajante más próxima de aguas residuales situada aguas arriba.

3. Deben tener una pendiente del 1% como mínimo.

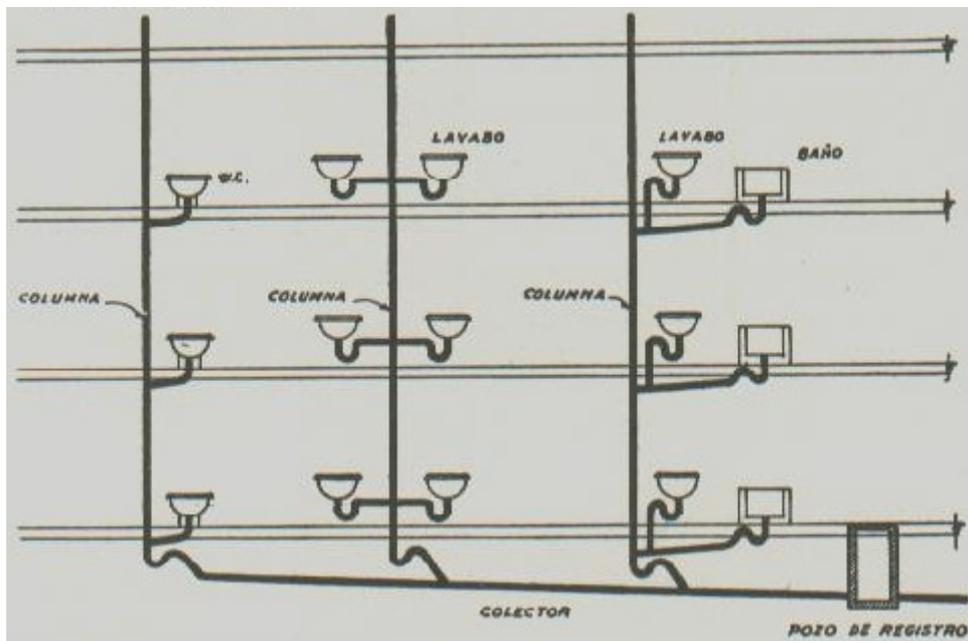
4. No deben acometer en un mismo punto más de dos colectores.

5. En los tramos rectos, en cada encuentro o acoplamiento tanto en horizontal como en vertical, así como en las derivaciones, deben disponerse registros constituidos por piezas especiales, según el material del que se trate, de tal manera que los tramos entre ellos no superen los 15 m.

6.4.1. SUBSISTEMA DE VENTILACIÓN PRIMARIA

- Se considera suficiente como único sistema de ventilación en edificios con menos de 7 plantas.
- Las bajantes de aguas residuales deben prolongarse al menos 1,30 m por encima de la cubierta del edificio, si esta no es transitable. Si lo es, la prolongación debe ser de al menos 2,00 m sobre el pavimento de la misma.
- La salida de la ventilación debe estar convenientemente protegida de la entrada de cuerpos extraños y su diseño debe ser tal que la acción del viento favorezca la expulsión de los gases.

6.5. RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES





6.5.1. RED DE PEQUEÑA EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Derivaciones individuales

Se adjudican UD a cada tipo de aparato y los diámetros mínimos de los sifones y las derivaciones individuales correspondientes se establecen en la tabla 4.1 en función del uso.

Ramales colectores

En la tabla 4.3 se obtiene el diámetro de los ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector. El diámetro de los ramales colectores para una pendiente del 2% será de 75mm y 90mm según las viviendas tengan 19 o 26 UD.

Bajantes de aguas residuales

El dimensionado de las bajantes debe realizarse de forma tal que no se rebase el límite de ± 250 Pa de variación de presión y para un caudal tal que la superficie ocupada por el agua no sea mayor que 1/3 de la sección transversal de la tubería. El diámetro de la bajante es de 90mm, según el máximo número de UD, para un edificio de más de 3 plantas (tabla 4.4).

Colectores horizontales de aguas residuales

Los colectores horizontales se dimensionan para funcionar a media de sección, hasta un máximo de tres cuartos de sección, bajo condiciones de flujo uniforme. Para una pendiente del 2%, se ha escogido un diámetro de colector de 160 mm.



6.6. RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

6.6.1. RED DE PEQUEÑA EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

El número mínimo de sumideros que deben disponerse es el indicado en la tabla 4.6, en función de la superficie proyectada horizontalmente de la cubierta a la que sirven. Se colocarán 4 sumideros, que se colocarán uno en cada esquina.

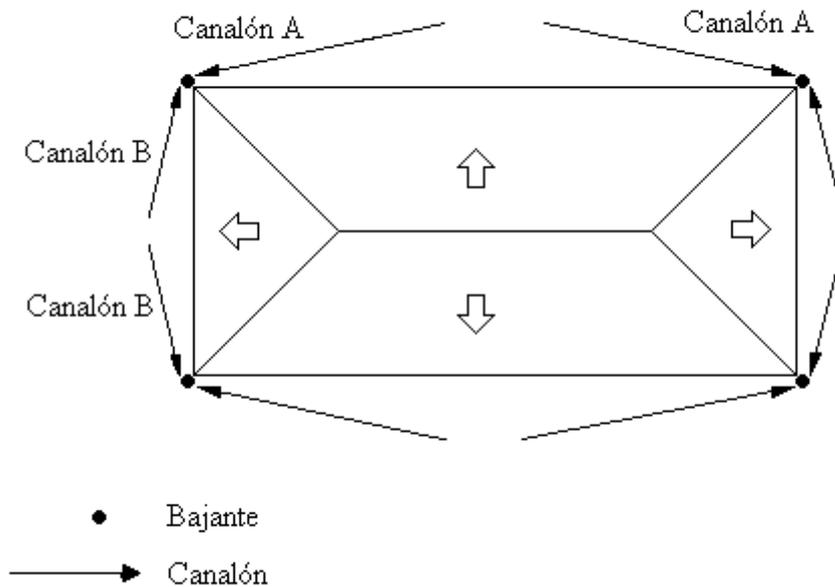
Cada sumidero cubrirá 141.14 m² de cubierta

El número de puntos de recogida debe ser suficiente para que no haya desniveles mayores que 150 mm y pendientes máximas del 0,5 %, y para evitar una sobrecarga excesiva de la cubierta.

6.6.2. CANALONES

Se colocarán 8 canalones de dos tipos distintos A y B, calculados según la tabla 4.7 en función de la superficie de cubierta que cubren. A cada sumidero irán a parar un canalón A y un canalón B de la siguiente forma:

- El canalón tipo A irá colocado en el borde del lado más largo de la cubierta y partirá desde el medio hacia las dos esquinas; tiene un diámetro de 200 mm.
- El canalón tipo B irá colocado en el borde del lado menor de la cubierta y partirá también, desde el medio hacia las esquinas; tiene un diámetro de 100 mm, ya que cubre menos superficie.



6.6.3. BAJANTES DE AGUAS PLUVIALES

El diámetro correspondiente a la superficie servida por cada bajante de aguas pluviales se obtiene en la tabla 4.8. Aplicando el factor de corrección de 155 mm/h, cada bajante cubre 182.308 m^2 , y se corresponde con un diámetro de 90 mm.

6.6.4. COLECTOR DE AGUAS PLUVIALES

Los colectores de aguas pluviales se calculan a sección llena en régimen permanente. El diámetro de los colectores de aguas pluviales se obtiene en la tabla 4.9, en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve. Se ha escogido un colector de 125 mm.



7. VIVIENDA BIOCLIMÁTICA

7.1. QUE SON Y COMO FUNCIONAN

Las viviendas bioclimáticas constituyen una importante apuesta por una arquitectura sostenible. Entre sus principales ventajas destacan el ahorro energético (más de un 60% respecto a una vivienda convencional), el menor impacto ambiental y mayor confort de sus habitantes.

Los edificios y la construcción acaparan el 60% del consumo de materiales y energía, y de la mitad de los residuos y contaminación que se produce en el planeta. En un momento de crisis energética y de creciente concienciación medioambiental, las viviendas bioclimáticas constituyen la principal aportación de la arquitectura a un desarrollo sostenible.

Una vivienda bioclimática es aquella que sólo mediante su configuración arquitectónica es capaz de satisfacer las necesidades climatológicas de sus habitantes, aprovechando los recursos naturales y evitando el consumo de energías convencionales. Una casa bioclimática nos permite estar frescos en verano y guardar el calor en invierno, aunque la temperatura exterior sea muy baja.

El uso de la arquitectura bioclimática no es nuevo: las viviendas en cuevas y gran parte de las construcciones tradicionales se basan en principios bioclimáticos.

Para el funcionamiento bioclimático de una casa, es necesario generar un sistema de calentamiento y otro de refresco y ventilación. En ambos sistemas conviene desarrollar estrategias dirigidas a la obtención, la acumulación y la transmisión del calor y del frío. Existen numerosas técnicas, que varían en función del tipo de vivienda (aislada, adosada o en bloque), la climatología del lugar, el diseño arquitectónico, el presupuesto, etc... .



7.2. ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA CONSTRUCCIÓN

- 1) La ubicación: Para conseguir el máximo aprovechamiento de la radiación solar y crear corrientes naturales de aire, la casa debe tener una orientación norte-sur, ya que en el sur el sol calienta durante todo el día, mientras que en el norte no llegan los rayos solares.
- 2) La distribución de las estancias: Situando en la zona norte las que menos tiempo se utilicen (cocina, baños, trastero...), en la sur las salas de estar (comedor, salón...) y en el este los dormitorios.
- 3) La estructura de la casa: Es importante que la vivienda tenga patios o huecos interiores a fin de facilitar la transmisión del frío o el calor que se genere y la ventilación.
- 4) Un sistema de ventilaciones cruzadas: Para facilitar la circulación de corrientes de aire naturales que permitan calentar o refrigerar las distintas estancias.
- 5) El efecto invernadero: Es la técnica más empleada para generar calor. Consiste en la instalación de grandes ventanales o cristalerías en la fachada sur y puede ir acompañada de la construcción de un invernadero adosado a la vivienda. Este sistema requiere un juego de aberturas para controlar las corrientes y la construcción de aleros o voladizos estudiados con anterioridad para permitir que la radiación solar entre en invierno, cuando la incidencia de los rayos es más oblicua, y no lo haga en verano, época en que los rayos inciden verticalmente. Este proceso se puede complementar con una chimenea o calefacción de suelo radiante (que puede funcionar con placas solares térmicas).



- 6) El refresco del aire: Para generar frío lo más sencillo es aprovechar el sistema de ventilaciones cruzadas forzando por convección natural una corriente de aire desde el norte que pase por toda la casa y vaya por la parte más alta de la vivienda, o forzando a través de ventiladores eléctricos una corriente de aire fresco por galerías subterráneas.
- 7) La elección de los muros: Para lograr la acumulación tanto del fresco como del calor generado es conveniente emplear muros de carga de mayor espesor e inercia térmica. Gracias a ellos el calor se conserva durante más tiempo y aíslan mejor.
- 8) Otros sistemas de ahorro energético: Se consigue a través del aprovechamiento de energías limpias, como la biomasa, la energía solar o incluso la eólica. Aunque la utilización de estos sistemas energéticos es opcional, se suelen instalar placas solares fotovoltaicas (para generar electricidad) o térmicas (para calentar agua).

7.2.1. VENTAJAS E INCONVENIENTES

Las principales ventajas son las siguientes:

Ahorro energético: La arquitectura bioclimática en España permite economizar entre el 60 y el 100% del consumo energético de una vivienda convencional. Este menor consumo se traduce en un ahorro económico, que se calcula en un mínimo de 1.000 euros anuales.

Aumento del confort y calidad de vida: Tienen una temperatura más constante y repartida por todo el hogar y evitan los cambios bruscos que provocan, por ejemplo, los sistemas convencionales de aire acondicionado.



Mayor iluminación natural: Al estar diseñada para el máximo aprovechamiento de la radiación solar.

Beneficios para la salud: Además de la presencia del sol como fuente de vitalidad y bienestar, estas construcciones producen ventilaciones naturales que no secan el ambiente y evitan el aire viciado de los aparatos de aire acondicionado, con lo que se reducen las alergias, astenias o jaquecas que éstos pueden producir.

Un menor impacto medioambiental: A través del ahorro energético y la potenciación de un desarrollo sostenible se asegura el abastecimiento energético de las generaciones venideras y un entorno menos contaminado.

Aunque la arquitectura bioclimática no comporta ningún efecto negativo, encuentra en nuestra sociedad una serie de obstáculos que dificultan su extensión. El primer argumento que se aduce en contra es el posible aumento del coste en la construcción. Se observa que el precio de una vivienda bioclimática puede ser el mismo que se paga por una convencional con un máximo de hasta el 10 ó 12% más, en cuyo caso se debe amortizar en menos de 10 años de uso, según exige la Unión Europea.

En cualquier caso, el posible sobrecoste de la inversión inicial se amortiza, en general, en unos tres o cuatro años, gracias al ahorro energético.

En el caso de este proyecto, si instalamos paneles solares para calentar el agua sanitaria de una vivienda, con su depósito acumulador y la caldera de bajo consumo nos aumenta el precio de la instalación convencional, pero al economizar energía, se compensa en cuatro o cinco años, y el consumo es gratuito el resto de años de vida útil de la vivienda.

Otro inconveniente se centra en la dificultad de encontrar la orientación adecuada (norte-sur) en las ciudades. Mientras que en núcleos con poca densidad de población, el consumidor puede actuar de forma individual, en la ciudad depende de las empresas promotoras de viviendas que suelen ser escasas en este tipo de construcciones.

Si ante la falta de promociones bioclimáticas, se opta por comprar una parcela para construir una casa, no resulta fácil localizar un arquitecto y un constructor con experiencia en este tipo de proyectos.



7.3. APROVECHAMIENTO CLIMÁTICO

7.3.1. CAPTACIÓN SOLAR PASIVA

En una vivienda bioclimática la captación de energía solar se realiza aprovechando el diseño de la vivienda, sin necesidad de utilizar sistemas mecánicos. Para ello se utiliza el llamado "efecto invernadero": la radiación penetra a través de un vidrio, calentando los materiales dispuestos por detrás. El vidrio no deja escapar la radiación infrarroja emitida por estos materiales. Los materiales así calentados guardan el calor y posteriormente lo liberan, atendiendo a un retardo que dependerá de su inercia térmica.

Para evitar las pérdidas de calor por conducción y convección a través del vidrio, lo más aconsejable es disponer de sistemas de aislamiento móviles como persianas, contraventanas, etc.

-Dos parámetros definen los sistemas de captación:

Rendimiento: fracción de energía realmente aprovechada respecto a la que incide.

Retardo: tiempo que transcurre entre que se almacena la energía y es liberada.

-Existen varios tipos de sistemas de captación:

Directos: El Sol penetra directamente a través del acristalamiento al interior del recinto. Es importante prever la existencia de masas térmicas de acumulación de calor en los lugares (suelos, paredes) donde incide la radiación. Son los sistemas de mayor rendimiento y de menor retardo.

Semidirectos: Utilizan un adosado o invernadero como espacio intermedio entre el exterior y el interior. La energía acumulada en el espacio intermedio se hace pasar a voluntad al interior a través de un cerramiento móvil. Este espacio intermedio también puede ser utilizado como un espacio habitable. Menor rendimiento que los sistemas Directos, y mayor retardo.



Indirectos: La captación se realiza a través de un elemento de almacenamiento (paramento de material de alta capacidad calorífica, bidones de agua, lecho de piedras, etc.) dispuesto inmediatamente detrás del cristal. El interior de la vivienda se encuentra anexionado al mismo. El calor almacenado pasa al interior de la vivienda por conducción, convección y radiación.

7.3.2. APROVECHAMIENTO CLIMÁTICO DEL SUELO

La elevada inercia térmica del suelo provoca que las oscilaciones térmicas del exterior se amortigüen cada vez más según la profundidad. A una determinada profundidad, la temperatura permanece constante. La temperatura del suelo suele ser menor que la que temperatura exterior en verano y mayor en invierno.

Además de la inercia térmica, si existe una capa de tierra, ésta puede actuar como aislante adicional.

Una idea interesante puede ser que ciertas fachadas de la casa permanezcan enterradas o semienterradas. Por ejemplo, si se construye la casa en una pendiente orientada al sur, se puede construir de tal manera que la fachada norte esté parcialmente enterrada, o totalmente enterrada, e incluso echar una capa de tierra sobre el techo. La luz entrará por la fachada sur, pudiéndose abrir claraboyas para la iluminación de las habitaciones interiores.

Para aprovechar la temperatura del suelo se pueden enterrar tubos de aire de tal manera que este aire acabe teniendo la temperatura del suelo. El aire se puede introducir en la casa bombeándolo con ventiladores o por convección.

7.3.3. PROTECCIÓN CONTRA LA RADIACIÓN SOLAR EN VERANO

Ciertas técnicas utilizadas para el aislamiento del frío en invierno, contribuyen con igual eficacia como aislantes del calor en verano. Otras en cambio, como la ventilación, son prácticamente exclusivas del verano. En contra, los sistemas de captación solar pasiva, tan útiles en invierno, resultan perjudiciales en verano, por cuanto es necesario impedir la penetración de radiación solar, en vez de captarla.

En verano, el sol está más alto que en invierno, lo que dificulta su penetración en las cristaleras orientadas al sur. La utilización de un alero o tejadillo sobre la cristalera



dificulta aún más la penetración de la radiación solar directa, afectando poco a la penetración invernal. También el propio comportamiento del vidrio beneficia, porque con ángulos de incidencia de la radiación oblicuos, el coeficiente de transmisión es menor. No obstante, existen varios inconvenientes a tener en cuenta:

El solsticio de verano coincide exactamente con los días más calurosos del verano, lo que significa que cuando llega el calor fuerte (segunda quincena de julio y primera de agosto), el Sol ya está más bajo en el cielo y puede penetrar mejor por la cristalera.

El día tiene mayor duración y son más despejados que en invierno.

Aunque se evita la llegada de la radiación directa, hay que considerar también la radiación difusa y reflejada, lo que puede suponer considerables ganancias caloríficas.

Se pueden disponer de dispositivos de sombreado que dificulten la llegada de radiación a las cristaleras, como aleros fijos, toldos y otros dispositivos externos, persianas exteriores, contraventanas, árboles. Algunos de estos dispositivos también son válidos para proteger muros, no solo cristaleras, aunque en este caso quizá lo mejor sea disponer de plantas trepadoras sobre los muros y utilizar colores poco absorbentes de la luz solar (colores claros, especialmente el blanco). Los espacios tapón también protegen eficazmente.

Las fachadas Este (al amanecer) y Oeste (al atardecer), así como la cubierta (durante todo el día), también están expuestas a una radiación intensa en verano. Para reducir la incidencia de la radiación se procurará que en estas zonas haya pocas aberturas (ventanas y claraboyas) o que sean pequeñas, puesto que no tienen utilidad para ganancia solar invernal, aunque se las puede necesitar como ventilación y/o iluminación.

7.3.4. MASA TÉRMICA

La masa térmica provoca un desfase entre los aportes de calor y el incremento de la temperatura. Funciona a diferentes niveles:

Ciclo diario: En el invierno, la masa térmica estratégicamente colocada almacena calor solar durante el día para liberarlo por la noche y en el verano, realiza la



misma función, sólo que el calor que almacena durante el día es el de la casa, manteniéndola fresca, y lo libera por la noche, por medio de la ventilación.

Ciclo interdiario: La masa térmica es capaz de mantener determinadas condiciones térmicas durante algunos días una vez que éstas han cesado. Por ejemplo, puede guardar el calor de días soleados de invierno durante algunos días nublados.

Ciclo anual: se guarda el calor del verano para el invierno y el fresco del invierno para el verano (solo una ingente masa térmica como el suelo es capaz de realizar algo así).

Una vivienda con elevada masa térmica se comporta relativamente estable frente a las condiciones externas, manteniendo una temperatura sin variaciones bruscas. Un buen diseño bioclimático perseguirá conseguir que esta temperatura sea agradable.

Una masa térmica elevada no es aconsejable para viviendas ocasionales, ya que en este caso las condiciones de temperatura son irrelevantes salvo en los momentos en que permanezcan habitadas, para lo que requieren ser calentadas o enfriadas rápidamente. Y rapidez y masa térmica no son compatibles.

Generalmente, los materiales de construcción pesados actúan como una eficaz masa térmica: muros, suelos, techos gruesos, piedra, hormigón, ladrillo. Si se colocan estratégicamente para recibir la radiación solar tras un cristal, funcionan en ciclo diario. Repartidos adecuadamente por toda la casa, funcionan en ciclo interdiario.

7.3.5. AISLAMIENTO

El aislamiento térmico dificulta el paso de calor por conducción del interior al exterior de la vivienda, y a la inversa, por lo que resulta eficaz tanto en invierno como en verano. Una forma de conseguirlo es utilizar recubrimientos de materiales muy aislantes (espumas, plásticos). Pero tampoco conviene exagerar con este tipo de aislamiento, ya que existe otra causa de pérdida de calor: las infiltraciones. Además, siempre es necesario mantener un mínimo de ventilación por razones higiénicas, lo que implica un mínimo de pérdidas caloríficas.



La colocación ideal del aislamiento es hacerlo por fuera de la masa térmica, a modo de recubrimiento exterior de los muros, techos y suelos, de tal manera que la masa térmica actúe como un acumulador eficaz en el interior de la vivienda, bien aislado del exterior.

También es importante aislar los acristalamientos. Durante el día actúan de forma eficaz captando radiación solar, pero por la noche son sumideros de calor por conducción y convección. Un doble acristalamiento reduce las pérdidas de calor, aunque también reduce la transparencia frente a la radiación solar durante el día.

Los más eficaces son los aislamientos móviles: persianas, contraventanas, cortinas, toldos...

7.3.6. VENTILACIÓN

La ventilación tiene varios usos:

Renovación del aire: por razones higiénicas.

Incremento del confort térmico en verano.

Climatización.

Infiltraciones (ventilación no deseada). Pueden suponer una importante pérdida de calor en invierno, por lo que deben reducirse al mínimo.

Existen diferentes formas de ventilar:

Ventilación natural: cuando el viento crea corrientes de aire en la casa, al abrir las ventanas. Para mayor eficacia, las ventanas deben colocarse en fachadas opuestas y sin obstáculos.

Ventilación convectiva: Cuando el aire caliente asciende y es reemplazado por aire más frío. Se pueden lograr corrientes de aire, aunque no haya viento, provocando aperturas en las partes altas de la casa, por donde pueda salir el aire caliente. Es importante prever la procedencia del aire de sustitución y a qué ritmo debe ventilarse. Una ventilación convectiva, que introduzca como aire renovado aire caliente



del exterior será poco eficaz. El aire de renovación puede provenir, por ejemplo, de un patio fresco, un sótano o unos tubos enterrados en el suelo. No se debe ventilar a un ritmo demasiado rápido, que consuma el aire fresco de renovación y anule la capacidad que tienen los dispositivos de refrescar el aire.

Ventilación convectiva en desván. Un porcentaje importante de pérdidas de calor en invierno y ganancias en verano ocurre a través del tejado de las viviendas. Por ello es importante disponer de un espacio "tapón" entre el último piso de la vivienda y el tejado (un desván, por ejemplo), que reducirá de forma importante esta transferencia de calor. En el verano el desván se puede autoventilar por convección. En invierno, deberá permanecer cerrado.

Pérdidas por ventilación en invierno. La pérdida de calor se verifica porque el aire viciado que sale es caliente, y el puro que entra es frío. Ciertas estrategias pueden servir para disimular estas pérdidas, como colocar los espacios necesitados de ventilación en la periferia de la casa, o tener la mayor parte de la instalación de gas en el exterior, o disponer de un electroventilador para forzar la ventilación cuando sea necesario, etc.

Fachada ventilada. En ella existe una delgada cámara de aire abierta en ambos extremos, separada del exterior por una lámina de material. Cuando el sol calienta la lámina exterior, ésta calienta a su vez el aire del interior, provocando un movimiento convectivo ascendente que ventila la fachada previniendo un calentamiento excesivo. En invierno, esta cámara de aire, aunque abierta, también ayuda al aislamiento térmico del edificio.



7.3.7. ESPACIOS TAPÓN

Los espacios tapón son espacios adosados a la vivienda, de baja utilización y que térmicamente pueden actuar de aislantes o tapones entre la vivienda y el exterior. El confort térmico de estos espacios no está asegurado, puesto que, al no formar parte de la vivienda propiamente dicha (el recubrimiento aislante no los incluye) no disfrutan de una adecuada climatización, aunque esto tampoco es importante, ya que se utilizan poco.

Pueden ser espacios tapón: el garaje, el invernadero, el desván, etc. Una colocación adecuado de estos espacios puede resultar muy beneficiosa para la vivienda.

7.3.8. SISTEMAS EVAPORATIVOS DE REFRIGERACIÓN

La evaporación de agua refresca el ambiente. Si se utiliza energía solar para evaporar agua, paradójicamente, se estará utilizando el calor para refrigerar.

En un patio una fuente refrescará esta zona, que a su vez puede refrescar las estancias colindantes. El efecto será mayor si hay vegetación en el patio. La existencia de vegetación y/o pequeños estanques alrededor de la casa, especialmente en la fachada sur, mejorará también el ambiente en verano. Pero hay que tener en cuenta que:

(1) Un exceso de vegetación puede generar un exceso de humedad que, combinado con el calor, disminuir la sensación de confort.

(2) En invierno habrá también algo más de humedad.

El riego esporádico alrededor de la casa, o la pulverización de agua sobre la fachada y tejado, también refrescará la casa y el ambiente.



7.4. ESTRATEGIAS

7.4.1 MURO TROMBE

El muro Trombe o muro Trombe-Michel es un cerramiento que utiliza la energía solar par el calentamiento del edificio. Se compone básicamente por un muro de gran inercia térmica (por el efecto de masa térmica acumula calor en su interior) y normalmente pintado de color oscuro, un espacio de aire, una lamina de vidrio y un sistema de ventilación

Al utilizar la energía solar es preferible orientar el muro al norte en el hemisferio sur y al sur en el hemisferio norte.

Los rayos de sol atraviesan la lámina de vidrio que además produce un efecto invernadero sobre la superficie oscura del muro, acumulando el calor en su interior. Al llegar la noche el muro empieza a desprender el calor acumulado, hacia el exterior se encuentra con la lámina de vidrio que es semiopaca a la radiación infrarroja por lo que el calor se desprende al interior del local. Esto permite que mientras en el exterior hay bajas o muy bajas temperaturas, en el interior del local se encuentre un mayor confort.

Si la superficie vidriada es mejorada en su aislamiento térmico (mediante doble o triple vidrio) la pérdida de calor hacia el exterior es mucho menor elevando la temperatura del local a calefactar.

Su funcionamiento se basa en la diferencia de densidad del aire caliente y el aire frío, que provoca corrientes en una u otra dirección dependiendo de las trampillas que estén abiertas. Estas corrientes de aire caliente o templado calientan o refrescan introduciendo o extrayendo el aire caliente del edificio o las habitaciones donde se instale.



Los orificios de ventilación deben poseer rejillas o esclusas a modo de puertillas para regular el flujo del calor y evitar un flujo inverso nocturno que enfríe el ambiente interior en vez de calentarlo.

7.4.2. CHIMENEA SOLAR INDUSTRIALIZADA

Una chimenea solar es un sistema para mejorar la ventilación natural de edificios utilizando la convección de aire calentado con energía solar pasiva. También se conocen como chimeneas térmicas.

La chimenea solar consiste de una chimenea de color negro, la cual se calienta durante el día con energía solar, creando una concentración de aire caliente, el cual genera succión y ventila y refresca el espacio por debajo de la chimenea.

Una chimenea solar tiene tres partes fundamentales, un área para recolectar la energía solar, la cual recibe la luz y el calor; un eje principal de ventilación, y los conductos de entrada y salida de aire.

Una chimenea solar puede servir para varios propósitos:

- Mejorar la ventilación en días de calor
- Mejora del flujo de aire en un edificio
- Mejora de la calidad del aire
- Disminución del ruido
- Mejor circulación de aire en lugares pequeños
- Mejor rendimiento aparatos electrodomésticos

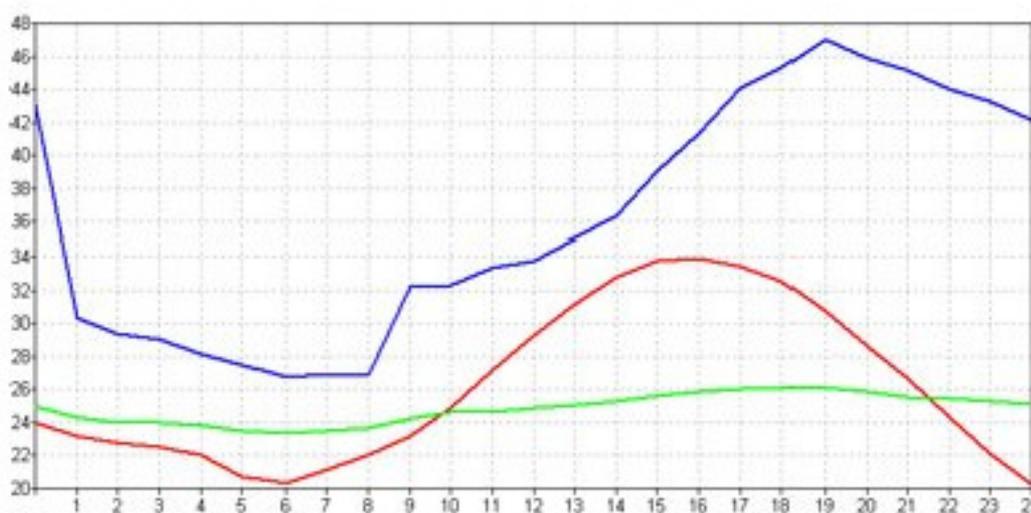
La chimenea solar es excelente para proveer ventilación, trabaja bajo el principio de que el aire caliente se eleva. Por lo tanto debe usarse una cara translúcida, y las otras tres caras de algún metal pintado de negro para que absorban el calor. El aire caliente se eleva creando ventilación.

La chimenea solar es una opción económica y sustentable, de un sistema de enfriamiento, ya que no requiere combustible ni energías costosas no renovables

Además, estas son unas estructuras verticales pensadas para recibir la radiación solar durante el día y generar un flujo de aire que permita ventilar las estancias conectadas a ella. Pueden ser estructuras vistas, pensadas para maximizar el área de incidencia solar, o bien pueden funcionar por calentamiento de la parte superior, cuyo diseño deberá ser específico para la ubicación y orientación concretas de la misma con el fin de aprovechar al máximo la poca superficie de captación disponible.

Esta solución permite obtener variaciones de temperatura de varios grados centígrados. Unido a la inercia térmica general, se consigue una nivelación de la temperatura interior del edificio, amortiguando y corrigiendo la oscilación térmica generada entre el día y la noche.

En el siguiente diagrama, correspondiente al análisis de variaciones de temperatura de una vivineda, puede verse cómo, en condiciones de medición óptimas, la variación de temperatura exterior-interior el 15 de julio a las 16 horas es de hasta 8 grados.



Medición de la temperatura a lo largo del día del interior de la vivienda (verde), del interior de la chimenea solar (azul) y del exterior (rojo).

En un ejemplo actual de arquitectura bioclimática, un edificio de viviendas en la aplicación de las chimeneas solares permite que en verano se den variaciones de temperatura interior de hasta 4-5 grados, respecto del ambiente exterior y en condiciones normales de utilización.



7.4.3. CUBIERTA INDUSTRIALIZADA CON CAPTADORES INTEGRADOS (tejas solares)

Los nuevos sistemas y materiales, como el silicio amorfo o monocristalino, permiten flexibilizar los paneles y adaptar su forma a, en este caso, una teja convencional, aunando el elemento constructivo, con la generación de energía.

Además resistentes, con un gran acabado final, fáciles de montar y con gran capacidad aislante térmica y acústica, buscando un producto económico, eficiente y de fácil integración.

Por otro lado se ha desarrollado un modelo de teja solar plana y delgada, mucho más versátil que los modelos de tejas solares curvos.

Otra tipo de elemento con un aspecto igual que el de una teja tradicional de arcilla, es aquella que en su interior tiene células fotovoltaicas para generar electricidad o módulos solares térmicos para calentar agua, y están fabricadas con plexiglás, que deja pasar mucha más luz que otros plásticos.

Un ejemplo claro es Venecia, una ciudad con una estricta normativa de protección de edificios históricos que limitaba el uso de placas fotovoltaicas, utiliza estas tejas solares. Se han imitado las tejas curvas de arcilla de color marrón claro que cubren la gran mayoría de los tejados de esta ciudad patrimonio de la UNESCO.

Hay estudios que demuestran que un tejado de 18 metros cuadrados tapizado con estas tejas en el soleado sur de Italia puede cubrir la gran parte de las necesidades de electricidad de sus inquilinos.

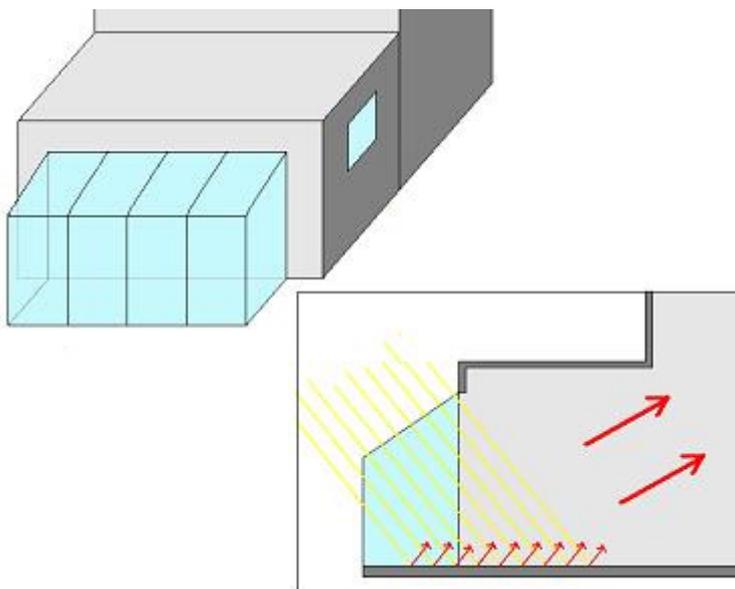
Señalan que su instalación es muy sencilla: se pueden colocar en módulos prefabricados o de forma independiente. En cuanto a su resistencia, afirman que aguantan incluso granizos y, si una teja se cae o deja de funcionar, no afecta a las demás.

Aquí, el parón de la construcción, así como la dificultad de encontrar los materiales e instaladores capacitados para ello, dificulta su penetración en el mercado. De todas formas, dos empresas que comercializan estos materiales son Lemos y Texa. Además, es posible que, a través del IDAE, diputaciones, ayuntamientos, etc. se puedan obtener algún tipo de ayudas para instalarlas, tanto si es vivienda nueva, como rehabilitación.

7.4.4. INVERNADERO BIOCLIMÁTICO

En la actualidad el invernadero ha evolucionado para adaptarse a un concepto minimalista de piel exterior del edificio, reduciendo el espacio a un simple "colchón" térmico, más o menos estético, o bien se ha transformado en un espacio mixto o de servicio que se aprovecha para controlar el confort térmico interior de las zonas habitables. Este espacio polivalente suele tener la característica de ser de vidrio de una o varias capas, para una mejor retención de la energía calorífica. Además consigue generar el flujo de aire necesario para la ventilación.

Una forma sencilla de captar gran cantidad de calor del sol es adosando un invernadero a la fachada del edificio orientada hacia el ecuador. El calor allí captado se distribuye por toda la casa por convección. Para evitar perder demasiado calor por la noche, ya que el vidrio es buen transmisor de calor, es posible colocar persianas sobre los cristales que se cierran durante la noche. Otra técnica para evitar pérdidas nocturnas es separar por medio de un muro el invernadero del resto del edificio. En este caso el acceso al invernadero queda cerrado por la noche reduciendo en gran medida las pérdidas.



7.4.5. AQUARETURN

Aquareturn es un dispositivo muy sencillo pero que medioambientalmente es muy eficiente. Es un aparato de un tamaño reducido que nos hace ahorrar agua y energía.

La virtud de este dispositivo radica en su sencillez, cuando abrimos el grifo de agua caliente no sale ni una sola gota por el grifo hasta que no alcanza la temperatura que el usuario a elegido. De este modo ahorramos muchos litros de agua en el hogar donde se instale.

Sabemos que el agua es un recurso muy valioso y que cuando toca el lavabo se convierte en un residuo. Cada persona que habita una vivienda desperdicia cada año muchos litros que de esta manera se ahorrarían, además del gasto de energía que supone el calentar el agua.

Por estas razones se está estudiando el realizar una pequeña modificación el el CTE para incluir este sistema en las nuevas construcciones.





7.5. VIVIENDA DE ENERGÍA CASI CERO

Una vivienda de energía casi cero cubre todas sus necesidades energéticas gracias a su diseño y sus materiales eficientes y a las fuentes renovables instaladas en el mismo, por lo que no emite dióxido de carbono (CO₂).

Las ventajas de estos edificios en la lucha contra el cambio climático y la dependencia energética de los combustibles fósiles ha convencido a las autoridades, por ello llegará un momento en el que todas las nuevas viviendas sean de este tipo.

Asimismo, podemos ver que se está invirtiendo en su desarrollo, aunque el elevado precio de construcción y el bajo desarrollo de estas tecnologías ecológicas frenan por el momento su generalización.

7.5.1. ESCENARIO NORMATIVO

El Consejo Europeo acordó en 2007 tres objetivos clave de cara a la mitigación del cambio climático:

1. Reducir en al menos un 20% las emisiones de GEI de aquí al 2020.
2. Lograr que las Energías renovables representen el 20% del consumo energético en 2020.
3. Reducir, mediante la mejora de la eficiencia energética, un 20% el consumo energético en Europa en 2020.

Refundición de la Directiva Europea de Eficiencia Energética – EPBD

Artículo 9: Edificios de consumo de energía casi nulo

1. Los Estados miembros se asegurarán de que:
 - a) a más tardar el 31 de diciembre de 2020, todos los edificios nuevos sean edificios de consumo de energía casi nulo, y de que
 - b) después del 31 de diciembre de 2018, los edificios nuevos que estén ocupados y sean propiedad de autoridades públicas sean edificios de consumo de energía casi nulo.



Hacia el edificio de energía casi nula.

“Viviendas NZCO2”

DEFINICIONES NZEB-COMISIÓN EUROPEA:

«edificio de consumo de energía casi nulo»: edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto (...). La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida in situ o en el entorno;

7.5.2. ACTUALIDAD

El objetivo básico de un constructor convencional es levantar una vivienda con los menores costos de edificación posibles, dentro de la legalidad vigente. De esta manera, que consuma más o menos energía durante toda su vida útil es algo secundario, recayendo además su gasto en el inquilino. Por ello, no deber resultar llamativo que la ineficiencia de los edificios estándar provoque más consumo de energía que el transporte o la industria.

Por su parte, en una vivienda de energía cero el interés básico recae precisamente a partir de que empieza a ser habitada. En este caso, la preocupación principal pasa porque su inquilino gaste la mínima energía posible y que ésta provenga de fuentes renovables del propio edificio. Dado que no requieren combustibles fósiles se les denomina también de carbono cero, al no emitir en su generación energética CO₂, uno de los principales gases causantes del cambio climático.

Asimismo, las posibilidades a ambos lados de estos edificios también son interesantes: Se habla de dos tipos de viviendas:

1. De energía ultra-baja cuando no siendo cero tratan de gastar lo menos posible.
2. De viviendas de energía plus cuando son capaces incluso de generar más energía de la que necesitan, pudiéndola almacenar o vender a la red eléctrica (cogeneración).



No obstante, en la actualidad los criterios utilizados a la hora de lograr el balance energético son muy diversos, por lo que no hay una definición única ni un estándar que determine las características precisas que debe contar una construcción de energía cero.

Por un lado, los sistemas activos para lograr electricidad y calor basados en energías renovables ofrecen varias posibilidades, como los paneles solares, los aerogeneradores, los biocombustibles, la biomasa o las células de combustible basadas en hidrógeno. Por ejemplo, un edificio que sólo incorpore paneles solares fotovoltaicos puede conseguir una reducción de sus necesidades energéticas entre un 15% y un 30%.

Por otro lado, las técnicas pasivas, como el aislamiento térmico o el aprovechamiento del calor solar o incluso el metabólico, generado por sus ocupantes, pueden conseguir que el consumo energético destinado a climatizar el edificio se reduzca entre un 70% a un 90% sin necesidad de sistemas de generación eléctrica.

En definitiva, un edificio de energía cero aglutina una serie de tecnologías medioambientales que para lograr sus objetivos puede hacer un mayor hincapié en los sistemas pasivos de eficiencia energética, o en sistemas más activos de generación eléctrica mediante fuentes renovables.

Por ello, antes de empezar el edificio, los diseñadores de estas casas ecológicas utilizan sofisticadas herramientas informáticas de simulación 3D para incorporar, de la mejor manera posible, aspectos como el emplazamiento y su orientación, el clima local, los materiales empleados, el aislamiento térmico, la iluminación, o la eficiencia de los sistemas eléctricos y de climatización. En este tipo de edificios, los consultores ambientales o los expertos en bioclimática son una parte importante del proyecto arquitectónico.



7.5.3. CONCLUSIÓN

Los defensores de los edificios de energía cero enumeran diversas ventajas, principalmente de interés para los bolsillos de los consumidores. Los sistemas de eficiencia energética incorporados a estas casas reducen considerablemente el gasto energético en luz, agua caliente y climatización, garantizando el confort diario de sus inquilinos.

Asimismo, al autoabastecerse de energías renovables, sus propietarios no tienen que preocuparse de los posibles vaivenes de los precios del sector energético, ni de la escasez de combustibles fósiles. Además, se trata de casas de gran calidad, cuyos sistemas están garantizados para funcionar durante décadas.

Por otra parte, la concienciación de los consumidores y de las instituciones, que aumentan cada vez más los requerimientos ecológicos de las viviendas, permitirá una mayor generalización de estos sistemas. En este sentido, las futuras legislaciones obligarán a las viviendas a ser más ecológicas, por lo que los edificios convencionales deberán introducir este tipo de mejoras con el consiguiente coste, algo que ya no deberán asumir las de energía cero. Por lo tanto, algunos expertos apuntan que contar con este tipo de viviendas va a ser cada vez más interesante en el mercado inmobiliario.

No obstante, la construcción de edificios de energía cero también plantea una serie de inconvenientes que es preciso tener en cuenta. Una de sus principales desventajas es que la utilización de estas tecnologías, especialmente la instalación de energías renovables, suele implicar unos mayores costes iniciales de construcción. Algunos expertos también recuerdan que la falta de asentamiento de estas tecnologías juega en contra de estos edificios, encareciendo su precio final.

Asimismo, resulta difícil encontrar especialistas en este tipo de construcción. Además, las perspectivas a medio plazo es que este tipo de tecnologías se generalicen y mejoren, reduciendo sus costes, algo que puede suponer una ventaja para este tipo de viviendas en un futuro, pero un inconveniente para las actuales, que verán depreciar su inversión.

El ideal de estos edificios es que puedan ser autosuficientes, sin necesidad de estar conectados a la red eléctrica.



8. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPÍTULO I	CALEFACCIÓN	20.630,82
CAPÍTULO II	ACS	10.256,08
CAPÍTULO III	ACS SOLAR	49.518,31
CAPÍTULO IV	ABASTECIMIENTO DE AGUA	4.021,42
CAPÍTULO V	SANEAMIENTO	2.443,34
CAPÍTULO VI	CALDERAS	42.689,36
CAPÍTULO VII	DISEÑO BIOCLIMÁTICO	14.980
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL.....		144.539,33
GASTOS GENERALES (5%).....		7.226,97
BENEFICIOS INDUSTRIALES (5%).....		7.226,97
PRESUPUESTO POR CONTRATA.....		158.993,26
I.V.A. (18%).....		28.618,79
PRESUPUESTO TOTAL.....		187.612,05
HONORARIOS PROYECTISTA (6%).....		11.256,73
HONORARIOS DIRECCIÓN DE OBRA (6%).....		11.256,73
PRESUPUESTO TOTAL FINAL.....		198.868,77

El presupuesto total asciende a la cantidad de: CIENTO NOVENTA Y OCHO MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS Y SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS.



Pamplona, Junio de 2012

Firmado:

ÍÑIGO LÓPEZ BAQUEDANO

Ingeniero Técnico Industrial



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE ACS CON ENERGÍA SOLAR PARA
ABASTECIMIENTO, SANEAMIENTO Y CALEFACCIÓN EN
VIVIENDA MULTIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA

DOCUMENTO 2: CÁLCULOS

Íñigo López Baquedano

Jorge Odériz Ezcurra

Pamplona, 28 de Junio de 2012



ÍNDICE

1. CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

1.1. APLICABILIDAD.....	5
1.2. CUMPLIMIENTO DEL CTE.....	5
1.2.1. Determinación de la zona climática.....	5
1.2.2. Clasificación de los espacios.....	5
1.2.3. Envoltente térmica del edificio.....	5
1.2.4. Cálculo de los parámetros característicos de los cerramientos.....	6
1.2.4.1. Transmitancia térmica.....	6
1.2.5. Limitación de la demanda energética.....	15
1.2.6. Condensaciones.....	17
1.2.6.1. Condensaciones superficiales.....	17
1.2.6.2. Condensaciones intersticiales.....	18
1.2.7. Fichas justificativas de la Opción Simplificada.....	37

2. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

2.1. CONDICIONES DE DISEÑO.....	43
2.2. DEMANDA CALORÍFICA DEL EDIFICIO.....	43
2.2.1. Cálculo de pérdidas por transmisión.....	44
2.2.2. Cálculo de pérdidas por infiltración o renovación.....	45
2.2.3. Cálculo de pérdidas por suplementos.....	46
2.2.3.1. Suplemento por orientación.....	46
2.2.3.2. Suplemento por intermitencia de funcionamiento.....	47
2.3. NECESIDADES CALORÍFICAS DE LAS VIVIENDAS.....	47
2.4. ELECCIÓN DE LOS EMISORES DE CALOR.....	171



2.4.1. Método de cálculo.....	171
2.4.2. Cálculo de los emisores a instalar.....	172
2.5. CÁLCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.....	187
2.5.1. Caudal másico.....	187
2.5.2. Cálculo del diámetro de las tuberías de calefacción.....	188
2.5.2.1. Pérdidas de carga entamos rectos.....	188
2.5.2.2. Pérdidas de carga secundarias.....	189
2.5.3. Tabla del circuito de tuberías de calefacción.....	191
2.5.4. Equilibrado del circuito.....	200
2.6. CÁLCULO DE LA CALDERA.....	201
2.6.1. Chimenea.....	202
2.7. VASO DE EXPANSIÓN EN EL CIRCUITO DE CALEFACCIÓN.....	202

3. INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR

3.1. CIRCUITO PRIMARIO.....	204
3.1.1. Demanda energética.....	204
3.1.2. Cálculo de la contribución solar.....	206
3.1.2.1. Valoración de la radiación solar incidente en la superficie inclinada de los captadores.....	206
3.1.2.2. Cálculo de X.....	207
3.1.2.3. Cálculo de Y.....	209
3.1.2.4. Determinación de la gráfica f.....	211
3.1.2.5. Valoración de la cobertura solar mensual.....	212
3.1.2.6. Valoración de la cobertura solar anual.....	212
3.1.3. Cálculo de la red de tuberías.....	213
3.1.4. Vaso de expansión en el circuito de los colectores.....	213
3.1.5. Cálculo de la bomba necesaria.....	215
3.2. CIRCUITO SECUNDARIO.....	216
3.2.1. Cálculo del intercambiador de calor.....	216
3.2.2. Cálculo de la red de tuberías.....	216
3.2.3. Cálculo del depósito acumulador.....	217
3.2.4. Cálculo de la bomba necesaria.....	218



4. SUMINISTRO DE AGUA

4.1. PROPIEDADES DE LA INSTALACIÓN.....	219
4.1.1. Condiciones mínimas de suministro.....	219
4.2. DIMENSIONADO DE LOS TRAMOS.....	220
4.2.1. Diámetro de derivaciones a los aparatos.....	220
4.2.2. Diámetro de alimentación a un cuarto húmedo.....	221
4.2.3. Diámetro de los montantes.....	223
4.3. CIRCUITO DE RETORNO.....	225

5. EVACUACIÓN DE AGUAS

5.1. DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES.....	226
5.1.1. Derivaciones individuales.....	226
5.1.2. Ramales colectores.....	231
5.1.3. Bajantes de aguas residuales.....	232
5.1.4. Colectores horizontales de aguas residuales.....	232
5.2. DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES.....	233
5.2.1. Red de pequeña evacuación de aguas pluviales.....	233
5.2.2. Canalones.....	234
5.2.3. Bajantes de aguas pluviales.....	235
5.2.4. Colector de aguas pluviales.....	235
5.3. DIMENSIONADO DE LAS REDES DE VENTILACIÓN.....	236
5.3.1. Ventilación primaria.....	236
5.4. ACCESORIOS.....	237



1. CÓDIGO TÉCNICO de la EDIFICACIÓN

1.1. APLICABILIDAD

Ya que el porcentaje de huecos en cada fachada es inferior al 60% de su superficie, se escoge, para la realización del proyecto la Opción Simplificada.

1.2. CUMPLIMIENTO DEL CTE

1.2.1. DETERMINACIÓN DE LA ZONA CLIMÁTICA.

El edificio, que se encuentra en la comarca de Pamplona, se corresponde con la zona climática D1.

1.2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS ESPACIOS.

Los espacios que componen este edificio son espacios habitables con baja carga interna e higrometría 3 o inferior. Se incluyen en esta categoría todos los espacios de edificios residenciales y el resto de los espacios no indicados anteriormente.

1.2.3. ENVOLVENTE TÉRMICA DEL EDIFICIO

La envolvente térmica del edificio se compondrá de:

- Los suelos de las viviendas de la planta baja y de sus zonas comunes, tales como portal y zona de escaleras y ascensor, en contacto con el sótano.
- Las paredes que limitan dichas viviendas o zonas comunes con el exterior (fachadas) y con espacios no habitables (trasteros).



- Los suelos de las viviendas de la primera planta que están en contacto con los trasteros de la planta baja.
- Las fachadas de las viviendas de las plantas primera a cuarta.
- El techo de la cuarta planta.

El espacio entre la cuarta planta y la cubierta es un espacio no habitable, por tanto es el techo de dicha planta y no la cubierta, la que define la envolvente térmica. En el documento PLANOS se muestra la distribución de cada uno de los cerramientos, con diferentes colores para más facilidad de localizar y comprender los cálculos.

1.2.4. CÁLCULO DEL LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LOS CERRAMIENTOS

La forma de cálculo seguida se encuentra en el Apéndice E de la sección HE 1 Limitación de la demanda energética, dentro del Documento Básico HE AHORRO DE ENERGÍA, del CTE.

1.2.4.1. Transmitancia térmica

- **Cerramientos en contacto con el aire exterior:**

La transmitancia térmica viene dada por la siguiente expresión:

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

R_T : La resistencia térmica del componente constructivo ($m^2 K / W$)

La resistencia térmica total de un componente constructivo se calcula:

$$R_T = R_{Si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{Se}$$

Siendo:



- R_1, R_2, \dots, R_n : Las resistencias térmicas de cada capa ($m^2 K / W$)

- R_{si}, R_{se} : Las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y al aire exterior. Dependen de la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio. ($m^2 K / W$)

La resistencia térmica de una capa térmicamente homogénea viene definida por:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

- e : el espesor de la capa (m).

- λ : la conductividad térmica del material que compone la capa (W / mK), tomada d la norma UNE EN ISO 10 456:2001.

- **Particiones interiores:**

La trasmittancia térmica U viene dada por la siguiente expresión:

$$U = U_p b$$

- U_p : La trasmittancia térmica de la partición interior.

- b : El coeficiente de reducción de temperatura (Obtenido del CTE)

PUENTES TÉRMICOS:

-Pilares de fachada 1: PF1

MATERIAL	e(m)	λ (W/mK)	R($m^2 K/W$)
1/2Asta Ladrillo Caravista	0.12	0.49	0.2455
Raseo con Mortero	0.01	1.4	0.007
Pilar hormigón	0.3	1.63	0.184
Lana de Roca	0.02	0.041	0.4878
Placa de yeso laminado	0.015	0.3	0.05

$$R_{si} = 0.13 \text{ m}^2 \text{ K / W}$$

$$R_{se} = 0.04 \text{ m}^2 \text{ K / W}$$



$$- Rt = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_{se} = 1.1438 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$U = 1/R_t = 0.8743 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

-Pilares de fachada 2: PF2

MATERIAL	e(m)	λ (W/mK)	R(m ² K/W)
1/2Asta Ladrillo Caravista	0.12	0.49	0.2455
Raseo con Mortero	0.01	1.4	0.007
Pilar hormigón	0.4	1.63	0.2454
Lana de Roca	0.02	0.041	0.4878
Placa de yeso laminado	0.015	0.3	0.05

$$R_{si} = 0.13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_{se} = 0.04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$- Rt = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_{se} = 1.2052 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$U = 1/R_t = 0.8297 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

CUBIERTA:

-En contacto con un espacio no habitable: C2 (techo de la 4ª planta)

MATERIAL	e(m)	λ (W/mK)	R(m ² K/W)
Manta fibra de vidrio	0.1	0.04	2.5
Forjado vigueta-bovedilla	0.35	1.63	0.2147
Lana de Roca	0.04	0.041	0.976
Placa yeso laminado	0.015	0.3	0.05

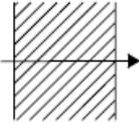
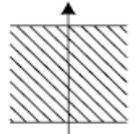
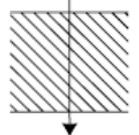
$$R_{si} = 0.1 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_{se} = 0.1 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$- Rt = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_{se} = 3.9407 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$U_p = 1/R_t = 0.2538 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Tabla E.6 Resistencias térmicas superficiales de *particiones interiores* en m²K/W

Posición de la <i>partición interior</i> y sentido del flujo de calor	R _{se}	R _{si}
<p><i>Particiones interiores verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal</i></p> 	0,13	0,13
<p><i>Particiones interiores horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente</i></p> 	0,10	0,10
<p><i>Particiones interiores horizontales y flujo descendente</i></p> 	0,17	0,17

$$U = U_p \cdot b$$

· Cálculo de b (coeficiente de reducción de temperatura):

CASO 1: No aislado_{ue}-Aislado_{iu}

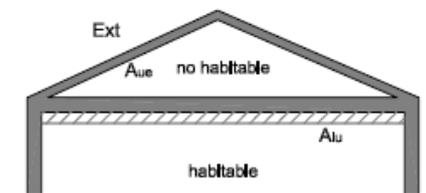
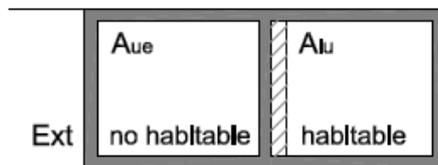


Figura E6: Espacios no habitables en contacto con espacios habitables.

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*.

$$A_{iu}/A_{ue} = 434.258 \text{ m}^2 / 476.545 \text{ m}^2 = 0.91 \quad (0.75 \leq 1.00)$$

Tabla E7: **b = 0.94**

$$U = 0.2538 \cdot 0.94 = 0.2386 \text{ W / m}^2 \text{ K}$$



FACHADA:

-Muro en contacto con el exterior: M1-**rojo**-

Material	e(m)	λ (W/mK)	R(m ² K/W)
1/2Asta Ladrillo Caravista	0.12	0.49	0.245
Raseo Mortero	0.01	1.4	0.007
Lana de Roca 40 kg/m ³	0.04+0.04	0.041	0.976+0.976
Placa yeso laminado	0.015	0.3	0.05

$$R_{si} = 0.13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_{se} = 0.4 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$-R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_{se} = 2.424 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$U = 1/R_t = 0.4125 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

-Muro en contacto con el exterior: M2-**azul**-

Material	e(m)	λ (W/mK)	R(m ² K/W)
Panelado Formica	0.012	0.2	0.06
Cámara de aire	0.05		0.18
Raseo Mortero	0.01	1.4	0.007
Levante 1/2 asta	0.115	0.543	0.212
Raseo Mortero	0.01	1.4	0.007
Lana de Roca 40 kg/m ³	0.04+0.04	0.041	0.976+0.976
Placa yeso laminado	0.015	0.3	0.05

$$R_{si} = 0.13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_{se} = 0.4 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$-R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7 + R_{se} = 2.638 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$U = 1/R_t = 0.379 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$



-Particiones interiores en contacto con espacios no habitables: M3-rosa-

MATERIAL	e(m)	λ (W/mK)	R(m ² K/W)
Placa yeso laminado	0.015	0.3	0.05
Lana de Roca 40 kg/m ³	0.04	0.041	0.976
Placa yeso laminado	0.015	0.3	0.05
Lana de Roca 40 kg/m ³	0.04	0.041	0.976
Placa yeso laminado	0.015	0.3	0.05

$$R_{si} = 0.13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_{se} = 0.13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$-R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_{se} = 2.362 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$U = 1/R_t = 0.4234 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

-Particiones interiores en contacto con espacios no habitables: M4-naranja-

MATERIAL	e(m)	λ (W/mK)	R(m ² K/W)
Raseo Mortero	0.02	1.4	0.014
Levante 1/2 asta	0.115	0.543	0.212
Lana de Roca 40 kg/m ³	0.04	0.041	0.976
Placa yeso laminado	0.015	0.3	0.05

$$R_{si} = 0.13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_{se} = 0.13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$-R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_{se} = 1.512 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$U = 1/R_t = 0.6614 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$



-Particiones interiores: **-amarillo-**

MATERIAL	e(m)	λ (W/mK)	R(m ² K/W)
Placa yeso laminado	0.015	0.3	0.05
Lana de Roca 40 kg/m ³	0.04	0.041	0.976
Placa yeso laminado	0.015	0.3	0.05

$$R_{si} = 0.13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_{se} = 0.13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$-R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_{se} = 1.336 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$U = 1/R_t = 0.7485 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

SUELOS:

-Partición interior en contacto con espacios no habitables: S3 (suelos interiores)

MATERIAL	e(m)	λ (W/mK)	R(m ² K/W)
Parquet	0.015	0.17	0.0882
Solera Sílice	0.05	0.1	0.5
Poliestireno extrusionado	0.04		1.2
Forjado	0.35	1.63	0.215
Raseo Mortero	0.02	1.4	0.014

$$R_{si} = 0.1 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_{se} = 0.1 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$-R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_{se} = 2.2172 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$U_p = 1/R_t = 0.451 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$U = U_p \cdot b$$

CASO 1

$$b = 0.89 \text{ (} 1.25 \leq 2.00 \text{)}$$

$$U = 0.451 \cdot 0.89 = 0.40139 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$



-Muro en contacto con el exterior: S4 (suelos exteriores)

Material	e(m)	λ (W/mK)	R(m ² K/W)
Parquet	0.015	0.17	0.0882
Solera Sílice	0.05	0.1	0.5
Poliestireno extrusionado	0.04		1.2
Losa hormigón	0.15	1.63	0.092

$$R_{si} = 0.17 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_{se} = 0.04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$-R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_{se} = 2.09 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$U = 1/R_t = 0.478 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

HUECOS Y LUCERNARIOS:

La transmitancia térmica de los huecos U_H (W/m² K) se determinará mediante la siguiente expresión:

$$U_H = (1-FM) U_{H,v} + FM U_{H,m}$$

Siendo:

- $U_{H,v}$ la transmitancia térmica de la parte semitransparente [W/m²K];
- $U_{H,m}$ la transmitancia térmica del marco de la ventana o lucernario, o puerta [W/m² K];
- FM la fracción del hueco ocupada por el marco.

En nuestro caso:

-Ventanas:

- Carpintería PVC, SOFTLINE DOBLE JUNTA DE KOMMERLING.
- Vidrio, CLIMALIT, acristalamiento doble con cámara de 12 mm (4/12/6)



- $U_{H,v} = 2,5 \text{ W / m}^2 \text{ K}$ (catálogo)

- $U_{H,m} = 2.21 \text{ W / m}^2 \text{ K}$ (catálogo)

Sustituyendo en la ecuación:

$$U_H = (1-0.336) 2.5 + 0.336 (2.21) = 2.40256 \text{ W / m}^2 \text{ K}$$

-Puertas (de aluminio):

- Carpintería PVC, SOFTLINE DOBLE JUNTA DE KOMMERLING.
- Vidrio, CLIMALIT, acristalamiento doble con cámara de 12 mm (4/12/6)

- $U_{H,v} = 2,5 \text{ W / m}^2 \text{ K}$ (catálogo)

- $U_{H,m} = 2.21 \text{ W / m}^2 \text{ K}$ (catálogo)

Sustituyendo en la ecuación:

$$U_H = (1-0.248) 2.5 + 0.248 (2.21) = 2.428 \text{ W / m}^2 \text{ K}$$

- Factor solar modificado de huecos:

El factor solar modificado de huecos F_H se determina mediante la siguiente expresión:

$$F = F_s [(1- FM) g_{\perp} + FM \cdot 0.04 \cdot U_m \cdot \alpha]$$

Siendo:

- F_s el factor de sombra del hueco obtenido de las tablas E.11 a E.15. En caso que no se justifique adecuadamente se debe considerar la unidad.
- FM la fracción del hueco ocupada por el marco.
- g_{\perp} el factor solar de la parte semitransparente del hueco.
- U_m la transmitancia térmica del marco del hueco.
- α absorptividad del marco obtenida de la tabla E.10 :



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	---

Sustituyendo en la ecuación:

$$F = 1 \cdot [(1 - 0.336)0.72 + 0.336 \cdot 0.04 \cdot 2.21 \cdot 0.2] = 0.484$$

-Puertas (de madera):

- Carpintería madera maciza de Roble.

$$R_1 = 0.47 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_{si} = 0.13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_{se} = 0.13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$-R_t = R_{si} + R_1 + R_{se} = 0.73 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$U = 1/R_t = 1.37 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

1.2.5. LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

- **Comprobación de que los parámetros característicos medios son inferiores a los valores límite.**



<i>Cerramientos y particiones interiores</i>	<i>Componentes</i>		<i>Parámetros característicos</i>	<i>Parámetros característicos medios</i>	<i>Comparación con los valores límite</i>
CUBIERTA	C2	En contacto con un espacio no habitable	$U_{C2}=0.2386$	$U_{Cm} = \mathbf{0.2386}$ (W/m ² °K)	$U_{c\ lim} = \mathbf{0.38}$ (W/m ² °K)
			$A_{C2}=434.258m^2$		
FACHADA	M1	Muro en contacto con el aire	$U_{M1}=0.4125$	$U_{Mm} = \mathbf{0.583}$ (W/m ² °K)	$U_{M\ lim} = \mathbf{0.66}$ (W/m ² °K)
			$A_{M1}=569.554m^2$		
	M2		$U_{M2}=0.379$		
			$A_{M2}=183.336m^2$		
	M3	Muro en contacto con espacios no habitables	$U_{M3}=0.6614$		
			$A_{M3}=53.704m^2$		
	M4		$U_{M4}=0.4234$		
			$A_{M4}=36.75m^2$		
	PF1	Puente térmico (pilares de fachada)	$U_{PF1}=0.8743$		
			$A_{PF1}=38.4\ m^2$		
	PF2		$U_{PF2}=0.8297$		
			$A_{PF2}=44.8\ m^2$		
	PF3	(contorno de hueco) >0.5 m ²	$U_{PF3}=2.21$		
			$A_{PF3}=69.94\ m^2$		
H	Huecos	$U_H=2.40256$	$U_{Hm} = \mathbf{2.40256}$ (W/m ² °K)	$U_{H\ lim} \rightarrow \mathbf{N(21-30\%)}=\mathbf{2.5}$	
		$F_H=0.484$		$U_{H\ lim} \rightarrow \mathbf{E/O(21-30)}=\mathbf{2.9}$	
				$U_{H\ lim} \rightarrow \mathbf{S(31-40\%)}=\mathbf{3.4}$	
SUELOS	S2	En contacto con espacios no habitables	$U_{S2}=0.667$	$U_{Sm} = \mathbf{0.484}$ (W/m ² °K)	$U_{S\ lim} = \mathbf{0.49}$ (W/m ² °K)
			$A_{S2}=102.91\ m^2$		
	S3		$U_{S3}=0.40139$		
			$A_{S3}=224.71\ m^2$		
	S4	En contacto con el aire exterior	$U_{S4}=0.478$		
			$A_{S4}=40.465\ m^2$		



1.2.6. CONDENSACIONES

1.2.6.1. Condensaciones superficiales

La comprobación de las condensaciones superficiales se basa en la comparación del factor de temperatura de la superficie interior (f_{Rsi}) y el factor de temperatura de la superficie interior mínimo ($f_{Rs\ min}$) de cada cerramiento, partición interior o puente térmico.

$f_{Rs\ min}$ Se obtiene en la tabla 3.2. Del CTE.
Para la zona climática en la que nos situamos, zona D1:

$$f_{Rs\ min} = 0.61$$

f_{Rsi} Se obtiene de la siguiente forma:

$$f_{Rsi} = 1 - U \times 0.25$$

Siendo

U: transmitancia térmica de cada cerramiento, partición interior o puente térmico (W/m² K)

Condiciones exteriores:

- Temperatura exterior(mínima): 4.5°C (enero)
- Humedad exterior: 80%

Condiciones interiores:

- Temperatura interior: 20°C
- Humedad relativa interior: 55%



1.2.6.2. Condensaciones intersticiales

El procedimiento se basa en la comparación entre la presión de vapor y la presión de vapor que existe en cada punto intermedio de un cerramiento. Estas presiones deberán ser inferiores a la presión de vapor de saturación.

Para cada cerramiento se calculará:

1º) Distribución de tª.

-Tª superficial exterior:

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

Donde:

θ_e : Tª exterior localidad según tabla.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tmed	4.5	6.5	8	9.9	13.3	17.3	20.5	20.3	18.2	13.7	8.3	5.7
HRmed	80	73	68	66	66	62	58	61	61	68	76	79

- R_{se} : Resistencia térmica superficial exterior según CTE.

- R_t : Resistencia térmica total del componente, calculado en el apartado 1.

$\theta_i = 20^\circ\text{C}$, Tª interior.

- Cálculo de las Tª en cada una de las capas:

$$\theta_n = \theta_{n-1} + \frac{R_n}{R_t} (\theta_i - \theta_e)$$

θ_n : Tª en cada capa (°C).

R_n : Resistencia térmica en cada capa.

- Cálculo de la Tª superficial interior:

$$\theta_{SI} = \theta_n + \frac{R_{SI}}{R_t} (\theta_i - \theta_e)$$



R_{si} : Resistencia térmica superficial interior según CTE.

2º) Distribución presión de vapor.

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

Donde:

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n$$

u_n : Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua de cada capa, se encuentra en UNE EN ISO-10.456:2001

e_n : Espesor capa (m).

P_n : Presión de vapor de cada capa (Pa).

P_i : Presión vapor del aire interior (Pa).

P_e : Presión vapor del aire exterior (Pa).

Estas presiones se calculan según la fórmula propuesta a continuación:

$$P_e = \phi_e * P_{sat}(\theta_e) = 0.8 \cdot 841.9 = 673.52 \text{ Pa}$$

$$P_i = \phi_i * P_{sat}(\theta_i) = 0.55 \cdot 2336.95 = 1285.32 \text{ Pa}$$

Donde:

$\phi_i = 0.55$ Humedad relativa interior

$\phi_e = 0.8$ (tabla) Humedad relativa exterior.

A continuación la Presión de saturación para cada tª.

$$P_{sat}(\theta) = 610.5e^{\frac{17.269 \cdot \theta}{237.3 + \theta}}$$

$$P_{sat}(20) = 2336.95$$

$$P_{sat}(4.5) = 841.9$$

Debe cumplir: $P_{sat}(\theta_n) > P_n$



FACHADA

Muro en contacto con el aire -rojo- :

$$R_{se} = 0.04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_t = 2.424 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = 4.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 4.5 + \frac{0.04}{2.424} (20 - 4.5) = 4.756 \text{ }^\circ\text{C}$$

Capas: 1.- Ladrillo caravista

$$\theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 4.756 + \frac{0.245}{2.424} (20 - 4.5) = 6.323 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.12 \text{ m} \cdot 10 = 1.2 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 3.11 \text{ m}$$

$$P_1 = P_e + \frac{S_{d1}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e) = 673.52 + \frac{1.2}{3.11} (1285.32 - 673.52) = 909,584 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(6.323) = 955.73 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

2.- Raseo de mortero

$$\theta_2 = \theta_1 + \frac{R_2}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 6.323 + \frac{0.007}{2.424} (20 - 4.5) = 6.368 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.01 \cdot 20 = 0.2 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 3.11 \text{ m}$$

$$P_2 = P_1 + \frac{S_{d2}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e) = 909.584 + \frac{0.2}{3.11} (1285.32 - 673.52) = 948,928 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(6.368) = 958.706 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**



3.- Lana de roca

$$\theta_3 = \theta_2 + \frac{R_3}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 6.368 + \frac{1.952}{2.424} (20 - 4.5) = 18.85 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.08 \cdot 12 = 0.96 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 3.11 \text{ m}$$

$$P_3 = P_2 + \frac{S_{d3}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 948.928 + \frac{0.96}{3.11} (1285.32 - 673.52) = 1137.779 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(18.85) = 2175.685 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

4.- Placa de yeso laminado

$$\theta_4 = \theta_3 + \frac{R_4}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 18.85 + \frac{0.05}{2.424} (20 - 4.5) = 19.17 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.015 \text{ m} \cdot 50 = 0.75 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 3.11 \text{ m}$$

$$P_4 = P_3 + \frac{S_{d3}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 1137.779 + \frac{0.96}{3.11} (1285.32 - 673.52) = 1326.63 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(19.17) = 2219.55 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

Muro en contacto con el aire azul :

$$R_{se} = 0.04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$Rt = 2.638 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\theta_i = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = 4.5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 4.5 + \frac{0.04}{2.638} (20 - 4.5) = 4.735 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Capas: 1.- Panelado formica

$$\theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 4.735 + \frac{0.06}{2.638} (20 - 4.5) = 5.088 \text{ } ^\circ\text{C}$$



$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.012 \text{ m} \cdot 14 = 0.168 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 3.438 \text{ m}$$

$$P_1 = P_e + \frac{S_{d1}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e) = 673.52 + \frac{0.168}{3.438} (1285.32 - 673.52) = 703.416 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(5.088) = 877.234 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

2.- Camara de aire

$$\theta_2 = \theta_1 + \frac{R_2}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 5.088 + \frac{0.18}{2.638} (20 - 4.5) = 6.146 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.01 \text{ Norma UNE EN ISO13788}$$

$$\sum S_{dn} = 3.438 \text{ m}$$

$$P_2 = P_1 + \frac{S_{d2}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e) = 703.416 + \frac{0.01}{3.438} (1285.32 - 673.52) = 705.196 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(6.146) = 944.116 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

3.- Raseo de mortero

$$\theta_3 = \theta_2 + \frac{R_3}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 6.146 + \frac{0.007}{2.638} (20 - 4.5) = 6.187 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.01 \text{ m} \cdot 20 = 0.2 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 3.438 \text{ m}$$

$$P_3 = P_2 + \frac{S_{d3}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e) = 705.196 + \frac{0.2}{3.438} (1285.32 - 673.52) = 740.786 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(6.187) = 946.796 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

4.- Levante de 1/2 asta

$$\theta_4 = \theta_3 + \frac{R_4}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 6.187 + \frac{0.212}{2.638} (20 - 4.5) = 7.433 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.115 \text{ m} \cdot 10 = 1.15 \text{ m}$$



$$\sum Sdn = 3.438 \text{ m}$$

$$P_4 = P_3 + \frac{S_{d3}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 740.786 + \frac{1.15}{3.438} (1285.32 - 673.52) = 945.431 \text{ Pa}$$

$$Psat(7.433) = 1031.501 \text{ Pa}$$

Como $Psat(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

5- Raseo de mortero

$$\theta_5 = \theta_4 + \frac{R_5}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 7.433 + \frac{0.007}{2.638} (20 - 4.5) = 7.474 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.01 \text{ m} \cdot 20 = 0.2 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 3.438 \text{ m}$$

$$P_5 = P_4 + \frac{S_{d5}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 945.431 + \frac{0.2}{3.438} (1285.32 - 673.52) = 981.021 \text{ Pa}$$

$$Psat(7.474) = 1034.398 \text{ Pa}$$

Como $Psat(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

6- Lana de roca

$$\theta_6 = \theta_5 + \frac{R_6}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 7.474 + \frac{1.952}{2.638} (20 - 4.5) = 18.943 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.08 \text{ m} \cdot 12 = 0.96 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 3.438 \text{ m}$$

$$P_6 = P_5 + \frac{S_{d6}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 981.021 + \frac{0.96}{3.438} (1285.32 - 673.52) = 1151.855 \text{ Pa}$$

$$Psat(18.943) = 2188.354 \text{ Pa}$$

Como $Psat(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

7- Placa de yeso laminado

$$\theta_7 = \theta_6 + \frac{R_7}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 18.943 + \frac{0.05}{2.638} (20 - 4.5) = 19.237 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.015 \text{ m} \cdot 50 = 0.75 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 3.438 \text{ m}$$



$$P_7 = P_6 + \frac{S_{d7}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e) = 1151.855 + \frac{0.75}{3.438} (1285.32 - 673.52) = 1285.32 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(19.237) = 2228.832 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

Partición interior en contacto con espacios no habitables naranja:

$$R_{se} = 0.13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_t = 1.512 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 10 + \frac{0.13}{1.512} (20 - 10) = 10.86 \text{ }^\circ\text{C}$$

Capas: 1.- Raseo de mortero

$$\theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 10.86 + \frac{0.014}{1.512} (20 - 10) = 10.953 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.02 \text{ m} \cdot 20 = 0.4 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 2.78 \text{ m}$$

$$P_1 = P_e + \frac{S_{d1}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e) = 675.02 + \frac{0.4}{2.78} (1285.32 - 675.02) = 762.833 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(10.953) = 1307.918 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

2.- Levante de 1/2 asta

$$\theta_2 = \theta_1 + \frac{R_2}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 10.953 + \frac{0.212}{1.512} (20 - 10) = 12.355 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.115 \text{ m} \cdot 10 = 1.15 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 2.78 \text{ m}$$

$$P_2 = P_1 + \frac{S_{d2}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e) = 762.833 + \frac{1.15}{2.78} (1285.32 - 762.833) = 1015.295 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(12.355) = 1434.959 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**



3.- Lana de roca

$$\theta_3 = \theta_2 + \frac{R_3}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 12.355 + \frac{0.976}{1.512} (20 - 10) = 18.81 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.04 \text{ m} \cdot 12 = 0.48\text{m}$$

$$\sum Sdn = 2.78 \text{ m}$$

$$P_3 = P_2 + \frac{S_{d3}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 1015.295 + \frac{0.48}{2.78} (1285.32 - 675.02) = 1120.671 \text{ Pa}$$

$$Psat(18.81) = 2170.255 \text{ Pa}$$

Como $Psat(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

4.- Placa de yeso laminado

$$\theta_4 = \theta_3 + \frac{R_4}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 18.81 + \frac{0.05}{1.512} (20 - 10) = 19.141 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.015\text{m} \cdot 50 = 0.75\text{m}$$

$$\sum Sdn = 2.78 \text{ m}$$

$$P_4 = P_3 + \frac{S_{d4}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 1120.671 + \frac{0.75}{2.78} (1285.32 - 675.02) = 1285.32 \text{ Pa}$$

$$Psat(19.141) = 2215.543 \text{ Pa}$$

Como $Psat(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

Partición interior en contacto con espacios no habitables-rosa-:

$$Rse = 0.13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$Rt = 2.362 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\theta_i = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{Rse}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 10 + \frac{0.13}{2.362} (20 - 10) = 10.55 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Capas: 1.- Placa yeso laminado

$$\theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 10.55 + \frac{0.05}{2.362} (20 - 10) = 10.762 \text{ } ^\circ\text{C}$$



$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.015\text{m} \cdot 50 = 0.75\text{m}$$

$$\sum Sdn = 3.21 \text{ m}$$

$$P_1 = P_e + \frac{S_{d1}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 675.02 + \frac{0.75}{3.21} (1285.32 - 675.02) = 817.613 \text{ Pa}$$

$$Psat(10.762) = 1291.4 \text{ Pa}$$

Como $Psat(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

2.- Lana de roca

$$\theta_2 = \theta_1 + \frac{R_2}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 10.762 + \frac{0.976}{2.362} (20 - 10) = 14.894 \text{ °C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.04 \text{ m} \cdot 12 = 0.48\text{m}$$

$$\sum Sdn = 3.21 \text{ m}$$

$$P_2 = P_1 + \frac{S_{d2}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 817.613 + \frac{0.48}{3.21} (1285.32 - 675.02) = 908.873 \text{ Pa}$$

$$Psat(14.894) = 1692.811 \text{ Pa}$$

Como $Psat(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

3.- Placa yeso laminado

$$\theta_3 = \theta_2 + \frac{R_3}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 14.894 + \frac{0.05}{2.362} (20 - 10) = 15.106 \text{ °C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.015\text{m} \cdot 50 = 0.75\text{m}$$

$$\sum Sdn = 3.21 \text{ m}$$

$$P_3 = P_2 + \frac{S_{d3}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 908.873 + \frac{0.75}{3.21} (1285.32 - 675.02) = 1051.466 \text{ Pa}$$

$$Psat(15.106) = 1716.073 \text{ Pa}$$

Como $Psat(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

4.- Lana de roca

$$\theta_4 = \theta_3 + \frac{R_4}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 15.106 + \frac{0.976}{2.362} (20 - 10) = 19.238 \text{ °C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.04 \text{ m} \cdot 12 = 0.48\text{m}$$

$$\sum Sdn = 3.21 \text{ m}$$



$$P_4 = P_3 + \frac{S_{d4}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e) = 1051.466 + \frac{0.48}{3.21} (1285.32 - 675.02) = 1142.726 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(19.238) = 2228.971 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

5.- Placa yeso laminado

$$\theta_5 = \theta_4 + \frac{R_5}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 19.238 + \frac{0.005}{2.362} (20 - 10) = 19.45 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.015 \text{ m} \cdot 50 = 0.75 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 3.21 \text{ m}$$

$$P_5 = P_4 + \frac{S_{d5}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e) = 1142.726 + \frac{0.75}{3.21} (1285.32 - 675.02) = 1285.32 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(19.45) = 2258.565 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

Puente térmico-pilares de fachada 1-:

$$R_{se} = 0.04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_t = 1.1438 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = 4.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 4.5 + \frac{0.04}{1.144} (20 - 4.5) = 5.042 \text{ }^\circ\text{C}$$

Capas: 1.- Ladrillo caravista

$$\theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 5.042 + \frac{0.245}{1.144} (20 - 4.5) = 8.362 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.12 \text{ m} \cdot 10 = 1.2 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 32.39 \text{ m}$$

$$P_1 = P_e + \frac{S_{d1}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e) = 673.52 + \frac{1.2}{32.39} (1285.32 - 673.52) = 696.256 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(8.362) = 1098.929 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**



2.- Raseo de mortero

$$\theta_2 = \theta_1 + \frac{R_2}{Rt}(\theta_i - \theta_e) = 8.362 + \frac{0.007}{1.144}(20 - 4.5) = 8.457 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.01 \text{ m} \cdot 20 = 0.2 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 32.39 \text{ m}$$

$$P_2 = P_1 + \frac{S_{d2}}{\sum Sdn}(P_i - P_e) = 696.256 + \frac{0.2}{32.39}(1285.32 - 673.52) = 713.687 \text{ Pa}$$

$$Psat(8.457) = \text{Pa}$$

Como $Psat(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

3.- Pilar hormigón

$$\theta_3 = \theta_2 + \frac{R_3}{Rt}(\theta_i - \theta_e) = 8.457 + \frac{0.184}{1.144}(20 - 4.5) = 10.95^\circ\text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.03 \text{ m} \cdot 100 = 30 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 32.39 \text{ m}$$

$$P_3 = P_2 + \frac{S_{d3}}{\sum Sdn}(P_i - P_e) = 713.687 + \frac{30}{32.39}(1285.32 - 673.52) = 1282.098 \text{ Pa}$$

$$Psat(10.95) = 1307.657 \text{ Pa}$$

Como $Psat(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

4.- Lana de roca

$$\theta_4 = \theta_3 + \frac{R_4}{Rt}(\theta_i - \theta_e) = 10.95 + \frac{0.4878}{1.144}(20 - 4.5) = 17.56 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.02 \text{ m} \cdot 12 = 0.24 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 32.39 \text{ m}$$

$$P_4 = P_3 + \frac{S_{d4}}{\sum Sdn}(P_i - P_e) = 1282.098 + \frac{0.24}{32.39}(1285.32 - 673.52) = 1282.477 \text{ Pa}$$

$$Psat(17.56) = 2006.45 \text{ Pa}$$

Como $Psat(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**



5.- Placa yeso laminado

$$\theta_5 = \theta_4 + \frac{R_5}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 17.56 + \frac{0.05}{1.144} (20 - 4.5) = 18.238 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.015\text{m} \cdot 50 = 0.75\text{m}$$

$$\sum Sdn = 32.39 \text{ m}$$

$$P_5 = P_4 + \frac{S_{d5}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 1282.477 + \frac{0.75}{32.39} (1285.32 - 673.52) = 1285.32 \text{ Pa}$$

$$Psat(18.238) = 2093.901 \text{ Pa}$$

Como $Psat(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

Puente térmico-pilares de fachada 2-:

$$Rse = 0.04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$Rt = 1.2052 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\theta_i = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = 4.5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{Rse}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 4.5 + \frac{0.04}{1.2052} (20 - 4.5) = 5.014 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Capas: 1.- Ladrillo caravista

$$\theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 5.014 + \frac{0.245}{1.2052} (20 - 4.5) = 8.165 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.12 \text{ m} \cdot 10 = 1.2 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 42.39 \text{ m}$$

$$P_1 = P_e + \frac{S_{d1}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 673.52 + \frac{1.2}{42.39} (1285.32 - 673.52) = 690.88 \text{ Pa}$$

$$Psat(8.165) = 1084.315 \text{ Pa}$$

Como $Psat(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

2.- Raseo de mortero

$$\theta_2 = \theta_1 + \frac{R_2}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 8.165 + \frac{0.007}{1.2052} (20 - 4.5) = 8.255 \text{ } ^\circ\text{C}$$



$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.01 \text{ m} \cdot 20 = 0.2 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 42.39 \text{ m}$$

$$P_2 = P_1 + \frac{S_{d2}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e) = 690.88 + \frac{0.2}{42.39} (1285.32 - 673.52) = 693.767 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(8.255) = 1090.97 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

3.- Pilar hormigón

$$\theta_3 = \theta_2 + \frac{R_3}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 8.255 + \frac{0.2454}{1.2052} (20 - 4.5) = 11.411 \text{ °C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.04 \text{ m} \cdot 100 = 40 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 42.39 \text{ m}$$

$$P_3 = P_2 + \frac{S_{d3}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e) = 693.767 + \frac{40}{42.39} (1285.32 - 673.52) = 1272.438 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(11.411) = 1348.286 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

4.- Lana de roca

$$\theta_4 = \theta_3 + \frac{R_4}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 11.411 + \frac{0.4878}{1.2052} (20 - 4.5) = 17.685 \text{ °C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.02 \text{ m} \cdot 12 = 0.24 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 42.39 \text{ m}$$

$$P_4 = P_3 + \frac{S_{d4}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e) = 1272.438 + \frac{0.24}{42.39} (1285.32 - 673.52) = 1275.902 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(17.685) = 2022.328 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

5.- Placa yeso laminado

$$\theta_5 = \theta_4 + \frac{R_5}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 17.685 + \frac{0.05}{1.2052} (20 - 4.5) = 18.328 \text{ °C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.015 \text{ m} \cdot 50 = 0.75 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 42.39 \text{ m}$$



$$P_5 = P_4 + \frac{S_{d5}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e) = 1275.902 + \frac{0.75}{42.39} (1285.32 - 673.52) = 1285.32 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(18.328) = 2105.756 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

CUBIERTA

En contacto con un espacio no habitable (techo de la 4ª planta):

$$R_{se} = 0.1 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_t = 3.9407 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 10 + \frac{0.1}{3.9407} (20 - 10) = 10.254 \text{ }^\circ\text{C}$$

Capas: 1.- Manta fibra vidrio

$$\theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 10.254 + \frac{2.5}{3.9407} (20 - 10) = 16.598 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.1 \text{ m} \cdot 1 = 0.1 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 36.33 \text{ m}$$

$$P_1 = P_e + \frac{S_{d1}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e) = 675.02 + \frac{0.1}{36.33} (1285.32 - 675.02) = 676.7 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(16.598) = 1887.861 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

2.- Forjado vigueta-bovedilla

$$\theta_2 = \theta_1 + \frac{R_2}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 16.598 + \frac{0.2147}{3.9407} (20 - 10) = 17.143 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.35 \cdot 100 = 35 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 36.33 \text{ m}$$



$$P_2 = P_1 + \frac{S_{d2}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e) = 676.7 + \frac{35}{36.33} (1285.32 - 675.02) = 1264.658 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(17.143) = 1954.267 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

3.- Lana de roca

$$\theta_3 = \theta_2 + \frac{R_3}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 17.143 + \frac{0.976}{3.9407} (20 - 10) = 19.62 \text{ °C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.04 \cdot 12 = 0.48 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 36.33 \text{ m}$$

$$P_3 = P_2 + \frac{S_{d3}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e) = 1264.658 + \frac{0.48}{36.33} (1285.32 - 675.02) = 1272.721 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(19.62) = 2282.544 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

4.- Placa de yeso laminado

$$\theta_4 = \theta_3 + \frac{R_4}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 19.62 + \frac{0.05}{3.9407} (20 - 10) = 19.747 \text{ °C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.015 \text{ m} \cdot 50 = 0.75 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 36.33 \text{ m}$$

$$P_4 = P_3 + \frac{S_{d3}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e) = 1272.721 + \frac{0.75}{36.33} (1285.32 - 675.02) = 1285.32 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(19.747) = 2300.603 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

SUELOS

En contacto con un espacio no habitable (suelos interiores):

$$R_{se} = 0.1 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_t = 2.2172 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\theta_i = 20 \text{ °C}$$



$$\theta_e = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{Rt}(\theta_i - \theta_e) = 10 + \frac{0.1}{2.2172}(20 - 10) = 10.451 \text{ }^\circ\text{C}$$

Capas: 1.- Parquet

$$\theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{Rt}(\theta_i - \theta_e) = 10.451 + \frac{0.0882}{2.2172}(20 - 10) = 10.849 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.015 \text{ m} \cdot 42 = 0.63 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 43.03 \text{ m}$$

$$P_1 = P_e + \frac{S_{d1}}{\sum Sdn}(P_i - P_e) = 675.02 + \frac{0.63}{43.03}(1285.32 - 675.02) = 683.955 \text{ Pa}$$

$$Psat(10.849) = 1298.901 \text{ Pa}$$

Como $Psat(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

2.- Solera de sílice

$$\theta_2 = \theta_1 + \frac{R_2}{Rt}(\theta_i - \theta_e) = 10.849 + \frac{0.5}{2.2172}(20 - 10) = 13.104 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.05 \cdot 20 = 1 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 43.03 \text{ m}$$

$$P_2 = P_1 + \frac{S_{d2}}{\sum Sdn}(P_i - P_e) = 683.955 + \frac{1}{43.03}(1285.32 - 675.02) = 698.138 \text{ Pa}$$

$$Psat(13.104) = 1507.171 \text{ Pa}$$

Como $Psat(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

3.- Poliestireno extrusionado

$$\theta_3 = \theta_2 + \frac{R_3}{Rt}(\theta_i - \theta_e) = 13.104 + \frac{1.2}{2.2172}(20 - 10) = 18.516 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.04 \cdot 150 = 6 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 43.03 \text{ m}$$

$$P_3 = P_2 + \frac{S_{d3}}{\sum Sdn}(P_i - P_e) = 698.138 + \frac{6}{43.03}(1285.32 - 675.02) = 783.237 \text{ Pa}$$



$$P_{sat}(18.516) = 2130.711 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

4.- Forjado

$$\theta_4 = \theta_3 + \frac{R_4}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 18.516 + \frac{0.215}{2.2172} (20 - 10) = 19.486 \text{ °C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.35 \text{ m} \cdot 100 = 35 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 43.03 \text{ m}$$

$$P_4 = P_3 + \frac{S_{d3}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e) = 783.237 + \frac{35}{43.03} (1285.32 - 675.02) = 1279.646 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(19.486) = 2263.624 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

5- Raseo de mortero

$$\theta_5 = \theta_4 + \frac{R_5}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 19.486 + \frac{0.014}{2.2172} (20 - 10) = 19.549 \text{ °C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.02 \text{ m} \cdot 20 = 0.4 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 43.03 \text{ m}$$

$$P_5 = P_4 + \frac{S_{d5}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e) = 1279.646 + \frac{0.4}{43.03} (1285.32 - 675.02) = 1285.32 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(19.549) = 2272.502 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

En contacto con el aire exterior (suelos exteriores):

$$R_{se} = 0.04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_t = 2.09 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\theta_i = 20 \text{ °C}$$

$$\theta_e = 4.5 \text{ °C}$$

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 4.5 + \frac{0.04}{2.09} (20 - 4.5) = 4.797 \text{ °C}$$



Capas: 1.- Parquet

$$\theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 4.797 + \frac{0.0882}{2.09} (20 - 4.5) = 5.451 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.015 \text{ m} \cdot 42 = 0.63 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 22.63 \text{ m}$$

$$P_1 = P_e + \frac{S_{d1}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 673.52 + \frac{0.63}{22.63} (1285.32 - 673.52) = 690.552 \text{ Pa}$$

$$Psat(5.451) = 899.695 \text{ Pa}$$

Como $Psat(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

2.- Solera de sílice

$$\theta_2 = \theta_1 + \frac{R_2}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 5.451 + \frac{0.5}{2.09} (20 - 4.5) = 9.159 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.05 \cdot 20 = 1 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 22.63 \text{ m}$$

$$P_2 = P_1 + \frac{S_{d2}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 690.552 + \frac{1}{22.63} (1285.32 - 673.52) = 717.587 \text{ Pa}$$

$$Psat(9.159) = 1159.838 \text{ Pa}$$

Como $Psat(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

3.- Poliestireno extrusionado

$$\theta_3 = \theta_2 + \frac{R_3}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 9.159 + \frac{1.2}{2.09} (20 - 4.5) = 18.059 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.04 \cdot 150 = 6 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 22.63 \text{ m}$$

$$P_3 = P_2 + \frac{S_{d3}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 717.587 + \frac{6}{22.63} (1285.32 - 673.52) = 879.797 \text{ Pa}$$

$$Psat(18.059) = 2070.495 \text{ Pa}$$

Como $Psat(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**



4.- Losa hormigón

$$\theta_4 = \theta_3 + \frac{R_4}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 18.059 + \frac{0.092}{2.09} (20 - 4.5) = 18.741 \text{ °C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.15 \text{ m} \cdot 100 = 15 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 22.63 \text{ m}$$

$$P_4 = P_3 + \frac{S_{d3}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 879.797 + \frac{15}{22.63} (1285.32 - 673.52) = 1285.32 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(18.741) = 2142.546 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

1.2.7. FICHAS JUSTIFICATIVAS DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA



FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios						
Bloque de viviendas			Localidad:	Pamplona (Navarra)		
ZONA CLIMÁTICA	D1	Zona de baja carga	X	Zona de alta carga interna		
MUROS (U_{Mm}) y (U_{Tm})						
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados	
M1	N	Fachada rojo	166.052	0.4125	68.496	
M2		Fachada azul	15.102	0.379	5.724	$\Sigma A =$ 204.674
PF1		Pilares fachada 1	23.52	0.8743	20.564	$\Sigma A \cdot U =$ 94.784
PF2		Pilares fachada 2	0	0.8297	0,00	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ 0.463
M1	E	Fachada rojo	85.026	0.4125	35.073	
M2		Fachada azul	9.8	0.379	3.714	$\Sigma A =$ 112.466
PF1		Pilares fachada 1	0	0.8743	0,00	$\Sigma A \cdot U =$ 53.423
PF2		Pilares fachada 2	17.64	0.8297	14.636	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ 0.475
M1	O	Fachada rojo	85.026	0.4125	35.073	
M2		Fachada azul	9.8	0.379	3.714	$\Sigma A =$ 112.466
PF1		Pilares fachada 1	0	0.8743	0,00	$\Sigma A \cdot U =$ 53.423
PF2		Pilares fachada 2	17.64	0.8297	14.636	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ 0.475
M1	S	Fachada rojo	183.528	0.4125	75.705	
M2		Fachada azul	11.426	0.379	4.33	$\Sigma A =$ 224.354
PF1		Pilares fachada 1	29.4	0.8743	25.704	$\Sigma A \cdot U =$ 105.739
PF2		Pilares fachada 2	0	0.8297	0,00	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ 0.471



SUELOS (U_{Sm})						
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados	
					$\Sigma A =$	350.425
S2	Suelo interior	315.03	0.4014	126.453	$\Sigma A \cdot U =$	143.372
S4	Suelo exterior	35.395	0.478	16.919	$U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,409

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (U_{Cm} y F_{Lm})						
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados	
C1	Techo 4ª Planta	373,23	0,2386	89.053	$U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,2386

% de huecos		N	E/O	S		
		de 21 a 30	de 21 a 30	de 31 a 40		
HUECOS (U_{Hm} y F_{Hm})						
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)		Resultados
					$\Sigma A =$	91.241
Z	Ventanas	68.361	2.403	164.271	$\Sigma A \cdot U =$	219.824
	Puertas	22.88	2.428	55.553	$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	2.409
Tipos		A (m ²)	U(W/m ² °K)	A·U (W/°K)		Resultados
					$\Sigma A =$	38.364
F	Ventanas	21.724	2.403	52.203	$\Sigma A \cdot U =$	92.605
	Puertas	16.640	2.428	40.402	$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	2.414
					$\Sigma A =$	38.364



O	Ventanas	21.724	2.403	52.203		$\Sigma A \cdot U =$	92.605
	Puertas	16.640	2.428	40.402		$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A$ =	2.414
						$\Sigma A =$	162.962
S	Ventanas	135.444	2.403	325.472		$\Sigma A \cdot U =$	392.286
	Puertas	27.518	2.428	66.814		$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A$ =	2.407

FICHA 2 CONFORMIDAD - Demanda energética



ZONA CLIMÁTICA	D1	Zona de baja carga	<input type="checkbox"/>	Zona de alta carga	<input type="checkbox"/>
----------------	----	--------------------	--------------------------	--------------------	--------------------------

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{maxprov}^{(1)}$	$U_{max}^{(2)}$
Muros de fachada	0.4125	≤ 0.86
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	-	
Particiones interiores verticales en contacto con espacios no habitables	0.6612	
Suelos	0.478	≤ 0.64
Cubiertas	0.2386	≤ 0.49
Vidrios de huecos y lucernarios	2.5	≤ 3.5
Marcos de huecos y lucernarios	2.21	
		CUMPLE
Particiones interiores (edificios de viviendas)	0.7485	≤ 1.2 W/m ² K
		CUMPLE

MUROS DE FACHADA	
$U_{Mm}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$
N	0,463
E	0,475
O	0,475
S	0,471
} $\leq \leq 0,66$	
CUMPLE	

HUECOS Y LUCERNARIOS	
$U_{Hm}^{(4)}$	$U_{Hlim}^{(5)}$
2.409	$\leq 2,5$
2.414	} $\leq 2,9$
2.414	
2.407	$\leq 3,4$
CUMPLE	

CERR. CONTACTO TERRENO	
$U_{Tm}^{(4)}$	$U_{Tlim}^{(5)}$
-	-
-	

SUELOS	
$U_{Sm}^{(4)}$	$U_{Slim}^{(5)}$
0,409	0,49
CUMPLE	

CUBIERTAS	
$U_{Cm}^{(4)}$	$U_{Clim}^{(5)}$
0,2386	0,38
CUMPLE	

LUCERNARIOS	
F_{Lm}	F_{Llim}
-	-
-	

FICHA 3: CONFORMIDAD- Condensaciones

Condensaciones superficiales



Tipos	C. superficiales	
	$f_{Rsi} \geq f_{Rs,min}$	
Fachada exterior rojo	f_{Rsi}	0.897
	$f_{Rs,min}$	0.61
Fachada exterior azul	f_{Rsi}	0.905
	$f_{Rs,min}$	0.61
Fachada interior rosa	f_{Rsi}	0.835
	$f_{Rs,min}$	0.61
Fachada interior naranja	f_{Rsi}	0.894
	$f_{Rs,min}$	0.61
Pilares fachada 1	f_{Rsi}	0.781
	$f_{Rs,min}$	0.61
Pilares fachada 2	f_{Rsi}	0.793
	$f_{Rs,min}$	0.61
Cubierta Techo 4ª plan.	f_{Rsi}	0.940
	$f_{Rs,min}$	0.61
Suelos interiores	f_{Rsi}	0.900
	$f_{Rs,min}$	0.61
Suelos exteriores	f_{Rsi}	0.881
	$f_{Rs,min}$	0.61

El cumplimiento de los valores de transmitancia máxima aseguran, para los cerramientos y particiones interiores de los espacios de clase de higrometría 4 o inferior, la verificación de la condición anterior. No obstante, debe comprobarse en los puentes térmicos.

Condensaciones intersticiales



CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS								
Tipos	Condensaciones intersticiales							
	$P_n < P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
Fachada exterior rojo	$P_{sat,n}$	955.733	958.706	2175.685	2219.55			
	P_n	909.584	948.928	1137.779	1326.630			
Fachada exterior azul	$P_{sat,n}$	877.234	944.116	946.796	1031.501	1034.398	2188.354	2228.832
	P_n	703.416	705.196	740.786	945.431	981.021	1151.855	1285.32
Fachada interior naranja	$P_{sat,n}$	1307.918	1434.959	2171.019	2215.543			
	P_n	762.833	1015.295	1120.671	1285.32			
Fachada interior rosa	$P_{sat,n}$	1291.400	1692.811	1716.073	2228.971	2258.565		
	P_n	817.613	908.873	1051.466	1142.726	1285.32		
Pilares fachada 1	$P_{sat,n}$	1098.929	1106.209	1307.657	2006.450	2093.901		
	P_n	696.256	713.687	1282.098	1282.477	1285.32		
Pilares fachada 2	$P_{sat,n}$	1084.315	1089.769	1348.286	2022.328	2111.654		
	P_n	690.880	693.767	1272.438	1275.902	1285.32		
Cubierta Techo 4ª planta	$P_{sat,n}$	1887.861	1954.267	2272.365	2278.369			
	P_n	676.7	1264.658	1272.721	1285.32			
Suelos interiores	$P_{sat,n}$	1298.901	1507.171	2130.711	2263.624	2260.151		
	P_n	683.955	698.955	783.237	1279.646	1285.32		
Suelo exterior	$P_{sat,n}$	899.695	1159.838	2070.495	2096.214			
	P_n	690.552	717.587	879.797	1285.32			

2. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN



2.1. CONDICIONES DE DISEÑO

Para realizar la evaluación del calor que tiene que ser proporcionado por la caldera y el conjunto de la instalación de calefacción a toda la vivienda, habrán de establecerse en primer lugar las condiciones ambientales tanto exteriores, como las condiciones óptimas que se pretenden obtener en el interior de las viviendas.

La temperatura ambiente interior a obtener en los diferentes habitáculos de las viviendas será de 20°C.

Se ha tomado una humedad relativa interior: HR (Interior) = 55 %

La temperatura exterior: $T_e = -5$ °C

La humedad relativa exterior: H_R (Exterior) = 80%

La temperatura de los locales no calefactados: 10°C.

Por tratarse de una instalación de calefacción de viviendas, no se han tenido en cuenta las aportaciones internas debidas a las personas ni al alumbrado.

2.2. DEMANDA CALORÍFICA DEL EDIFICIO

Si se quiere calefactar un edificio de viviendas se necesita conocer las pérdidas caloríficas que se producen en cada habitáculo de cada vivienda para que se puedan elegir los emisores que calienten dicho habitáculo.

Estas pérdidas de calor son debidas principalmente a la transmisión de calor a través de los cerramientos verticales y horizontales, así como a la infiltración de aire debida a las rendijas de algún cerramiento particular y como por las renovaciones de aire. Por último, habrá que aplicar un factor corrector debido a características propias como; orientación e intermitencia.



De esta manera, se tiene que, la cantidad de calor que es necesario suministrar a un habitáculo en particular para mantener la temperatura objetivo constante viene dada por la siguiente fórmula.

$$Q_0 = Q_T + Q_R + Q_S$$

Donde:

Q_0 = Demanda calorífica total en kW

Q_T = Pérdidas de calor por transmisión, en kW .

Q_R = Pérdidas de calor por infiltración o renovación, en kW .

Q_S = Pérdidas de calor por Suplementos por orientación, en kW .

2.2.1. CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN

Las pérdidas de calor por transmisión, son las debidas a la diferencia de temperatura existente entre el local calefactado objeto del cálculo y el exterior, o bien entre el local calefactado y otro no calefactado.

Las pérdidas por transmisión dependen de la calidad del cerramiento (dada por el coeficiente U de transmisión), de su espesor, de la superficie que ocupa y de la diferencia de temperatura o salto térmico entre el exterior y el interior.

Estos parámetros se relacionan por medio de la siguiente expresión, ecuación para las pérdidas caloríficas por conducción:

$$Q_T = \sum [U.S.(t_i - t_e)]$$



Donde:

Q_T = Pérdidas de calor por transmisión, en kW .

U = Coeficiente de transmisión térmica (en $W/m^2 K$) de los diferentes cerramientos, los cuales fueron ya calculados.

S = Superficie de transmisión de cada uno de los cerramientos.

t_i = Temperatura interior del local, en $^{\circ}C$.

t_e = Temperatura exterior, en $^{\circ}C$.

En los cálculos posteriores habrán de tenerse en cuenta las características geométricas de cada uno de los habitáculos a estudiar, así como todos los elementos constructivos que separan este con el exterior o locales no calefactados.

2.2.2.- CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN O RENOVACIÓN

Las pérdidas por renovación constituyen la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura del aire procedente del exterior, de tal forma que este alcance la temperatura del habitáculo. Estas pérdidas son producidas principalmente por las infiltraciones de aire a través de puertas y ventanas.

Su valor viene determinado por la expresión siguiente:

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t$$

Donde:



Q_R = Pérdidas de calor por infiltración o renovación, en kW .

V = Volumen del habitáculo, en m^3 . Su valor se dará en los sucesivos cuadros de cálculo.

C_e = Calor específico del aire, $0.24 \text{ K}_{cal} / \text{K}_g \text{ } ^\circ\text{C} \cong 1 \text{ kJ} / \text{kg } ^\circ\text{C}$

p_e = Peso específico de aire seco, $1.24 \text{ K}_g / m^3$.

n = N° de renovaciones de aire por hora. Su valor se detallará a continuación.

Δt = Diferencia de temperatura entre el exterior y el interior del local, en $^\circ\text{C}$.

Tipo habitáculo	Renovaciones/hora
Dormitorio	0.5
Baño	1.5
Cocina	1.5
Salón	0.5

2.2.3. – CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR SUPLEMENTOS.

2.2.3.1. Suplemento por orientación

Según las diferentes orientaciones del edificio, se han previsto los siguientes suplementos para el cálculo de las pérdidas totales de calor:



Orientación	Porcentaje aumento potencia (%)
Norte	15
Sur	0
Este	10
Oeste	5

2.2.3.2. Suplemento por intermitencia de funcionamiento

Para estas viviendas, se ha previsto un suplemento de potencia que depende del habitáculo a estudio.

Tipo habitáculo	Intermitencia de funcionamiento
Dormitorio	10 %
Baño	20 %
Cocina	15 %
Salón	20 %

Estos dos suplementos serán implementados en los cálculos sobre el cómputo global de pérdidas caloríficas de cada habitación.

2.3. - NECESIDADES CALORÍFICAS DE LAS VIVIENDAS

A continuación se muestran los cálculos de la demanda calorífica de los habitáculos a calefactar de las 27 viviendas que componen el edificio. Para su cálculo se han utilizado las ecuaciones anteriormente explicadas.



**Planta Baja
Vivienda A**

Habitación: **BAÑO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared	10.535	0.6614	10	69.657
Suelo	3.94	0.4014	10	15.815

$Q_t = 85.472 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación: 0%(interior)
Intermitencia de uso: 20 %
Factor suplementos: 20 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 85.472 \cdot 0.2 = 17.094 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 9.653 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 49.874 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 152.44 \text{ W}$

Habitación: **COCINA**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared	6.3455	0.614	10	41.956
Suelo	7.97	0.4014	10	31.992
Pared	5.4014	0.7485	10	40.4295
Ventana	3.3696	2.403	10	80.9715

$Q_t = 195.349 \text{ W}$



Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 15 %
 Factor suplementos: 15 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 29.302 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 19.527 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 100.887 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 325.538 \text{ W}$

Habitación: **SALÓN-COMEDOR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	16.762	0.4125	25	107.172
Suelo	19.9	0.4014	10	79.879
Ventana	2.4138	2.403	25	144.985
Puerta	3.3696	2.4275	25	204.493
Pared interior	3.357	0.7485	10	25.123
Puente térmico 1	0.98	0.8743	25	21.420
Puente térmico 2	1.96	0.297	25	40.655

$$Q_t = 623.727 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 10%
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 30 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 187.118 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 48.755 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 209.917 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 1020.762 \text{ W}$



Habitación: **DORMITORIO 1**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	2.513	0.4125	25	25.915
Suelo	10.52	0.4014	10	42.227
Puerta	3.3696	2.4275	25	204.493
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065

Qt = 288.7 W

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%

Qs= Qt · Fs= 28.87 W

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.774 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 110.971 \text{ W}$

Total pérdidas: Qo = Qt + Qs + QR= 428.541 W

Habitación: **DORMITORIO 2**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	4.082	0.4125	25	42.096
Suelo	11.8	0.4014	10	47.365
Ventana	2.4138	2.403	25	144.985
Puente termico 1	0.735	0.8743	25	16.065

Qt = 250.511 W

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%



$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 25.051 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 28.91 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 124.474 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 400.036 \text{ W}$

Habitación: **VESTÍBULO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared interior	6.615	0.6614	10	43.752
Suelo	5.75	0.4014	10	23.081
Puerta madera	1.664	1.37	10	22.797

$$Q_t = 89.63 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 8.963 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 14.088 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 24.262 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 122.855 \text{ W}$



Habitación: **PASO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Suelo	2.38	0.4014	10	9.553

$$Q_t = 9.553 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 0.955 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 5.831 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 10.042 \text{ W}$$

$$\text{Total pérdidas: } Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = \mathbf{20.55 \text{ W}}$$



**Planta Baja
Vivienda B**

Habitación: **BAÑO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared interior	6.0515	0.4234	10	25.622
Suelo	4.25	0.4014	10	17.06

$Q_t = 42.682 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación: 0%(interior)
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 20 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 42.682 \cdot 0.2 = 8.536 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 10.4125 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 53.798 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 105.016 \text{ W}$

Habitación: **COCINA**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared interior	4.9	0.4234	10	20.747
Suelo	8.43	0.4014	10	33.838
Pared interior	2.82	0.7485	10	21.108
Puerta	.08	2.403	10	49.982

$Q_t = 125.675 \text{ W}$



Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 15 %
 Factor suplementos: 15 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 18.851 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 20.6535 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 106.71 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 251.236 \text{ W}$

Habitación: **SALÓN-COMEDOR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	5.506	0.4125	25	56.781
Suelo	19.35	0.4014	10	77.671
Puerta exterior	2.6075	2.403	25	156.646
Pared interior	8.673	0.4234	10	36.721
Pared interior	3.675	0.7485	10	27.507
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065

$$Q_t = 371.391 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 0%
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 74.278 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 47.4075 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 204.116 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 649.785 \text{ W}$



Habitación: **DORMITORIO 1**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	7.977	0.4125	25	82.263
Suelo	13.83	0.4014	10	55.514
Puerta exterior	3.64	2.403	25	218.673

$Q_t = 356.45 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 35.645 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 33.8835 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 145.887 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 537.982 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 2**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	4.535	0.4125	25	46.767
Suelo	15.77	0.4014	10	63.301
Ventana	2.4138	2.403	25	145.009
Puente termico 1	0.735	0.8743	25	16.065

$Q_t = 271.142 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 27.114 \text{ W}$



Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 38.6365 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 166.352 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_S + Q_R = 464.608 \text{ W}$

Habitación: **VESTÍBULO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Suelo	3.91	0.4014	10	15.695
Puerta madera	1.664	1.37	10	22.797

$$Q_t = 38.492 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%

$$Q_S = Q_t \cdot F_s = 3.849 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 9.5795 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 16.498 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_S + Q_R = 58.839 \text{ W}$

Habitación: **PASO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Suelo	2.45	0.4014	10	9.834

$$Q_t = 9.834 \text{ W}$$



Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 0.983 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 6.0025 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 10.338 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 21.155 \text{ W}$

Habitación: **ASEO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Suelo	3.14	0.4014	10	12.604
Pared interior	4.41	0.4234	10	18.672

$$Q_t = 31.276 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 20%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 6.255 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 7.693 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 39.747 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 77.278 \text{ W}$



**Planta Baja
Vivienda C**

Habitación: **BAÑO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared	10.535	0.6614	10	69.657
Suelo	3.94	0.4014	10	15.815

$Q_t = 85.472 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación: 0%(interior)
Intermitencia de uso: 20 %
Factor suplementos: 20 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 85.472 \times 0.2 = 17.094 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 9.653 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 49.874 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 152.44$

Habitación: **COCINA**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared naran	6.3455	0.614	10	41.956
Suelo	7.97	0.4014	10	31.992
Pared amari	5.4014	0.7485	10	40.4295
Ventana	3.3696	2.403	10	80.9715

$Q_t = 195.349 \text{ W}$



Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 15 %
 Factor suplementos: 15 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 29.302 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 19.527 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 100.887 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 325.538 \text{ W}$

Habitación: **SALÓN-COMEDOR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	16.762	0.4125	25	107.172
Suelo	19.9	0.4014	10	79.879
Ventana	2.4138	2.403	25	144.985
Puerta exterior	3.3696	2.4275	25	204.493
Pared interior	3.357	0.7485	10	25.123
Puente térmico 1	0.98	0.8743	25	21.420
Puente térmico 2	1.96	0.297	25	40.655

$$Q_t = 623.727 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación O: 50%
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 25 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 155.932 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 48.755 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 209.917 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 989.576 \text{ W}$



Habitación: **DORMITORIO 1**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	2.513	0.4125	25	25.915
Suelo	10.52	0.4014	10	42.227
Puerta exterior	3.3696	2.4275	25	204.493
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065

$Q_t = 288.7 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 28.87 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.774 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 110.971 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 428.541 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 2**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	4.082	0.4125	25	42.096
Suelo	11.8	0.4014	10	47.365
Ventana	2.4138	2.403	25	144.985
Puente termico 1	0.735	0.8743	25	16.065

$Q_t = 250.511 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%



$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 25.051 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 28.91 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 124.474 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 400.036 \text{ W}$

Habitación: **VESTÍBULO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared interior	6.615	0.6614	10	43.752
Suelo	5.75	0.4014	10	23.081
Puerta madera	1.664	1.37	10	22.797

$$Q_t = 89.63 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 8.963 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 14.088 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 24.262 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 122.855 \text{ W}$

Habitación: **PASO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Suelo	2.38	0.4014	10	9.553

$$Q_t = 9.553 \text{ W}$$



Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 0.955 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 5.831 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 10.042 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 20.55 \text{ W}$



1ª Planta
Vivienda A

Habitación: **BAÑO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	2.912	0.4125	25	30.03
Suelo exterior	2.55	0.478	25	30.473
Suelo sótano	2.09	0.4014	10	8.389
Ventana	1.1175	2.403	25	67.134

$Q_t = 136.026 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
Intermitencia de uso: 20 %
Factor suplementos: 35 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 47.609 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 11.368 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 146.837 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 330.472 \text{ W}$

Habitación: **COCINA**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	2.738	0.4125	25	28.236
Suelo exterior	3.06	0.478	25	36.567
Suelo sótano	3.94	0.4014	10	15.815
Puerta exterior	2.08	2.403	25	124.956
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065

$Q_t = 221.639 \text{ W}$



Pérdidas por suplementos

Orientación S: 15%
 Intermitencia de uso: 15 %
 Factor suplementos: 30 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 66.492 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 17.15 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 221.521 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 509.652 \text{ W}$

Habitación: **SALÓN-COMEDOR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	4.302	0.4125	25	44.364
Suelo exterior	5.055	0.478	25	60.407
Suelo trasteros	11.615	0.4014	10	46.623
Pared portal	20.3595	0.4234	10	86.202
Puerta terraza	3.64	2.403	25	218.673
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065

$$Q_t = 472.334 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 35 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 165.317 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 40.8415 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 175.845 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 813.496 \text{ W}$



Habitación: **DORMITORIO 1**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	4.553	0.4125	25	46.953
Suelo exterior	6.223	0.478	25	74.365
Suelo trasteros	8.72	0.4014	10	35.002
Puerta portal	6.223	0.4234	10	26.348
Ventana	1.49	2.403	25	89.512
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065

$Q_t = 288.245 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 15%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 25%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 72.061 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 30.6985 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 132.174 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 492.48 \text{ W}$

Habitación: **VESTÍBULO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared rellano	7.499	0.4234	10	31.751
Suelo trasteros	5.66	0.4014	10	22.719
Puerta madera	1.664	1.37	10	22.797

$Q_t = 77.267 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%



$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 7.727 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 13.867 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 23.882 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 108.876 \text{ W}$



**1ª Planta
Vivienda B**

Habitación: **BAÑO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared rellano	3.92	0.4234	10	16.597
Suelo trasteros	4.58	0.4014	10	18.384

$Q_t = 34.981 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 20 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 34.981 \cdot 0.2 = 6.996 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 11.221 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 57.975 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 99.952 \text{ W}$

Habitación: **COCINA**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.106	0.4125	25	32.031
Suelo trateros	8.95	0.4014	10	35.925
Puerta exterior	2.08	2.414	25	125.528
Puente térmico 2	0.98	0.8297	25	20.328

$Q_t = 213.812 \text{ W}$



Pérdidas por suplementos

Orientación E: 10%
 Intermitencia de uso: 15 %
 Factor suplementos: 25 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 53.453 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 21.9275 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 283.23 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 550.495 \text{ W}$

Habitación: **SALÓN-COMEDOR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	17.302	0.4125	25	178.427
Suelo exterior	7.695	0.478	25	91.955
Suelo trasteros	13.115	0.4014	10	52.644
Ventana	2.4138 x 2	2.403	25	290.018
Puente térmico 1	0.735 x 2	0.8743	25	32.131
Puente térmico 2	0.98	0.8297	25	20.327

$$Q_t = 665.502 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 35 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 232.926 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 50.9845 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 219.517 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 1117.945 \text{ W}$



Habitación: **DORMITORIO 1**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	5.895	0.379	25	55.855
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01
Suelo trasteros	4.07	0.4014	10	16.337
Suelo exterior	6.25	0.478	25	74.688

$Q_t = 291.89 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 25%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 72.973 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.284 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 108.862 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 473.725 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 2**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	6.556	0.379	25	62.118
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01
Suelo trasteros	3.43	0.4014	10	13.768
Suelo exterior	6.95	0.478	25	83.053

$Q_t = 303.948 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 25%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 75.987 \text{ W}$



Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.431 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 109.495 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_s + Q_R = 489.43 \text{ W}$

Habitación: **VESTÍBULO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Suelo trasteros	2.99	0.4014	10	12.002
Puerta madera	1.664	1.37	10	22.797

$$Q_t = 34.799 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 3.48 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 7.3255 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 12.616 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_s + Q_R = 50.895 \text{ W}$

Habitación: **PASO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Suelo trasteros	4.3	0.4014	10	17.26

$$Q_t = 17.26 \text{ W}$$



Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 1.726 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 10.535 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 18.144 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 37.13 \text{ W}$



**1ª Planta
Vivienda C**

Habitación: **BAÑO**

Pérdidas por transmisión

$$Q_t = 0 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
Intermitencia de uso: 20 %
Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 0 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 11.221 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 0 = 0 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 0 \text{ W}$

Habitación: **COCINA**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.106	0.4125	25	32.031
Puerta terraza	2.08	2.403	25	124.956

$$Q_t = 156.987 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación E: 10%
Intermitencia de uso: 15 %
Factor suplementos: 25 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 39.247 \text{ W}$$



Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 19.4285 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 250.951 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_s + Q_R = 447.185 \text{ W}$

Habitación: **SALÓN-COMEDOR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	6.801	0.4125	25	70.135
Pared exterior	10.466	0.379	25	99.165
Ventana	2.4138 x 3	2.403	25	435.027
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065
Puente térmico 2	0.98 x 2	0.8297	25	40.6553

$Q_t = 661.048 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación E: 10%
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 30 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 198.314 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 54.929 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 236.5 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_s + Q_R = 1095.862 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 1**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	2.832	0.4125	25	29.205
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065

$Q_t = 190.279 \text{ W}$



Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 19.028 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.7495 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 110.866 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 320.173 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 2**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.469	0.4125	25	35.774
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01

$$Q_t = 180.783 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 18.078 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.9945 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 111.921 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 310.782 \text{ W}$



Habitación: **DORMITORIO 3**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.886	0.4125	25	40.074
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01
Pared rellano	2.45	0.4234	10	10.373
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065

$Q_t = 211.521 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 21.152 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 29.449 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 126.794 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 359.467 \text{ W}$

Habitación: **VESTÍBULO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Puerta madera	1.664	1.37	10	22.797

$Q_t = 22.797 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 2.28 \text{ W}$



Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 13.083 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 22.532 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_S + Q_R = 47.609 \text{ W}$

Habitación: **ASEO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared rellano	4.165	0.4234	10	17.635

$$Q_t = 17.635 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 3.527 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 6.7865 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 35.064 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_S + Q_R = 56.226 \text{ W}$



**1ª Planta
Vivienda D**

Habitación: **BAÑO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared rellano	4.4345	0.4234	10	18.776

$Q_t = 18.776\text{W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 20 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 3.755\text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 9.996 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 51.646\text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 74.177\text{ W}$

Habitación: **COCINA**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	2.787	0.4125	25	28.741
Puerta terraza	2.08	2.403	25	124.956

$Q_t = 153.697\text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 15 %
 Factor suplementos: 15 %



$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 23.055 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 19.649 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 253.8 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 430.552 \text{ W}$

Habitación: **SALÓN-COMEDOR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	4.599	0.4125	25	47.427
Ventana	2.6075	2.403	25	156.646
Pared rellano	7.84	0.4234	10	33.195
Puente térmico 1	0.735	0.8297	25	15.246

$$Q_t = 252.514 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 50.503 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 42.7525 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 184.073 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 487.09 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 1**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	5.209	0.4125	25	53.718
Ventana	2.4138	2.403	25	145.009
Puente térmico 1	0.735	0.8297	25	15.246



$$Q_t = 213.973 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 21.397 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 28.224 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 121.52 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 356.89 \text{ W}$

Habitación: **VESTÍBULO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared rellano	6.1025	0.4234	10	25.838
Puerta madera	1.664	1.37	10	22.797

$$Q_t = 48.635 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 4.864 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 12.201 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 21.013 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 74.512 \text{ W}$



1ª Planta
Vivienda E

Habitación: **BAÑO**

Pérdidas por transmisión

$$Q_t = 0 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
Intermitencia de uso: 20 %
Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 0 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 11.221 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 0 = 0 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 0 \text{ W}$

Habitación: **COCINA**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.106	0.4125	25	32.031
Puerta terraza	2.08	2.403	25	124.956

$$Q_t = 156.987 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación O: 5%
Intermitencia de uso: 15 %
Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 31.397 \text{ W}$$



Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 19.4285 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 250.951 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_s + Q_R = 439.335 \text{ W}$

Habitación: **SALÓN-COMEDOR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	6.801	0.4125	25	70.135
Pared exterior	10.466	0.379	25	99.165
Ventana	2.4138 x 3	2.403	25	435.027
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065
Puente térmico 2	0.98 x 2	0.8297	25	40.6553

$Q_t = 661.048 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación O: 5%
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 25 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 165.262 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 54.929 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 236.5 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_s + Q_R = 1062.81 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 1**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	2.832	0.4125	25	29.205
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065

$Q_t = 190.279 \text{ W}$



Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 19.028 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.7495 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 110.866 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 320.173 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 2**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.469	0.4125	25	35.774
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01

$$Q_t = 180.783 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 18.078 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.9945 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 111.921 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 310.782 \text{ W}$



Habitación: **DORMITORIO 3**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.886	0.4125	25	40.074
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01
Pared rellano	2.45	0.4234	10	10.373
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065

Qt = 211.521 W

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

Qs= Qt · Fs= 21.152 W

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 29.449 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 126.794 \text{ W}$

Total pérdidas: Qo = Qt + Qs + QR= 359.467 W

Habitación: **VESTÍBULO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Puerta madera	1.664	1.37	10	22.797

Qt = 22.797 W

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

Qs= Qt · Fs= 2.28 W



Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 13.083 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 22.532 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_S + Q_R = 47.609 \text{ W}$

Habitación: **ASEO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared rellano	4.165	0.4234	10	17.635

$$Q_t = 17.635 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 3.527 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 6.7865 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 35.064 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_S + Q_R = 56.226 \text{ W}$



**1ª Planta
Vivienda F**

Habitación: **BAÑO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared rellano	3.92	0.4234	10	16.597
Suelo trasteros	4.58	0.4014	10	18.384

$Q_t = 34.981 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 20 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 34.981 \cdot 0.2 = 6.996 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 11.221 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 57.975 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 99.952 \text{ W}$

Habitación: **COCINA**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.106	0.4125	25	32.031
Suelo trateros	8.95	0.4014	10	35.925
Puerta exterior	2.08	2.414	25	125.528
Puente térmico 2	0.98	0.8297	25	20.328

$Q_t = 213.812 \text{ W}$



Pérdidas por suplementos

Orientación O: 10%
 Intermitencia de uso: 15 %
 Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 42.762 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 21.9275 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 283.23 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 539.804 \text{ W}$

Habitación: **SALÓN-COMEDOR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	17.302	0.4125	25	178.427
Suelo exterior	7.695	0.478	25	91.955
Suelo trasteros	13.115	0.4014	10	52.644
Ventana	2.4138 x 2	2.403	25	290.018
Puente térmico 1	0.735 x 2	0.8743	25	32.131
Puente térmico 2	0.98	0.8297	25	20.327

$$Q_t = 665.502 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 35 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 232.926 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 50.9845 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 219.517 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 1117.945 \text{ W}$



Habitación: **DORMITORIO 1**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	5.895	0.379	25	55.855
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01
Suelo trasteros	10.32	0.4014	10	41.424

$$Q_t = 242.289 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 25%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 60.572 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.284 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 108.862 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 411.723 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 2**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	6.556	0.379	25	62.118
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01
Suelo trasteros	10.38	0.4014	10	41.665
Pared rellano	7.35	0.4234	10	31.12

$$Q_t = 279.913 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 25%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 69.978 \text{ W}$$



Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.431 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 109.495 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 459.386 \text{ W}$

Habitación: **VESTÍBULO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Suelo trasteros	2.99	0.4014	10	12.002
Puerta madera	1.664	1.37	10	22.797
Pared rellano	4.9	0.4234	10	20.747

$$Q_t = 55.546 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 5.55 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 7.3255 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 12.616 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 73.712 \text{ W}$

Habitación: **PASO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Suelo trasteros	4.3	0.4014	10	17.26

$$Q_t = 17.26 \text{ W}$$



Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 1.726 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 10.535 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 18.144 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 37.13 \text{ W}$



2ª Planta
Vivienda A

Habitación: **BAÑO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	2.912	0.4125	25	30.03
Ventana	1.1175	2.403	25	67.134

$Q_t = 97.164 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
Intermitencia de uso: 20 %
Factor suplementos: 35 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 85.472 \times 0.2 = 34.007 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 11.368 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 146.837 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 278.008 \text{ W}$

Habitación: **COCINA**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	2.738	0.4125	25	28.236
Puerta exterior	2.08	2.403	25	124.956
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065

$Q_t = 169.257 \text{ W}$



Pérdidas por suplementos

Orientación S: 15%
 Intermitencia de uso: 15 %
 Factor suplementos: 30 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 50.777 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 17.15 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 221.521 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 441.555 \text{ W}$

Habitación: **SALÓN-COMEDOR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	4.302	0.4125	25	44.364
Pared portal	20.3595	0.4234	10	86.202
Puerta terraza	3.64	2.403	25	218.673
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065

$$Q_t = 365.304 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 35 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 127.856 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 40.8415 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 175.845 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 669.005 \text{ W}$



Habitación: **DORMITORIO 1**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	4.553	0.4125	25	46.953
Puerta portal	6.223	0.4234	10	26.348
Ventana	1.49	2.403	25	89.512
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065

Qt = 178.878 W

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 25%

Qs= Qt · Fs= 44.719 W

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 30.6985 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 132.174 \text{ W}$

Total pérdidas: Qo = Qt + Qs + QR= 355.771 W

Habitación: **VESTÍBULO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared rellano	7.499	0.4234	10	31.751
Puerta madera	1.664	1.37	10	22.797

Qt = 54.548 W

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

Qs= Qt · Fs= 5.455 W



Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 13.867 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 23.882 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 83.885 \text{ W}$



2ª Planta
Vivienda B

Habitación: **BAÑO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared rellano	3.92	0.4234	10	16.597

$Q_t = 16.597 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
Intermitencia de uso: 20 %
Factor suplementos: 20 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 3.319 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 11.221 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 57.975 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 77.891 \text{ W}$

Habitación: **COCINA**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.106	0.4125	25	32.031
Puerta exterior	2.08	2.414	25	125.528
Puente térmico 2	0.98	0.8297	25	20.328

$Q_t = 177.887 \text{ W}$



Pérdidas por suplementos

Orientación E: 10%
 Intermitencia de uso: 15 %
 Factor suplementos: 25 %
 $Q_s = Q_t \cdot F_s = 44.469 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 21.9275 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 283.23 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 505.586 \text{ W}$

Habitación: **SALÓN-COMEDOR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	17.302	0.4125	25	178.427
Ventana	2.4138 x 2	2.403	25	290.018
Puente térmico 1	0.735 x 2	0.8743	25	32.131
Puente térmico 2	0.98	0.8297	25	20.327

$$Q_t = 520.903 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 35 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 182.316 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 50.9845 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 219.517 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 922.736 \text{ W}$



Habitación: **DORMITORIO 1**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	5.895	0.379	25	55.855
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01

$Q_t = 200.865 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 25%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 50.216 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.284 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 108.862 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 359.943 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 2**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	6.556	0.379	25	62.118
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01

$Q_t = 207.127 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 25%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 51.782 \text{ W}$



Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.431 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 109.495 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_S + Q_R = 368.404 \text{ W}$

Habitación: **VESTÍBULO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Puerta madera	1.664	1.37	10	22.797

$$Q_t = 22.797 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_S = Q_t \cdot F_s = 2.28 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 7.3255 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 12.616 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_S + Q_R = 37.693 \text{ W}$



2ª Planta
Vivienda C

Habitación: **BAÑO**

Pérdidas por transmisión

$$Q_t = 0 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
Intermitencia de uso: 20 %
Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 0 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 11.221 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 0 = 0 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 0 \text{ W}$

Habitación: **COCINA**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m²)	U(W/m² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.106	0.4125	25	32.031
Puerta terraza	2.08	2.403	25	124.956

$$Q_t = 156.987 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación E: 10%
Intermitencia de uso: 15 %
Factor suplementos: 25 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 39.247 \text{ W}$$



Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 19.4285 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 250.951 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_s + Q_R = 447.185 \text{ W}$

Habitación: **SALÓN-COMEDOR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	6.801	0.4125	25	70.135
Pared exterior	10.466	0.379	25	99.165
Ventana	2.4138 x 3	2.403	25	435.027
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065
Puente térmico 2	0.98 x 2	0.8297	25	40.6553

$Q_t = 661.048 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación E: 10%
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 30 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 198.314 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 54.929 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 236.5 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_s + Q_R = 1095.862 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 1**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	2.832	0.4125	25	29.205
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065

$Q_t = 190.279 \text{ W}$



Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 19.028 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.7495 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 110.866 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 320.173 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 2**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.469	0.4125	25	35.774
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01

$$Q_t = 180.783 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 18.078 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.9945 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 111.921 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 310.782 \text{ W}$



Habitación: **DORMITORIO 3**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.886	0.4125	25	40.074
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01
Pared rellano	2.45	0.4234	10	10.373
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065

Qt = 211.521 W

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

Qs= Qt · Fs= 21.152 W

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 29.449 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 126.794 \text{ W}$

Total pérdidas: Qo = Qt + Qs + QR= 359.467 W

Habitación: **VESTÍBULO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Puerta madera	1.664	1.37	10	22.797

Qt = 22.797 W

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

Qs= Qt · Fs= 2.28 W



Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 13.083 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 22.532 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_S + Q_R = 47.609 \text{ W}$

Habitación: **ASEO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared rellano	4.165	0.4234	10	17.635

$$Q_t = 17.635 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 3.527 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 6.7865 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 35.064 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_S + Q_R = 56.226 \text{ W}$



2ª Planta
Vivienda D

Habitación: **BAÑO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared rellano	4.4345	0.4234	10	18.776

$Q_t = 18.776\text{W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
Intermitencia de uso: 20 %
Factor suplementos: 20 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 3.755\text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 9.996 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 51.646\text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 74.177\text{ W}$

Habitación: **COCINA**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	2.787	0.4125	25	28.741
Puerta terraza	2.08	2.403	25	124.956

$Q_t = 153.697\text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
Intermitencia de uso: 15 %
Factor suplementos: 15 %



$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 23.055 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 19.649 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 253.8 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 430.552 \text{ W}$

Habitación: **SALÓN-COMEDOR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	4.599	0.4125	25	47.427
Ventana	2.6075	2.403	25	156.646
Pared rellano	7.84	0.4234	10	33.195
Puente térmico 1	0.735	0.8297	25	15.246

$$Q_t = 252.514 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 50.503 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 42.7525 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 184.073 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 487.09 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 1**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	5.209	0.4125	25	53.718
Ventana	2.4138	2.403	25	145.009
Puente térmico 1	0.735	0.8297	25	15.246



$$Q_t = 213.973 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 21.397 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 28.224 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 121.52 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 356.89 \text{ W}$

Habitación: **VESTÍBULO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared rellano	6.1025	0.4234	10	25.838
Puerta madera	1.664	1.37	10	22.797

$$Q_t = 48.635 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 4.864 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 12.201 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 21.013 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 74.512 \text{ W}$



2ª Planta
Vivienda E

Habitación: **BAÑO**

Pérdidas por transmisión

$$Q_t = 0 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
Intermitencia de uso: 20 %
Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 0 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 11.221 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 0 = 0 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 0 \text{ W}$

Habitación: **COCINA**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m²)	U(W/m² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.106	0.4125	25	32.031
Puerta terraza	2.08	2.403	25	124.956

$$Q_t = 156.987 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación O: 5%
Intermitencia de uso: 15 %
Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 31.397 \text{ W}$$



Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 19.4285 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 250.951 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_S + Q_R = 439.335 \text{ W}$

Habitación: **SALÓN-COMEDOR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	6.801	0.4125	25	70.135
Pared exterior	10.466	0.379	25	99.165
Ventana	2.4138 x 3	2.403	25	435.027
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065
Puente térmico 2	0.98 x 2	0.8297	25	40.6553

$Q_t = 661.048 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación O: 5%
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 25 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 165.262 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 54.929 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 236.5 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_S + Q_R = 1062.81 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 1**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	2.832	0.4125	25	29.205
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065



$$Q_t = 190.279 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 19.028 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.7495 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 110.866 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 320.173 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 2**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.469	0.4125	25	35.774
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01

$$Q_t = 180.783 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 18.078 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.9945 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 111.921 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 310.782 \text{ W}$



Habitación: **DORMITORIO 3**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.886	0.4125	25	40.074
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01
Pared rellano	2.45	0.4234	10	10.373
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065

$Q_t = 211.521 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 21.152 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 29.449 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 126.794 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 359.467 \text{ W}$

Habitación: **VESTÍBULO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Puerta madera	1.664	1.37	10	22.797

$Q_t = 22.797 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 2.28 \text{ W}$



Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 13.083 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 22.532 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_S + Q_R = 47.609 \text{ W}$

Habitación: **ASEO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared rellano	4.165	0.4234	10	17.635

$$Q_t = 17.635 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 3.527 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 6.7865 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 35.064 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_S + Q_R = 56.226 \text{ W}$



2ª Planta
Vivienda F

Habitación: **BAÑO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared rellano	3.92	0.4234	10	16.597

$Q_t = 16.597 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
Intermitencia de uso: 20 %
Factor suplementos: 20 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 3.319 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 11.221 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 57.975 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 77.891 \text{ W}$

Habitación: **COCINA**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.106	0.4125	25	32.031
Puerta exterior	2.08	2.414	25	125.528
Puente térmico 2	0.98	0.8297	25	20.328

$Q_t = 177.887 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación O: 5%
Intermitencia de uso: 15 %
Factor suplementos: 20 %



$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 35.575 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 21.9275 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 283.23 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 496.692 \text{ W}$

Habitación: **SALÓN-COMEDOR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	17.302	0.4125	25	178.427
Ventana	2.4138 x 2	2.403	25	290.018
Puente térmico 1	0.735 x 2	0.8743	25	32.131
Puente térmico 2	0.98	0.8297	25	20.327

$$Q_t = 520.903 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 35 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 182.316 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 50.9845 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 219.517 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 922.736 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 1**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	5.895	0.379	25	55.855
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01

$$Q_t = 200.865 \text{ W}$$



Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 25%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 50.216 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.284 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 108.862 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 359.943 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 2**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	6.556	0.379	25	62.118
Ventana	2.4138	2.403	25	145.009
Pared rellano	7.35	0.4234	10	31.12

$$Q_t = 238.247 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 25%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 59.562 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.431 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 109.495 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 407.304 \text{ W}$



Habitación: **VESTÍBULO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Puerta madera	1.664	1.37	10	22.797
Pared rellano	4.9	0.4234	10	20.747

$$Q_t = 43.544 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 4.354 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 7.3255 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 12.616 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 60.514 \text{ W}$

Habitación: **PASO**

Pérdidas por transmisión

$$Q_t = 0 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 0 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 10.535 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 0 = 0 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 0 \text{ W}$



3ª Planta
Vivienda A

Habitación: **BAÑO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	2.912	0.4125	25	30.03
Ventana	1.1175	2.403	25	67.134

$Q_t = 97.164 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
Intermitencia de uso: 20 %
Factor suplementos: 35 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 85.472 \times 0.2 = 34.007 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 11.368 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 146.837 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 278.008 \text{ W}$

Habitación: **COCINA**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	2.738	0.4125	25	28.236
Puerta exterior	2.08	2.403	25	124.956
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065

$Q_t = 169.257 \text{ W}$



Pérdidas por suplementos

Orientación S: 15%
 Intermitencia de uso: 15 %
 Factor suplementos: 30 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 50.777 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 17.15 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 221.521 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 441.555 \text{ W}$

Habitación: **SALÓN-COMEDOR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	4.302	0.4125	25	44.364
Pared portal	20.3595	0.4234	10	86.202
Puerta terraza	3.64	2.403	25	218.673
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065

$$Q_t = 365.304 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 35 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 127.856 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 40.8415 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 175.845 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 669.005 \text{ W}$



Habitación: **DORMITORIO 1**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m²)	U(W/m² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	4.553	0.4125	25	46.953
Puerta portal	6.223	0.4234	10	26.348
Ventana	1.49	2.403	25	89.512
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065

$Q_t = 178.878 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 25%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 44.719 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 30.6985 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 132.174 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 355.771 \text{ W}$

Habitación: **VESTÍBULO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m²)	U(W/m² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared rellano	7.499	0.4234	10	31.751
Puerta madera	1.664	1.37	10	22.797

$Q_t = 54.548 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 5.455 \text{ W}$



Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 13.867 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 23.882 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 83.885 \text{ W}$



3ª Planta
Vivienda B

Habitación: **BAÑO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared rellano	3.92	0.4234	10	16.597

$$Q_t = 16.597 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
Intermitencia de uso: 20 %
Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 3.319 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 11.221 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 57.975 \text{ W}$$

$$\text{Total pérdidas: } Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 77.891 \text{ W}$$

Habitación: **COCINA**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.106	0.4125	25	32.031
Puerta exterior	2.08	2.414	25	125.528
Puente térmico 2	0.98	0.8297	25	20.328

$$Q_t = 177.887 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación E: 10%
Intermitencia de uso: 15 %
Factor suplementos: 25 %



$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 44.469 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 21.9275 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 283.23 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 505.586 \text{ W}$

Habitación: **SALÓN-COMEDOR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	17.302	0.4125	25	178.427
Ventana	2.4138 x 2	2.403	25	290.018
Puente térmico 1	0.735 x 2	0.8743	25	32.131
Puente térmico 2	0.98	0.8297	25	20.327

$$Q_t = 520.903 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 35 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 182.316 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 50.9845 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 219.517 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 922.736 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 1**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	5.895	0.379	25	55.855
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01

$$Q_t = 200.865 \text{ W}$$



Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 25%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 50.216 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.284 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 108.862 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 359.943 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 2**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	6.556	0.379	25	62.118
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01

$$Q_t = 207.127 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 25%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 51.782 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.431 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 109.495 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 368.404 \text{ W}$



Habitación: **VESTÍBULO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m²)	U(W/m² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Puerta madera	1.664	1.37	10	22.797

$$Q_t = 22.797 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 2.28 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 7.3255 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 12.616 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 37.693 \text{ W}$



3ª Planta
Vivienda C

Habitación: **BAÑO**

Pérdidas por transmisión

$$Q_t = 0 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
Intermitencia de uso: 20 %
Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 0 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 11.221 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 0 = 0 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 0 \text{ W}$

Habitación: **COCINA**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.106	0.4125	25	32.031
Puerta terraza	2.08	2.403	25	124.956

$$Q_t = 156.987 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación E: 10%
Intermitencia de uso: 15 %
Factor suplementos: 25 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 39.247 \text{ W}$$



Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 19.4285 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 250.951 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_s + Q_R = 447.185 \text{ W}$

Habitación: **SALÓN-COMEDOR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	6.801	0.4125	25	70.135
Pared exterior	10.466	0.379	25	99.165
Ventana	2.4138 x 3	2.403	25	435.027
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065
Puente térmico 2	0.98 x 2	0.8297	25	40.6553

$Q_t = 661.048 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación E: 10%
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 30 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 198.314 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 54.929 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 236.5 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_s + Q_R = 1095.862 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 1**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	2.832	0.4125	25	29.205
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065

$Q_t = 190.279 \text{ W}$



Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 19.028 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.7495 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 110.866 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 320.173 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 2**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.469	0.4125	25	35.774
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01

$$Q_t = 180.783 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 18.078 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.9945 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 111.921 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 310.782 \text{ W}$



Habitación: **DORMITORIO 3**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.886	0.4125	25	40.074
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01
Pared rellano	2.45	0.4234	10	10.373
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065

$Q_t = 211.521 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 21.152 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 29.449 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 126.794 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 359.467 \text{ W}$

Habitación: **VESTÍBULO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Puerta madera	1.664	1.37	10	22.797

$Q_t = 22.797 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 2.28 \text{ W}$



Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 13.083 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 22.532 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_S + Q_R = 47.609 \text{ W}$

Habitación: **ASEO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared rellano	4.165	0.4234	10	17.635

$$Q_t = 17.635 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 3.527 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 6.7865 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 35.064 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_S + Q_R = 56.226 \text{ W}$



3ª Planta
Vivienda D

Habitación: **BAÑO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared rellano	4.4345	0.4234	10	18.776

$Q_t = 18.776\text{W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
Intermitencia de uso: 20 %
Factor suplementos: 20 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 3.755\text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 9.996 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 51.646\text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 74.177\text{ W}$

Habitación: **COCINA**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	2.787	0.4125	25	28.741
Puerta terraza	2.08	2.403	25	124.956

$Q_t = 153.697\text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
Intermitencia de uso: 15 %
Factor suplementos: 15 %



$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 23.055 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 19.649 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 253.8 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 430.552 \text{ W}$

Habitación: **SALÓN-COMEDOR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	4.599	0.4125	25	47.427
Ventana	2.6075	2.403	25	156.646
Pared rellano	7.84	0.4234	10	33.195
Puente térmico 1	0.735	0.8297	25	15.246

$$Q_t = 252.514 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 50.503 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 42.7525 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 184.073 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 487.09 \text{ W}$



Habitación: **DORMITORIO 1**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	5.209	0.4125	25	53.718
Ventana	2.4138	2.403	25	145.009
Puente térmico 1	0.735	0.8297	25	15.246

$Q_t = 213.973 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 21.397 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 28.224 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 121.52 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 356.89 \text{ W}$

Habitación: **VESTÍBULO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared rellano	6.1025	0.4234	10	25.838
Puerta madera	1.664	1.37	10	22.797

$Q_t = 48.635 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 4.864 \text{ W}$



Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 12.201 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 21.013 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 74.512 \text{ W}$



3ª Planta
Vivienda E

Habitación: **BAÑO**

Pérdidas por transmisión

$$Q_t = 0 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
Intermitencia de uso: 20 %
Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 0 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 11.221 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 0 = 0 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 0 \text{ W}$

Habitación: **COCINA**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.106	0.4125	25	32.031
Puerta terraza	2.08	2.403	25	124.956

$$Q_t = 156.987 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación O: 5%
Intermitencia de uso: 15 %
Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 31.397 \text{ W}$$



Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 19.4285 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 250.951 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_s + Q_R = 439.335 \text{ W}$

Habitación: **SALÓN-COMEDOR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	6.801	0.4125	25	70.135
Pared exterior	10.466	0.379	25	99.165
Ventana	2.4138 x 3	2.403	25	435.027
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065
Puente térmico 2	0.98 x 2	0.8297	25	40.6553

$Q_t = 661.048 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación O: 5%
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 25 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 165.262 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 54.929 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 236.5 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_s + Q_R = 1062.81 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 1**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	2.832	0.4125	25	29.205
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065

$Q_t = 190.279 \text{ W}$



Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 19.028 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.7495 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 110.866 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 320.173 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 2**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.469	0.4125	25	35.774
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01

$$Q_t = 180.783 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 18.078 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.9945 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 111.921 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 310.782 \text{ W}$



Habitación: **DORMITORIO 3**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.886	0.4125	25	40.074
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01
Pared rellano	2.45	0.4234	10	10.373
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065

$Q_t = 211.521 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 21.152 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 29.449 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 126.794 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 359.467 \text{ W}$

Habitación: **VESTÍBULO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Puerta madera	1.664	1.37	10	22.797

$Q_t = 22.797 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 2.28 \text{ W}$



Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 13.083 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 22.532 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_S + Q_R = 47.609 \text{ W}$

Habitación: **ASEO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared rellano	4.165	0.4234	10	17.635

$$Q_t = 17.635 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 3.527 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 6.7865 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 35.064 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_S + Q_R = 56.226 \text{ W}$



3ª Planta
Vivienda F

Habitación: **BAÑO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared rellano	3.92	0.4234	10	16.597

$Q_t = 16.597 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
Intermitencia de uso: 20 %
Factor suplementos: 20 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 3.319 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 11.221 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 57.975 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 77.891 \text{ W}$

Habitación: **COCINA**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.106	0.4125	25	32.031
Puerta exterior	2.08	2.414	25	125.528
Puente térmico 2	0.98	0.8297	25	20.328

$Q_t = 177.887 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación O: 5%
Intermitencia de uso: 15 %
Factor suplementos: 20 %



$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 35.575 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 21.9275 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 283.23 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 496.692 \text{ W}$

Habitación: **SALÓN-COMEDOR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	17.302	0.4125	25	178.427
Ventana	2.4138 x 2	2.403	25	290.018
Puente térmico 1	0.735 x 2	0.8743	25	32.131
Puente térmico 2	0.98	0.8297	25	20.327

$$Q_t = 520.903 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 35 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 182.316 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 50.9845 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 219.517 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 922.736 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 1**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	5.895	0.379	25	55.855
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01

$$Q_t = 200.865 \text{ W}$$



Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 25%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 50.216 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.284 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 108.862 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 359.943 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 2**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	6.556	0.379	25	62.118
Ventana	2.4138	2.403	25	145.009
Pared rellano	7.35	0.4234	10	31.12

$$Q_t = 238.247 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 25%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 59.562 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.431 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 109.495 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 407.304 \text{ W}$



Habitación: **VESTÍBULO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Puerta madera	1.664	1.37	10	22.797
Pared rellano	4.9	0.4234	10	20.747

$$Q_t = 43.544 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 4.354 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 7.3255 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 12.616 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 60.514 \text{ W}$

Habitación: **PASO**

Pérdidas por transmisión

$$Q_t = 0 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 0 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 10.535 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 0 = 0 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 0 \text{ W}$



**4ª Planta
Vivienda A**

Habitación: **BAÑO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	2.912	0.4125	25	30.03
Ventana	1.1175	2.403	25	67.134
Cubierta	4.64	0.238	10	11.071

$Q_t = 108.235 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 35 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 37.882 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 11.368 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 146.837 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 292.954 \text{ W}$

Habitación: **COCINA**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	2.738	0.4125	25	28.236
Puerta exterior	2.08	2.403	25	124.956
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065
Cubierta	7	0.2386	10	16.702

$Q_t = 185.959 \text{ W}$



Pérdidas por suplementos

Orientación S: 15%
 Intermitencia de uso: 15 %
 Factor suplementos: 30 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 55.788 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 17.15 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 221.521 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 463.268 \text{ W}$

Habitación: **SALÓN-COMEDOR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	4.302	0.4125	25	44.364
Pared portal	20.3595	0.4234	10	86.202
Puerta terraza	3.64	2.403	25	218.673
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065
Cubierta	16.67	0.2386	10	39.775

$$Q_t = 405.079 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 35 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 141.778 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 40.8415 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 175.845 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 722.702 \text{ W}$



Habitación: **DORMITORIO 1**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	4.553	0.4125	25	46.953
Puerta portal	6.223	0.4234	10	26.348
Ventana	1.49	2.403	25	89.512
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065
Cubierta	12.53	0.2386	10	29.897

$Q_t = 208.775 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 25%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 52.194 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 30.6985 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 132.174 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 393.143 \text{ W}$

Habitación: **VESTÍBULO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared rellano	7.499	0.4234	10	31.751
Puerta madera	1.664	1.37	10	22.797
Cubierta	5.66	0.2386	10	13.505

$Q_t = 68.053 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 6.805 \text{ W}$



Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 13.867 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 23.882 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 98.74 \text{ W}$



4ª Planta
Vivienda B

Habitación: **BAÑO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared rellano	3.92	0.4234	10	16.597
Cubierta	4.58	0.2386	10	10.928

$Q_t = 27.525 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
Intermitencia de uso: 20 %
Factor suplementos: 20 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 5.505 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 11.221 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 57.975 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 91.005 \text{ W}$

Habitación: **COCINA**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.106	0.4125	25	32.031
Puerta exterior	2.08	2.414	25	125.528
Puente térmico 2	0.98	0.8297	25	20.328
Cubierta	8.95	0.2386	10	21.355

$Q_t = 199.242 \text{ W}$



Pérdidas por suplementos

Orientación E: 10%
 Intermitencia de uso: 15 %
 Factor suplementos: 25 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 49.811 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 21.9275 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 283.23 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 532.283 \text{ W}$

Habitación: **SALÓN-COMEDOR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	17.302	0.4125	25	178.427
Ventana	2.4138 x 2	2.403	25	290.018
Puente térmico 1	0.735 x 2	0.8743	25	32.131
Puente térmico 2	0.98	0.8297	25	20.327
Cubierta	20.81	0.2386	10	49.653

$$Q_t = 570.556 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 35 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 199.695 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 50.9845 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 219.517 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 989.768 \text{ W}$



Habitación: **DORMITORIO 1**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	5.895	0.379	25	55.855
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01
Cubierta	10.32	0.2386	10	24.624

$Q_t = 225.489 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 25%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 56.372 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.284 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 108.862 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 390.723 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 2**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	6.556	0.379	25	62.118
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01
Cubierta	10.38	0.2386	10	24.767

$Q_t = 231.894 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 25%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 57.974 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.431 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 109.495 \text{ W}$$

$$\text{Total pérdidas: } Q_O = Q_t + Q_S + Q_R = \mathbf{399.363 \text{ W}}$$

 Habitación: **VESTÍBULO**
Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Puerta madera	1.664	1.37	10	22.797
Cubierta	2.99	0.2386	10	7.134

$$Q_t = 29.931 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%

Intermittencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%

$$Q_S = Q_t \cdot F_s = 2.993 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 7.3255 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 12.616 \text{ W}$$

$$\text{Total pérdidas: } Q_O = Q_t + Q_S + Q_R = \mathbf{45.54 \text{ W}}$$

 Habitación: **PASO**
Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Cubierta	4.3	0.2386	10	10.26

$$Q_t = 10.26 \text{ W}$$



Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 1.026 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 10.535 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 18.144 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 29.43 \text{ W}$



4ª Planta
Vivienda C

Habitación: **BAÑO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Cubierta	4	0.2386	10	9.544

$Q_t = 9.544 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
Intermitencia de uso: 20 %
Factor suplementos: 20 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 1.909 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 9.8 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 50.633 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 62.086 \text{ W}$

Habitación: **COCINA**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.106	0.4125	25	32.031
Puerta terraza	2.08	2.403	25	124.956
Cubierta	7.93	0.2386	10	18.921

$Q_t = 175.908 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación E: 10%
Intermitencia de uso: 15 %
Factor suplementos: 25 %



$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 43.977 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 19.4285 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 250.951 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 470.836 \text{ W}$

Habitación: **SALÓN-COMEDOR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	6.801	0.4125	25	70.135
Pared exterior	10.466	0.379	25	99.165
Ventana	2.4138 x 3	2.403	25	435.027
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065
Puente térmico 2	0.98 x 2	0.8297	25	40.6553
Cubierta	22.42	0.2386	10	53.494

$$Q_t = 714.542 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación E: 10%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 30 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 214.363 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 54.929 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 236.5 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 1165.405 \text{ W}$



Habitación: **DORMITORIO 1**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	2.832	0.4125	25	29.205
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065
Cubierta	10.51	0.2386	10	25.077

$Q_t = 215.356 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 21.536 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.7495 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 110.866 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 347.758 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 2**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.469	0.4125	25	35.774
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01
Cubierta	10.61	0.2386	10	25.315

$Q_t = 206.098 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 20.61 \text{ W}$



Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.9945 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 111.921 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 338.629 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 3**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.886	0.4125	25	40.074
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01
Pared rellano	2.45	0.4234	10	10.373
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065
Cubierta	12.02	0.2386	10	28.68

$$Q_t = 240.201 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 24.02 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 29.449 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 126.794 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 391.015 \text{ W}$

Habitación: **VESTÍBULO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Puerta madera	1.664	1.37	10	22.797
Cubierta	5.34	0.2386	10	12.741



$$Q_t = 35.538 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 3.554 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 13.083 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 22.532 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 61.624 \text{ W}$

Habitación: **ASEO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared rellano	4.165	0.4234	10	17.635
Cubierta	2.77	0.2386	10	6.609

$$Q_t = 24.244 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 20%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 4.849 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 6.7865 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 35.064 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_v = 64.157 \text{ W}$



Habitación: **PASO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m²)	U(W/m² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Cubierta	2.41	0.2386	10	5.75

$$Q_t = 5.75 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 0.575 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 5.905 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 10.169 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 16.494 \text{ W}$



**4ª Planta
Vivienda D**

Habitación: **BAÑO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared rellano	4.4345	0.4234	10	18.776
Cubierta	4.08	0.2386	10	9.735

$Q_t = 28.511 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 20 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 5.702 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 9.996 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 51.646 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 85.859 \text{ W}$

Habitación: **COCINA**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	2.787	0.4125	25	28.741
Puerta terraza	2.08	2.403	25	124.956
Cubierta	8.02	0.2386	10	19.136

$Q_t = 172.833 \text{ W}$



Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 15 %
 Factor suplementos: 15 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 25.925 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 19.649 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 253.8 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 452.558 \text{ W}$

Habitación: **SALÓN-COMEDOR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	4.599	0.4125	25	47.427
Ventana	2.6075	2.403	25	156.646
Pared rellano	7.84	0.4234	10	33.195
Puente térmico 1	0.735	0.8297	25	15.246
Cubierta	17.45	0.2386	10	41.636

$$Q_t = 294.15 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 58.83 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 42.7525 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 184.073 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 537.053 \text{ W}$



Habitación: **DORMITORIO 1**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	5.209	0.4125	25	53.718
Ventana	2.4138	2.403	25	145.009
Puente térmico 1	0.735	0.8297	25	15.246
Cubierta	11.52	0.2386	10	27.487

Qt = 241.46 W

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

Qs= Qt · Fs= 24.146 W

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 28.224 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 121.52 \text{ W}$

Total pérdidas: Qo = Qt + Qs + QR= 387.126 W

Habitación: **VESTÍBULO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared rellano	6.1025	0.4234	10	25.838
Puerta madera	1.664	1.37	10	22.797
Cubierta	4.98	0.2386	10	11.882

Qt = 60.517 W

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

Qs= Qt · Fs= 6.052 W



Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 12.201 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 21.013 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 87.582 \text{ W}$



4ª Planta
Vivienda E

Habitación: **BAÑO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Cubierta	4	0.2386	10	9.544

$Q_t = 9.544 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
Intermitencia de uso: 20 %
Factor suplementos: 20 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 1.909 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 9.8 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 50.633 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 62.086 \text{ W}$

Habitación: **COCINA**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.106	0.4125	25	32.031
Puerta terraza	2.08	2.403	25	124.956
Cubierta	7.93	0.2386	10	18.921

$Q_t = 175.908 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación O: 5%
Intermitencia de uso: 15 %
Factor suplementos: 20 %



$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 35.182 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 19.4285 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 250.951 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 462.041 \text{ W}$

Habitación: **SALÓN-COMEDOR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	6.801	0.4125	25	70.135
Pared exterior	10.466	0.379	25	99.165
Ventana	2.4138 x 3	2.403	25	435.027
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065
Puente térmico 2	0.98 x 2	0.8297	25	40.6553
Cubierta	22.42	0.2386	10	53.494

$$Q_t = 714.542 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación O: 5%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 25 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 178.636 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 54.929 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 236.5 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 1129.678 \text{ W}$



Habitación: **DORMITORIO 1**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	2.832	0.4125	25	29.205
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065
Cubierta	10.51	0.2386	10	25.077

$Q_t = 215.356 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 21.536 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.7495 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 110.866 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 347.758 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 2**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.469	0.4125	25	35.774
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01
Cubierta	10.61	0.2386	10	25.315

$Q_t = 206.098 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 20.61 \text{ W}$



Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.9945 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 111.921 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 338.629 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 3**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.886	0.4125	25	40.074
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01
Pared rellano	2.45	0.4234	10	10.373
Puente térmico 1	0.735	0.8743	25	16.065
Cubierta	12.02	0.2386	10	28.68

$$Q_t = 240.201 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 24.02 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 29.449 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 126.794 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 391.015 \text{ W}$

Habitación: **VESTÍBULO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Puerta madera	1.664	1.37	10	22.797
Cubierta	5.34	0.2386	10	12.741

$$Q_t = 35.538 \text{ W}$$



Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 3.554 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 13.083 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 22.532 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 61.624 \text{ W}$

Habitación: **ASEO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared rellano	4.165	0.4234	10	17.635
Cubierta	2.77	0.2386	10	6.609

$$Q_t = 24.244 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 20%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 4.849 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 6.7865 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 35.064 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 64.157 \text{ W}$



Habitación: **PASO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Cubierta	2.41	0.2386	10	5.75

$$Q_t = 5.75 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 0.575 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 5.905 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 10.169 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 16.494 \text{ W}$



4ª Planta
Vivienda F

Habitación: **BAÑO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared rellano	3.92	0.4234	10	16.597
Cubierta	4.58	0.2386	10	10.928

$Q_t = 27.525 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
Intermitencia de uso: 20 %
Factor suplementos: 20 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 5.505 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 11.221 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 57.975 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 91.005 \text{ W}$

Habitación: **COCINA**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	3.106	0.4125	25	32.031
Puerta exterior	2.08	2.414	25	125.528
Puente térmico 2	0.98	0.8297	25	20.328
Cubierta	8.95	0.2386	10	21.355

$Q_t = 199.232 \text{ W}$



Pérdidas por suplementos

Orientación O: 5%
 Intermitencia de uso: 15 %
 Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 39.846 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 21.9275 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 283.23 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 522.308 \text{ W}$

Habitación: **SALÓN-COMEDOR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	17.302	0.4125	25	178.427
Ventana	2.4138 x 2	2.403	25	290.018
Puente térmico 1	0.735 x 2	0.8743	25	32.131
Puente térmico 2	0.98	0.8297	25	20.327
Cubierta	20.81	0.2386	10	49.653

$$Q_t = 570.556 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 35 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 199.694 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 50.9845 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 219.517 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 989.767 \text{ W}$



Habitación: **DORMITORIO 1**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	5.895	0.379	25	55.855
Ventana	2.4138	2.403	25	145.01
Cubierta	10.32	0.2386	10	24.624

$Q_t = 225.489 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 25%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 56.372 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.284 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 108.862 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 390.723 \text{ W}$

Habitación: **DORMITORIO 2**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	6.556	0.379	25	62.118
Ventana	2.4138	2.403	25	145.009
Pared rellano	7.35	0.4234	10	31.12
Cubierta	10.38	0.2386	10	24.767

$Q_t = 263.014 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 25%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 65.753 \text{ W}$



Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 25.431 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 109.495 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_s + Q_R = 438.262 \text{ W}$

Habitación: **VESTÍBULO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Puerta madera	1.664	1.37	10	22.797
Pared rellano	4.9	0.4234	10	20.747
Cubierta	2.99	0.2386	10	7.134

$Q_t = 50.678 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación (interior): 0%
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10%

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 5.068 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 7.3255 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 12.616 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_s + Q_R = 68.362 \text{ W}$

Habitación: **PASO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Cubierta	4.3	0.2386	10	10.26

$Q_t = 10.26 \text{ W}$



Pérdidas por suplementos

Orientación S: 0%

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10%

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 1.026 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 10.535 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 18.144 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 29.43 \text{ W}$



2.4. ELECCIÓN DE LOS EMISORES DE CALOR

2.4.1. MÉTODO DE CÁLCULO

Una vez conocidas las necesidades caloríficas de cada habitáculo, se continuará con el cálculo de las dimensiones y características de los emisores que aportarán el calor necesario para ello.

Los emisores irán sujetos por soportes y no estarán alojados en ninguna cavidad, por lo que su factor de corrección será 1. Es por ello que la carga calorífica corregida será, en todos los casos, igual a la calculada.

Se calculará el número de elementos que compondrá cada conjunto de emisores. Se va a realizar para un salto térmico de 60°C.

Para la realización del proyecto se ha optado por radiadores ROCA de aluminio, cuyo modelo es el DUBAL. Dentro de este modelo se ha cogido:

DUBAL 30 (70.5 Kcal/h = 81.98 W)

Por último se calcula la potencia final ofrecida por el modelo de emisor elegido en base al número de elementos resultantes del cálculo y de la potencia calorífica final de cada elemento de dicho modelo.



2.4.2. CÁLCULO DE LOS EMISORES A INSTALAR

Una vez conocida la carga térmica de cada uno de los habitáculos de cada vivienda, se procede al dimensionado de los radiadores. Para ello se presentan las siguientes condiciones de trabajo:

t_e : Temperatura de entrada de fluido calefactor al radiador = 90 °C

t_s : Temperatura de salida de fluido calefactor al radiador = 70 °C

t_m : Temperatura media del radiador = $(90 + 70)/2 = 80$ °C

t_a : Temperatura ambiente = 20 °C

La diferencia entre la temperatura de entrada y salida para una determinada temperatura ambiente es característica fundamental en el cálculo del salto térmico Δt de un radiador, ya que en función de este salto se dimensionará el radiador.

- Cuando $\Delta t_s / \Delta t_e \geq 0.7$ el salto térmico se determina mediante la media aritmética.

$$\Delta t = t_m - t_a$$

- Cuando $\Delta t_s / \Delta t_e < 0.7$ el salto térmico se determina mediante la media logarítmica.

$$\Delta t = \frac{t_e - t_s}{\ln \frac{\Delta t_e}{\Delta t_s}}$$

Donde

$$\Delta t_s = t_s - t_a$$

$$\Delta t_e = t_e - t_a$$

En nuestro caso,

$$\frac{70 - 20}{90 - 20} = 0.714 > 0.7 \Rightarrow \Delta t = 80 - 20 = 60 \text{ °C}$$



**Planta Baja
Vivienda A**

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
BAÑO	152.44	1.859 → 2	163.96
COCINA	325.538	3.97 → 4	327.92
SALÓN-COMEDOR	1020.762	12.45 → 13	1065.74
DORMITORIO 1	428.544	5.22 → 6	491.88
DORMITORIO 2	400.036	4.88 → 5	409.9
VESTÍBULO	122.855	1.749 → 2	163.96
PASO	20.55		

TOTAL 2623.36 W

**Planta Baja
Vivienda B**

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
BAÑO	105.016	1.28 → 2	163.96
ASEO	77.278	0.94 → 1	81.98
COCINA	251.236	3.065 → 4	327.92
SALÓN-COMEDOR	649.785	7.93 → 8	655.84
DORMITORIO 1	537.982	6.56 → 7	573.86
DORMITORIO 2	464.608	5.67 → 6	491.88
VESTÍBULO	58.839	0.98 → 1	81.98
PASO	21.155		

TOTAL 2377.42 W



**Planta Baja
Vivienda C**

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
BAÑO	105.016	1.28 → 2	163.96
COCINA	251.236	3.065 → 4	327.92
SALÓN-COMEDOR	649.785	7.93 → 8	655.84
DORMITORIO 1	537.982	6.56 → 7	573.86
DORMITORIO 2	464.608	5.67 → 6	491.88
VESTÍBULO	58.839	0.98 → 1	81.98
PASO	21.155		

TOTAL 2295.44 W

**1ª Planta
Vivienda A**

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
BAÑO	330.472	4.03 → 5	409.9
COCINA	509.652	6.21 → 7	573.86
SALÓN-COMEDOR	813.496	9.92 → 10	819.8
DORMITORIO 1	492.480	6.00 → 6	491.88
VESTÍBULO	108.876	1.33 → 2	163.96

TOTAL 2459.4 W



**1ª Planta
Vivienda B**

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
BAÑO	99.952	1.22 → 2	163.96
COCINA	550.495	6.61 → 7	573.86
SALÓN-COMEDOR	1117.945	13.64 → 14	1147.72
DORMITORIO 1	473.725	5.78 → 6	491.88
DORMITORIO 2	489.43	5.97 → 6	491.88
VESTÍBULO	50.895	1.07 → 2	163.96
PASO	37.13		

TOTAL 3033.26 W

**1ª Planta
Vivienda C**

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
BAÑO	0	-	-
COCINA	447.185	5.45 → 6	491.88
SALÓN-COMEDOR	1025.727	12.51 → 13	1065.74
DORMITORIO 1	320.173	3.91 → 4	327.92
DORMITORIO 2	310.782	3.79 → 4	327.92
DORMITORIO 3	359.467	4.39 → 5	409.9
ASEO	56.226	0.69 → 1	81.98
VESTÍBULO	47.609	0.58 → 1	81.98
PASO	0		

TOTAL 2787.32 W



**1ª Planta
Vivienda D**

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
BAÑO	74.177	0.90 → 1	81.98
COCINA	430.552	5.25 → 6	491.88
SALÓN-COMEDOR	487.09	5.94 → 6	491.88
DORMITORIO 1	356.89	4.35 → 5	409.9
VESTÍBULO	74.512	0.91 → 1	81.98

TOTAL 1557.62 W

**1ª Planta
Vivienda E**

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
BAÑO	0	-	-
COCINA	439.335	5.36 → 6	491.88
SALÓN-COMEDOR	1062.81	12.96 → 13	1065.74
DORMITORIO 1	320.173	3.91 → 4	327.92
DORMITORIO 2	310.782	3.79 → 4	327.92
DORMITORIO 3	359.467	4.39 → 5	409.9
ASEO	56.226	0.69 → 1	81.98
VESTÍBULO	47.609	0.58 → 1	81.98
PASO	0		

TOTAL 2787.32 W



**1ª Planta
Vivienda F**

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
BAÑO	99.952	1.22 → 2	163.96
COCINA	539.804	6.58 → 7	573.86
SALÓN-COMEDOR	1117.945	13.64 → 14	1147.72
DORMITORIO 1	411.723	5.02 → 6	491.88
DORMITORIO 2	459.385	5.60 → 6	491.88
VESTÍBULO	73.717	1.35 → 2	163.96
PASO	37.13		

TOTAL	3033.26 W
--------------	------------------

**2ª Planta
Vivienda A**

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
BAÑO	278.008	3.39 → 4	327.92
COCINA	441.555	5.39 → 6	491.88
SALÓN-COMEDOR	669.005	8.16 → 9	737.82
DORMITORIO 1	355.771	4.34 → 5	409.9
VESTÍBULO	83.885	1.02 → 2	163.96

TOTAL	2131.48 W
--------------	------------------



**2ª Planta
Vivienda B**

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
BAÑO	77.891	0.95 → 1	81.98
COCINA	505.586	6.17 → 7	573.86
SALÓN-COMEDOR	922.736	11.26 → 12	1147.72
DORMITORIO 1	359.943	4.39 → 5	491.88
DORMITORIO 2	368.404	4.49 → 5	491.88
VESTÍBULO	37.693	0.46 → 1	81.98
PASO	0		

TOTAL	2541.38 W
--------------	------------------

**2ª Planta
Vivienda C**

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
BAÑO	0	-	-
COCINA	447.185	5.45 → 6	491.88
SALÓN-COMEDOR	1025.727	12.51 → 13	1065.74
DORMITORIO 1	320.173	3.91 → 4	327.92
DORMITORIO 2	310.782	3.79 → 4	327.92
DORMITORIO 3	359.467	4.39 → 5	409.9
ASEO	56.226	0.69 → 1	81.98
VESTÍBULO	47.609	0.58 → 1	81.98
PASO	0		

TOTAL	2787.32 W
--------------	------------------



**2ª Planta
Vivienda D**

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
BAÑO	74.177	0.90 → 1	81.98
COCINA	430.552	5.25 → 6	491.88
SALÓN-COMEDOR	487.09	5.94 → 6	491.88
DORMITORIO 1	356.89	4.35 → 5	409.9
VESTÍBULO	74.512	0.91 → 1	81.98

TOTAL 1557.62 W

**2ª Planta
Vivienda E**

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
BAÑO	0	-	-
COCINA	439.335	5.36 → 6	491.88
SALÓN-COMEDOR	1062.81	12.96 → 13	1065.74
DORMITORIO 1	320.173	3.91 → 4	327.92
DORMITORIO 2	310.782	3.79 → 4	327.92
DORMITORIO 3	359.467	4.39 → 5	409.9
ASEO	56.226	0.69 → 1	81.98
VESTÍBULO	47.609	0.58 → 1	81.98
PASO	0		

TOTAL 2787.32 W



**2ª Planta
Vivienda F**

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
BAÑO	77.891	0.95 → 1	81.98
COCINA	496.682	6.06 → 7	573.86
SALÓN-COMEDOR	922.736	11.26 → 12	983.76
DORMITORIO 1	359.943	4.39 → 5	409.9
DORMITORIO 2	407.304	4.97 → 5	409.9
VESTÍBULO	47.898	0.58 → 1	81.98
PASO	0		

TOTAL	2541.38 W
--------------	------------------

**3ª Planta
Vivienda A**

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
BAÑO	278.008	3.39 → 4	327.92
COCINA	441.555	5.39 → 6	491.88
SALÓN-COMEDOR	669.005	8.16 → 9	737.82
DORMITORIO 1	355.771	4.34 → 5	409.9
VESTÍBULO	83.885	1.02 → 2	163.96

TOTAL	2131.48 W
--------------	------------------



**3ª Planta
Vivienda B**

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
BAÑO	77.891	0.95 → 1	81.98
COCINA	505.586	6.17 → 7	573.86
SALÓN-COMEDOR	922.736	11.26 → 12	1147.72
DORMITORIO 1	359.943	4.39 → 5	409.9
DORMITORIO 2	368.404	4.49 → 5	409.9
VESTÍBULO	37.693	0.46 → 1	81.98
PASO	0		

TOTAL	2541.38 W
--------------	------------------

**3ª Planta
Vivienda C**

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
BAÑO	0	-	-
COCINA	447.185	5.45 → 6	491.88
SALÓN-COMEDOR	1025.727	12.51 → 13	1065.74
DORMITORIO 1	320.173	3.91 → 4	327.92
DORMITORIO 2	310.782	3.79 → 4	327.92
DORMITORIO 3	359.467	4.39 → 5	409.9
ASEO	56.226	0.69 → 1	81.98
VESTÍBULO	47.609	0.58 → 1	81.98
PASO	0		

TOTAL	2787.32 W
--------------	------------------



**3ª Planta
Vivienda D**

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
BAÑO	74.177	0.90 → 1	81.98
COCINA	430.552	5.25 → 6	491.88
SALÓN-COMEDOR	487.09	5.94 → 6	491.88
DORMITORIO 1	356.89	4.35 → 5	409.9
VESTÍBULO	74.512	0.91 → 1	81.98

TOTAL 1557.62 W

**3ª Planta
Vivienda E**

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
BAÑO	0	-	-
COCINA	439.335	5.36 → 6	491.88
SALÓN-COMEDOR	1062.81	12.96 → 13	1065.74
DORMITORIO 1	320.173	3.91 → 4	327.92
DORMITORIO 2	310.782	3.79 → 4	327.92
DORMITORIO 3	359.467	4.39 → 5	409.9
ASEO	56.226	0.69 → 1	81.98
VESTÍBULO	47.609	0.58 → 1	81.98
PASO	0		

TOTAL 2787.32 W



**3ª Planta
Vivienda F**

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
BAÑO	77.891	0.95 → 1	81.98
COCINA	496.682	6.06 → 7	573.86
SALÓN-COMEDOR	922.736	11.26 → 12	983.76
DORMITORIO 1	359.943	4.39 → 5	409.9
DORMITORIO 2	407.304	4.97 → 5	409.9
VESTÍBULO	47.898	0.58 → 1	81.98
PASO	0		

TOTAL	2541.38 W
--------------	------------------

**4ª Planta
Vivienda A**

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
BAÑO	292.954	3.57 → 4	327.92
COCINA	463.268	5.65 → 6	491.88
SALÓN-COMEDOR	722.702	8.82 → 9	737.82
DORMITORIO 1	393.143	4.79 → 5	409.9
VESTÍBULO	98.740	1.2 → 2	163.96

TOTAL	2131.48 W
--------------	------------------



**4ª Planta
Vivienda B**

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
BAÑO	91.005	1.11 → 2	163.96
COCINA	532.283	6.49 → 7	573.86
SALÓN-COMEDOR	989.768	12.07 → 13	1065.74
DORMITORIO 1	390.723	4.77 → 5	409.9
DORMITORIO 2	399.363	4.87 → 5	409.9
VESTÍBULO	45.54	0.91 → 1	81.98
PASO	29.43		

TOTAL	2705.34 W
--------------	------------------

**4ª Planta
Vivienda C**

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
BAÑO	62.086	0.76 → 1	81.98
COCINA	470.836	5.74 → 6	491.88
SALÓN-COMEDOR	1165.74	14.22 → 15	1229.7
DORMITORIO 1	347.758	4.24 → 5	409.9
DORMITORIO 2	338.629	4.13 → 5	409.9
DORMITORIO 3	391.015	4.77 → 5	409.9
ASEO	64.157	0.78 → 1	81.98
VESTÍBULO	61.624	0.95 → 1	81.98
PASO	16.494		

TOTAL	3197.22 W
--------------	------------------



**4ª Planta
Vivienda D**

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
BAÑO	85.859	1.05 → 2	163.96
COCINA	452.558	5.52 → 6	491.88
SALÓN-COMEDOR	537.053	6.55 → 7	573.86
DORMITORIO 1	387.126	4.72 → 5	409.9
VESTÍBULO	87.582	1.07 → 2	163.96

TOTAL 1803.56 W

**4ª Planta
Vivienda E**

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
BAÑO	62.086	0.76 → 1	81.98
COCINA	462.041	5.64 → 6	491.88
SALÓN-COMEDOR	1129.678	13.78 → 14	1147.72
DORMITORIO 1	347.758	4.24 → 5	409.9
DORMITORIO 2	338.629	4.13 → 5	409.9
DORMITORIO 3	391.015	4.77 → 5	409.9
ASEO	64.157	0.78 → 1	81.98
VESTÍBULO	61.624	1.05 → 2	163.96
PASO	24.469		

TOTAL 3115.24 W



**4ª Planta
Vivienda F**

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
BAÑO	91.005	1.11 → 2	163.96
COCINA	522.308	6.37 → 7	573.86
SALÓN-COMEDOR	989.767	12.07 → 13	1065.74
DORMITORIO 1	390.723	4.77 → 5	409.9
DORMITORIO 2	438.262	5.35 → 6	491.88
VESTÍBULO	68.362	1.19 → 2	163.96
PASO	29.508		

TOTAL	2869.3 W
--------------	-----------------



2.5. CÁLCULO DE LA RED DISTRIBUCIÓN

Se denomina red de distribución a la red de tuberías que enlazan los emisores con el generador de calor. Hasta este punto, se han elegido los emisores. Ahora hace falta hacer llegar a ellos el agua, como fluido calefactor, de la forma más eficaz posible. A continuación se calcularán las dimensiones de las tuberías a utilizar.

El cálculo del diámetro de las tuberías se hará teniendo en cuenta el caudal y las características físicas del fluido portador a la temperatura media de funcionamiento, las características del material utilizado y el tipo de circuito.

El objetivo de calcular las pérdidas de carga es conocer dos cosas:

- El equilibrado hidráulico de la instalación.
- Las características de la bomba a instalar, ya que su potencia vendrá determinada por las pérdidas del circuito.

2.5.1. CAUDAL MÁSIKO

El dimensionado de las tuberías hay que realizarlo atendiendo a la cantidad de calor que es necesario transportar por medio de un caudal determinado de agua caliente en cada uno de los tramos de la red de tubería.

La expresión que determina el caudal másico (kg/s) necesario para cada tramo de tubería es la siguiente:

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{C_p \cdot \Delta t}$$



Donde:

\dot{Q} = Potencia que tiene que suministrar (W)

C_p = Calor específico del agua = 4186 J/kg °C

Δt = Salto térmico del agua entre la ida y el retorno (°C). Para nuestro caso,

$$\Delta t = 90 - 70 = 20 \text{ °C}$$

Hay que tener claro como será la distribución final, es decir, la disposición de las tuberías con sus tramos rectos, codos, la disposición de los radiadores, tuberías de ida y de retorno

2.5.2. CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LAS TUBERÍAS DE CALEFACCIÓN.

El material empleado en las conducciones para calefacción es el cobre.

Las pérdidas se pueden clasificar en dos tipos: pérdidas primarias ó pérdidas en tramos rectos y pérdidas secundarias ó singulares.

2.5.2.1. Pérdidas de carga en tramos rectos

Son las ocasionadas por el rozamiento del fluido en las paredes de los tramos rectos de tubería. Un buen diseño técnico en hidráulica es aquel que conjuga unas pérdidas menores a un costo de instalación menor. Esto requiere de un buen número de cálculos. Sin embargo, en el caso que nos ocupa, calefacción por agua caliente, existen innumerables ábacos y gráficos que ayudan y simplifican el cálculo. La expresión que nos determina estas pérdidas (Pa) es:

$$P_t = \frac{\Delta P}{L} L$$



Donde:

$$\frac{\Delta P}{L} = \text{Caída de presión por unidad de longitud (Pa/m).}$$

L = Longitud de tramos rectos (m).

Con la gráfica para tuberías de cobre para una temperatura media del agua de 80°C, y el caudal másico, se determina el diámetro de la tubería, teniendo en cuenta que no se debe superar la línea horizontal de caída de presión de 400 Pa/m (presión máxima autorizada en la actualidad). Una vez fijado el diámetro mínimo permitido, se puede calcular la caída de presión por unidad de longitud así como la velocidad, que será útil para el cálculo de las pérdidas singulares que se explican a continuación.

Es aconsejable no superar una velocidad máxima de 1,5m/s en los distribuidores.

A continuación el dimensionado de las tuberías (mm), la velocidad del fluido (m/seg) y las pérdidas (mmca) por longitud por tramos.

En el documento de planos se puede ver la distribución de las tuberías y la situación de cada nudo, y así comprender mejor los cálculos.

2.5.2.2. Pérdidas secundarias

Estas pérdidas se deben a los elementos auxiliares pertenecientes al circuito de tuberías: codos, curvas, tes, válvulas...) que incrementan notablemente el valor de la energía disipada por el fluido. Pueden ser evaluadas por dos métodos diferentes:

- a) Método de la longitud equivalente: este método está basado en la sustitución de cada uno de los accesorios que existan en un tramo de tubería por una longitud ficticia de tramo recto, tal que las pérdidas de carga que se produzcan en dicho tramo sean iguales a las que se producen en el elemento considerado;



denominándose esa longitud ficticia con el nombre de longitud equivalente del accesorio considerado.

- b) Método de los coeficientes de pérdidas singulares: a través de la siguiente expresión. Depende de la velocidad y del coeficiente de cada elemento que viene dado en tablas. Es el método seleccionado en este proyecto.

$$P_s = \sum \xi \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2$$

Donde

ρ : Peso específico del fluido (971.5 kg/m³) a 80°C.

v : Velocidad del fluido (m/s).

$\sum \xi$: La suma de los valores de las resistencias simples (en tablas).



2.5.3. TABLA DEL CIRCUITO DE TUBERÍAS DE CALEFACCIÓN

PLANTA BAJA. Vivienda A

Tramo	\dot{Q} (W)	\dot{m} (Kg/s)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	$\Delta P/L$ (Pa/m)	$\sum \zeta$	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
0A1	163.96	0.00196	18.5	0.08	8	26	13.22	481	41.1	522.1
0A2	163.96	0.00196	10.5	0.08	8	26	11.04	273	34.32	307.32
0A3	327.92	0.00392	6	0.1	10	32	8.86	192	43.04	235.04
0A4	1065.74	0.013	19	0.12	12	22	9.24	418	145.42	563.42
0A5	491.88	0.00588	23	0.1	10	30	9.24	690	44.88	734.88
0A6	409.9	0.0049	27	0.1	10	30	6.4	810	31.09	841.09

PLANTA BAJA. Vivienda B

Tramo	\dot{Q} (W)	\dot{m} (Kg/s)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	$\Delta P/L$ (Pa/m)	$\sum \zeta$	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
0B1	81.98	0.00098	24	0.08	8	30	13.6	720	42.28	762.28
0B2	81.98	0.00098	23	0.08	8	30	13.6	690	42.28	732.28
0B3	163.96	0.00196	28	0.08	8	26	16.16	728	150.24	778.24
0B4	327.92	0.00391	7	0.1	10	32	12.84	224	62.37	302.37
0B5	655.84	0.00783	8	0.11	10	30	11.42	240	67.12	307.12
0B6	573.86	0.00685	16.4	0.115	10	35	15.02	574	96.49	670.49
0B7	491.88	0.00588	23.2	0.1	10	30	15.4	696	74.81	770.81

PLANTA BAJA. Vivienda C

Tramo	\dot{Q} (W)	\dot{m} (Kg/s)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	$\Delta P/L$ (Pa/m)	$\sum \zeta$	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
0C1	163.96	0.00196	18.5	0.08	8	26	13.22	481	41.1	522.1
0C2	163.96	0.00196	10.5	0.08	8	26	11.04	273	34.32	307.32
0C3	327.92	0.00392	6	0.1	10	32	8.86	192	43.04	235.04
0C4	1065.74	0.013	19	0.12	12	22	9.24	418	145.42	563.42
0C5	491.88	0.00588	23	0.1	10	30	9.24	690	44.88	734.88
0C6	409.9	0.0049	27	0.1	10	30	6.4	810	31.09	841.09



PRIMERA PLANTA. Vivienda A

Tramo	\dot{Q} (W)	\dot{m} (Kg/s)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	$\Delta P/L$ (Pa/m)	$\Sigma \zeta$	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
1A1	819.8	0.0098	6	0.15	10	50	16.66	300	182.08	482.08
1A2	573.86	0.00685	9	0.115	10	35	16.06	315	103.17	318.17
1A3	163.96	0.00196	17	0.08	8	26	12.84	442	39.92	481.92
1A4	409.9	0.0049	6.2	0.1	10	30	12.46	186	60.52	246.52
1A5	491.88	0.00588	4.2	0.1	10	30	12.46	126	60.52	186.52

PRIMERA PLANTA. Vivienda B

Tramo	\dot{Q} (W)	\dot{m} (Kg/s)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	$\Delta P/L$ (Pa/m)	$\Sigma \zeta$	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
1B1	491.88	0.00588	27.4	0.1	10	30	15.02	822	72.96	894.96
1B2	491.88	0.00588	23.45	0.1	10	30	13.22	703.5	64.22	767.72
1B3	1147.72	0.014	11	0.165	12	50	8.86	550	117.17	667.17
1B4	573.86	0.00685	4.44	0.115	10	35	12.46	155.4	80.04	235.44
1B5	163.96	0.00196	16.2	0.08	8	26	16.06	421.2	49.93	471.13
1B6	163.96	0.00196	20.05	0.08	8	26	16.82	521.3	52.29	573.59

PRIMERA PLANTA. Vivienda C

Tramo	\dot{Q} (W)	\dot{m} (Kg/s)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	$\Delta P/L$ (Pa/m)	$\Sigma \zeta$	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
1C1	81.98	0.00098	27.46	0.08	8	30	15.78	823.8	49.06	872.86
1C2	81.98	0.00098	19.1	0.08	8	30	12.84	573	39.92	612.92
1C3	491.88	0.00588	6.55	0.1	10	30	8.86	196.5	43.04	239.54
1C4	1065.74	0.013	9.8	0.12	12	22	8.86	215.6	61.97	277.57
1C5	327.92	0.00392	22.4	0.1	10	32	12.84	716.8	62.37	779.17
1C6	327.92	0.00392	26.15	0.1	10	32	14.64	836.8	71.11	907.91
1C7	409.9	0.0049	30.02	0.1	10	30	16.44	900.6	79.86	980.46



PRIMERA PLANTA. Vivienda D

Tramo	\dot{Q} (W)	\dot{m} (Kg/s)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	$\Delta P/L$ (Pa/m)	$\Sigma \zeta$	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
1D1	81.98	0.00098	19.98	0.08	8	30	14.26	599.4	44.33	643.73
1D2	81.98	0.00098	15.11	0.08	8	30	12.46	453.3	38.74	492.04
1D3	491.88	0.00588	10.0	0.1	10	30	10.28	300.0	49.94	349.94
1D4	491.88	0.00588	6.41	0.1	10	30	10.28	192.3	49.94	242.24
1D5	409.9	0.0049	2.05	0.1	10	30	8.48	17.38	49.94	67.32

PRIMERA PLANTA. Vivienda E

Tramo	\dot{Q} (W)	\dot{m} (Kg/s)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	$\Delta P/L$ (Pa/m)	$\Sigma \zeta$	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
1E1	81.98	0.00098	27.46	0.08	8	30	15.78	823.8	49.06	872.86
1E2	81.98	0.00098	19.1	0.08	8	30	12.84	573	39.92	612.92
1E3	491.88	0.00588	6.55	0.1	10	30	8.86	196.5	43.04	239.54
1E4	1065.74	0.013	9.8	0.12	12	22	8.86	215.6	61.97	277.57
1E5	327.92	0.00392	22.4	0.1	10	32	12.84	716.8	62.37	779.17
1E6	327.92	0.00392	26.15	0.1	10	32	14.64	836.8	71.11	907.91
1E7	409.9	0.0049	30.02	0.1	10	30	16.44	900.6	79.86	980.46

PRIMERA PLANTA. Vivienda F

Tramo	\dot{Q} (W)	\dot{m} (Kg/s)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	$\Delta P/L$ (Pa/m)	$\Sigma \zeta$	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
1F1	163.96	0.00196	20.05	0.08	8	26	15.02	521.3	46.69	568.0
1F2	163.96	0.00196	16.2	0.08	8	26	13.22	421.2	41.1	462.3
1F3	573.86	0.00685	4.44	0.115	10	35	8.86	155.4	56.92	212.32
1F4	1147.72	0.014	11	0.165	12	50	12.46	550	164.78	714.78
1F5	491.88	0.00588	23.45	0.1	10	30	16.06	703.5	78.01	781.51
1F6	491.88	0.00588	27.4	0.1	10	30	16.82	822	81.70	903.70



SEGUNDA PLANTA. Vivienda A

Tramo	\dot{Q} (W)	\dot{m} (Kg/s)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	$\Delta P/L$ (Pa/m)	$\Sigma \zeta$	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
2A1	737.82	0.00882	6	0.15	10	50	16.66	300	182.08	482.08
2A2	491.88	0.00588	9	0.1	10	30	16.06	270	39.92	309.92
2A3	163.96	0.00196	17	0.08	8	26	12.84	442	39.92	481.92
2A4	327.92	0.00392	6.2	0.1	10	32	12.46	198.4	60.52	258.92
2A5	409.9	0.0049	4.2	0.1	10	30	12.46	126	60.52	186.52

SEGUNDA PLANTA. Vivienda B

Tramo	\dot{Q} (W)	\dot{m} (Kg/s)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	$\Delta P/L$ (Pa/m)	$\Sigma \zeta$	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
2B1	409.9	0.0049	27.4	0.1	10	30	10.3	822	50.03	872.03
2B2	409.9	0.0049	23.45	0.1	10	30	13.22	703.5	64.22	767.72
2B3	983.76	0.0118	11	0.165	12	50	8.86	550	117.17	667.17
2B4	573.86	0.00685	4.44	0.115	10	35	12.46	155.4	80.04	235.44
2B5	81.98	0.00098	16.2	0.08	8	26	16.06	421.2	49.93	471.13
2B6	81.98	0.00098	20.05	0.08	8	26	16.82	521.3	52.29	573.59

SEGUNDA PLANTA. Vivienda C

Tramo	\dot{Q} (W)	\dot{m} (Kg/s)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	$\Delta P/L$ (Pa/m)	$\Sigma \zeta$	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
1C1	81.98	0.00098	27.46	0.08	8	30	15.78	823.8	49.06	872.86
1C2	81.98	0.00098	19.1	0.08	8	30	12.84	573	39.92	612.92
1C3	491.88	0.00588	6.55	0.1	10	30	8.86	196.5	43.04	239.54
1C4	1065.74	0.013	9.8	0.12	12	22	8.86	215.6	61.97	277.57
1C5	327.92	0.00392	22.4	0.1	10	32	12.84	716.8	62.37	779.17
1C6	327.92	0.00392	26.15	0.1	10	32	14.64	836.8	71.11	907.91
1C7	409.9	0.0049	30.02	0.1	10	30	16.44	900.6	79.86	980.46



SEGUNDA PLANTA. Vivienda D

Tramo	\dot{Q} (W)	\dot{m} (Kg/s)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	$\Delta P/L$ (Pa/m)	$\Sigma \zeta$	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
1D1	81.98	0.00098	19.98	0.08	8	30	14.26	599.4	69.27	668.67
1D2	81.98	0.00098	15.11	0.08	8	30	12.46	453.3	38.74	492.04
1D3	491.88	0.00588	10.0	0.1	10	30	10.28	300	49.94	349.94
1D4	491.88	0.00588	6.41	0.1	10	30	10.28	192.3	49.94	242.24
1D5	409.9	0.0049	2.05	0.1	10	30	8.48	61.5	41.19	102.69

SEGUNDA PLANTA. Vivienda E

Tramo	\dot{Q} (W)	\dot{m} (Kg/s)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	$\Delta P/L$ (Pa/m)	$\Sigma \zeta$	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
1E1	81.98	0.00098	27.46	0.08	8	30	15.78	823.8	49.06	872.86
1E2	81.98	0.00098	19.1	0.08	8	30	12.84	573	39.92	612.92
1E3	491.88	0.00588	6.55	0.1	10	30	8.86	196.5	43.04	239.54
1E4	1065.74	0.013	9.8	0.12	12	22	8.86	215.6	61.97	277.57
1E5	327.92	0.00392	22.4	0.1	10	32	12.84	716.8	62.37	779.17
1E6	327.92	0.00392	26.15	0.1	10	32	14.64	836.8	71.11	907.91
1E7	409.9	0.0049	30.02	0.1	10	30	16.44	900.6	79.86	980.46

SEGUNDA PLANTA. Vivienda F

Tramo	\dot{Q} (W)	\dot{m} (Kg/s)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	$\Delta P/L$ (Pa/m)	$\Sigma \zeta$	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
1F1	81.98	0.00098	20.05	0.08	8	30	15.02	601.5	46.69	648.19
1F2	81.98	0.00098	16.2	0.08	8	30	13.22	486	41.1	527.1
1F3	573.86	0.00685	4.44	0.115	10	35	8.86	155.4	56.92	212.32
1F4	983.76	0.0118	11	0.12	12	50	12.46	550	87.16	637.16
1F5	409.9	0.0049	23.45	0.1	10	30	16.06	703.5	78.01	781.51
1F6	409.9	0.0049	27.4	0.1	10	30	16.82	822	81.70	903.70



TERCERA PLANTA. Vivienda A

Tramo	\dot{Q} (W)	\dot{m} (Kg/s)	L (m)	V (m/s)	\emptyset (mm)	$\Delta P/L$ (Pa/m)	$\sum \zeta$	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
2A1	737.82	0.00882	6		10	50	16.66	300	182.08	482.08
2A2	491.88	0.00588	9	0.1	10	30	16.06	315	103.17	318.17
2A3	163.96	0.00196	17	0.08	8	26	12.84	442	39.92	481.92
2A4	327.92	0.00392	6.2	0.1	10	32	12.46	186	60.52	246.52
2A5	409.9	0.0049	4.2	0.1	10	30	12.46	126	60.52	186.52

TERCERA PLANTA. Vivienda B

Tramo	\dot{Q} (W)	\dot{m} (Kg/s)	L (m)	V (m/s)	\emptyset (mm)	$\Delta P/L$ (Pa/m)	$\sum \zeta$	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
2B1	409.9	0.0049	27.4	0.1	10	30	15.02	822	72.96	894.96
2B2	409.9	0.0049	23.45	0.1	10	30	13.22	703.5	64.22	767.57
2B3	983.76	0.0118	11	0.12	12	50	8.86	550	117.17	667.17
2B4	573.86	0.00685	4.44	0.115	10	35	12.46	155.4	80.04	235.44
2B5	81.98	0.00098	16.2	0.08	8	26	16.06	421.2	49.93	471.13
2B6	81.98	0.00098	20.05	0.08	8	26	16.82	521.3	52.29	573.59

TERCERA PLANTA. Vivienda C

Tramo	\dot{Q} (W)	\dot{m} (Kg/s)	L (m)	V (m/s)	\emptyset (mm)	$\Delta P/L$ (Pa/m)	$\sum \zeta$	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
1C1	81.98	0.00098	27.46	0.08	8	30	15.78	823.8	49.06	872.86
1C2	81.98	0.00098	19.1	0.08	8	30	12.84	573	39.92	612.92
1C3	491.88	0.00588	6.55	0.1	10	30	8.86	196.5	43.04	239.54
1C4	1065.74	0.013	9.8	0.12	12	22	8.86	215.6	61.97	277.57
1C5	327.92	0.00392	22.4	0.1	10	32	12.84	716.8	62.37	779.17
1C6	327.92	0.00392	26.15	0.1	10	32	14.64	836.8	71.11	907.91
1C7	409.9	0.0049	30.02	0.1	10	30	16.44	900.6	79.86	980.46



TERCERA PLANTA. Vivienda D

Tramo	\dot{Q} (W)	\dot{m} (Kg/s)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	$\Delta P/L$ (Pa/m)	$\Sigma \zeta$	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
1D1	81.98	0.00098	19.98	0.08	8	30	14.26	599.4	44.33	643.73
1D2	81.98	0.00098	15.11	0.08	8	30	12.46	453.3	38.74	492.04
1D3	491.88	0.00588	10.0	0.1	10	30	10.28	300	49.94	349.94
1D4	491.88	0.00588	6.41	0.1	10	30	10.28	192.3	49.94	242.24
1D5	409.9	0.0049	2.05	0.1	10	30	8.48	61.5	41.19	102.69

TERCERA PLANTA. Vivienda E

Tramo	\dot{Q} (W)	\dot{m} (Kg/s)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	$\Delta P/L$ (Pa/m)	$\Sigma \zeta$	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
1E1	81.98	0.00098	27.46	0.08	8	30	15.78	823.8	49.06	872.86
1E2	81.98	0.00098	19.1	0.08	8	30	12.84	573	39.92	612.92
1E3	491.88	0.00588	6.55	0.1	10	30	8.86	196.5	43.04	239.54
1E4	1065.74	0.013	9.8	0.12	12	22	8.86	215.6	61.97	277.57
1E5	327.92	0.00392	22.4	0.1	10	32	12.84	716.8	62.37	779.17
1E6	327.92	0.00392	26.15	0.1	10	32	14.64	836.8	71.11	907.91
1E7	409.9	0.0049	30.02	0.1	10	30	16.44	900.6	79.86	980.46

TERCERA PLANTA. Vivienda F

Tramo	\dot{Q} (W)	\dot{m} (Kg/s)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	$\Delta P/L$ (Pa/m)	$\Sigma \zeta$	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
1F1	81.98	0.00098	20.05	0.08	8	30	15.02	822	72.96	894.96
1F2	81.98	0.00098	16.2	0.08	8	30	13.22	703.5	64.22	767.57
1F3	573.86	0.00685	4.44	0.115	10	35	8.86	550	117.17	667.17
1F4	983.76	0.0118	11	0.12	12	50	12.46	155.4	80.04	235.44
1F5	409.9	0.0049	23.45	0.1	10	30	16.06	421.2	49.93	471.13
1F6	409.9	0.0049	27.4	0.1	10	30	16.82	521.3	52.29	573.59



CUARTA PLANTA. Vivienda A

Tramo	\dot{Q} (W)	\dot{m} (Kg/s)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	$\Delta P/L$ (Pa/m)	$\Sigma \zeta$	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
2A1	737.82	0.00882	6		10	50	16.66	300	182.08	482.08
2A2	491.88	0.00588	9	0.1	10	30	16.06	315	103.17	318.17
2A3	163.96	0.00196	17	0.08	8	26	12.84	442	39.92	481.92
2A4	327.92	0.00392	6.2	0.1	10	32	12.46	186	60.52	246.52
2A5	409.9	0.0049	4.2	0.1	10	30	12.46	126	60.52	186.52

CUARTA PLANTA. Vivienda B

Tramo	\dot{Q} (W)	\dot{m} (Kg/s)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	$\Delta P/L$ (Pa/m)	$\Sigma \zeta$	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
2B1	409.9	0.0049	27.4	0.1	10	30	15.02	822	72.96	894.96
2B2	409.9	0.0049	23.45	0.1	10	30	13.22	703.5	64.22	767.72
2B3	1065.74	0.013	11	0.12	12	22	8.86	550	117.17	667.17
2B4	573.86	0.00685	4.44	0.115	10	35	12.46	155.4	80.04	235.44
2B5	163.96	0.00196	16.2	0.08	8	26	16.06	421.2	49.93	471.13
2B6	81.98	0.00098	20.05		8	26	16.82	521.3	52.29	573.59

CUARTA PLANTA. Vivienda C

Tramo	\dot{Q} (W)	\dot{m} (Kg/s)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	$\Delta P/L$ (Pa/m)	$\Sigma \zeta$	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
1C1	81.98	0.00098	27.46	0.08	8	30	15.78	823.8	49.06	872.86
1C2	81.98	0.00098	19.1	0.08	8	30	12.84	573	39.92	612.92
1C3	491.88	0.00588	6.55	0.1	10	30	8.86	196.5	43.04	239.54
1C4	1229.7	0.015	9.8	0.12	12	22	8.86	215.6	61.97	277.57
1C5	409.9	0.0049	22.4	0.1	10	30	12.84	716.8	62.37	779.17
1C6	409.9	0.0049	26.15	0.1	10	30	14.64	784.5	71.11	855.61
1C7	409.9	0.0049	30.02	0.1	10	30	16.44	900.6	79.86	980.46



CUARTA PLANTA. Vivienda D

Tramo	\dot{Q} (W)	\dot{m} (Kg/s)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	$\Delta P/L$ (Pa/m)	$\Sigma \zeta$	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
1D1	163.96	0.00196	19.98	0.08	8	26	14.26	519.4	44.33	563.73
1D2	163.96	0.00196	15.11	0.08	8	26	12.46	392.8	38.74	431.54
1D3	491.88	0.00588	10.0	0.1	10	30	10.28	300	49.94	349.94
1D4	573.86	0.00685	6.41	0.115	10	35	10.28	224.35	66.04	290.39
1D5	409.9	0.0049	2.05	0.1	10	30	8.48	61.5	41.19	102.69

CUARTA PLANTA. Vivienda E

Tramo	\dot{Q} (W)	\dot{m} (Kg/s)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	$\Delta P/L$ (Pa/m)	$\Sigma \zeta$	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
1E1	81.98	0.00098	27.46	0.08	8	30	15.78	823.8	49.06	872.86
1E2	81.98	0.00098	19.1	0.08	8	30	12.84	573	39.92	612.92
1E3	491.88	0.00588	6.55	0.1	10	30	8.86	196.5	43.04	239.54
1E4	1065.74	0.013	9.8	0.12	12	22	8.86	215.6	91.97	307.57
1E5	327.92	0.00392	22.4	0.1	10	32	12.84	716.8	62.37	779.17
1E6	327.92	0.00392	26.15	0.1	10	32	14.64	836.8	71.11	907.91
1E7	409.9	0.0049	30.02	0.1	10	30	16.44	900.6	79.86	980.46

CUARTA PLANTA. Vivienda F

Tramo	\dot{Q} (W)	\dot{m} (Kg/s)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	$\Delta P/L$ (Pa/m)	$\Sigma \zeta$	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
1F1	81.98	0.00098	20.05	0.08	8	30	15.02	601.5	46.69	648.19
1F2	81.98	0.00098	16.2	0.08	8	30	13.22	486	41.1	527.1
1F3	573.86	0.00685	4.44	0.115	10	35	8.86	155.4	56.92	212.32
1F4	983.76	0.0118	11	0.12	12	50	12.46	550	87.16	637.16
1F5	409.9	0.0049	23.45	0.1	10	30	16.06	703.5	78.01	781.51
1F6	409.9	0.0049	27.4	0.1	10	30	16.82	822	81.70	903.7



2.5.4. EQUILIBRADO DEL CIRCUITO

Se procurará que el dimensionado y la disposición de las tuberías de una red 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.

Diámetros definitivos:

PLANTA BAJA.

Vivienda A

Vivienda B

Vivienda C

Tramo	Ø (mm)	Tramo	Ø (mm)	Tramo	Ø (mm)
0A1	10	0B1	10	0C1	10
0A2	10	0B2	10	0C2	10
0A3	10	0B3	10	0C3	10
0A4	12	0B4	10	0C4	12
0A5	10	0B5	10	0C5	10
0A6	10	0B6	10	0C6	10
		0B7	10		

PLANTAS 1ª a 4ª

Vivienda A

Vivienda B

Vivienda C

Vivienda D

Vivienda E

Vivienda F

Tramo	Ø (mm)										
1A1	10	1B1	10	1C1	10	1D1	8	1E1	10	1F1	10
1A2	10	1B2	10	1C2	10	1D2	10	1E2	10	1F2	10
1A3	10	1B3	12	1C3	12	1D3	10	1E3	12	1F3	12
1A4	12	1B4	12	1C4	12	1D4	10	1E4	12	1F4	12
1A5	10	1B5	10	1C5	10	1D5	12	1E5	10	1F5	10
		1B6	10	1C6	10			1E6	10	1F6	10
				1C7	10			1E7	10		



2.6. CÁLCULO DE LA CALDERA

Para calcular la potencia total que tiene que suministrar la caldera, se debe hallar la potencia necesaria de calefacción y la necesaria de ACS, ya que las calderas deben suministrar ambas potencias.

La potencia de calefacción (P_c) será la necesaria para hacer llegar el calor necesario a todos los emisores que hemos calculado anteriormente. El caso más desfavorable se encuentra en la vivienda C de la cuarta planta. Los emisores emiten una potencia de:

$$P_{\text{emisores}} = 3197.22 \text{ W}$$

Se estima que las pérdidas de calor disipada en las tuberías es de un 5%.

$$P_{\text{tuberías}} = 0.05 \cdot 3197.22 = 159.86 \text{ W}$$

La suma de estas potencias da el total de la potencia necesaria para calefacción.

$$P_c = 3357.08 \text{ W}$$

A esto hay que sumarle la potencia calorífica necesaria para el ACS. Aunque el ACS tenga apoyo solar, se dimensionará la caldera para satisfacer el 100 % de la demanda. La caldera elegida será mixta con microacumulación, mural y estanca. Se ha optado para el dimensionamiento por un fabricante que tenga experiencia como es **ROCA** y se han seguido sus recomendaciones:

- Para las viviendas de 1 y 2 habitaciones el fabricante recomienda el modelo **LAURA 20/20 F** de potencia útil 20000 kcal/h (23.256 kW).
- Para las viviendas de 3 habitaciones ó más, recomienda el modelo siguiente, **LAURA 30/30 F** de potencia útil 27000 kcal/h (31.395kW).



2.6.1. CHIMENEA

El diámetro recomendado según la caldera para la chimenea es de 25 cm.

La altura será 1 metro por encima de la cubierta, por tanto ascenderá hasta 16.7 metros. Lleva un aislante de 30 mm.

2.7. VASO DE EXPANSIÓN EN EL CIRCUITO DE CALEFACCIÓN

El depósito de expansión tiene como fin, absorber las dilaciones del agua del circuito. Se colocará un vaso de expansión que evite las variaciones de presión que provocarían esfuerzos en la instalación.

Se debe calcular el contenido de agua de todo el sistema de calefacción lleno. La instalación de calefacción es individual por tanto se calculará para el peor caso, es decir, el que tenga el mayor circuito de calefacción (vivienda C piso 4º). El volumen total de la instalación será:

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

$$V_{tuberías} = 0.284 \text{ litros/metro tubo} \cdot 114.96 \text{ metros} = 32.65 \text{ litros}$$

$$V_{emisores} = V_{elemento} \cdot \text{número total elementos} = 0.15 \cdot 39 = 5.85 \text{ litros}$$

$$V_{caldera} = 2.4 \text{ litros}$$

$$V_{TOTAL} = 40.9 \text{ litros}$$

Se calculará el volumen útil del depósito de expansión:

$$V_u = V_i \cdot a$$



Donde:

V_u = Volumen útil depósito.

V_i = Volumen total instalación.

$a = 0.029$, coeficiente dilatación del agua a 80 °C.

$V_u = 1.19$ litros

Se calculará el coeficiente de utilización, que depende de la altura manométrica de la instalación y de la presión máxima de trabajo.

$$\eta = \frac{P_f - P_i}{P_f} = \frac{7 - 3}{7} = 0.57$$

η : Coeficiente de utilización.

P_f : Presión absoluta máxima de trabajo (= Prelat + Patm)

P_i : Presión absoluta de altura manométrica (= Pman+Patm)

Patm= 1 bar

$$V_v = \frac{V_u}{\eta} = 2.081 \text{ litros}$$

En las instalaciones de calefacción individuales, al ser el depósito de expansión tan pequeño se sitúa en el interior de la caldera, como lo indica la propia documentación. Este depósito de expansión es de 5 litros.



3. INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR.

3.1. CIRCUITO PRIMARIO

3.1.1. DEMANDA ENERGÉTICA

Para establecer las necesidades de agua caliente sanitaria existentes en el edificio, lo primero será estimar cuantos habitantes albergará simultáneamente. Para ello nos basaremos en el CTE en el que explica como hallar el número de habitantes en función del número de dormitorios de cada vivienda

El segundo paso sería hacer una estimación de ocupación dependiendo del porcentaje de días de estancia en cada vivienda. Dado que los cálculos se realizan mes a mes, podría considerarse que en los meses de vacaciones por excelencia (Julio y Agosto) o en algunos otros dependiendo de los hábitos de los ocupantes de las viviendas, el porcentaje de ocupación fuese menor.

No obstante, debido a que no se conoce los posibles hábitos de los ocupantes se ha considerado 100% todos los meses del año.

En cuanto al consumo de ACS, se ha considerado una cantidad de 22 litros /persona y día(a 60°C), tal y como establece el CTE para el caso de viviendas multifamiliares.



VIVIENDA		Nº DORMITORIOS	Nº PERSONAS	LITROS/DÍA
Planta Baja	Vivienda A	2	3	66
	Vivienda B	2	3	66
	Vivienda C	2	3	66
Primera Planta	Vivienda A	1	1.5	33
	Vivienda B	2	3	66
	Vivienda C	3	4	88
	Vivienda D	1	1.5	33
	Vivienda E	3	4	88
	Vivienda F	2	3	66
Segunda Planta	Vivienda A	1	1.5	33
	Vivienda B	2	3	66
	Vivienda C	3	4	88
	Vivienda D	1	1.5	33
	Vivienda E	3	4	88
	Vivienda F	2	3	66
Tercera Planta	Vivienda A	1	1.5	33
	Vivienda B	2	3	66
	Vivienda C	3	4	88
	Vivienda D	1	1.5	33
	Vivienda E	3	4	88
	Vivienda F	2	3	66
Cuarta Planta	Vivienda A	1	1.5	33
	Vivienda B	2	3	66
	Vivienda C	3	4	88
	Vivienda D	1	1.5	33
	Vivienda E	3	4	88
	Vivienda F	2	3	66
TOTAL			77 Personas	1694 Litros



La carga calorífica es la cantidad de calor necesaria mensual (demanda energética) para calentar el agua destinada al consumo doméstico. Dicha carga será directamente proporcional al consumo volumétrico previamente calculado. Para ello se emplea la expresión:

$$Q_a = C_e \cdot C \cdot N \cdot (T_{ac} - T_r)$$

Q_a : Carga calorífica mensual de calentamiento de ACS (J).

C_e : Calor específico del agua: $4186 \text{ J / kg }^\circ\text{C}$

C : Consumo diario de acs: 1694 litros/día.

T_{ac} : Temperatura del agua caliente de acumulación: 60°C .

T_r : Temperatura del agua de la red ($^\circ\text{C}$).

N : Número de días del mes.

Se obtienen los siguientes valores:

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septi.	Octubre	Novi.	Dici.
Tª red	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5
Q_a(MJ)	12090	10722	11431	10637	10771	10211	10332	10552	10424	10991	11062	12090

3.1.2. CÁLCULO DE LA CONTRIBUCIÓN SOLAR

Se va a realizar el estudio de las necesidades de ACS solar con el método F-Chart.

3.1.2.1. Valoración de la radiación solar incidente en la superficie inclinada de los captadores

En esta tabla se muestra la energía (MJ) que incide sobre un m^2 de superficie horizontal en un día medio de cada mes.



	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septi.	Octubre	Novi.	Dici.
Radiación (MJ/m²)	5	7.4	12.3	14.5	17.1	18.9	20.5	18.2	16.2	10.2	6	4.5

Para la situación a estudiar nos hace falta un factor de corrección k para superficies inclinadas, que representa el cociente entre la energía total incidente en un día sobre una superficie orientada hacia el Ecuador e inclinada un determinado ángulo, y otra horizontal.

Latitud = 42°

Inclinación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septi.	Octubre	Novi.	Dici.
20°	1.27	1.21	1.15	1.09	1.04	1.03	1.05	1.1	1.18	1.28	1.34	1.32

Con estas dos tablas tenemos el valor de la radiación incidente sobre los colectores solares a 42° de latitud y una inclinación de 20° respecto de la horizontal.

3.1.2.2. Cálculo de X

El parámetro X expresa la relación entre las pérdidas de energía en los captadores, para una determinada temperatura, y la energía necesaria durante un mes.

$X = \text{Energía perdida por el captador (E}_p\text{)}/\text{Energía necesaria mensual (Q}_a\text{)}$

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

$$\frac{E_p}{S_c} = F_r ' U_L (100 - T_a) \Delta T K_1 K_2$$

S_c : Superficie útil de los captadores instalada (m²)

$F_r ' U_L$: Se calcula por la siguiente expresión.



$$F_r' U_L = F_r U_L / (F_r' / F_r)$$

$F_r U_L = 3.75 \text{ W/m}^2\text{°C}$, es la pendiente de la curva característica del captador (coeficiente global de pérdidas del captador Vitosol 100).

(F_r' / F_r) : Factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda tomar el valor 0.95.

T_a : Temperatura ambiente media mensual.

ΔT : Periodo de tiempo considerado (segundos).

K_1 : Factor corrección por almacenamiento que se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$K_1 = [kg \text{ acumulación} / (75S_c)^{-0.25}] = [(2500 / 75 \times 45)^{-0.25}] = 1.078$$

K_2 : Factor corrección para ACS, que relaciona la temperatura mínima de ACS, la del agua de la red y la media mensual ambiente, dado por la siguiente expresión:

$$K_2 = \frac{11.6 + 1.18T_{ac} + 3.86T_r - 2.32T_a}{100 - T_a}$$

Donde:

T_{ac} : Temperatura de ACS: 60°C.

T_r : Temperatura del agua de red (°C).

T_a : Temperatura media mensual del ambiente (°C).

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septi.	Octub	Novi	Dici.
K_1	1.078	1.078	1.078	1.078	1.078	1.078	1.078	1.078	1.078	1.078	1.078	1.078
K_2	0.9542	0.9834	1.0154	1.071	1.0684	1.064	1.074	1.0192	1.0086	1.0382	1.0268	0.947
$\frac{E_p}{S_c} \left(\frac{MJ}{m^2} \right)$	936.35	864.30	950.45	948.1	940.71	870.61	881.57	832.394	820.26	924.80	938.29	924.41
$\frac{X}{S_c} \left(\frac{1}{m^2} \right)$	0.0774	0.0806	0.0831	0.089	0.0873	0.0853	0.0853	0.0789	0.0787	0.0841	0.0848	0.0765



3.1.2.3. Cálculo de Y

El parámetro Y expresa la relación entre la energía absorbida por la placa del captador plano y la energía necesaria total durante un mes.

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

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

$$\frac{E_a}{S_c} = F_r'(\tau \cdot \alpha) \cdot R_1 \cdot N$$

S_c : Superficie útil de captadores instalada (m^2).

R_1 : Radiación útil media mensual incidente sobre la superficie de captación por unidad de área, en MJ / m^2 .

N : Número de días del mes.

$F_r'(\tau\alpha)$: Factor adimensional que calculado por la siguiente expresión:

$$F_r'(\tau\alpha) = F_r(\tau\alpha)_n \left[\frac{(\tau\alpha)}{(\tau\alpha)_n} \right] (F_r' / F_r)$$

$F_r(\tau\alpha)_n$: Factor de incidencia óptica del captador, es decir, ordenada en el origen de la curva característica del captador. En el caso del Vitosol 100: 0.83.

$(\tau\alpha)/(\tau\alpha)$: Modificador del ángulo de incidencia. En general se toma como constante 0.96 para superficie transparente sencilla.

(F_r' / F_r) : Factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda tomar el valor 0.95.



	Enero	Febrer	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septi.	Octubr	Novi.	Dici.
$\frac{E_a}{S_c} \left(\frac{MJ}{m^2} \right)$	149.01	189.78	331.92	358.91	417.32	442.072	505.10	469.79	434.10	306.37	182.58	154.87
$\frac{Y}{S_c} \left(\frac{1}{m^2} \right)$	0.0123	0.0177	0.0290	0.0337	0.0387	0.0433	0.0489	0.0445	0.0416	0.0278	0.0165	0.0128

Para obtener la superficie útil de captadores instalada (S_c), se ha seguido un proceso iterativo para obtener una cobertura solar anual, de al menos 30% de las necesidades, marcado por el CTE, para la zona climática en la que nos encontramos. Se exponen únicamente los resultados finales de dicho proceso, que suponen la colocación de 18 colectores modelo **Vitosol 100 s2.5** de la marca **Viessmann** de 2.5 m² cada colector, es decir, 45 m² de superficie de captación, que abastecerán el 100% de la demanda de ACS en los meses de verano (objetivo).

Cálculo de los parámetros X, Y

Son los parámetros resultantes (multiplicados los anteriores por el area total de colectores) y que llevaremos a la ecuación siguiente para calcular el grado de cobertura mensual:

	Enero	Febre	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septi.	Octub	Novi.	Dici.
X	3.483	3.627	3.7395	4.0109	3.9285	3.837	3.839	3.551	3.542	3.785	3.816	3.443
Y	0.5544	0.7965	1.3068	1.5183	1.7433	1.948	2.200	2.003	1.874	1.254	0.743	0.577

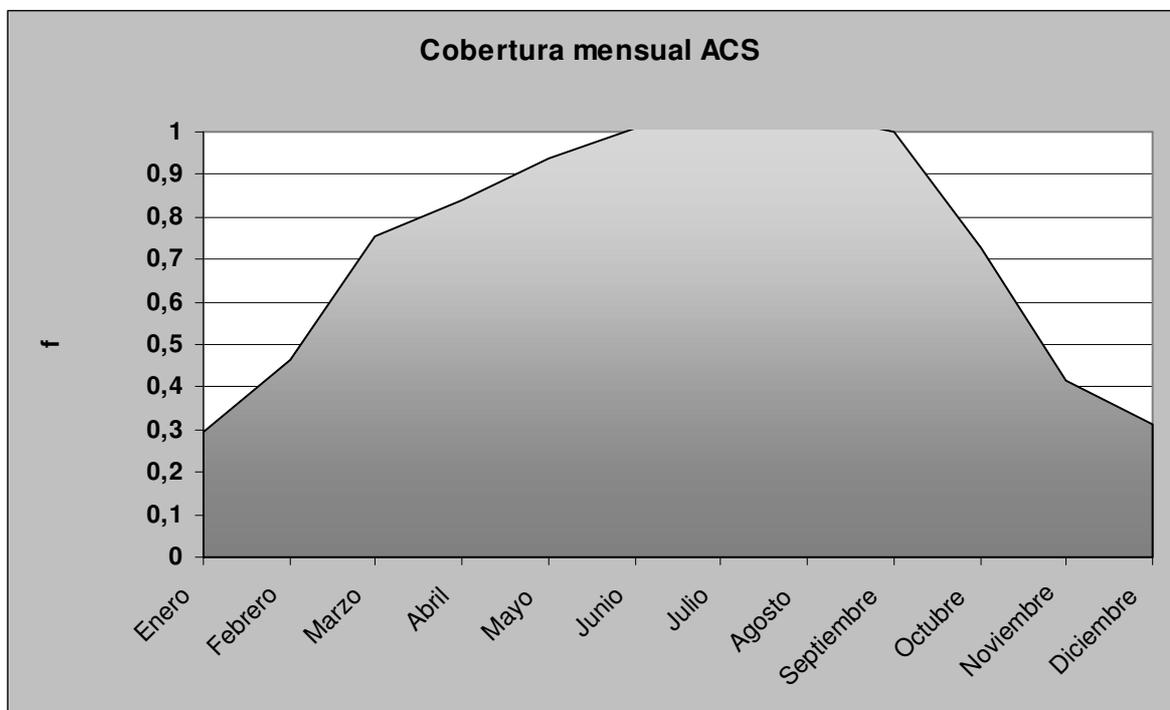


3.1.2.4. Determinación de la gráfica f

Una vez obtenidos los parámetros X e Y, se aplica la ecuación antes mostrada para calcular la fracción de la carga calorífica mensual aportada por el sistema de energía solar:

$$f = 1.029Y - 0.065X - 0.245Y^2 + 0.0018X^2 + 0.0215Y^3$$

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septi.	Octub	Novi.	Dici.
f	0.294	0.463	0.756	0.841	0.936	1.011	1.084	1.043	1.002	0.727	0.416	0.313





3.1.2.5. Valoración de la cobertura solar mensual

Obtenidos los valores de f , el siguiente paso es evaluar la energía útil captada por los paneles solares mes a mes. Para ello basta con aplicar la siguiente relación:

$$Q_u = f Q_a$$

A continuación se muestra el grado de cobertura de la instalación solar. Q_u será la demanda satisfecha por la energía solar. La diferencia entre Q_u y Q_a será satisfecha por el sistema tradicional.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septie	Octub	Noviemb	Diciemb
Q_u	3558	4964	8646	8946	10083	10211	10332	10552	10424	7995	4605	3790

3.1.2.6. Valoración de la cobertura solar anual

Finalmente, la cobertura solar anual se obtendrá empleando todos los datos mensuales mediante la siguiente expresión:

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

Obteniendose:

$$\text{Cobertura solar anual} = 71.67 \%$$



3.1.3. CALCULO DE LA RED TUBERÍAS

En la parte de la instalación de ACS se distinguen en total los siguientes circuitos: el que transporta el agua calentada del intercambiador al acumulador, el de reparto (tuberías de cobre), es decir, las tuberías que salen del acumulador y se dirigen hacia cada planta (y de ahí a cada caldera de cada vivienda), y por último las que van de las calderas a los puntos de consumo. También está el circuito (tuberías de cobre) por el que discurre el fluido caloportador de los colectores que cede calor al ACS a través del intercambiador.

A continuación se calculan los diámetros del circuito primario.

COLECTORES-INTERCAMBIADOR

El fabricante de los colectores nos ofrece una serie de valores que se han seguido debido al gran conocimiento y experiencia que tienen en estos temas.

- A partir de 20 m² de superficie colectora el caudal recomendado es de 15 l/m²h.

Para este caso, se tiene Q=675 l/h.

- La velocidad de flujo en los tubos de cobre no debe exceder 1 m/s, y se recomienda entre 0.3 y 0.5 m/s.

Para este caso se ha cogido v = 0.4 m/s.

- Con estas velocidades se obtienen unas pérdidas de carga de entre 1 y 2.5 mbar/m

Para este caso se ha escogido D=22mm de diámetro en las tuberías.

3.1.4. VASO DE EXPANSIÓN EN EL CIRCUITO DE LOS COLECTORES.

La expresión para dimensionar el vaso de expansión, proporcionada también por el fabricante, es la siguiente:

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



Donde:

V_N : Volumen nominal del depósito de expansión (litros).

V_V : Reserva de seguridad (medio portador de calor)

$$V_V = V_a (0.01...0.02) \text{ [Mínimo 1 litro]}$$

V_a : Volumen de fluidos de toda la instalación (litros).

-V colectores= 18 colectores x 2.2 litros/colector= 39.6 litros

-V bomba= 0.7 litros

-V intercambiador= 3.5 litros

-V tuberías= 0.284 litros/metro tubo · 42 metros = 11.928 litros

$$V_a = 55.728 \text{ litros}$$

V_2 : Aumento del volumen al calentarse la instalación.

$$V_2 = V_a \cdot \beta = 55.728 \cdot 0.07 = 3.901 \text{ l.}$$

$\beta = 0.07$ para medio portador de calor VIESSMANN

p_e : Sobrepresión final admisible (bar).

$$p_e = p_{si} - 0.5 = 6 - 0.5 = 5.5 \text{ bar}$$

p_{si} : Presión de escape de la válvula de seguridad (bar).

p_{st} : Presión inicial nitrógeno del depósito de expansión (bar)

$$p_{st} = 1.5 \text{ bar} + 0.1 \cdot h = 1.5 + 0.1 \cdot 3 = 1.8 \text{ bar}$$

h : Altura estática (m). → 3 m

z : Número de colectores. → 18

V_K : Capacidad de los colectores (litros). → 2.2 litros

$$V_N = \frac{(V_V + V_2 + z \cdot V_K)(p_e + 1)}{p_e - p_{st}} = \frac{(1 + 3.901 + 18 \cdot 2.2)(5.5 + 1)}{5.5 - 1.8} = 78.177 \text{ litros}$$



Se ha elegido el modelo **80 SMR-P** de la casa **SALVADOR ESCODA S.A.**, que tiene las siguientes características:

- Capacidad: 80 litros
- Presión máxima: 10 bar
- Dimensiones: 450 (diámetro) x 750 (altura)
- Temperatura máxima: 130 °C
- Conexión : 1" (25,4 mm)

3.1.5. CÁLCULO DE LA BOMBA NECESARIA

Una vez conocidos el caudal y las pérdidas de carga de la instalación completa, se procede a seleccionar la bomba necesaria que se colocará en el circuito primario. En este caso también se ha seguido el procedimiento dado por el fabricante. Se ha escogido el modelo **PS-20** de la marca **Vitosol**:

Sus características son:

- máximo caudal: 2.8 m³/h
- máxima altura impulsión: 8 m
- válvula reguladora de paso: 8-30 l/min
- válvula seguridad: 6 bar
- máxima temperatura de funcionamiento: 120 °C
- máxima presión de servicio: 6 bar
- Conexiones:
 - Circuito de energía solar: 22mm



3.2. CIRCUITO SECUNDARIO

3.2.1. CÁLCULO DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR

Para el caso de intercambiador, la potencia mínima 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 siguiente ecuación:

$$P > 500 A$$

P: potencia mínima intercambiador (W)

A: área captadores (m^2)

$$P > 500 \cdot 45 = 22500 \text{ W} = 22.5 \text{ kW}$$

Se ha cogido el Intercambiador de placas de la marca **ADISA** modelo **ITO 21** con un rango de potencias hasta 155 kW. Sus características son:

- Area de intercambio: 0.021 m^2
- Volumen de intercambio: 3.5 litros
- Presión de uso: 10 bar

3.2.2. CALCULO DE LA RED DE TUBERÍAS

INTERCAMBIADOR-ACUMULADOR

Para este circuito se utiliza el mismo diámetro que en el circuito primario, es decir, un diámetro de 22 mm de tuberías de cobre. Lo recomienda el fabricante.



3.2.3. CÁLCULO DEL DEPÓSITO ACUMULADOR.

El fabricante proporciona esta fórmula para el cálculo del acumulador:

$$V_{sp} = \frac{2 \cdot V_p \cdot P(t_w - t_k)}{t_{sp} - t_k}$$

Donde:

V_{sp} : Volumen del interacumulador mínimo (litros).

V_p : Demanda de ACS (litros/día·persona)

P : Número de personas

t_w : Temperatura de ACS en la toma (°C).

t_k : Temperatura de agua fría (°C).

t_{sp} : Temperatura de ACS en el acumulador (°C).

$$V_{sp} = \frac{2 \cdot V_p \cdot P(t_w - t_k)}{t_{sp} - t_k} = \frac{2 \cdot 22 \cdot 77(45 - 5)}{60 - 5} = 2464 \text{ litros} \Rightarrow \mathbf{V = 2500 \text{ litros}}$$

Según el CTE:

$$50 < V/A < 180$$

Donde:

A: área colectores = 45 m²

V: volumen acumulado = 2500 litros

$$50 < 2500/45 = \underline{\underline{55.55}} < 180$$

Por tanto, **CUMPLE**.



Se ha elegido el DEPÓSITO ACUMULADOR **MV 2500 R** de la marca **LAPESA**

Características:

- Capacidad ACS: 2500 litros
- Temperatura máxima en el depósito: 80 °C
- Presión máxima: 8 bar
- Altura: 1.8 m
- Diámetro: 1.3 m

3.2.4. CÁLCULO DE LA BOMBA NECESARIA

La bomba, que se colocará entre el intercambiador y el depósito acumulador, será la misma que la colocada para el circuito primario, es decir, la **PS-20** de la marca **Vitosol** cuyas características principales se pueden ver anteriormente. El fabricante lo recomienda para este tipo de soluciones.



4. SUMINISTRO DE AGUA

4.1. PROPIEDADES DE LA INSTALACIÓN

4.1.1. CONDICIONES MÍNIMAS DE SUMINISTRO

1. La instalación deberá proporcionar los caudales instantáneos mínimos siguientes:

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	-

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 no sobrepasará los 500 kPa.
4. La temperatura del ACS será de 60 °C.



4.2. DIMENSIONADO DE LOS TRAMOS

El cálculo se realizará con un primer dimensionado seleccionando el tramo más desfavorable de la misma y obteniéndose unos diámetros previos que posteriormente habrá que comprobar. Este dimensionado se hará siempre teniendo en cuenta las peculiaridades de cada instalación y los diámetros obtenidos serán los mínimos que hagan compatibles el buen funcionamiento y la economía de la misma.

El dimensionado de los tramos se hará de acuerdo al procedimiento siguiente:

- a) el caudal máximo de cada tramo será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla 2.1.
- b) establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con un criterio adecuado.
- c) determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.
- d) elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:
 - tuberías metálicas: entre 0,50 y 2,00 m/s
 - tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,50 y 3,50 m/s
- e) Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

4.2.1. DIÁMETRO DE DERIVACIONES A LOS APARATOS

Ahora se va a hacer el cálculo de los diámetros de derivaciones a los aparatos. El peor caso es el que alimenta a una bañera de más de 1.4 m, ya que debe abastecer 0.3 l/s (AF) y 0.2 l/s (ACS):

$$Q = V \cdot S$$

$$\text{AF} \rightarrow 0.3 \cdot 10^{-3} = 1 \cdot \text{Sección} \quad \rightarrow \text{Diámetro} = 9.77 \text{ mm}$$

$$\text{ACS} \rightarrow 0.2 \cdot 10^{-3} = 1 \cdot \text{Sección} \quad \rightarrow \text{Diámetro} = 7.98 \text{ mm}$$



Como se ve en la tabla 4.2., en la que se exponen los diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos, se establece que el diámetro nominal del ramal de enlace a una bañera (para tubos de cobre) es de 20 mm. Para los demás aparatos se establece el diámetro indicado en la tabla.

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

4.2.2. DIÁMETRO DE ALIMENTACIÓN A UN CUARTO HÚMEDO

Se ha elegido la VIVIENDA A como la más desfavorable de toda la instalación. Se va a proceder a elegir el diámetro de alimentación a un cuarto húmedo, y los diámetros a las desviaciones de cada aparato. Posteriormente se elegirá el diámetro de las tuberías ascendentes.



a) Caudal máximo

Caudal instantáneo mínimo (l/s)

	AF	ACS
Lavabo	0.1	0.065
Bidé	0.1	0.065
Bañera > 1.40 m	0.3	0.2
Inodoro con cisterna	0.1	-
Fregadero	0.2	0.1
Lavavajillas	0.15	0.1
Lavadora	0.2	0.15
TOTAL	1.15	0.68

b) Coeficiente de simultaneidad

Se ha establecido un coeficiente de simultaneidad del 80 %.

c) Caudal de cálculo

Caudal de cálculo = Caudal máximo · Coeficiente de simultaneidad

Caudal de cálculo AF = 1.15 · 0.80 = 0.92 l/s

Caudal de cálculo ACS = 0.68 · 0.80 = 0.544 l/s

d) Elección de la velocidad

Para tuberías de cobre (tuberías metálica), se ha escogido una velocidad de 1 m/s, que está dentro del rango que nos determina el CTE.

e) Determinación del diámetro

$$Q = V \cdot S$$



AF → $0.92 \cdot 10^{-3} = 1 \cdot \text{Sección}$ → Diámetro = 17.11 mm

ACS → $0.544 \cdot 10^{-3} = 1 \cdot \text{Sección}$ → Diámetro = 13.16 mm

Como se puede ver en la tabla 4.3., el diámetro mínimo de alimentación de un cuarto húmedo es de 20 mm, por lo que se escogerá esta dimensión para abastecer dichos cuartos en todas las viviendas, ya que este es el tramo más desfavorecido de todo el edificio.

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
Alimentación equipos de climatización	< 50 kW	½
	50 - 250 kW	¾
	250 - 500 kW	1
	> 500 kW	1 ¼

4.2.3. DIÁMETRO DE LOS MONTANTES

Para el cálculo del diámetro de los montantes se considerará el caudal máximo, multiplicando el caudal máximo del cuarto húmedo por el número de plantas existentes en el edificio.

a) Caudal máximo

AF = $1.15 \cdot 4 \text{ plantas} = 4.6 \text{ l/s}$

ACS = $0.68 \cdot 4 \text{ plantas} = 2.72 \text{ l/s}$



b) Coeficiente de simultaneidad

Se ha establecido un coeficiente de simultaneidad del 80 %.

c) Caudal de cálculo

Caudal de cálculo = Caudal máximo · Coeficiente de simultaneidad

$$\text{Caudal de cálculo AF} = 4.6 \cdot 0.80 = 3.68 \text{ l/s}$$

$$\text{Caudal de cálculo ACS} = 2.72 \cdot 0.80 = 2.176 \text{ l/s}$$

d) Elección de la velocidad

Para tuberías de cobre (tuberías metálica), se ha escogido una velocidad de 1 m/s, que está dentro del rango que nos determina el CTE.

e) Determinación del diámetro

$$Q = V \cdot S$$

$$\text{AF} \rightarrow 3.68 \cdot 10^{-3} = 1 \cdot \text{Sección} \quad \rightarrow \text{Diámetro} = 34.23 \text{ mm}$$

$$\text{ACS} \rightarrow 2.176 \cdot 10^{-3} = 1 \cdot \text{Sección} \quad \rightarrow \text{Diámetro} = 26.32 \text{ mm}$$

Los diámetros de los montantes, tanto para agua fría como para agua caliente sanitaria se ha establecido en 35 mm.



4.3. CIRCUITO DE RETORNO

Para el dimensionado del circuito de retorno se calcula el caudal que ha de recircularse para que el agua caliente en el circuito de ida sufra una caída de temperatura de 3°C.

Según el CTE hay que recircular por lo menos el 10% del agua de alimentación y como mínimo en tubería de 16 mm, y no se recircularán menos de 250 l/h en cada columna.

El agua que circula por los montantes es de 2.72 l/s, es decir 9792 l/h. El agua que se recircula es 979.2 l/h. Mirando la siguiente tabla vemos que el diámetro en la tubería del circuito de retorno es de 1^{1/4} pulgadas, es decir 31.75 mm.

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

Diámetro de la tubería (pulgadas)	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



5. EVACUACIÓN DE AGUAS

5.1. DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

5.1.1. DERIVACIONES INDIVIDUALES

Se adjudican a cada tipo de aparato las unidades de desagüe (UD) y los diámetros mínimos de los sifones y las derivaciones individuales correspondientes.

Tabla 4.1 UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)		
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público	
Lavabo	1	2	32	40	
Bidé	2	3	32	40	
Ducha	2	3	40	50	
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50	
Inodoro	Con cisterna	4	5	100	100
	Con fluxómetro	8	10	100	100
Urinario	Pedestal	-	4	-	50
	Suspendido	-	2	-	40
	En batería	-	3,5	-	-
Fregadero	De cocina	3	6	40	50
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	-	40
Lavadero	3	-	40	-	
Vertedero	-	8	-	100	
Fuente para beber	-	0,5	-	25	
Sumidero sifónico	1	3	40	50	
Lavavajillas	3	6	40	50	
Lavadora	3	6	40	50	
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	-	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100	-
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	-	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100	-



**Planta Baja
Vivienda A**

	UD	Diámetro del sifón
Lavabo	1	32 mm
Inodoro con cisterna	4	100
Bidé	2	32
Bañera	3	40
Fregadero	3	40
Lavavajillas	3	40
Lavadora	3	40
TOTAL	19	

**Planta Baja
Vivienda B**

	UD	Diámetro del sifón
Lavabo x2	1x2 = 2	32 mm
Inodoro con cisterna x2	4x2 = 8	100
Bidé	2	32
Bañera	3	40
Ducha	2	40
Fregadero	3	40
Lavavajillas	3	40
Lavadora	3	40
TOTAL	26	



**Planta Baja
Vivienda C**

	UD	Diámetro del sifón
Lavabo	1	32 mm
Inodoro con cisterna x2	4	100
Bidé	2	32
Bañera	3	40
Fregadero	3	40
Lavavajillas	3	40
Lavadora	3	40
TOTAL	19	

**1ª a 4ª Plantas
Vivienda A**

	UD	Diámetro del sifón
Lavabo	1	32 mm
Inodoro con cisterna	4	100
Bidé	2	32
Bañera	3	40
Fregadero	3	40
Lavavajillas	3	40
Lavadora	3	40
TOTAL	19	



**1ª a 4ª Plantas
Vivienda B**

	UD	Diámetro del sifón
Lavabo	1	32 mm
Inodoro con cisterna	4	100
Bidé	2	32
Bañera	3	40
Fregadero	3	40
Lavavajillas	3	40
Lavadora	3	40
TOTAL	19	

**1ª a 4ª Plantas
Vivienda C**

	UD	Diámetro del sifón
Lavabo x2	1x2 = 2	32 mm
Inodoro con cisterna x2	4x2 = 8	100
Bidé	2	32
Bañera	3	40
Ducha	2	40
Fregadero	3	40
Lavavajillas	3	40
Lavadora	3	40
TOTAL	26	



**1ª a 4ª Plantas
Vivienda D**

	UD	Diámetro del sifón
Lavabo	1	32 mm
Inodoro con cisterna	4	100
Bidé	2	32
Bañera	3	40
Fregadero	3	40
Lavavajillas	3	40
Lavadora	3	40
TOTAL	19	

**1ª a 4ª Plantas
Vivienda E**

	UD	Diámetro del sifón
Lavabo x2	1x2 = 2	32 mm
Inodoro con cisterna x2	4x2 = 8	100
Bidé	2	32
Ducha	2	40
Bañera	3	40
Fregadero	3	40
Lavavajillas	3	40
Lavadora	3	40
TOTAL	26	



**1ª a 4ª Plantas
Vivienda F**

	UD	Diámetro del sifón
Lavabo	1	32 mm
Inodoro con cisterna	4	100
Bidé	2	32
Bañera	3	40
Fregadero	3	40
Lavavajillas	3	40
Lavadora	3	40
TOTAL	19	

5.1.2. RAMALES COLECTORES

Los diámetros de los ramales de los colectores entre los aparatos sanitarios y las bajantes se dimensionarán en función del número máximo de UD y la pendiente del ramal.

Tabla 4.3 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

Se ha escogido una pendiente para los ramales colectores del 2%. Por tanto a las viviendas que tienen en su totalidad 19 unidades de desagüe, les corresponde un ramal colector de 75 mm y a las viviendas con 26 UD, les corresponde un ramal de diámetro 90 mm.



5.1.3. BAJANTES DE AGUAS RESIDUALES

El diámetro de las bajantes se obtiene en la tabla 4.4 como el mayor de los valores obtenidos considerando el máximo número de UD en la bajante y el máximo número de UD en cada ramal en función del número de plantas.

Tabla 4.4 Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD

Máximo número de UD, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

El máximo número de UD se corresponde con el número de UD por vivienda multiplicado por el número de pisos (para más de 3 plantas):

$$19 \text{ UD} \cdot 4 \text{ alturas} = 76 \text{ UD en la bajante}$$

$$26 \text{ UD} \cdot 4 \text{ alturas} = 104 \text{ UD en la bajante.}$$

Ambas se corresponden en la tabla con el valor 280 (valor justamente superior), es decir, el diámetro de las bajantes será de 90 mm.

5.1.4. COLECTORES HORIZONTALES DE AGUAS RESIDUALES

El diámetro de los colectores horizontales se obtiene en la tabla 4.5 en función del máximo número de UD y de la pendiente.



Tabla 4.5 Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

De la misma forma que los ramales colectores, se ha escogido una pendiente del 2% para los colectores horizontales. Del edificio saldrá un colector de aguas residuales que conectará con la red general. El número de UD del edificio es de 576 por lo que le corresponde un diámetro de 160 mm.

5.2. DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

5.2.1. RED DE PEQUEÑA EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

El número mínimo de sumideros que deben disponerse es el indicado en la tabla 4.6, en función de la superficie proyectada horizontalmente de la cubierta a la que sirven. La cubierta, proyectada horizontalmente, mide 36,90 m de largo por 15,30 m de ancho, es decir, 564,57 m².

Tabla 4.6 Número de sumideros en función de la superficie de cubierta

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)	Número de sumideros
S < 100	2
100 ≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m ²



Por tanto, se instalará un sumidero por cada 150 m² de superficie.

$564.57 / 150 = 3.764 \Rightarrow$ Se colocarán 4 sumideros, que se colocarán en cada esquina.

Cada sumidero cubrirá 141.14 m² de cubierta.

5.2.2. CANALONES

El diámetro nominal del canalón de evacuación de aguas pluviales de sección semicircular para una intensidad pluviométrica de 100 mm/h se obtiene en la tabla 4.7 en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve.

Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Para un régimen con intensidad pluviométrica diferente de 100 mm/h, debe aplicarse un factor f de corrección a la superficie servida tal que:

$$f = i / 100$$

Siendo

i la intensidad pluviométrica que se quiere considerar.

La intensidad pluviométrica para Pamplona es de 155 mm/h, calculada en el Anexo B del HS 5 Evacuación de aguas del DB-HS: Salubridad, por tanto:

$$f = 155 / 100 = 1.55$$

Canalón A: cubre 97.298 m² de cubierta.

Aplicamos el factor de corrección: $97.298 \cdot 1.55 = 150.81 \text{ m}^2$

La pendiente que se escoge para el canalón es del 1%, por tanto, el diámetro nominal será de 200 mm.



Canalón B: cubre 20.32 m² de cubierta.

Aplicamos el factor de corrección: $20.32 \cdot 1.55 = 31.496 \text{ m}^2$

La pendiente que se escoge para el canalón es del 1%, por tanto, el diámetro nominal será de 100 mm.

5.2.3. BAJANTES DE AGUAS PLUVIALES

El diámetro correspondiente a la superficie, en proyección horizontal, servida por cada bajante de aguas pluviales se obtiene en la tabla 4.8:

Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Análogamente al caso de los canalones, para intensidades distintas de 100 mm/h, debe aplicarse el factor f correspondiente.

Cada bajante sirve a 117.618 m² de cubierta. Aplicando el factor de corrección:

$$117.617 \cdot 1.55 = 182.308 \text{ m}^2$$

Por tanto, como se ve en la tabla 4.8., el diámetro nominal de la bajante será de 90 mm.

5.2.4. COLECTOR DE AGUAS PLUVIALES

El diámetro de los colectores de aguas pluviales se obtiene en la tabla 4.9, en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve.



Tabla 4.9 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie proyectada (m ²)			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Se establecen dos colectores de aguas pluviales para todo el edificio. El que recoge el agua de la mitad izquierda de la cubierta y el de la mitad derecha, que irán a parar cada uno por separado a la red general. La pendiente elegida será del 2%. La superficie proyectada para cada colector es:

$$564.57 / 2 = 282.285 \text{ m}^2$$

Aplicando el factor $f = 1.55$ según el régimen pluviométrico se obtiene:

$$282.285 \cdot 1.55 = 437.542 \text{ m}^2 \text{ que cubre cada colector.}$$

Según la tabla 4.9 el diámetro nominal del colector será de 125 mm.

5.3. DIMENSIONADO DE LAS REDES DE VENTILACIÓN

5.3.1. VENTILACIÓN PRIMARIA

Deben disponerse subsistemas de ventilación tanto en las redes de aguas residuales como en las de pluviales.

La ventilación primaria debe tener el mismo diámetro que la bajante de la que es prolongación. Como la cubierta es transitable, la ventilación se prolongará 2.0 m por encima de la cubierta, protegida de la entrada de cuerpos extraños y con un accesorio que garantice la estanqueidad.



5.4. ACCESORIOS

En la tabla 4.13 se obtienen las dimensiones mínimas necesarias (longitud L y anchura A mínimas) de una **arqueta** en función del diámetro del colector de salida de ésta.

Tabla 4.13 Dimensiones de las arquetas

L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

La arqueta a pie de bajante para la evacuación de aguas pluviales será de 50x50cm para un colector de salida de 125 mm.

En el caso de la arqueta de aguas residuales, la arqueta será de 60x60 cm para un colector de salida de 160 mm.



Pamplona, Junio de 2012

Firmado:

ÍÑIGO LÓPEZ BAQUEDANO

Ingeniero Técnico Industrial



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE ACS CON ENERGÍA SOLAR PARA
ABASTECIMIENTO, SANEAMIENTO Y CALEFACCIÓN EN
VIVIENDA UNIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA

DOCUMENTO 3: PLANOS

Íñigo López Baquedano

Jorge Odériz Ezcurra

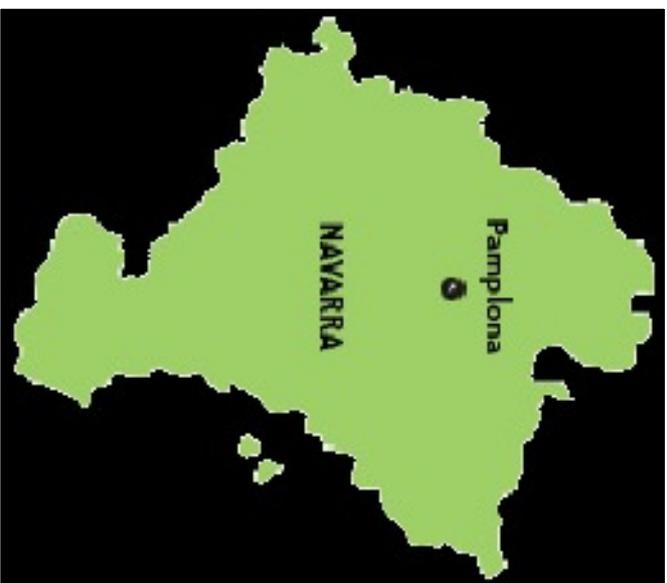
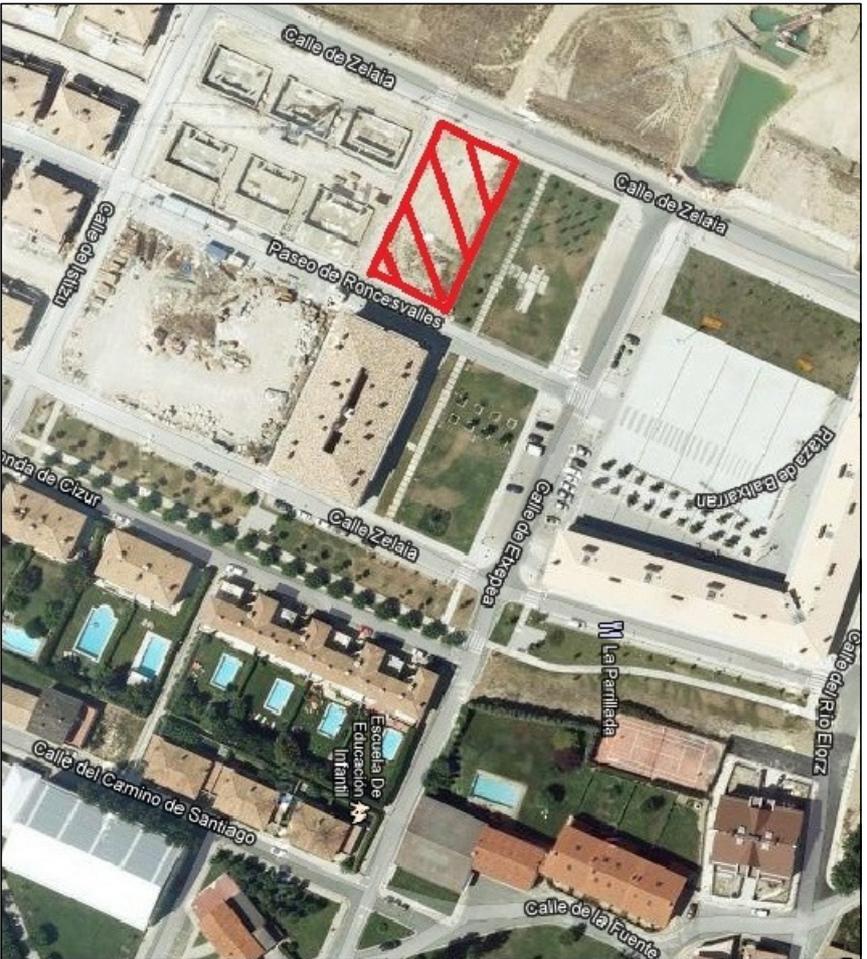
Pamplona, 28 de Junio de 2012



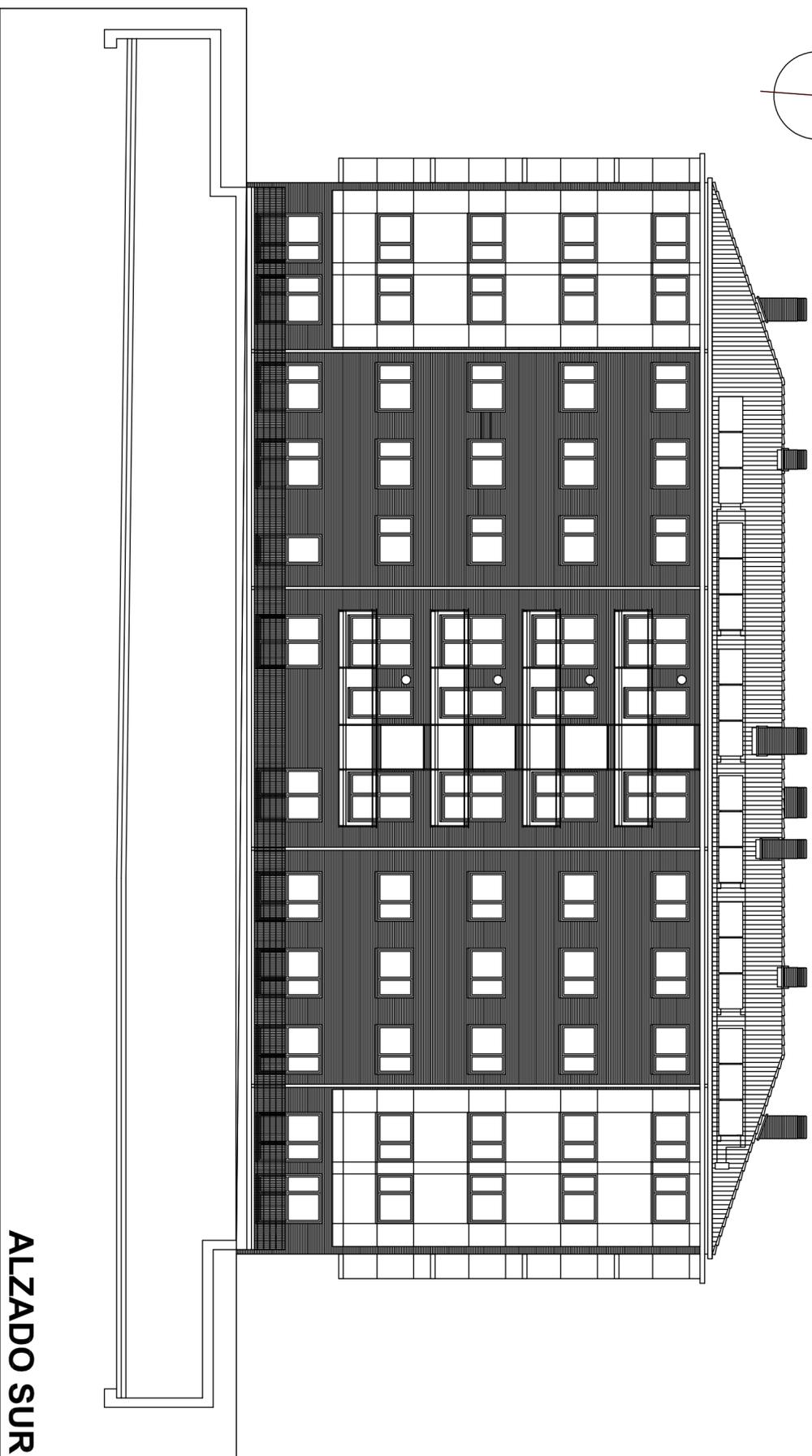
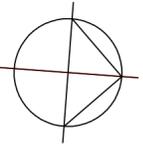
PLANOS



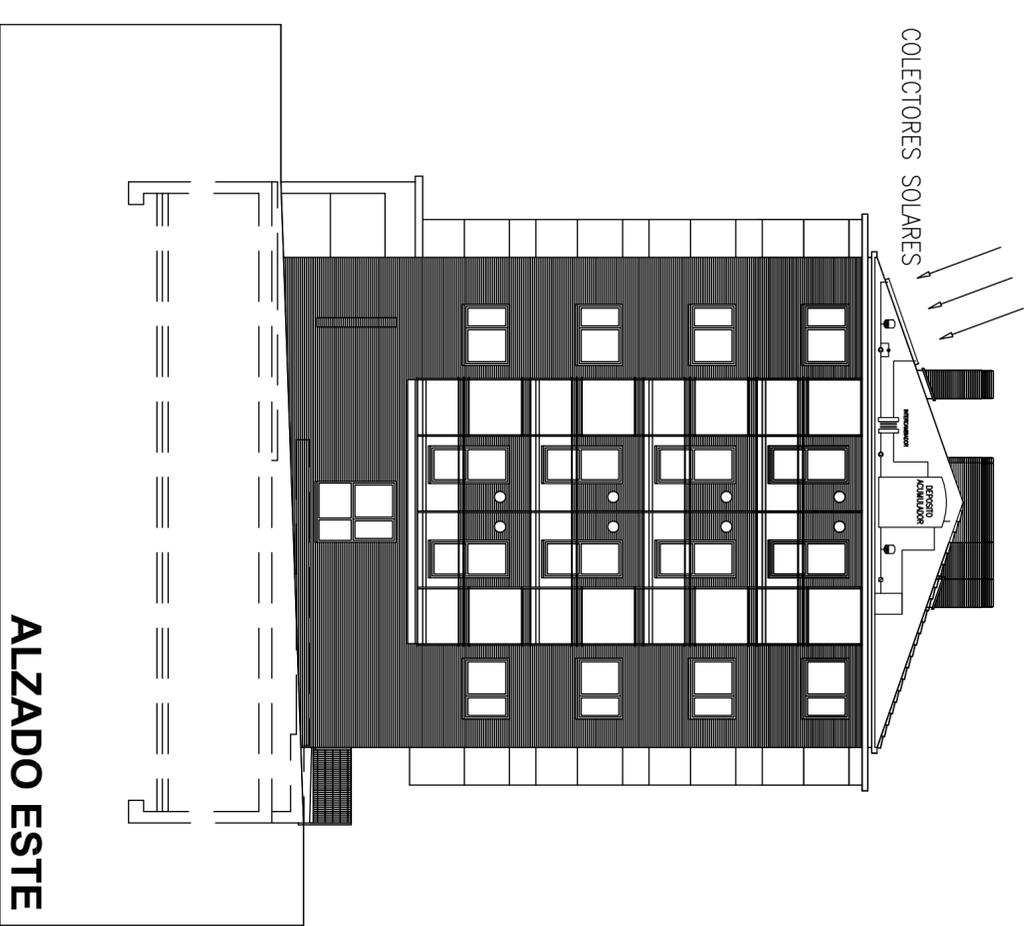
ÍNDICE	Nº Plano
1. Situación y emplazamiento	1
2. Alzados y cubierta	2
3. Sótano	3
4. Planta baja	4
5. Plantas 1ª a 4ª	5
6. ACS planta baja	6
7. ACS plantas 1ª a 4ª	7
8. Calefacción planta baja	8
9. Calefacción plantas 1ª a 4ª	9
10. Esquema general	10
11. Saneamiento planta baja	11
12. Saneamiento plantas 1ª a 4ª	12
13. Saneamiento general	13



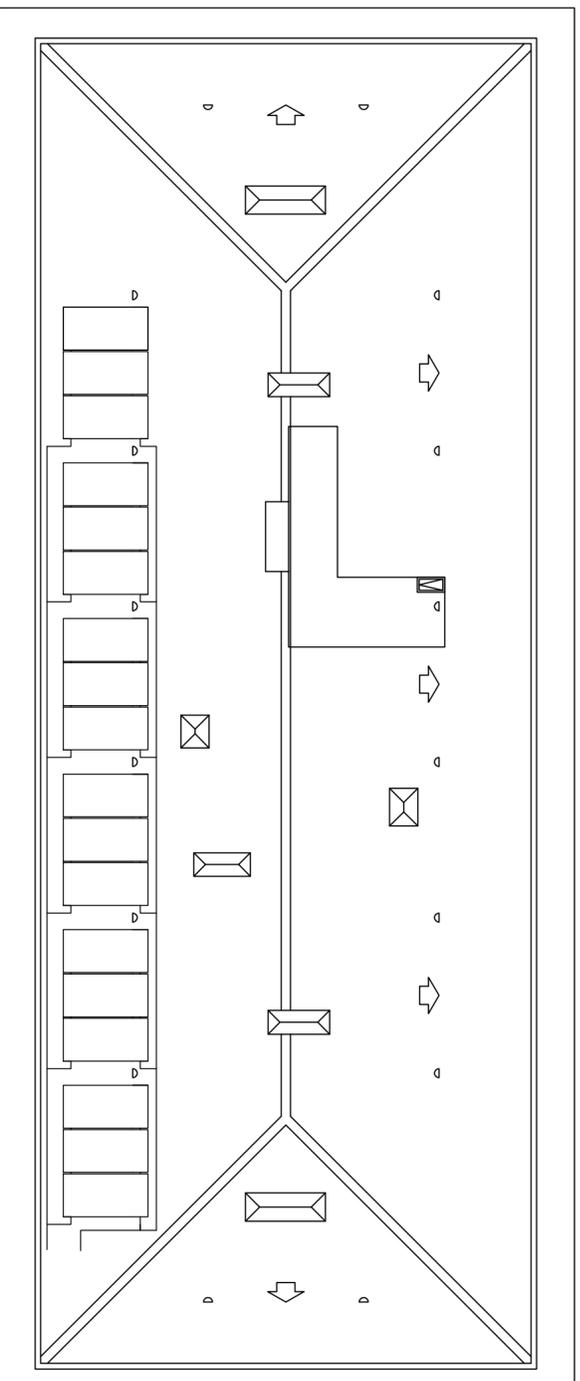
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		
PROYECTO: INSTALACIÓN DE ACS CON ENERGÍA SOLAR PARA ABASTECIMIENTO, SANAMIENTO Y CALEFACCIÓN EN VIVIENDA MULTIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA	REALIZADO: LÓPEZ BAQUEDANO, INIGO		
PLANO: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	FIRMA: LÓPEZ BAQUEDANO, INIGO	FECHA: 7/3/2012	ESCALA: S.E.
		Nº PLANO: 	



ALZADO SUR

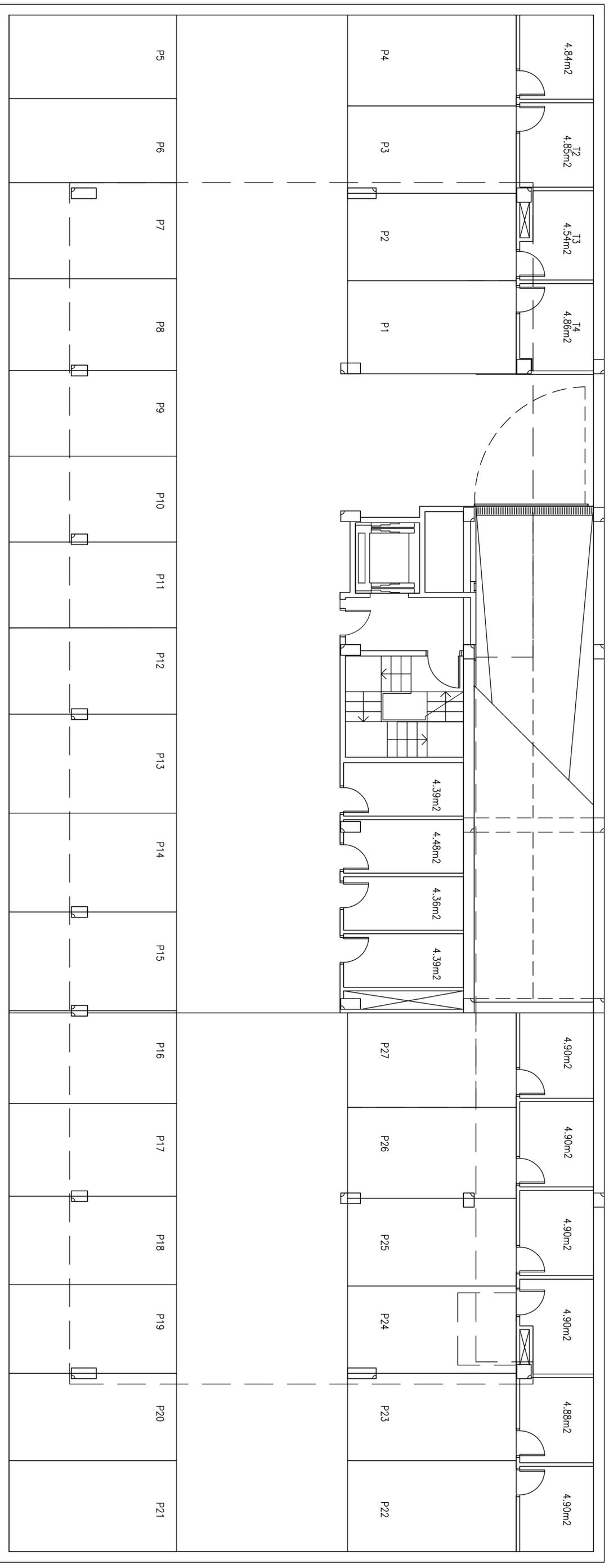


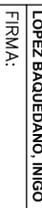
ALZADO ESTE

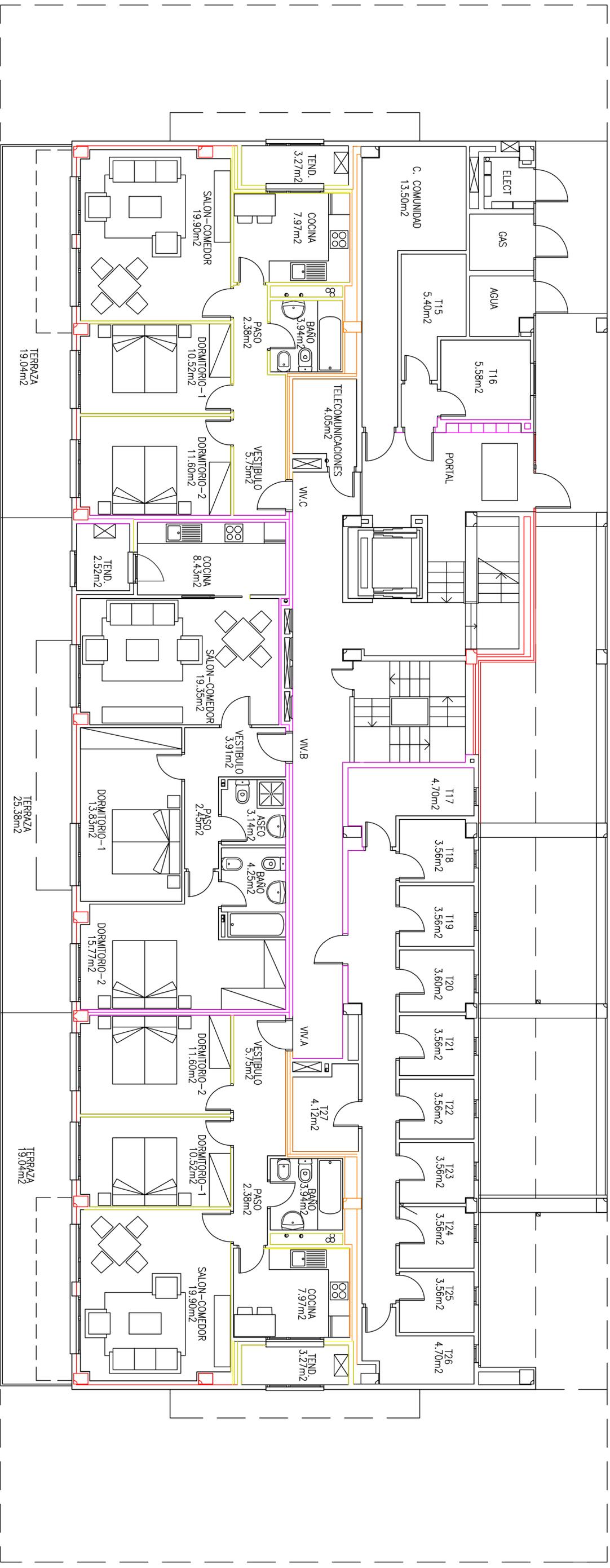


CUBIERTA

 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 ACS CON ENERGÍA SOLAR PARA ABASTECIMIENTO, SANEAMIENTO Y CALEFACCIÓN EN VIVIENDA MULTIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA	REALIZADO:	LÓPEZ BAQUEDANO, INIGO
PLANO:	ALZADOS Y CUBIERTA	FECHA: 7/3/2012
		ESCALA: 1:100
		Nº 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 ACS CON ENERGÍA SOLAR PARA ABASTECIMIENTO, SANAMIENTO Y CALEFACCIÓN EN VIVIENDA MULTIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA	REALIZADO: LÓPEZ BAQUEDANO, JINCO	FIRMA: 
PLANO: SÓTANO	FECHA: 7/3/2012	ESCALA: 1:100
		N.º PLANO 3



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

INSTALACIÓN DE ACS CON ENERGÍA SOLAR PARA
ABASTECIMIENTO, SANAMIENTO Y CALEFACCIÓN EN
VIVIENDA MULTIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA

REALIZADO:

LOPEZ BAQUEDANO, JINCO
FIRMA:

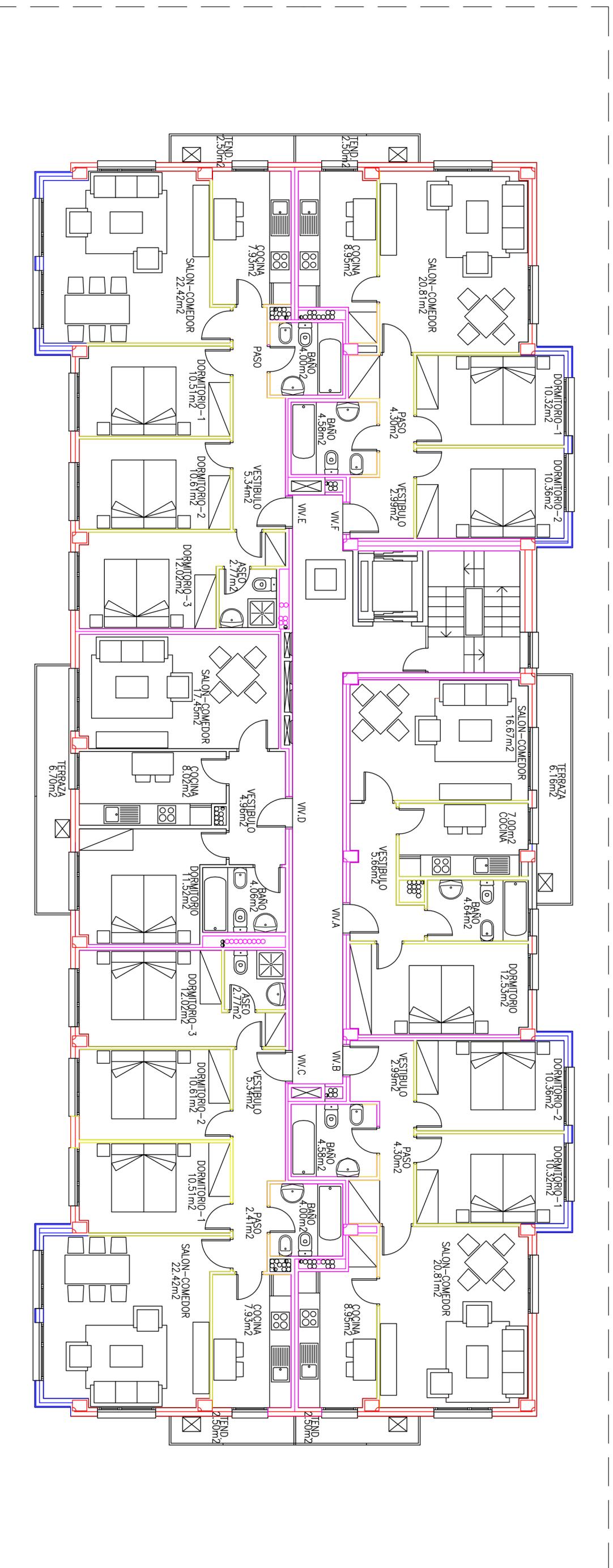
PLANO:

PLANTA BAJA

FECHA: 20/3/2012

ESCALA: 1:100

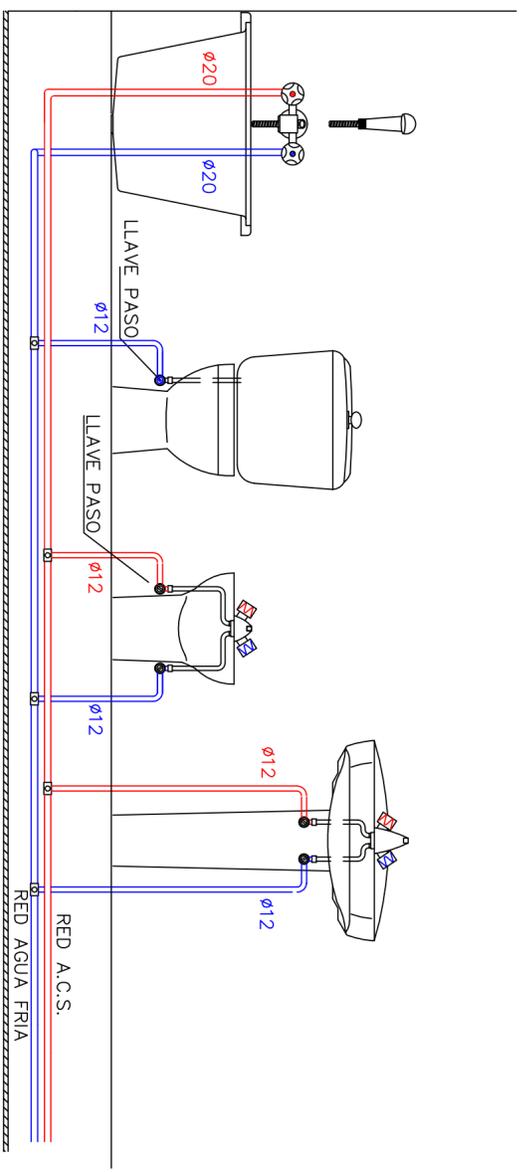
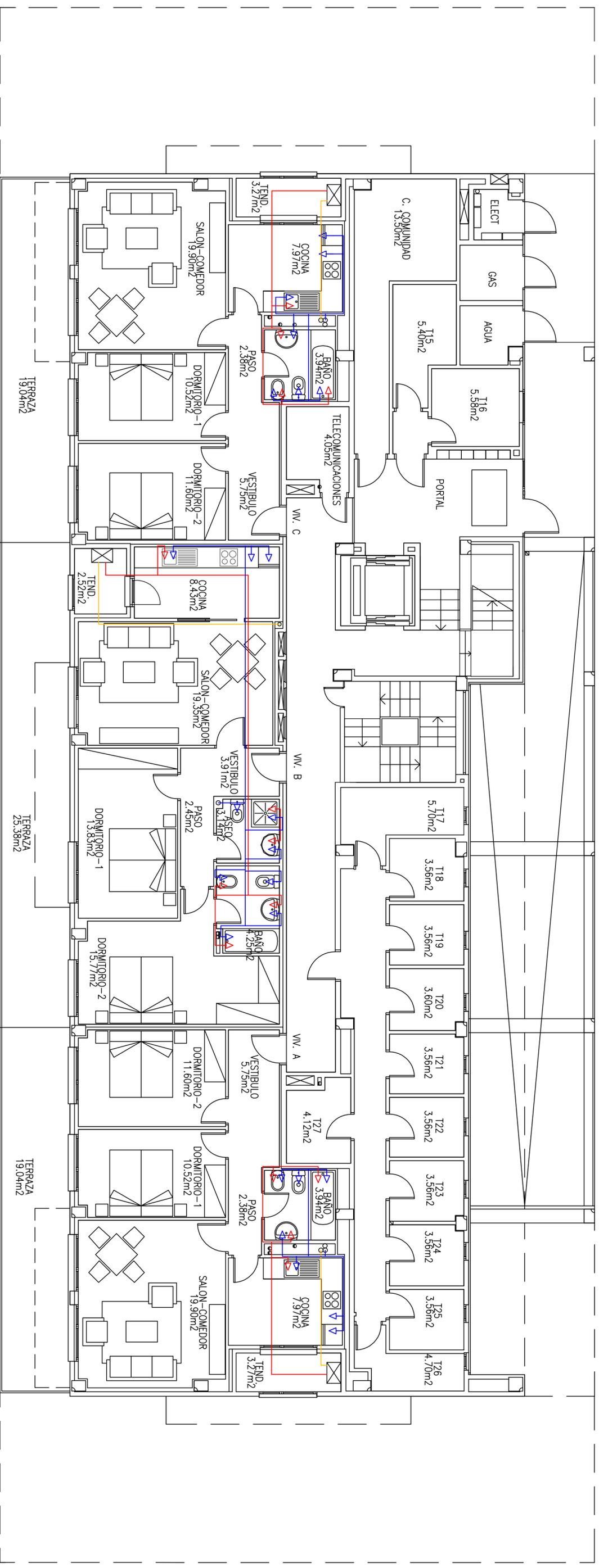
Nº PLANO: 4




 Universidad Pública de Navarra
 Nafarroako Unibertsitate Publikoa
E.T.S.I.I.T.
 INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.
 DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

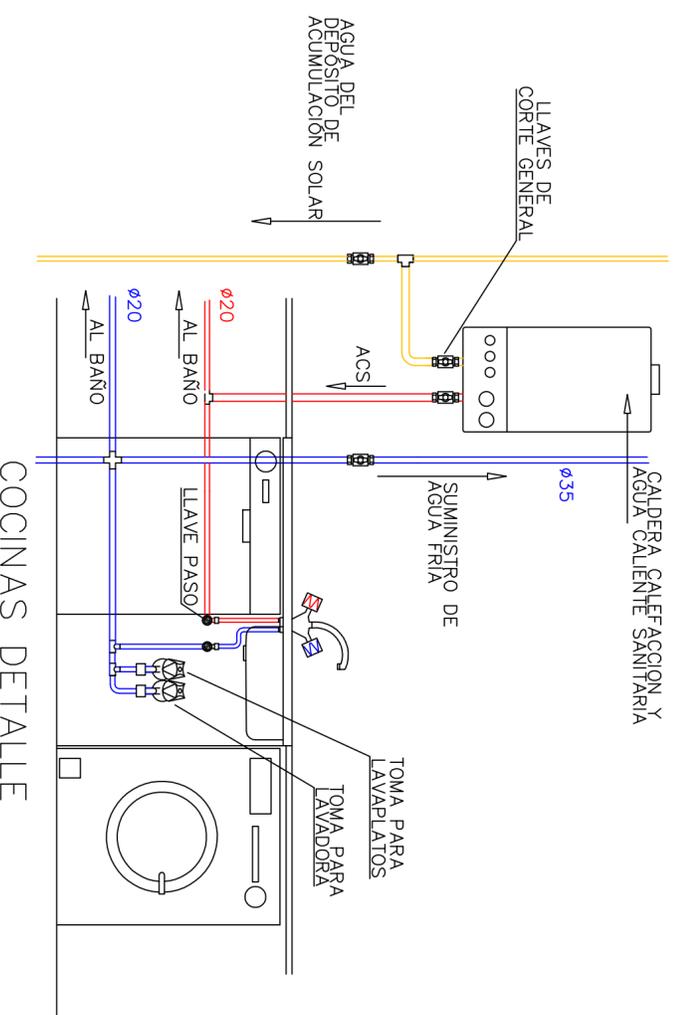
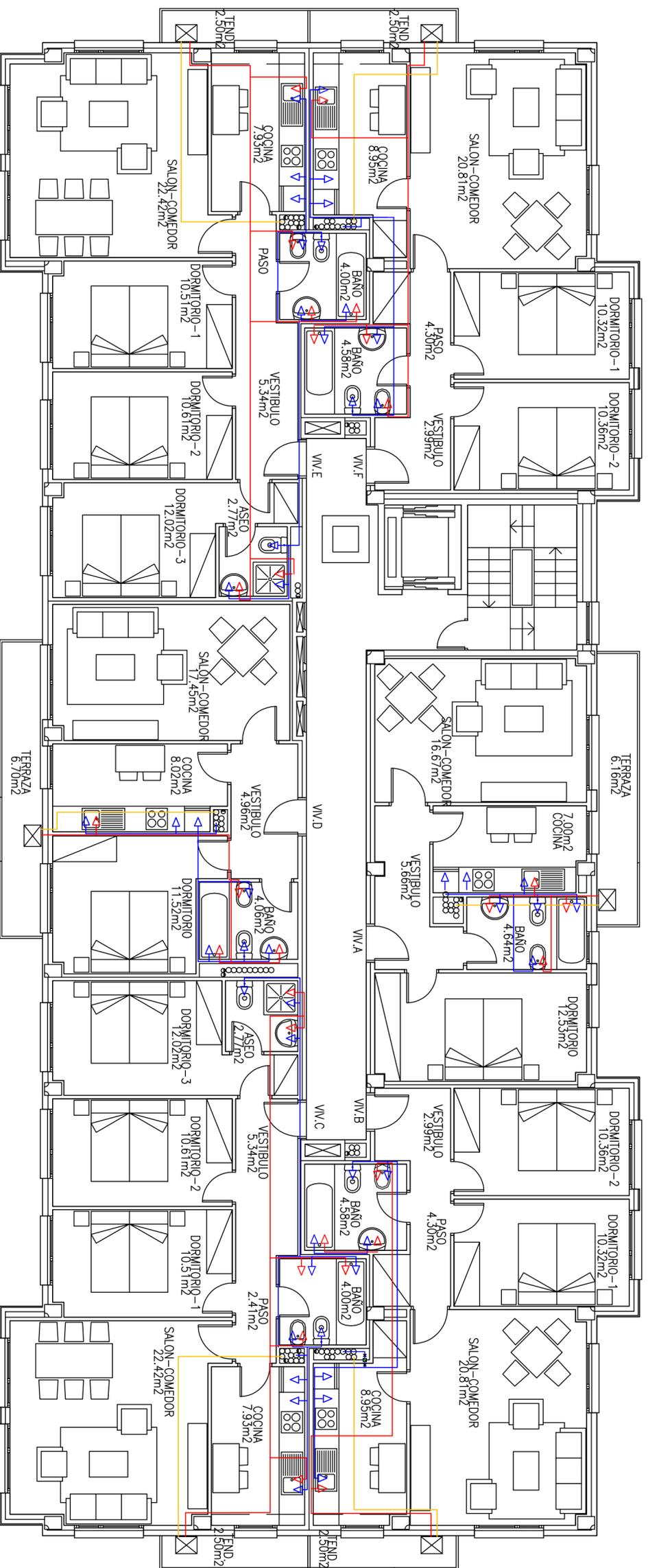
PROYECTO: INSTALACIÓN DE ACS CON ENERGÍA SOLAR PARA ABASTECIMIENTO, SANAMIENTO Y CALEFACCIÓN EN VIVIENDA MULTIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA
 REALIZADO: LÓPEZ BAQUEDANO, INIGO
 FIRMA:

PLANO: **PLANTAS 1º A 4º**
 FECHA: 15/3/2012
 ESCALA: 1:100
 N.º PLANO: 5



BAÑOS-ASEOS
DETALLE

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO: PROYECTOS E ING. RURAL
		REALIZADO: LÓPEZ BAQUEDANO, JINIGO
PROYECTO: INSTALACIÓN DE ACS CON ENERGÍA SOLAR PARA ABASTECIMIENTO, SANAMIENTO Y CALEFACCIÓN EN VIVIENDA MULTIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA	PLANO: ACS PLANTA BAJA	FECHA: 12/3/2012
FIRMA: 	ESCALA: 1:100	N.º PLANO: 6



UNIVERSIDAD PUBLICA DE NAVARRA
 Universidad Pública de Navarra
 Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
 INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.

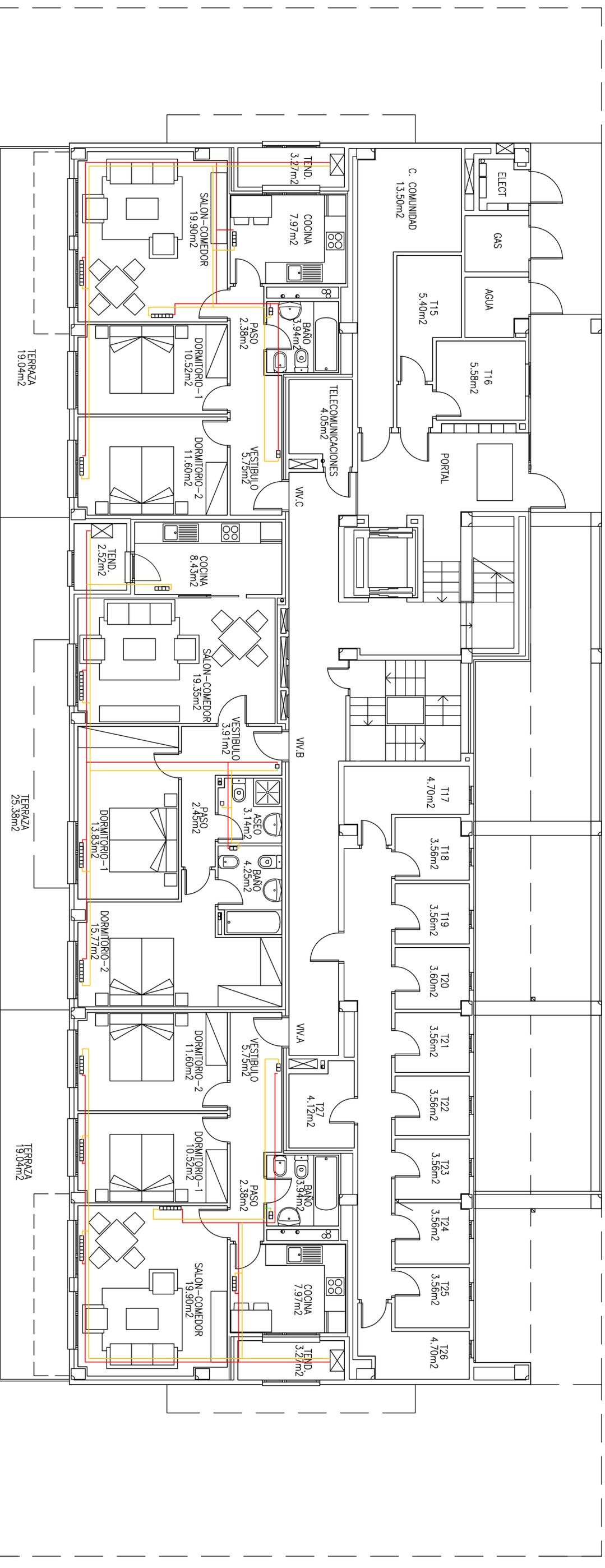
DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

REALIZADO: LOPEZ BAQUEDANO, JINIGO

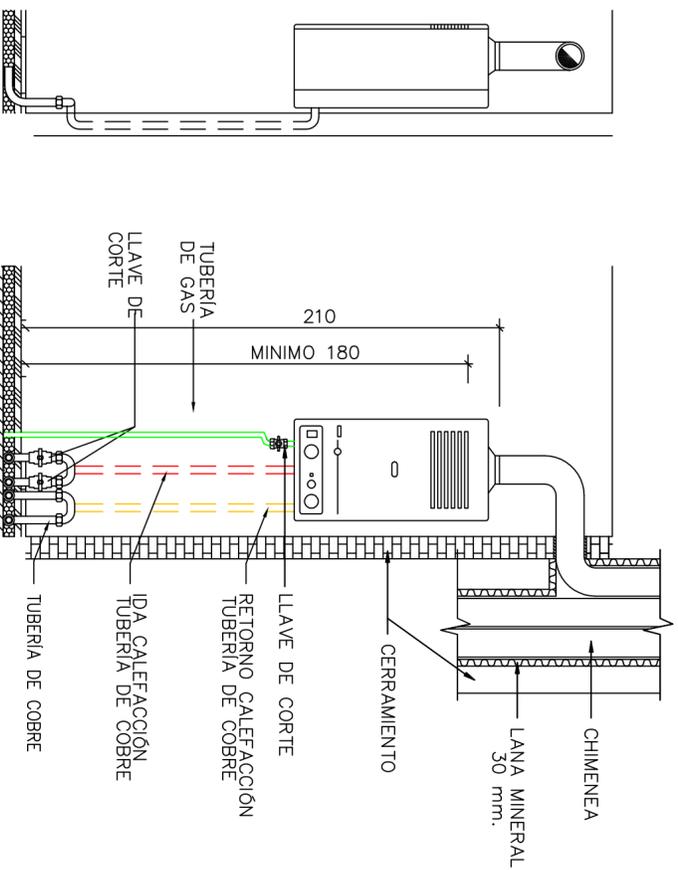
PROYECTO: INSTALACION DE ACS CON ENERGIA SOLAR PARA ABASTECIMIENTO, SANEAMIENTO Y CALEFACCION EN VIVIENDA MULTIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA

PLANO: ACS PLANTAS 1º A 4º
 FECHA: 20/3/2012
 ESCALA: 1:100
 N° PLANO: 7

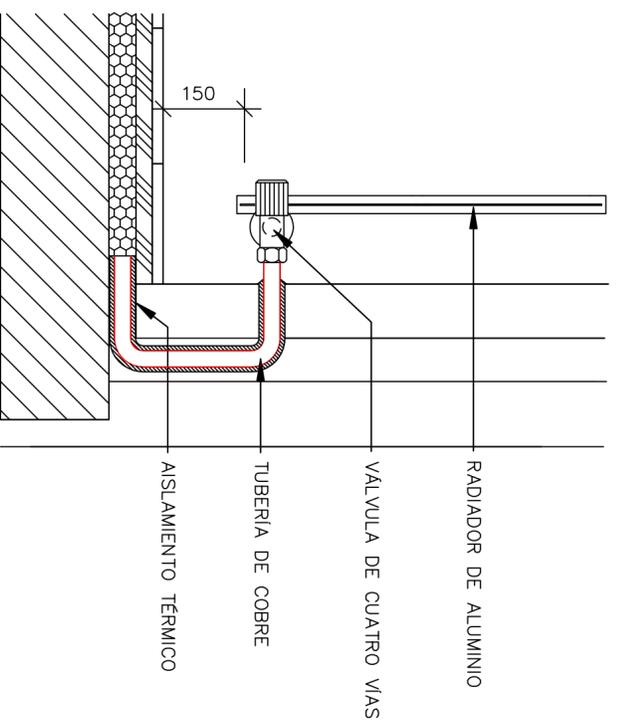
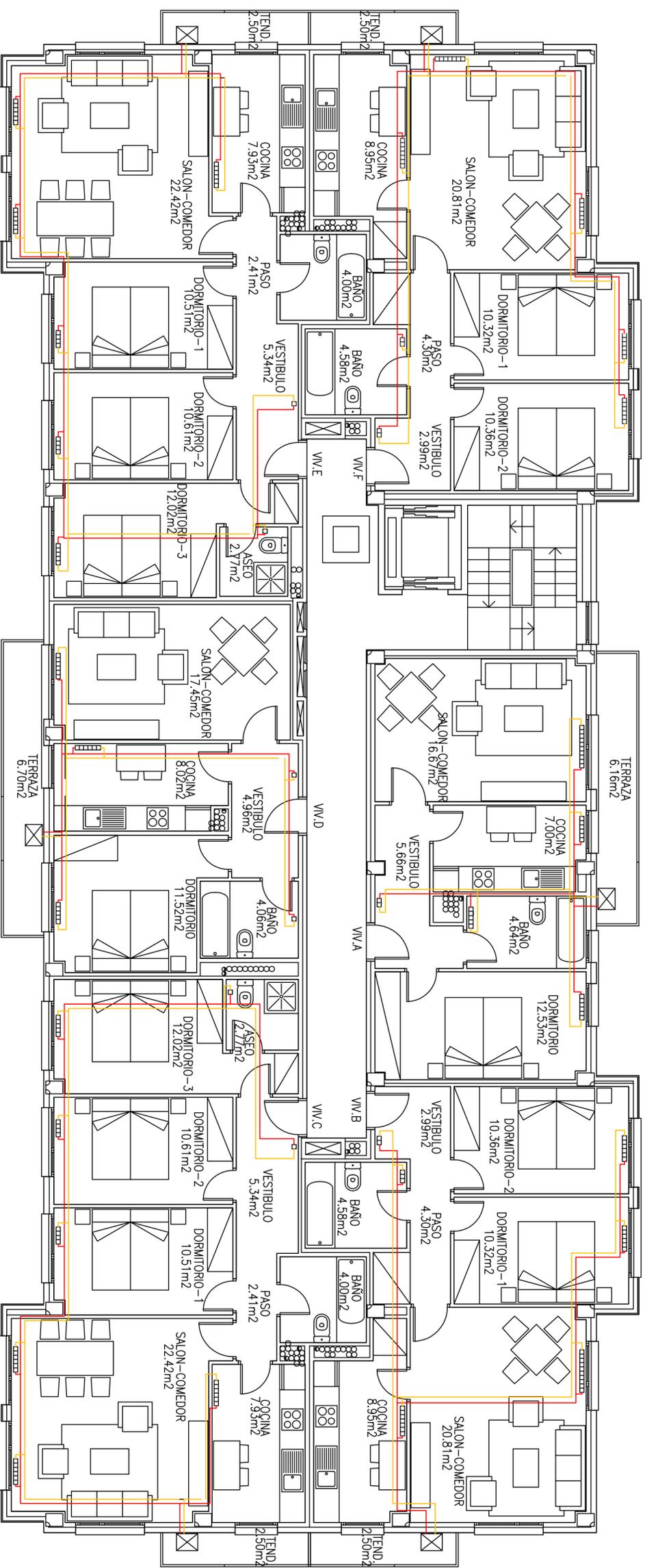




DETALLE ALZADOS CALDERA

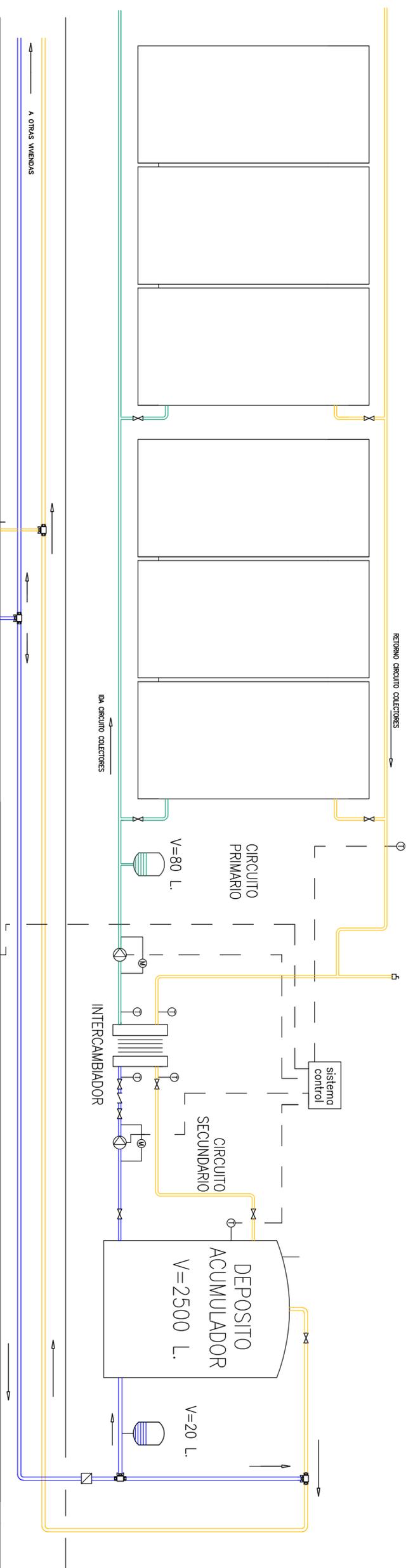


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:	
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACIÓN DE ACS CON ENERGÍA SOLAR PARA ABASTECIMIENTO, SANEAMIENTO Y CALEFACCIÓN EN VIVIENDA MULTIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA	REALIZADO:	LOPEZ BAQUEDANO, INIGO	
PLANO:	CALEFACCIÓN PLANTA BAJA	FIRMA:	
FECHA:	20/3/2012	ESCALA:	1:100
		Nº PLANO:	8

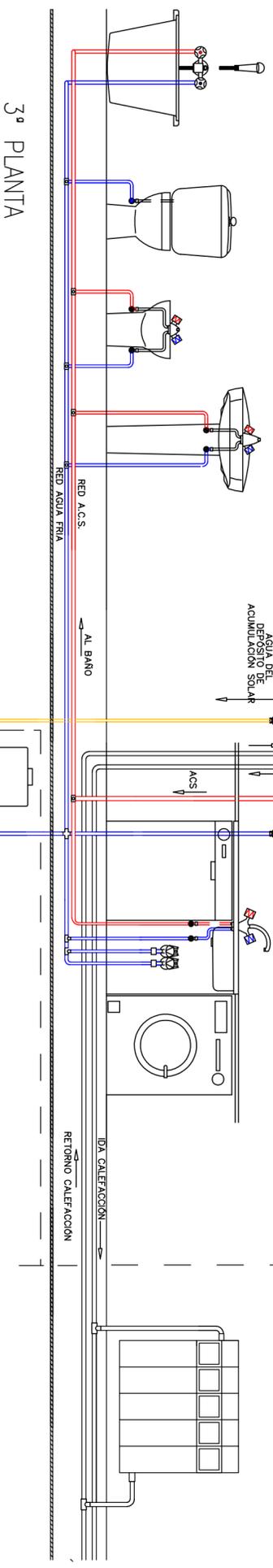


SECCIÓN ALZADO RADIADOR

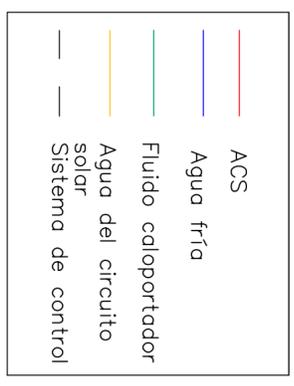
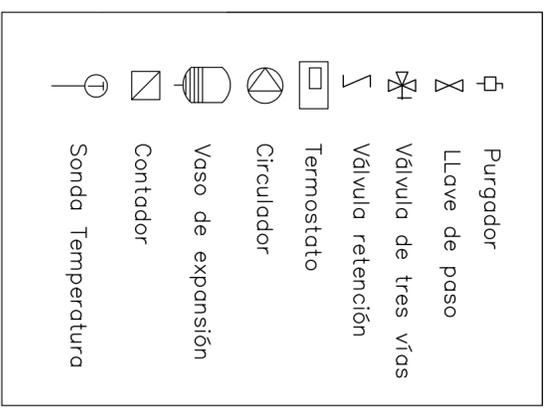
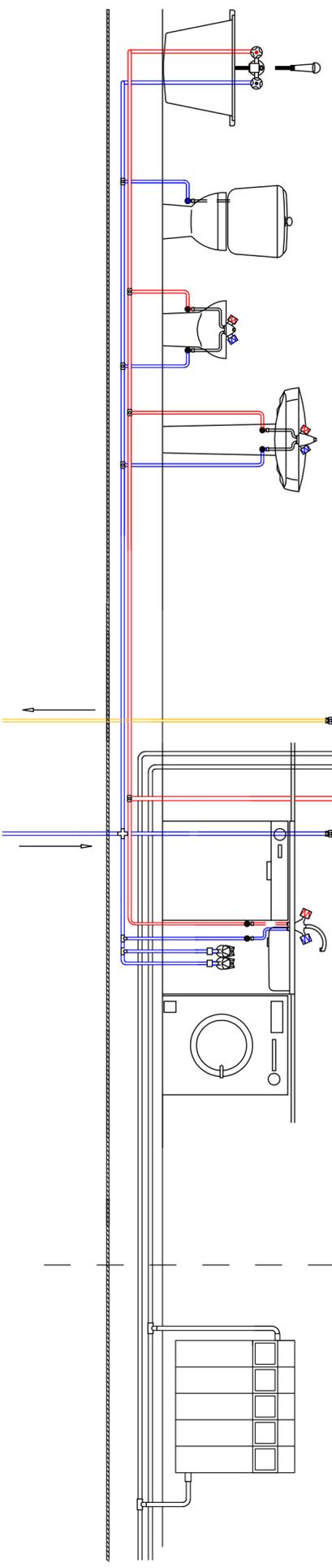
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACIÓN DE ACS CON ENERGÍA SOLAR PARA ABASTECIMIENTO, SANEAMIENTO Y CALEFACCIÓN EN VIVIENDA MULTIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA	REALIZADO:	LÓPEZ BAQUEDANO, JINCO
PLANO:	CALEFACCIÓN PLANTAS 1º a 4º	FIRMA:
		FECHA:
		ESCALA:
		Nº PLANO
		20/3/2012
		1:100
		9



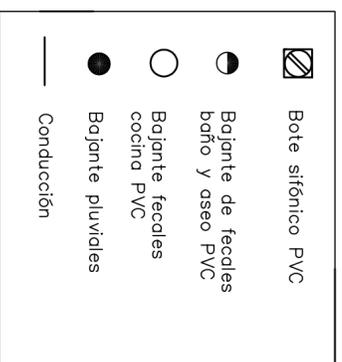
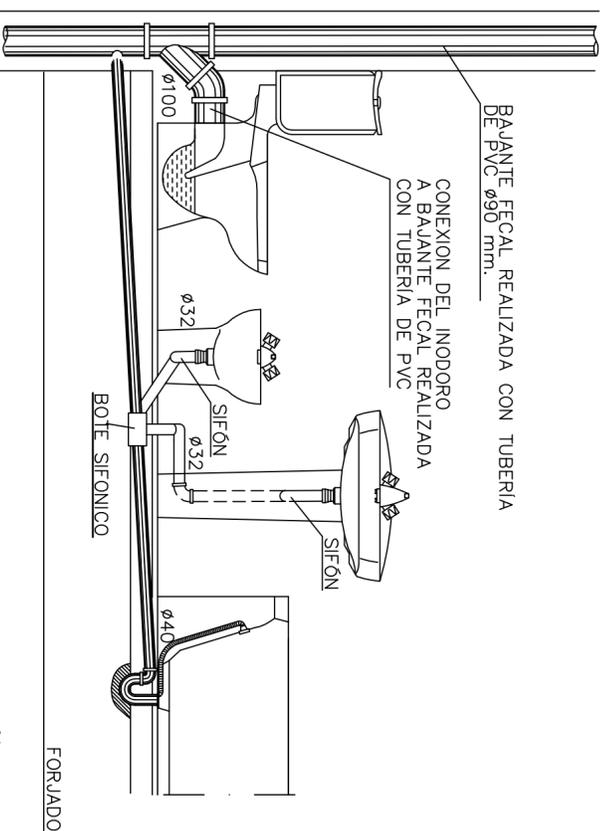
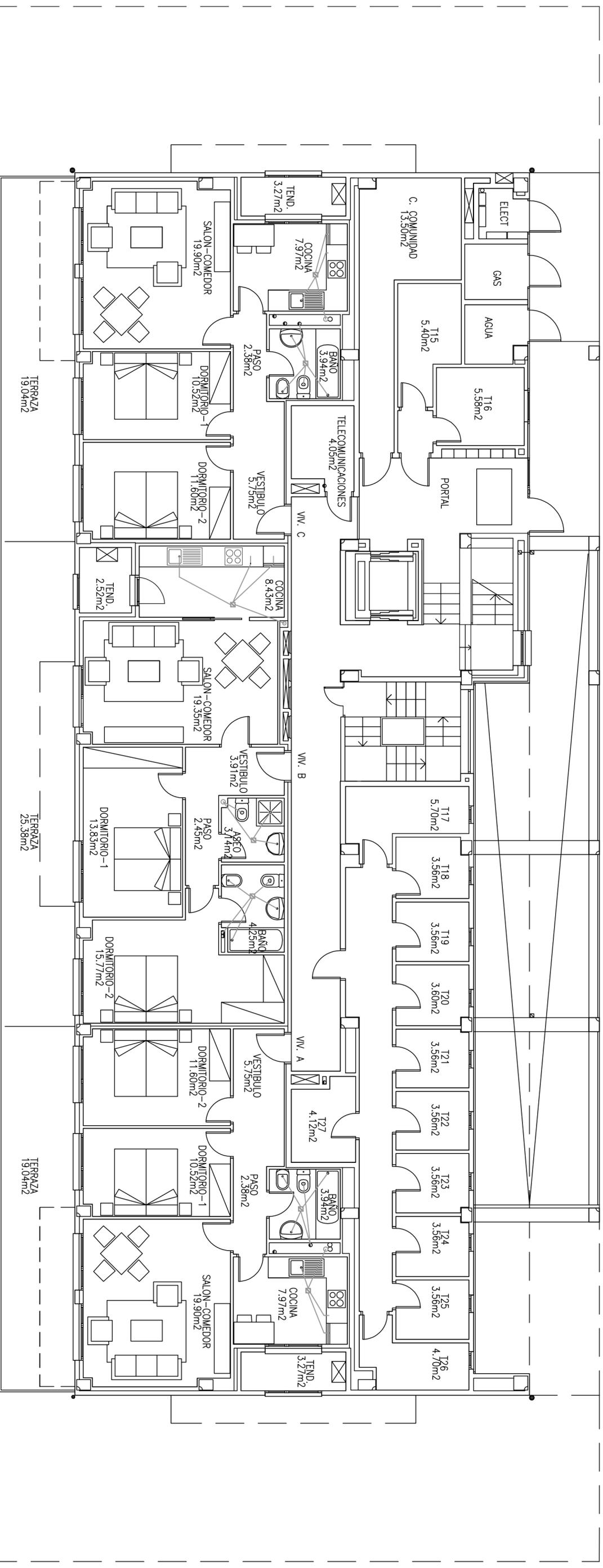
4ª PLANTA



3ª PLANTA

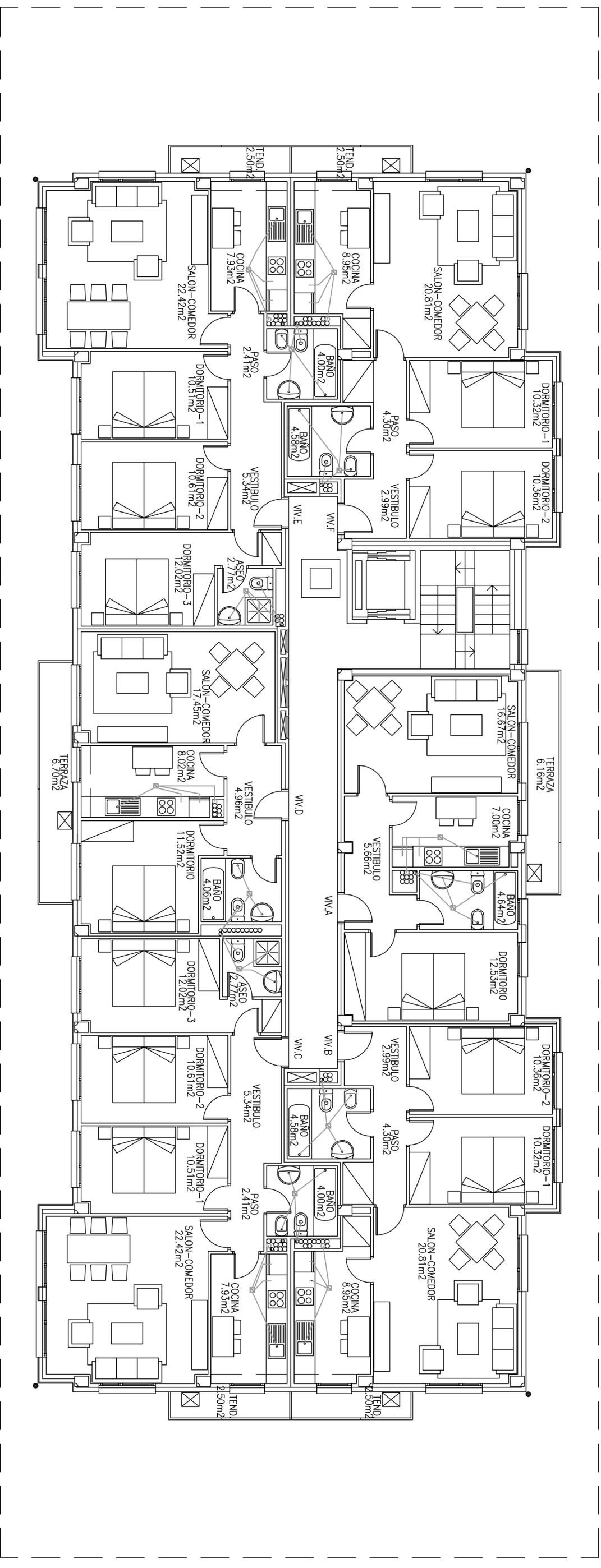


<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.</p>	<p>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>
		<p>REALIZADO: LÓPEZ BAQUEDANO, INIGO</p>
<p>PROYECTO: INSTALACIÓN DE ACS CON ENERGÍA SOLAR PARA ABASTECIMIENTO, SANAMIENTO Y CALEFACCIÓN EN VIVIENDA MULTIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA</p>	<p>PLANO: ESQUEMA GENERAL</p>	<p>FECHA: 19/3/2012</p>
<p>FECHA: 19/3/2012</p>	<p>ESCALA: S E</p>	<p>Nº PLANO: 105</p>

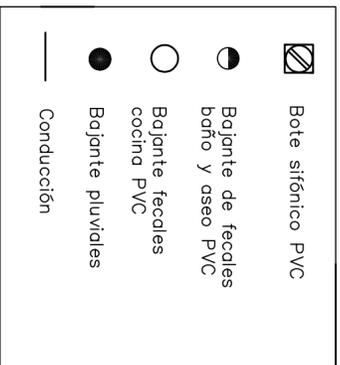
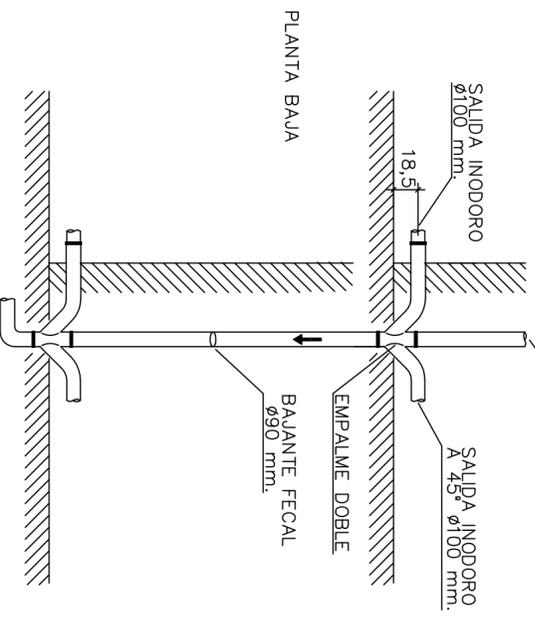


DETALLE SANAMIENTO BAÑO

 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 ACS CON ENERGÍA SOLAR PARA ABASTECIMIENTO, SANAMIENTO Y CALEFACCIÓN EN VIVIENDA MULTIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA	REALIZADO:	LÓPEZ BAQUEDANO, INIGO
PLANO:	SANAMIENTO PLANTA BAJA	FIRMA:
FECHA:	22/3/2012	ESCALA:
	1:100	Nº PLANO:
		17

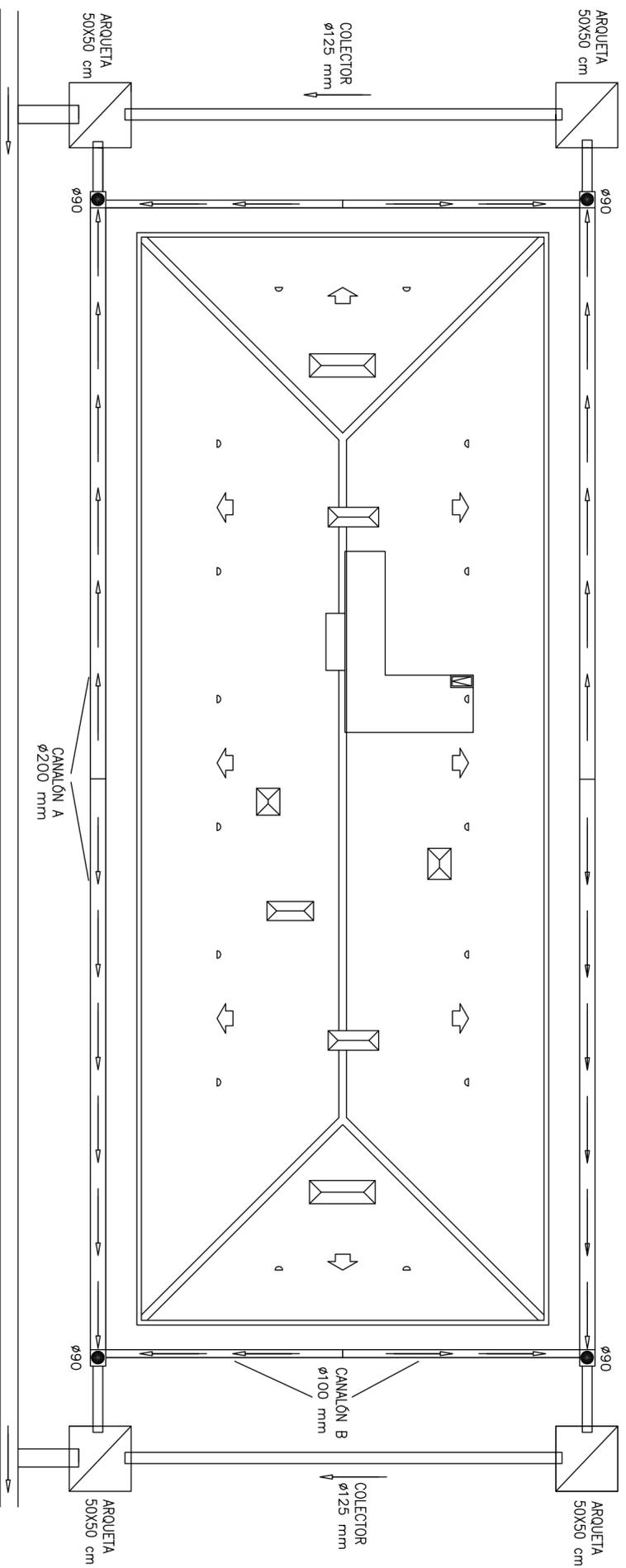


1ª PLANTA

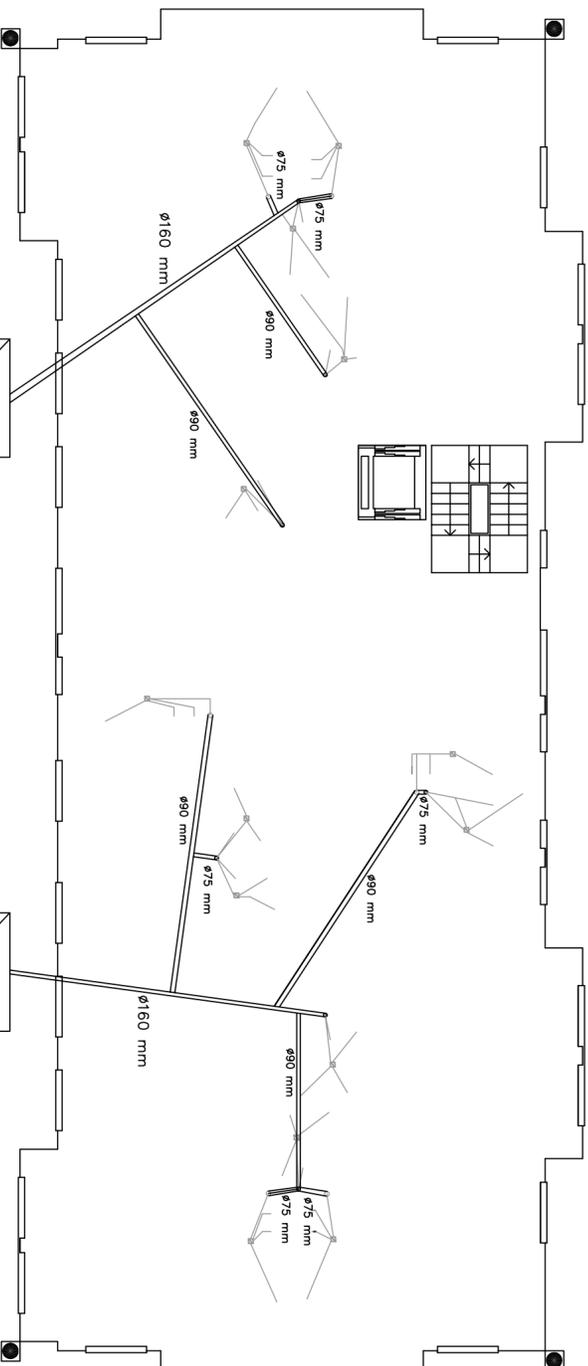
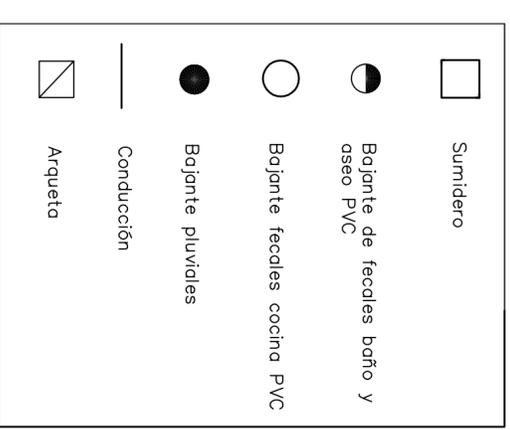


DETALLE CONEXIÓN DE INODOREOS CON BAJANTE

 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 ACS CON ENERGÍA SOLAR PARA ABASTECIMIENTO, SANEAMIENTO Y CALEFACCIÓN EN VIVIENDA MULTIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA	REALIZADO:	LÓPEZ BAQUEDANO, INIGO
PLANO:	SANEAMIENTO PLANTAS 1º A 4º	FECHA: 22/3/2012
		ESCALA: 1:100
		Nº PLANO: 12



RED GENERAL EVACUACIÓN PLUVIALES



RED GENERAL EVACUACIÓN FECALES

NOTA:

- Todas las bojantes fecales deberán tener ventilación a tejado.
- Todas las bojantes pluviales deberán tener orqueta a pie de bojante.

- Todas las bajantes, tanto de pluviales como de fecales, tienen un diámetro de 90 mm.

	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 ACS CON ENERGÍA SOLAR PARA ABASTECIMIENTO, SANEAMIENTO Y CALEFACCIÓN EN VIVIENDA MULTIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA	REALIZADO: LÓPEZ BAQUEDANO, INIGO	FECHA: 23/3/2012
PLANO: SANEAMIENTO GENERAL		N.º PLANO: 13	



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE ACS CON ENERGÍA SOLAR PARA
ABASTECIMIENTO, SANEAMIENTO Y CALEFACCIÓN EN
VIVIENDA MULTIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA

DOCUMENTO 1: PLIEGO DE CONDICIONES

Íñigo López Baquedano

Jorge Odériz Ezcurra

Pamplona, 28 de Junio de 2012



ÍNDICE

1. DISPOSICIONES GENERALES

1.1. NATURALEZA Y OBJETO DEL PLIEGO GENERAL.....	10
1.2. DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO DE OBRA.....	10

2. CONDICIONES FACULTATIVAS

2.1. DELIMITACIÓN GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS.....	11
2.1.1. El Ingeniero Director.....	11
2.1.2. El Constructor.....	11
2.2. OBLIGACIONES Y DERECHOS PRINCIPALES DEL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA.....	12
2.2.1. Verificación de los documentos del Proyecto.....	12
2.2.2. Plan de Seguridad e Higiene.....	13
2.2.3. Oficina en la obra.....	13
2.2.4. Representación del Contratista.....	13
2.2.5. Presencia del Constructor en la obra.....	14
2.2.6. Trabajos no estipulados expresamente.....	14
2.2.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del Proyecto.....	15
2.2.8. Reclamaciones contra las órdenes de la Dirección Facultativa.....	15
2.2.9. Recusación por el Contratista del personal nombrado por el Ingeniero...	16
2.2.10. Faltas del personal.....	16



2.3. PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A LOS TRABAJOS, A LOS MATERIALES Y A LOS MEDIOS AUXILIARES.....	16
2.3.1. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos.....	16
2.3.2. Orden de los trabajos.....	17
2.3.3. Facilidades para otros Contratistas.....	17
2.3.4. Ampliación del Proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.....	17
2.3.5. Prórroga por causa de fuerza mayor.....	18
2.3.6. Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el retraso de la obra.....	18
2.3.7. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.....	18
2.3.8. Obras ocultas.....	19
2.3.9. Trabajos defectuosos.....	19
2.3.10. Vicios ocultos.....	20
2.3.11. De los materiales y de los aparatos. Su procedencia.....	20
2.3.12. Materiales y aparatos defectuosos.....	20
2.3.13. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.....	21
2.4. RECEPCIÓN DE LA OBRA.....	21
2.4.1. De las recepciones provisionales.....	21
2.4.2. Documentación final de la obra.....	22
2.4.3. Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra.....	22
2.4.4. Plazo de garantía.....	22
2.4.5. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.....	22
2.4.6. De la recepción definitiva.....	23
2.4.7. Prórroga del plazo de garantía.....	23



3. CONDICIONES ECONÓMICAS

3.1. PRINCIPIO GENERAL.....	24
3.2. FIANZAS.....	24
3.2.1. Fianza provisional.....	24
3.2.2. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.....	25
3.2.3. De su devolución general.....	25
3.2.4. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales...	26
3.3. PRECIOS.....	26
3.3.1. Composición de los precios unitarios.....	26
3.3.2. Precios contradictorios.....	27
3.3.3. Reclamaciones de aumento de precio por causas diversas.....	28
3.3.4. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios.....	28
3.3.5. De la revisión de los precios contratados.....	28
3.4. OBRAS POR ADMINISTRACIÓN.....	29
3.4.1. Obras por Administración directa.....	29
3.4.2. Obras por Administración delegada o indirecta.....	30
3.4.3. Liquidación de obras por Administración.....	30
3.4.4. Abono al Constructor de las cuentas de Administración delegada.....	31
3.4.5. Normas para la adquisición de los materiales y aparatos.....	32
3.4.6. Responsabilidad del Constructor en el bajo rendimiento de los obreros...	32
3.4.7. Responsabilidades del Constructor.....	32



3.5. VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.....	33
3.5.1. Formas varias de abono de las obras.....	33
3.5.2. Mejoras de obras libremente ejecutadas.....	34
3.5.3. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.....	34
3.5.4. Abono de agotamientos y otros trabajos especiales no contratados.....	35
3.5.5. Pagos.....	35
3.5.6. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía.....	35
3.6. INDEMNIZACIONES MUTUAS.....	36
3.6.1. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras.....	36
3.6.2. Demora de los pagos.....	36
3.7. VARIOS.....	37
3.7.1. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios.....	37
3.7.2. Unidades de obra defectuosas pero aceptables.....	37
3.7.3. Seguro de las obras.....	38
3.7.4. Conservación de la obra.....	38
3.7.5. Uso por el Contratista de edificios o bienes del propietario.....	39
4. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE ENERGÍA SOLAR	
4.1. REQUISITOS GENERALES.....	40
4.1.1. Objeto y campo de aplicación	40
4.1.2. Generalidades.....	40



4.1.3. Requisitos generales.....	43
4.1.3.1 Fluido de trabajo.....	43
4.1.3.2 Protección contra heladas.....	44
4.1.3.2.1 Generalidades.....	44
4.1.3.2.2 Mezclas anticongelantes.....	44
4.1.3.3 Sobrecalentamientos.....	45
4.1.3.3.1 Protección contra sobrecalentamientos.....	45
4.1.3.3.2 Protección contra quemaduras.....	46
4.1.3.3.3 Protección de materiales y componentes contra altas temperaturas.....	46
4.1.3.4 Prevención de flujo inverso.....	46
4.1.3.5 Prevención de la legionelosis.....	46
 4.2. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO	 47
4.2.1 Dimensionado y cálculo.....	47
4.2.1.1 Datos de partida.....	47
4.2.1.2 Dimensionado básico.....	48
4.2.2 Diseño del sistema de captación.....	50
4.2.2.1 Generalidades ..	50
4.2.2.2 Orientación, inclinación, sombras e integración arquitectónica.	51
4.2.2.3 Conexionado.....	52
4.2.2.4 Estructura soporte	52
4.2.3 Diseño del sistema de acumulación solar.	53
4.2.3.1 Generalidades	53
4.2.3.2 Situación de las conexiones	55
4.2.3.3 Sistema auxiliar en el acumulador solar.....	55
4.2.4. Diseño del sistema de intercambio.....	55
4.2.5 Diseño del circuito hidráulico.....	56
4.2.5.1. Generalidades.....	56
4.2.5.2. Tuberías.....	57
4.2.5.3. Bombas.....	57
4.2.5.4. Vasos de expansión.....	57
4.2.5.5. Purga de aire.....	58
4.2.6. Diseño del sistema de energía auxiliar.....	58
4.2.7. Diseño del sistema de control.....	59



4.2.8. Diseño del sistema de monitorización.....	60
4.3. COMPONENTES.....	61
4.3.1. Generalidades.....	61
4.3.2. Captadores solares.....	62
4.3.3. Acumulador.....	62
4.3.4. Intercambiador de calor.....	63
4.3.5. Bomba de circulación.....	65
4.3.6. Tuberías.....	66
4.3.7. Válvulas.....	66
4.3.8. Vaso de expansión.....	67
4.3.9. Aislamiento.....	68
4.3.10. Purga de aire.....	69
4.3.11. Sistema de llenado.....	70
4.3.12. Sistema de control.....	70
4.3.13. Sistema de monitorización.....	71
4.3.14. Equipos de medida.....	73
4.4. CONDICIONES DE MONTAJE.....	75
4.4.1. Generalidades.....	75
4.4.2. Montaje de estructura soporte y captadores.....	77
4.4.3. Montaje de acumulador.....	77
4.4.4. Montaje del intercambiador.....	77
4.4.5. Montaje de la bomba.....	78
4.4.6. Montaje de tuberías y accesorios.....	78
4.4.7. Montaje del aislamiento.....	80



4.4.8. Montaje de contadores.....	80
-----------------------------------	----

5. SUMINISTRO DE AGUA

5.1. CONSTRUCCIÓN.....	81
5.1.1. Ejecución de las redes de tuberías.....	81
5.1.1.1. Condiciones generales.....	81
5.1.1.2. Uniones y juntas.....	82
5.1.1.3. Protecciones.....	82
5.1.1.3.1. Protección contra la corrosión.....	82
5.1.1.3.2. Protección contra las condensaciones.....	83
5.1.1.3.3. Protecciones térmicas.....	83
5.1.1.3.4. Protecciones contra ruidos.....	83
5.1.2. Ejecución de los sistemas de medición de consumos. Contadores.....	84
5.2. PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN.....	84
5.2.1. Condiciones generales de los materiales.....	84
5.2.2. Condiciones particulares de las conducciones.....	85
5.2.2.1. Aislamientos térmicos.....	85
5.2.2.1. Válvulas y llaves.....	85
5.2.3. Incompatibilidades.....	86
5.2.3.1. Incompatibilidades entre materiales y agua.....	86
5.2.3.2. Medidas de protección frente a la incompatibilidad entre materiales.....	86
5.3. MANTENIMIENTO.....	87

6. EVACUACIÓN DE AGUAS

6.1. CONSTRUCCIÓN.....	88
------------------------	----



6.1.1. Ejecución de los puntos de captación.....	88
6.1.1.1. Válvulas de desagüe.....	88
6.1.1.2. Sifones individuales y botes sifónicos.....	88
6.1.1.3. Sumideros.....	89
6.1.1.4. Canalones.....	89
6.1.2. Ejecución de bajantes y ventilación.....	90
6.1.2.1. Ejecución de las bajantes.....	90
6.1.2.2. Ejecución de las redes de ventilación.....	90
6.1.3. Ejecución de colectores.....	90
6.1.3.1. Ejecución de la red horizontal colgada.....	90
6.1.3.2. Ejecución de la red horizontal enterrada.....	91
6.1.3.3. Ejecución de los elementos de conexión de las redes enterradas. Arquetas.....	92
6.2. PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN.....	92
6.2.1. Características generales de los materiales.....	92
6.2.2. Materiales de las canalizaciones.....	93
6.3. MANTENIMIENTO.....	93



1. DISPOSICIONES GENERALES

1.1. NATURALEZA Y OBJETO DEL PLIEGO GENERAL

El presente Pliego General de Condiciones tiene carácter supletorio del Pliego de Condiciones particulares del Proyecto.

Ambos, como parte del proyecto tienen por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al Ingeniero Técnico, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

1.2. DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO DE OBRA

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1. Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiere.
2. El Pliego de Condiciones particulares.
3. El presente Pliego General de Condiciones.
4. El resto de la documentación de Proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuesto).

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de las obras se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.



2.CONDICIONES FACULTATIVAS

2.1. DELIMITACIÓN GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS

2.1.1. EL INGENIERO DIRECTOR

Corresponde al Ingeniero Director:

- a) Comprobar la adecuación de la cimentación proyectada a las características reales del suelo.
- b) Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- c) Asistir a la obra, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución.
- d) Coordinar la intervención de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
- e) Aprobar las certificaciones parciales de la obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- f) Preparar la documentación final de la obra y expedir y suscribir en unión del Ingeniero Técnico, el certificado final de la misma.

2.1.2. EL CONSTRUCTOR

Corresponde al Constructor:

- a) Organizar los trabajos de instalación, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- b) Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.



- c) Suscribir con el Ingeniero Técnico, el acta de replanteo de la obra.
- d) Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- e) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Ingeniero Técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- f) Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- g) Facilitar al Ingeniero Técnico, con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- h) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- i) Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- j) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

2.2. OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA

2.2.1. VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes. En caso de no efectuar la citada consignación, se sobreentenderá realizada una vez comenzada la obra.



2.2.2. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

El Constructor, a la vista del Proyecto de Ejecución y el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud de la dirección facultativa.

2.2.3. OFICINA EN LA OBRA

El Constructor habilitará en la obra una oficina en la que debe existir una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- El Proyecto de Ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el Ingeniero Técnico.
- La Licencia de Obras.
- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Plan de Seguridad e Higiene.
- El Libro de Incidencias.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- La documentación de los seguros.

Dispondrá además el Constructor una oficina para la Dirección facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

2.2.4. REPRESENTACIÓN DEL CONTRATISTA

El Constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata.



Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el Pliego de "Condiciones particulares de índole facultativa", el Delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El Pliego de Condiciones particulares determinará el personal facultativo o especialista que el Constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Ingeniero para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

2.2.5. PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR EN LA OBRA

El Jefe de obra, por sí solo o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Ingeniero Técnico, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

2.2.6. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE

Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Técnico dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

En defecto de especificación en el Pliego de Condiciones particulares, se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 5 por 100 o del total del presupuesto en más de un 3 por 100.



2.2.7. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Ingeniero Técnico.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiere dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

El Constructor podrá requerir del Ingeniero Técnico, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

2.2.8. RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del Ingeniero, ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico del Ingeniero Técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Ingeniero Técnico, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.



2.2.9. RECUSACIÓN POR EL CONTRATISTA DEL PERSONAL NOMBRADO POR EL INGENIERO

El Constructor no podrá recusar al Ingeniero Técnico, o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos, procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

2.2.10. FALTAS DEL PERSONAL

El Ingeniero Técnico, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

2.3. PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A LOS TRABAJOS, A LOS MATERIALES Y A LOS MEDIOS AUXILIARES

2.3.1. COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos



parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero Técnico del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

2.3.2. ORDEN DE LOS TRABAJOS

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

2.3.3. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

2.3.4. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Ingeniero Técnico o en tanto se fórmula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de



carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

2.3.5. PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Ingeniero Técnico. Para ello, el Constructor expondrá, en escrito dirigido al Ingeniero, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

2.3.6. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA INSTALACIÓN

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

2.3.7. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen el Ingeniero Técnico al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el artículo 11.



2.3.8. OBRAS OCULTAS

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se entregarán: uno, al Ingeniero Técnico y, otro, al Contratista, firmados todos ellos. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

2.3.9. TRABAJOS DEFECTUOSOS

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones generales y particulares de índole técnica" del Pliego de Condiciones y realizar todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al Ingeniero Técnico, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Técnico advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Ingeniero de la obra, quien resolverá.



2.3.10. VICIOS OCULTOS

Si el Ingeniero Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Ingeniero Técnico.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo de la Propiedad.

2.3.11. MATERIALES Y APARATOS. PROCEDENCIA

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas o el Presupuesto detallado preceptúen una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Ingeniero Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

2.3.12. MATERIALES Y APARATOS DEFECTUOSOS

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Ingeniero Técnico, dará orden al Constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los quince (15) días de recibir el Constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la Propiedad cargando los gastos a la contrata.



Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Ingeniero Técnico, se recibirán pero con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

2.3.13. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

2.4. RECEPCIÓN DE LA OBRA

2.4.1. RECEPCIONES PROVISIONALES

Treinta días antes de dar fin a la obra o instalación, comunicará el Ingeniero Técnico a la Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir la fecha para el acto de recepción provisional.

Esta se realizará con la intervención de la Propiedad, del Constructor, del Ingeniero Técnico. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección Facultativa extenderán el correspondiente Certificado de final de obra.



Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se dará al Constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza.

2.4.2. DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA

El Ingeniero Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuestos por la legislación vigente.

2.4.3. MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS Y LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DE LA OBRA

Recibida provisionalmente la obra, se procederá inmediatamente por el Ingeniero Técnico a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor o de su representante.

2.4.4. PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía deberá estipularse en el Pliego de Condiciones Particulares y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a nueve meses.

2.4.5. CONSERVACIÓN DE LA OBRA RECIBIDA PROVISIONALMENTE

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista.



Si la instalación fuese utilizada antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obras o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

2.4.6. RECEPCIÓN DEFINITIVA

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

2.4.7. PRORROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Ingeniero Director marcará al Constructor los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquéllos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.



3. CONDICIONES ECONÓMICAS

3.1. PRINCIPIO GENERAL

Todos los que intervienen en el proceso de la instalación tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

La propiedad, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

3.2. FIANZAS

El contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos, según se estipule:

- a) Depósito previo, en metálico o valores, o aval bancario, por importe entre el 3 por 100 y 10 por 100 del precio total de contrata.
- b) Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

3.2.1. FIANZA PROVISIONAL

En el caso de que la instalación se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma y su cuantía será de ordinario, y salvo estipulación distinta en el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra, de un tres por ciento (3 por 100) como mínimo, del total del presupuesto de contrata.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra(o instalación) o servicio para la misma, deberá depositar en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta o el que se determine en el Pliego de Condiciones particulares del Proyecto, la fianza definitiva



que se señale y, en su defecto, su importe será el diez por cien (10 por 100) de la cantidad por la que se haga la adjudicación de la obra, fianza que puede constituirse en cualquiera de las formas especificadas en el apartado anterior.

El plazo señalado en el párrafo anterior, y salvo condición expresa establecida en el Pliego de Condiciones particulares, no excederá de treinta días naturales a partir de la fecha en que se le comunique la adjudicación, y dentro de él deberá presentar el adjudicatario la carta de pago o recibo que acredite la constitución de la fianza a que se refiere el mismo párrafo.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

3.2.2. EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Propietario, en el caso de que el importe de la fianza no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

3.2.3. DEVOLUCIÓN EN GENERAL

La fianza retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta (30) días una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. La propiedad podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos.



3.2.4. DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA EN EL CASO DE EFECTUARSE RECEPCIONES PARCIALES

Si la propiedad, con la conformidad del Ingeniero Director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

3.3. PRECIOS

3.3.1. COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- a) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
 - a) Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
 - b) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la instalación.
 - c) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y



administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán gastos generales:

- Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración pública este porcentaje se establece entre un 13 por 100 y un 17 por 100).

Beneficio industrial

- El beneficio industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución material

- Se denominará Precio de Ejecución material el resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial.

Precio de Contrata

- El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

- El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

3.3.2. PRECIOS CONTRADICTORIOS

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad, por medio del Ingeniero Técnico, decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista. El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Ingeniero Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el Pliego de Condiciones particulares. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al



concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

3.3.3. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento alguno de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

3.3.4. FORMAS TRADICIONALES DE MEDIR O DE APLICAR LOS PRECIOS

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas, se estará a lo previsto en primer lugar, en el texto detallado de la partida correspondiente del presupuesto, en segundo lugar, en el Pliego General de Condiciones Técnicas, y, en tercer lugar, al Pliego General de Condiciones particulares.

3.3.5. REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al tres por 100 (3 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones



Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

3.4. OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

Se denominan "Obras por Administración" aquéllas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por sí o por un representante suyo o bien por mediación de un constructor.

Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

- a) Obras por administración directa.
- b) Obras por administración delegada o indirecta.

3.4.1. OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA

Se denominan "Obras por Administración directa" aquellas en las que el Propietario por sí o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio Ingeniero Director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de Propietario y Contratista.



3.4.2. OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DELEGADA O INDIRECTA

Se entiende por "Obra por Administración delegada o indirecta" la que convienen un Propietario y un Constructor para que éste, por cuenta de aquél y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan.

Son por tanto, características peculiares de las "Obras por administración delegada o indirecta" las siguientes:

- a) Por parte del Propietario, la obligación de abonar directamente o por mediación del Constructor todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservándose el Propietario la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del Ingeniero Director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.
- b) Por parte del Constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del Propietario un tanto por ciento (%) prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el Constructor.

3.4.3. LIQUIDACIÓN DE OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las "Condiciones particulares de índole económica" vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las debe presentar el Constructor al Propietario, en relación valorada a la que deber acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformados por el Ingeniero Técnico:

- a) Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.



- b) Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en la obra por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.
- c) Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.
- d) Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el Constructor, ya que su abono es siempre de cuenta del Propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el Constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, un quince por ciento (15 por 100), entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los Gastos Generales que al Constructor originen los trabajos por administración que realiza y el Beneficio Industrial del mismo.

3.4.4. ABONO AL CONSTRUCTOR DE LAS CUENTAS DE ADMINISTRACIÓN DELEGADA

Salvo pacto distinto, los abonos al Constructor de las cuentas de Administración delegada los realizar el Propietario mensualmente según los partes de trabajos realizados aprobados por el propietario o por su delegado representante.

Independientemente, el Ingeniero Técnico redactará, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al Constructor salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.



3.4.5. NORMAS PARA LA ADQUISICIÓN DE LOS MATERIALES Y APARATOS

No obstante las facultades que en estos trabajos por Administración delegada se reserva el Propietario para la adquisición de los materiales y aparatos, si al Constructor se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deber presentar al Propietario, o en su representación al Ingeniero Director, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

3.4.6. RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS OBREROS

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Ingeniero Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Ingeniero Director.

Si hecha esta notificación al Constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

3.4.7. RESPONSABILIDADES DEL CONSTRUCTOR

En los trabajos de "Obras por Administración delegada", el Constructor sólo será responsable de los defectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales



vigentes se establecen. En cambio, y salvo lo expresado en el artículo 63 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo.

En virtud de lo anteriormente consignado, el Constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

3.5. VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

3.5.1. FORMAS VARIAS DE ABONO DE LAS OBRAS

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el Pliego Particular de Condiciones económicas se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

1. Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.
2. Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra, cuyo precio invariable se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas. Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.
3. Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del Ingeniero Director.
4. Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.
5. Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente "Pliego General de Condiciones económicas" determina.
6. Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.



3.5.2. MEJORAS DE INSTALACIONES LIBREMENTE EJECUTADAS

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Ingeniero Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Ingeniero Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

3.5.3. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- a) Si existen precios contratados para unidades de obras iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Ingeniero Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.



3.5.4. ABONO DE AGOTAMIENTOS Y OTROS TRABAJOS ESPECIALES NO CONTRATADOS

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, inyecciones u otra clase de trabajos de cualquiera índole especial u ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el Pliego de Condiciones Particulares.

3.5.5. PAGOS

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Ingeniero Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

3.5.6. ABONO DE TRABAJOS EJECUTADOS DURANTE EL PLAZO DE GARANTÍA

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

1. Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo, y el Ingeniero Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en los "Pliegos Particulares" o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.



2. Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el Propietario, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
3. Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

3.6. INDEMNIZACIONES MUTUAS

3.6.1. IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil (0/00) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra. Esta indemnización, en defecto de las determinaciones del Pliego de Condiciones Económicas Particulares, se fija en el 3 por mil.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

3.6.2. DEMORA DE LOS PAGOS

Si el propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponde el plazo convenido, en la forma convenida en el Pliego de Condiciones Económicas Particulares, el Contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un cuatro y medio por ciento (4,5 por 100) anual, en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho plazo de un mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada. No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no



justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

3.7. VARIOS

3.7.1. MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS.

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Ingeniero Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

3.7.2. UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Ingeniero Director de la instalación, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la instalación y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.



3.7.3. SEGURO DE LAS OBRAS

El Contratista estará obligado a asegurar la instalación contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidir en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero Director.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

3.7.4. CONSERVACIÓN DE LA OBRA

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Ingeniero Director, en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la contrata.



Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de la instalación, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

3.7.5. USO POR EL CONTRATISTA DEL EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizar el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.



4. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE ENERGÍA SOLAR

4.1. REQUISITOS GENERALES

4.1.1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

El objeto de este documento es fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares térmicas para calentamiento de líquido, especificando los requisitos de durabilidad, fiabilidad y seguridad.

El ámbito de aplicación de este documento se extiende a todos los sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

En determinados supuestos para los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza del mismo o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este documento, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

4.1.2. GENERALIDADES

En general, a las instalaciones recogidas bajo este documento le son de aplicación el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC), junto con la serie de normas UNE sobre solar térmica.

Este Pliego de Condiciones Técnicas (PCT) es de aplicación para instalaciones con captadores cuyo coeficiente global de pérdidas sea inferior o igual a $9 \text{ VJ}/(\text{m}^2\text{-}^\circ\text{C})$.



A efectos de requisitos mínimos, se consideran las siguientes clases de instalaciones:

- *Sistemas solares de calentamiento prefabricados* son lotes de productos con una marca registrada, que son vendidos como equipos completos y listos para instalar, con configuraciones fijas. Los sistemas de esta categoría se consideran como un solo producto y se evalúan en un laboratorio de ensayo como un todo.
Si un sistema es modificado cambiando su configuración o cambiando uno o más de sus componentes, el sistema modificado se considera como un nuevo sistema, para el cual es necesario una nueva evaluación en el laboratorio de ensayo.
- *Sistemas solares de calentamiento a medida o por elementos* son aquellos sistemas contruidos de forma única o montados eligiéndolos de una lista de componentes. Los sistemas de esta categoría son considerados como un conjunto de componentes. Los componentes se ensayan de forma separada y los resultados de los ensayos se integran en una evaluación del sistema completo. Los sistemas solares de calentamiento a medida se subdividen en dos categorías:
 - *Sistemas grandes a medida* son diseñados únicamente para una situación específica. En general son diseñados por ingenieros, fabricantes y otros expertos.
 - *Sistemas pequeños a medida* son ofrecidos por una Compañía y descritos en el así llamado archivo de clasificación, en el cual se especifican todos los componentes y posibles configuraciones de los sistemas fabricados por la Compañía. Cada posible combinación de una configuración del sistema con componentes de la clasificación se considera un solo sistema a medida.



Tabla 1. División de sistemas solares de calentamiento prefabricados y a medida.

<i>Sistemas solares prefabricados (*)</i>	<i>Sistemas solares a medida</i>
Sistemas por termosifón para agua caliente sanitaria.	Sistemas de circulación forzada (o de termosifón) para agua caliente y/o calefacción y/o refrigeración y/o calentamiento de piscinas montados usando componentes y configuraciones descritos en un archivo de documentación (principalmente sistemas pequeños).
Sistemas de circulación forzada como lote de productos con configuración fija para agua caliente sanitaria.	
Sistemas con captador-depósito integrados (es decir, en un mismo volumen) para agua caliente sanitaria,	Sistemas únicos en el diseño y montaje, utilizados para calentamiento de agua, calefacción y/o refrigeración y/o calentamiento de piscinas o usos industriales (principalmente sistemas grandes).

(*) También denominados “equipos domésticos” o “equipos compactos”

Considerando el coeficiente global de pérdidas de los captadores se considerarán, a efectos de permitir o limitar, dos grupos dependiendo del rango de temperatura de trabajo:

- Las instalaciones destinadas exclusivamente a producir agua caliente sanitaria, calentamiento de piscinas, precalentamiento de agua de aporte de procesos industriales, calefacción por suelo radiante o "fan-coil" u otros usos a menos de 45 °C, podrán emplear captadores cuyo coeficiente global de pérdidas esté comprendido entre 9 W/(m²·°C) y 4,5 W/(m²·°C).
- Las instalaciones destinadas a climatización, calefacción por sistemas diferentes a suelo radiante o "fan-coil", u otros usos en los cuales la temperatura del agua de aporte a la instalación solar y la de referencia de producción se sitúen en niveles



semejantes, deberán emplear captadores cuyo coeficiente global de pérdidas sea inferior a $4,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

En ambos grupos el rendimiento medio anual de la instalación deberá ser mayor del 30 %, calculándose de acuerdo a lo especificado en el capítulo 3 ("*Criterios generales de diseño*").

4.1.3. REQUISITOS GENERALES

4.1.3.1. 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 climatológicas 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 $20 \text{ }^\circ\text{C}$ 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 $650 \text{ } \mu\text{S/cm}$.

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.

4.1.3.2. Protección contra heladas

4.1.3.2.1 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 anti-heladas usado por el sistema. A los efectos de este documento, como sistemas de protección anti-heladas podrán utilizarse:

1. Mezclas anticongelantes.
2. Recirculación de agua de los circuitos.
3. Drenaje automático con recuperación de fluido.
4. Drenaje al exterior (sólo para sistemas solares prefabricados).

4.1.3.2.2 Mezclas anticongelantes

Se ha utilizado como solución anti-heladas el sistema de mezcla anticongelante. 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 incumplan 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.

(*) El punto de congelación deberá de estar acorde con las condiciones climáticas del lugar,

4.1.3.3. Sobrecalentamientos

4.1.3.3.1. Protección contra sobrecalentamientos

El sistema deberá estar diseñado de tal forma que con altas radiaciones solares prolongadas sin consumo de ACS, 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 no suponga ningún peligro para los habitantes y no se produzcan daños en el sistema, ni en ningún otro material en el edificio o vivienda.



4.1.3.3.2 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.

4.1.3.3.3 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.

4.1.3.4. 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 con circulación forzada se aconseja utilizar una válvula anti-retorno para evitar flujos inversos.

4.1.3.5 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.



4.2. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

4.2.1. DIMENSIONADO Y CÁLCULO

4.2.1.1. Datos de partida

Los datos de partida necesarios para el dimensionado y cálculo de la instalación están constituidos por dos grupos de parámetros que definen las condiciones de uso y climáticas.

Condiciones de uso

Las condiciones de uso vienen dadas por la demanda energética asociada a la instalación según los diferentes tipos de consumo:

- Para aplicaciones de A.C.S., la demanda energética se determina en función del consumo de agua caliente, siguiendo lo especificado en el CTE.

Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas vienen dadas por la radiación global total en el campo de captación, la temperatura ambiente diaria y la temperatura del agua de la red.

Al objeto de este PCT podrán utilizarse datos de radiación publicados por entidades de reconocido prestigio y los datos de temperatura publicados por el Instituto Nacional de Meteorología.

A falta de otros datos, se recomienda usar las tablas de radiación y temperatura ambiente por provincias publicadas por CENSOLAR.



4.2.1.2 Dimensionado básico

A los efectos de este PCT, el dimensionado básico de las instalaciones o sistemas a medida se refiere a la selección de la superficie de captadores solares y, en caso de que exista, al volumen de acumulación solar, para la aplicación a la que está destinada la instalación.

El dimensionado básico de una instalación, para cualquier aplicación, deberá realizarse de forma que en ningún mes del año la energía producida por la instalación solar supere el 110 % de la demanda de consumo y no más de tres meses seguidos el 100 %.

Con independencia del uso al que se destine la instalación, en el caso de que en algún mes del año la contribución solar real sobrepase el 110 % de la demanda energética o en más de tres meses seguidos el 100 %, se adoptarán cualquiera de las siguientes medidas:

- a) dotar a la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes (a través de equipos específicos o mediante la circulación nocturna del circuito primario);
- b) tapado parcial del campo de captadores. En este caso el captador está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacua los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que seguirá atravesando el captador);
- c) vaciado parcial del campo de captadores. Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, debe ser repuesto por un fluido de características similares debiendo incluirse este trabajo en ese caso entre las labores del contrato de mantenimiento;
- d) desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes.

Cuando la instalación tenga uso de residencial vivienda y no sea posible la solución d) se recomienda la solución a).

Adicionalmente, durante todo el año se vigilará la instalación con el objeto de prevenir los posibles daños ocasionados por los posibles sobrecalentamientos.



El rendimiento de la instalación se refiere sólo a la parte solar de la misma. En caso de sistemas de refrigeración por absorción se refiere a la producción de la energía solar térmica necesaria para el sistema de refrigeración.

A estos efectos, se definen los conceptos de fracción solar y rendimiento medio estacional o anual de la siguiente forma:

Fracción solar mes "x" = (Energía solar aportada el mes "x"/Demanda energética durante el mes "x") X 100

Fracción solar año "y" = (Energía solar aportada el año "y"/Demanda energética durante el año "y") X 100

Rendimiento medio año "y" = (Energía solar aportada el año "y"/ Irradiación incidente año "y") x 100

Irradiación incidente año "y" = Suma de las irradiaciones incidentes de los meses del año "y"

Irradiaciones incidentes en el mes "x" = Irradiación en el mes "x" X Superficie captadora

El concepto de *energía solar aportada el año "y"* se refiere a la energía demandada realmente satisfecha por la instalación de energía solar. Esto significa que para su cálculo nunca podrá considerarse más de un 100 % de aporte solar en un determinado mes.

Para el cálculo del dimensionado básico de instalaciones a medida podrá utilizarse cualquiera de los métodos de cálculo comerciales de uso aceptado por proyectistas, fabricantes e instaladores. El método de cálculo especificará, al menos sobre base mensual, los valores medios diarios de la demanda de energía y del aporte solar. Asimismo, el método de cálculo incluirá las prestaciones globales anuales definidas por:

- La demanda de energía térmica.
- La energía solar térmica aportada.
- La fracción solar media anual.



- El rendimiento medio anual.

Independientemente de lo especificado en los párrafos anteriores, en caso de A.C.S., se debe tener en cuenta que el sistema solar se debe diseñar y calcular 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 y el aporte, al no ser ésta simultánea con la generación.

Para esta aplicación el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < V/A < 180$$

donde A será el área total de los captadores, expresada en m², y V el volumen del depósito de acumulación solar, expresado en litros, cuyo valor recomendado es aproximadamente la carga de consumo diaria M : $V = M$.

Además, para instalaciones con fracciones solares bajas, se deberá considerar el uso de relaciones V/A pequeñas y para instalaciones con fracciones solares elevadas se deberá aumentar dicha relación.

4.2.2. DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN

4.2.2.1 Generalidades

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 RD 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.

A efectos de este PCT, será necesaria la presentación de la homologación del captador por el organismo de la Administración competente en la materia y la certificación del mismo por laboratorio acreditado, así como las curvas de rendimiento obtenidas por el citado laboratorio.



Se recomienda que los captadores que integren la instalación sean del mismo modelo, tanto por criterios energéticos como por criterios constructivos.

4.2.2.2. Orientación, inclinación, sombras e integración arquitectónica

La orientación e inclinación del sistema de captación y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas respecto al óptimo, sean inferiores a los límites de la tabla 2. Se considerarán tres casos: general, superposición de captadores e integración arquitectónica según se define más adelante. En todos los casos se han de cumplir tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

Tabla 2

	<i>Orientación e inclinación (OI)</i>	<i>Sombras (S)</i>	<i>Total (OI+S)</i>
General	10 %	10 %	15%
Superposición	20 %	15 %	30
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

Se considera la dirección Sur como orientación óptima y la mejor inclinación, β_{opt} , dependiendo del período de utilización, uno de los valores siguientes:

- Consumo constante anual: la latitud geográfica
- Consumo preferente en invierno: la latitud geográfica + 10°
- Consumo preferente en verano: la latitud geográfica - 10°

Se debe evaluar la disminución de prestaciones que se origina al modificar la orientación e inclinación de la superficie de captación.

Se considera que existe integración arquitectónica cuando los captadores cumplen una doble función energética y arquitectónica y además sustituyen elementos constructivos



convencionales. Se considera que existe superposición arquitectónica cuando la colocación de los captadores se realiza paralela a la envolvente del edificio, no aceptándose en este concepto la disposición horizontal del absorbedor. Una regla fundamental a seguir para conseguir la integración o superposición de las instalaciones solares es la de mantener, dentro de lo posible, la alineación con los ejes principales de la edificación.

4.2.2.3 Conexionado

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 serieparalelo, 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. El número de captadores conexicionados en serie no será superior a tres. 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 estanquidad y durabilidad de las conexiones del captador.

4.2.2.4. Estructura soporte

Si el sistema posee una estructura soporte que es montada normalmente en el exterior, el fabricante deberá especificar los valores máximos de s_k (carga de nieve) y v_m (velocidad media de viento) de acuerdo con ENV 1991-2-3 y ENV 1991-2-4.



Esto deberá verificarse durante el diseño calculando los esfuerzos de la estructura soporte de acuerdo con estas normas.

El sistema sólo podrá ser instalado en localizaciones donde los valores de s_k y v_m determinados de acuerdo con ENV 1991-2-3 y ENV 1991-2-4 sean menores que los valores máximos especificados por el fabricante.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de captadores, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico.

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.

Los topes de sujeción de los captadores y la propia estructura no arrojarán sombra sobre estos últimos.

4.2.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUMULACIÓN SOLAR

4.2.3.1. Generalidades

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.

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 de tratamiento anti-legionella

Criterios de diseño para el depósito acumulador para prevenir la legionela

El diseño del sistema de acumulación deberá favorecer la estratificación térmica, reduciendo al mínimo la cantidad de agua que esté a una temperatura intermedia entre la entrada y la salida del sistema. Para conseguir este objetivo es necesario que:

- Los depósitos acumuladores sean verticales (la relación altura/diámetro deberá ser elevada), con la entrada de agua por la parte inferior y salida por la superior
- Deberán existir elementos que permitan reducir al máximo la velocidad residual del agua de entrada al depósito
- En caso de la existencia de más de un depósito acumulador, estos estarán dispuestos en serie sobre el circuito del agua.
- La temperatura de almacenamiento del agua en el depósito acumulador ha de ser como mínimo de 55 °C. Es preciso que el sistema sea capaz de llegar periódicamente a una temperatura de 70 °C. La temperatura no ha de ser inferior a 50 °C en el punto mas alejado del circuito o en la tubería de retorno.
- Las superficies interiores han de ser resistentes a la agresividad del agua a 70° C y al cloro. Se recomienda su construcción con acero inoxidable y algunos revestimientos protegidos para el acero común.

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.



4.2.3.2. Situación de las conexiones

Con objeto de aprovechar al máximo la energía captada y evitar la pérdida de la estratificación por temperatura en los depósitos, la situación de las tomas para las diferentes conexiones serán las establecidas en los puntos siguientes:

- a) La conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador o de los captadores al acumulador se realizará, preferentemente, a una altura comprendida entre el 50 % y el 75 % de la altura total 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) En caso de una sola aplicación, la alimentación de agua de retorno de consumo al depósito se realizará por la parte inferior. En caso de sistemas abiertos en el consumo, como por ejemplo A.C.S., esto se refiere al agua fría de red. La extracción de agua caliente del depósito se realizará por la parte superior.

Las conexiones de entrada y salida se situarán de forma que se eviten caminos preferentes de circulación del fluido.

4.2.3.3. Sistema auxiliar en el acumulador solar

No se permite la conexión de un sistema 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 pretenden obtener con este tipo de instalaciones.

En cualquier caso, queda a criterio del IDAE el dar por válido el sistema propuesto.

4.2.4. DISEÑO DEL SISTEMA DE INTERCAMBIO

La potencia mínima de diseño del intercambiador independiente P , en W , en función del área de captadores A , en m^2 , cumplirá la condición:



P >500A

El intercambiador independiente será de placas de acero inoxidable o cobre y deberá soportar las temperaturas y presiones máximas de trabajo de la instalación.

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.

Criterios de diseño para el intercambiador de calor para prevenir la legionela

Los intercambiadores de calor son los elementos más susceptibles de padecer procesos de corrosión e incrustación y se recomienda que sean de acero inoxidable o de cobre.

A efectos del mantenimiento, los intercambiadores de calor más recomendados son los de placas. Por ello en la fase de diseño se recomienda que exista un circuito de retorno del agua, disponiendo de una bomba de recirculación con válvula de retención.

4.2.5. DISEÑO DEL CIRCUITO HIDRAÚLICO

4.2.5.1. Generalidades

Debe concebirse en fase de diseño un circuito hidráulico de por sí equilibrado. Si no fuera posible, el flujo debe ser controlado por válvulas de equilibrado.

En caso de aplicación para A.C.S., el circuito hidráulico del sistema de consumo deberá cumplir los requisitos especificados en UNE-EN 806-1.



4.2.5.2. Tuberías

Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible, evitando al máximo los codos y pérdidas de carga en general.

El diseño y los materiales deberán ser tales que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal en sus circuitos que influyan drásticamente en el rendimiento del sistema.

4.2.5.3. Bombas

Si el circuito de captadores está dotado con una bomba de circulación, la caída de presión se debería mantener aceptablemente baja en todo el circuito.

Siempre que sea posible, las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito, teniendo en cuenta que no se produzca ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal.

Ya que la instalación no tiene una superficie de captación superior a 50 m², no se montarán dos bombas idénticas en paralelo, dejando una de reserva, tanto en el circuito primario como en el secundario. En este caso se establecería el funcionamiento alternativo de las mismas, de forma manual o automática.

Las tuberías conectadas a las bombas se soportarán en las inmediaciones de éstas, de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos de torsión o flexión. El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

4.2.5.4. Vasos de expansión

Los vasos de expansión preferentemente se conectarán en la aspiración de la bomba.



4.2.5.5 Purga de aire

En los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático. El volumen útil del botellín será superior a 100 cm³. Este volumen podrá disminuirse si se instala a la salida del circuito solar y antes del intercambiador un desaireador con purgador automático.

4.2.6 DISEÑO DEL SISTEMA DE ENERGÍA AUXILIAR

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica, las instalaciones de energía solar deben disponer de un sistema de energía auxiliar.

Por razones de eficiencia energética, entre otras, se desaconseja la utilización de energía eléctrica efecto Joule como fuente auxiliar, especialmente en los casos de altos consumos y fracciones solares anuales bajas.

Queda prohibido el uso de sistemas de energía auxiliar en el circuito primario de captadores.

El diseño del sistema de energía auxiliar se realizará en función de la aplicación (o aplicaciones) de la instalación, de forma que sólo entre en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación solar. Para ello se seguirán los siguientes criterios:

1. Para pequeñas cargas de consumo se recomienda usar un sistema de energía auxiliar en línea, siendo para estos casos los sistemas de gas modulantes en temperatura los más idóneos.
2. No se recomienda la conexión de un retorno desde el acumulador de energía auxiliar al acumulador solar, salvo que existan períodos de bajo consumo estacionales, en los que se prevea elevadas temperaturas en el acumulador solar. La



instalación térmica deberá efectuarse de manera que en ningún caso se introduzca en el acumulador solar energía procedente de la fuente auxiliar.

3. Para la preparación de agua caliente sanitaria, se permitirá la conexión del sistema de energía auxiliar en paralelo con la instalación solar cuando se cumplan los siguientes requisitos:

- Exista previamente un sistema de energía auxiliar constituido por uno o varios calentadores instantáneos no modulantes y sin que sea posible regular la temperatura de salida del agua.
- Exista una preinstalación solar que impida o dificulte el conexionado en serie.

Para A.C.S., el sistema de aporte de energía auxiliar con acumulación o en línea siempre dispondrá de un termostato de control sobre la temperatura de preparación que en condiciones normales de funcionamiento permitirá cumplir con el RD 909/2001. Este punto no será de aplicación en los calentadores instantáneos de gas no modulantes.

4.2.7 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL

El diseño del sistema de control asegurará el correcto funcionamiento de las instalaciones, procurando obtener un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar. El sistema de regulación y control comprende los siguientes sistemas:

- Control de funcionamiento del circuito primario y secundario (si existe).
- Sistemas de protección y seguridad de las instalaciones contra sobrecalentamientos, heladas, etc.

El sistema de control asegurará que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos.



Con independencia de que realice otras funciones, el sistema de control se realizará por control diferencial de temperaturas, mediante un dispositivo electrónico (módulo de control diferencial) que compare la temperatura de captadores con la temperatura de acumulación o retorno, como por ejemplo ocurre en la acumulación distribuida. El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2 °C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7 °C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada de termostato diferencial no será menor de 2 °C. De esta forma el funcionamiento de la parte solar de una instalación se optimiza. Para optimizar el aprovechamiento solar de la instalación y, cuando exista intercambiador exterior, se podrán instalar también dos controles diferenciales.

El sistema de control asegurará que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura tres grados superior a la de congelación del fluido.

Las sondas de temperatura para el control diferencial se colocarán en la parte superior de los captadores, de forma que representen la máxima temperatura del circuito de captación.

Cuando exista, el sensor de temperatura de la acumulación se colocará preferentemente en la parte inferior, en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador si éste fuera incorporado.

4.2.8. DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

Para el caso de instalaciones mayores de 20 m² se deberá disponer al menos de un sistema analógico de medida local que indique como mínimo las siguientes variables:

Opción I:

- Temperatura de entrada de agua fría de red
- Temperatura de salida del acumulador solar
- Caudal de agua fría de red



Opción 2:

- Temperatura inferior del acumulador solar
- Temperatura de captadores
- Caudal por el circuito primario

El tratamiento de los datos proporcionará al menos la energía solar térmica acumulada a lo largo del tiempo.

4.3. COMPONENTES

4.3.1. GENERALIDADES

Los materiales de la instalación deben soportar las máximas temperaturas y presiones que puedan alcanzarse.

Cuando sea imprescindible utilizar en el mismo circuito materiales diferentes, especialmente cobre y acero, en ningún caso estarán en contacto, debiendo situar entre ambos juntas o manguitos dieléctricos.

En todos los casos es aconsejable prever la protección catódica del acero.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se debe tener particular precaución en la protección de equipos y materiales que pueden estar expuestos a agentes exteriores especialmente agresivos producidos por procesos industriales cercanos.



4.3.2. CAPTADORES SOLARES

Si se utilizan captadores convencionales de absorbedor metálico, ha de tenerse en cuenta que el cobre solamente es admisible si el pH del fluido en contacto con él está **comprendido entre 7,2 y 7,6**. Absorbedores de hierro no son aptos en absoluto.

La pérdida de carga del captador para un caudal de 1 l/min por m² será inferior a 1 m c.a.

El captador llevará, preferentemente, 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 manera que el agua pueda drenarse en su totalidad sin afectar al aislamiento.

Cuando se utilicen captadores con absorbedores de aluminio, obligatoriamente se utilizarán fluidos de trabajo con un tratamiento inhibidor de los iones de cobre y hierro.

4.3.3 ACUMULADOR

Cada acumulador vendrá equipado de fábrica de los necesarios manguitos de acoplamiento, soldados antes del tratamiento de protección, para las siguientes funciones:

- Manguitos roscados para la entrada de agua fría y la salida de agua caliente.
- Registro embridado para inspección del interior del acumulador y eventual acoplamiento del serpentín.
- Manguitos roscados para la entrada y salida del fluido primario.
- Manguitos roscados para accesorios como termómetro y termostato.
- Manguito para el vaciado.



Los acumuladores vendrán equipados de fábrica con las bocas necesarias soldadas antes de efectuar el tratamiento de protección interior.

El acumulador estará enteramente recubierto con material aislante, y es recomendable disponer una protección mecánica en chapa pintada al horno, PRFV, o lámina de material plástico.

Todos los acumuladores irán equipados con la protección catódica establecida por el fabricante para garantizar la durabilidad del acumulador.

Al objeto de estas especificaciones, podrán utilizarse acumuladores de las características y tratamiento descritos a continuación:

- Acumuladores de acero vitrificado de volumen inferior a 1000 l.
- Acumuladores de acero con tratamiento epoxídico.
- Acumuladores de acero inoxidable.
- Acumuladores de cobre.
- Acumuladores no metálicos que soporten la temperatura máxima del circuito, cumplan las normas UNE que le sean de aplicación y esté autorizada su utilización por las Compañías de suministro de agua potable.
- Acumuladores de acero negro (sólo en circuitos cerrados, sin agua de consumo)

4.3.4. INTERCAMBIADOR DE CALOR

Se indicará el fabricante y modelo del intercambiador de calor, así como datos de sus características de actuación medidos por el propio fabricante o por un laboratorio acreditado.



El intercambiador seleccionado resistirá la presión máxima de trabajo de la instalación. En particular se prestará especial atención a los intercambiadores que, como en el caso de los depósitos de doble pared, presentan grandes superficies expuestas por un lado a la presión y por otro, a la atmósfera, o bien, a fluidos a mayor presión.

En ningún caso se utilizarán interacumuladores con envoltente que dificulten la convección natural en el interior del acumulador.

Los materiales del intercambiador de calor resistirán la temperatura máxima de trabajo del circuito primario y serán compatibles con el fluido de trabajo.

Los intercambiadores de calor utilizados en circuitos de agua sanitaria serán de acero inoxidable o cobre.

Cualquier intercambiador de calor existente entre el circuito de captadores y el sistema de suministro al consumo no debería reducir la eficiencia del captador debido a un incremento en la temperatura de funcionamiento de captadores en más de lo que los siguientes criterios especifican:

- Cuando la ganancia solar del captador haya llegado al valor máximo posible, la reducción de la eficiencia del captador debido al intercambiador de calor no debería exceder el 10 % (en valor absoluto).
- Si se instala más de un intercambiador de calor, también este valor debería de no ser excedido por la suma de las reducciones debidas a cada intercambiador. El criterio se aplica también si existe en el sistema un intercambiador de calor en la parte de consumo.
- Si en una instalación a medida sólo se usa un intercambiador entre el circuito de captadores y el acumulador, la transferencia de calor del intercambiador de calor por unidad de área de captados no debería ser menor de $40 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$.

Se recomienda dimensionar el intercambiador de calor, en función de la aplicación, con las condiciones expresadas en la tabla 8.



Tabla 8

<i>Aplicación</i>	<i>Temperatura entrada primario</i>	<i>Temperatura salida secundario</i>	<i>Temperatura entrada secundario</i>
Piscinas	50 °C	28 °C	24 °C
Agua caliente sanitaria	60 °C	50 °C	45 °C
Calefacción a baja temperatura	60 °C	50 °C	45 °C
Refrigeración/Calefacción	105 °C	90 °C	75 °C

La pérdida de carga de diseño en el intercambiador de calor no será superior a 3 m c.a., tanto en el circuito primario como en el secundario.

4.3.5. BOMBAS DE CIRCULACIÓN

Las bombas podrán ser del tipo en línea, de rotor seco o húmedo o de bancada. Siempre que sea posible se utilizarán bombas tipo circuladores en línea.

En circuitos de agua caliente para usos sanitarios, los materiales de la bomba serán resistentes a la corrosión.

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

Las bombas serán resistentes a las averías producidas por efecto de las incrustaciones calizas.

Las bombas serán resistentes a la presión máxima del circuito.

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



La presión de la bomba deberá compensar todas las pérdidas de carga del circuito correspondiente.

4.3.6. TUBERÍAS

En sistemas directos se utilizará cobre o acero inoxidable en el circuito primario. Se admiten tuberías de material plástico acreditado apto para esta aplicación.

En las tuberías del circuito primario podrán utilizarse como materiales el acero negro, el cobre y el acero inoxidable, con uniones roscadas, soldadas o embridadas y protección exterior con pintura anticorrosiva. Se admite material plástico acreditado apto para esta aplicación.

En el circuito secundario o de servicio de agua caliente sanitaria, podrá utilizarse cobre y acero inoxidable. Además, podrán utilizarse materiales plásticos que soporten la temperatura máxima del circuito, cumplan las normas UNE que le sean de aplicación y esté autorizada su utilización por las Compañías de suministro de agua potable.

Las tuberías de cobre serán tubos estirados en frío y uniones por capilaridad (UNE 37153). No se utilizarán tuberías de acero negro para circuitos de agua sanitaria.

El diámetro de las tuberías se seleccionará de forma que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 2 m/s cuando la tubería discurra por locales habitados y a 3 m/s cuando el trazado sea al exterior o por locales no habitados.

El dimensionado de las tuberías se realizará de forma que la pérdida de carga unitaria en tuberías nunca sea superior a 40 mm de columna de agua por metro lineal.

4.3.7. VÁLVULAS

La elección de las válvulas se realizará de acuerdo con la función que desempeñan y las condiciones extremas de funcionamiento (presión y temperatura), siguiendo preferentemente los criterios que a continuación se citan:



- Para aislamiento: válvulas de esfera.
- Para equilibrado de circuitos: válvulas de asiento.
- Para vaciado: válvulas de esfera o de macho.
- Para llenado: válvulas de esfera.
- Para purga de aire: válvulas de esfera o de macho
- Para seguridad: válvulas de resorte.
- Para retención: válvulas de disco de doble compuerta, o de clapeta o especiales para sistemas por termosifón.

A los efectos de este PCT, no se permitirá la utilización de válvulas de compuerta.

El acabado de las superficies de asiento y obturador debe asegurar la estanquidad al cierre de las válvulas, para las condiciones de servicio especificadas.

Las válvulas de seguridad, por su importante función, deben ser capaces de derivar la potencia máxima del captador o grupo de captadores, incluso en forma de vapor, de manera que en ningún caso se sobrepase la máxima presión de trabajo del captador o del sistema.

Las válvulas de retención se situarán en la tubería de impulsión de la bomba, entre la boca y el manguito antivibratorio, y en cualquier caso, aguas arriba de la válvula de interceptación.

4.3.8. VASO DE EXPANSIÓN

La tubería de conexión del vaso de expansión no se aislará térmicamente y tendrá volumen suficiente para enfriar el fluido antes de alcanzar el vaso.

Los datos que sirven de base para la selección del vaso son los siguientes:

- Volumen total de agua en la instalación, en litros.
- Temperatura mínima de funcionamiento, para la cual se asumirá el valor de 4 °C, a la que corresponde la máxima densidad.



- Temperatura máxima que pueda alcanzar el agua durante el funcionamiento de la instalación.
- Presiones mínima y máxima de servicio, en bar, cuando se trate de vasos cerrados.
- Volumen de expansión calculado, en litros.

Los cálculos darán como resultado final el volumen total del vaso y la presión nominal PN, que son los datos que definen sus características de funcionamiento.

El volumen de dilatación será, como mínimo, igual al 4,3 % del volumen total de fluido en el circuito primario.

Los vasos de expansión cerrados se dimensionarán de forma que la presión mínima en frío en el punto más alto del circuito no sea inferior a 1,5 kg/cm² y la presión máxima en caliente en cualquier punto del circuito no supere la presión máxima de trabajo de los componentes.

El dispositivo de expansión cerrado 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.

4.3.9. AISLAMIENTO

El aislamiento de acumuladores cuya superficie sea inferior a 2 m² tendrá un espesor mínimo de 30 mm, para volúmenes superiores el espesor mínimo será de 50 mm.

El espesor del aislamiento del cambiador de calor no será inferior a 20 mm.

Los espesores de aislamiento (expresados en mm) de tuberías y accesorios situados al interior no serán inferiores a los valores de la tabla 11.



Tabla 11

Fluido interior caliente				
Diámetro exterior (mm)	Temperatura del fluido (°C)			
	40 a 65	66 a 100	101 a 150	150 a 200
$D \leq 35$	20	20	30	40
$35 < D \leq 60$	20	30	40	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40	50
$90 < D \leq 140$	30	40	50	50
$140 < D$	30	40	50	60

Para tuberías y accesorios situados al exterior, los valores de la tabla 11 se incrementarán en 10 mm como mínimo.

El material aislante se sujetará con medios adecuados, de forma que no pueda desprenderse de las tuberías o accesorios.

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.

4.3.10. PURGA DE AIRE

En general, el trazado del circuito evitará los caminos tortuosos, para favorecer el desplazamiento del aire atrapado hacia los puntos altos.

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

Los purgadores automáticos deberán soportar, al menos, la temperatura de estancamiento del captador.



4.3.11. SISTEMA DE LLENADO

Los circuitos con vaso de expansión cerrado deben incorporar un sistema de llenado manual o automático que permita llenar el circuito y mantenerlo presurizado. En general es recomendable la adopción de un sistema de llenado automático con la inclusión de un depósito de recarga u otro dispositivo, de forma que nunca se utilice un fluido para el circuito primario cuyas características incumplan este Pliego de Condiciones Técnicas.

En cualquier caso, nunca podrá rellenarse el circuito primario con agua de red si sus características pueden dar lugar a incrustaciones, deposiciones o ataques en el circuito, o si este circuito necesita anticongelante por riesgo de heladas o cualquier otro aditivo para su correcto funcionamiento.

Las instalaciones que requieran anticongelante deben incluir un sistema que permita el relleno manual del mismo.

4.3.12. SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control incluirá señalizaciones luminosas de la alimentación del sistema del funcionamiento de bombas.

El rango de temperatura ambiente de funcionamiento del sistema de control estará, como mínimo, entre -10 °C y 50 °C.

Los sensores de temperaturas soportarán las máximas temperaturas previstas en el lugar en que se ubiquen. Deberán soportar sin alteraciones de más de 1 °C, las siguientes temperaturas en función de la aplicación:

- A.C.S. y calefacción por suelo radiante y "fan-coil": 100 °C
- Refrigeración/calefacción: 140 °C



- Usos industriales: función de la temperatura de uso

La localización e instalación de los sensores de temperatura deberá asegurar un buen contacto térmico con la parte en la cual hay que medir la misma. Para conseguirlo en el caso de las de inmersión, se instalarán en contracorriente con el fluido. Los sensores de temperatura deberán estar aislados contra la influencia de las condiciones ambientales que le rodean.

La ubicación de las sondas ha de realizarse de forma que éstas midan exactamente las temperaturas que se desean controlar, instalándose los sensores en el interior de vainas y evitándose las tuberías separadas de la salida de los captadores y las zonas de estancamiento en los depósitos.

Preferentemente las sondas serán de inmersión. Se tendrá especial cuidado en asegurar una adecuada unión entre las sondas de contactos y la superficie metálica.

4.3.13. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

El sistema de monitorización realizará la adquisición de datos, al menos, con la siguiente frecuencia:

- Toma de medidas o estados de funcionamiento: cada minuto
- Cálculo de medias de valores y registro: cada 10 minutos
- Tiempo de almacenamiento de datos registrados: mínimo 1 año

Las variables analógicas que deben ser medidas por el sistema de monitorización serán seis como mínimo, y entre las cuales deberán estar las cuatro siguientes:

- Temperatura de entrada de agua fría
- Temperatura de suministro de agua caliente solar
- Temperatura de suministro de agua caliente a consumo
- Caudal de agua de consumo

El sistema de monitorización registrará, con la misma frecuencia, el estado de funcionamiento de las bombas de circulación de primario y secundario, la actuación de las limitaciones por máxima o mínima y el funcionamiento del sistema de energía auxiliar.



Opcionalmente, el sistema de monitorización medirá, además, las siguientes variables:

- Temperatura de entrada a captadores
- Temperatura de salida de captadores
- Temperatura de entrada secundario
- Temperatura de salida secundario
- Radiación global sobre plano de captadores
- Temperatura ambiente exterior
- Presión de agua en circuito primario
- Temperatura fría del acumulador
- Temperatura caliente del acumulador
- Temperaturas de salidas de varios grupos de captadores
- Variables que permitan el conocimiento del consumo energético del sistema auxiliar

El tratamiento de los datos medidos proporcionará, al menos, los siguientes resultados:

- Temperatura media de suministro de agua caliente a consumo
- Temperatura media de suministro de agua caliente solar
- Demanda de energía térmica diaria
- Energía solar térmica aportada
- Energía auxiliar consumida
- Fracción solar media
- Consumos propios de la instalación (bombas, controles, etc.)

Con los datos registrados se procederá al análisis de resultados y evaluación de las prestaciones diarias de la instalación.



4.3.14. EQUIPOS DE MEDIDA

Medida de temperatura

Las medidas de temperatura se realizarán mediante sensores de temperatura.

La medida de la diferencia de temperatura entre dos puntos del fluido de trabajo se realizará mediante los citados sensores de temperatura, debidamente conectados, para obtener de forma directa la lectura diferencial.

En lo referente a la colocación de las sondas, han de ser preferentemente de inmersión y situadas a una distancia máxima de 5 cm del fluido cuya temperatura se pretende medir. Las vainas destinadas a alojar las sondas de temperatura, deben introducirse en las tuberías siempre en contracorriente y en un lugar donde se creen turbulencias.

Medida de caudal

La medida de caudales de líquidos se realizará mediante turbinas, medidores de flujo magnético, medidores de flujo de desplazamiento positivo o procedimientos gravimétricos o de cualquier otro tipo, de forma que la precisión sea igual o superiora $\pm 3 \%$ en todos los casos.

Se suministrarán los siguientes datos que deberán ser facilitados por el fabricante:

- Calibre del contador
- Temperatura máxima del fluido
- Caudales:
 - en servicio continuo
 - máximo (durante algunos minutos)
 - mínimo (con precisión mínima del 5 %)
 - de arranque



- Indicación mínima de la esfera
- Capacidad máxima de totalización
- Presión máxima de trabajo
- Dimensiones
- Diámetro y tipo de las conexiones
- Pérdida de carga en función del caudal

Cuando exista, el medidor se ubicará en la entrada de agua fría del acumulador solar.

Medida de energía

Los contadores de energía térmica estarán constituidos por los siguientes elementos:

- Contador de caudal de agua, descrito anteriormente.
- Dos sondas de temperatura.
- Microprocesador electrónico, montado en la parte superior del contador o separado.

En función de la ubicación de las dos sondas de temperatura, se medirá la energía aportada por la instalación solar o por el sistema auxiliar. En el primer caso, una sonda de temperatura se situará en la entrada del agua fría del acumulador solar y otra en la salida del agua caliente del mismo.

Para medir el aporte de energía auxiliar, las sondas de temperatura se situarán en la entrada y salida del sistema auxiliar.



El microprocesador multiplicará la diferencia de ambas temperaturas por el caudal instantáneo de agua y su peso específico. La integración en el tiempo de estas cantidades proporcionará la cantidad de energía aportada.

4.4. CONDICIONES DE MONTAJE

4.4.1. GENERALIDADES

La instalación se construirá en su totalidad utilizando materiales y procedimientos de ejecución que garanticen las exigencias del servicio, durabilidad, salubridad y mantenimiento.

Se tendrán en cuenta las especificaciones dadas por los fabricantes de cada uno de los componentes.

Es responsabilidad del suministrador comprobar que el edificio reúne las condiciones necesarias para soportar la instalación, indicándolo expresamente en la documentación.

Es responsabilidad del suministrador el comprobar la calidad de los materiales y agua utilizados, cuidando que se ajusten a lo especificado en estas normas, y el evitar el uso de materiales incompatibles entre sí.

El suministrador será responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidas durante el transporte, el almacenamiento y el montaje, hasta tanto no se proceda a su unión, por medio de elementos de taponamiento de forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato.

Durante el montaje, el suministrador deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de conducciones y cables.



Asimismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente todos los equipos (captadores, acumuladores, etc.), cuadros eléctricos, instrumentos de medida, etc. de cualquier tipo de suciedad, dejándolos en perfecto estado.

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones y cambios de dirección se realizará con los correspondientes accesorios y/o cajas, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

La instalación de los equipos, válvulas y purgadores permitirá su posterior acceso a las mismas a efectos de su mantenimiento, reparación o desmontaje.

Una vez instalados, se procurará que las placas de características de los equipos sean visibles.

Los circuitos de distribución de ACS se protegerán contra la corrosión por medio de ánodos de sacrificio.

Todos los equipos y circuitos podrán vaciarse total o parcialmente, realizándose esto desde los puntos más bajos de la instalación.

Las conexiones entre los puntos de vaciado y desagües se realizarán de forma que el paso del agua quede perfectamente visible.



4.4.2. MONTAJE DE ESTRUCTURA SOPORTE Y CAPTADORES

Si los captadores son instalados en los tejados de edificios, deberá asegurarse la estanquidad en los puntos de anclaje.

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.

El suministrador evitará que los captadores queden expuestos al sol por períodos prolongados durante el montaje. En este período las conexiones del captador deben estar abiertas a la atmósfera, pero impidiendo la entrada de suciedad.

Terminado el montaje, durante el tiempo previo al arranque de la instalación, si se prevé que éste pueda prolongarse, el suministrador procederá a tapar los captadores.

4.4.3. MONTAJE DE ACUMULADOR

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 1000l 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 de la edificación, y requerirá para depósitos de más de 300 l el diseño de un profesional competente.

4.4.4. MONTAJE DEL INTERCAMBIADOR

Se tendrá en cuenta la accesibilidad del intercambiador, para operaciones de sustitución o reparación.



4.4.5. MONTAJE DE LA BOMBA

Las bombas en línea se instalarán con el eje de rotación horizontal y con espacio suficiente para que el conjunto motor-rodete pueda ser fácilmente desmontado.

El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

Las tuberías conectadas a las bombas en línea se soportarán en las inmediaciones de las bombas de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos.

Todas las bombas estarán dotadas de tomas para la medición de presiones en aspiración e impulsión.

Todas las bombas deberán protegerse, aguas arriba, por medio de la instalación de un filtro de malla o tela metálica.

4.4.6. MONTAJE DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS

Antes del montaje deberá comprobarse que las tuberías no estén rotas, fisuradas, dobladas, aplastadas, oxidadas o de cualquier manera dañadas.

Se almacenarán en lugares donde estén protegidas contra los agentes atmosféricos. En su manipulación se evitarán roces, rodaduras y arrastres, que podrían dañar la resistencia mecánica, las superficies calibradas de las extremidades o las protecciones anti-corrosión.

Las piezas especiales, manguitos, gomas de estanquidad, etc. se guardarán en locales cerrados.

Las tuberías discurrirán siempre por debajo de canalizaciones eléctricas que crucen o corran paralelamente.



La distancia en línea recta entre la superficie exterior de la tubería, con su eventual aislamiento, y la del cable o tubo protector no debe ser inferior a las siguientes:

- 5 cm para cables bajo tubo con tensión inferior a 1000 V.
- 30 cm para cables sin protección con tensión inferior a 1000 V.
- 50 cm para cables con tensión superior a 1000 V.

No se permitirá la instalación de tuberías en huecos y salas de máquinas de ascensores, centros de transformación, chimeneas y conductos de climatización o ventilación.

Las conexiones de las tuberías a los componentes se realizarán de forma que no se transmitan esfuerzos mecánicos.

Las conexiones de componentes al circuito deben ser fácilmente desmontables por bridas o racores, con el fin de facilitar su sustitución o reparación.

Para evitar la formación de bolsas de aire, los tramos horizontales de tubería se montarán siempre con una pendiente ascendente, en el sentido de circulación, del 1 %.

Se facilitarán las dilataciones de tuberías utilizando los cambios de dirección o dilatadores axiales.

Las uniones de tuberías de cobre se realizarán mediante manguitos soldados por capilaridad.

El dimensionado, distancia y disposición de los soportes de tubería se realizará de acuerdo con las prescripciones de UNE 100.152.

Durante el montaje de las tuberías se evitarán en los cortes para la unión de tuberías, las rebabas y escorias.

Los sistemas de seguridad y expansión se conectarán de forma que se evite cualquier acumulación de suciedad o impurezas.



Las dilataciones que sufren las tuberías al variar la temperatura del fluido, deben compensarse a fin de evitar roturas en los puntos más débiles, que suelen ser las uniones entre tuberías y aparatos, donde suelen concentrarse los esfuerzos de dilatación y contracción.

En los trazados de tuberías de gran longitud, horizontales o verticales, se compensarán los movimientos de tuberías mediante dilatadores axiales.

4.4.7. MONTAJE DEL AISLAMIENTO

El aislamiento no podrá quedar interrumpido al atravesar elementos estructurales del edificio.

Tampoco se permitirá la interrupción del aislamiento térmico en los soportes de las conducciones, que podrán estar o no completamente envueltos por el material aislante.

Después de la instalación del aislamiento térmico, los instrumentos de medida y de control, así como válvulas de desagües, volante, etc., deberán quedar visibles y accesibles.

Cuando el agua pueda arrastrar partículas sólidas en suspensión, se instalará un filtro de malla fina antes del contador, del tamiz adecuado.

4.4.8. MONTAJE DE CONTADORES

Se instalarán siempre entre dos válvulas de corte para facilitar su desmontaje. El suministrador deberá prever algún sistema ("by-pass" o carrete de tubería) que permita el funcionamiento de la instalación aunque el contador sea desmontado para calibración o mantenimiento.

En cualquier caso, no habrá ningún obstáculo hidráulico a una distancia igual, al menos, diez veces el diámetro de la tubería antes y cinco veces después del contador.



5. SUMINISTRO DE AGUA

5.1. CONSTRUCCIÓN

La instalación de suministro de agua se ejecutará con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena construcción y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra.

Durante la ejecución e instalación de los materiales, accesorios y productos de construcción en la instalación interior, se utilizarán técnicas apropiadas para no empeorar el agua suministrada y en ningún caso incumplir los valores paramétricos establecidos en el Anexo I del Real Decreto 140/2003.

5.1.1. EJECUCIÓN DE LAS REDES DE TUBERÍAS

5.1.1.1. Condiciones generales

La ejecución de las redes de tuberías se realizará de manera que se consigan los objetivos previstos en el proyecto sin dañar o deteriorar al resto del edificio, conservando las características del agua de suministro respecto de su potabilidad, evitando ruidos molestos, procurando las condiciones necesarias para la mayor duración posible de la instalación así como las mejores condiciones para su mantenimiento y conservación.

Las tuberías ocultas o empotradas discurrirán preferentemente por patinillos o cámaras de fábricas realizadas al efecto o prefabricadas, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos. Si esto no fuera posible, por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado, no estando permitido su empotramiento en tabiques de ladrillo hueco sencillo. Cuando discurran por conductos, éstos estarán debidamente ventilados y contarán con un adecuado sistema de vaciado.



El trazado de las tuberías vistas se efectuará en forma limpia y ordenada. Si estuvieran expuestas a cualquier tipo de deterioro por golpes o choques fortuitos, deben protegerse adecuadamente.

5.1.1.2 Uniones y juntas

1. Las uniones de los tubos serán estancas.
2. Las uniones de tubos resistirán adecuadamente la tracción, o bien la red la absorberá con el adecuado establecimiento de puntos fijos, y en tuberías enterradas mediante estribos y apoyos dispuestos en curvas y derivaciones.
3. Las uniones de tubos de cobre se podrán realizar por medio de soldadura o por medio de manguitos mecánicos. La soldadura, fuerte, se podrá realizar mediante manguitos para soldar por capilaridad o por enchufe soldado. Los manguitos mecánicos podrán ser de compresión, de ajuste cónico y de pestañas.
4. Las uniones de tubos de plástico se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

5.1.1.3 Protecciones

5.1.1.3.1 Protección contra la corrosión

1. Las tuberías metálicas se protegerán contra la agresión de todo tipo de morteros, del contacto con el agua en su superficie exterior y de la agresión del terreno mediante la interposición de un elemento separador de material adecuado e instalado de forma continua en todo el perímetro de los tubos y en toda su longitud, no dejando juntas de unión de dicho elemento que interrumpan la protección e instalándolo igualmente en todas las piezas especiales de la red, tales como codos, curvas.
2. Los revestimientos adecuados, cuando los tubos discurren enterrados o empotrados, según el material de los mismos, serán, para tubos de cobre con revestimiento de plástico.
3. Toda conducción exterior y al aire libre, se protegerá igualmente. Cuando los tubos discurren por canales de suelo, ha de garantizarse que estos son impermeables o bien que disponen de adecuada ventilación y drenaje. En las redes metálicas enterradas, se instalará una junta dieléctrica después de la entrada al edificio y antes de la salida.



5.1.1.3.2 Protección contra las condensaciones

1. Tanto en tuberías empotradas u ocultas como en tuberías vistas, se considerará la posible formación de condensaciones en su superficie exterior y se dispondrá un elemento separador de protección, no necesariamente aislante pero si con capacidad de actuación como barrera antivapor, que evite los daños que dichas condensaciones pudieran causar al resto de la edificación.
2. Se considerarán válidos los materiales que cumplen lo dispuesto en la norma UNE 100 171:1989.

5.1.1.3.3 Protecciones térmicas

1. Los materiales utilizados como aislante térmico que cumplan la norma UNE 100 171:1989 se considerarán adecuados para soportar altas temperaturas.
2. Cuando la temperatura exterior del espacio por donde discurre la red pueda alcanzar valores capaces de helar el agua de su interior, se aislará térmicamente dicha red con aislamiento adecuado al material de constitución y al diámetro de cada tramo afectado, considerándose adecuado el que indica la norma UNE EN ISO 12 241:1999.

5.1.1.3.4 Protección contra ruidos

1. Como normas generales a adoptar, sin perjuicio de lo que pueda establecer el DB HR al respecto, se adoptarán las siguientes:
 - a) los huecos o patinillos, tanto horizontales como verticales, por donde discurran las conducciones estarán situados en zonas comunes.
 - b) a la salida de las bombas se instalarán conectores flexibles para atenuar la transmisión del ruido y las vibraciones a lo largo de la red de distribución. Dichos conectores serán adecuados al tipo de tubo y al lugar de su instalación.
2. Los soportes y colgantes para tramos de la red interior con tubos metálicos que transporten el agua a velocidades de 1,5 a 2,0 m/s serán antivibratorios. Igualmente, se utilizarán anclajes y guías flexibles que vayan a estar rígidamente unidos a la estructura del edificio.



5.1.2 EJECUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE MEDICIÓN DEL CONSUMO. CONTADORES

Los contadores individuales se alojarán en cámara, arqueta o armario según las distintas posibilidades de instalación.

En cualquier caso este alojamiento dispondrá de desagüe capaz para el caudal máximo contenido en este tramo de la instalación, conectado, o bien a la red general de evacuación del edificio, o bien con una red independiente que recoja todos ellos y la conecte con dicha red general.

5.2. PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN

5.2.1. CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES

De forma general, todos los materiales que se vayan a utilizar en las instalaciones de agua de consumo humano cumplirán los siguientes requisitos:

- a) todos los productos empleados deben cumplir lo especificado en la legislación vigente para aguas de consumo humano;
- b) no deben modificar las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada;
- c) serán resistentes a la corrosión interior;
- d) serán capaces de funcionar eficazmente en las condiciones previstas de servicio;
- e) no presentarán incompatibilidad electroquímica entre sí;
- f) deben ser resistentes, sin presentar daños ni deterioro, a temperaturas de hasta 40°C, sin que tampoco les afecte la temperatura exterior de su entorno inmediato;
- g) serán compatibles con el agua a transportar y contener y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano;
- h) su envejecimiento, fatiga, durabilidad y todo tipo de factores mecánicos, físicos o químicos, no disminuirán la vida útil prevista de la instalación.



5.2.2. CONDICIONES PARTICULARES DE LAS CONDUCCIONES

En función de las condiciones expuestas en el apartado anterior, se consideran adecuados para las instalaciones de agua de consumo humano los siguientes tubos:

a) tubos de cobre, según Norma UNE EN 1 057:1996.

1. No podrán emplearse para las tuberías ni para los accesorios, materiales que puedan producir concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.
2. El ACS se considera igualmente agua de consumo humano y cumplirá por tanto con todos los requisitos al respecto.
3. Dada la alteración que producen en las condiciones de potabilidad del agua, quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo.
4. Todos los materiales utilizados en los tubos, accesorios y componentes de la red, incluyendo también las juntas elásticas y productos usados para la estanqueidad, así como los materiales de aporte y fundentes para soldaduras, cumplirán igualmente las condiciones expuestas.

5.2.2.1. Aislantes térmicos

El aislamiento térmico de las tuberías utilizado para reducir pérdidas de calor, evitar condensaciones y congelación del agua en el interior de las conducciones, se realizará con coquillas resistentes a la temperatura de aplicación.

5.2.2.2. Válvulas y llaves

1. El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen.
2. El cuerpo de la llave ó válvula será de una sola pieza de fundición o fundida en bronce, latón, acero, acero inoxidable, aleaciones especiales o plástico.
3. Solamente pueden emplearse válvulas de cierre por giro de 90° como válvulas de tubería si sirven como órgano de cierre para trabajos de mantenimiento.
4. Serán resistentes a una presión de servicio de 10 bar.



5.2.3. INCOMPATIBILIDADES

5.2.3.1 Incompatibilidad de los materiales y el agua

Se evitará siempre la incompatibilidad de las tuberías de acero galvanizado y cobre controlando la agresividad del agua. Para los tubos de acero galvanizado se considerarán agresivas las aguas no incrustantes con contenidos de ión cloruro superiores a 250 mg/l. Para su valoración se empleará el índice de Langelier. Para los tubos de cobre se consideraran agresivas las aguas dulces y ácidas (pH inferior a 6,5) y con contenidos altos de CO₂. Para su valoración se empleará el índice de Lucey.

Para los tubos de cobre las condiciones límites del agua a transportar, a partir de las cuales será necesario un tratamiento serán las de la tabla 6.2:

Tabla 6.2

Características Agua fría y agua caliente

Tabla 6.2	
Características	Agua fría y agua caliente
pH	7,0 mínimo
CO ₂ libre, mg/l	no concentraciones altas
Índice de Langelier (IS)	debe ser positivo
Dureza total (TH), °F	5 mínimo (no aguas dulces)

5.2.3.2. Medidas de protección frente a la incompatibilidad entre materiales

1. Se evitará el acoplamiento de tuberías y elementos de metales con diferentes valores de potencial electroquímico excepto cuando según el sentido de circulación del agua se instale primero el de menor valor.
2. En particular, las tuberías de cobre no se colocarán antes de las conducciones de acero galvanizado, según el sentido de circulación del agua, para evitar la aparición de fenómenos de corrosión por la formación de pares galvánicos y arrastre de iones Cu⁺ hacia las conducciones de acero galvanizado, que aceleren el proceso de perforación.



3. Igualmente, no se instalarán aparatos de producción de ACS en cobre colocados antes de canalizaciones en acero.
4. Excepcionalmente, por requisitos insalvables de la instalación, se admitirá el uso de manguitos antielectrolíticos, de material plástico, en la unión del cobre y el acero galvanizado.
5. Se autoriza sin embargo, el acoplamiento de cobre después de acero galvanizado, montando una válvula de retención entre ambas tuberías.
6. Se podrán acoplar al acero galvanizado elementos de acero inoxidable.
7. En las vainas pasamuros, se interpondrá un material plástico para evitar contactos inconvenientes entre distintos materiales.

5.3. MANTENIMIENTO

1. Las operaciones de mantenimiento relativas a las instalaciones de fontanería recogerán detalladamente las prescripciones contenidas para estas instalaciones en el Real Decreto 865/2003 sobre criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, y particularmente todo lo referido en su Anexo 3.
2. Los equipos que necesiten operaciones periódicas de mantenimiento, tales como elementos de medida, control, protección y maniobra, así como válvulas, compuertas, unidades terminales, que deban quedar ocultos, se situarán en espacios que permitan la accesibilidad.
3. Se aconseja situar las tuberías en lugares que permitan la accesibilidad a lo largo de su recorrido para facilitar la inspección de las mismas y de sus accesorios.
4. En caso de contabilización del consumo mediante batería de contadores, las montantes hasta cada derivación particular se considerará que forman parte de la instalación general, a efectos de conservación y mantenimiento puesto que discurren por zonas comunes del edificio;



6. EVACUACIÓN DE AGUAS

6.1. CONSTRUCCIÓN

La instalación de evacuación de aguas residuales se ejecutará con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena construcción y a las instrucciones del director de obra y del director de ejecución de la obra.

6.1.1. EJECUCIÓN DE LOS PUNTOS DE CAPTACIÓN

6.1.1.1 Válvulas de desagüe

1. Su ensamblaje e interconexión se efectuará mediante juntas mecánicas con tuerca y junta tórica.
2. Las rejillas de todas las válvulas serán de latón cromado o de acero inoxidable, excepto en fregaderos en los que serán necesariamente de acero inoxidable. La unión entre rejilla y válvula se realizará mediante tornillo de acero inoxidable roscado sobre tuerca de latón inserta en el cuerpo de la válvula.

6.1.1.2 Sifones individuales y botes sifónicos

1. Tanto los sifones individuales como los botes sifónicos serán accesibles en todos los casos y siempre desde el propio local en que se hallen instalados. Los cierres hidráulicos no quedarán tapados u ocultos por tabiques, forjados, etc., que dificulten o imposibiliten su acceso y mantenimiento. Los botes sifónicos empotrados en forjados sólo se podrán utilizar en condiciones ineludibles y justificadas de diseño.
2. Los sifones individuales llevarán en el fondo un dispositivo de registro con tapón roscado y se instalarán lo más cerca posible de la válvula de descarga del aparato sanitario o en el mismo aparato sanitario, para minimizar la longitud de tubería sucia en contacto con el ambiente.
3. La distancia máxima, en sentido vertical, entre la válvula de desagüe y la corona del sifón debe ser igual o inferior a 60 cm, para evitar la pérdida del sello hidráulico.



4. Cuando se instalen sifones individuales, se dispondrán en orden de menor a mayor altura de los respectivos cierres hidráulicos a partir de la embocadura a la bajante o al manguetón del inodoro, si es el caso, donde desembocarán los restantes aparatos aprovechando el máximo desnivel posible en el desagüe de cada uno de ellos. Así, el más próximo a la bajante será la bañera, después el bidé y finalmente el o los lavabos.
5. No se podrán conectar desagües procedentes de ningún otro tipo de aparato sanitario a botes sifónicos que recojan desagües de urinarios.
6. Los botes sifónicos quedarán enrasados con el pavimento y serán registrables mediante tapa de cierre hermético, estanca al aire y al agua.
7. La conexión de los ramales de desagüe al bote sifónico se realizará a una altura mínima de 20 mm y el tubo de salida como mínimo a 50 mm, formando así un cierre hidráulico. La conexión del tubo de salida a la bajante no se realizará a un nivel inferior al de la boca del bote para evitar la pérdida del sello hidráulico.

6.1.1.3. Sumideros

1. Los sumideros de recogida de aguas pluviales de la cubierta, serán de tipo sifónico, capaces de soportar, de forma constante, cargas de 100 kg/cm²
2. El sumidero sifónico se dispondrá a una distancia de la bajante inferior o igual a 5 m, y se garantizará que en ningún punto de la cubierta se supera una altura de 15 cm de hormigón de pendiente. Su diámetro será superior a 1,5 veces el diámetro de la bajante a la que desagua.

6.1.1.4. Canalones

1. Los canalones, en general y salvo especificaciones, se dispondrán con una pendiente mínima de 0,5%, con una ligera pendiente hacia el exterior.
2. En canalones de plástico, se puede establecer una pendiente mínima de 0,16%. En estos canalones se unirán los diferentes perfiles con manguito de unión con junta de goma. La separación máxima entre ganchos de sujeción no excederá de 1 m, dejando espacio para las bajantes y uniones, aunque en zonas de nieve dicha distancia se reducirá a 0,70 m. Todos sus accesorios deben llevar una zona de dilatación de al menos 10 mm.



6.1.2. EJECUCIÓN DE BAJANTES Y VENTILACIONES

6.1.2.1. Ejecución de las bajantes

1. Las bajantes se ejecutarán de manera que queden aplomadas y fijadas a la obra, cuyo espesor no debe ser menor de 12 cm, con elementos de agarre mínimos entre forjados. La fijación se realizará con una abrazadera de fijación en la zona de la embocadura, para que cada tramo de tubo sea autoportante, y una abrazadera de guiado en las zonas intermedias. La distancia entre abrazaderas debe ser de 15 veces el diámetro.
2. Las uniones de los tubos y piezas especiales de las bajantes de PVC se sellarán con colas sintéticas impermeables de gran adherencia dejando una holgura en la copa de 5 mm, aunque también se podrá realizar la unión mediante junta elástica.
3. Las bajantes, en cualquier caso, se mantendrán separadas de los paramentos, para, por un lado poder efectuar futuras reparaciones o acabados, y por otro lado no afectar a los mismos por las posibles condensaciones en la cara exterior de las mismas.
4. A las bajantes que discurriendo vistas, sea cual sea su material de constitución, se les presuponga un cierto riesgo de impacto, se les dotará de la adecuada protección que lo evite en lo posible.

6.1.2.2. Ejecución de las redes de ventilación

1. Las ventilaciones primarias irán provistas del correspondiente accesorio estándar que garantice la estanqueidad permanente del remate entre impermeabilizante y tubería.
2. Los pasos a través de forjados se harán en idénticas condiciones que para las bajantes, según el material de que se trate. Igualmente, dicha columna de ventilación debe quedar fijada a muro de espesor no menor de 9 cm, mediante abrazaderas, no menos de 2 por tubo y con distancias máximas de 150 cm.

6.1.3. EJECUCIÓN DE COLECTORES

6.1.3.1. Ejecución de la red horizontal colgada

1. El entronque con la bajante se mantendrá libre de conexiones de desagüe a una distancia igual o mayor que 1 m a ambos lados.



2. Se situará un tapón de registro en cada entronque y en tramos rectos cada 15 m, que se instalarán en la mitad superior de la tubería.
3. En los cambios de dirección se situarán codos de 45°, con registro roscado.
4. La separación entre abrazaderas será función de la flecha máxima admisible por el tipo de tubo, siendo:
 - a) en tubos de PVC y para todos los diámetros, 0,3 cm;
5. Aunque se debe comprobar la flecha máxima citada, se incluirán abrazaderas cada 1,50 m, para todo tipo de tubos, y la red quedará separada de la cara inferior del forjado un mínimo de 5 cm. Estas abrazaderas, con las que se sujetarán al forjado, serán de hierro galvanizado y dispondrán de forro interior elástico, siendo regulables para darles la pendiente deseada. Se dispondrán sin apriete en las gargantas de cada accesorio, estableciéndose de ésta forma los puntos fijos; los restantes soportes serán deslizantes y soportarán únicamente la red.
6. En todos los casos se instalarán los absorbedores de dilatación necesarios. En tuberías encoladas se utilizarán manguitos de dilatación o uniones mixtas (encoladas con juntas de goma) cada 10 m.

6.1.3.2. Ejecución de la red horizontal enterrada

1. La unión de la bajante a la arqueta se realizará mediante un manguito deslizante arenado previamente y recibido a la arqueta. Este arenado permitirá ser recibido con mortero de cemento en la arqueta, garantizando de esta forma una unión estanca.
2. Si la distancia de la bajante a la arqueta de pie de bajante es larga se colocará el tramo de tubo entre ambas sobre un soporte adecuado que no limite el movimiento de este, para impedir que funcione como ménsula.
3. Para la unión de los distintos tramos de tubos dentro de las zanjas, se considerará la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión:
 - a) para tuberías de PVC, no se admitirán las uniones fabricadas mediante soldadura o pegamento de diversos elementos, las uniones entre tubos serán de enchufe o cordón con junta de goma, o pegado mediante adhesivos.



6.1.3.3. Ejecución de los elementos de conexión de las redes enterradas. Arquetas

1. Si son fabricadas “in situ” podrán ser construidas con fábrica de ladrillo macizo de medio pie de espesor, enfoscada y bruñida interiormente, se apoyarán sobre una solera de hormigón H-100 de 10 cm de espesor y se cubrirán con una tapa de hormigón prefabricado de 5 cm de espesor. El espesor de las realizadas con hormigón será de 10 cm. La tapa será hermética con junta de goma para evitar el paso de olores y gases.
2. Las arquetas sumidero se cubrirán con rejilla metálica apoyada sobre angulares. Cuando estas arquetas sumideros tengan dimensiones considerables, como en el caso de rampas de garajes, la rejilla plana será desmontable. El desagüe se realizará por uno de sus laterales, con un diámetro mínimo de 110 mm, vertiendo a una arqueta sifónica o a un separador de grasas y fangos.
3. En las arquetas sifónicas, el conducto de salida de las aguas irá provisto de un codo de 90°, siendo el espesor de la lámina de agua de 45 cm.
4. Los encuentros de las paredes laterales se deben realizar a media caña, para evitar el depósito de materias sólidas en las esquinas. Igualmente, se conducirán las aguas entre la entrada y la salida mediante medias cañas realizadas sobre cama de hormigón formando pendiente.

6.2. PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN

6.2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS MATERIALES

1 De forma general, las características de los materiales definidos para estas instalaciones serán:

- a) Resistencia a la fuerte agresividad de las aguas a evacuar.
- b) Impermeabilidad total a líquidos y gases.
- c) Suficiente resistencia a las cargas externas.
- d) Flexibilidad para poder absorber sus movimientos.
- e) Resistencia a la corrosión.
- f) Absorción de ruidos, producidos y transmitidos.



6.2.2. MATERIALES DE LAS CANALIZACIONES

Conforme a lo ya establecido, se consideran adecuadas para las instalaciones de evacuación de residuos las canalizaciones que tengan las características específicas establecidas en las siguientes normas:

a) Tuberías de PVC según normas UNE EN 1329-1:1999, UNE EN 1401-1:1998, UNE EN 1453-1:2000, UNE EN 1456-1:2002, UNE EN 1566-1:1999.

6.3. MANTENIMIENTO

1. Para un correcto funcionamiento de la instalación de saneamiento, se debe comprobar periódicamente la estanqueidad general de la red con sus posibles fugas, la existencia de olores y el mantenimiento del resto de elementos.
2. Se revisarán y desatascarán los sifones y válvulas, cada vez que se produzca una disminución apreciable del caudal de evacuación, o haya obstrucciones.
3. Cada 6 meses se limpiarán los sumideros de locales húmedos y cubiertas transitables, y los botes sifónicos. Los sumideros y calderetas de cubiertas no transitables se limpiarán, al menos, una vez al año.
4. Una vez al año se revisarán los colectores suspendidos, se limpiarán las arquetas sumidero y el resto de posibles elementos de la instalación tales como pozos de registro, bombas de elevación.
5. Cada 10 años se procederá a la limpieza de arquetas de pie de bajante, de paso y sifónicas o antes si se apreciaran olores.
6. Se mantendrá el agua permanentemente en los sumideros, botes sifónicos y sifones individuales para evitar malos olores, así como se limpiarán los de terrazas y cubiertas.



Pamplona, Junio de 2012

Firmado:

ÍÑIGO LÓPEZ BAQUEDANO

Ingeniero Técnico Industrial





ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE ACS CON ENERGÍA SOLAR PARA
ABASTECIMIENTO, SANEAMIENTO Y CALEFACCIÓN EN
VIVIENDA MULTIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA

DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO

Íñigo López Baquedano

Jorge Odériz Ezcurra

Pamplona, 28 de Junio de 2012



ÍNDICE

1. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.....	3
2. INSTALACIÓN DE ACS.....	5
3. ACS SOLAR	
3.1. CIRCUITO PRIMARIO.....	7
3.2. CIRCUITO SECUNDARIO.....	9
4. ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	11
5. SANEAMIENTO	
5.1. EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES.....	12
5.2. EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES.....	13
6. CALDERAS.....	14
7. DISEÑO BIOCLIMÁTICO.....	14
8. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	15



1. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

Código	Ud.	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Importe
I.01	Elem.	Radiador de aluminio Marca: ROCA Modelo: DUBAL 30 Frontal aberturas	824	14.2	11700.8
I.02	Ud.	Soportes para radiador	294	0.70	205.8
I.03	Ud.	Válvula 1/2" Marca: GIACOMINI Modelo: R421TG Cromada	165	5.3	874.5
I.04	Ud.	Detentor 1/2" Marca: GIACOMINI Modelo: R15TG Cromado	165	5.21	859.65
I.05	Ud.	Adaptadores de cobre Marca: GIACOMINI Modelo: R178	330	1.35	445.5
I.06	Ud.	Purgador manual de radiador metálico 1/8" Modelo: SMC6	165	0.55	90.75
I.07	Ud.	Llave metálica Modelo: LLAVIN CH	27	0.1	2.7
I.08	m.	Tubería de cobre Modelo: 8 mm Modelo: 10 mm Modelo: 12 mm	204.08 693.76 358.24	1.09 1.19 1.74	222.45 825.57 623.34
I.09	Ud.	Codos 90 ° Modelo: 8mm Modelo: 10 mm Modelo: 12 mm	356 231 54	1.97 1.82 0.56	701.32 420.42 30.24



I.10	Ud.	Tes					
			Modelo:	8mm	90	1.98	178.2
			Modelo:	10 mm	62	1.74	107.88
			Modelo:	12 mm	35	0.48	16.8

I.11	m.	Aislamiento (tuberías)de caucho sintético expandido de color negro para tuberías de agua caliente. 20mm Temperatura de trabajo: -5°C + 100 °C					
			Modelo:	8-10 mm	897.84	2.59	2325.41
			Modelo:	12 mm	358.24	2.79	999.49

TOTAL	20.630,82
--------------	------------------



2. INSTALACIÓN DE ACS

Código	Ud.	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Importe
II.01	m.	Tubería de cobre			
		Modelo: 12 mm	72.9	3.24	236.2
		Modelo: 20 mm	186.3	5.9	1099.17
		Modelo: 31.75 mm	119.2	8.2	977.44
		Modelo: 35 mm	94.2	9.98	940.17
II.02	Ud.	Codos 90 °			
		Modelo: 12 mm	96	1.97	189.12
		Modelo: 20 mm	96	1.82	174.72
		Modelo: 35 mm	48	7.11	341.28
II.03	Ud.	Tes			
		Modelo: 20 mm	12	1.74	20.88
		Modelo: 31.75 mm	6	3.67	22.02
		Modelo: 35 mm	6	6.8	40.8
II.04	Ud.	Aislamiento (tuberías)de caucho sintético expandido de color negro para tuberías de agua caliente. 20mm Temperatura de trabajo: -5°C + 100 °C			
		Modelo: 12 mm	72.9	2.79	203.4
		Modelo: 22 mm	186.3	4.17	776.87
		Modelo: 31.75 mm	119.2	6.0	715.2
		Modelo: 35 mm	94.2	6.0	565.2
II.05	Ud.	Mezclador termostático. 3bar.Tmax = 100 °C Modelo: R156	27	42.33	1142.91
II.06	Ud.	Contador	27	76.32	2060.64
II.07	Ud.	Llave de cierre	27	4.75	128.25



II.08	Ud.	Termómetro inmersión vertical. 0 a 120°C Modelo: D = 63 mm	27	17.9	483.3
II.09		Vaina para termómetro 1/2" Modelo: Longitud= 50 mm	27	1.35	36.45
II.10		Válvula antirretorno	27	3.78	102.06

TOTAL	10.256,08
--------------	------------------



3. ACS SOLAR

3.1. CIRCUITO PRIMARIO

Código	Ud.	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Importe
III.01	Ud.	Colector solar Marca: VIESSMANN Modelo: Vitosol 100 s2.5	18	842.0	15156
III.02	Ud.	Llave de cierre Modelo: D = 22 mm	12	4.75	57
III.03	Ud.	Estructura soporte colectores Marca: VIESSMANN Modelo: Vitosol 100 s2.5	6	12.5	75
III.04	Ud.	Conexión/Unión colectores Marca: VIESSMANN Modelo: Vitosol 100 s2.5	24	6.1	146.4
			6	66	396
III.05	Ud.	Vaso de expansión Marca: Salvador Escoda sa Modelo: 80 SMR-P	1	147.65	147.65
III.06	20 l.	Fluido caloportador Marca: VIESSMANN	3	4.2	12.6
III.07	m.	Tubería de cobre Modelo: 22 mm	50.6	4.29	217.07
III.08	Ud.	Codos 90 ° Modelo: 22 mm	20	0.95	19
III.09	Ud.	Tes Modelo: 22 mm	10	1.01	10.1
III.10	m.	Aislamiento (tuberías)de caucho sintético expandido	50.6	4.17	211.0



de color negro para tuberías de agua caliente. 20mm

Temperatura de trabajo: -5°C + 100 °C

Modelo: 22 mm

III.11	Ud.	Bomba	Marca: Vitosol Modelo: PS-20	1	357.87	357.87
III.12	Ud.	Manómetro		1	9.6	9.6
III.13	Ud.	Purgador automático	Marca: OR Modelo: 10 bar.110 °C	1	2.29	2.29
III.14	Ud.	Termómetro		2	17.9	35.8
III.15	Ud.	Sonda de Temperatura		1	37.03	37.03
III.16	Ud.	Llave de cierre		5	4.75	23.75

TOTAL	16.914,16
--------------	------------------



3.2. CIRCUITO SECUNDARIO

Código	Ud.	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Importe
III.17	Ud.	Intercambiador de calor Marca: ADISA Modelo: ITO 21	1	311.45	311.45
III.18	Ud.	Depósito acumulador Marca: LAPESA Modelo: MV2500 R	1	3800.76	3800.76
III.19	Ud.	Bomba Marca: Vitosol Modelo: PS-20	1	357.87	357.87
III.20	m.	Tubería de cobre Modelo: 22 mm	2.8	4.29	12.01
III.21	Ud.	Codos 90 ° Modelo: 22 mm	2	0.95	1.9
III.22	Ud.	Aislamiento (tuberías) de caucho sintético expandido de color negro para tuberías de agua caliente. 20mm Temperatura de trabajo: -5°C + 100 °C Modelo: 22 mm	2.8	4.17	11.68
III.23	Ud.	Sistema de regulación y control Marca: LANDIS			
		- Sistema de control Modelo: RVP310	27	731.86	19760.22
		- Sonda exterior Modelo: QAC22	27	40.06	1081.62
		- Sonda de Temperatura de contacto Modelo: QAD22	27	37.03	999.81
		- Sonda con cable Modelo: QAP21.3	1	51.5	51.5
		- Unidad de ambiente Modelo: QAW70	27	222.39	6004.53
III.24	Ud.	Válvula de seguridad de gran capacidad ACS	1	156	156



III.25	Ud.	Termómetro	2	17.9	35.8
III.26	Ud.	Sonda de temperatura (incluida en sist. de control)			
III.27	Ud.	Llave cierre	4	4.75	19

TOTAL	32.604,15
--------------	------------------



4. ABASTECIMIENTO DE AGUA

Código	Ud.	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Importe
IV.01	m.	Tubería de cobre			
		Modelo: 12 mm	52.43	3.24	169.87
		Modelo: 22 mm	19.2	5.9	113.28
		Modelo: 35 mm	94.2	9.98	940.17
IV.02	Ud.	Codos 90 °			
		Modelo: 12 mm	48	1.97	94.56
		Modelo: 22 mm	36	1.82	65.52
		Modelo: 35 mm	24	7.11	170.64
IV.03	Ud.	Tes			
		Modelo: 22 mm	12	1.74	20.88
		Modelo: 35 mm	9	6.8	61.2
IV.04	Ud.	Contador	28	76.32	2136.96
IV.05	Ud.	Llave de cierre	4.75	30	142.5
IV.06	Ud.	Válvula antirretorno	28	3.78	105.84
TOTAL					4.021,42



5. SANEAMIENTO

5.1. EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

Código	Ud.	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Importe
V.01	Ud.	Sumideros Modelo: 20x20	4	10.56	42.24
V.02	m.	Tubería PVC Modelo: 90 mm Modelo: 125 mm	62.8 34.1	1.85 4.55	116.18 155.16
V.03	Ud.	Codos Modelo: 90 mm	4	3.71	14.84
V.04	Ud.	Tes Modelo: 125 mm	4	7.3	29.2
V.05	Ud.	Arqueta Modelo 50x50 cm	1	194.2	194.2
V.06	m.	Canalones Modelo: 100 mm Modelo: 200 mm	30.6 73.8	4.5 8.2	137.7 605.16
V.07	Ud.	Abrazaderas Modelo: 90 mm Modelo: 125 mm	6 6	1.44 1.92	8.64 11.52
TOTAL					1.314,84



5.2. EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Código	Ud.	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Importe
V.08	m.	Tubería PVC			
		Modelo: 75 mm	162.9	1.76	286.70
		Modelo: 90 mm	188.4	2.13	401.29
		Modelo: 160 mm	27.9	5.03	140.34
V.09	Ud.	Codos			
		Modelo: 90 mm	12	3.71	44.52
V.10	Ud.	Tes			
		Modelo: 160 mm	6	8.9	53.4
V.11	Ud.	Arqueta			
		Modelo 60x60 cm	1	202.25	202.25
TOTAL					1.128,5



6. CALDERAS

Código	Ud.	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Importe
VI.01	Ud.	Caldera mural mixta estancia			
		- Marca: ROCA			
		Modelo: Laura 20/20 F	19	1398	26562
		- Marca: ROCA			
		Modelo: Laura 30/30 F	8	1585	12680
VI.02	Ud.	Contador GAS NATURAL			
		Modelo: G6	27	123.47	3333.69
VI.03	Ud.	Llave corte de caldera			
			27	4.21	113.67
TOTAL					42.689,36

7. DISEÑO BIOCLIMÁTICO

Código	Ud.	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Importe
VII.01	Ud.	Estudio arquitectura bioclimática			
TOTAL					14.980



8. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPÍTULO I	CALEFACCIÓN	20.630,82
CAPÍTULO II	ACS	10.256,08
CAPÍTULO III	ACS SOLAR	49.518,31
CAPÍTULO IV	ABASTECIMIENTO DE AGUA	4.021,42
CAPÍTULO V	SANEAMIENTO	2.443,34
CAPÍTULO VI	CALDERAS	42.689,36
CAPÍTULO VII	DISEÑO BIOCLIMÁTICO	14.980
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL.....		144.539,33
GASTOS GENERALES (5%).....		7.226,97
BENEFICIO INDUSTRIAL (5%).....		7.226,97
PRESUPUESTO POR CONTRATA.....		158.993,26
I.V.A. (18%).....		28.618,44
PRESUPUESTO TOTAL.....		187.612,05
HONORARIOS PROYECTISTA (6%).....		11.256,73
HONORARIOS DIRECCIÓN DE OBRA (6%).....		11.256,73
PRESUPUESTO TOTAL FINAL.....		198.868,77

El presupuesto total asciende a la cantidad de: CIENTO NOVENTA Y OCHO MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS Y SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS.



Pamplona, Junio de 2012

Firmado:

ÍÑIGO LÓPEZ BAQUEDANO

Ingeniero Técnico Industrial



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE ACS CON ENERGÍA SOLAR PARA
ABASTECIMIENTO, SANEAMIENTO Y CALEFACCIÓN EN
VIVIENDA MULTIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA

DOCUMENTO 6: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y
SALUD

Íñigo López Baquedano

Jorge Odériz Ezcurra

Pamplona, 28 de Junio de 2012



ÍNDICE

1. OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO BÁSICO

1.1. OBJETO DEL ESUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	4
1.2. ESTABLECIMIENTO POSTERIOR DE UN PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.....	4
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	5

2. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

2.1. TIPO DE OBRA.....	6
2.2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DEL EDIFICIO.....	7

3. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

3.1. AUTOR DEL EBSS.....	8
3.2. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA FASE DE ELABORACIÓN DEL PROYECTO.....	8

4. FASES DE OBRA A DESARROLLAR CON IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS



5. PREVENCIÓN DE RIESGOS

5.1. PROTECCIONES COLECTIVAS.....	11
5.1.1. Generales.....	11
5.1.2. Particulares a cada fase de obra.....	11
5.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....	14



1. OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO BÁSICO

1.1. OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud tiene como objeto servir de base para que las empresas contratistas que participen en la ejecución del presente proyecto en el que se encuentra este estudio, las lleven a efecto en las mejores condiciones para garantizar el mantenimiento de la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores de las mismas, cumpliendo así lo que ordena en su el R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre.

1.2. ESTABLECIMIENTO POSTERIOR DE UN PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

El estudio de Seguridad y Salud debe servir también de base para que las empresas constructoras, contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos que participen en las obras, y antes del comienzo de la actividad de las mismas, puedan elaborar un Plan de Seguridad y Salud tal y como indica el Real Decreto mencionado.

En dicho plan podrán modificarse algunos de los aspectos señalados en este estudio con los requisitos que establece la mencionada normativa. El Plan de Seguridad y Salud es el que, en definitiva, permitirá conseguir y mantener las condiciones de trabajo necesarias para proteger la salud y la vida de los trabajadores durante el desarrollo de las obras que contempla este Estudio.



1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El Real Decreto 1627/1.997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Por lo tanto, hay que comprobar que se dan todos los supuestos siguientes:

- a) El Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) es inferior a 75 millones de pesetas (450.760 Euros).

- b) La duración estimada de la obra no es superior a 30 días o no se emplea en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

- c) El volumen de mano de obra estimada es inferior a 500 trabajadores-día (suma de los días y trabajo del total de los trabajadores en la obra).

- d) No es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Como no se da ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D.1627/1.997 se redacta el presente estudio básico de seguridad y salud



2. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

2.1. TIPO DE OBRA

La obra, objeto de este Estudio Básico de Seguridad y Salud, consiste en la ejecución de las diferentes fases de obra e instalaciones para desarrollar posteriormente la actividad de:

Instalación de agua fría y ACS con energía solar para abastecimiento, saneamiento y calefacción en una vivienda multifamiliar bioclimática.

Tipo de Obra: Instalación

Proyectista: Íñigo López Baquedano

Coordinador de Seguridad y Salud en fase de proyecto: Íñigo López Baquedano

Datos de la Obra: La vivienda tiene 4 plantas además del sótano. En la cubierta, se colocarán los colectores solares.

Todos los datos indispensables para la realización del proyecto se encuentran en el Documento CÁLCULOS.

2.2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DEL EDIFICIO

Situación: Calle Zelaia, Ardoi

Población: Zizur Mayor (Navarra)



3. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

3.1. AUTOR DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Nombre y apellidos: Íñigo López Baquedano

Titulación: Ingeniero Técnico Industrial especialidad mecánica.

3.2. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA FASE DE ELABORACIÓN DEL PROYECTO

El promotor de la obra de acuerdo con lo ordenado por el R.D. 1627/1997, ha designado como Coordinador de Seguridad y Salud en la fase de proyecto de la obra a:

Nombre y apellidos: Íñigo López Baquedano

Titulación: Ingeniero Técnico Industrial especialidad mecánica.



4. FASES DE OBRA A DESARROLLAR CON IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Instalaciones (fontanería, calefacción, ACS, abastecimiento, saneamiento)

- Riesgos más frecuentes:

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel.
- Caída de operarios al vacío.
- Caídas de objetos sobre operarios
- Caídas de materiales transportados
- Choques o golpes contra objetos
- Atrapamientos y aplastamientos
- Atropellos, colisiones, alcances, vuelcos de camiones.
- Lesiones y/o cortes en manos
- Lesiones y/o cortes en pies
- Sobreesfuerzos
- Ruido, contaminación acústica
- Vibraciones
- Cuerpos extraños en los ojos
- Contactos eléctricos directos
- Contactos eléctricos indirectos Ambientes pobres en oxígeno Inhalación de vapores y gases.
- Radiaciones y derivados de soldadura
- Quemaduras
- Trabajos en zonas húmedas o mojadas y explosiones e incendios
- Derivados del acceso al lugar de trabajo
- Derivados del almacenamiento inadecuado de productos combustibles



Cubiertas inclinadas, materiales ligeros

- Riesgos más frecuentes:

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel.
- Caída de operarios al vacío.
- Caída de objetos sobre operarios.
- Caídas de materiales transportados.
- Choques o golpes contra objetos.
- Atrapamientos y aplastamientos.
- Lesiones y/o cortes en manos y pies
- Sobreesfuerzos
- Ruidos, contaminación acústica
- Vibraciones
- Cuerpos extraños en los ojos
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Condiciones meteorológicas adversas.
- Trabajos en zonas húmedas o mojadas
- Derivados de medios auxiliares usados
- Quemaduras en impermeabilizaciones.
- Derivados del acceso al lugar de trabajo.
- Derivados de almacenamiento inadecuado de productos combustibles



5. PREVENCIÓN DE RIESGOS

5.1. PROTECCIONES COLECTIVAS

5.1.1. GENERALES

Señalización

El R.D. 485/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el trabajo, indica que deberá utilizarse una señalización de seguridad y salud a fin de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

5.1.2. PARTICULARES A CADA FASE DE OBRA

Instalación de los colectores, canalones, bajantes

- Protección contra caídas de altura de personas u objetos

El riesgo de caída de altura de personas es contemplado por el Anexo II del R.D. 1627/1997 como riesgo especial para la seguridad y salud de los trabajadores, por ello, se adjuntan las medidas preventivas específicas adecuadas.

Barandillas de protección

Arnés de seguridad



Redes o sistemas anticaída

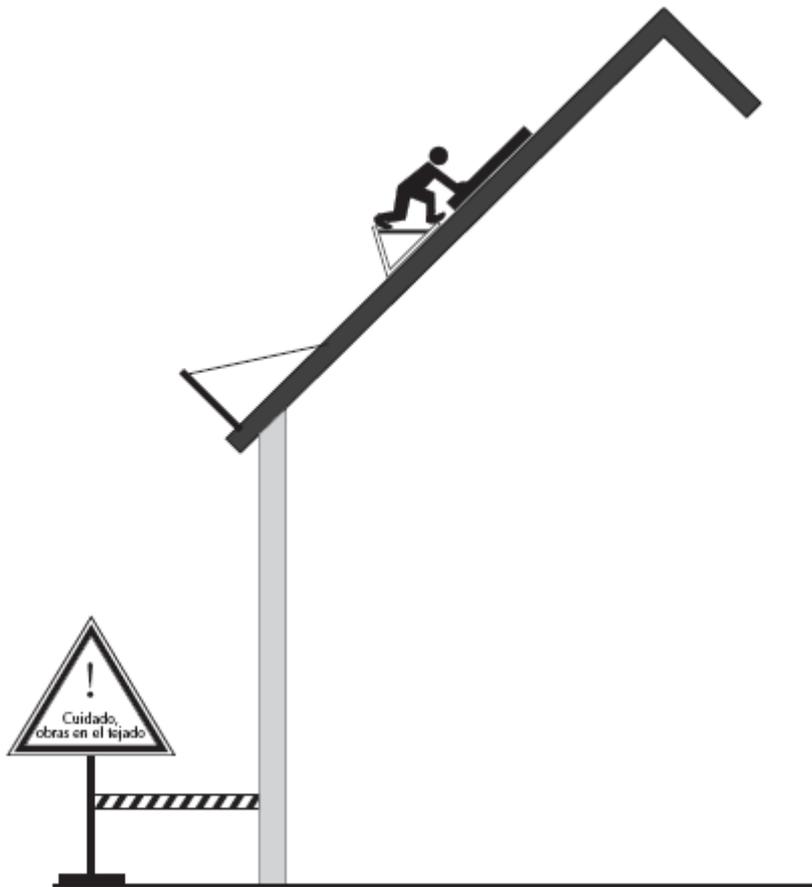


Figura 2 Protección contra la caída de objetos
Proteja los caminos con cinta y cartel.

Instalación de calefacción y ACS

- Protección contra quemaduras
- Acceso a zonas de paso. Orden y limpieza



5.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Quemaduras:

Guantes de protección frente a la abrasión, frente al calor.

- Proyecciones de objetos y/o fragmentos:

Calzado con protección contra golpes

Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.

Gafas de seguridad.

- Aplastamiento:

Calzado con protección contra golpes

Casco protector de la cabeza.

- Caída de objetos y/o máquinas:

Calzado con protección contra golpes

Casco protector de la cabeza.

- Caída de personas a distinto nivel:

Cinturón de seguridad anticaídas.

- Incendios:

Equipo de respiración autónomo



Pamplona, Junio de 2012

Firmado:

ÍÑIGO LÓPEZ BAQUEDANO

Ingeniero Técnico Industrial



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE ACS CON ENERGÍA SOLAR PARA
ABASTECIMIENTO, SANEAMIENTO Y CALEFACCIÓN EN
VIVIENDA MULTIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA

DOCUMENTO 7: BIBLIOGRAFÍA

Íñigo López Baquedano

Jorge Odériz Ezcurra

Pamplona, 28 de Junio de 2012



ÍNDICE

1. NORMATIVA.....	3
1.1. NORMAS GENERALES.....	3
1.2. NORMAS ESPECÍFICAS DEL PROYECTO.....	3
2. LIBROS.....	4
3. PUBLICACIONES Y CATÁLOGOS.....	5
4. PÁGINAS WEB.....	6



1. NORMATIVA

1.1. NORMAS GENERALES

- CTE: Código Técnico de la Edificación.
 - DB-HS: Salubridad
 - DB-HE: Ahorro de Energía

- R.I.T.E.: Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (I.T.E).
- I.D.A.E.: Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía

1.2. NORMAS ESPECÍFICAS DEL PROYECTO

A continuación se exponen algunas de las normas empleadas:

- UNE EN ISO 10456 :2001 : “Materiales y productos para la edificación. Procedimientos para la determinación de los valores térmicos declarados y de diseño”

- UNE 100030 IN/2005 : “Guía para la prevención y control de la proliferación de la legionela en las instalaciones”.

- UNE-EN 12975-1:2001 : “Sistemas solares térmicos y componentes— Captadores Solares — Parte 1: Requisitos Generales”

- UNE EN 1 057:1996 :“Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos de cobre, sin soldadura, para agua y gas en aplicaciones sanitarias y de calefacción”.



2. LIBROS

- Tuberías, cálculo de pérdidas de presión y criterios de diseño

Comité científico ATECYR
Aurelio Alamán

- Energías Renovables. Tomo 2. Energía Solar Térmica

Gobierno de Navarra

- CALEFACCIÓN

Editorial CEAC
Martín Llorens

- SISTEMAS TÉRMICOS SOLARES. Diseño e instalación.

CENSOLAR

- PROYECTO DE SISTEMAS TÉRMICO-SOLARES por el método de las curvas f

ATECYR

- MANUAL DE ENERGÍAS RENOVABLES. Energía Solar Térmica

SECRETARÍA GENERAL DE LA ENERGÍA Y RECURSOS
AMBIENTALES. idae



3. PUBLICACIONES Y CATÁLOGOS

- VIESSMANN (Vitosol Dossier Técnico Solar)

- GAS, CALEFACCIÓN, AGUA FRÍA
Termovigodi

- CALEFACCIÓN
Saltoki, Dubal

- SISTEMAS SOLARES WAGNER

- MANUAL ROCA



4. PÁGINAS WEB

- www.idae.es
- www.censolar.es
- www.preoc.es
- www.soloarquitectura.com
- www.soliclima.com
- www.solarweb.com
- www.climatic.com
- www.cener.com
- www.crana.org/



Pamplona, Junio de 2012

Firmado:

ÍÑIGO LÓPEZ BAQUEDANO

Ingeniero Técnico Industrial