



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES**

**Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática**

**DESARROLLO DE UN PROYECTO DE  
INSTALACIÓN TÉRMICA DE AGUA  
CALIENTE SANITARIA**

**Autor:**

**Bengoechea Camino, Iñigo**

**Tutor:**

**Moya de la Torre, Eduardo Julio  
Dpto. Ingeniería de Sistemas y  
Automática**

**Valladolid, noviembre 2020.**





## Resumen

El trabajo intenta desarrollar un proyecto del control de una instalación térmica de agua caliente sanitaria en una comunidad de un edificio determinado.

El proyecto será realizado para la empresa Instalación Y Mantenimiento De Frio Y Calor SL.

El trabajo parte del estudio sobre los diferentes tipos de instalaciones utilizadas hoy en día escogiéndose la más adecuada para las necesidades objeto del proyecto, considerando la distribución de la vivienda, superficie del edificio, el número de plantas, etc. (todo ello reflejado en el pliego de condiciones)

Para ello se desarrollarán todos los cálculos de diseño necesarios para la realización del proyecto propuesto, tales como necesidades de agua caliente sanitaria, para a partir de estos datos, poder escoger los equipos necesarios para la instalación, en base a las necesidades calculadas.

A partir de esto, después se podrán realizar otros cálculos como el cálculo de dimensiones de tuberías, potencias térmicas, consumos y emisiones de CO<sub>2</sub>, dimensiones necesarias de chimeneas con un software que describiremos más adelante y elección de calderas y equipos necesarios.

Al final en uno de los Anexos se presenta toda la documentación necesaria para la posterior puesta en marcha de la instalación objeto del estudio.

### Palabras clave:

**Proyecto, ACS, térmico, agua, calefacción**





## Abstract

This work is about a domestic hot water thermal installation designing and controlling project in a determined building community

This Project will be realized for the company, Instalación Y Mantenimiento De Frio Y Calor SL.

This work starts from a study that describe the most used installations around the world nowadays, choosing the best option for our object needs of our project, considering the house distribution, building surface, floors numbers, etc. (all of this will be reflected on the conditions sheet).

After that it will describe all the necessary calculation for the proposed project realization, like the domestic hot water needs, so using these calculations, we can choose the necessary equipment for the installation, using the calculated needs.

After this, we can do other calculations like the pipelines measure calculations, thermal powers, consumptions and CO<sub>2</sub> emissions, fireplace dimensions using a software that we will describe later and the boiler and necessary equipment choice.

At the end of the work, in the Annexes, all de documentation needed for putting in place the installation will be presented.

## Key Words

**Project, ACS, thermal, water, heating**





## Índice

Resumen.....	3
Palabras clave: .....	3
Abstract.....	5
Key Words.....	5
Índice.....	7
1. Introducción.....	11
1.1 Introducción y objetivos .....	11
1.2 Antecedentes.....	12
1.3 Justificación .....	12
1.4 Estructura de la memoria .....	13
2. Descripción de los elementos .....	15
2.1 Descripción del trabajo .....	15
2.2 Instalación existente .....	15
3. Estudio sobre los tipos de sistemas de agua caliente sanitaria (ACS) ....	17
<3.1 Tipos de ACS.....	17
Ventajas e Inconvenientes .....	19
Distribución.....	19
3.2 Componentes de instalación de agua caliente sanitaria recopilados en la IDEA.....	20
3.3 Tipos de instalaciones térmicas de Producción de calor .....	22
Fuentes de energía .....	22
Calderas.....	22
Opción District heating .....	23
3.4 Elección para nuestro trabajo fin de grado .....	24
4. Cálculos de la instalación.....	27
4.1 Cálculos de las necesidades de calefacción.....	27
4.2 Estimación consumo y emisiones de CO2.....	27
4.3 Cálculo de las necesidades de agua caliente sanitaria .....	29



4.4 Demanda total de energía .....	33
5. Central térmica .....	35
5.1 Selección de los generadores de calor .....	35
6. Red de tuberías .....	37
6.1 Materiales empleados en la red.....	37
6.2 Aislamiento térmico.....	37
6.3 Soporte tuberías .....	39
6.4 Cálculos de la red de tuberías.....	42
7. Bombas de circulación .....	47
7.1 Generalidades .....	47
7.2 Bombas .....	48
7.3 Equilibrado .....	49
8. Energía .....	51
8.1 Eficiencia energética .....	51
8.2 Contabilización de consumos.....	51
8.3 Limitación de la energía.....	52
8.4 Equipos consumidores.....	52
9. Sala de calderas.....	53
9.1 Emplazamiento .....	53
9.2 Superficie de baja resistencia mecánica.....	54
9.3 Sistema de detección y corte .....	54
9.4 Ventilación .....	55
9.5 Instalación contra incendios.....	56
9.6 Evacuación de los productos de combustión.....	56
9.7 Cálculos de la chimenea .....	57
Cálculos con dinakalc .....	59
10. Instalación eléctrica .....	63
10.1 Cuadro eléctrico .....	63
10.2 Conductores .....	63
11. Control.....	65
11.1 Control de las condiciones termo-higrométricas .....	65
11.2 Control de las instalaciones centralizadas de ACS.....	65





12. Conclusiones .....	67
Bibliografía.....	69
ANEXOS.....	71
A. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	73
1. Objeto .....	73
2. Características de la obra .....	73
3. Normas de seguridad y salud aplicables a la obra .....	74
4. Procedimientos de ejecución de la obra.....	77
B. PLIEGO DE CONDICIONES.....	89
Alcance de los trabajos.....	89
Planificación y coordinación .....	89
Equipos y materiales.....	90
Acopio de materiales .....	91
Recepción en obra de equipos y materiales. ....	92
Inspección y medidas previas al montaje .....	94
Montaje.....	95
Planos, catálogos y muestras.....	96
Replanteo .....	96
Cooperación con otros contratistas.....	96
Protección de los materiales en obra .....	97
Limpieza de la obra.....	97
Andamios y aparejos.....	98
Obras auxiliares de albañilería.....	98
Energía eléctrica y agua + .....	99
Ruidos y vibraciones .....	99
Accesibilidad.....	99
Protección de partes en movimiento y elementos sometidos a temperaturas altas.....	100
Tuberías y accesorios .....	100
Conexiones .....	101
Uniones .....	101
Manguitos pasamuros .....	102
Pendientes.....	103



Purgas .....	103
Soportes.....	104
Preparación y limpieza de redes de tuberías .....	104
Preparación y limpieza de redes de conductos .....	105
Señalización .....	105
Identificación .....	106
Pruebas.....	106
Ajuste y equilibrado.....	109
Eficiencia energética.....	110
Certificado.....	111
Condiciones para la puesta en servicio de la instalación .....	112
Normativa .....	112
Subcontratistas .....	113
Seguridad y salud.....	113
Elementos de regulación y control general .....	113
Generadores de calor .....	118
Tuberías .....	121
Soportes de tuberías.....	122
Colectores.....	124
Válvulas.....	124
Aislamiento de tuberías y conductos.....	125
Grupos electrobombas .....	126
Depósitos de expansión .....	126
Filtros de aire.....	127
Manual de uso y mantenimiento .....	128
C. PLANOS.....	129
3.1 Plano emplazamiento del edificio .....	131
3.2 Plano sala de calderas.....	133
3.3 Plano de esquema de principio .....	135



## 1. Introducción

### 1.1 Introducción y objetivos

Este trabajo intenta desarrollar un proyecto del control de una instalación térmica de agua caliente sanitaria en una comunidad de un edificio determinado.

El proyecto estará dividido en 2 partes fundamentales: la parte de proyección que contendrá todos los cálculos principales y elecciones previas para realizar el proyecto de instalación en el edificio, y por otra parte tendremos la parte de cálculos, diseño y comprobaciones en las que se describen minuciosamente cada parte de la instalación desde las tuberías a la sala de calderas.

El proyecto se realizará para la empresa Instalación Y Mantenimiento De Frio Y Calor SL, con sede en Valladolid.

Antes de realizar la parte de proyección de la instalación, se realizará un análisis de los diferentes tipos de instalaciones más usadas, determinando cuál será la más adecuada para nuestro proyecto.

Los objetivos del trabajo son los siguientes:

- **Elección del sistema de ACS adecuado para el proyecto**
- **Diseño y cálculo de todos los valores** como potencias, consumos y medidas de chimeneas y tuberías necesarias.
- **Elección de los equipos** adecuados a instalar en nuestro proyecto.
- **Descripción emplazamiento y cálculos de la sala de calderas**, calculando las dimensiones necesarias de la caldera-
- **Describir las características y ejecución de las instalaciones de calefacción y producción de ACS** para el cambio de calderas
- **Acogerse a la normativa vigente**, y recabar, por parte de los Organismos Oficiales competentes de la Comunidad Autónoma de Castilla y León, la legalización de dicho proyecto, para obtener así los permisos necesarios para el funcionamiento de dicha instalación.
- **Justificar que la solución propuesta cumple las exigencias de bienestar térmico e higiene**, eficiencia energética y seguridad y se redactarán las instrucciones de uso y mantenimiento de acuerdo con las características específicas de la instalación proyectada.



## 1.2 Antecedentes

El agua caliente sanitaria surge de las termas romanas hace miles y miles de años. Cuenta Heródoto que, en su tiempo, si hacía falta tomar un baño caliente, el mejor método era verter agua sobre piedras calientes.

Los baños romanos eran todo un lujo solo para los más privilegiados de la época. Un gran adelanto en tema de higiene personal, pero aún como una instalación comunitaria.

En 1880, Edward Ruud patentó el primer calentador de agua a gas con tanque de almacenamiento automático. Ese éxito inicial marcó el comienzo de una tradición de innovación y valor que llevó a la introducción de equipos de calefacción y aire acondicionado RUUD en la década de 1950.

Actualmente hay numerosas empresas dedicadas al tratamiento de agua caliente sanitaria o realización de proyectos térmicos para todo tipo de instalaciones o viviendas.

En muchos países incluso está considerado un servicio básico y obligatorio en las viviendas. Por esta razón cada vez existe una mayor demanda más sobre este tema, ya que la sociedad demanda un desarrollo paulatino con consumo mínimo de energía y optimización de los recursos naturales del medio, lo cual lo convierte es un tema vital en la vida cotidiana y usada por toda la población.

Por eso surgen muchos proyectos en los que se necesitan ingenieros o personas cualificadas para su realización.

## 1.3 Justificación

Este proyecto surge en la empresa de Instalación Y Mantenimiento De Frio Y Calor SL, con sede en Valladolid.

En esta empresa estuve realizando mis 300 horas de prácticas, para la asignatura de prácticas y ampliación de prácticas de la carrera, por lo que cuando las terminé se me propuso este proyecto de una instalación térmica de agua caliente sanitaria para una comunidad de viviendas, el cual podría hacer para mi trabajo de fin de grado.

Era un tema que me interesaba y era de la parte de ingeniería industrial que más me gusta (termodinámica y mecánica de fluidos), además de contener partes de todas las ingenierías como puede ser la electrónica o la electricidad



abarcando mucho contenido diverso y aprendizaje de muchas ramas de la ingeniería.

También la asignatura de proyectos impartida en segundo de ingeniería fue una asignatura que me gustó, por lo que me llamó la atención bastante la opción de poder realizar un proyecto de ingeniería para una empresa-

Por todas estas razones acepté el trabajo con la empresa y me dispuse a realizarlo con su ayuda.

#### 1.4 Estructura de la memoria

La memoria estará dividida en varias partes, en los que se intentarán cumplir los objetivos previstos.

Las partes de la memoria son:

En el **capítulo 2 - Descripción de los elementos** se realiza una descripción de los elementos. Se presenta el edificio en el que se proyectará la instalación y su instalación existente.

Luego en el **capítulo 3 - Estudio sobre los tipos de ACS** se presentan los tipos de sistemas de ACS utilizados actualmente y se elige el más adecuado para nuestro proyecto

A continuación, en el **capítulo 4 - Cálculos de la instalación** se calculan todos los cálculos principales y necesarios para poder realizar el proyecto. Como las necesidades de calefacción, consumos y necesidades de agua caliente sanitaria.

Después en el **capítulo 5 - Central térmica** se presentan una descripción completa y cálculos de la central térmica.

Mas tarde en el **capítulo 6 - Red de tuberías** se muestran la descripción exhaustiva, diseño y cálculos de las tuberías.

En el **capítulo 7 - Bombas de circulación** se muestran los cálculos de las bombas en cuanto a su caudal y potencia, y la elección del número necesario de bombas.

En el **capítulo 8 - Energía** se realizan los cálculos y se presentan lo necesario para su eficiencia energética.



En el **capítulo 9 - Sala de calderas**. En este capítulo se realiza una descripción y emplazamiento de la sala de calderas del edificio cumpliendo el reglamento para después realizar el cálculo de las dimensiones necesarias de la chimenea.

En el **capítulo 10 - Instalación eléctrica** se presenta una descripción siguiendo el reglamento de la instalación eléctrica en cuanto a su cuadro eléctrico y sus conductores y cables.

En el **capítulo 11 - Control** se describe cómo será el control de las condiciones termo-higrométricas y de las instalaciones centralizadas de ACS.

**Anexos.** Se dispondrán el estudio básico de seguridad y salud, el pliego de condiciones y por último unos planos informativos al final de la memoria, situado después de la bibliografía.



## 2. Descripción de los elementos

### 2.1 Descripción del trabajo

El edificio del presente trabajo fin de grado está destinado a vivienda habitual de sus propietarios y está distribuido de la siguiente manera:

- **Planta Sótano**, donde se ubica la actual sala de calderas y trasteros, así como el garaje comunitario.
- **Planta baja**, donde está el portal de acceso y las escaleras de acceso a la sala de calderas.
- **Planta de viviendas**, siendo 8 las actualmente construidas y habitadas, con un total de 16 viviendas, distribuidas en 2 viviendas por planta.

### 2.2 Instalación existente

La sala de calderas, situada en el sótano, tiene tres calderas que dan servicio tanto a la calefacción como al agua caliente sanitaria (ACS).

Las calderas son fabricadas en 1996, marca Guillot Euronox con una potencia nominal de 55,6 kW, cada una de ellas y de combustible GN.

La regulación se hará mediante una centralita que controla los quemadores, así como las funciones propias de cada caldera. Tiene también una bomba de circuito primario para cada caldera que impulsan el líquido hasta el botellón de inercia desde el que parte, tanto el circuito de calefacción, como el primario de ACS, cada uno con su bomba de circulación para cada circuito secundario.

El control de la instalación de calefacción se hace mediante una válvula de 3 vías, la cual se pretende cambiar para modernizar la instalación.

Para el agua caliente sanitaria, la comunidad dispone de dos depósitos interacumuladores de 300L controlados por medio de un termostato de inmersión que pone en marcha la bomba del circuito secundario de carga del ACS. Las dos bombas de circulación de la instalación de calefacción también serán sustituidas por otras de curva similar pero electrónicas y de velocidad variable. Esta instalación se puede ver reflejada en **los planos de la instalación**

del proyecto en los Anexos. A continuación, se puede ver una captura del plano de la instalación en la sala de calderas, donde estarán dispuestos toda la maquinaria importante:

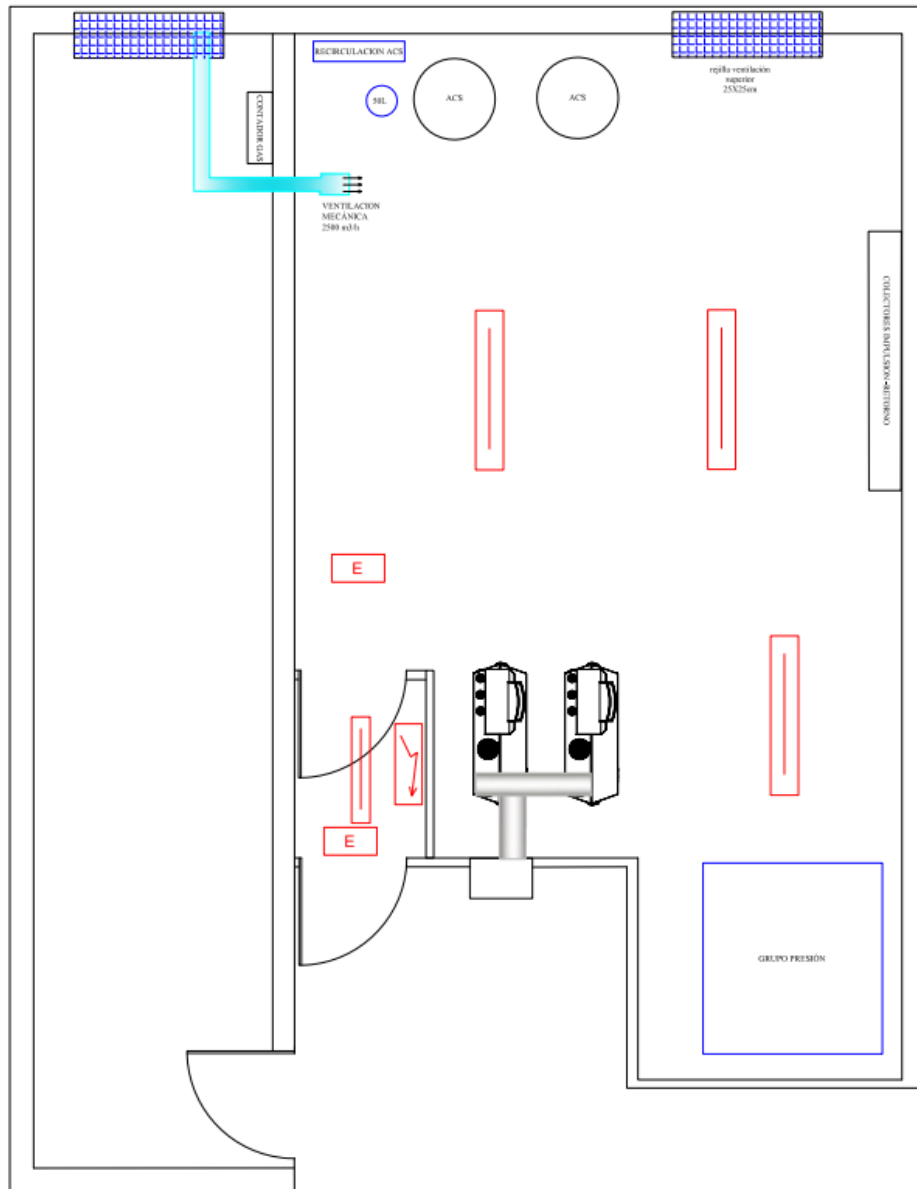


Ilustración 1 Captura plano de la instalación en la sala de calderas de los Anexos



### 3. Estudio sobre los tipos de sistemas de agua caliente sanitaria (ACS)

#### <3.1 Tipos de ACS

En la actualidad existen 2 tipos de producción de agua caliente sanitaria: sistema instantáneo y sistema por acumulación.

- **El sistema instantáneo:** consiste en calentar el agua al momento que se demanda. Entre los sistemas más habituales estarían los calentadores de gas o eléctricos o las calderas murales mixtas. Con este sistema se evita un mayor coste energético al no tener que acumular el agua, aunque al activarse cada vez que es demandada puede elevar el coste energético. El diseño de los intercambiadores se condiciona según el momento de máxima demanda de la instalación y son sistemas que requieren de bombas en el circuito primario para hacer circular el agua de los colectores a los intercambiadores.

Su desventaja es que solo puede tener un punto de consumo alimentado (pueden ser 2 si el caudal de ellos es pequeño).

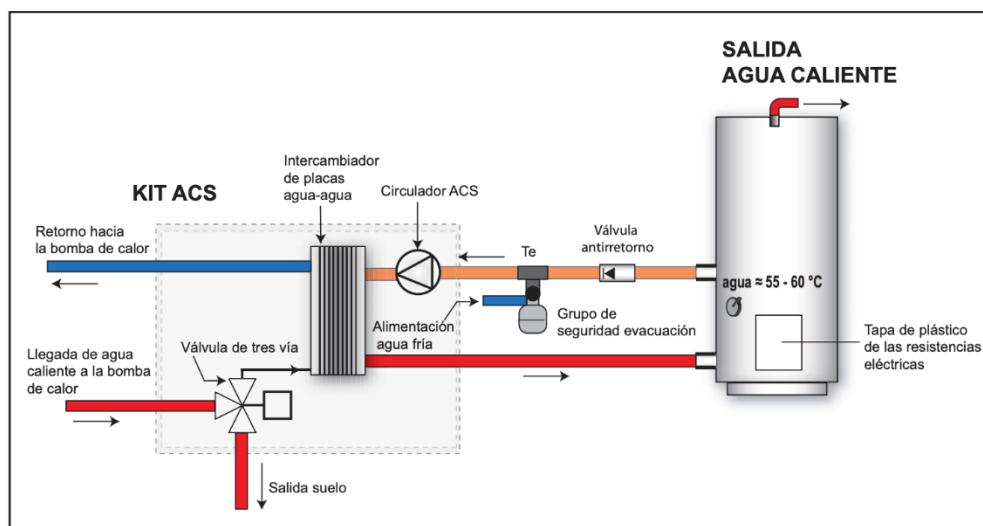


Ilustración 2 Esquema sistema ACS instantáneo

- **El sistema por acumulación:** funciona por medio de depósitos en los que se mantiene el agua caliente hasta que es demandada por el usuario. Es un sistema sencillo con el que se calienta y almacena en un núcleo, normalmente de material cerámico, y desde ese núcleo se distribuye a los distintos puntos de la instalación.

La ventaja de este método es que puede utilizarse en instalaciones individuales (para una sola vivienda) o para muchos usuarios (sistema colectivo) como comunidades de vecinos.

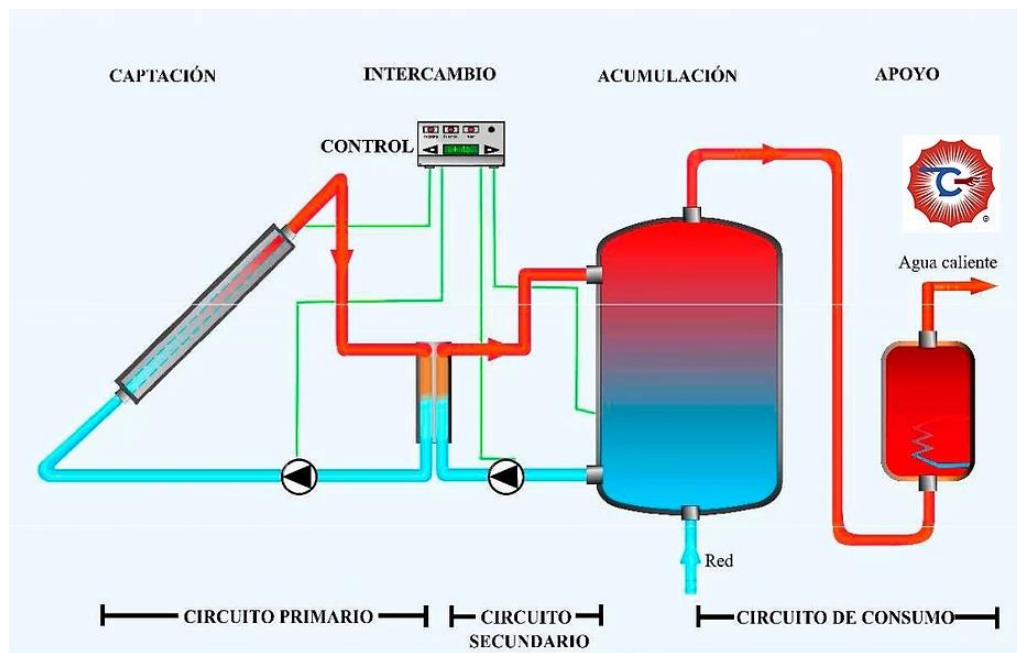


Ilustración 3 Esquema sistema ACS por acumulación

También tenemos los sistemas de semi-acumulación que son sistemas que solo hacen frente a una parte de la demanda de agua caliente, por lo que necesitan el apoyo para cubrir la demanda punta completa. Tienen la ventaja de es posible reducir notablemente el tamaño de la instalación comparado con un sistema convencional de acumulación, ya que no se necesitan tener grandes acumuladores.

Además, también podemos diferenciar otros 2 tipos de sistemas de ACS:

- **Sistemas independientes:** Estos sistemas permiten la separación de la calefacción con respecto a la función de ACS. Suele tratarse de acumuladores que funcionan con gas. En este caso el agua se calienta mediante la combustión del gas.

- **Sistemas centralizados:** Son los sistemas que utilizan la caldera principal para suministrar la energía que se encarga de la producción de agua caliente sanitaria. El generador suministra la energía que se envía al sistema auxiliar de ACS y se intercambia por agua caliente.

### Ventajas e Inconvenientes

Los sistemas de agua instantánea suelen ser más eficaces que los de acumulación, pero también tienen sus inconvenientes, como el agua que se pierde cuando se quiera agua caliente desde que abrimos el grifo hasta calentar el agua.

Otro inconveniente de los sistemas instantáneos sería el gasto energético que supone encender el sistema reiteradamente para calentar el agua con respecto a los sistemas de acumulación que calientan el agua para que esté disponible después.

Las instalaciones ACS centralizadas suelen instalarse en los edificios de comunidades junto con la calefacción. En estos casos, el calor generado por la caldera es conjunta para todos los servicios del edificio, tanto para el agua como para los radiadores.

Actualmente se están empezando a implementar instalaciones que utilizan energías renovables para calentar el agua, como la energía solar o geotérmica utilizada para los sistemas de acumulación.

### Distribución

La distribución de un sistema de agua caliente sanitaria es igual y paralela que la de distribución de agua fría, pero tiene alguna diferencia. Esta no da servicio a los puntos que no requieran agua caliente como los inodoros y en instalaciones grandes que utilizan el sistema de acumulación, se necesita una conducción de retorno para poner el ACS lo más cerca posible de los puntos de consumo y que el usuario no tenga que esperar un rato a que llegue el agua caliente.

La normativa española decreta que haya un punto de retorno, cuando el punto de consumo más alejado este a más de 15 metros de distancia.

En el caso de sistemas centralizados para varias viviendas (o varios usuarios, como oficinas o locales) es muy recomendable la existencia de contadores de

consumo para individualizar el pago y promover el ahorro. En ciertos países (España entre ellos) es obligatorio instalar estos contadores.

Si tenemos varios tramos de presión, se deberá hacer tantas instalaciones separadas como tramos haya, realizando acumulación y red de distribución solo, ya que calderas no haría falta.

En el caso de utilizar el sistema instantáneo, solo habrá una única conducción.

Es obligatorio utilizar grifería con un solo caño de salida para agua fría y agua caliente, de modo que el agua que salga esté entre 30 y 45 °C.

### 3.2 Componentes de instalación de agua caliente sanitaria recopilados en la IDEA

A continuación, voy a describir los diferentes tipos de componentes de la instalación de ACS:

- Intercambiadores
- Depósitos
- Válvulas de regulación
- Bombas de regulación
- Contadores
- Tuberías
- Aislamientos térmicos

**Intercambiadores:** Este componente permite separar el agua de la caldera del agua de consumo permitiendo que se conserven las características sanitarias necesarias.

**Depósitos:** Es el componente que acumula el ACS y el material con el que esté fabricado es su principal característica. Se fabrican principalmente en tres tipos: Acero inoxidable, acero con tratamientos especiales y acero con esmalte vitrificado.

Otros aspectos para tomar en cuenta son la presión y temperatura de trabajo. Ambas características nos condicionarán nuestra instalación y la potencia de suministro en los puntos de consumo.

Para prevenir la legionelosis la temperatura del agua no deberá ser de menos de 70°. Según el Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social del estado



español, las instalaciones con acumulador y circuito de retorno son las que tienen mayor riesgo de proliferación y dispersión de Legionela. Estas instalaciones son comunes en hospitales, residencias, gimnasios, entre otros. En cambio, las instalaciones más sencillas tienen un índice de riesgo menor, esto sería en el caso de las viviendas unifamiliares.

**Válvulas de regulación:** Se pueden emplear dos tipos de válvulas: motorizadas o termostáticas. Para ambos casos se debe tomar en cuenta que el material con el que está fabricada sea de calidad y para el consumo humano.

**Bombas de circulación:** Existen tres tipos de bombas según su circuito: bombas en circuito primario, bombas de circuito secundario y bombas de recirculación.

En el circuito primario el agua tiene muy poca agresividad porque es un circuito cerrado. En este caso mediante purgas se elimina el oxígeno y normalmente solo recibe agua nueva cuando se le realiza mantenimiento o reparación.

Los circuitos secundarios y de recirculación reciben el agua de consumo continuamente, por lo que es un agua más agresiva a los materiales de los dispositivos de las instalaciones.

**Contadores:** Deben ser aparatos homologados y en ACS se requieren de forma individual para controlar el consumo de los usuarios en un edificio.

**Tuberías:** Claro está que entendemos y conocemos muy de cerca a las tuberías, siendo un componente fundamental en las instalaciones de fontanería. En este caso lo que debemos tomar en cuenta que son sistemas compuestos por tuberías, uniones y accesorios, y otros sistemas como soportes, aislamiento, dilataciones, etc.

Entre los aspectos que debemos analizar para su selección tendremos: Presión, temperatura y compatibilidad con el fluido.

**Aislamiento térmico:** Las instalaciones de ACS funcionan durante todo el año y según la temporada puede perder pérdidas de calor. Hay que tomar en cuenta la aproximación de las tuberías de agua fría, la distancia y material que recubre la tubería.

Las especificaciones sobre aislamiento térmico pueden encontrarse en el reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE).

### 3.3 Tipos de instalaciones térmicas de Producción de calor

A continuación, voy a describir los diferentes tipos de instalaciones térmicas productoras de calor:

#### Fuentes de energía

Requieren de fuentes de energías externas para producir calor. La selección de la fuente de energía viene sujeta a su coste, rendimiento, así como a su repercusión medio ambiental.

A continuación, se reflejan las principales fuentes de energía usadas en la actualidad para la producción de calor: gasóleo, gas Natural, sol, electricidad.

#### Calderas

Las calderas han sido y siguen siendo los elementos de producción de calor más seguros en cuanto a servicio y gestión, considerando que únicamente dependen del suministro de combustible necesario para su funcionamiento. Dichos elementos constituyen el centro de una instalación de calor y según los criterios de selección y tipo de instalaciones emisoras pueden implicar mayores rendimientos.

Hay 3 tipos de calderas: caldera convencional, caldera de baja temperatura y caldera de condensación de gas.

La eficiencia de una caldera de tipo convencional es similar a la de baja temperatura en plena carga. No obstante, la ventaja de las calderas de tipo baja temperatura reside en funcionamiento a cargas parciales que mantienen la eficiencia constante. Las calderas de condensación constituyen una de las tecnologías más eficientes. Sin embargo, dichos elementos resultan costosos y requieren de instalaciones particulares en emisión.

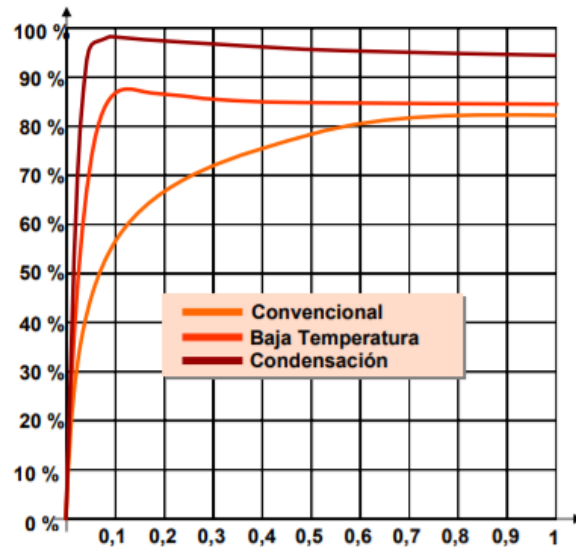


Ilustración 4 Curva eficiencia según tipo de calderas

### Opción District heating

El District heating (o calefacción urbana) que es un sistema de suministro de agua caliente sanitaria y calefacción (y en algunos casos también refrigeración), en la cual el calor o energía térmica es producido en una central y se distribuye por una red de tuberías urbana, de la manera que se hace en nuestras casas con el gas, el agua, la electricidad o las telecomunicaciones.

Esta red sirve a un grupo de edificios que puede ser grande y sus tuberías están bajo las calles o en las zonas comunes del barrio abarcando desde un grupo de casas hasta áreas metropolitanas completas o explotaciones ganaderas grandes.

La primera instalación se hizo en Lockport, EE. UU, más tarde se extendió por todo el país en ciudades como Boston, Denver y Manhattan

#### Países que lo utilizan:

EE. UU, Alemania (Dresde), Suecia, Dinamarca (Odense), Alemania (Berlín), Francia (Paris), Austria (Arbesthal), Italia (Ferrara).

En España podemos encontrarlo en sitios como la Ciudad Universitaria de Madrid, Universidad Pública de Navarra, Cuéllar (Segovia) y en los recintos feriales de Madrid (IFEMA)



### Ventajas:

Para la empresa encontramos ventajas como: se reduce el coste de ejecución de la obra civil, se reduce el coste de ejecución de las instalaciones, se disminuye el tiempo de instalación y montaje, acceder a subvenciones de las Administraciones Públicas y se contribuye a la Responsabilidad Social.

Para el usuario como: reducir los ruidos de las instalaciones en edificios, reducción de costes de explotación, tarifas mejoradas y no habrá combustible en el edificio.

Para el medio ambiente: posibilidad de usar biomasa, mejorar eficiencia energética y reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y gases efecto invernadero.

### 3.4 Elección para nuestro trabajo fin de grado

Hemos analizado los tipos de sistemas de agua caliente sanitaria, los tipos de sistemas térmicos de transmisión de calor, los combustibles que utiliza y otras opciones utilizadas en otros lugares del mundo.

Ahora toca elegir la opción más adecuada para nuestro proyecto.

Nuestro trabajo consiste en realizar una instalación de agua caliente sanitaria para un edificio de una comunidad de vecinos situada en Valladolid, España. En España las opciones más utilizadas para edificios comunitarios de instalaciones térmicas, es el uso de calderas, que pueden ser 1, 2, 3 etc.

La opción más eficiente siempre será tener 2 o 3 calderas, ya que en el caso de que una se estropee, seguiremos teniendo otra en funcionamiento que pueda seguir dando agua caliente a la comunidad, aunque sea a una potencia menor de la necesaria, peor por lo menos satisfacer las necesidades mínimas de la comunidad.

Los métodos más usados en España en cuanto al sistema de agua caliente sanitaria son el sistema por acumulación y el sistema instantáneo, dependiendo de la preferencia de la empresa que lo implemente y el tipo de edificio al que se le proyecte esta instalación.

La empresa para la que he realizado el proyecto es una empresa con sede en Valladolid, España llamada Termo servicio SL. Esta empresa suele utilizar para sus proyectos de agua caliente sanitaria el sistema de acumulación ya que como he explicado anteriormente es el más efectivo y más ahorro tiene en cuanto a gasto y se puede utilizar tanto para viviendas individuales, como para comunidades de vecino, como en este caso.





En definitiva, en el proyecto se utilizará una **instalación centralizada con producción con acumulación**, siendo el más habitual en este tipo de edificios, y descartando el de producción instantánea por la elevada potencia requerida en los momentos punta.



## 4. Cálculos de la instalación

### 4.1 Cálculos de las necesidades de calefacción

Las viviendas de la comunidad tienen una superficie aproximada de 109 m<sup>2</sup> en la planta primera y de 150 m<sup>2</sup> en el resto de las plantas.

Se realiza un cálculo estimado, al no poder conocer con certeza la potencia real de la instalación, de la potencia calorífica de cada vivienda. Por vivienda se estima una potencia de 95 W/m<sup>2</sup>.

Las viviendas de la primera planta, con una superficie útil de 109 m<sup>2</sup>, tendrán unas necesidades caloríficas de:  $109 \times 95 = 9,81$  kW por vivienda y las viviendas del resto de plantas, con una superficie útil de 147 m<sup>2</sup>, tendrán unas necesidades caloríficas de  $147 \times 95 = 13,23$  kW por vivienda.

La potencia total de la comunidad será:

$$2 \times 9,8 + 14 \times 13,23 = 204,840 \text{ W}$$

Si tenemos en cuenta la pérdida de calor de un 10%, la potencia total necesaria para la calefacción se calculará despejando esta ecuación:

$$Pt \times 0,9 = 204,840$$

Despejando, obtenemos que la **Pt = 227,57 kW**

### 4.2 Estimación consumo y emisiones de CO<sub>2</sub>

El proyecto debe tener una estimación del consumo de energía mensual y anual expresado en términos de energía primaria y emisiones de CO<sub>2</sub> según el RITE en su IT 1.2.3 punto 2.

Consumo de gas natural: utilizaremos una ecuación con el concepto de grados al día (GD) para la calefacción:

$$C = 24 \times \frac{GD \times u \times i \times Q}{(T_a - T_{min}) \times \eta} \quad (1)$$

$$Co = \frac{C}{PCI} \quad (2)$$

Donde:

- C: Consumo de energía (kWh)
- Co: Consumo de energía [m<sup>3</sup>]
- GD: Grados día correspondientes a la localidad donde está el edificio
- u: Coeficiente de uso (0,80)
- i: Coeficiente de intermitencia (0,80)
- Q: Potencia útil de la instalación [kW]
- Ta: Temperatura ambiente (21°C)
- Tmin: Temperatura mínima (-5°C)
- PCI: Poder calorífico inferior del combustible (11,04 kWh/m<sup>3</sup>)
- η: Rendimiento de la instalación (0,8)

Después para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub>, utilizaremos la relación de que 1 kWh de gas natural emite a la atmósfera 0,204 kg de CO<sub>2</sub>.

Después calculamos a partir de los datos de Grados/Día el consumo y las emisiones, y estos serían los resultados:

	enero	febrero	Marzo	Abril	Mayo	Octubre	noviembre	diciembre	total
<b>Grados/día</b>	334	290	263	166	85	79	231	371	1819
<b>Consumo total (kWh)</b>	61750	53616	48624	30690	15715	14606	42708	68591	336299
<b>Consumo total (m<sup>3</sup>)</b>	5593,3	4856,5	4404,3	2779,9	1423,5	1323	3868,4	6212,9	30461,9
<b>Emisiones CO<sub>2</sub> (kg)</b>	12597	10938	9919	6261	3206	2980	8712	13993	68605

Tabla 1 Consumo y emisiones de CO<sub>2</sub>

### 4.3 Cálculo de las necesidades de agua caliente sanitaria

A continuación, nos disponemos a calcular las necesidades de ACS desarrollando los siguientes apartados:

#### **Preparación de agua caliente para uso sanitario**

Según la IT 1.1.4.3.1 del RITE, la preparación de agua caliente para usos sanitarios se cumplirá con la legislación vigente higiénico-sanitaria para la prevención y control de la legionelosis.

En la actualidad la legislación aplicable es el RD 865/2003, de 4 de Julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

Se observarán las siguientes condiciones:

- El agua se debe acumular a una temperatura de al menos 60 °C
- Se deben asegurar los 50 °C en los puntos más alejados
- La instalación permitirá que el agua alcance los 70 °C
- Cuando se utilice un sistema de aprovechamiento térmico (p.ej. energía solar) en el que se disponga de un acumulador conteniendo agua que va a ser consumida y en el que no se asegure de forma continua una temperatura próxima a 60 °C, se garantizará posteriormente que se alcance una temperatura de 60 °C en otro acumulador final antes de su distribución hacia el consumo.
- La temperatura del agua fría se debe mantener lo más baja posible procurando, donde las condiciones climáticas lo permitan, una temperatura inferior a los 20 °C. Para esto, las tuberías estarán suficientemente alejadas de las de agua caliente, o en su defecto aislado térmicamente.
- Disponer en el agua de aporte de sistemas de filtración según la norma UNE-EN 13.443. parte 1, filtros mecánicos de partículas, de dimensiones comprendidas entre 80 µm y 150 µm.
- Facilitar la accesibilidad a los equipos para su inspección, limpieza, desinfección y toma de muestras.
- Disponer de un sistema de válvulas de retención según la norma UNE-EN 1.717, que evite retornos de agua por pérdida de presión o disminución del caudal suministrado y, en especial, cuando sea necesario, para evitar mezclas de agua de diferentes circuitos, calidades o usos.

### Consumos de agua caliente sanitaria

Para determinar los consumos, se aplica el documento HE 4 del Código Técnico de la Edificación: “Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria”, en el que se dan los consumos diarios de ACS a 60°C, en función del tipo de edificio (Tabla 3.1). Esta tabla dicta que, para las viviendas, tenemos una demanda de 28 l/día por persona a 60°C.

A estos 28 l/día debemos multiplicarle el número de personas, que depende del número de dormitorios, en este caso 4 dormitorios equivale a 5 personas, y después el factor de centralización que al ser 16 viviendas es 0,9.

Por lo tanto, la demanda total de referencia a 60°C de ACS para la comunidad de vecinos será:  $28 \times 5 \times 16 \times 0.9 = 2.016$  litros/día.

### Instalación del sistema de producción con acumulación

Como ya hemos explicado anteriormente, para la producción de agua caliente sanitaria se va a optar por el sistema de acumulación, descartando la opción de producción instantánea.

En el sistema de acumulación, para determinar la producción de agua caliente sanitaria, se utiliza el binomio: potencia/capacidad de acumulación, siendo la energía útil necesaria en horas punta igual o menor a la suma de la energía proporcionada por el intercambiador más la energía que se acumula en los depósitos.

Esta energía útil deberá poder cubrir la demanda punta, la cual se calcula con esta fórmula:

$$E_{hp} (Wh) = Q_{punta} (l) \times (T_{ACS} - T_{AFCH})(^{\circ}C) \times 1,163 Wh/l \cdot ^{\circ}C \quad (3)$$

Donde:

- Ehp: Energía útil en hora punta
- Qpunta: Consumo en hora punta
- TACS: Temperatura de utilización del ACS (60°C)
- TAFCH: Temperatura del agua de red (9°C)

Después tenemos la energía que aporta la producción referida a 1 hora, resulta:

$$E_{producción} (Wh) = P_{calderas} (W) \cdot 1h \cdot \eta_{prACS} \quad (4)$$

Donde:

- $P_{calderas}$ : Potencia útil de las calderas o intercambiador de placas
- $\eta_{prACS}$ : Rendimiento de la producción de ACS, incluye las pérdidas por intercambio, acumulación, distribución y recirculación. Un 80%.

La energía que se acumula en los depósitos, utilizada para la punta de consumo es:

$$E_{acumulación} (Wh) = V_{acumulación} (l) \times (T_{acumulación} - T_{AFCH})(^{\circ}C) \times 1,163 \times (W/l \times ^{\circ}C) Fuso \quad (5)$$

Donde:

- $V_{acumulación}$  = Volumen total de los depósitos
- $T_{acumulación}$  = Temperatura de acumulación del agua en el depósito (70°C)
- $Fuso$  = Es el factor de uso del volumen acumulado, depende de la geometría (esbeltez) y del número de depósitos de acumulación, ya que en el interior de estos existe una zona de mezcla entre las aguas fría y caliente, en la cual la temperatura resulta inferior a la de uso, por lo que dicho volumen no puede ser utilizado.

Como máximo se tomará un valor de 0,98 y se puede calcular según la siguiente expresión:

$$Fuso = 0,63 + 0,14 \times H/D \quad (6)$$

$H/D$  conocido también como factor de forma, es el cociente entre la altura y el diámetro del depósito, respectivamente. Se debe elegir depósitos con un factor de forma igual o superior a 2. Si existen varios depósitos conectados hidráulicamente en serie, el factor de uso se aplicará a uno solo, los demás contribuirán con su volumen total; si la conexión es en paralelo, afecta a todos.

Para calcular el consumo en hora punta, y según hipótesis conservadoras, para viviendas plurifamiliares se puede considerar que en la hora punta se tiene un consumo del 50% del medio diario.

Usando las anteriores ecuaciones, deducimos la siguiente ecuación para calcular la potencia a instalar:

$$P_{calderas} = [Q_{punta} (T_{ACS} - T_{AFCH}) - \text{Vacumulación} (T_{acumulación} - T_{AFCH}) F_{uso}] 1,16 / \eta_{prACS} \quad (7)$$

Esta ecuación tiene 2 incógnitas: el volumen de acumulación y la potencia a instalar; la potencia será mayor cuanto menor sea el volumen para instalar y viceversa.

El consumo hora punta en viviendas será de 1.008 l.

En la instalación se mantendrán los dos depósitos interacumuladores existentes en la instalación de 300 litros de acumulación cada uno, con un diámetro de 800 mm y una altura de 1.980 mm por lo que tiene un factor de forma de 2,48 y factor de uso de 0,98.

Aproximando el rendimiento del sistema de producción de ACS en un 80%, la potencia necesaria, para nuestro servicio de ACS será:

$$P_{calderas} = [1.008(60 - 9) - 600(60 - 9) 0,98] 1,16 / 0,8 = 31,06 \text{ kW}$$

### Consumos y emisiones de dióxido de carbono

Para calcular los consumos y emisiones de CO<sub>2</sub>, calcularemos la demanda mensual de ACS, para la que utilizaremos las temperaturas medias de agua de red facilitadas en la norma UNE 94002:2005 junto con el cálculo ya hecho de la demanda mensual.

La temperatura de ACS es de 60°C

El consumo diario de agua caliente es de **2016 litros a 60°C**.

Después se calcula el volumen en m<sup>3</sup> de gas natural utilizando la siguiente ecuación:

$$C_o = \frac{C}{PCI \times \eta} \quad (8)$$



C, será la energía necesaria en KWh mientras que el rendimiento, utilizaremos 0,733, y el poder calorífico inferior (PCI) del gas natural es de 11,04 Kwh/m<sup>3</sup>.

	Enero	Febre.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octub.	Novie.	Dicie.	total
<b>Grados/día</b>	54,7	49,4	54,7	52,9	54,7	52,9	54,7	54,7	52,9	54,7	52,9	54,7	643,9
<b>Incremento T<sup>a</sup> (°C)</b>	54	52	51	50	48	45	42	42	44	48	51	53	48,3
<b>Energía (KW h)</b>	5335	4640	5038	4780	4742	4302	4149	4149	4207	4742	4876	5236	56196
<b>Consumo total (m3)</b>	658	573	622	590	585	531	512	512	519	585	602	646	6935
<b>Emisiones CO2 (kg)</b>	1088	947	1028	975	967	878	846	846	858	967	995	1068	11464

Tabla 2 Consumo y emisiones de CO2 del ACS

Para calcular las emisiones de CO2 en kg a partir del consumo de la energía necesaria en KWh, utilizaremos la relación de que 1KWh de gas natural consumido, liberará a la atmósfera 0,204 kg de CO2.

#### 4.4 Demanda total de energía

Para calcular la demanda total de energía, habrá que sumar las necesidades de calefacción más la energía necesaria para calentar el agua caliente sanitaria. Tenemos 227,57 kW de calefacción y 31,06 kW de ACS:

**Total = 258,63 kW**

Después de calcular la demanda total de energía en la instalación, en los siguientes apartados se describirán los demás elementos a instalar para satisfacer las necesidades anteriormente descritas para dar cumplimiento a las prescripciones contempladas en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, R.I.T.E, con sus cálculos y necesidades necesarias.





## 5. Central térmica

El objetivo principal de la central térmica es de pretender alcanzar un buen rendimiento energético y un mínimo impacto ambiental.

Se proyectarán dos calderas utilizando como combustible gas natural, como fluido caloportador agua, mediante circuitos cerrados, con vaso de expansión de cámara de O<sub>2</sub>.

### 5.1 Selección de los generadores de calor

Para seleccionar estos generadores térmicos hay que tener en cuenta la IT **1.2.4.1.2.1** Requisitos mínimos de rendimiento energético de los generadores de calor y la IT **1.2.4.1.2.2** Fraccionamiento de potencia.

Esta central térmica estará formada de dos calderas de gas natural situadas en cascada, y producirán la suficiente potencia para cubrir las demandas totales, calculadas anteriormente.

Las calderas que se instalarán utilizando el criterio de la empresa Instalacion Y Mantenimiento De Frio Y Calor SL serán unas calderas de marca DE DIETRICH, calderas utilizadas siempre en sus proyectos según su experiencia en este sector y estas son sus características:

#### **Modelo: C-230 ECO-130**

- Tipo: Caldera de condensación.
- Potencia nominal: 129 kW.
- Potencia útil: 120 kW
- Rendimiento a 100 % Pn a temp. media 70 °C: 97,5%.
- Rendimiento a 30% Pn a temp. retorno 30 °C: 108,1%.
- Rendimiento a 100% Pn a temp. retorno 30 °C: 104,7%.
- Modulación: del 10 al 100%

Con esta modulación en el quemador se permitirá a la instalación adaptarse a las potencias demandadas de la instalación a cargas parciales, de manera que

se eviten así paradas innecesarias en lo que se para y se arranca la instalación y logrando un menor consumo energético y una mayor vida útil para la instalación.

Las calderas alimentarán al circuito de calefacción a las viviendas y el de ACS.

Ver los planos del esquema del principio hidráulico en el plano de los Anexos.

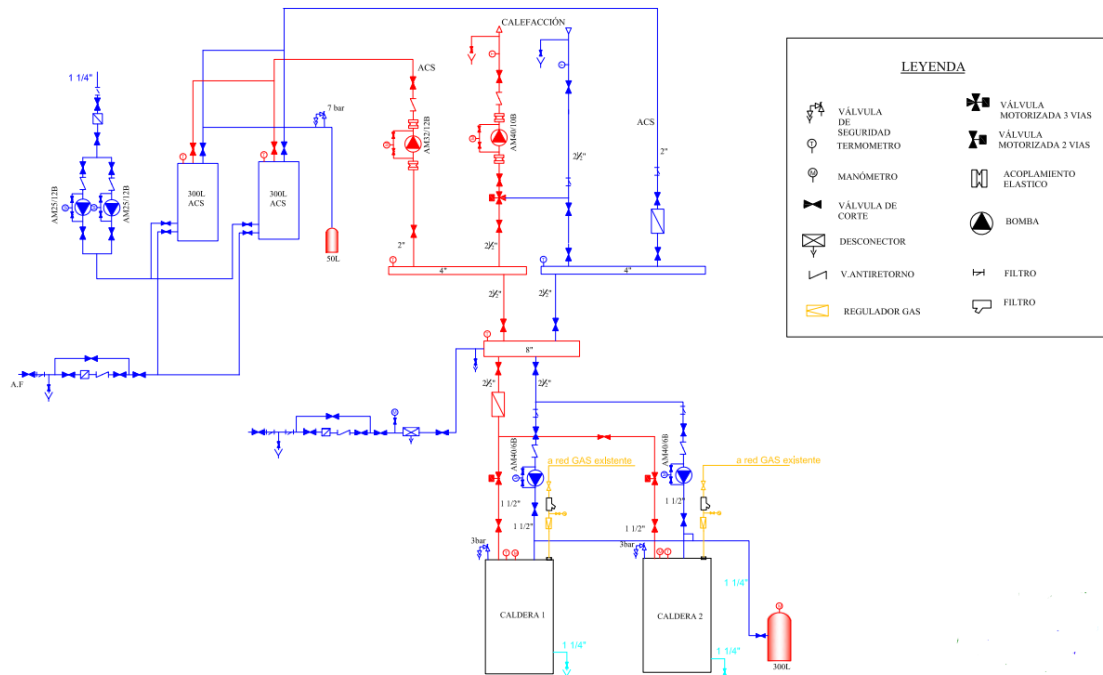


Ilustración 5 Captura plano principio hidráulico de los Anexos

## 6. Red de tuberías

Una red de distribución de agua potable es el conjunto de instalaciones que la empresa de abastecimiento tiene para transportar desde el punto o puntos de captación y tratamiento hasta hacer llegar el suministro al cliente en unas condiciones que satisfagan sus necesidades.

### 6.1 Materiales empleados en la red

Para todas las tuberías se utilizará el mismo material, desde las que discurren por la sala de calderas, tanto por las que transportan el fluido caloportador, una vez fuera de la sala de calderas.

El material es acero negro c/ soldadura según la norma **UNE EN 10255 Serie M** (Equivalente al antiguo DIN 2440) y los diámetros se detallan en la siguiente tabla:

$\emptyset$	DN	$\emptyset$ inter
1/2"	15	16
3/4"	20	21,6
1"	25	27,2
1 1/4"	32	35,9
1 1/2"	40	41,8
2"	50	53
2 1/2"	65	68,8
3"	<b>80</b>	<b>80,8</b>
4"	100	105,3
5"	<b>125</b>	<b>130</b>
6"	150	155.4

Tabla 3 Diámetros tuberías acero negro

### 6.2 Aislamiento térmico

Siguiendo lo estipulado en la IT 1.2.4.2.1.1 del RITE, todas las tuberías y accesorios, así como equipos, aparatos y depósitos de las instalaciones térmicas dispondrán de un aislamiento térmico cuando contengan fluidos con:

- Temperatura menor que la temperatura del ambiente del local por el que discurran.
- Temperatura mayor que 40°C cuando están instalados en locales no calefactados, entre los que se deben considerar pasillos, galerías, patinillos, aparcamientos, salas de máquinas, falsos techos y suelos técnicos.

El calorifugado de los tubos será con coquilla tipo Armaflex SH, con una conductividad térmica de referencia a 10 °C de  $\lambda \leq 0,036$  [W/(mK)] y con espesor según la tabla 1.2.4.2.1 del RITE Procedimiento simplificado del RITE, para los circuitos de distribución.

D es el diámetro interior del material aislante, coincidente con el diámetro exterior de la tubería, en mm.

D exterior (mm)	Temperatura max		
	40...60	>60...100	>100...180
D ≤ 35	25	25	30
35 < D ≤ 60	30	30	40
60 < D ≤ 90	30	30	40
90 < D ≤ 140	30	40	50
140 < D	35	40	50

Tabla 4 Temperatura máxima del fluido

Las tuberías deben estar situadas en lugares que permitan la accesibilidad a lo largo de su recorrido para poder ser inspeccionadas, sobre todo en sus tramos principales, y de sus accesorios, válvulas, instrumentos de regulación y medida y, en su caso, del aislamiento térmico.



### 6.3 Soporte tuberías

A continuación, describiré los diferentes elementos de toda la red de tuberías de nuestra instalación:

#### Tuberías de acero

El caso de la sala de calderas, el cuál es un tipo de instalación especial, con frecuentes cambios de dirección y de poca longitud, pero con numerosos equipos, se realizará una suportación que deje la libre dilatación de la tubería y que no genere vibración ni ruidos al resto de la instalación.

Las abrazaderas serán del diámetro de los tubos para no transmitir ruidos ni vibraciones y serán también de aislante eléctrico.

Se tendrá especial cuidado al soportar los equipos como bombas, los cuales no podrán sujetarse exclusivamente por la tubería que les une.

Para todo esto se tendrá que respetar la norma UNE 100.152 IN Soportes de tuberías.

#### Alimentación

La tubería de alimentación se realizará conforme a la instrucción IT 1.3.4.2.2 del RITE.

El diámetro mínimo de las conexiones se elegirá conforme a la tabla 3.4.2.2 de la misma instrucción. En nuestro caso será de **DN 25** en calor al tener una potencia de 258 kW que está comprendido entre 150 y 400 kW.

#### Vaciado y purga

Los vaciados de la instalación se realizarán conforme a la instrucción IT 1.3.4.2.3 del RITE.

También se realizarán vaciados parciales con llaves de esfera cuyo diámetro mínimo será igual a 20 mm.

El vaciado total se hará por el punto más bajo de la instalación, cuando sea accesible, a través de un elemento cuyo diámetro se determinará, por la tabla 3.4.2.3 de la misma instrucción. El vaciado total de la instalación se realizará junto a la caldera con una llave de esfera **DN 32** en calor al tener una potencia entre 150 y 400 kW.

Los puntos altos de los circuitos deben tener un dispositivo de purga al aire, manual o automático. EL diámetro nominal del purgador será mayor que 150 mm.

### Expansión

La misión de los dispositivos de expansión es absorber el aumento de volumen que experimenta el agua al aumentar su temperatura desde la de llenado de la red hasta la de impulsión a los circuitos de consumo.

Según la IT 1.3.4.2.4 del RITE, los circuitos cerrados de agua estarán equipados con un dispositivo de expansión de tipo cerrado, que permita absorber, sin dar lugar a esfuerzos mecánicos, el volumen de dilatación del fluido. El diseño y dimensionado de estos sistemas de expansión se hará siguiendo los criterios indicados en el capítulo 9 de la norma UNE 100155.

Incluye los vasos de expansión y las tuberías de expansión.

### Vasos de expansión

Los vasos de expansión a instalar serán cerrados e irán conectados directamente a las calderas o al circuito de ida de estas, lo más próximos posible a las calderas y sin que exista ningún elemento de corte entre la caldera y el vaso de expansión.

Estos vasos están compuestos por unos recipientes que tienen nitrógeno separado del agua por una membrana elástica de caucho, de forma que, al dilatarse el agua e ir rebosando desde la instalación, se va comprimiendo el nitrógeno, hasta quedar equilibradas las presiones resultando la instalación presurizada.

Se aprovechará el vaso de expansión cerrado de la instalación existente con una capacidad de 300 litros de capacidad, 6 bares de presión máxima de trabajo y 99°C de temperatura máxima.

### Tuberías de expansión

Son las tuberías que conectan el vaso de expansión y el circuito.

Según la UNE 100.157 se calcula de la siguiente manera:



$$\varnothing = 15 + 1,5 \times P^{0,5} \quad (9)$$

Siendo P la potencia de la caldera.

$$\varnothing = 15 + 1,5 \times (258)^{0,5} = 39,09 \text{ mm.}$$

Por tanto, el diámetro interior mínimo de la tubería será de DN 40 ( $\varnothing 1 \frac{1}{2}$ " ) y no deberá haber elementos de corte entre los generadores y los vasos de expansión.

### Circuitos cerrados

Según la IT 1.3.4.2.5, los circuitos cerrados con fluidos calientes dispondrán, además de la válvula de alivio, de una o más válvulas de seguridad. El valor de la presión de tarado, mayor que la presión máxima de ejercicio en el punto de instalación y menor que la de prueba, vendrá determinado por la norma específica del producto o, en su defecto, por la reglamentación de equipos y aparatos a presión. Su descarga estará conducida a un lugar seguro y será visible.

La válvula de seguridad es un dispositivo de apertura de un circuito que actúa por efecto de la presión o de la acción combinada de presión y temperatura. Cuando se alcance la presión de tarado de la válvula, ésta abrirá el circuito y descargará el fluido a la atmósfera.

Instalaremos una válvula por caldera  $\varnothing 1 \frac{1}{2}$ " tarada a una presión de 3 bar.

### Dilatación

Según la IT 1.3.4.2.6 del RITE, las variaciones de longitud a las que están sometidas las tuberías debido a la variación de la temperatura del fluido que contienen se deben compensar con el fin de evitar roturas en los puntos más débiles.

El cálculo de las dilataciones se realiza mediante la fórmula:

$$\Delta L = \alpha \times L \times \Delta T \quad (10)$$

Donde:

- $\Delta L$  = Dilatación lineal en mm
- $\alpha$  = Coeficiente de dilatación lineal (Para el acero: 0,012 mm/m°C)
- L = Longitud de tubo en m.



-  $\Delta T$  = Diferencia de temperatura entre el fluido y el ambiente.

En la instalación de sala de calderas se cuidará que la suportación realizada permita dichas dilataciones ya que es de acero negro.

En el resto de la instalación, se colocarán dilatadores en la tubería por cada 30 m lineales, aproximadamente de tramo recto, o justificar la no colocación mediante liras o curvas de escape.

### **Golpe de ariete**

Según la IT 1.3.4.2.7 se deberá prevenir los efectos de los cambios de presión provocados por las maniobras bruscas de algunos elementos del circuito.

Se instalarán elementos amortiguadores en bombas, así como en los elementos terminales como climatizadores donde hay vibración. No se instalarán válvulas de retención de clapeta.

Para diámetros mayores de DN 100 las válvulas de retención se sustituirán por válvulas motorizadas con tiempo de actuación ajustable.

### **Filtración**

Según la IT 1.3.4.2.8, cada circuito hidráulico se protegerá mediante un filtro con una luz de 1 mm, como máximo y se dimensionará con una velocidad de paso, a filtro limpio, menor o igual que la velocidad del fluido en las tuberías contiguas.

Las válvulas automáticas de diámetro mayor que DN 15, contadores y aparatos similares se protegerán con filtros de 0,25 mm de luz, como máximo.

## 6.4 Cálculos de la red de tuberías

Mientras el fluido se mueve por las tuberías, se producen pérdidas energéticas por fricción del fluido con las paredes de las tuberías y choques producidos en los cambios de velocidad y dirección del flujo, así como en accesorios como válvulas, etc.

Las pérdidas de energía producen una disminución de la presión estática y total del fluido en la tubería. Son una transformación de energía mecánica en calor,

producida a lo largo de toda la longitud de la tubería que se trata de una pérdida de presión.

La pérdida de presión producida en el tramo de tubería  $\Delta P_L$  se produce por fricción en los tramos lineales  $\Delta P_f$  y por choques en los accesorios  $\Delta P_{ac}$  (pérdidas locales equivalentes):

$$\Delta P_L = \Delta P_f + \Delta P_{ac} \quad (11)$$

### Pérdidas fricción tramos lineales $\Delta P_f$

Para calcular la fricción debemos considerar unos valores para los parámetros como la velocidad del fluido  $v$  y la pérdida de carga máxima por tubería:

- Velocidad entre 0,3 y 1,5 m/s.

- Pérdida de carga máxima por metro lineal de tubería 35 mmca/m

Con estos 2 criterios garantizamos que no habrá ruidos en tuberías por paso de agua y una buena proporción analizando los costes de montaje y materiales con su posterior gasto de consumos de bombas.

Después se debe diseñar por donde pasará la red de tuberías para poder calcular los caudales.

Calculamos el caudal necesario de cada elemento terminal mediante esta expresión:

$$Q = \frac{P}{C_e \times P_e \times \Delta T} \quad (12)$$

- Q: Caudal necesario de agua caliente (l/h)

- P: Potencia del emisor (W)

-  $C_e$ : Calor específico del agua (1,163 Wh/kg°C)

-  $P_e$ : Peso específico del agua (1 kg/l)

-  $\Delta T$ : Salto térmico del agua entre ida y retorno (°C)

Una vez calculados los caudales y el diseño de la red, el siguiente paso será ir sumando los caudales de los elementos que tenemos agua abajo de la tubería para obtener el caudal que va a pasar por los distintos tramos de ésta.

Para calcular las **pérdidas de fricción** utilizamos esta fórmula que dependen de la viscosidad del fluido y del tamaño y la rugosidad de las paredes de la red de tuberías:

$$\Delta P_f = f \frac{L}{D} \frac{1}{2g} \rho v^2 \quad (13)$$

- $\rho$ : densidad del fluido
- $v$ : velocidad del fluido
- $f$ : factor fricción

El factor de fricción se calcula mediante el diagrama de Moody, el cuál viene de la fórmula de Colebrook-White que permite calcular la fricción directamente:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log_{10} \left( \frac{\varepsilon/D}{3,7} + \frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} \right) \quad (14)$$

- $D$ : Diámetro interior de la tubería (m)
- $\varepsilon$ : Rugosidad absoluta de la tubería
- $Re$ : N.º de Reynolds

Por último, se multiplica la pérdida de carga por metro lineal por la longitud del tramo y se deduce la pérdida lineal del tramo

### **Pérdidas de carga locales $\Delta P_{ac}$**

Para obtener la pérdida de carga total del tramo tenemos que sumarle a la pérdida lineal ya calculada **las pérdidas de carga de las resistencias aisladas** (codos, tes, derivaciones etc.).

Su fórmula es la siguiente:

$$\Delta P_{ac} = \varepsilon \frac{v^2 \times Pe}{2g} \quad (15)$$

- $\varepsilon$ : coeficiente de resistencia. Viene determinado por la forma constructiva de la resistencia simple que se trate, se puede ver en la tabla de más adelante.
- $v$ : velocidad del agua (m/s)

- Pe: peso específico del agua (kg/m<sup>3</sup>)

- g: Aceleración de la gravedad (9,8 m/s)

El valor de  $\epsilon$  depende de la forma constructiva de la resistencia y del tipo de tubería que se trate y se puede ver en esta tabla:

Resistencia aislada	3/8" a 1/2"	3/4" a 1"	1 1/4" a 1 1/2"	2" y más
Grifo	4	3	2	2
Válvula doble reglaje escuadra	6	3	3	-
Válvula doble reglaje recta	8	6	6	-
T en paso recto	1	1	1	1
T en derivación	1,5	1,5	1,5	1,5
Codo de 45°	0,6	0,6	0,6	0,6
Codo de 90°	2	1,5	1	1
Codo doble 180°	2	2	2	2
Curva 90°	1,5	1	0,5	0,5
Curva doble 180°	1,5	1,5	1,2	1
Radiador	3	3	3	3
Caldera	2,5	2,5	2,5	2,5
Válvula de compuerta	1	0,5	0,5	0,3
Válvula asiento inclinado	3	3	2,5	2,5
Válvula esférica	16	12	9	7
Válvula de retención	2,5	2,5	2,5	2,5

Tabla 5 Valor coeficiente de resistencia

En los planos se adjunta el diámetro de las tuberías deducidas de los cálculos.





## 7. Bombas de circulación

### 7.1 Generalidades

Las bombas de circulación tendrán un caudal, el cual se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{P}{(T1 - T2) \times Ce \times Pe} \quad (16)$$

- Q: Caudal [dm<sup>3</sup>/h]
- P: Suma de la potencia térmica de las terminales que se alimentan [W]
- T1-T2: Salto térmico entre ida y retorno del circuito térmico
- Ce: Calor específico de fluido térmico. Para el agua = 1,163 [Wh/kg°C]
- Pe: Peso específico del fluido térmico. Para el agua = 1 [kg/dm<sup>3</sup>]

La altura manométrica que las bombas tendrán que superar, es la suma de las pérdidas de carga producidas en la red de tuberías más la pérdida de carga de la unidad terminal y las pérdidas en las válvulas como válvulas de 3 vías, válvulas de retención, válvulas de equilibrado, filtros, llaves de corte etc.

Las bombas irán provistas de válvulas de retención para impedir la circulación del agua en sentido contrario y evitar el golpe de ariete, también incorporarán sistemas anti vibratorios para impedir la transmisión de ruidos y vibraciones al resto de la instalación,

Para facilitar la sustitución de alguno de dichos equipos y el mantenimiento de estos, se instalarán válvulas de corte antes y después, según se ve en el **esquema de principio** en los Anexos del trabajo.

Todas las bombas para instalar serán de la marca SEDICAL, ya que es el proveedor principal de la empresa y sus calidades son óptimas. Sus características y modelos se especificarán a continuación.



## 7.2 Bombas

### **Bomba circuito calefacción**

La bomba para instalar en el circuito de calefacción tiene las siguientes características:

- Marca: SEDICAL
- Modelo: AM40/10B
- Presión disponible: 10 m.c.a.
- Caudal: 13.000 l/h

### **Bomba primario ACS**

Se instalará en el circuito primario de ACS, ya que es la bomba que alimenta a los dos interacumuladores de ACS, con estos datos:

- Marca: SEDICAL
- Modelo: AM32/12B
- Presión disponible: 10 m.c.a.
- Caudal: 6.000 l/h

### **Bomba de recirculación ACS**

Se instalará en el circuito de recirculación de ACS, la siguiente bomba con estos datos, en formación de bomba doble:

- Marca: SEDICAL
- Modelo: AM25/12B
- Presión disponible: 12 m.c.a.
- Caudal: 2.000 l/h





### 7.3 Equilibrado

Según la IT **1.2.4.2.7**, se conseguirá el equilibrado hidráulico de los circuitos de tuberías durante la fase de diseño empleando válvulas de equilibrado, si fuera necesario.

En este caso las bombas de la sala de calderas son electrónicas, y se puede regular la presión y el caudal con sus mandos, por lo que no es necesario ningún tipo de válvula de equilibrado, ya que lo hacen las mismas bombas.





## 8. Energía

### 8.1 Eficiencia energética

Según la **IT 1.2.3.4 del RITE**, en el proyecto se justificará el sistema de climatización y de producción de agua caliente sanitaria elegido desde el punto de vista de la eficiencia energética.

Para aprovechar la energía, las calderas seleccionadas, al ser de condensación, obtiene un rendimiento estacional de hasta un 109%, ya que al contrario que las calderas convencionales, este calor residual es aprovechado para precalentar el agua, aumentando por lo tanto el rendimiento de la misma hasta valores superiores al 100% obteniendo el mejor rendimiento a potencias parciales. Tienen un quemador atmosférico incorporado que modula del 10 al 100%.

Para las potencias instaladas, el RITE no exige un quemador modulante, pero se ha considerado que en este tipo de edificios es conveniente puesto que el consumo puede llegar a ser muy pequeño en momentos puntuales.

El diseño de la instalación de ACS se ha hecho para que tanto la bomba como el depósito funcionen a potencia mínima de caldera para tener así un mejor rendimiento.

### 8.2 Contabilización de consumos

Según la **IT 1.2.4.4**, las instalaciones térmicas de potencia térmica nominal mayor que 70 kW en régimen de refrigeración o calefacción, dispondrán de dispositivos que permita efectuar la medición y registrar el consumo de combustible y energía eléctrica, de forma separada del consumo debido a otros usos del resto del edificio.

Si el sistema lleva servicio de ACS, tendrá que llevar un dispositivo de medición de energía en primario y en recirculación de ACS.

### 8.3 Limitación de la energía

En este sistema, no se utilizará la energía directa por efecto Joule para la producción de calefacción en ningún subsistema de la instalación. No habrá calefacción en los locales no habitables.

Por el otro lado, para el mantenimiento de las condiciones termo-higrométricas de los locales no se ha realizado procesos sucesivos de enfriamiento y calentamiento ni tampoco se plantea la acción simultánea de los fluidos con temperatura de efectos opuestos.

De estas maneras se ahorra energía y combustible que se desperdiciaría en zonas en las que no son necesarias ni la calefacción ni el gasto energético.

### 8.4 Equipos consumidores

Según la IT 1.2.3 en su punto 3, el proyecto incluirá una lista de los equipos consumidores de energía y de sus potencias.

Esta lista la podremos ver a continuación, incluyendo la fuente de energía y su potencia total:

	Uds.	Fuente energía	Potencia Ud. (kW)	Potencia total (kW)
<b>Calderas</b>	2	Gas natural	129	258
<b>Bomba circuito calefacción</b>	1	Electricidad	0,52	0,52
<b>Bomba primario ACS</b>	1	Electricidad	0,42	0,42
<b>Bomba recirculación</b>	2	Electricidad	0,34	0,68

*Tabla 6 Equipos y su consumo total*

## 9. Sala de calderas

### 9.1 Emplazamiento

Todo el emplazamiento estará dispuesto por la **IT 1.3.4.1.2** del RITE (RD 1027/2007), y por la norma **UNE 60601**.

La sala de calderas se encuentra ubicada en la planta sótano del edificio, tal y como puede verse en los planos de los Anexos.

Esta cuenta con un único acceso desde el interior del edificio, precedido por un vestíbulo de independencia. Las dimensiones de la puerta de acceso serán como mínimo de 0,8 m de ancho y 2 m de alto, en cumplimiento de la norma UNE 60601. Esta también deberá también estar provista de cerradura con llave desde el exterior y de fácil apertura desde el interior, aunque haya sido cerrada desde el exterior.

En el exterior de la puerta de acceso a la sala de calderas, y en lugar y forma visible se colocará un cartel con la siguiente inscripción:

“SALA DE MÁQUINAS. GENERADORES A GAS. PROHIBIDA LA ENTRADA A TODA PERSONA AJENA AL SERVICIO”

Los elementos de cerramiento de la sala no deberán permitir en ningún caso filtraciones de humedad.

Se realizará un sistema de desagüe completo y adecuado para la instalación, conducido correctamente al colector de evacuación.

El cuadro eléctrico de protección y mando de los equipos instalados en la sala se situará en las proximidades de la puerta de acceso, como puede verse en los planos.

También se tiene que contabilizar la energía eléctrica consumida por la instalación de calefacción en el cuadro eléctrico de la sala de calderas.

Respecto a la iluminación, su nivel medio será de 200 lux mínimo con una uniformidad media de 0,5.

Los motores y sus transmisiones estarán suficientemente protegidos contra accidentes fortuitos del personal.

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

- Instrucciones para efectuar la parada de la instalación en caso necesario, con señal de alarma de urgencia y dispositivo de corte rápido.
- El nombre, dirección y número de teléfono de la persona o entidad encargada del mantenimiento de la instalación.
- La dirección y número de teléfono del servicio de bomberos más próximo, y del responsable del edificio.
- Indicación de los puestos de extinción y extintores cercanos.
- Plano con esquema de principio de la instalación.

Se instalarán además dos extintores con una eficacia mínima de 21A-113B, distribuidos como puede verse en los planos adjuntos.

## 9.2 Superficie de baja resistencia mecánica

Según la **IT 1.3.4.1.2.3 del RITE** sobre “Salas de máquinas con generadores de calor a gas”, la sala de calderas deberá disponer de un elemento o disposición constructiva de superficie mínima que, en metros cuadrados, sea la centésima parte del volumen del local expresado en metros cúbicos, con un mínimo de un metro cuadrado, de baja resistencia mecánica, en comunicación directa a una zona exterior.

En este caso, la sala de calderas al no estar directamente al exterior no es posible hacer dicha superficie, por lo que según la **IT 1.3.4.1.2.8** Medidas específicas para instalación existente, en su punto 3 dice que en reformas de salas de máquinas donde no sea posible realizar la superficie no resistente al exterior, se realizará una ventilación forzada y se instalará un sistema de detección y corte de fugas de gas.

## 9.3 Sistema de detección y corte

Según la **IT 1.3.4.1.2.3 del RITE** sobre “Salas de máquinas con generadores de calor a gas”, se instalará un equipo de detección, que, en caso de fuga de gas, nos cortará el suministro de gas a la sala de calderas. En el exterior de la sala, se colocará una electroválvula, de rearme automático, que corte el paso de gas en caso de fuga. Esta electroválvula estará comandada por la correspondiente

centralita de detección de gases que se colocará en el interior de la sala de calderas.

Los detectores se activarán antes de que se alcance el 30 % del límite inferior de explosividad del gas propano y habrá uno cada 25 m<sup>2</sup>.

La reposición del suministro de gas quedará garantizada mediante la actuación, de forma manual, sobre la propia centralita de detección.

## 9.4 Ventilación

La sala debe contar con una adecuada entrada de aire para la perfecta combustión del gas en los quemadores y para la ventilación general del local. Debido a que la sala de calderas, como ya se ha explicado, no puede realizarse la superficie no resistente al exterior, se realizará una ventilación forzada.

Además, según la tabla 2 de la **UNE 60.601** la ventilación inferior ha de ser aumentada según la siguiente ecuación:

$$Q = 20 \times A + 2 \times P \quad (17)$$

- Q: Caudal de aire expresado en m<sup>3</sup>/h
- A: Superficie en planta de la sala de máquinas en m<sup>2</sup>.
- P: Suma de consumos caloríficos nominales en kW de los generadores.

Por tanto, el caudal de aire que debemos introducir en la sala es:

$$Q = 20 \times 40 + 2 \times 258 = \mathbf{1316 \text{ m}^3/h}$$

Habrà que instalar un conducto de Ø 200 mm desde la salida del garaje en el exterior, hasta la sala de calderas y se colocará un ventilador centrífugo de baja presión, modelo CAB-135 de S&P, con un caudal máximo de 2.500 m<sup>3</sup>/h.

Para la ventilación superior de la sala de calderas, se realizará un orificio en el techo de sala que dé al exterior directamente y deberá tener una superficie libre adecuada, libre de obstáculos según la normativa.

Esta se realiza por un orificio al exterior de sección rectangular, por lo que:

$$S = 10 \times A = 10 \times 40 = 400 \text{ cm}^2$$

Si el orificio a realizar no fuera circular se debería añadir un 5 %, con lo que se precisaría una superficie de al menos 420 cm<sup>2</sup>. Se utilizará la abertura existente de 25x25 cm (625 cm<sup>2</sup>),

Dichas ventilaciones, entre sí y respecto a otros orificios de entrada de aire exterior, se encuentran a una distancia mayor de 50 cm, según normativa (**UNE 60.601**). Los orificios de entrada y salida de las ventilaciones estarán protegidos mediante rejilla adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y estarán colocadas de forma que difícilmente puedan quedar obstruidas

## 9.5 Instalación contra incendios

Según la **Tabla 2.1 Clasificación de los locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios** del DB SI 1, la sala de calderas, al tener una potencia entre 200 y 600 kW, está clasificada como de Riesgo Bajo.

Según la **tabla 2.2** del mismo Documento Básico, es necesario vestíbulo de independencia y llevará una puerta de comunicación con el resto del edificio tipo 2xEI2 30-C5.

La instalación contra incendios de la sala de calderas constará de un extintor manual de eficacia 21A-113B; colgado en el interior de la sala de calderas y otro en el exterior, de tal forma que queda garantizado el número de extintores necesarios dada las dimensiones de la sala, según normativa.

## 9.6 Evacuación de los productos de combustión

La expulsión de los humos de combustión se realiza mediante **una chimenea** por cada generador de calor, formada por tubo de chimenea modular de doble pared de acero inoxidable, desde la salida de humos de las calderas, hasta sobrepasar en un metro el punto más alto de la cubierta, por el interior del hueco de obra existente.

La chimenea se trata de una INOX doble pared Ø 200 con un espesor del aislamiento de 30mm en el interior de la sala de calderas y en simple pared Ø 200 en el tramo vertical.

En cuanto al diseño y dimensionado de las chimeneas a instalar, se estará a lo dispuesto por la IT **1.3.4.1.3.2.** del RITE.





Las dimensiones de las chimeneas serán las adecuadas para crear la depresión indicada por el fabricante de las calderas, evacuando los gases a la velocidad adecuada.

Los conductos de humos serán estancos y de acero, resistentes a los humos y a la temperatura, debiendo estar calorifugado adecuadamente.

## 9.7 Cálculos de la chimenea

Las medidas de la chimenea tienen que ser las adecuadas para crear la depresión indicada por el fabricante de las calderas, evacuando los gases a la velocidad adecuada. Su diseño y cálculo se realizan según la norma **UNE 123-001**.

Se explican a continuación los requisitos más importantes de esta norma que deberán seguir las chimeneas.

Los conductos de humos serán estancos y de acero, resistentes a los humos y a la temperatura, debiendo estar calorifugado adecuadamente. Podrán construirse en acero inoxidable ANSI 304, del tipo de doble pared con aislamiento térmico de 30 mm de espesor (pérdidas de calor por la superficie inferiores a  $80 \text{ w/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$  a  $t= 200^\circ\text{C}$ ), marca DINAK, o similar, homologada por Ministerio de Industria con la contraseña Chim-001 y certificada por AENOR con nº de referencia 040/001 a 040/008.

Las chimeneas tienen en la parte inferior del tramo vertical, el correspondiente orificio de registro de limpieza y en la parte no vertical el orificio de registro de la temperatura de los humos. Se dispondrá de dos sondas para el control de temperatura de humos enclavados con los generadores y registros para realizar la prueba del rendimiento.

Las bocas de las chimeneas superan en 1 metro la cumbrera del tejado, cumpliendo lo marcado en normativa en cumplimiento de la **I.T.E. 02.14 del R.I.T.E.** en cuanto a distancias con las edificaciones cercanas.

En las chimeneas conectadas a generadores que empleen combustible sólido, debe habilitarse, al menos, un acceso cada 9 m en los tramos horizontales, y al menos un acceso en la base del tramo vertical. Se dará una pendiente del 3 %, por lo menos, hacia la conexión con el tramo vertical para facilitar la recogida de condensados de los arranques.

La conexión entre los tramos horizontales y/o inclinados y los verticales se hará preferentemente mediante una pieza en T con ángulo sobre la horizontal de



45° para evitar la formación de turbulencias, especialmente cuando la velocidad de los gases en el conducto de unión sea elevada. La base del tramo vertical debe disponer de una zona de recogida de condensados y pluviales, provista de un registro de inspección y limpieza, y de un manguito de drenaje, de 20 mm de diámetro como mínimo. El manguito se conectará al saneamiento mediante una tubería.

Las bocas de salida al exterior de las dos chimeneas se situarán de manera que se evite la contaminación producida por gases, vapores y partículas sólidas en zonas ocupadas permanentemente por personas.

Las chimeneas colectivas multientrada que prestan servicio a aparatos estancos tipo C deben estar provistas en su base inferior de un dispositivo corta tiros regulables cuando sean equilibradas. Cuando no lo sean, dicho dispositivo sólo es necesario si la altura desde la primera conexión hasta el remate es superior a 18 m.

Se preverán registros de limpieza en cada cambio de dirección, excepto a la salida de calderas y en la base de la chimenea. Los registros asegurarán un cierre hermético mediante una junta de estanqueidad de resistencia adecuada a la temperatura y a los ácidos.

Así mismo, las chimeneas dispondrán de los siguientes orificios de medida y control de las condiciones de combustión:

- A la salida de los generadores.
- A una distancia entre 1 m y 4 m de las bocas de salida.

Los orificios tendrán un diámetro entre 5 y 10 mm y estarán dotados de un casquillo roscado de unos 100 mm de longitud, soldado o anclado a la pared de las chimeneas, provisto de una tapa de cierre.

Los orificios se practicarán en sala de calderas y al exterior, nunca en comunicación con locales interiores, y se situarán a las siguientes distancias mínimas de cualquier perturbación (piezas especiales, etc.) del flujo gaseoso:

- Ocho veces el diámetro hidráulico de la chimenea, si la perturbación está entre el punto de medida y el generador.
- Dos veces el diámetro hidráulico de la chimenea, si la perturbación está entre el punto de medida y la boca de salida de la chimenea.

En el caso de encontrar dificultades para mantener las distancias indicadas, los puntos de medida y muestreo en la misma sección deberán aumentarse. Los registros de limpieza y orificios de medida y control se situarán en lugares fácilmente accesibles.

La chimenea de la caldera es de diámetro interior de 200 mm.

### Cálculos con dinakalc

Para realizar los cálculos de la chimenea. Vamos a utilizar un programa llamado **Dinakalc**, programa que es utilizado por la empresa para los cálculos de la chimenea.

Este programa, nos permitirá cálculos como diámetros de la chimenea, los caudales y la velocidad de las salidas de los humos.

### Cálculos de entorno

Para su cálculo solo deberemos aportar los datos de la provincia, que en este caso será Valladolid, para utilizar esa altitud, especificar que es un montaje interior, el tipo de combustible, que en este caso es Gas natural, tipo de generador, que es caldera presurizada) y por último la potencia de nuestras calderas que es 129 kW.

Una vez metidos estos datos, el programa nos calculará automáticamente los demás valores (potencia mínima, temperatura y caudal de los humos y porcentaje de CO<sub>2</sub>) que se pueden en la siguiente captura del programa:

Entorno			
Provincia		Valladolid	
Altitud	m	690	
Tª amb. máx/mín.	°C	10	5
Montaje		Interior	
Generador			
Combustible		Gas Natural	
Tipo de generador		Caldera presurizada	
Condensación		<input checked="" type="checkbox"/>	
Condiciones de trabajo		Modulante	
		Nom.	Min.
Potencia	kW	129	46,54
Rendimiento	%	98	109
Tª humos	°C	45	30
Tiro mínimo	Pa	0	0
Caudal humos	g/s	55,12	18,37
CO <sub>2</sub>	%	10,2	9,89



*Ilustración 6 Primero cálculos de entorno programa Dinakalc*

### **Cálculos de dimensionado**

Después pasamos a la parte de los conductos en la que tendremos que especificar las dimensiones y tipos de salida que tiene cada uno para poder realizar los últimos cálculos y ver si se cumplen los requisitos.

Tenemos 3 partes: conducto de unión a la caldera, colector y chimenea (salida).

Estas son las dimensiones de los 3 conductos y uniones que tienen entre ellos:

#### **Conducto unión caldera:**

- Longitud: 1 m
- Altura total: 0,5 m
- Conexión a colector: 1 Te de 135°
- Piezas: ninguna

#### **Colector:**

- Longitud: 1,5 m
- Altura total: 1 m
- Conexión a chimenea: 1 Te de 135°
- Piezas: 1 Te de 135°

#### **Chimenea:**

- Longitud: 30m
- Altura total: 32m
- Tipo salida: salida libre

Una vez especificados estos datos, el programa Dinakalc se dispondrá al cálculo del dimensionado de los diámetros y de sus parámetros como la velocidad de los humos, su temperatura a la salida y la temperatura de la pared exterior a la salida.

En esta captura podremos observar los resultados de estos cálculos por el programa:

Dimensionado		Tramo horizontal		Tramo vertical		Salida	
Gama		DW con junta		DW con junta			
Diámetro interior	mm	250		250			
Diámetro exterior	mm	310		310			
Longitud	m	1		1,5			
Caudal	m <sup>3</sup> /h	Pot. nominal	Pot. mínima	Pot. nominal	Pot. mínima	Pot. nominal	Pot. mínima
Veloc. media de humos	m/s	204,06	64,76	203,5	64,52	203,17	64,38
Tª media de humos	°C	1,2	0,4	1,2	0,4	1,1	0,4
Tª media de pared exterior	°C	45	30	44	28	43	28
Pérdidas de carga	Pa	18	16	18	16	18	16
		0,4	0	0,7	0,1	0	0

Ilustración 7 Cálculos dimensionado Dinacalc

Como podemos observar en los resultados obtenemos unos diámetros para el tramo horizontal, que es el conducto de unión de la caldera, de **250 mm para el diámetro interior y 310 mm para el exterior**. En el tramo vertical obtenemos exactamente los mismos diámetros de **250 y 310 mm**.

En esta tabla podemos observar también los caudales en m<sup>3</sup>/h, velocidad media de los humos en m/s, temperaturas de los humos y de la pared exterior en °C y por último las pérdidas de carga, todo ello de los 3 conductos diferentes.

### Comprobaciones

Por último, el programa comprueba que se cumplan los requisitos de presión y de temperatura necesarios para ver si la instalación es válida. Esto lo realiza con los datos introducidos anteriormente, y este es el resultado:

Comprobaciones	Requisitos	Valores			Validación					
Primer requisito de presión	$P_z \geq P_{ze}$	Pot. nominal	Pa	0,5	>	-0,24	✓			
		Pot. mínima	Pa	0,61	>	-0,32	✓			
Segundo requisito de presión	$P_z \geq P_b$	Pot. nominal	Pa	0,5	>	0	✓			
		Pot. mínima	Pa	0,61	>	0	✓			
Primer requisito de temperatura	$T_{iob} \geq T_g$	Pot. nominal	°C	37,9	>	0	✓			
		Pot. mínima	°C	22,6	>	0	✓			
<b>Resultado final</b>		Tiro de la instalación ( $P_z - P_{ze}$ ) $\geq$ 0			Pot. nominal	Pa	0,75	Pot. mínima	Pa	0,93

Ilustración 8 Comprobaciones Dinacalc presión y temperatura



Donde:

- Pz: tiro disponible a la entrada de los humos de la chimenea
- Pze: tiro necesario a la entrada de los humos en la chimenea
- Pb: Resistencia de presión de suministro de aire para combustión
- Tiob: temperatura de la pared interior del tramo de chimenea en el extremo final.
- Tg: temperatura límite

Como podemos ver, se cumplen correctamente los requisitos de presión y de temperatura, por tanto, los cálculos están bien y cumplimos la normativa **UNE-EN 13384-1 y UNE-EN13384-2+A1**.

También se puede ver el **resultado final**, el cual nos muestra el tiro de la instalación (en Pa) o la sobrepresión de esta, tanto a potencia nominal como a potencia mínima.

Obtenemos **0,75 Pa** a potencia nominal y **0.93 Pa** a potencia mínima.



## 10. Instalación eléctrica

### 10.1 Cuadro eléctrico

Como se ha explicado antes, se colocará un cuadro eléctrico para protección, maniobra y control de las instalaciones. Este cuadro será montado en el interior de la sala de calderas ya que requiere suficiente espacio de maniobra para realizar el mantenimiento, facilitando del mismo modo la distribución del cableado a los diferentes equipos presentes, mientras que el interruptor de corte general será montado en el exterior de la sala para que su acceso a él sea más sencillo.

Este cuadro tendrá los correspondientes interruptores de maniobra tanto de los elementos de control y regulación de la instalación de climatización como de la iluminación de esta, así como las centralitas de regulación. Estará constituido por arca metálica con doble puerta y junta de estanqueidad, incluyendo protecciones, contactores, señalización, canaletas, regletas, cableado, interruptores, etc., diseñado para coordinar las maniobras de la instalación y su estrategia de trabajo, incluyendo interruptores, etc., diseñado para coordinar todas las maniobras automáticas de la instalación y con posibilidad de mando manual de los aparatos para emergencias y mantenimiento, incluso mandos de parada local y a distancia.

En cuanto a la instalación se realizará bajo tubo de acero. Se realizarán conexiones desde el cuadro eléctrico hasta calderas, quemadores, climatizadores, bombas, válvulas motorizadas, sondas, termostatos, electroválvulas, etc., y de equipos entre sí. Así mismo se instalarán luminarias de emergencia en la puerta de la sala de calderas y en el vestíbulo.

Todo esto tendrá que cumplir principalmente el **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión**.

### 10.2 Conductores

La sección de los conductores se ha determinado de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % de la tensión nominal para alumbrado y del 5 % para los

demás usos, considerándose alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente y teniendo en cuenta el criterio de intensidades máximas admisibles, conforme a la norma UNE 20460-5-523.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %).

Los conductores deben ser fácilmente identificables, según se muestra en la siguiente tabla:

Conductor	Color
Neutro	Azul
Protección	Verde-Amarillo
Fase	Marrón Negro Gris

Tabla 7 Tipos de conductores

Con carácter general cumplirán con lo dispuesto para cada caso en las **ITCs del REBT**.

Se adoptarán las siguientes protecciones:

- Contra sobrecargas y sobretensiones según **ITC-BT 22 e ITC-BT 23**.
- Contra contactos directos e indirectos según **ITC-BT 18**.





## 11. Control

### 11.1 Control de las condiciones termo-higrométricas

Temperatura, humedad y ventilación son las tres dimensiones ambientales a las que nos referimos cuando hablamos de condiciones termo-higrométricas.

Son los tres factores que debemos conocer para controlar el ambiente dentro de un espacio y tienen especial importancia cuando hablamos de interiores en los que se desarrollan actividades relacionadas con el trabajo.

Aunque hay diversas medidas de control de la calidad del aire interior que se preocupan de mejorar diferentes aspectos, la temperatura, la humedad y el movimiento del aire son los primeros factores a los que debemos prestar atención para garantizar el bienestar en los espacios interiores que diseñamos o habitamos.

Según la **IT 1.2.4.3.2**, los sistemas de climatización, centralizados o individuales, se diseñarán para controlar el ambiente interior desde el punto de vista termo-higrométrico.

Como en este caso, tenemos una sala de calderas para una comunidad de vecinos, se realiza un control del fluido portador en base a la temperatura exterior.

La caldera del edificio tendrá un controlador con una sonda exterior. Este controlador calienta la caldera y envía el agua de impulsión a la temperatura deseada en función de la temperatura exterior, por lo que ni siquiera es necesario una válvula de tres vías,

### 11.2 Control de las instalaciones centralizadas de ACS

Según la **IT 1.2.4.3.4** el equipamiento mínimo del control de las instalaciones centralizadas de preparación de agua caliente sanitaria será el siguiente:

- Control de la temperatura de acumulación
- Control de la temperatura del agua de la red de tuberías en el punto hidráulicamente más lejano del acumulador



- Control para efectuar el tratamiento de choque térmico
- Control de funcionamiento de tipo diferencial en la circulación forzada del primario de las instalaciones de energía solar térmica. Alternativamente al control diferencial se podrán emplear sistemas de control accionados en función de la radiación solar.
- Control de seguridad para usuarios.

## 12. Conclusiones

Una vez realizado el proyecto completamente podemos comprobar que todos los objetivos expuestos al principio en la introducción han sido realizados con éxito.

- **Elección del sistema de ACS adecuado para el proyecto.** Hemos elegido el sistema centralizado y por acumulación, al ser el más adecuado para nuestro proyecto como ya explicamos al principio del trabajo y siendo el sistema mayoritariamente, por la empresa de Instalación y mantenimiento de frio y calor SL.
- Se han realizado el **diseño y cálculo de todos los valores** empezando por los cálculos necesarios de agua caliente sanitaria, para poder calcular después cálculos como potencias necesarias, consumos de CO<sub>2</sub> en el edificio, y así poder elegir los equipos necesarios en base a la demanda de energía de potencia necesaria. También se calcula después otros datos como medidas de chimeneas y cálculos y descripciones de las tuberías necesarias como pueden ser su dimensión, soporte y pérdidas de las tuberías.
- **Se han elegido y descrito los equipos** consumidores adecuados a instalar en nuestro proyecto que serán 2 calderas, 1 bomba de calefacción, otra bomba de ACS y por último 2 bombas de recirculación como ya se han descrito en la tabla de equipos consumidores con la potencia que consume cada uno y su combustible necesario
- **Descripción emplazamiento y cálculos de la sala de calderas**, describiendo como debe ser la ventilación, la superficie de baja resistencia mecánica, la instalación contra incendios y calculando las dimensiones necesarias de la chimenea de salida para la evacuación de los humos utilizando el programa Dinakalc.
- **Se han descrito las características y ejecución de las instalaciones de calefacción y producción de ACS** para el cambio de calderas del edificio. Se utilizarán 2 calderas de combustible gas natural, con una potencia de 129 kW cada una, generando entre las 2, 258 kW totales.
- Se han explicado a **fondo las partes e instalaciones importantes de nuestro proyecto** en el edificio y como deberán estar situadas y distribuidas para acogerse a la normativa y a las necesidades de nuestro proyecto, como la central térmica, la instalación eléctrica y el control de las condiciones termo-higrométricas y de las instalaciones centralizadas de ACS.



- **Haberse acogido a la normativa vigente**, mediante el BOE, el RITE, las normas UNE y el IDAE recabando, por parte de los Organismos Oficiales competentes de la Comunidad Autónoma de Castilla y León, la legalización de dicho proyecto, para obtener así los permisos necesarios para el funcionamiento de dicha instalación.
- **Hemos justificado que la solución propuesta cumple las exigencias de bienestar térmico e higiene**, todo ello recogido y descrito en los Anexos 1 y 2 (pliego de condiciones y estudio básico de seguridad y salud).



## Bibliografía

<http://blog.valvulasarco.com/agua-caliente-sanitaria-tipos-caracteristicas-de-las-instalaciones-ac3> (Último acceso 6/6/2020)

<https://sthexpert.standardhidraulica.com/5-tipos-y-caracteristicas-de-las-instalaciones-ac3/> (Último acceso 6/6/2020)

[https://es.wikipedia.org/wiki/Agua\\_caliente\\_sanitaria#Uso\\_de\\_la\\_energ%C3%A1a](https://es.wikipedia.org/wiki/Agua_caliente_sanitaria#Uso_de_la_energ%C3%A1a) (Último acceso 6/6/2020)

<https://blogs.udima.es/ingenieria-industrial/que-es-el-district-heating-origenes-y-funcionamiento/> (Último acceso 6/6/2020)

[https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/agenBiologicos/pdfs/3\\_leg.pdf](https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/agenBiologicos/pdfs/3_leg.pdf) (Último acceso 6/6/2020)

<https://www.domodesk.com/147-a-fondo-agua-caliente-sanitaria--acs-solar-t%C3%ABmica.html> (Último acceso 6/6/2020)

<https://www.fenercom.com/wp-content/uploads/2019/10/2017-04-20-Sistemas-de-produccion-de-Agua-Caliente-ACV-FENERCOM.pdf> (Último acceso 6/6/2020)

<https://contrataciondelestado.es/wps/wcm/connect/d0a228e0-b734-4610-8cbe-7592d63ca119/DOC20160715112848Proyecto+Sustitucion+Tuberias+Parador+de+Tortosa.pdf?MOD=AJPERES> (Último acceso 6/6/2020)

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2013-3905> (Último acceso 6/6/2020)

[http://www.normativaconstruccion.cype.info/rd\\_1027\\_2007/pagina62.html](http://www.normativaconstruccion.cype.info/rd_1027_2007/pagina62.html) (Último acceso 6/6/2020)

<https://www.cepreven.com/uploads/Clasificacion-Riesgo-Almacenes-2.pdf> (Último acceso 6/6/2020)

<https://muralit.es/como-cumplir-dbsi-seguridad-contra-incendios/> (Último acceso 16/6/2020)

[http://blogtecnico.coag.es/wp-content/uploads/2009/03/consultas\\_si\\_enero2009.pdf](http://blogtecnico.coag.es/wp-content/uploads/2009/03/consultas_si_enero2009.pdf) (Último acceso 6/6/2020)



[https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2002-18099-calderas condensación: 16/6/2020](https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2002-18099-calderas-condensación:16/6/2020) (Último acceso 6/6/2020)

<https://www.certificadosenergeticos.com/eficiencia-calderas-condensacion> (Último acceso 17/6/2020)

[https://es.wikipedia.org/wiki/Ecuación\\_de\\_Colebrook-White](https://es.wikipedia.org/wiki/Ecuación_de_Colebrook-White) (Último acceso 17/6/2020)

<https://personales.unican.es/rene/doc/Trasp%20Termino%20y%20MF/00%20GRADOS/MF%20T04.pdf> (Último acceso 21/6/2020)

<https://saneamientosdimasa.es/descargas/UNE%20123001-2012.pdf> (Último acceso 28/6/2020)

<https://www.solerpalau.com/es-es/blog/condiciones-termohigrometricas/> (Último acceso 28/6/2020)

[https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_08\\_Guia\\_tecnica\\_agua\\_caliente\\_sanitaria\\_central\\_906c75b2.pdf](https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_08_Guia_tecnica_agua_caliente_sanitaria_central_906c75b2.pdf) (Último acceso 5/11/2020)



# ANEXOS







## A. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

### 1. Objeto

El Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre del Ministerio de la Presidencia, establece disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

De acuerdo con dicho Real Decreto se elabora el presente estudio básico de seguridad y salud en las obras, al ser el presupuesto de ejecución por contrata inferior a 75 millones de pesetas, no se emplearán más de 20 trabajadores simultáneamente, el volumen de mano de obra estimado es inferior a 500 y no se trata de obras en túneles, galerías, conducciones subterráneas ni presas.

En este estudio básico se precisarán las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarios para ellos, relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas a los trabajos incluidos en uno o más aparatos del anexo II del R D 1627/1997.

En este estudio básico se contemplan también previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

### 2. Características de la obra

Se trata de realizar una instalación de REFORMA DE SALA DE CALDERAS según se describe en el proyecto de ejecución de la misma, siendo:

- Titular de la Instalación: COMUNIDAD DE PROPIETARIOS PASEO ZORRILA Nº80
- Empresa instaladora: TERMOSERVICIO, S.L.
- Presupuesto total de ejecución 25568.80 €
- Número máximo de trabajadores en el momento punta: 3



### 3. Normas de seguridad y salud aplicables a la obra

Se tendrán en cuentas las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones de esta instalación:

- R D 555/86 y 84/90 sobre Estudio y Plan de Seguridad.
- Ordenanza Laboral de la Construcción (OM 28/8/70 BOE 5,7,8,9/9/80).
- Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OM de 31/1/40. BOE de 3/2/40, Vigente capítulo VIII).
- Reglamento de Seguridad e Higiene en la Industria de la Construcción (OM de 20/5/52. BOE de 7/6/52. BOE 1 de 5/6/52).
- Reglamento de Actividades molestas, nocivas, insalubres y peligrosos (RD 2414 de 30/11/61, BOE 7/6/61).
- Señalización de Seguridad en los centros y locales de trabajo (RD 1403/86, BOE 8/7/87).
- Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales (BOE 269 de 10 de noviembre).
- Reglamentos de los Servicios de Prevención (RD 39/97 de 17 de enero BOE nº 27 de 31 de enero).
- RD 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo (RD 1316 de 27/10/89, BOE de 9/10/73).
- Señalización de seguridad en los centros y locales de trabajo (RD 1403/86, BOE de 8/7/86).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (RD 2413 de 20/9/73, BOE de 9/10/73 y RD 2295 de 9/10/73).
- Homologación de Equipos de Protección Personal para Trabajadores (OM 17/5/74, BOE de 29/5/74. Sucesivas Normas MT de la 1 a la 29).
- Norma UNE 81 707 85 Escaleras portátiles de aluminio simples y de extensión, Norma UNE 81 002 85 Protectores auditivos. Tipos y definiciones,



Norma UNE 81 101 85 Equipos de protección de la visión. Terminología. Clasificación y uso, Norma UNE 81 200 77 Equipos de protección personal de las vías respiratorias. Definición y clasificación, Norma UNE 81 208 77 Filtros mecánicos. Clasificación. Características y requisitos, Norma UNE 91 250 80 Guantes de protección. Definiciones y clasificación, Norma UNE 81 304 83 Calzado de seguridad. Ensayos de resistencia a la perforación de la suela, Norma UNE 81 353 80 Cinturones de seguridad. Clase A: Cinturón de sujeción. Características y ensayos, Norma UNE 81 650 80 Redes de seguridad. Características y ensayos.

- Directiva del Consejo 90/26/7/CEE de 29/5/90 relativa a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores. (DOCEL. 183 de 29/6/89).

- Directiva del Consejo 89/655/CEE de 12/6/89 relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo. (DOCEL. 183 de 29/6/89).

- Directiva del Consejo 89/655/CEE de 30/11/89 relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. (DOCEL. 393 de 30/12/89, p 13).

- Directiva del Consejo 92/57cee DE 26/8/92 sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud en el trabajo en obras de construcción temporales o móviles. (DOCEL. 245 de 26/8/92, p 6).

- Directiva del Consejo 89/656/CEE de 30/11/89 relativa a las disposiciones mínimas de seguridad para la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual. (DOCEL. 393 de 30/1/89, p 18).

- Directiva de Consejo 79/113/CEE de 19/12/78 relativa a la armonización de las legislaciones de los estados miembros sobre la determinación de la emisión sonora de la maquinaria y material de obra de la construcción. (DOCEL. 33 de 8/2/79).

- Directiva del Consejo 81/105/CEE de 7/12/81 por la que se modifica la Directiva 79/113/CEE de 19/12/78. (DOCEL. 376 de 30/12/81).

- Directiva del Consejo 84/532/CEE de 17/9/89 referente a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros relativa a las disposiciones comunes sobre material y maquinaria para la construcción. (DOCEL. 33 de 8/2/79).

- Directiva del Consejo 84/537/CEE de 17/9/84 sobre la armonización de las legislaciones de los estados miembros referente al nivel de potencia acústica admisible de los grupos electrógenos de potencia. (DOCEL. 300 de 19/11/84).



- Directiva del Consejo 86/295/CEE de 26/5/86 sobre aproximación de las legislaciones de los estados miembros relativa a las estructuras de protección en caso de vuelco (ROPS) de determinadas máquinas para la construcción. (DOCEL. 186 de 8/7/86).
- Directiva del Consejo 86/296/CEE de 26/5/86 relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre las estructuras de protección de caídas de objetos (FOPS) de determinadas máquinas para la construcción. (DOCEL. 186 de 8/7/96).
- Directiva del Consejo 386 L. 0594 de 22/12/86 relativas a las emisiones sonoras de las palas hidráulicas, de las palas de cables, de las topadoras frontales, de las cargadoras y de las palas cargadoras.
- Convenio nº 62 de la OIT de 23/6/37 relativo a prescripciones de seguridad en la industria de la edificación. Ratificado por Instrucción de 12/6/58. (BOE de 20/8/59).
- Convenio nº 167 de la OIT de 20/6/88 sobre seguridad y salud en la industria de la construcción. VD1801263 11/07/2018 VISADO COGITI JN5W1823RSBHXUHD Documento visado electrónicamente con número: VD1801263 PROYECTO INSTALACIÓN TÉRMICA DE REFORMA POR CAMBIO DE CALDERAS EN COMUNIDAD DE PROPIETARIOS PASEO ZORRILLA N 80  
Página 52
- Convenio nº 119 de la OIT de 24/6/63 sobre protección de maquinaria. Ratificado por Instrucción de 26/11/71. (BOE de 30/11/72).
- Convenio nº 155 de la OIT de 22/6/81 sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo. Ratificado por Instrucción publicado en el BOE de 11/11/85.
- Convenio nº 127 de la OIT de 29/6/67 sobre peso máximo de carga transportado por un trabajador. (BOE de 15/10770).



#### 4. Procedimientos de ejecución de la obra

Relación de riesgos de accidentes y/o enfermedades profesionales que puedan generar especificación de las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a evitarlos, con evaluación de su eficacia.

##### 4.1.- INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

###### 4.1.1.- Procedimientos de ejecución

###### 4.1.1.1) Materiales utilizados

Tuberías de cobre, acero, polietileno y accesorios, estaño con aleaciones, electrodos, grapas y tornillería, siliconas, cementos químicos, disolventes, desengrasantes, pintura.

4.1.1.2) Energías y fluidos Agua, electricidad, combustibles líquidos (gasoil, gasolina), combustibles gaseosos y comburentes (butano, propano...), esfuerzo humano.

4.1.1.3) Mano de obra Responsable técnico, mando intermedio, oficiales, peones especialistas.

###### 4.1.1.4) Herramientas

Esmeriladora radial para metales, taladradora, martillo picador eléctrico. Pistolas fija clavos, lamparilla (Equipo de soldadura de propano o butano). Curvadora de tubos. Cortador de tubos, sierra de arco para metales, palancas, caja completa de herramientas, reglas, escuadras, nivel, plomada, herramientas de tracción (térnales, trócolas y poleas). Motores eléctricos. Andamio tubular móvil, andamio colgante, andamio de borriquetas, mantas ignífugas, toldos, redes, cuerdas, escaleras de mano, señales de seguridad, vallas y balizas de advertencia e indicación de riesgos, letreros de advertencia a terceros. Contenedores de recortes, bateas, cestas, térnales, trócolas, poleas, cuerdas de izado, eslingas, grúa, cabrestante, carretillas elevadoras.

###### 4.1.2.- RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Caída al mismo nivel, caída a distinto nivel, caída de objetos
- Quemaduras por contacto con objetos calientes.
- Contactos eléctricos.



- Contaminación acústica.
- Lesiones en manos.
- Choques o golpes contra objetos.
- Incendio
- Quemaduras por partículas incandescentes.
- Afecciones en la piel.
- Caída o colapso de andamios.
- Lumbalgia por sobreesfuerzo.
- Lesiones en pies.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Explosión.

#### 4.1.3.- MEDIDAS PREVENTIVAS

##### Caída de altura, personas y objetos:

La limpieza y el orden son factores primordiales en la prevención, así como la correcta utilización de los siguientes elementos: redes de seguridad, marquesinas rígidas, plataformas de carga y descarga, barandillas de protección, andamios apoyados en el suelo de estructura tubular, andamio de borriquetas, andamios colgados móviles, plataformas de trabajo, escaleras portátiles, escaleras de mano de un solo cuerpo, escaleras de mano telescópicas, escaleras de tijeras.

##### Protección de personas en instalación eléctrica:

Instalación eléctrica ajustada al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión avalada por instalador homologado, cables adecuados a la carga que han de soportar, conectados a las bases mediante clavijas normalizadas, blindados e Inter conexionados con uniones antihumedad y antichoque, fusibles blindados y calibrados según la carga máxima a soportar por los interruptores. Continuidad de la toma de tierra en las líneas de suministro interno de obra con un valor máximo de la resistencia de 78 Ohmios. Las máquinas fijas dispondrán de toma de tierra independiente. Las tomas de corriente estarán provistas de neutro con enclavamiento y serán blindadas. Todos los circuitos de suministro a las máquinas e instalaciones de alumbrado estarán protegidos por fusibles blindados, interruptores magnetotérmicos y disyuntores diferenciales de alta sensibilidad en perfecto estado de funcionamiento. Distancia de seguridad a



líneas de Alta Tensión;  $3,3 + \text{Tensión (en KV)} / 100(\text{m})$ . Tajos en condiciones de humedad muy elevadas: Es preceptivo el empleo de transformador portátil de seguridad de 24 V o protección mediante transformador de separación de circuitos.

#### Protecciones y resguardos en máquinas:

Toda la maquinaria utilizada durante la fase de obra objeto de este procedimiento, dispondrá de carcasas de protección y resguardos sobre las partes móviles, especialmente de las transmisiones, que impidan el acceso a estas zonas con riesgo de atrapamientos.

#### Condiciones generales de la obra durante los trabajos:

En invierno, establecer un sistema de iluminación provisional de las zonas de paso y trabajo. Los elementos estructurales inestables deberán apearse y ser apuntalados adecuadamente. Siempre que existan interferencias entre los trabajos y las zonas de circulación de peatones, máquinas o vehículos, se ordenarán y controlarán mediante personal auxiliar debidamente adiestrado, que vigile y dirija sus movimientos. Se establecerá una zona de aparcamiento de vehículos y máquinas, así como un lugar de almacenamiento y acopio de materiales inflamables y combustibles (gasolina, gasoil, aceites, grasas, etc.) en lugar seguro fuera de la zona de influencia de los trabajos.

#### Herramientas:

Todo el material, así como las herramientas que se tengan que utilizar, se encontrarán perfectamente almacenadas en lugares preestablecidos y confinadas en zonas destinadas para ese fin, bajo el control de persona/s responsable/s.

#### Acopios de materiales:

Los materiales paletizados permiten mecanizar las manipulaciones cargas, siendo en sí una media de seguridad para reducir los sobreesfuerzos, lumbalgias, golpes y atrapamientos, pero también incorporan riesgos derivados de la mecanización, para evitarlos se debe: Acopiar los pallets sobre superficies niveladas y resistentes, no se afectarán los fugares de paso, en proximidad a lugares de paso de deben señalar mediante cintas de señalización (amarillas y negras), la altura de las pilas no debe superar la altura que designe el fabricante, no acopiar en una misma pila pallets con diferentes geometrías y contenidos, si no se termina de consumir el contenido de un pallet se flejará nuevamente antes de realizar cualquier manipulación. El abastecimiento de materiales sueltos a obra se debe tender a minimizar, remitiéndose únicamente a materiales de uso discreto. Los tubos se dispondrán



horizontalmente, sobre estanterías, clasificadas por tamaños, y secciones. No se afectarán los lugares de paso. En proximidad a lugares de paso se deben señalar mediante cintas de señalización (amarilla y negras).

#### Normas de carácter general:

Las zonas de trabajo y circulación deberán permanecer limpias, ordenadas y bien iluminadas. La señalización será revisada a diario de forma que en todo momento permanezca actualizada a las condiciones reales de trabajo. Las herramientas equipos y máquinas estarán en perfecto estado, empleándose las más adecuadas para cada uso, siendo utilizadas por personal autorizado o experto a criterio del encargado de obra. Los elementos de protección colectiva permanecerán en todo momento instalados y en perfecto estado de mantenimiento. En caso de rotura o deterioro se deberán reponer con la mayor diligencia. Durante la ejecución de todos aquellos trabajos que conlleven un riesgo de proyección de partículas, se establecerá la obligatoriedad de uso de gafas de seguridad, con cristales incoloros, templados, curvado y ópticamente neutros, montura resistente, puente universal y protecciones laterales de plástico perforado. En los casos precisos, estos cristales serán graduados y protegidos por otros superpuestos y homologados según norma MT o reconocida en la CEE. En los trabajos de desbarbado de piezas metálicas, se utilizarán las gafas herméticas tipo cazoleta, ajustables mediante banda elástica, por ser las únicas que garantizan la protección ocular contra partículas rebotadas. En todos aquellos trabajos que se desarrollen en entornos con niveles de ruidos superiores a los permitidos en la normativa vigente, se deberán utilizar protectores auditivos homologados según todos aquellos trabajos que se desarrollen en ambientes de humos de soldadura, se facilitará a los operarios mascarillas respiratorias buco nasales con filtro mecánico y de carbono activo contra humos metálicos. El personal utilizará durante el desarrollo de sus trabajos, guantes de protección adecuados a las operaciones que realicen. Como medida preventiva frente al riesgo de golpes en extremidades inferiores, se dotará al personal de adecuadas botas de seguridad clase II homologadas según norma técnica MT - 5. Todos los operarios utilizarán cinturón de seguridad dotado de arnés, anclado a punto fijo, en aquellas operaciones que tengan que realizarse en altura y por el proceso productivo no puedan ser protegidos los trabajadores mediante el empleo de elementos de protección colectiva.

#### Soldadura:

Cuando se utilicen equipos de soldadura de butano o propano, se comprobarán que todos los equipos disponen de los siguientes elementos de seguridad: Filtro: Dispositivo que evita el paso de impurezas extrañas que puede arrastrar el gas. Este filtro deberá estar situado a la entrada del gas en cada uno de los





dispositivos de seguridad. Válvula antirretroceso de llama: Dispositivo que evita el paso del gas en sentido contrario al flujo normal. Válvula de cierre de gas: Dispositivo que se coloca sobre la empuñadura y que detiene automáticamente la circulación del gas al dejar de presionar la palanca. Cuando se suelde con electrodo se seguirán todas las indicaciones mencionadas en el apartado de contacto eléctricos directos o indirectos.

#### Pistola fija clavos:

Deberá ser de seguridad “Tiro indirecto” en la que el clavo es impulsado por una buterola o empujador que desliza por el interior del cañón, que se desplaza hasta un tope de final de recorrido, gracias a la energía desprendida por el fulminante. Las pistolas de “Tiro directo”, tienen el mismo peligro que un arma de fuego. El operario que la utilice debe estar habilitado para ello por su Mando Intermedio en función de su destreza demostrada en el manejo de dicha herramienta en condiciones de seguridad. El operario estará siempre detrás de la pistola y utilizará gafas antimpactos. Nunca se desmontarán los elementos de protección que traiga la pistola. Al manipular la pistola, cargada, limpiarla, etc., el cañón deberá apuntar siempre oblicuamente al suelo. No se debe clavar sobre tabiques de ladrillo hueco, ni junto a aristas de pilares. Se elegirá siempre el tipo de fulminante que corresponda al material sobre el que se tenga que clavar. La posición, plataforma de trabajo e inclinación del operario deben garantizar plena estabilidad al retroceso del tiro. La pistola debe transportarse siempre descargada y aun así, el cañón no debe apuntar a nadie del entorno.

#### Manipulación de sustancias químicas:

En los trabajos de instalación de gas se utilizan sustancias químicas que pueden ser perjudiciales para la salud. Encontrándose presentes en productos tales como, desengrasantes, decapantes desoxidantes, pegamento y pinturas; de uso corriente en estas actividades. Estas sustancias pueden producir diferentes efectos sobre la salud como dermatosis, quemaduras químicas, narcosis, etc.

Cuando se utilicen se deberán tomar las siguientes medidas:

- Los Recipientes que contengan estas sustancias estarán etiquetados indicando, el nombre comercial, composición, peligros derivados de su manipulación, normas de actuación (según la legislación vigente).
- Se seguirán fielmente las indicaciones del fabricante.
- No se rellenarán envases de bebidas comerciales con estos productos.



- Se utilizarán en lugares ventilados, haciendo uso de gafas panorámicas o pantalla facial, guantes resistentes a los productos y mandil igualmente resistente.
- En el caso de tenerse que utilizar en lugares cerrados o mal ventilados, se utilizarán mascarillas con filtro químico adecuado a las sustancias manipuladas.
- Al hacer disoluciones con agua, se verterá el producto químico sobre el agua con objeto de que las salpicaduras estén más rebajadas.
- No se mezclarán productos de distinta naturaleza.

### Manejo de herramientas manuales

#### Causas de los riesgos:

Negligencia del operario. Herramientas con mangos sueltos o rajados. Destornilladores improvisados fabricados “in situ” con material y procedimientos inadecuados. Utilización inadecuada como herramienta de golpeo sin serlo. Utilización de llaves, limas o destornilladores como palanca. Prolongar los brazos de palanca con tubos. Destornillador o llave inadecuada a la cabeza o tuerca a sujetar. Utilización de limas sin mango.

#### Medidas de prevención:

No se llevarán las llaves y destornilladores sueltos en el bolsillo, sino en fundas adecuadas y sujetas al cinturón. No sujetar con la mano la pieza en la que se va a atornillar. No se emplearán cuchillo o medios improvisados para sacar o introducir tornillos. Las llaves se utilizarán limpias y sin grasa. No utilizar las llaves para martillar, remachar o como palanca. No empujar nunca una llave, sino tirar de ella. Emplear la llave adecuada a cada tuerca, no introduciendo nunca cuñas para ajustarla.

#### Medidas de protección:

Para el uso de llaves y destornilladores utilizar guantes de tacto. Para romper, golpear y arrancar rebabas de mecanizado, utilizar gafas antimpactos.

### Manejo de herramientas punzantes

#### Causas de riesgos:

Cabezas de cinceles y punteros floreados con rebabas. Inadecuada fijación al astil o mango de la herramienta. Material de calidad deficiente. Uso prolongado sin adecuado mantenimiento. Maltrato de la herramienta. Utilización inadecuada por negligencia o comodidad. Desconocimiento del operario.

#### Medidas de prevención:

En cinceles y punteros comprobar antes de comenzar a trabajar y desechar aquellos que presenten rebabas, rajadas o fisuras. No se lanzarán las herramientas, sino que se entregarán en la mano. Para un buen funcionamiento, deberán estar bien afiladas y sin rebabas. No cincelar, taladrar, marcar, etc., nunca hacia uno mismo ni hacia otras personas. Deberá hacerse hacia fuera y procurando que nadie esté en la dirección del cincel. No se emplearán nunca los cinceles y punteros para aflojar tuercas. El vástago será lo suficiente largo como para poder cogerlo cómodamente con la mano o bien utilizar un soporte para sujetar la herramienta. No mover la broca, el cincel, etc., hacia los lados para así agrandar un agujero, ya que no puede partirse y proyectar esquirlas. Por tratarse de herramientas templadas no conviene que cojan temperatura con el trabajo ya que se tornan quebradizas y frágiles. En el afilado de este tipo de herramientas se adoptarán precauciones frente a los desprendimientos de partículas y esquirlas.

#### Medidas de protección:

Deben emplearse gafas antimpactos de seguridad, homologadas para impedir que esquirlas y trozos desprendidos de material puedan dañar a la vista. Se dispondrá de pantallas faciales protectoras abatibles, si se trabaja en la proximidad de otros operarios. Utilización de protectores de goma maciza para asir la herramienta y absorber el impacto fallido (protector tipo “Goma nos” o similar).

#### **Manejo de herramientas de percusión**

##### Causa de los riesgos:

Mangos inseguros, rajados o ásperos. Rebabas en aristas de cabeza. Uso inadecuado de la herramienta.

##### Medidas de prevención:

Rechazar toda maceta con el mango defectuoso. No tratar de arreglar un mango rajado. La maceta se usará exclusivamente para golpear y siempre con la cabeza. Las aristas de la cabeza han de ser ligeramente romas.

##### Medidas de protección:

Empleo de prendas de protección adecuadas, especialmente gafas de seguridad o pantallas faciales de rejilla metálica o policarbonato. Las pantallas faciales serán preceptivas si en las inmediaciones se encuentran otros operarios trabajando.

### Manejo de cargas sin medios mecánicos:

Para el izado manual de cargas es obligatorio seguir los siguientes pasos: Acercarse lo más posible a la carga. Asentar los pies firmemente. Agacharse doblando las rodillas. Mantener la espalda derecha. Agarrar el objeto firmemente. El esfuerzo de levantar lo deben realizar los músculos de las piernas. Durante el transporte, la carga debe permanecer lo más cerca posible del cuerpo. Es obligatoria la inspección visual del objeto pesado a levantar para eliminar aristas afiladas. Se prohíbe levantar más de 50 Kg. Por una sola persona, si se rebase este peso, solicitar ayuda a un compañero. Para descargar materiales es obligatorio tomar las siguientes precauciones: Empezar por la carga o material que aparece más superficialmente, es decir el primero y más accesible. Entregar el material, no tirarlo. Colocar el material ordenado y en caso de apilado estratificado, que este se realice en pilas estables, lejos de pasillo o lugares donde pueda recibir golpes o desmoronarse. Utilizar guantes de trabajo y tobos de seguridad con puntera metálica y plantilla metálicas. En el manejo de cargas largas entre dos o más personas, la carga puede mantenerse en la mano, con el brazo estirado a lo largo del cuerpo, o bien, sobre el hombro. Se utilizarán las herramientas y medios auxiliares adecuados para el transporte de cada tipo de material. En las operaciones de carga y descarga, se prohíbe colocarse entre la parte posterior de un camión y una plataforma, poste, pilar o estructura vertical fija. Si en la descarga se utilizan herramientas como brazos de palanca, uñas, patas de cabra o similar, ponerse de tal forma que no se venga carga encima y que no se resbale.

### Máquinas eléctricas portátiles:

De forma genérica las medidas de seguridad a adoptar al utilizar las máquinas eléctricas portátiles son las siguientes: Cuidar de que el cable de alimentación esté en buen estado, sin presentar abrasiones, aplastamientos, punzaduras, cortes o cualquier otro defecto. Conectar siempre la herramienta mediante clavija y enchufe adecuados a la potencia de la máquina. Asegurarse de que el cable de tierra existe y tiene continuidad en la instalación si la máquina a emplear no es de doble aislamiento. Al terminar se dejará la máquina limpia y desconectada de la corriente. Cuando se empleen en emplazamientos muy conductores (lugares muy húmedos, dentro de grandes masas metálicas, etc.) se utilizarán herramientas alimentadas a 24 V. Como máximo o mediante transformadores separadores de circuitos. El operario debe estar adiestrado en el uso, y conocer las presentes normas.

### Taladro:

Utilizar gafas antimpactos o pantalla facial. La ropa de trabajo no presentará partes sueltas o colgantes que pudieran engancharse en la broca. En el caso

de que el material a taladrar se desmenuzara en polvo finos utilizar mascarilla con filtro mecánico (puede utilizarse las mascarillas de celulosa desechables). Para fijar la broca al portabrocas utilizar la llave específica para tal uso. No frenar el taladro con la mano. No soltar la herramienta mientras la broca tenga movimiento. No inclinar la broca en el taladro con objeto de agrandar el agujero, se debe emplear la broca apropiada a cada trabajo. En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta esta estará apoyada y sujeta. Al terminar el trabajo retirar la broca de la máquina.

#### Esmeriladora circular:

El operario se equipará con gafas anti impacto, protección auditiva y guantes de seguridad. Se seleccionará el disco adecuado al trabajo a realizar, al material y a la máquina. Se comprobarán que la protección del disco está sólidamente fijada, desechándose cualquier máquina que carezca de él. Comprobar que la velocidad de trabajo de la máquina no supera, la velocidad máxima de trabajo del disco.

Habitualmente viene expresado en m/s o r.p.m. para su conversión se aplicarán la fórmula:  $m/s = (r.p.m. \times 3,14 \times n) / 60$  siendo n = diámetro del disco en metros. Se fijarán los discos utilizando la llave específica para tal uso. Se comprobará que el disco gira en el sentido correcto. Si se trabaja en proximidad a otros operarios se dispondrán pantallas, mamparas o lonas que impidan la proyección de partículas. No se soldará la máquina mientras siga en movimiento el disco. En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta ésta estará apoyada y sujeta.

#### Curvadora de tubo portátil:

Antes de su puesta en carga, el operador comprobará la estanqueidad del circuito, Disponer la máquina en un lugar alejado de las zonas de paso del personal para impedir caídas a nivel o alcance por proyección a terceros. No se podrá modificar bajo ningún concepto la regulación de las válvulas de seguridad o descarga con la finalidad de conseguir mayor presión de trabajo. Si el sistema dispone de acumulador hidráulico, no utilizar para regarlo otro gas que el nitrógeno u otro inerte, siguiendo las instrucciones del fabricante. Para controlar la presión del circuito, es necesario utilizar un manómetro con una goma de presión adecuada. Cuando se termine de ejecutar el trabajo, cuídese de despresurizar la máquina y colocarla junto con sus accesorios fuera de las zonas de paso del personal.

#### Manipulación mecánica de cargas:

Se manipularán cargas con cabrestante, con montacargas o con la grúa. En todas aquellas operaciones que conlleven el empleo de aparatos elevadores,



es recomendable la adopción de las siguientes normas generales: Señalar de forma visible la carga máxima que pueda elevarse mediante el aparato elevador utilizado. Acoplar adecuados pestillos de seguridad a los ganchos de suspensión de los aparatos elevadores. Emplear para la elevación de materiales recipientes adecuados que los contengan, o se sujeten las cargas de forma que se imposibilite el desprendimiento parcial o total de las mismas. Las eslingas llevarán placa de identificación donde constará la carga máxima para la cual están recomendadas. De utilizar cadenas, éstas serán de hierro formado con un factor de seguridad no inferior a 5 de la carga nominal máxima. Estarán libres de nudos y se enrollarán en tambores o polichas adecuadas. Para la elevación y transporte de piezas de gran longitud se emplearán elevadores de vigas, de forma que permita esparcir la luz entre apoyos, garantizando de esta forma la horizontalidad y estabilidad. Prohibir la permanencia de personas en la vertical de las cargas. El gruista antes de iniciar los trabajos comprobará el buen funcionamiento de los finales de carrera. Si durante el funcionamiento de la grúa se observara inversión de los movimientos, se dejará de trabajar y se dará cuenta inmediata a la Dirección técnica de la obra. Evitar en todo momento pasar las cargas por encima de las personas. No se realizarán tiros sesgados. Nunca se elevarán cargas que puedan estar adheridas. No deben ser accionados manualmente los contactores e inversores del armario eléctrico de la grúa. En caso de avería deberá ser subsanado por personal especializado.

El personal operario que deba recoger el material de las plantas debe utilizar cinturón de seguridad anclado a elemento fijo de la edificación. No se dejará caer el gancho de la grúa al suelo. No se permitirá arrastrar o arrancar con la grúa objetos fijos en el suelo o de dudosa fijación. Igualmente, no se permitirá la tracción en oblicuo de las cargas a elevar. Nunca se dará más de una vuelta a la orientación en el mismo sentido para evitar el retorcimiento del cable de elevación. No se dejarán los aparatos de izar con las cargas suspendidas. Cuando existan zonas del centro de trabajo que no queden dentro del campo de visión del gruista, será asistido por uno o varios trabajadores que darán las señales adecuadas para la correcta carga, desplazamiento y parada. El ascenso a la parte superior de la grúa se hará utilizando el dispositivo paracaídas instalado al montar la grúa. Si es preciso realizar desplazamientos por la pluma de la grúa, esta deberá disponer de cable de vista para anclaje de cinturón. Al terminar el trabajo se dejará desconectada la grúa y se pondrá la pluma en veleta. Si la grúa es sobre raíles se sujetará mediante las correspondientes mordazas.

#### 4.1.4.- PROTECCIONES TÉCNICAS

##### 4.1.4.1) Equipos de Protección Individual (EPI)

- ✓ Casco homologado clase N con barboquejo.
- ✓ Protectores anti ruido clase C.
- ✓ Gafa anti impacto homologadas clase D.
- ✓ Gafas panorámicas homologadas.
- ✓ Gafas tipo cazoleta.
- ✓ Botas de seguridad clase II. - Guantes “Tipo americano”, de piel flor y lona, de uso general.
- ✓ Guantes de precisión en piel curtido al cromo.
- ✓ -Cinturón de seguridad anticaídas con arnés clase C y dispositivo de anclaje y retención.
- ✓ Ropa de trabajo cubriendo la totalidad de cuerpo y que como norma general cumplirá los requisitos mínimos siguientes: será de tejido ligero y flexible, que permita una fácil limpieza y desinfección. Se ajustará bien al cuerpo sin perjuicio de su comodidad y facilidad de movimientos. Se eliminará en todo lo posible, los elementos adicionales como cordones, botones, partes vueltas hacia arriba, a fin de evitar que se acumule la suciedad y el peligro de enganches.

##### 4.1.4.2) Sistemas de Protección Colectiva

- Señalización de seguridad, El Real Decreto 1403/86. BOE 8/8/86 establece un conjunto de preceptos sobre dimensiones, colores, símbolos, formas de señales y conjuntos que proporcionan una determinada información relativa a la seguridad. Las señales de seguridad pueden ser complementadas por señales auxiliares que contienen un texto proporcionando información complementaria. Se utiliza conjuntamente con la seguridad. Son de forma rectangular, con la misma dimensión máxima de la señal que acompañan, y colocadas debajo de ellas. Este tipo de señales se encuentran en el mercado en diferentes soportes (plásticos, aluminio, etc.) y en distintas calidades y tipos de acabado (reflectante, fotoluminiscente, etc.)

- En caso de señalar obstáculos, zonas de caída de objetos, se delimitará con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinada 60° con respecto a la horizontal.

- La intrusión en el tajo de personas ajenas a la actividad representa un riesgo que al no poderse eliminar se debe señalar mediante cintas en color rojo o con bandas alternadas verticales en colores rojo y blanco que delimiten la zona de trabajo.

- Vallas de limitación de seguridad con señalización de advertencia o peligro.



- Iluminación: Zonas de paso: 20 lux, Zonas de trabajo: 200-300 lux. Los accesorios de eliminación exterior serán estancos a la humedad. Portátiles manuales de alumbrado eléctrico: 24 voltios. Prohibición total de utilizar iluminación de llama.

#### 4.1.5.- EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE LAS PROTECCIONES

En el caso de ser tomadas las medidas apuntadas, e instaladas y utilizadas debidamente las protecciones antes señaladas, se podría evaluar la eficacia de estas al 100%, no obstante, deberá preverse un 5% de riesgos residuales originados por errores o incorrecciones, durante todo el tiempo que dure la obra, con especial recomendación de no olvidar la profesionalidad y cuidado en los trabajos efectuados.

Valladolid, JULIO de 2020

IÑIGO BENGOCHEA CAMINO





## B. PLIEGO DE CONDICIONES

### Alcance de los trabajos

La interpretación técnica del Proyecto corresponde al Director Técnico de la obra.

Si hubiera alguna diferencia en la interpretación del presente Proyecto, tanto el instalador como la propiedad deberán aceptar siempre la opinión del Director Técnico.

En la caseta de la obra existirá siempre un Libro de Órdenes, en el que se estamparán las que la Dirección Técnica considere necesarias.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho libro, es tan obligatorio como las que figuran en este Proyecto.

Si surgiera alguna duda o se hubiera omitido alguna circunstancia en los documentos del Proyecto, tanto la propiedad como el instalador, se comprometen a seguir en todas las instrucciones de la Dirección Técnica de Obra.

### Planificación y coordinación

La instalación a que hace objeto el presente proyecto será realizada por Instaladores Autorizados, bajo el control y responsabilidad del Técnico Titulado Director de Obra.

La ejecución del montaje, pruebas e instalaciones reglamentarias de las instalaciones corresponde a una Empresa Instaladora de Calefacción, Climatización y ACS, inscrita en el Registro de la Delegación de Industria y deberá realizarse de acuerdo al Proyecto específico. En caso de duda u omisión, será la Dirección Facultativa quien resuelva las cuestiones que puedan presentarse.

La empresa instaladora tendrá siempre en la obra un Encargado General al que la Dirección Técnica pudiera dirigirse y darle órdenes precisas, quedando obligado a ponerlas en conocimiento del instalador.

La misión del encargado será la de entender y extender las órdenes de la Dirección Técnica, conociendo el presente “Pliego de Condiciones” y velando que el trabajo se ejecute en buenas condiciones.



La Dirección de Obra podrá obligar a la Empresa Instaladora a desmontar y reinstalar todas aquellas partes de la instalación que se considere que no se ajustan a lo Proyectoado o que están mal instaladas, sin que ésta tenga derecho a indemnización.

Lo mencionado en la Memoria y omitido en los Planos o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera en ambos documentos. En caso de contradicción entre los Planos y la Memoria, prevalecerá lo prescrito en este último documento.

La Empresa Instaladora proporcionará a la Dirección de Obra, toda clase de facilidades para replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de materiales, así como para la inspección de la mano de obra de todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Proyecto, permitiendo los accesos a todas partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se producen los materiales o se realizan trabajos para las obras.

Los elementos especificados en este Proyecto, podrán ser sustituidos por otros de funcionamiento análogo, siempre que la Dirección de Obra lo considere oportuno, debiéndose ponerlo en conocimiento de la Empresa Instaladora y de los titulares de la instalación, sin que en ningún caso se perjudique el perfecto funcionamiento de la instalación. Si los cambios tuviesen trascendencia económica, todas las partes deberán expresar su conformidad.

## Equipos y materiales

### Generalidades:

- Los materiales, elementos y equipos que se utilicen en las instalaciones objeto de este Proyecto deben cumplir las prescripciones que se indican en la correspondiente instrucción técnica complementaria. No obstante, considerando que en todos ellos entran en el ámbito de aplicación del Real Decreto 1630/1992 de 29 de Diciembre por lo que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva del Consejo 89/106/CEE, las prescripciones de estas instrucciones para tales materiales, elementos y equipos serán aplicables únicamente mientras no estén disponibles y publicadas las correspondientes especificaciones técnicas europeas armonizadas, que hayan sido elaboradas por los organismos europeos de normalización como resultado de mandatos derivados de la directiva citada u otras disposiciones comunicadas que sean de aplicación.



- Todos los materiales, equipos y aparatos no tendrán en ninguna de sus partes deformaciones, fisuras ni señales de haber sido sometidos a malos tratos antes o durante la instalación.

- Toda la información que acompaña a los equipos deberá expresarse al menos en castellano y en unidades del Sistema Internacional S.I.

#### Tuberías y accesorios:

- Las tuberías y sus accesorios cumplirán los requisitos de las normas UNE correspondientes, en relación con el uso al que vayan a ser destinadas.

#### Válvulas:

Todo tipo de válvula deberá cumplir los requisitos de las normas correspondientes.

- El fabricante deberá suministrar la pérdida de presión a obturador abierto (o el Kv) y la hermeticidad a obturador cerrado a presión diferencial máxima.

- La presión nominal mínima de todo tipo de válvula y accesorio deberá ser igual o mayor que PN 6, salvo casos especiales (p.e., válvulas de pie).

#### Materiales aislantes térmicos:

- Los materiales aislantes térmicos empleados para aislamiento de conductores, aparatos y equipos, así como los materiales para la formación de barreras anti vapor, cumplirán lo especificado en UNE 100171 y demás normativa que le sea de aplicación.

#### Acopio de materiales

La empresa instaladora irá almacenando en lugar establecido de antemano todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según necesidades.

- Los materiales procederán de fábrica convenientemente embalados al objeto de protegerlos contra los elementos climatológicos, golpes y malos tratos durante el transporte, así como durante su permanencia en el lugar de almacenamiento.

- Cuando el transporte se realice por mar, los materiales llevarán un embalaje especial, así como las protecciones necesarias para evitar toda posibilidad de corrosión marina.



- Los embalajes de componentes pesados o voluminosos dispondrán de los convenientes refuerzos de protección y elementos de enganche que faciliten las operaciones de carga y descarga, con la debida seguridad y corrección. –
- Externamente al embalaje y en lugar visible se colocarán etiquetas que indiquen inequívocamente el material contenido en su interior.

#### Recepción en obra de equipos y materiales.

En general son válidas todas las prescripciones que referentes a las condiciones que deben satisfacer los materiales aparecen en las Instrucciones, Pliegos de Condiciones o Normas Oficiales que representan la recepción, transporte, manipulación o empleo de cada uno de los materiales que se utilizan en las obras de este Proyecto, siempre que no se oponga a las Prescripciones particulares del presente Capítulo.

El Contratista propondrá a la Dirección Facultativa las canteras, graveras, fábricas, marcas de prefabricados y en general la procedencia de todos los materiales que se emplean en las obras para su aprobación, si procede, en el entendido de que la aceptación de un material no será obstáculo para poder ser rechazado en el futuro si variasen sus características primitivas. En ningún caso se procederá al acopio y utilización en obra de materiales de procedencia no aprobada.

Todos los materiales que se utilicen en la realización de la obra, como son tuberías, conductos, aislamientos térmicos, válvulas, bombas, etc., se ajustarán en sus características a la normativa vigente actual, y se ajustarán así mismo a lo descrito en el presente proyecto.

El instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, comprobarán que los equipos y materiales recibidos:

Corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto o en la memoria técnica;

Disponen de la documentación exigida;

Cumplen con las propiedades exigidas en el proyecto o memoria técnica;

Han sido sometidos a los ensayos y pruebas exigidos por la normativa en vigor o cuando así se establezca en el pliego de condiciones.



Los materiales para instalar serán reconocidos por el instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, no pudiendo ser instalados sin su aprobación.

Todos los materiales que se instalen en la obra, tendrán que poseer el correspondiente certificado, en el que se detallen las condiciones que deberán cumplir dicho material, en función de la normativa vigente.

Si por causa de fuerza mayor fuera necesaria la sustitución de un material de los que figuran en este Proyecto por otro, deberá hacerse autorización expresa de la Dirección técnica quien, en su caso, dirá si es preciso, además, su comunicación a la Dirección Provincial del Ministerio de Industria y Energía, de quién deberá esperarse su autorización, siendo en este último caso, por cuenta de la contrata los gastos que ocasione.

El instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, verificarán la documentación proporcionada por los suministradores de los equipos y materiales que entregarán los documentos de identificación exigidos por las disposiciones de obligado cumplimiento y por el proyecto o memoria técnica. En cualquier caso, esta documentación comprenderá al menos los siguientes documentos:

- a) documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado;
- b) copia del certificado de garantía del fabricante, de acuerdo con la Ley 23/2003, de 10 de julio, de garantías en la venta de bienes de consumo;
- c) documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al mercado CE, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las directivas europeas que afecten a los productos suministrados.

El instalador autorizado y el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, verificarán que la documentación proporcionada por los suministradores sobre los distintivos de calidad que ostenten los equipos o materiales suministrados, que aseguren las características técnicas exigidas en el proyecto o memoria técnica sea correcta y suficiente para la aceptación de los equipos y materiales amparados por ella.

Para verificar el cumplimiento de las exigencias técnicas del RITE, puede ser necesario, en determinados casos y para aquellos materiales o equipos que no estén obligados al mercado CE correspondiente, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto o memoria técnica u ordenado por el

instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, siendo dichas pruebas por cuenta de la contrata.

### Inspección y medidas previas al montaje

Antes de proceder al montaje de los elementos de la instalación descrita en el presente proyecto, se comprobará por parte del Director de Obra, o en su caso por el Jefe de Obra, que los materiales cumplen las dimensiones y especificaciones técnicas fijadas en el proyecto. En caso de que algún material no cumpliera las especificaciones del proyecto el Encargado de Obra deberá avisar al Director Técnico para que este obre en consecuencia.

Las muestras de cada material que a juicio de la Dirección Facultativa necesitan ser ensayadas, serán suministradas por el Contratista a sus expensas, corriendo así mismo a su cargo todos los ensayos de calidad correspondientes. Estos ensayos podrán realizarse en el Laboratorio de la Obra, si así lo autoriza la Dirección Facultativa, la cual, en caso contrario, podrá designar el Laboratorio Oficial que estime oportuno.

Podrán rechazarse aquellos materiales que no satisfagan las condiciones impuestas en este Pliego para cada uno de ellos en particular comprobadas por los ensayos indicados en este apartado.

En caso de no conformidad con el resultado de las citadas pruebas, bien por el Contratista o por la Dirección Facultativa, se someterá la cuestión al Laboratorio Central de Ensayos de Materiales de Construcción, dependiente del Ministerio de Obras Públicas, siendo obligado para ambas partes la aceptación de los resultados que se obtengan y de las conclusiones que formule.

La Dirección Facultativa podrá señalar al Contratista un plazo breve para que retire de los terrenos de la obra los materiales desechados. En caso de incumplimiento de esta orden podrá proceder a retirarlos por cuenta y riesgo del Contratista.

El Contratista se atenderá, en todo caso, a lo que por escrito ordene la Dirección Facultativa de las Obras para el cumplimiento de las prescripciones del presente Pliego.

Si los materiales fueran defectuosos pero aceptables a juicio de la Dirección podrán emplearse, siendo la Dirección Facultativa quién después de oír al Contratista, señale precio a que deban valorarse.



Si el contratista no estuviera conforme con el precio fijado, vendrá obligado a sustituir dichos materiales por otros que cumplan todas las condiciones señaladas en el pliego.

Todos los materiales que el Contratista pudiera emplear en instalaciones y Obras, que parcialmente pudieran quedar formando parte de las obras de modo provisional o definitivo, cumplirán las especificaciones del presente Pliego. Por ejemplo: caminos, obras de tierra cimentaciones, anclajes, armaduras o empalmes, etc.

Así mismo, cumplirán las especificaciones, que con respecto a ejecución de las obras, recoge el presente Pliego. La recepción de los materiales no excluye la responsabilidad del Contratista por la calidad de ellos; y quedará subsistente hasta que se reciban definitivamente las obras, en que dichos materiales se hayan empleado.

## Montaje

### Generalidades:

- El montaje de las instalaciones sujetas a este Reglamento deberá ser efectuado por una empresa instaladora de acuerdo a lo desarrollado en la instrucción técnica ITE 11.

- Las normas que se desarrollan en esta instrucción técnica han de entenderse como la exigencia de que los trabajos de montaje, pruebas y limpieza se realicen correctamente, de forma que:

1) La instalación, a su entrega, cumpla con los requisitos que señala el capítulo segundo del RITE.

2) La ejecución de las tareas parciales interfiera lo menos posible con el trabajo de otros oficios.

- Es responsabilidad de la empresa instaladora el cumplimiento de la buena práctica desarrollada en este epígrafe, cuya observancia escapa normalmente a las especificaciones del proyecto de la instalación.



## Planos, catálogos y muestras

El Director Técnico de la obra podrá requerir a la empresa instaladora que esta facilite planos, catálogos o muestras de los materiales que se van a instalar, con objeto de comprobar que sus características se ajustan a proyecto y poder requerir información más extensa de éstos a los proveedores de dichos materiales.

Todas las modificaciones que se hayan de realizar en los documentos del proyecto, memoria, planos, etc., se realizarán por parte del instalador en la fecha y plazo que determine el director de obra del proyecto. A la finalización de la obra, la empresa instaladora, deberá entregar al director de obra los planos "AS-BUILT", de la instalación, que recogerán la situación definitiva de todos los elementos de la instalación.

## Replanteo

Antes de comenzar los trabajos de montaje la empresa instaladora deberá efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación. El replanteo deberá contar con la aprobación del director de la instalación.

## Cooperación con otros contratistas

La empresa instaladora que ejecutará la obra podrá colaborar con otros contratistas, a fin de obtener un bien común en las instalaciones, aunque todas las decisiones que se tomen y que sean objeto de la obra a la que se refiere el presente proyecto, deberán ser consultadas al Director Técnico de la obra y contar con su consentimiento.

La empresa instaladora deberá cooperar plenamente con los otros contratistas, entregando toda la documentación necesaria a fin de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.





## Protección de los materiales en obra

Todos los materiales que se vayan a utilizar en la ejecución de la obra, y que se almacenen en la propia obra, se protegerán debidamente a fin de evitar deterioros y pérdidas de calidad en los mismos. Los materiales se almacenarán de modo que se asegure su correcta conservación y en forma que se facilite su inspección en caso necesario.

La forma en que se protegerán los materiales se determinará por parte del Director Técnico de la Obra.

Las aberturas de conexión de todos los aparatos y equipos deberán estar convenientemente protegidas durante el transporte, almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión.

- Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos, etc.

- Si es de temer la oxidación de las superficies mencionadas, estas deberán recubrirse con pintura antioxidante, grasas o aceites que deberán ser eliminados en el momento del acoplamiento.

- Especial cuidado se tendrá hacia los materiales frágiles y delicados, como materiales aislantes, aparatos de control y medida etc., que deberán quedar especialmente protegidos.

## Limpieza de la obra

La empresa instaladora y en su nombre el Jefe de Obra será la encargada de velar por la limpieza de la obra, retirando todos los desechos y sobrantes de materiales de la misma a diario, a fin de evitar estorbos innecesarios en la realización de la obra. Durante el curso del montaje de las instalaciones se deberán evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, como embalajes, retales de tuberías, conductos y materiales aislantes, etc.

Queda terminantemente prohibido efectuar acopios de materiales, cualquiera que sea su naturaleza, en aquellas zonas que interfieran cualquier tipo de servicios públicos o privados, excepto con autorización de la Dirección Facultativa en el primer caso o del propietario de los mismos en el segundo.



Las superficies empleadas como zonas de acopios deberán acondicionarse una vez terminada la utilización de los materiales acumulados en ellas, de forma que puedan recuperar su aspecto original. Todos los gastos requeridos para ello serán de cuenta del Contratista.

El Contratista deberá proteger los materiales y la propia obra contra todo daño durante el periodo de construcción y almacenar todos los materiales inflamables, cumpliendo todos los reglamentos vigentes para el almacenamiento de carburantes.

Deberá conservar en perfecto estado de limpieza todos los espacios interiores y exteriores a las construcciones, evacuando los desperdicios y basuras. El Contratista queda obligado a dejar libres y desembarazadas las vías públicas, debiendo realizar las obras necesarias para dejar tránsito a peatones y vehículos durante la ejecución de las obras, así como los trabajos requeridos para desviación de alcantarillas, tuberías, cables eléctricos, y en general, cualquier instalación que sea necesario modificar.

Así mismo, al final de la obra, se deberán limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las uniones terminales, equipos de salas de máquinas, instrumentos de medida y control, cuadros eléctricos, etc., dejándolos en perfecto estado.

### Andamios y aparejos

El contratista y en su nombre, el Jefe de Obra, siguiendo en todo caso las directrices del Director de Obra, serán los encargados de velar por la buena calidad de andamios y demás aparejos que se utilicen en la obra, así como de que estos cumplen todas las prescripciones de seguridad en el trabajo.

### Obras auxiliares de albañilería

En todas aquellas unidades de obra, fábrica o trabajos de toda índole que entren en el espíritu general del Proyecto y para las cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego, el Contratista se atenderá en primer término a lo que resulte de los planos, cuadros de precios y presupuestos; en segundo término a las buenas prácticas constructivas seguidas en fábricas o trabajos análogos y en cualquier caso a las indicaciones que al respecto haga la Dirección facultativa.

## Energía eléctrica y agua +

El contratista será el encargado de conseguir las acometidas de agua y luz para la realización de las obras, así como de obtener los pertinentes permisos que fueran necesarios para la obtención de dichas acometidas. Dichas acometidas se realizarán conforme a su normativa particular y a las prescripciones del presente pliego y en todo caso cumplirán las medidas mínimas de seguridad pertinentes.

## Ruidos y vibraciones

Toda instalación debe funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos establecidos en este reglamento. -Las correcciones que deban introducirse en los equipos para reducir su ruido o vibración deben adecuarse a las recomendaciones del fabricante del equipo y no deben reducir las necesidades mínimas especificadas en proyecto.

## Accesibilidad

Los elementos de medida, control, protección y maniobra se deben instalar en lugares visibles y fácilmente accesibles, sin necesidad de desmontar ninguna parte de la instalación, particularmente cuando cumpla funciones de seguridad.

- Los equipos que necesiten operaciones periódicas de mantenimiento deben situarse en emplazamientos que permitan la plena accesibilidad de todas sus partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la reglamentación vigente y las recomendaciones del fabricante.

- Para aquellos equipos dotados de válvulas, compuertas, unidades terminales, elementos de control, etc. que, por alguna razón, deban quedar ocultos, se preverá un sistema de acceso fácil por medio de puertas, mamparas, paneles u otros elementos. La situación exacta de estos elementos de acceso será suministrada durante la fase de montaje y quedará reflejada en los planos finales de la instalación.



Protección de partes en movimiento y elementos sometidos a temperaturas altas.

Las zonas de paso junto a instalaciones peligrosas, como puedan ser partes en movimiento y elementos sometidos a temperaturas altas, deben estar protegidas convenientemente.

La separación entre máquinas u otros aparatos que se encuentren en movimiento nunca será menor de 0,8 metros, contándose esta distancia a partir del punto más saliente del recorrido de los órganos móviles de cada máquina.

En todo caso se atenderá a la Normativa de aplicación de Seguridad e Higiene en el Trabajo, velando el Encargado de Obra por el cumplimiento de dicha normativa

.

#### Tuberías y accesorios

Antes del montaje, debe comprobarse que las tuberías no estén rotas, dobladas, aplastadas, oxidadas o dañadas de cualquier manera.

- Las tuberías se instalarán de forma ordenada, disponiéndolas, siempre que sea posible, paralelamente a tres ejes perpendiculares entre si y paralelos a los elementos estructurales del edificio, salvo las pendientes que deben darse a los elementos horizontales.

- La separación entre la superficie exterior del recubrimiento de una tubería y cualquier otro elemento será tal que permita la manipulación y el mantenimiento del aislante térmico, si existe, así como de válvulas, purgadores, aparatos de medida y control, etc.

- El órgano de mando de las válvulas no deberá interferir con el aislamiento térmico de la tubería. Las válvulas roscadas y las de mariposa deben estar correctamente acopladas a las tuberías, de forma que no haya interferencia entre éstas y el obturador.

- La alineación de las canalizaciones en uniones, cambios de sección y derivaciones, se realizarán sin forzar las tuberías, empleando los correspondientes accesorios o piezas especiales.

- Para la realización de cambios de dirección se utilizarán preferentemente piezas especiales, unidas a las tuberías mediante rosca, soldadura, encolado o bridas.



- Cuando las curvas se realicen por cintrado de la tubería, la sección transversal no podrá reducirse ni deformarse; la curva podrá hacerse corrugada para conferir mayor flexibilidad. El cintrado se hará en caliente cuando el diámetro sea mayor que D50 y en los tubos de acero soldado se hará de forma que la soldadura longitudinal coincida con la fibra neutra de la curva.
- El radio de curvatura será el máximo que permita el espacio disponible. Las derivaciones deben formar un ángulo de 45 grados entre el eje del ramal y el eje de la tubería principal. uso de codos o derivaciones con ángulos de 90 grados está permitido solamente cuando espacio disponible no deje otra alternativa o cuando se necesite equilibrar un circuito.

### Conexiones

Las conexiones de los equipos y los 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 las vibraciones.

- Las conexiones deben ser fácilmente desmontables al fin de facilitar el acceso al equipo en caso de reparación o sustitución. Los elementos accesorios del equipo, tales como válvulas de interceptación y de regulación, instrumentos de medida y control, manguitos amortiguadores de vibraciones, filtros, etc., deberán instalarse antes de la parte desmontable de la conexión, hacia la red de distribución.
- Se admiten conexiones roscadas de las tuberías a los equipos o aparatos solamente cuando el diámetro sea igual o menor que DN 50.

### Uniones

Según el tipo de tubería empleada y la función que ésta deba cumplir, las uniones pueden realizarse por soldadura, encolado, rosca, brida, compresión mecánica o junta elástica. Los extremos de las tuberías se prepararán de forma adecuada al tipo de unión que se debe realizar.

- Antes de efectuar una unión, se repasarán y limpiarán los extremos de los tubos para eliminar las rebabas que se hubieran formado al cortarlos o aterrararlos y cualquier otra impureza que pueda haberse depositado en el interior o en la superficie exterior, utilizando los productos recomendados por el fabricante. La limpieza de las superficies de las tuberías de cobre y de



materiales plásticos deben realizarse de forma esmerada, ya que de ella depende la estanqueidad de la unión.

- Entre las dos partes de las uniones se interpondrá el material necesario para la obtención de una estanqueidad perfecta y duradera, a la temperatura y presión de servicio.

- Cuando se realice la unión de dos tuberías, directamente o a través de un accesorio, aquellas no deben forzarse para conseguir que los extremos coincidan en el punto de acoplamiento, sino que deben haberse cortado y colocado con la debida exactitud.

- No deberán realizarse uniones en el interior de los manguitos que atraviesen muros, forjados u otros elementos estructurales.

- Los cambios de sección en las tuberías horizontales se efectuarán con manguitos excéntricos y con los tubos enrasados por la generatriz superior para evitar la formación de bolsas de aire.

- En las derivaciones horizontales realizadas en tramos horizontales se enrasarán las generatrices superiores del tubo principal y del ramal.

- No se permite la manipulación en caliente a pie de obra de tuberías de materiales plásticos, salvo para la formación de abocardados y en el caso de que se utilicen los tipos de plástico adecuados para la soldadura térmica.

- El acoplamiento de tuberías de materiales diferentes se hará por medio de bridas; si ambos materiales son metálicos la junta será dieléctrica. En los circuitos abiertos, el sentido del flujo de agua debe ser siempre desde el tubo de material menos noble hacia el material más noble.

- Para instalaciones de suministro de gas por canalización se observarán las exigencias contenidas en la reglamentación específica.

### Manguitos pasamuros

Los manguitos pasamuros deben colocarse en la obra de albañilería o de elementos estructurales cuando éstas se estén ejecutando.

El espacio comprendido entre el manguito y la tubería debe rellenarse con una masilla plástica, que selle totalmente el paso y permita la libre dilatación de la conducción.

En algunos casos, puede ser necesario que el material de relleno sea impermeable al paso de vapor de agua. Los manguitos deben acabarse a ras

del elemento de obra, salvo cuando pasen a través de forjados, en cuyo caso deben sobresalir unos 2 cm por la parte superior. Los manguitos se construirán con un material adecuado y con unas dimensiones suficientes para que pueda pasar con holgura la tubería con su aislante térmico. La holgura no puede ser mayor que 3 cm.

Cuando el manguito atraviese un elemento al que se le exija una determinada resistencia al fuego, la solución constructiva del conjunto debe mantener como mínimo, la misma resistencia.

Se considera que los pasos a través de un elemento constructivo no reducen su resistencia al fuego si se cumple alguna de las condiciones establecidas a este respecto en el Documento Básico SI, del CTE “Seguridad en caso de Incendio”, vigente.

### Pendientes

La colocación de la red de distribución del fluido caloportador se hará siempre de manera que se evite la formación de bolsas de aire.

En los tramos horizontales las tuberías tendrán una pendiente ascendente hacia el purgador más cercano o hacia el vaso de expansión, cuando éste sea de tipo abierto y, preferentemente, en el sentido de circulación del fluido. El valor de la pendiente será igual al 0,2% como mínimo, tanto cuando la instalación esté fría como cuando esté caliente.

- No obstante, cuando como consecuencia de las características de obra, tengan que instalarse tramos con pendientes menores que las anteriormente señaladas, se utilizarán tuberías de diámetro inmediatamente mayor que el calculado.

### Purgas

La eliminación del aire en los circuitos se obtendrá de forma distinta según el tipo del circuito.

- En circuitos de tipo abierto, como los de las torres de refrigeración, la pendiente de la tubería será ascendente hacia la bandeja de la torre, si esta está situada en la parte alta del circuito, de tal manera que se favorezca la tendencia del aire a desplazarse hacia las partes superiores del circuito y, con la ayuda del movimiento del agua, se elimine aquel automática y rápidamente.



- En los circuitos cerrados, donde se crean puntos altos debidos al trazado (finales de columnas, conexiones a unidades terminales etc.) o a las pendientes mencionadas anteriormente, se instalarán purgadores que eliminen el aire que allí se pudiera acumular, preferentemente de forma automática.
- Los purgadores deben ser accesibles y la salida de la mezcla aire - agua debe conducirse, salvo cuando estén instalados sobre ciertas unidades terminales, de forma que la descarga sea visible. Sobre la línea de purga se instalará una válvula de interceptación, preferentemente de esfera o de cilindro.
- En las salas de máquinas los purgadores serán, preferentemente, de tipo manual, con válvulas de esfera o de cilindro como elementos de actuación. Su descarga debe conducirse a un colector común, de tipo abierto, en el que se situarán las válvulas de purga, en un lugar visible y accesible.

### Soportes

Para el dimensionado, y la disposición de los soportes de las tuberías se seguirán las prescripciones marcadas en las normas UNE correspondientes al tipo de tubería. En particular, para las tuberías de acero, se seguirán las prescripciones marcadas en la instrucción UNE 100152.

- Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones, formación de condensaciones y corrosión, entre tuberías y soportes metálicos debe interponerse un material flexible no metálico, de dureza y espesor adecuados.

### Preparación y limpieza de redes de tuberías

Antes de realizar la prueba de estanquidad y de efectuar el llenado definitivo, las redes de tuberías de agua deben ser limpiadas internamente para eliminar los residuos procedentes del montaje.

Las pruebas de estanquidad requerirán el cierre de los terminales abiertos. Deberá comprobarse que los aparatos y accesorios que queden incluidos en la sección de la red que se pretende probar puedan soportar la presión a la que se les va a someter. De no ser así, tales aparatos y accesorios deben quedar excluidos, cerrando válvulas o sustituyéndolos por tapones.

Para ello, una vez completada la instalación, la limpieza podrá efectuarse llenándola y vaciándola el número de veces que sea necesario, con agua o con una solución acuosa de un producto detergente, con dispersantes compatibles



con los materiales empleados en el circuito, cuya concentración será establecida por el fabricante.

El uso de productos detergentes no está permitido para redes de tuberías destinadas a la distribución de agua para usos sanitarios. Tras el llenado, se pondrán en funcionamiento las bombas y se dejará circular el agua durante el tiempo que indique el fabricante del compuesto dispersante. Posteriormente, se vaciará totalmente la red y se enjuagará con agua procedente del dispositivo de alimentación. En el caso de redes cerradas, destinadas a la circulación de fluidos con temperatura de funcionamiento menor que 100 °C, se medirá el pH del agua del circuito. Si el pH resultara menor que 7,5 se repetirá la operación de limpieza y enjuague tantas veces como sea necesario. A continuación se pondrá en funcionamiento la instalación con sus aparatos de tratamiento.

### Preparación y limpieza de redes de conductos

La limpieza interior de las redes de conductos de aire se efectuará una vez se haya completado el montaje de la red y de la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conectar las unidades terminales y de montar los elementos de acabado y los muebles.

En las redes de conductos se cumplirá con las condiciones que prescribe la norma UNE 100012.

Antes de que una red de conductos se haga inaccesible por la instalación de aislamiento térmico o el cierre de obras de albañilería y de falsos techos, se realizarán pruebas de resistencia mecánica y de estanquidad para establecer si se ajustan al servicio requerido, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o memoria técnica.

Para la realización de las pruebas las aperturas de los conductos, donde irán conectados los elementos de difusión de aire o las unidades terminales, deben cerrarse rígidamente y quedar perfectamente selladas.

### Señalización

El Contratista queda obligado al cumplimiento de lo perpetuado sobre señalización en la legislación vigente, corriendo a su costa los gastos por este concepto.

El Contratista adjudicatario de las obras vendrá obligado a instalar y mantener a su costa y bajo su responsabilidad las señalizaciones, balizamientos,

iluminaciones y protecciones adecuadas para las obras, ateniéndose en todo momento a las vigentes reglamentaciones y obteniendo en todo caso las autorizaciones necesarias para las ejecuciones parciales de las obras.

El tipo de vallas, iluminación, pintura y señales circulatorias direccionales, de precaución y peligro, se ajustarán a los modelos reglamentarios, debiendo en las obras que por su importancia lo requieran mantener permanentemente un vigilante con la responsabilidad de la colocación y conservación de dichas señales. Tanto las señales como los cartelones serán de propiedad del Contratista adjudicatario de las obras.

Las conducciones de la instalación deben estar señalizadas de acuerdo con lo indicado en UNE 100100. En la sala de máquinas se dispondrá el código de colores y un plano con el esquema de principio de la instalación, enmarcado en un cuadro de protección.

Todas las instrucciones de seguridad, de manejo y maniobra y de funcionamiento, según lo que figure en el “Manual de Uso y Mantenimiento”, deben estar situadas en lugar visible, en sala de máquinas y locales técnicos.

### Identificación

Al final de la obra los aparatos, equipos y cuadros eléctricos que no vengan reglamentariamente identificados con placa de fábrica, deben marcarse mediante una chapa de identificación, sobre la cual se indicarán el nombre y las características técnicas del elemento.

En los cuadros eléctricos los bornes de salida deben tener un número de identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia. La información contenida en las placas debe escribirse en lengua castellana, por lo menos, y con caracteres indelebles y claros, de altura no menor que 5 mm.

Las placas se situarán en un lugar visible y se fijarán mediante remaches, soldadura o material adhesivo resistente a las condiciones ambientales.

### Pruebas

En la instalación terminada, bien sobre la instalación en su conjunto o bien sobre sus diferentes partes, deben realizarse las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto o memoria técnica u ordenadas por el instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de



este último sea preceptiva, las previstas en la IT 2 y las exigidas por la normativa vigente.

Las pruebas de la instalación se efectuarán por la empresa instaladora, que dispondrá de los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación, de acuerdo a los requisitos de la IT 2.

Los resultados de las pruebas realizadas a cada uno de los equipos, aparatos o subsistemas, pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación. Todas las pruebas se efectuarán en presencia del instalador autorizado o del director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, quien debe dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados obtenidos.

Cuando para extender el certificado de la instalación sea necesario disponer de energía para realizar pruebas, se solicitará, a la empresa suministradora de energía un suministro provisional para pruebas por el instalador autorizado o por el director de la instalación a los que se refiere este reglamento, y bajo su responsabilidad.

### Equipos

Se tomará nota de los datos de funcionamiento de los equipos y aparatos, que pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación. Se registrarán los datos nominales de funcionamiento que figuren en el proyecto o memoria técnica y los datos reales de funcionamiento.

Los quemadores se ajustarán a las potencias de los generadores, verificando, al mismo tiempo los parámetros de la combustión; se medirán los rendimientos de los conjuntos caldera-quemador.

### Pruebas de estanquidad de redes de tuberías de agua

Todas las redes de circulación de fluidos portadores deben ser probadas hidrostáticamente, a fin de asegurar su estanquidad, antes de quedar ocultas por obras de albañilería, material de relleno o por el material aislante.

Son válidas las pruebas realizadas de acuerdo con la norma UNE-EN-14336 para tuberías metálicas o a UNE-ENV-12108 para tuberías de plástico.

El procedimiento para seguir para las pruebas de estanquidad hidráulica, en función del tipo de tubería y con el fin de detectar fallos de continuidad en las tuberías de circulación de fluidos portadores, comprenderá las fases que se relacionan a continuación.

Preparación y limpieza de redes de tuberías (Véase apartado 4.14 de este documento)

Prueba preliminar de estanquidad.

Esta prueba se efectuará a baja presión, para detectar fallos de continuidad de la red y evitar los daños que podría provocar la prueba de resistencia mecánica; se empleará el mismo fluido transportado o, generalmente, agua a la presión de llenado.

La prueba preliminar tendrá la duración suficiente para verificar la estanquidad de todas las uniones.

#### Prueba de resistencia mecánica

Esta prueba se efectuará a continuación de la prueba preliminar: una vez llenada la red con el fluido de prueba, se someterá a las uniones a un esfuerzo por la aplicación de la presión de prueba. En el caso de circuitos cerrados de agua refrigerada o de agua caliente hasta una temperatura máxima de servicio de 100 °C, la presión de prueba será equivalente a una vez y media la presión máxima efectiva de trabajo a la temperatura de servicio, con un mínimo de 6 bar; para circuitos de agua caliente sanitaria, la presión de prueba será equivalente a dos veces la presión máxima efectiva de trabajo a la temperatura de servicio, con un mínimo de 6 bar.

Los equipos, aparatos y accesorios que no soporten dichas presiones quedarán excluidos de la prueba.

La prueba hidráulica de resistencia mecánica tendrá la duración suficiente para verificar visualmente la resistencia estructural de los equipos y tuberías sometidos a la misma. Reparación de fugas.

La reparación de las fugas detectadas se realizará desmontando la junta, accesorio o sección donde se haya originado la fuga y sustituyendo la parte defectuosa o averiada con material nuevo. Una vez reparadas las anomalías, se volverá a comenzar desde la prueba preliminar. El proceso se repetirá tantas veces como sea necesario, hasta que la red sea estanca.

#### Pruebas de libre dilatación

Una vez que las pruebas anteriores de las redes de tuberías hayan resultado satisfactorias y se haya comprobado hidrostáticamente el ajuste de los elementos de seguridad, las instalaciones equipadas con generadores de calor se llevarán hasta la temperatura de tarado de los elementos de seguridad, habiendo anulado previamente la actuación de los aparatos de regulación automática. Durante el enfriamiento de la instalación y al finalizar el mismo, se



comprobará visualmente que no hayan tenido lugar deformaciones apreciables en ningún elemento o tramo de tubería y que el sistema de expansión haya funcionado correctamente.

#### Pruebas de estanquidad de chimeneas

La estanquidad de los conductos de evacuación de humos se ensayará según las instrucciones de su fabricante.

#### Pruebas finales

Se consideran válidas las pruebas finales que se realicen siguiendo las instrucciones indicadas en la norma UNE-EN 12599 en lo que respecta a los controles y mediciones funcionales, indicados en los capítulos 5 y 6.

#### Ajuste y equilibrado

Las instalaciones térmicas deben ser ajustadas a los valores de las prestaciones que figuren en el proyecto o memoria técnica, dentro de los márgenes admisibles de tolerancia.

La empresa instaladora deberá presentar un informe final de las pruebas efectuadas que contenga las condiciones de funcionamiento de los equipos y aparatos.

#### Sistemas de distribución de agua.

La empresa instaladora realizará y documentará el procedimiento de ajuste y equilibrado de los sistemas de distribución de agua, de acuerdo con lo siguiente:

De cada circuito hidráulico se deben conocer el caudal nominal y la presión, así como los caudales nominales en ramales y unidades terminales.

Se comprobará que el fluido anticongelante contenido en los circuitos expuestos a heladas cumple con los requisitos especificados en el proyecto o memoria técnica.

Cada bomba, de la que se debe conocer la curva característica, deberá ser ajustada al caudal de diseño, como paso previo al ajuste de los generadores de calor y frío a los caudales y temperaturas de diseño. Las unidades terminales, o los dispositivos de equilibrado de los ramales, serán equilibradas al caudal de diseño.

En circuitos hidráulicos equipados con válvulas de control de presión diferencial, se deberá ajustar el valor del punto de control del mecanismo al rango de variación de la caída de presión del circuito controlado. Cuando exista más de una unidad terminal de cualquier tipo, se deberá comprobar el correcto equilibrado hidráulico de los diferentes ramales, mediante el procedimiento previsto en el proyecto o memoria técnica.

De cada intercambiador de calor se deben conocer la potencia, temperatura y caudales de diseño, debiéndose ajustar los caudales de diseño que lo atraviesan.

### Control automático

Se ajustarán los parámetros del sistema de control automático a los valores de diseño especificados en el proyecto o memoria técnica y se comprobará el funcionamiento de los componentes que configuran el sistema de control. Para ello, se establecerán los criterios de seguimiento basados en la propia estructura del sistema, en base a los niveles del proceso siguientes: nivel de unidades de campo, nivel de proceso, nivel de comunicaciones, nivel de gestión y tele gestión. Los niveles de proceso serán verificados para constatar su adaptación a la aplicación, de acuerdo con la base de datos especificados en el proyecto o memoria técnica. Son válidos a estos efectos los protocolos establecidos en la norma UNE-EN-ISO 16484-3.

Cuando la instalación disponga de un sistema de control, mando y gestión o tele gestión basado en la tecnología de la información, su mantenimiento y la actualización de las versiones de los programas deberá ser realizado por personal cualificado o por el mismo suministrador de los programas.

### Eficiencia energética

La empresa instaladora realizará y documentará las siguientes pruebas de eficiencia energética de la instalación:

- a) Comprobación del funcionamiento de la instalación en las condiciones de régimen.
- b) Comprobación de la eficiencia energética de los equipos de generación de calor y frío en las condiciones de trabajo. El rendimiento del generador de calor no debe ser inferior en más de 5 unidades del límite inferior del rango marcado para la categoría indicada en el etiquetado energético del equipo de acuerdo con la normativa vigente.



- c) Comprobación de los intercambiadores de calor, climatizadores y demás equipos en los que se efectúe una transferencia de energía térmica.
- d) Comprobación de la eficiencia y la aportación energética de la producción de los sistemas de generación de energía de origen renovable.
- e) Comprobación del funcionamiento de los elementos de regulación y control.
- f) Comprobación de las temperaturas y los saltos térmicos de todos los circuitos de generación, distribución y las unidades terminales en las condiciones de régimen.
- g) Comprobación que los consumos energéticos se hallan dentro de los márgenes previstos en el proyecto o memoria técnica.
- h) Comprobación del funcionamiento y del consumo de los motores eléctricos en las condiciones reales de trabajo.
- i) Comprobación de las pérdidas térmicas de distribución de la instalación hidráulica.

### Certificado

Una vez finalizada la instalación, realizadas las pruebas de puesta en servicio de la instalación que se especifican en la IT 2, con resultados satisfactorios, el instalador autorizado y el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, suscribirán el certificado de la instalación.

El certificado, según modelo establecido por el órgano competente de la Comunidad Autónoma, tendrá como mínimo el contenido siguiente:

- a) identificación y datos referentes a sus principales características técnicas de la instalación realmente ejecutada;
- b) identificación de la empresa instaladora, instalador autorizado con carné profesional y del director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva;
- c) los resultados de las pruebas de puesta en servicio realizadas de acuerdo con la IT 2.
- d) declaración expresa de que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con el proyecto o memoria técnica y de que cumple con los requisitos exigidos por el RITE.



## Condiciones para la puesta en servicio de la instalación

Para la puesta en servicio de la instalación será necesario el registro del certificado de la instalación en el órgano competente de la Comunidad Autónoma donde radique la instalación, para lo cual la empresa instaladora debe presentar al mismo la siguiente documentación:

- a) proyecto o memoria técnica de la instalación realmente ejecutada;
- b) certificado de la instalación;
- c) certificado de inspección inicial con calificación aceptable, cuando sea preceptivo.

Registrada la instalación en el órgano competente de la Comunidad Autónoma, el instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, hará entrega al titular de la instalación de la documentación que se relaciona a continuación, que se debe incorporar en el Libro del Edificio:

- a) el proyecto o memoria técnica de la instalación realmente ejecutada;
- b) el «Manual de uso y mantenimiento» de la instalación realmente ejecutada;
- c) una relación de los materiales y los equipos realmente instalados, en la que se indiquen sus características técnicas y de funcionamiento, junto con la correspondiente documentación de origen y garantía;
- d) los resultados de las pruebas de puesta en servicio realizadas de acuerdo con la IT 2;
- e) el certificado de la instalación, registrado en el órgano competente de la Comunidad Autónoma;
- f) el certificado de la inspección inicial, cuando sea preceptivo.

## Normativa

La instalación de la obra se ajustará a lo determinado en este Proyecto.

La normativa para aplicar se encuentra en el punto 3 de la Memoria.

Con respecto a los apartados referentes al trabajo humano, el constructor de las obras será el único responsable ante las consecuencias que se evoquen por las transgresiones de los respectivos reglamentos y normas en vigor, sin





perjuicio de las facultades que tenga la Dirección Técnica de las obras para establecer las indicaciones que considere procedentes.

### Subcontratistas

El Contratista y los subcontratistas en su caso, estarán obligados al cumplimiento de lo establecido en el Estatuto de los Trabajadores y disposiciones que lo desarrollen, Reglamentaciones de trabajo y Disposiciones Regulatoras de los subsidios y seguros sociales; vigentes o que en lo sucesivo se dicten. Las subcontratas que trabajen en la obra deberán estar debidamente cualificadas, según la legislación vigente para la realización de los trabajos que se van a desarrollar.

### Seguridad y salud

El Contratista será el único responsable de las consecuencias de las transgresiones de los reglamentos de seguridad vigentes en la construcción, instalaciones eléctricas, etc., sin perjuicio de las atribuciones de la Inspección Técnica al respecto.

La Empresa Instaladora está obligada a que todo el personal contratado directa o indirectamente se encuentre convenientemente asegurado, según la reglamentación vigente.

Así mismo, deberá tomar las medidas oportunas de seguridad, durante el tiempo que transcurra la obra, según el estudio o anexo de seguridad, en su caso, del proyecto; caso de producirse algún accidente por negligencia de algún empleado de la Empresa, ésta se hará responsable.

### Elementos de regulación y control general

Se incluyen en este pliego, los elementos siguientes:

- Termostatos y reguladores de temperatura ambiente.
- Válvulas motorizadas y actuadores de compuertas.
- Central de regulación.
- Sonda de presión.



## Termostatos y Reguladores de Temperatura Ambiente

Los termostatos serán del tipo todo o nada, dispondrán de escala de temperatura entre 10 y 30°C., llevando marcadas las divisiones correspondientes a los grados y se indicará en cifra cada cinco grados.

El error máximo obtenido en laboratorio, entre la temperatura real existente y la indicada por el termostato una vez alcanzado el equilibrio, será como máximo de 1°C. El diferencial estático de los termostatos no será superior a 1,5°C.

El termostato resistirá sin que sufran modificaciones sus características, 10.000 ciclos de apertura-cierre, a la máxima carga prevista para el circuito mandado por el termostato. Los reguladores de temperatura ambiente serán electrónicos, 24V+-20% y señal de mando progresivo de 0 a 20 V. Los componentes electrónicos, elemento sensible y potenciómetro estarán agrupados en caja de plástico de construcción compacta.

El termostato dispondrá de cursor para su accionamiento situado en un lugar visible, junto con escala de temperatura en grados Celsius comprendido entre 5 y 35, con divisiones de grado en grado y en cifra cada 5. El cursor podrá bloquearse en un punto determinado. Dispondrá de potenciómetro de ajuste de banda proporcional y selector de sentido de acción de regulación oculta. Se colocarán en la pared opuesta a la descarga del aire a una altura de 1,5m. del suelo, se evitará su colocación en paredes soleadas o en proximidad de fuente de calor.

- sonda de temperatura de tubería: Podrá ser de tipo inmersión y en localizaciones especiales del tipo de contacto.

- sonda de inmersión: Se construirá en caja de plástico protección IP 30 con tapa de enclavamiento y vaina de protección de latón niquelado PN10 rosca R1/2" siendo la longitud de la vaina de 100mm. conteniendo elemento sensible tipo Ni 1000°C. o de NTC. Las bornas se hallarán en la parte inferior de la caja.

La entrada de cable será por prensaestopas.

La gama de utilización variará entre -30 y +30°C., soportarán condiciones ambientes de temperatura comprendida entre -50 y 60°C y de humedad tipo G según DIN 40040.

Se colocarán preferentemente en codos orientando la sonda contra el sentido de circulación. Para presiones nominales superiores a PN10 temperaturas de más de 100°, se dispondrá de junta de estanqueidad plana para la vaina.



### Sonda de contacto:

Se construirá en caja de plástico con tapa de enclavamiento.

Las bornas se hallarán en la parte inferior de la caja. La entrada de los cables será por prensa estopa. Brida de sujeción para tuberías de 15 a 150mm.  $\phi$ . El elemento sensible será una resistencia del tipo Ni 1000 $\Omega$  a  $^{\circ}\text{C}$ ., o de NTC.

La gama de utilización variará entre -30 a +130 $^{\circ}\text{C}$ . soportará condiciones ambientes de temperaturas comprendidas entre -40 y +60 $^{\circ}\text{C}$  y de humedad tipo G según DIN 40040.

La sonda se colocará solidariamente a la tubería, estando la superficie de contacto exenta de suciedad, pintura u óxido.

### Sonda exterior

Se compondrá de caja de plástico con tapa sujeta por tornillos.

El elemento sensible será de tipo Ni 1000 a  $^{\circ}\text{C}$ ., o NTC, y estará encapsulado en resina sintética. Las bornas de conexión se hallan dentro de la caja y serán accesibles quitando la tapa.

La entrada de cables será por prensaestopas. La gama de utilización variará entre -30 y +60 $^{\circ}\text{C}$  y de humedad tipo R según DIN 40040.

Se colocarán en la fachada más afectada por los vientos fríos dominantes; en ningún caso se expondrá a la acción directa de la radiación solar. La altura mínima sobre el nivel del suelo será de extracción u otras fuentes de calor. La sonda no se pintará.

### Sonda de humedad ambiente

Se compondrá de caja de plástico protección IP30, enchufable a zócalo previsto para su fijación a pared, y borna de conexión.

El elemento sensible será un material higroscópico cuya longitud variará en función de la humedad relativa. Dispondrá de cursor para la fijación del punto de consigna y de escalas de humedades relativas que variará de 10 en 10. Dispondrá de topes para limitar el recorrido del cursor y podrá bloquearse.

La gama de regulación estará entre 30 y 90% HR soportará condiciones ambientales de temperatura entre 0 y +50 $^{\circ}\text{C}$ . y de humedad tipo G según DIN 40040.

Se colocará en pared del local a climatizar a 1,5m. mínimo del suelo terminado, evitándose su colocación en zonas muertas.

### Válvulas Motorizadas y Ambientales de Compuertas:

Las válvulas motorizadas estarán construidas con materiales inalterables por el líquido que va a circular por ellas. Soportarán temperaturas de hasta 120°C. y presión de servicio mínimo 600Kpa.

La válvula será de tipo de asiento, con cuerpo de bronce o de fundición; el vástago y cierre serán de acero inoxidable o Cromo Níquel, y los asientos estarán mecanizados sobre el cuerpo de la válvula.

Se asegurará la estanqueidad del eje mediante prensaestopas compuesto por dos anillos tóricos y dos segmentos de guía.

El actuador será de tipo electrónico carente de entretenimiento, embutido en caja de plástico protección IP42. Las bornas de conexión y el selector de característica de la válvula se alojarán en el interior de la caja.

La entrada de cables será por prensaestopas. La fijación del actuador sobre la válvula se hará mediante tornillos cónicos. El conjunto actuador válvula resistirá con agua 90°C y una presión de una vez y media la del trabajo, con un mínimo de 600 Kpa., 10.000 ciclos de apertura y cierre sin que se modifiquen las características del conjunto ni se dañen las conexiones eléctricas.

Con la válvula cerrada, aplicando agua arriba a una presión de agua fría de 100Kpa, no perderá agua en cantidad superior al 3% de su caudal nominal, considerándose caudal nominal aquel que se produce con la válvula en posición abierta, una pérdida de carga de 100Kpa.

El caudal nominal no diferirá en más de un 5% del dado por el fabricante. La relación  $K_v = Q/\sqrt{\Delta P}$ , siendo Q el caudal en l/s P la pérdida de carga en Kpa, será tal que la pérdida de carga del elemento o circuito que se controle.

El conjunto actuador-válvula soportará una temperatura ambiente comprendida entre -20 y +45°C. con una humedad tipo G DIN 40040. Las válvulas se montarán de forma que el sentido de circulación se corresponda con las indicaciones del cuerpo de la válvula.

El actuador no se montará en posición vertical invertida. El actuador de compuertas estará formado por caja de plástico protección IP 42DIN, donde se encuentra el elemento actuador formado por sistema de dilatación térmico con retorno de muelle y de brazo de transmisión rotativo de accionamiento de la compuerta. Podrá ser de tipo accionado por motor lineal.

El recorrido estará limitado mecánicamente en posición 0% y electrónicamente en posición 100%.

Dispondrá de contacto fin de carrera ajustable para cualquier posición intermedia de tipo microrruptor actuado por tope ajustable montado sobre una cremallera. Las bornas de conexión se situarán bajo la tapa de la carcasa. Las entradas de cables se harán por orificio prensa estopa.

El actuador soportará condiciones ambientales de temperatura comprendida entre  $-15$  y  $+40^{\circ}\text{C}$ . y humedades tipo D DIN 40040.

### Central de Regulación

Será del tipo electrónico modular construido mediante circuitos impresos de formato standard europeo ( $100 \times 160$ ) y conectores según normas DIN.

Estará compuesto por caja de plástico a prueba de choque y protección IP42. Dispondrá de potenciómetro visible de valor de consigna con escala de temperatura en grados Celsius comprendida entre  $+0$  y  $+50^{\circ}\text{C}$ . con indicación de cada grado, diodos tipo LED para indicación de señal de mando, e interruptor automático-manual.

En el interior se situarán los potenciómetros de ajuste de banda proporcional, ajuste de zona muerta y ajuste posición mínima de la compuerta, base del enchufe del tester de diagnóstico, escala y cursor de ajuste del módulo, submódulo, selector de acción e interruptor.

La central de regulación garantizará que para temperaturas exteriores de  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $+10^{\circ}\text{C}$ ., la temperatura del agua no difiera en más de  $2^{\circ}\text{C}$ . de la de proyecto. La central soportará condiciones ambientales de temperatura comprendidas entre  $-10$  y  $+50^{\circ}\text{C}$ . y de humedad tipo F según DIN 40040.

### Sondas de Presión

Será del tipo electrónico. Estará compuesta por cajas de plástico protección IP42 con tapa sujeta por tornillos. El elemento sensible lo compondrá un tubo de pequeño diámetro en el que se montarán dos resistencias calefactoras.

Los extremos del tubo estarán conectados a las tomas de presión.

Cuando se produzca la diferencia de presión, se generará una circulación de aire en el tubo y un enfriamiento de los bobinados calefactores, produciéndose entonces una variación de la resistencia. Esta diferencia será función de la diferencia de presión, que se transformará en una señal a través de un amplificador.

Se montarán por medio de una brida, en la cual se encajará y engatillará la sonda. la toma de presión irá a través de la brida y la otra saldrá de la caja, ambas para conexión roscada  $R1/8"$ . la entrada de los cables de conexionado se hará por prensa estopa. La temperatura del aire no sobrepasará  $50^{\circ}\text{C}$ . Podrá



soportar condiciones ambientales de temperatura comprendida entre -15 y +50°C. y una humedad tipo D según DIN 40040. Todos los elementos de regulación de tipo electrónico funcionarán a una tensión de 24V+- 20% con frecuencia de 50Hz.

Siendo las señales de mando progresivas variando desde 0 a 10 y con una intensidad de 1mA.

## Generadores de calor

### General

Los generadores de calor cumplirán con el Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero por el que se dictan normas de aplicación de la Directiva del Consejo 92/42/CEE relativa a los requisitos mínimos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas por combustibles líquidos o gaseosos y válida para calderas de una potencia nominal comprendida entre 4 a 400 KW. Las calderas de potencia superior a 400 KW. tendrán un rendimiento igual o superior al exigido para las calderas de 400 KW.

Las calderas de gas se atenderán en todo caso a la reglamentación vigente, a lo establecido en esta instrucción técnica complementaria y particularmente al Real Decreto 1428/1992 de 27 de Noviembre por el que se aprueban las disposiciones de aplicación de la Directiva 90/396/CEE sobre aparatos de gas.

Los equipos de producción de calor serán de un tipo aprobado y registrado por el Ministerio de industria y Energía.

El rendimiento del conjunto Caldera-Quemador, referido al poder calorífico inferior del combustible, tendrá un valor igual o superior a lo que se exige en R.I.T.E-ITE, según la potencia útil de generador y el tipo de combustible.

Los conjuntos de generación de calor utilizarán solamente el combustible para el que fueron diseñados. La Empresa Instaladora deberá suministrar las instrucciones de instalación, mantenimiento y limpieza del generador de calor. El quemador que se acople a la caldera deberá ser adecuada al tipo de combustible que se emplee y deberá seleccionarse en base a la potencia útil de la caldera y a la presión de los gases en el hogar.

La Empresa Instaladora deberá indicar para cada generador de calor las siguientes características de funcionamiento:

- fluido caloportador: agua potencia calorífica útil, en kW (Kcal/h).
- caudal de agua a régimen, en l/s (l/h).

- pérdida de carga, en Pa (m de c.a.).
- caudal mínimo de agua, en l/s (l/h).
- temperatura del agua régimen. impulsión en °C.
- retorno en °C.
- presión de máxima de ejercicio, en bar (kg/cm<sup>2</sup>).
- presión de prueba, en bar (kg/cm<sup>2</sup>).
- presión en el hogar al 100% de potencia, en Pa.
- capacidad de agua de la caldera, en L.
- características del agua de alimentación.

#### Materiales y accesorios:

Los distintos tipos de calderas estarán construidos de acuerdo a lo que se indica a continuación.

Los accesorios con los que las calderas vendrán equipadas estarán preferiblemente montados por el fabricante de la misma, incluso el cuadro eléctrico, aunque la Empresa Instaladora los podrá adquirir por separado y montarlos en obra en su conveniencia.

Con todo tipo de calderas se entregarán sus instrucciones de montaje, funcionamiento y mantenimiento. Independientemente de las exigencias determinadas por el reglamento de Aparatos a Presión u otros que le afecten, con toda caldera deberán incluirse:

- Utensilios necesarios para limpieza y conducción, si procede
- Aparatos de medida (manómetros y termómetros)
- Los termómetros medirán la temperatura del fluido portador en un lugar próximo a la salida por medio de un bulbo que, con su correspondiente vaina de protección, penetre en el interior de la caldera. No se admiten termómetros de contacto.
- Los aparatos de medida irán situados en lugar visible y fácilmente accesible para su entretenimiento y recambio, con las escalas adecuadas a la instalación.

#### Placa de identificación:

Cada aparato incorporará una placa de características, fijada sólida y duraderamente sobre el aparato, de forma visible y legible.

La placa de características incorporará en caracteres indelebles al menos la siguiente información: nombre y/o marca del fabricante, en su caso, el nombre y la dirección del importador. denominación comercial del aparato (marca y

modelo), número de serie o fabricación. categoría del aparato. tipo de gas en relación con la presión, y/o el par de presiones para los que el aparato ha sido regulado. consumo calorífico nominal, y llegado el caso, el rango de consumos para los aparatos de consumo regulable, expresado en kilovatios kW), sobre el poder calorífico inferior (PCI). Naturaleza y tensión de la corriente eléctrica utilizada y la potencia máxima absorbida, en voltios, amperios, hertzios, y kilovatios, para todas las situaciones de alimentación eléctrica previstas.

Además, los aparatos incorporarán, de forma visible y legible, la siguiente advertencia:

“Este aparato se instalará de acuerdo con las normas en vigor, y se utilizará únicamente en lugares suficientemente ventilados. Consultar las instrucciones antes de la instalación y el uso de este aparato”.

#### *Instalación:*

En los circuitos eléctricos de maniobra de quemadores y bombas de circulación de agua en el interior de los generadores existirá un enclavamiento eléctrico que impida el funcionamiento del quemador si la bomba está parada.

Además, a la entrada de las calderas de agua sobrecalentada se instalará un interruptor de flujo que, oportunamente conectado al circuito de mando del quemador, impida la entrada de funcionamiento de este caso de falta de circulación de agua.

Para la instalación de los generadores de calor en la sala de máquinas, se seguirán las instrucciones marcadas en toda su extensión.

#### *Presión de prueba:*

Las calderas estarán sometidas a la reglamentación vigente en materia de aparatos a presión.

#### *Elementos de regulación y control:*

Los elementos de regulación y control deberán tener probada su aptitud a la función mediante la declaración del fabricante de que sus productos son conformes a normas o reglas internacionales de reconocido prestigio.





## Tuberías

### Instrucciones generales de montaje

Se suministrarán y montarán las redes de tuberías indicadas en los planos y necesarias para un montaje completo y adecuado. Una vez recibidas en obra se les aplicará dos capas de pintura antioxidante.

Durante el montaje de tuberías, los extremos abiertos de éstas se protegerán con tapas, que impidan la entrada de escombros, etc.

Todas las tuberías irán instaladas en forma adecuada, de modo que presenten un aspecto limpio y ordenado, disponiéndose los tramos paralelos o en ángulo recto con los elementos de la estructura del edificio, a fin de proporcionar la máxima altura de paso, salvar las luces y otros trabajos. En la alineación de las tuberías no se admitirán desviaciones superiores a 2 por mil.

En general, las tuberías suspendidas se instalarán lo más cerca posible de la estructura superior.

Toda la tubería se cortará con exactitud en las dimensiones establecidas en el lugar de la obra y se colocará en su sitio sin combarla no forzarla. Se instalará de modo y con los accesorios necesarios para que pueda dilatarse y contraerse libremente sin daño para la misma ni para los otros trabajos. Siempre que sea posible se utilizarán como dilatadores cambios en la dirección del tendido de los mismos o por liras de dilatación fabricadas en obra. Las conexiones de las tuberías a los equipos se harán siempre de acuerdo con los detalles que indique el fabricante.

Todas las bocas de salida de las válvulas de escape, válvulas de seguridad, desagües de depósitos, etc., se conducirán por tuberías que descarguen sobre desagües de piso u otros puntos de evacuación aceptables, a no ser que se indique otra cosa en los planos.

Los tendidos horizontales de distribución para las instalaciones de calefacción por agua caliente irán inclinados en sentido ascendente para la evacuación del aire o descendente para el desagüe y la evacuación de lodos, con una pendiente no inferior al 0,5 %. Cuando limitaciones de altura no lo permitan la indicada pendiente, se realizará escalón en tubería con purga normal en el punto alto y desagüe en el bajo, estando ambos conducidos a sumidero o red general de desagüe.

Se suministrarán e instalarán purgadores de aire en todos los elementos elevados de la instalación. Las conexiones de las derivaciones se ejecutarán de forma que quede asegurada una circulación expedita, se eliminen las bolsas de aire y se obtenga un drenaje completo del sistema.

Se instalarán desagües que consistirán en tuberías de hierro forjado galvanizado con válvulas de bola, en los puntos más bajos de las tuberías principales, en la proximidad de las calderas, depósitos, enfriadores o en otros lugares necesarios para el completo drenaje, de las instalaciones de las tuberías. La pendiente de estas tuberías en ningún caso será inferior al 1 %. Todas las válvulas, equipos, accesorios, aparatos, etc., se instalarán de modo que sean fácilmente accesibles para su reparación y recambio.

En el lado de descarga de todas las válvulas y en las conexiones definitivas a equipos, se instalarán bridas o racores de unión.

Todas las tuberías, válvulas, accesorios, etc., se instalarán de modo que una vez que se haya aplicado el recubrimiento o aislamiento, quede como mínimo 2 cm de separación entre el aislamiento acabado de las tuberías contiguas.

Al finalizar el montaje de toda la red de tuberías, estando cerrados los circuitos con las maquinas primarias y los equipos terminales, se procederá de la siguiente forma:

- Llenado de la instalación y prueba estática conjunta a vez y media la presión de trabajo (mínimo 6 kg/cm<sup>2</sup>).
- Vaciado por todos los puntos bajos. Limpieza de puntos bajos y filtros de malla.
- Llenado de la instalación con dilución química para eliminar grasas y aceites. Vaciado de la instalación por puntos bajos.
- Llenado de la instalación con agua anticorrosiva, verificación de niveles y puesta en marcha de bombas.
- Limpieza de filtros de malla.

### Soportes de tuberías

Todas las tuberías irán firmemente soportadas. Los tendidos verticales de tubería irán soportados por abrazaderas o collarines de acero forjado al nivel de cada piso y a intervalos no superiores a 3 m. Los tendidos horizontales irán soportados por suspensores del tipo de abrazadera y varillas rígidamente fijadas a la estructura del edificio.

El apoyo del tubo sobre el soporte no impedirá la continuidad del aislamiento. La coquilla de aislamiento irá protegida por una chapa galvanizada de 1,5 mm. Todos los suspensores irán provistos de tensores o de otros medios aprobados de ajuste.

No se aceptarán los suspensores de cadena, pletina, barra taladrada o de alambre. Cuando se instalen válvulas en tramos verticales de tubería de aspiración de las bombas se dispondrá un soporte adecuado en el codo de conexión a la boca de toma de la bomba.

En ningún caso se emplearán las conexiones a bombas u otro equipo como sustentación de cualquier tramo de tubo, accesorios o válvula.

La separación máxima entre soportes en tendidos horizontales de tuberías de acero no será superior a lo siguiente:

TAMAÑO DE LA TUBERÍA	SEPARACIÓN MÁXIMA
1/2"	1,8 M
3/4"	2,5 M
1"	2,5 M
1 1/4"	3 M
1 1/2"	3 M
2"	3 M
2 1/2"	3 M
3"	3,5 M
4"	4 M
5"	5 M
6"	6 M

Tabla 8 Separaciones de tendidos horizontales

Cuando dos o más tuberías tengan recorridos paralelos y estén situadas a la misma altura, podrán tener un soporte común suficientemente rígido, seleccionando las varillas de suspensión teniendo en cuenta los pesos adicionales.

El diámetro de la varilla del soporte se calculará con el peso de los tubos, el agua y el aislamiento. El soporte de la tubería se realizará con preferencia en los puntos fijos y partes centrales de los tramos de tuberías, dejando libres las zonas de posible movimiento, tales como curvas, etc.

La unión entre soporte y tubería se realizará por medio de un elemento elástico. Se deberán respetar las indicaciones dadas en el Reglamento de Instalaciones



Térmicas en Edificios y sus instrucciones técnicas complementarias, ITE 05.2, referente a tuberías y accesorios.

### Colectores

Se suministrarán y montarán los diferentes colectores según se indique en mediciones y planos. La dimensión y forma será tal que se adapte al espacio previsto de montaje, garantizando un perfecto recorrido del líquido trasegado.

Las acometidas de la tubería serán totalmente perpendiculares al eje longitudinal, pudiendo en determinados casos, acometer por los fondos, estando en este caso los ejes perfectamente alineados.

Los cortes de preparación serán curvos quedando correctamente adaptadas las curvaturas del tubo y el colector. La soldadura será a tope, achaflanando los bordes, quedando el cordón uniformemente repartido. En caso de acero galvanizado, una vez prefabricado el colector con todas sus acometidas será sometido a un nuevo proceso de galvanización.

Una vez fabricado el colector se dejará sin soldar uno de los fondos de forma que su interior sea inspeccionado por la dirección de obra. El conjunto debidamente revisado será sometido a dos capas de pintura antioxidante.

### Válvulas

Toda la valvulería se instalará de acuerdo con los planos y demás documentación técnica del proyecto.

Todas las válvulas y accesorios serán nuevos, estarán libres de todo defecto y las superficies de cierre estarán perfectamente acabadas de forma que su estanqueidad sea total. En la selección de válvulas, se tendrán en cuenta tanto las previsiones estáticas como las dinámicas.

La presión máxima admisible en la válvula, será siempre superior a la presión habitual de servicio para los diferentes sistemas. La presión de prueba de la válvula será, al menos, una vez y media la presión nominal de la misma, para una temperatura de servicio de 20 °C.

Las válvulas se definirán a partir de su diámetro nominal, debiendo coincidir el mismo, con los distintos diámetros de las tuberías a que están conectadas.

Las válvulas se situarán para acceso y operaciones fáciles, se aislarán cuando vayan instaladas en tuberías dotadas de aislamiento, y se les marcará con una etiqueta que lleve grabado el correspondiente número asignado previamente.

Las válvulas hasta 2" se suministrarán roscadas, mientras que para diámetros mayores de 22 se suministrarán con bridas.

Válvulas de esfera:

Se suministrarán y montarán válvulas de bola según se indique en planos y mediciones. Estas válvulas se utilizarán para corte altamente estanco con maniobra rápida.

En general, los materiales serán los que a continuación se indican:

- Cuerpo: Latón forjado niquelado o cromado, bronce o fundición.
- Bola: Latón cromado o acero inoxidable.
- Juntas: Teflón.
- Palanca: Latón o fundición.

La bola estará especialmente pulimentada, siendo estanco su cierre en su asiento sobre el teflón. De este material y cuando el fluido tenga temperaturas de trabajo superiores a 60 °C, el instalador presentará certificado del fabricante indicando la presión admisible a 100 °C, que en ningún caso será inferior a 1,5 veces la prevista.

La maniobra de apertura será por giro de 90 °C completo, sin dureza y sin interferencias con otros aislamientos o elementos. La posición de la palanca determinará el paso o el corte del fluido. La presión en ningún caso variará la posición de la válvula.

La unión con tubería u otros accesorios será con rosca o brida, según se indique en el apartado de mediciones. En cualquier caso, la normativa adoptada será la DIN.

#### Aislamiento de tuberías y conductos

El aislamiento térmico en conductos y las tuberías destinadas a la circulación de agua para calefacción y climatización, cumplirán lo indicado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, IT 1.2.4.2 Redes de tuberías y conductos.



## Grupos electrobombas

Se instalarán en los lugares indicados en los planos, ajustándose a las características en ellos señaladas. Serán bombas centrífugas accionadas por motor eléctrico a través de acoplamiento.

Los materiales serán de primera calidad y estarán exentos de todos los defectos que puedan afectar la eficacia del producto acabado. Los cuerpos de las bombas tendrán una capacidad para soportar una presión de 1,5 veces la presión de trabajo, sin que esta presión de prueba sea inferior a 5 atm. El impulsor será de bronce de tipo cerrado de sección simple, fundido en una sola pieza y estará compensado tanto hidráulica como mecánicamente. El eje de las bombas será de aleación de acero o de acero al carbono tratado térmicamente y estará protegido por un fuerte manguito de bronce de prensaestopas desmontable. Los prensaestopas de bombas para calefacción estarán garantizados contra los defectos del agua caliente y asegurarán su engrase a la temperatura normal del agua.

Todas las partes móviles de la unidad que normalmente exijan lubricación, deberán llevar depósitos para este fin y se lubricarán adecuadamente antes de la entrega. Todas las piezas del equipo estarán fabricadas de modo que sean intercambiables con las piezas de repuesto del mismo fabricante.

Las partes componentes del equipo llevarán el nombre o la marca del fabricante en una placa firmemente fijada en un lugar visible. En lugar de la placa, el nombre o marca del fabricante podrá estar fundido formando cuerpo con las piezas componentes del equipo, estampadas o marcadas previamente sobre ellas de otro modo cualquiera.

Así mismo, en placa timbrada por el fabricante y fijada a la bomba, deberán figurar las características específicas de trabajo de la bomba.

## Depósitos de expansión

Se suministrarán, montarán y pondrá a punto los depósitos de expansión cerrados de membrana, con la situación y características indicadas en proyecto.

El cuerpo exterior del depósito será de acero, timbrado y estará construido de forma que sea accesible la membrana interior de expansión.

El interior tendrá un tratamiento anticorrosivo y exteriormente un doble tratamiento antioxidante con acabado pintado o esmaltado al horno. El



depósito estará dividido en dos cámaras herméticas entre sí por la membrana de dilatación, construida en caucho butílico, con elasticidades recuperables a temperaturas inferiores a 60 °C sin degradación del material. La cámara de expansión de gas estará rellena con nitrógeno u otro gas inerte disponiendo de acometida para reposición de gas y manómetro.

En la acometida de agua se incluirá manómetro, termómetro, válvula de alimentación, purga de agua y seguridad. Así mismo esta acometida dispondrá de sifón en cuya parte superior se dispondrá de botellón de recogida de aire con purgador manual y automático.

Especial atención deberá tenerse en cuenta en la puesta a punto para la determinación de la presión de trabajo de forma que en ningún caso y dentro de los límites de construcción mantenga ningún punto de la instalación con presión inferior a 5 m.c.a. Si la unidad se montase en el exterior se aislará con coquilla de fibra de vidrio de 50 mm de espesor, recubierta con chapa de aluminio.

#### Filtros de aire

Los filtros de aire serán del tipo seco regenerable e irán dispuestos en secciones, cuyos tamaños serán los normales del comercio. Su instalación será tal, que filtren, tanto el aire exterior como el de recirculación y que permitan un fácil montaje para las periódicas limpiezas.

Su resistencia será tal que la pérdida de presión en ellos, cuando estén completamente limpios, sea inferior a 5 mm.c.a., mientras trabajan con 0,8 m<sup>3</sup>/h de aire por centímetro cuadrado de superficie del filtro.

Las secciones del filtro estarán constituidas por marcos metálicos galvanizados, con malla metálica que sirva de soporte al material filtrante. Todos los materiales utilizados en la construcción de los filtros deberán ser anticorrosivos.



## Manual de uso y mantenimiento

Según la IT 3.3, las instalaciones térmicas se mantendrán de acuerdo con las operaciones y periodicidades contenidas en el programa de mantenimiento preventivo establecido en el “Manual de Uso y Mantenimiento”

Valladolid OCTUBRE de 2020  
IÑIGO BENGOCHEA CAMINO





## C. PLANOS

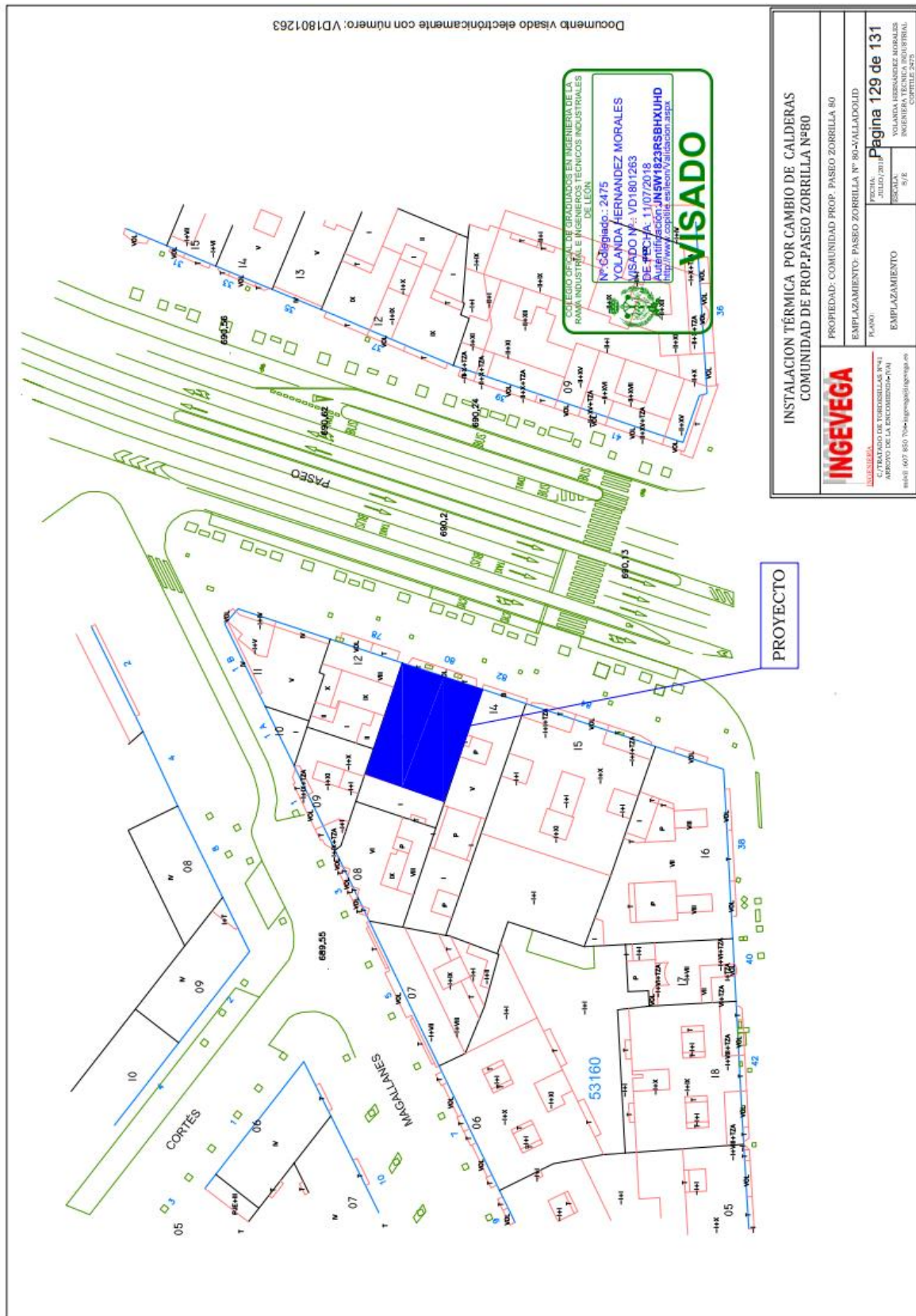
A continuación, se muestran los planos complementarios del proyecto que explican como estará situado espacios como la sala de calderas, la ubicación del edificio o como sería el esquema de principio de las bombas.

Tenemos estos 3 planos:

- **Plano emplazamiento del edificio**
- **Plano de la sala de calderas**
- **Plano del esquema de principio**



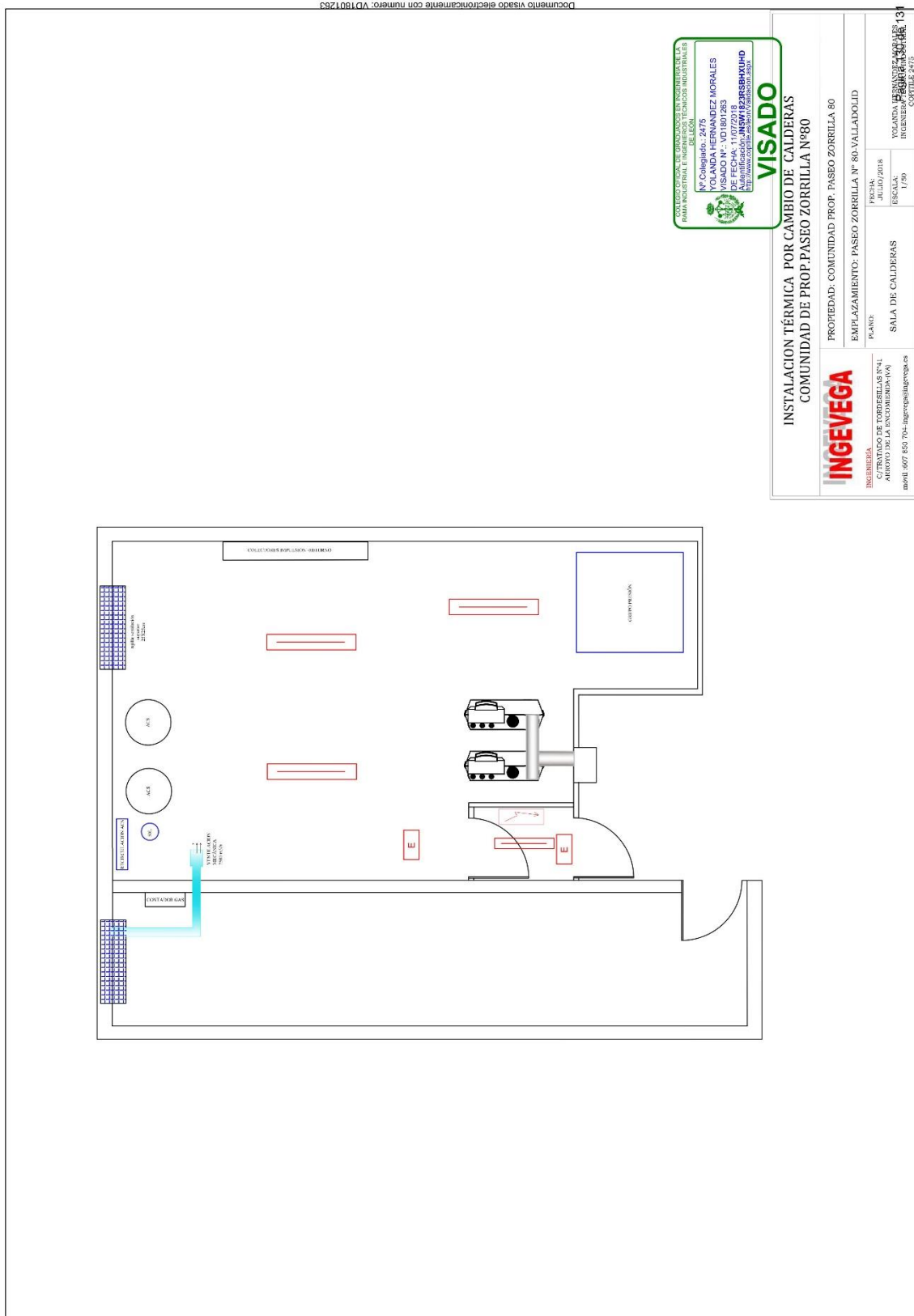
### 3.1 Plano emplazamiento del edificio







### 3.2 Plano sala de calderas



Documento visado electrónicamente con número: VD1901263



**INSTALACION TÉRMICA POR CAMBIO DE CALDERAS  
COMUNIDAD DE PROP. PASEO ZORRILLA N°80**

<b>INGEVEGA</b> INGENIERÍA C/ TRATADO DE TORRESELAS S/N-1 ARROYO DE LA ENCARNADA (VA) móvil: 907 859 704 - ingevega@ingevega.es	PROPIEDAD: COMUNIDAD PROP. PASEO ZORRILLA 80 EMPLAZAMIENTO: PASEO ZORRILLA N° 80-VALLADOLID
PROYECTO: 1/50 FECHA: 2018	PROYECTO: 1/50 FECHA: 2018
PLANO: SALA DE CALDERAS	PLANO: SALA DE CALDERAS
INGENIERO: YOLANDA FERNÁNDEZ MORALES	INGENIERO: YOLANDA FERNÁNDEZ MORALES
Nº DE REGISTRO: 131	Nº DE REGISTRO: 131



### 3.3 Plano de esquema de principio

