



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

**Escola Politécnica Superior - Ferrol**

**TRABAJO FIN DE GRADO**



**GRADO EN INGENIERÍA EN  
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES**

Título:

**DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE  
CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON  
CALDERA DE PELLET**

Autor:

**UXÍA PRIETO VILABOA**

Fecha:

**SEPTIEMBRE 2016**



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

**Escola Politécnica Superior - Ferrol**

## **TRABAJO FIN DE GRADO**



# **GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES**

Título:

**DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE  
CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON  
CALDERA DE PELLET**

Autor:

**UXÍA PRIETO VILABOA**

Tutores:

**MARÍA ISABEL LAMAS GALDO Y JOSÉ  
RAMÓN CALVO DÍAZ**

Fecha: **SEPTIEMBRE 2016**

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	ÍNDICE
	UXÍA PRIETO VILABOIA	Página 1 de 1

## INDICE:

### I. Memoria.

- A. Anexo I
- B. Anexo 2

### II. Planos.

- A. Situación.
- B. Emplazamiento.
- C. Distribución planta sótano.
- D. Distribución planta baja.
- E. Distribución planta piso.
- F. Distribución planta sótano.
- G. Alzados y sección longitudinal.
- H. Instalación planta baja.
- I. Instalación planta alta.
- J. Sala de calderas.
- K. Esquema.

### III. Pliego de condiciones.

### IV. Mediciones y Presupuesto.

### V. Estudio Básico de Seguridad y Salud.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA  
CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET

UXÍA PRIETO VILABOA

# MEMORIA

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	MEMORIA
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>1 de 12</b>

## Índice

Índice de tablas .....	2
Índice de ilustraciones.....	2
1. Antecedentes.....	3
2. Objeto y alcance.....	3
3. Agentes.....	3
4. Emplazamiento.....	4
5. Normativa aplicable .....	4
6. Descripción del edificio .....	4
6.1 Distribución: .....	4
6.2 Cerramientos:.....	5
6.3 Edificaciones colindantes: .....	7
6.4 Horario de actividad del edificio: .....	7
7. Hipótesis de cálculo.....	7
7.1 Condiciones climatológicas exteriores: .....	7
7.2 Condiciones climatológicas interiores:.....	7
7.3 Ocupación del edificio:.....	8
7.4 Calidad del aire interior:.....	8
8. Descripción de la instalación.....	8
9.1. Instalación de calefacción.....	8
9.1.1. Tipo de distribución.....	8
9.1.2. Elementos emisores .....	9
9.1.3 Tuberías.....	9
9.1.4 Vaso de expansión.....	10
9.2 Caldera .....	10
9.2.1 Combustible.....	10
9.2.2 Silo de combustible .....	11
9.2.3 Depósitos de inercia y de agua caliente sanitaria.....	11
9. Instalación eléctrica.....	11
10. Evacuación de humos.....	11

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	MEMORIA
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>2 de 12</b>

## Índice de tablas

Tabla 1. Distribución de los recintos de la vivienda y sus superficies.....	4
Tabla 2. Condiciones exteriores de cálculo.....	7
Tabla 3. Ocupación de la vivienda.....	8

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Caudales de ventilación mínimos exigidos.....	5
Ilustración 2. Condiciones interiores de diseño.....	8
Ilustración 3. Aspecto físico del pellet.....	10

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	MEMORIA
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>3 de 12</b>

## 1. Antecedentes.

Se decide la instalación de calefacción una vivienda unifamiliar en una parcela de Punta Penencia, Doniños, Ferrol. Inicialmente la vivienda sólo se utilizaba en los meses de verano, pero se decide usarla durante todo el año y surge la necesidad de calefacción.

Entre las instalaciones que precisa una vivienda para suplir las necesidades se encuentra el sistema de calefacción y ACS. El confort térmico se ha convertido en un requisito irrenunciable en la actividad del hombre.

En este proyecto se propone una instalación térmica que usa la energía renovable. Este sistema, gracias a las ventajas que ofrece respecto a la contaminación se muestra de una manera interesante.

## 2. Objeto y alcance.

El alcance de este Proyecto se refiere exclusivamente a las instalaciones específicas de Calefacción y ACS mediante una caldera que utiliza pellets como combustible, sin incluir en ningún caso justificaciones relativas a instalaciones eléctricas o de cualquier otro tipo.

El presente proyecto tiene por objeto la descripción del cálculo y el dimensionamiento de la instalación necesaria para la producción de agua caliente sanitaria y calefacción por emisores mediante la instalación de una caldera de biomasa en una vivienda unifamiliar, con el fin de conseguir unas condiciones de confort y salubridad, ajustando siempre los aportes de energía convencional a los valores de ahorro, así como a un diseño sencillo para una fácil ejecución y posterior mantenimiento. Sin incluir ningún caso justificaciones relativas a instalaciones eléctricas o de cualquier otro tipo.

Los motivos que justifican la elección de biomasa como combustible son:

- Balance neto de  $CO_2$  prácticamente nulo.
- Bajo coste energético.
- No se producen escapes peligrosos.
- Tarea de retirado de cenizas poco frecuente.

## 3. Agentes

Consta como peticionario del presente proyecto y promotor la Universidad de A Coruña con C.I.F, Q-6550005-J y domicilio social en la calle Mendizábal s/n, código postal 15.402, Ferrol, A Coruña, con teléfono de contacto en el 981-33 74 00.

El proyecto ha sido realizado por Uxía Prieto Vilaboa, con DNI 32721255-Y, con domicilio en Calle Manuel Belando nº36, código postal 15.404, Ferrol, A Coruña.

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	MEMORIA
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página 4 de 12

## 4. Emplazamiento

El edificio se situará en el término municipal de Ferrol, en concreto en el lugar de Punta Penencia, con código postal 15593.

## 5. Normativa aplicable

La realización de las instalaciones objeto del presente proyecto se someterán al cumplimiento de los Reglamentos y Normas que se especifican a continuación:

- Código Técnico de la Edificación. (Real Decreto 314/2006, de 17 de Marzo).
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas (IT).
- Corrección de errores del RITE (BOE del 28 de Febrero de 2008)
- Reglamento Electrotécnico de la Edificación aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de Marzo, y el Real Decreto 1371/2007, de 19 de Octubre.
- Ley de Protección del Ambiente Atmosférico (LPAA).
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- RD 865/2003, de 4 de Julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Normas UNE de obligado cumplimiento y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Guía Técnica sobre Tuberías para el transporte de agua a presión. CEDEX. Mayo 2003.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales aprobada por el Real Decreto 31/1995 de 8 de Noviembre y la Instrucción para la aplicación de la misma (BOE 8/3/1996)
- Todas las Normas UNE y de la CEE a las que se hace referencia en las RITE.

## 6. Descripción del edificio

El edificio es una vivienda unifamiliar situada en núcleo urbano y con uso residencial. La fachada principal está orientada hacia el norte. Consta de 4 plantas: el sótano, que alberga el garaje y será de dónde instalaremos la sala de calderas, la planta baja, la planta alta y la cubierta transitable que no está habitada. Se dotará de calefacción aquellos recintos habitados (planta baja y planta alta).

### 6.1 Distribución:

Tabla 1. Distribución de los recintos de la vivienda y sus superficies.

Recinto	Planta	Superficie (m <sup>2</sup> )
Estar comedor	Baja	5,50

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLETT	MEMORIA
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página 5 de 12

Aseo	Baja	1,41
Cocina	Baja	16,61
Distribuidor 1	Baja	12,16
Estudio	Piso	11,05
Baño 1	Piso	4,70
Baño 2	Piso	3,85
Baño 3	Piso	7,80
Vestidor	Piso	4,16
Tocador	Piso	3,55
Dormitorio 1	Piso	14,00
Dormitorio 2	Piso	11,70
Dormitorio 3	Piso	12,10
Dormitorio 4	Piso	15,72
Distribuidor 2	Piso	5,00
<b>TOTAL</b>		<b>129,31</b>

Las condiciones de ventilación, por tratarse de una vivienda, son las exigidas por el DB-HS3. A continuación se muestran los caudales mínimos de ventilación exigidos para cada una de las distintas estancias:

**Tabla 2.1 Caudales de ventilación mínimos exigidos**

		Caudal de ventilación mínimo exigido $q_v$ en l/s		
		Por ocupante	Por $m^2$ útil	En función de otros parámetros
Locales	Dormitorios	5		
	Salas de estar y comedores	3		
	Aseos y cuartos de baño			15 por local
	Cocinas		2	50 por local <sup>(1)</sup>
	Trasteros y sus zonas comunes		0,7	
	Aparcamientos y garajes			120 por plaza
	Almacenes de residuos		10	

<sup>(1)</sup> Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina (véase el párrafo 3 del apartado 3.1.1).

Ilustración 1. Caudales de ventilación mínimos exigidos.

## 6.2 Cerramientos:

Las características de todos los tipos de cerramientos y carpinterías han sido proporcionadas por el arquitecto en el proyecto de edificación. Las necesarias para calcular las pérdidas de carga en la vivienda son las expuestas a continuación:

Cerramiento exterior:

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	MEMORIA
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>6 de 12</b>

- Enfoscado pintado en paramentos o aplacado de piedra en zócalos y esquinas, como revestimientos exteriores.
- 1 pie fábrica de ladrillo cerámico perforado.
- Aislamiento de poliuretano proyectado de 4 cm de espesor.
- Cámara de aire de 2 cm de espesor.
- Trasdoso con tabicón de ladrillo hueco doble.
- Revestimiento interior con guarnecido y enlucido de yeso, y pintura.

#### Forjado planta baja:

- Plaqueta o baldosa cerámica.
- Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido.
- Arena y grava.
- Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido.
- MW lana mineral.
- Forjado unidireccional entrevigado de hormigón.
- Revestimiento interior con guarnecido y enlucido de yeso, y pintura.

#### Tabiquería:

- Revestimiento interior con guarnecido y enlucido de yeso, y pintura.
- Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido.
- Tabicón de LH doble 9 cm.
- Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido.
- Revestimiento interior con guarnecido y enlucido de yeso, y pintura.

#### Forjado planta alta:

- Tarima de madera.
- Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido.
- Arena y grava.
- Forjado unidireccional entrevigado cerámico.
- EPS poliestireno expandido.
- Cámara de aire de 2 cm de espesor.
- Revestimiento interior con guarnecido y enlucido de yeso, y pintura.

#### Cubierta transitable:

- Hormigón en masa.
- XPS expandido con dióxido de carbono.
- Subcapa de fieltro.
- Hormigón con áridos ligeros.
- Forjado unidireccional entrevigado de EPS mecanizado enrasado
- Revestimiento interior con guarnecido y enlucido de yeso, y pintura.

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	MEMORIA
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página 7 de 12

### 6.3 Edificaciones colindantes:

Debido a la situación del edificio dentro de la parcela, ninguna de las edificaciones existentes en los alrededores colindará con el edificio. Por tanto, cada una de las fachadas dará al exterior.

### 6.4 Horario de actividad del edificio:

Para el cálculo de las cargas térmicas de la vivienda se tendrá en cuenta un coeficiente de intermitencia del 12% debido a que el horario de funcionamiento de los diferentes subsistemas no llega a ocupar las 24 horas del día.

## 7. Hipótesis de cálculo

### 7.1 Condiciones climatológicas exteriores:

Como condiciones exteriores de cálculo se recurre a la “Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto”, redactada por la Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR) para el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).

Los niveles percentiles que se consideran para el establecimiento de las condiciones exteriores de temperatura y humedad se adoptan básicamente en función de lo indicado en la norma UNE correspondiente.

Así se consideran las siguientes condiciones a efecto de cálculo de carga térmica:

Tabla 2. Condiciones exteriores de cálculo.

Municipio	Ferrol
Altura referencia sobre el nivel del mar	0 m
Percentil para invierno	99%
Temperatura seca exterior mínima	5,6°C
Humedad relativa coincidente	77%
Temperatura del terreno	10,42°C
Porcentaje de mayoración de cargas	5%
Porcentaje de mayoración por la orientación N	20%
Porcentaje de mayoración por la orientación S	0%
Porcentaje de mayoración por la orientación E	10%
Porcentaje de mayoración por la orientación O	10%
Suplemento de intermitencia para calefacción	12%

### 7.2 Condiciones climatológicas interiores:

Según ITE 02.2.1 Bienestar térmico, las condiciones interiores de diseño estarán comprendidas entre los siguientes límites:

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	MEMORIA
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página 8 de 12

Estación	Temperatura operativa °C	Velocidad media del aire m/s	Humedad relativa %
Verano	23 a 25	0,18 a 0,24	40 a 60
Invierno	20 a 23	0,15 a 0,20	40 a 60

Ilustración 2. Condiciones interiores de diseño

El cálculo de cargas térmicas se justifica en el Anejo I.

### 7.3 Ocupación del edificio:

Tabla 3. Ocupación de la vivienda.

HABITACIONES	DESCRIPCIÓN		PERSONAS
Dormitorio 1	1	cama matrimonio	2
Dormitorio 2	1	cama matrimonio	2
Dormitorio 3	1	cama individual	1
Dormitorio 4	1	cama individual	1
<b>TOTAL NÚMERO PERSONAS</b>			<b>6</b>

### 7.4 Calidad del aire interior:

Según el RITE, en el apartado 1.1.4.2.2, la categoría del aire interior en función del uso del edificio será IDA 2 (aire de buena calidad).

## 8. Descripción de la instalación.

### 9.1. Instalación de calefacción.

Dentro de la variedad de sistemas de calefacción que existe, para este caso se ha elegido la calefacción mediante radiadores de agua caliente, con tipo de instalación con retorno directo.

#### 9.1.1. Tipo de distribución

La distribución proyectada para el agua de calefacción es de tipo bitubular. Los radiadores están montados en paralelo, por lo que el agua que llega a cada radiador desde la caldera retorna directamente a ella. De esta manera se consigue que la temperatura de entrada del agua en todos los radiadores sea prácticamente la misma.

Existirán dos tuberías en la instalación, o red de tuberías, la de impulsión y la de retorno.

En el radiador entra el agua por la parte superior y sale de retorno hacia la caldera por la parte inferior de este.

En la entrada de cada uno de los radiadores estarán instaladas llaves termostáticas, las cuales nos permiten controlar la temperatura ambiente del local donde se encuentran. A la salida del radiador lo que habrá instalado será un detentor, pieza clave para realizar un correcto

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	MEMORIA
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>9 de 12</b>

equilibrado hidráulico. Utilizando ambas llaves se podrá desmontar el emisor sin vaciar la instalación.

### 9.1.2. Elementos emisores

Los emisores de calor, radiadores, son los elementos terminales del circuito de calefacción. En ellos se produce el intercambio de calor que genera la caldera, de los radiadores al aire del local donde están instalados. Emiten la mayor parte de la energía con convección y radiación.

Los radiadores se tratarán de instalar cerca de las ventanas, para favorecer las corrientes convectivas debido a las infiltraciones a través de las rejillas.

Se instalarán válvulas termostáticas en todos los emisores, no sólo en los mínimos establecidos por la ITE 02.11.2.2 del RITE. De esta forma el usuario podrá ajustar la emisión calorífica a sus necesidades e incluso cortar el suministro de agua a cualquier emisor.

También se instalarán purgadores a todos los emisores para la evacuación manual o automática de posibles bolsas de aire que pudieran formarse en los paneles.

Entre la amplia oferta de mercado, se han elegido radiadores de aluminio ya que son ligeros, de baja inercia térmica y de alta conductividad. Seleccionamos el modelo EUROPA 600 C de la marca FERROLI, para ser utilizado con un salto térmico de 52,5°C y obtener una temperatura interior del local de 21°C.

La distribución de los radiadores ha sido establecida en los planos de arquitectura. Deberá evitarse la instalación posterior de recubrimientos o repisas sobre los emisores, ya que estos, modifican notablemente las corrientes convectivas y reducen considerablemente la emisión radiante.

### 9.1.3 Tuberías

Para la instalación de calefacción se instalarán tuberías de cobre recocido, respondiendo a calidades mínimas exigidas en las normas UNE.

La red de distribución es la encargada de canalizar el agua caliente de la instalación. Por lo tanto, para evitar pérdidas y ser lo más eficiente posible, deberá ser lo más sencilla posible. Los diámetros se detallan en los cálculos así como en los planos.

Para el cálculo de las tuberías se observarán los valores límites permitidos por el CTE, tanto de pérdida de carga máxima como de velocidad de agua a través de los conductos.

Las tuberías de cobre presentan importantes características que las convierte indicadas para este tipo de instalaciones. Tienen una gran resistencia a la corrosión, poco peso, son de fácil instalación, en parte por ser un material muy maleable, y tienen un reducido coeficiente de rugosidad.

El recorrido del agua a través del circuito se conseguirá a través de una bomba circuladora con sus correspondientes llaves de corte y válvula antirretorno.

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	MEMORIA
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>10 de 12</b>

#### 9.1.4 Vaso de expansión

Según el DB HE4 del CTE, los vasos de expansión se conectarán preferentemente en la aspiración de la bomba. La altura a la que se situarán será tal que asegure el no desbordamiento del fluido y la no introducción de aire en el circuito primario.

El volumen del vaso superará el volumen mínimo exigido calculado en el Anexo 1: Cálculos según la Norma UNE 100.155:2004.

## 9.2 Caldera

Como generador de calor se instalará una caldera de pellets de la marca ÖkoFEN, debido a que es una de las empresas pioneras en el sector y que más se ha adaptado y ha ido evolucionando.

Atendiendo a nuestras necesidades térmicas, calculadas en el Anejo 1, se ha escogido el modelo PELLEMATIC de potencia nominal 12kW.

La potencia de la caldera PELLEMATIC se adapta a sus necesidades. Ante cambios de la demanda, por ejemplo mediante el aislamiento de la casa, el servicio técnico de manera sencilla puede ajustar la potencia de la caldera a los nuevos requerimientos.

Esto propicia la ventaja de un bajo consumo de pellets a través de una utilización óptima de los recursos, disfrutando de la comodidad y la tecnología al más alto nivel.

### 9.2.1 Combustible.

En este caso como combustible se ha seleccionado los pellets.

El pellet es un combustible de madera virgen seca y prensada en pequeños cilíndricos, sin aditivos. El peso específico del pellet a granel es de aproximadamente  $6-700 \text{ kg/m}^3$ , mucho más alto que el de otros combustibles no prensados de madera (astillas). El poder calorífico alcanza las  $4200 \text{ kcal/kg}$ , con una densidad energética de  $3000-3400 \text{ kWh/m}^3$ .

A causa de la forma cilíndrica y lisa del tamaño pequeño, el pellet tiende a portarse como un fluido, lo que facilita el movimiento del combustible y la carga automática de las calderas.



*Ilustración 3. Aspecto físico del pellet.*

El pellet está disponible en el mercado en diferentes formas:

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	MEMORIA
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>11 de 12</b>

- Bolsas pequeñas de 15 kg, utilizadas para estufas, chimeneas y pequeñas calderas con depósito de carga manual.
- Bolsas grandes de 800-1000 kg, se pueden utilizar con la inserción de tornillo sin fin o en sistema en sistemas con silo de almacenaje enterrado.
- A granel, transportado mediante un camión cisterna especialmente equipado para bombearlo directamente en un silo de almacenaje.

El sistema basado en la entrega del pellet a granel es parecido al que se utiliza para suministro de gasóleo y por su rapidez y simplicidad es el más adecuado para todos los sistemas de calefacción de pellet.

#### 9.2.2 Silo de combustible.

Se añade a la instalación un silo textil de marca ÖkoFEN y modelo silo KGT2618, que es capaz de almacenar hasta 3 toneladas con una altura de 185 cm.

Dicho silo será conectado a la caldera mediante un tubo de aspiración.

La carga de dicho silo se puede realizar hasta unos 20 – 30 metros desde el lugar donde se para el camión. Para evitar la difusión de polvo en el aire, los camiones cisterna tienen un dispositivo que aspira el aire del silo durante el bombeo del pellet y lo hace circular.

#### 9.2.3 Depósitos de inercia y de agua caliente sanitaria.

Se instalarán junto a la caldera y el silo de combustible, un depósito de inercia y otro de ACS. Siguiendo las recomendaciones de la Guía Técnica de Instalaciones de biomasa térmica en edificios del IDAE.

Los modelos seleccionados están expresados en el Anejo II.

## 9. Instalación eléctrica

El cuadro eléctrico albergará los correspondientes interruptores de control tanto de los elementos de control y regulación de la instalación de calefacción como de la iluminación de la misma.

La instalación eléctrica se hará bajo tubo de acero, siendo estancas las cajas de derivación y luminarias, así como las conexiones a los distintos aparatos eléctricos. Se realizarán conexiones desde el cuadro eléctrico hasta el generador, bombas, sondas, termostatos, electroválvulas, etc., y de equipos entre sí, incluso instalación de alumbrado.

## 10. Evacuación de humos

La evacuación de los productos de la combustión se realizará por una serie de conductos hasta la cubierta del edificio, y más concretamente a través de un conducto por cada uno de los generadores propuestos.

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	MEMORIA
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>12 de 12</b>

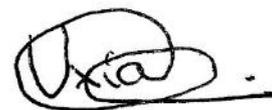
Estos conductos se utilizarán única y exclusivamente para la evacuación de dichos productos, quedando prohibida en todo momento su unificación con cualquier otra instalación de evacuación.

Las dimensiones de la chimenea y de los entronques de unión con la misma serán las adecuadas para crear la presión indicada por el fabricante de la caldera, 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 calorifugados adecuadamente. Los entronques dispondrán en la parte inferior del tramo vertical, del correspondiente orificio de registro de limpieza y en la parte no vertical del orificio de registro de la temperatura de los humos. Dicho tramo horizontal, con pendiente hacia el generador de calor, será lo más corto posible.

Ferrol, Septiembre 2016

Uxía Prieto Vilaboa.





UNIVERSIDADE DA CORUÑA

DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA  
CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET

UXÍA PRIETO VILABOA

# ANEXO 1

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	ANEXO 1
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>1 de 23</b>

## Índice Anexo 1

Índice de tablas Anexo I .....	2
Índice de ilustraciones Anexo I.....	2
1. Cálculo de las necesidades térmicas de calefacción. ....	3
1.1 Condiciones interiores y exteriores de cálculo .....	3
1.2. Cálculo transmitancias cerramientos.....	3
1.3. Cálculo de las cargas térmicas.....	8
2. Demanda de energía. ....	20
2.1 Demanda de energía para calefacción.....	20
2.2. Demanda de energía para ACS.....	21

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	ANEXO 1
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>2 de 23</b>

## Índice de tablas Anexo I

Tabla 1. Condiciones exteriores de diseño.....	3
--	---

## Índice de ilustraciones Anexo I

Ilustración 1. Condiciones interiores de diseño.....	3
Ilustración 2. Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior.....	4
Ilustración 3. Resistencias térmicas superficiales de particiones interiores.....	5

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLETT	ANEXO 1
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>3 de 23</b>

## 1. Cálculo de las necesidades térmicas de calefacción.

### 1.1 Condiciones interiores y exteriores de cálculo

Según ITE 02.2.1 Bienestar térmico, las condiciones interiores de diseño estarán comprendidas entre los siguientes límites.

Estación	Temperatura operativa °C	Velocidad media del aire m/s	Humedad relativa %
Verano	23 a 25	0,18 a 0,24	40 a 60
Invierno	20 a 23	0,15 a 0,20	40 a 60

Ilustración 1. Condiciones interiores de diseño.

Tomaremos como temperatura interior de diseño 21°C.

Como condiciones exteriores se recurre a la “Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto”, redactada por la Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR) para el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Nuestra vivienda unifamiliar se encuentra en el Municipio de Ferrol, por lo que tomaremos como referencia los valores obtenidos en la estación climatológica completa de A Coruña. Por lo que usaremos los siguientes parámetros:

Tabla 1. Condiciones exteriores de diseño.

Municipio	Ferrol
Altura referencia sobre el nivel del mar	0 m
Percentil para invierno	99%
Temperatura seca exterior mínima	5,6°C
Humedad relativa coincidente	77%
Temperatura del terreno	10,42°C
Porcentaje de mayoración de cargas	5%
Porcentaje de mayoración por la orientación N	20%
Porcentaje de mayoración por la orientación S	0%
Porcentaje de mayoración por la orientación E	10%
Porcentaje de mayoración por la orientación O	10%
Suplemento de intermitencia para calefacción	12%

### 1.2. Cálculo transmitancias cerramientos.

Para realizar el cálculo de la transmitancia de los cerramientos que envuelven cada una de las estancias de la vivienda, se utilizará la siguiente fórmula:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R_{se} + \sum \frac{e_i}{\lambda_i}}$$

Siendo:

U: coeficiente de transmisión del cerramiento ( $W/m^2K$ )

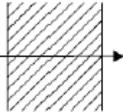
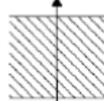
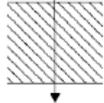
$R_{si}$ : resistencia térmica superficial interior ( $m^2K/W$ )

e: espesor del material ( $m$ )

$\lambda$ : conductividad térmica del material ( $W/mK$ )

Los valores de las resistencias térmicas superficiales interior y exterior toman los siguientes valores según el Apéndice E del DB HE: Ahorro de Energía del CTE.

**Tabla 1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en  $m^2 \cdot K/W$**

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		$R_{se}$	$R_{si}$
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo Horizontal 		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente (Techo) 		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente (Suelo) 		0,04	0,17

*Ilustración 2. Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior.*

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

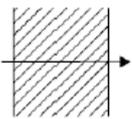
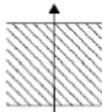
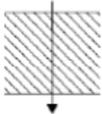
Posición de la <i>partición interior</i> y sentido del flujo de calor	$R_{se}$	$R_{si}$
<i>Particiones interiores verticales o con pendiente sobre la horizontal <math>&gt;60^\circ</math> y flujo horizontal</i> 	0,13	0,13
<i>Particiones interiores horizontales o con pendiente sobre la horizontal <math>\leq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

Ilustración 3. Resistencias térmicas superficiales de particiones interiores.

De esta manera descrita, se calcula la transmitancia de los distintos tipos de cerramientos que intervienen en el cálculo de las cargas térmicas:

#### Fachada exterior

Material	$\lambda$ (W/mK)	e (m)	R ( $m^2K/W$ )
Mortero de cemento	0,800	0,020	0,025
1 pie fábrica de ladrillo cerámico perforado	0,567	0,240	0,423
Aislamiento de poliuretano proyectado de 4 cm de espesor	0,035	0,040	1,143
Cámara de aire de 2 cm de espesor			0,169
Trasdosado con tabicón de ladrillo hueco doble	0,432	0,070	0,162
Revestimiento interior con guarnecido y enlucido de yeso, y pintura	0,300	0,015	0,050
Resistencia térmica superficial exterior	-	-	0,040
Resistencia térmica superficial interior	-	-	0,130
<b>Transmitancia cerramiento (<math>W/m^2K</math>)</b>			<b>0,467</b>

#### Forjado planta baja

Material	$\lambda$ (W/mK)	e (m)	R ( $m^2K/W$ )
Plaqueta o baldosa cerámica	1,000	0,020	0,020
Mortero de cemento	1,300	0,020	0,015
Arena y grava	2,000	0,050	0,025
Mortero de cemento	1,300	0,050	0,038
MW lana mineral	0,031	0,060	1,935
Entrevigado de hormigón	0,300	0,300	1,000

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	ANEXO 1
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página 6 de 23

Cámara de aire de 2 cm de espesor	-	-	0,169
Enlucido de yeso	0,250	0,020	0,080
Resistencia térmica superficial exterior	-	-	0,170
Resistencia térmica superficial interior	-	-	0,170
<b>Transmitancia cerramiento (<math>W/m^2K</math>)</b>			<b>0,276</b>

#### Tabiquería

Material	$\lambda$ ( $W/mK$ )	e (m)	R ( $m^2K/W$ )
Enlucido de yeso aislante	0,25	0,020	0,080
Mortero de cemento	1,3	0,015	0,012
Tabicón LH doble	0,48	0,090	0,188
Mortero de cemento	1,3	0,015	0,012
Enlucido de yeso aislante	0,25	0,020	0,080
Resistencia térmica superficial exterior	-	-	0,130
Resistencia térmica superficial interior	-	-	0,130
<b>Transmitancia cerramiento (<math>W/m^2K</math>)</b>			<b>1,586</b>

#### Suelo planta alta (flujo ascendente)

Material	$\lambda$ ( $W/mK$ )	e (m)	R ( $m^2K/W$ )
Tarima de madera	0,180	0,010	0,056
Mortero de cemento	1,300	0,050	0,038
Arena y grava	2,000	0,020	0,010
FU entrevigado cerámico	0,908	0,250	0,275
EPS poliestireno expandido	0,038	0,050	1,333
Cámara de aire de 2 cm de espesor	-	-	0,169
Enlucido de yeso	0,250	0,020	0,080
Resistencia térmica superficial exterior	-	-	0,100
Resistencia térmica superficial interior	-	-	0,100
<b>Transmitancia cerramiento (<math>W/m^2K</math>)</b>			<b>0,463</b>

#### Suelo planta alta (flujo descendente)

Material	$\lambda$ ( $W/mK$ )	e (m)	R ( $m^2K/W$ )
Tarima de madera	0,180	0,010	0,056
Mortero de cemento	1,300	0,050	0,038
Arena y grava	2,000	0,020	0,010

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	ANEXO 1
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página 7 de 23

FU entrevigado cerámico	0,908	0,250	0,275
EPS poliestireno expandido	0,038	0,050	1,333
Cámara de aire de 2 cm de espesor	-	-	0,169
Enlucido de yeso	0,250	0,020	0,080
Resistencia térmica superficial exterior	-	-	0,170
Resistencia térmica superficial interior	-	-	0,170
<b>Transmitancia cerramiento (<math>W/m^2K</math>)</b>			<b>0,434</b>

### Cubierta

Material	$\lambda$ ( $W/mK$ )	e (m)	R ( $m^2K/W$ )
Hormigón en masa	2,000	0,015	0,008
XPS expandido con dióxido de carbono	0,035	0,060	1,714
Subcapa de fieltro	-	0,000	0,169
Hormigón con áridos ligeros	1,350	0,010	0,007
FU entrevigado de EPS mecanizado enrasado	-	-	0,940
Enlucido de yeso	0,250	0,015	0,060
Resistencia térmica superficial exterior	-	-	0,100
Resistencia térmica superficial interior	-	-	0,100
<b>Transmitancia cerramiento (<math>W/m^2K</math>)</b>			<b>0,323</b>

### Ventanas

Los parámetros característicos de un hueco son la transmitancia térmica ( $U$  en  $W/m^2K$ ) y el factor solar modificado del hueco.

La vivienda unifamiliar contiene ventanas de carpintería de color marrón con rotura de puente térmico entre 4-12 mm y vidrio doble 6-6-4. Escogemos la ventana del aseo de la planta baja para hacer el ejemplo.

Transmitancia térmica de la ventana:

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

siendo:

$U_{H,v}$ : transmitancia térmica del vidrio

$U_{H,m}$ : transmitancia térmica del marco de la ventana

FM: fracción del hueco ocupado por el marco

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLETT	ANEXO 1
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página 8 de 23

$$U_{H,v} = 3,30 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{H,m} = 4,00 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$FM = \frac{A_{marco}}{A_{hueco}} = \frac{0,09}{0,16} = 0,5625$$

$$U_H = (1 - 0,5625)3,30 + 0,5625 \cdot 4 = 3,694 \text{ W/m}^2\text{K}$$

De esta manera, calculamos la transmitancia térmica de la ventana con mayor proporción marco/hueco. En este caso al ser la transmitancia térmica del marco mayor que la del acristalado, aplicaremos este valor para todas las ventanas y huecos acristalados de este tipo y estaremos del lado de la seguridad, calculando la máxima carga térmica posible de los huecos acristalados, ahorrándonos realizar el cálculo de la transmitancia de cada ventana.

#### *Puerta exterior*

La puerta de acceso a la vivienda se trata de una puerta metálica de color marrón con una transmitancia de  $5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

### 1.3. Cálculo de las cargas térmicas

Para el cálculo de la carga de calefacción, en la mayoría de los casos, solo se tienen en cuenta las cargas de calor sensible debidas a fuentes exteriores. Las cargas debidas a fuentes interiores no se suelen tener en cuenta a no ser que la generación de calor interna sea importante; el no considerarlas supone un ligero sobredimensionado de la potencia del generador de calor. Tampoco se consideran las cargas latentes, debido a que la humedad absoluta del aire exterior es mucho menor que la del aire interior, y con la ventilación se produce una pérdida neta de vapor de agua que, generalmente, es compensada por la ganancia de humedad debida a fuentes interiores (personas); si la pérdida de vapor de agua es importante, es necesario aportar vapor para mantener el grado de humedad necesario.

Por lo tanto, la carga térmica de calefacción será la suma de la carga térmica por transmisión y la carga térmica por renovación.

#### *Cargas térmicas por transmisión*

$$Q_{transmisión} = U \cdot A \cdot \Delta T$$

donde:

U: transmitancia térmica de cada uno de los cerramientos de la vivienda ( $\text{W/m}^2\text{K}$ )

A: superficie de cada uno de los cerramientos ( $\text{m}^2$ )

$\Delta T$ : diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior ( $^{\circ}\text{C}$ )

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLETT	ANEXO 1
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página 9 de 23

La carga térmica por transmisión tiene tres suplementos ocasionados por las pérdidas debidas a:

- Orientación:  $Q_{PO}$
- Intermitencias del servicio de calefacción:  $Q_{SU}$
- Mayoración de cargas:  $Q_{MC}$

La expresión final para el cálculo de la carga térmica por transmisión será:

$$Q_{transmisión} = U \cdot A \cdot \Delta T \cdot (1 + Q_{PO} + Q_{SU} + Q_{MC})$$

Se calculará esta carga térmica por transmisión para cada una de las estancias de la vivienda unifamiliar.

Se considera que la diferencia de temperaturas entre zonas calefactadas es 0°C y el local que no disponga de sistema calefacción tendrá una temperatura igual al ambiente exterior.

Los resultados se muestran en las siguientes tablas:

#### PLANTA BAJA

ESTAR-COMEDOR					
Cerramiento	Superficie ( $m^2$ )	U ( $W/m^2K$ )	$\Delta T$	% orientación	Q (W)
Pared N	10,627	1,586	0	1,2	0,000
Pared S	8,487	0,467	15,4	1	61,037
Pared E	8,487	0,467	15,4	1,1	67,140
Pared O	8,623	0,467	15,4	1,1	68,214
Forjado Superior	25,450	0,463	0	1	0,000
Forjado Inferior	25,450	0,276	15,4	1	108,173
Total estructural					304,564
Intermitencias servicio calefacción					36,548
Mayorización de cargas					15,228
<b>Total Cargas Internas por Transmisión</b>					<b>356,340</b>

ASEO					
Cerramiento	Superficie ( $m^2$ )	U ( $W/m^2K$ )	$\Delta T$	% orientación	Q (W)
Pared N	2,062	0,467	15,4	1,2	17,799

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLETT	ANEXO 1
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página 10 de 23

Pared S	0,541	1,586	0	1	0,000
Pared E	3,690	1,586	0	1,1	0,000
Pared O	1,304	0,467	15,4	1,1	10,314
Forjado Superior	1,410	0,463	0	1	0,000
Forjado Inferior	1,410	0,276	15,4	1	5,993
Total estructural					34,106
Intermitencias servicio calefacción					4,093
Mayorización de cargas					1,705
<b>Total Cargas Internas por Transmisión</b>					<b>39,904</b>

COCINA					
Cerramiento	Superficie (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	ΔT	% orientación	Q (W)
Pared N	5,830	0,467	15,4	1,2	50,310
Pared S	5,314	1,586	0	1	0,000
Pared E	12,521	0,467	15,4	1,1	99,057
Pared O	9,889	1,586	0	1,1	0,000
Forjado Superior	16,610	0,463	0	1	0,000
Forjado Inferior	16,610	0,276	15,4	1	70,599
Total estructural					219,966
Intermitencias servicio calefacción					26,396
Mayorización de cargas					10,998
<b>Total Cargas Internas por Transmisión</b>					<b>257,360</b>

DISTRIBUIDOR 1					
Cerramiento	Superficie (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	ΔT	% orientación	Q (W)
Pared N	0,949	0,467	15,400	1,200	8,193

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	ANEXO 1
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página 11 de 23

Pared S	4,576	1,586	0,000	1,000	0,000
Pared E	10,578	1,586	0,000	1,100	0,000
Pared O	10,810	0,467	15,400	1,100	85,517
Forjado Superior	12,160	0,463	0,000	1,000	0,000
Forjado Inferior	12,160	0,276	15,400	1,000	51,685
Total estructural					145,395
Intermitencias servicio calefacción					17,447
Mayorización de cargas					7,270
<b>Total Cargas Internas por Transmisión</b>					<b>170,112</b>

#### PLANTA PISO

ESTUDIO					
Cerramiento	Superficie (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	ΔT	% orientación	Q (W)
Pared N	6,171	0,467	15,40	1,20	53,257
Pared S	0,000	0,000	0,00	1,00	0,000
Pared E	9,849	1,586	0,00	1,10	0,000
Pared O	6,958	1,586	0,00	1,10	0,000
Forjado Superior	11,050	0,434	15,40	1,00	73,854
Forjado Inferior	11,050	0,323	0,00	1,00	0,000
Total estructural					127,110
Intermitencias servicio calefacción					15,253
Mayorización de cargas					6,356
<b>Total Cargas Internas por Transmisión</b>					<b>148,719</b>

BAÑO 1					
Cerramiento	Superficie (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	ΔT	% orientación	Q (W)

Pared N	5,292	1,586	0	1,2	0,000
Pared S	5,292	1,586	0	1	0,000
Pared E	3,381	1,586	0	1,1	0,000
Pared O	5,341	1,586	0	1,1	0,000
Forjado Superior	4,700	0,434	15,4	1	31,413
Forjado Inferior	4,700	0,323	0	1	0,000
Total estructural					31,413
Intermitencias servicio calefacción					3,770
Mayorización de cargas					1,571
<b>Total Cargas Internas por Transmisión</b>					<b>36,753</b>

BAÑO 2					
Cerramiento	Superficie (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	ΔT	% orientación	Q (W)
Pared N	4,190	1,586	0	1,2	0,000
Pared S	4,190	1,586	0	1	0,000
Pared E	5,513	0,467	15,4	1,1	43,609
Pared O	3,724	1,586	0	1,1	0,000
Forjado Superior	3,850	0,434	15,4	1	25,732
Forjado Inferior	3,850	0,323	0	1	0,000
Total estructural					69,341
Intermitencias servicio calefacción					8,321
Mayorización de cargas					3,467
<b>Total Cargas Internas por Transmisión</b>					<b>81,129</b>

BAÑO 3					
Cerramiento	Superficie (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	ΔT	% orientación	Q (W)
Pared N	6,566	1,586	0	1,2	0,000



Pared S	6,778	0,467	15,4	1	48,742
Pared E	5,562	1,586	0	1,1	0,000
Pared O	5,562	0,467	15,4	1,1	43,997
Forjado Superior	7,800	0,434	15,4	1	52,132
Forjado Inferior	7,800	0,323	15,4	1	38,799
Total estructural					183,670
Intermitencias servicio calefacción					22,040
Mayorización de cargas					9,184
<b>Total Cargas Internas por Transmisión</b>					<b>214,894</b>

VESTIDOR					
Cerramiento	Superficie ( $m^2$ )	U ( $W/m^2K$ )	$\Delta T$	% orientación	Q (W)
Pared N	4,459	1,586	0	1,2	0,000
Pared S	4,459	1,586	0	1	0,000
Pared E	3,185	1,586	0	1,1	0,000
Pared O	5,611	0,467	15,4	1,1	44,385
Forjado Superior	4,160	0,434	15,4	1	27,804
Forjado Inferior	4,160	0,323	15,4	1	20,693
Total estructural					92,881
Intermitencias servicio calefacción					11,146
Mayorización de cargas					4,644
<b>Total Cargas Internas por Transmisión</b>					<b>108,671</b>

TOCADOR					
Cerramiento	Superficie ( $m^2$ )	U ( $W/m^2K$ )	$\Delta T$	% orientación	Q (W)
Pared N	2,034	1,586	0	1,2	0,000



Pared S	2,034	1,586	0	1	0,000
Pared E	5,611	1,586	0	1,1	0,000
Pared O	3,185	1,586	0	1,1	0,000
Forjado Superior	3,550	0,434	15,4	1	23,727
Forjado Inferior	3,550	0,323	15,4	1	17,658
Total estructural					41,385
Intermitencias servicio calefacción					4,966
Mayorización de cargas					2,069
<b>Total Cargas Internas por Transmisión</b>					<b>48,421</b>

DORMITORIO 1					
Cerramiento	Superficie ( $m^2$ )	U ( $W/m^2K$ )	$\Delta T$	% orientación	Q (W)
Pared N	5,562	1,586	0	1,2	0,000
Pared S	6,279	0,467	15,4	1	45,157
Pared E	1,013	0,467	15,4	1,1	8,011
Pared O	6,664	0,467	15,4	1,1	52,719
Forjado Superior	14,000	0,434	15,4	1	93,570
Forjado Inferior	14,000	0,323	0	1	0,000
Total estructural					199,457
Intermitencias servicio calefacción					23,935
Mayorización de cargas					9,973
<b>Total Cargas Internas por Transmisión</b>					<b>233,365</b>

DORMITORIO 2					
Cerramiento	Superficie ( $m^2$ )	U ( $W/m^2K$ )	$\Delta T$	% orientación	Q (W)

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLETT	ANEXO 1
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página 15 de 23

Pared N	4,435	1,586	0	1,2	0,000
Pared S	5,152	0,467	15,4	1	37,052
Pared E	10,217	0,467	15,4	1,1	80,823
Pared O	11,834	1,586	0	1,1	0,000
Forjado Superior	11,700	0,434	15,4	1	78,198
Forjado Inferior	11,700	0,323	0	1	0,000
Total estructural					196,073
Intermitencias servicio calefacción					23,529
Mayorización de cargas					9,804
<b>Total Cargas Internas por Transmisión</b>					<b>229,405</b>

DORMITORIO 3					
Cerramiento	Superficie (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	ΔT	% orientación	Q (W)
Pared N	5,044	0,467	15,4	1,2	43,531
Pared S	4,900	1,586	0	1	0,000
Pared E	12,324	0,467	15,4	1,1	97,491
Pared O	10,560	1,586	0	1,1	0,000
Forjado Superior	12,100	0,434	15,4	1	80,872
Forjado Inferior	12,100	0,323	0	1	0,000
Total estructural					221,893
Intermitencias servicio calefacción					26,627
Mayorización de cargas					11,095
<b>Total Cargas Internas por Transmisión</b>					<b>259,615</b>

DORMITORIO 4					
Cerramiento	Superficie (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	ΔT	% orientación	Q (W)
Pared N	6,630	0,467	15,4	1,2	57,218

Pared S	6,689	1,586	0	1	0,000
Pared E	9,041	1,586	0	1,1	0,000
Pared O	11,172	0,467	15,4	1,1	88,381
Forjado Superior	15,720	0,434	15,4	1	105,066
Forjado Inferior	15,720	0,323	15,4	1	78,194
Total estructural					328,860
Intermitencias servicio calefacción					39,463
Mayorización de cargas					16,443
<b>Total Cargas Internas por Transmisión</b>					<b>384,766</b>

DISTRIBUIDOR 2					
Cerramiento	Superficie (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	ΔT	% orientación	Q (W)
Pared N	0,000	0	0	1	0,000
Pared S	0,000	0	0	1	0,000
Pared E	3,136	1,586	0	1	0,000
Pared O	1,960	1,586	0	1	0,000
Forjado Superior	5,000	0,434	15,4	1	33,418
Forjado Inferior	5,000	0,323	0	1	0,000
Total estructural					33,418
Intermitencias servicio calefacción					4,010
Mayorización de cargas					1,671
<b>Total Cargas Internas por Transmisión</b>					<b>39,099</b>

#### VENTANAS Y PUERTAS EXTERIORES

Estancia	Elemento	Material	Superficie	U	%	Q (W)
----------	----------	----------	------------	---	---	-------

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLETT	ANEXO 1
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página 17 de 23

			(m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> K)	orientación	
Estar-comedor	Puerta/cristalera	Vidrio	4,2	3,694	1	238,928
	Puerta/cristalera	Vidrio	4,2	3,694	1	238,928
	Puerta/cristalera	Vidrio	3,01	3,694	1,1	188,355
Aseo	Ventana	Vidrio	0,25	3,694	1,2	17,066
Cocina	Ventana	Vidrio	2,2876	3,694	1,2	156,163
	Ventana	Vidrio	1,0094	3,694	1,2	68,907
Distribuidor 1	Puerta exterior	Metal	1,978	5,7	1,2	208,355
	Puerta/cristalera	Vidrio	1,0965	3,694	1,1	68,615
Estudio	Ventana	Vidrio	1,62	3,694	1,2	110,589
Baño 3	Ventana	Vidrio	1,5525	3,694	1	88,318
Dormitorio 1	Ventana	Vidrio	1,512	3,694	1	86,014
Dormitorio 2	Ventana	Vidrio	1,288	3,694	1	73,271
Dormitorio 3	Ventana	Vidrio	1,62	3,694	1,2	110,589
Dormitorio 4	Ventana	Vidrio	1,8225	3,694	1,2	124,413

Recinto	Planta	Superficie (m <sup>2</sup> )	Q (W)
Estar comedor	Baja	5,50	1022,55
aseo	Baja	1,41	56,97
cocina	Baja	16,61	482,43
distribuidor 1	Baja	12,16	447,08
estudio	Piso	11,05	259,31
baño 1	Piso	4,70	36,75
baño 2	Piso	3,85	81,13
baño 3	Piso	7,80	303,21
vestidor	Piso	4,16	108,67
tocador	Piso	3,55	48,42
dormitorio 1	Piso	14,00	319,38
dormitorio 2	Piso	11,70	302,68
dormitorio 3	Piso	12,10	370,20
dormitorio 4	Piso	15,72	509,18
distribuidor 2	Piso	5,00	39,10

### Cargas térmicas por renovación

Para mantener las condiciones de pureza en el ambiente del local es necesario proceder a su ventilación. Según la IT 1.1.4.2.1 del RITE, en los edificios de viviendas, a los locales habitables del interior de las mismas, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y garajes; y en los edificios de cualquier otro uso, a los aparcamientos y los garajes se consideran válidos los requisitos de calidad de aire interior establecidos en la Sección HS 3 del Código Técnico de la Edificación.

Los valores que marca dicha normativa se muestran en la siguiente figura:

**Tabla 2.1 Caudales de ventilación mínimos exigidos**

		Caudal de ventilación mínimo exigido $q_v$ en l/s		
		Por ocupante	Por m <sup>2</sup> útil	En función de otros parámetros
Locales	Dormitorios	5		
	Salas de estar y comedores	3		
	Aseos y cuartos de baño			15 por local
	Cocinas		2	50 por local <sup>(1)</sup>
	Trasteros y sus zonas comunes		0,7	
	Aparcamientos y garajes			120 por plaza
	Almacenes de residuos		10	

<sup>(1)</sup> Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina (véase el párrafo 3 del apartado 3.1.1).

Según el RITE, en el apartado 1.1.4.2.2, la categoría del aire interior en función del uso del edificio será IDA 2 (aire de buena calidad).

El cálculo del caudal mínimo de aire exterior de ventilación, necesario para alcanzar la calidad de aire interior exigida, se ha calculado a través del Método indirecto de aire por unidad de superficie.

En el caso de los baños y aseos, cuando el caudal calculado sea menor de 15 l/s, se tomará este valor, como caudal mínimo exigido por la norma.

Los caudales mínimos de ventilación exigidos para las diferentes zonas a calefactar se recogen en la siguiente tabla, así como la carga térmica por renovación que se calcula a través de la expresión:

$$Q_{\text{renovación}} = V_A \cdot \rho_a \cdot c_{pa} \cdot \Delta T$$

siendo:

$V_A$  : volumen de aire de ventilación

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	ANEXO 1
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página 19 de 23

$$\rho_a \cdot c_{pa} = 1,25 \text{ kJ/m}^3\text{°C} = 0,299 \text{ kcal/m}^3\text{°C}$$

$\Delta T$ : diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior (°C)

Estancia	Superficie (m <sup>2</sup> )	IDA2 (dm <sup>3</sup> /s m <sup>2</sup> )	Q <sub>min</sub>		ρ <sub>a</sub> *c <sub>pa</sub>	ΔT	Q <sub>renovación</sub>	
			(l/s)	(m <sup>3</sup> /h)			(kcal/h)	(W)
Estar-comedor	5,50	0,83	4,57	16,43	0,299	18,20	89,43	103,74
aseo	POR NORMA		15,00	54,00	0,299	18,20	293,86	340,87
cocina	16,61	0,83	13,79	49,63	0,299	18,20	270,08	313,29
distribuidor 1	12,16	0,83	10,09	36,33	0,299	18,20	197,72	229,36
estudio	11,05	0,83	9,17	33,02	0,30	18,20	179,67	208,42
baño 1	POR NORMA		15,00	54,00	0,30	18,20	293,86	340,87
baño 2	POR NORMA		15,00	54,00	0,30	18,20	293,86	340,87
baño 3	POR NORMA		15,00	54,00	0,30	18,20	293,86	340,87
vestidor	4,16	0,83	3,45	12,43	0,30	18,20	67,64	78,46
tocador	3,55	0,83	2,95	10,61	0,30	18,20	57,72	66,96
dormitorio 1	14,00	0,83	11,62	41,83	0,30	18,20	227,64	264,06
dormitorio 2	11,70	0,83	9,71	34,96	0,30	18,20	190,24	220,68
dormitorio 3	12,10	0,83	10,04	36,15	0,30	18,20	196,75	228,23
dormitorio 4	15,72	0,83	13,05	46,97	0,30	18,20	255,61	296,51
distribuidor 2	5,00	0,83	4,15	14,94	0,30	18,20	81,30	94,31

### Cargas térmicas totales

El resumen de los resultados obtenidos se muestra en la siguiente tabla:

Recinto	Planta	Superficie (m <sup>2</sup> )	Transmisión (W)	Renovación		CARGA TÉRMICA	
				Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Total (W)
Estar comedor	Baja	5,50	1022,55	16,43	103,74	204,78	1126,29
aseo	Baja	1,41	56,97	54,00	340,87	282,16	397,84
cocina	Baja	16,61	482,43	49,63	313,29	47,91	795,72
distribuidor 1	Baja	12,16	447,08	36,33	229,36	55,63	676,44
estudio	Piso	11,05	259,31	33,02	208,42	42,33	467,73
baño 1	Piso	4,70	36,75	54,00	340,87	80,35	377,63
baño 2	Piso	3,85	81,13	54,00	340,87	109,61	422,00
baño 3	Piso	7,80	303,21	54,00	340,87	82,58	644,09
vestidor	Piso	4,16	108,67	12,43	78,46	44,98	187,14

tocador	Piso	3,55	48,42	10,61	66,96	32,50	115,38
dormitorio 1	Piso	14,00	319,38	41,83	264,06	41,67	583,44
dormitorio 2	Piso	11,70	302,68	34,96	220,68	44,73	523,36
dormitorio 3	Piso	12,10	370,20	36,15	228,23	49,46	598,43
dormitorio 4	Piso	15,72	509,18	46,97	296,51	51,25	805,69
distribuidor 2	Piso	5,00	39,10	14,94	94,31	26,68	133,41
<b>TOTAL</b>				<b>549,31</b>			

<b>Carga total simultánea</b>	<b>7854,59</b>
-------------------------------	----------------

Conjunto	Potencia por superficie ( $W/m^2$ )	Potencia total (W)	Potencia total (kW)
Vivienda	1196,62	7854,59	7,85

## 2. Demanda de energía.

### 2.1 Demanda de energía para calefacción.

El cálculo de la demanda de energía para calefacción se muestra en la tabla siguiente. Se considera que es necesario el uso de la calefacción entre los meses de Noviembre y Abril.

Mes	nº días	horas	Demanda (kW)	DEmes (kwh/mes)
Enero	31	12	7,85	2920,20
Febrero	28	12	7,85	2637,60
Marzo	31	10	7,85	2433,50
Abril	30	10	7,85	2355,00
Mayo	31	0	7,85	0,00
Junio	30	0	7,85	0,00
Julio	31	0	7,85	0,00
Agosto	31	0	7,85	0,00
Septiembre	30	0	7,85	0,00
Octubre	31	0	7,85	0,00
Noviembre	30	10	7,85	2355,00
Diciembre	31	12	7,85	2920,20

## 2.2. Demanda de energía para ACS.

La vivienda unifamiliar está habitada por 6 personas.

Los valores de consumo por persona y día de ACS a 60°C vienen recogidos en la tabla 4.1 del Documento Básico HE del CTE, mostrada en la figura:

**Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60 °C<sup>(1)</sup>**

Criterio de demanda	Litros/día-unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Con este consumo de agua caliente, la demanda energética mensual se calcula a través de la siguiente expresión:

$$DE_{mes} = Q_{día} \cdot N \cdot (T_{ACS} - T_{AF}) \cdot 1,16 \cdot 10^{-3}$$

donde:

$DE_{mes}$ : demanda energética (kWh/mes)

$Q_{día}$ : consumo diario de ACS a la temperatura de referencia TACS (l/día)

$N$ : número de días del mes considerado

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	ANEXO 1
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página 22 de 23

*TACS*: temperatura de referencia utilizada para la cuantificación del consumo de agua caliente, 60°C

*TAF*: temperatura de agua fría de red (°C)

La temperatura del agua de red se toma del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE.

Mes	nº días	TAFS (°C)	TACS-TAF	$Q_{mes}$ (l/mes)	$DE_{mes}$ (kWh/mes)
Enero	31	8	52	5208	314,15
Febrero	28	9	51	4704	278,29
Marzo	31	11	49	5208	296,02
Abril	30	13	47	5040	274,78
Mayo	31	14	46	5208	277,90
Junio	30	15	45	5040	263,09
Julio	31	16	44	5208	265,82
Agosto	31	15	45	5208	271,86
Septiembre	30	14	46	5040	268,93
Octubre	31	13	47	5208	283,94
Noviembre	30	11	49	5040	286,47
Diciembre	31	8	52	5208	314,15
ANUAL	365	12,25	47,75	61320	3395,39

La demanda energética anual es de 3395.39 kWh/mes.

Ferrol, Septiembre 2016

Uxía Prieto Vilaboa.



 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	ANEXO 1
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>23 de 23</b>



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE  
SANITARIA CON CALDERA DE PELLET

UXÍA PRIETO VILABOA

# ANEXO 2

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	ANEXO 2
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>1 de 23</b>

## Índice Anexo 1

1. Cálculo de instalación de calefacción.....	3
1.1 Cálculo y selección de los emisores. ....	3
1.2 Cálculo del diámetro de las tuberías.....	6
1.3. Cálculo de las pérdidas de carga de la instalación .....	12
1.4. Selección de la bomba de circulación. ....	17
1.4. Cálculo del volumen mínimo del vaso de expansión. ....	18
2.Sala de caleras.....	20

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	ANEXO 2
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>2 de 23</b>

## Índice de tablas

Tabla 1. Cálculo salto térmico.....	3
Tabla 2. Condiciones de trabajo de los elementos.....	4
Tabla 3. Elementos necesarios y potencia instalada por estancia.....	5
Tabla 4. Caudal requerido por los radiadores.....	8
Tabla 5. Caudal que circula por cada tramo.....	9
Tabla 6. Selección de diámetros para cada tramo.....	11
Tabla 7. Pérdidas de carga en las tuberías de impulsión.....	13
Tabla 8. Pérdidas de carga en las tuberías de retorno.....	14
Tabla 9. Cálculo de pérdidas singulares en la impulsión y retorno.....	16
Tabla 10. Cálculo del coeficiente de expansión.....	19
Tabla 11. Cálculo del volumen mínimo del vaso de expansión.....	19
Tabla 12. Datos de la demanda energética.....	20

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Datos técnicos del modelo de radiador de aluminio EUROPA C de la marca Ferroli, facilitador por el fabricante.....	4
Ilustración 2. Distribución radiadores planta baja.....	6
Ilustración 3. Distribución radiadores planta alta.....	7
Ilustración 4. Diagrama pérdidas de carga y caudal de doble entrada para el cobre recocido..	11
Ilustración 5. Valores del coeficiente K.....	16
Ilustración 6. Curvas de caudal-presión para el modelo Quantum.....	18
Ilustración 7. Datos fabricados por el fabricante del vaso de expansión marca Ibaiondo.....	20
Ilustración 8. Datos técnicos de la caldera de pellet PELLEMATIC 12.....	21
Ilustración 9. Datos facilitados por el fabricante de DOMUSA.....	22
Ilustración 10. Datos facilitados por la marca ÖkoFEN.....	23

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	ANEXO 2
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>3 de 23</b>

## 1. Cálculo de instalación de calefacción.

Una vez obtenidas las cargas por estancia calcularemos y seleccionaremos los diferentes elementos que compondrán la instalación física real a llevar a cabo por un instalador cualificado.

### 1.1 Cálculo y selección de los emisores.

Lo primero será elegir el modelo de emisor que se va a instalar, para así calcular la emisión calorífica de cada elemento emisor. Se instalará una red de radiadores bitubo con elementos emisores del modelo EUROPA C 600 de la marca Ferroli.

La emisión calorífica de un radiador, además de sus características propias, depende de las condiciones de funcionamiento de la instalación: temperaturas de entrada y salida del agua al radiador y temperatura del local donde se encuentra ubicado:

$$\dot{Q} = K_M \Delta T^n$$

donde:  $Q$  es la potencia calorífica del radiador (W);  $K_M$  es la constante propia de cada radiador;  $\Delta T$  es el salto térmico entre la temperatura media aritmética del agua del radiador y la temperatura ambiente del local y  $n$  es el exponente de la curva característica de emisión calorífica del radiador.  $K_M$  y  $n$  son características propias de cada radiador.

El salto térmico  $\Delta T$ , para una determinada temperatura ambiente, no se puede aproximar siempre mediante una media aritmética. A veces se calcula mediante una media logarítmica.

Tabla 1. Cálculo salto térmico.

$\frac{T_s - T_a}{T_e - T_a} \geq 0.7$	El salto térmico se calcula mediante la media aritmética.	$\Delta T = T_m - T_a = \frac{T_e + T_s}{2} - T_a$
$\frac{T_s - T_a}{T_e - T_a} < 0.7$	El salto térmico se calcula mediante la media logarítmica,	$\Delta T = \frac{T_e - T_s}{\ln \frac{T_e - T_a}{T_s - T_a}}$

siendo:  $T_a$  la temperatura ambiente del local,  $T_e$  la temperatura de entrada del agua al radiador y  $T_s$  la temperatura de salida del agua al radiador.

Para cada tipo de radiador el fabricante da la emisión de un elemento para un salto térmico de 50°C y un exponente característico. Para cualquier otro salto térmico, se emplea:

$$Q_{\Delta T} = Q_{50} \left( \frac{\Delta T}{50} \right)^n$$

donde:  $Q_{\Delta T}$  es la potencia del elemento para un salto térmico  $\Delta T$  (W);  $Q_{50}$  es la potencia del elemento para un salto térmico de 50°C, proporcionado por el fabricante (W);  $\Delta T$  es el salto térmico distinto de 50°C (°C) y  $n$  es el exponente dado por el fabricante (adimensional).

El caudal de agua (en kg/s) que circula por cada emisor es:

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{c p_w (T_e - T_s)}$$

A continuación se dan las características técnicas del radiador de aluminio seleccionado. Se trata del modelo EUROPA 600 C de la marca Ferroli.

DATOS TÉCNICOS EUROPA C							
CARACTERÍSTICAS		EUROPA 450 C	EUROPA 600 C	EUROPA 700 C	EUROPA 800 C	EUROPA 900 C	
Emisión térmica UNE EN 442	$\Delta T = 50^\circ \text{C}$	W	89,2	119,8	137,1	158,0	164,2
		kcal/h	76,7	103,0	117,9	135,8	141,2
	$\Delta T = 60^\circ \text{C}$	W	112,7	152,3	174,3	200,9	208,2
		kcal/h	96,9	131,0	149,8	172,8	179,0
	Emisión baja temperatura $\Delta T = 40^\circ \text{C}$	W	67,1	89,2	102,2	117,6	122,8
		kcal/h	57,7	76,8	87,9	101,2	105,6
	$\Delta T = 30^\circ \text{C}$	W	46,46	61,07	69,99	80,46	84,44
		kcal/h	39,96	52,52	60,19	69,19	72,62
Tª máxima de funcionamiento	110° C						
Exponente n		1,27784	1,31869	1,31598	1,32052	1,30217	
Km		0,601947	0,688627	0,796525	0,901564	1,0071	
Contenido agua	(litros)	0,31	0,39	0,45	0,50	0,52	
Peso	(kg)	1,04	1,34	1,57	1,85	1,92	
Dimensiones	A	(mm)	431	581	681	781	880
	B	(mm)	350	500	600	700	800
	C	(mm)	100	100	100	100	98
Conexiones	(Ø)	1"	1"	1"	1"	1"	

Ecuación característica de cada modelo:  $\Phi = Km \times \Delta T^n$

Ilustración 1. Datos técnicos del modelo de radiador de aluminio EUROPA C de la marca Ferroli, facilitador por el fabricante.

Cálculo de la emisión de calor real de un elemento de aluminio EUROPA 600 C en las condiciones de trabajo.

Las condiciones de trabajo de los elementos serán:

Tabla 2. Condiciones de trabajo de los elementos.

$T_e = 80^\circ \text{C}$	$T_s = 67^\circ \text{C}$	$T_a = 21^\circ \text{C}$
---------------------------	---------------------------	---------------------------

Por lo que  $\frac{T_s - T_a}{T_e - T_a} = 0,779 \geq 0,7$ , por lo tanto el salto térmico se obtiene con la media aritmética:

$$\Delta T = \frac{T_e + T_s}{2} - T_a = \frac{80 + 67}{2} - 21 = 52,5^\circ \text{C}$$

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	ANEXO 2
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página 5 de 23

El calor que emite un EUROPA 600 C con un salto térmico de 52,5°C es:

$$Q_{52,5} = Q_{50} \left( \frac{\Delta T}{50} \right)^n = 119,8 \left( \frac{52,5}{50} \right)^{1,31869} = 127,76 \text{ W}$$

*Cálculo de los elementos necesarios de radiador de aluminio.*

Con los datos de las cargas térmicas obtenidas para cada recinto y el calor que emite cada elemento radiador sabremos el número de elementos que necesitamos en cada recinto de la vivienda.

$$n^{\circ} = \frac{\text{potencia calorífica del recinto}}{\text{potencia de 1 elemento}}$$

*Tabla 3. Elementos necesarios y potencia instalada por estancia.*

	POTENCIA NECESARIA (W)	EMISIÓN TÉRMICA/ELEMENTO (W)	Nº ELEMENTOS	Nº ELEMENTOS	POTENCIA INSTALADA (W)
Estar comedor	1126,29	127,76	8,82	9	1149,84
Aseo	397,84	127,76	3,11	4	511,04
Cocina	795,72	127,76	6,23	7	894,32
Distribuidor 1	676,44	127,76	5,29	6	766,56
Estudio	467,73	127,76	3,66	4	511,04
Baño 1	377,63	127,76	2,96	3	383,28
Baño 2	422,00	127,76	3,30	4	511,04
Baño 3	644,09	127,76	5,04	6	766,56
Vestidor	187,14	127,76	1,46	2	255,52
Tocador	115,38	127,76	0,90	1	127,76
Dormitorio 1	583,44	127,76	4,57	5	638,80
Dormitorio 2	523,36	127,76	4,10	5	638,80
Dormitorio 3	598,43	127,76	4,68	5	638,80
Dormitorio 4	805,69	127,76	6,31	7	894,32
Distribuidor 2	133,41	127,76	1,04	2	255,52
		TOTAL		70	8943,20

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	ANEXO 2
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>6 de 23</b>

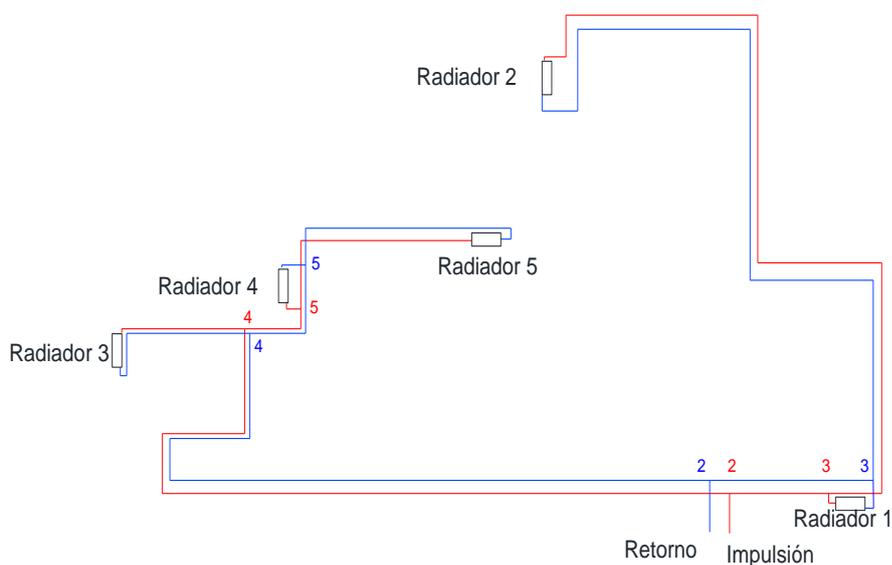
## 1.2 Cálculo del diámetro de las tuberías.

Hasta este punto se han calculado las necesidades caloríficas de los locales de las viviendas y elegidos los emisores que se utilizarán para aportarlas. A continuación se calcularán las dimensiones de las tuberías a utilizar.

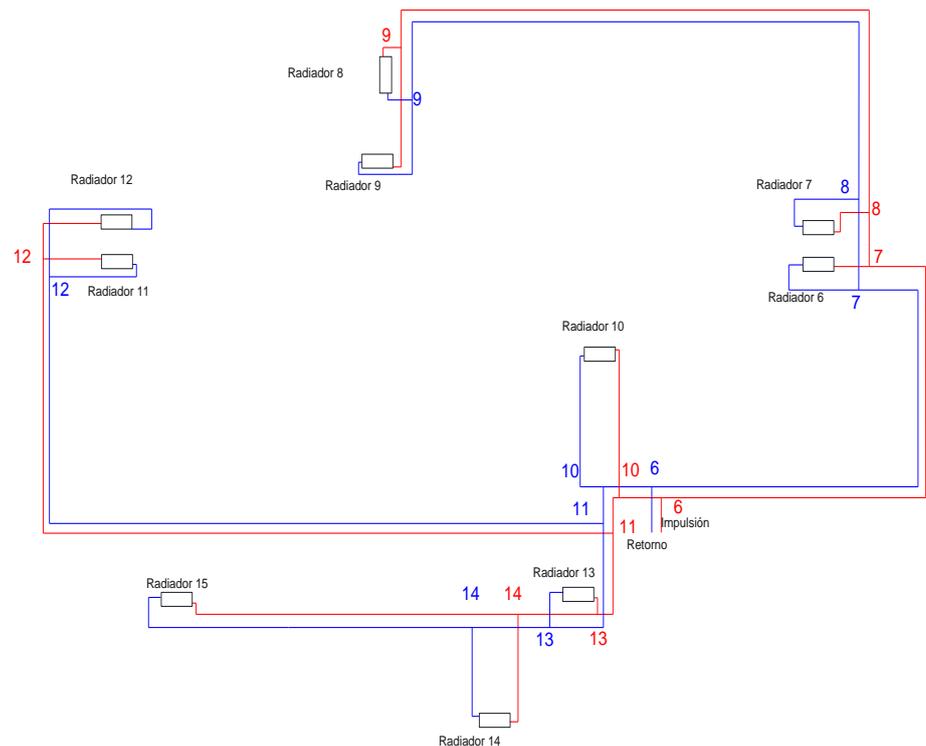
El cálculo del diámetro de las tuberías se hará teniendo en cuenta el caudal y las características físicas del fluido portador, la temperatura media de funcionamiento, las características del material utilizado (para lo cual se seguirán las recomendaciones del fabricante), y el tipo de circuito (caudal constante o variable).

### *Distribución de la instalación y numeración de los tramos.*

Para facilitar la comprensión de los datos de cada uno de los tramos de circulación de las tuberías, como son su longitud y caudal circulante, realizamos un esquema numerado de la instalación.



*Ilustración 2. Distribución radiadores planta baja..*



*Ilustración 3. Distribución radiadores planta alta.*

En las figuras se representan con diferentes colores las tuberías de ida y retorno, de rojo y azul respectivamente; así como todos los radiadores de la instalación. Para facilitar la identificación de cada tramo de tubería y de cada elemento se ha optado por numerarlos. A cada radiador se le ha asignado un número de orden y se han numerado el inicio y cada bifurcación que se produce en la tubería. Así será más fácil identificar cada tramo de tubería.

#### *Longitud de los tramos de las tuberías*

En la siguiente tabla se muestran todos los tramos, con un identificador y longitud. Para obtener las longitudes de tubería del plano hay que tener en cuenta que los ramales principales circulan por el suelo y las conexiones de los radiadores deben llegar hasta ellas. En este caso, la distancia entre el suelo y la conexión de retorno es 0,15 m, y la distancia entre el suelo y la conexión de

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	ANEXO 2
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>8 de 23</b>

ida es 0,65m. Para el primer tramo tendremos en cuenta que la instalación de la caldera se realizará en el sótano, cuya distancia hasta la planta baja de la vivienda es de 2,57m. La conexión de impulsión y retorno en la caldera se encuentra a 0,905m del suelo. También debemos tener en cuenta que entre la planta baja y alta existe una distancia de 2,85m.

#### *Caudal requerido por los radiadores*

Sabiendo que la emisión calorífica de cada elemento radiador es 127,76 W y la diferencia de temperaturas de entrada y salida para este caso es 13°C, se obtienen los siguientes resultados:

*Tabla 4. Caudal requerido por los radiadores.*

Estancia	Nº Radiador	Nº Elementos/radiador	Potencia (W)	Potencia (kcal/h)	Caudal (l/h)
Estar-comedor	Radiador 1	5	638,80	549,37	42,26
	Radiador 2	4	511,04	439,49	33,81
Aseo	Radiador 3	4	511,04	439,49	33,81
Distribuidor 1	Radiador 4	6	766,56	659,24	50,71
Cocina	Radiador 5	7	894,32	769,12	59,16
Dormitorio 1	Radiador 6	5	638,80	549,37	42,26
Dormitorio 2	Radiador 7	5	638,80	549,37	42,26
Baño 2	Radiador 8	4	511,04	439,49	33,81
Distribuidor 2	Radiador 9	2	255,52	219,75	16,90
Baño 1	Radiador 10	3	383,28	329,62	25,36
Estudio	Radiador 11	4	511,04	439,49	33,81
Dormitorio 3	Radiador 12	5	638,80	549,37	42,26
Baño 3	Radiador 13	6	766,56	659,24	50,71
Vestidor-tocador	Radiador 14	3	383,28	329,62	25,36
Dormitorio 4	Radiador 15	7	894,32	769,12	59,16

*Caudal que circula por cada tramo de tubería*

El caudal que circula por cada tramo debe ser el suficiente para alimentar todos los radiadores que tenga aguas abajo. En nuestra instalación el caudal de agua que circula por cada tramo de tubería será el que se indica en la tabla:

*Tabla 5. Caudal que circula por cada tramo.*

Tramo	Caudal (l/h)	
	Impulsión	Retorno
1-2	591,63	591,63
2-3	76,07	76,07
3-RAD1	42,26	42,26
3-RAD2	33,81	33,81
2-4	143,68	143,68
4-RAD3	33,81	33,81
4-5	109,87	109,87
5-RAD4	50,71	50,71
5-RAD5	59,16	59,16
2-6	371,88	371,88
6-7	135,23	135,23
7-RAD6	42,26	42,26
7-8	92,97	92,97
8-RAD7	42,26	42,26
8-9	50,71	50,71
9-RAD8	33,81	33,81
9-RAD9	16,90	16,90
6-10	236,65	236,65
10-RAD10	25,36	25,36
10-11	211,30	211,30
11-12	76,07	76,07
12-RAD11	33,81	33,81
12-RAD12	42,26	42,26
11-13	135,23	135,23
13-RAD13	50,71	50,71
13-14	84,52	84,52
14-RAD14	25,36	25,36
14-RAD15	59,16	59,16

Como se trata de un sistema de distribución con retorno directo, con el trazado paralelo de tuberías, los caudales que circulan en tramos homólogos de impulsión y de retorno son iguales.

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	ANEXO 2
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>10 de 23</b>

### *Selección diámetro tubería*

El diámetro de las tuberías en cada tramo se puede calcular a partir del caudal que recorrerá cada uno de ellos. Para seleccionar el diámetro de tubo, primero debemos saber el tipo de tubería vamos a utilizar. En esta instalación, se usará cobre, ya que sus características presentan notables ventajas en este tipo de instalaciones.

Además, se deberá respetar la normativa que marca que el diámetro mínimo de alimentación

Según el apartado 4.2.1, punto d, del DB HS 4 del CTE, se establece la velocidad del agua en tuberías de cobre entre 0,50 y 2,00 m/s, ya que por debajo del límite inferior se producirían sedimentos e incrustaciones y una velocidad mayor de 2,00 m/s provocaría ruidos, y no está permitida por el CTE por razones prácticas que desestiman su uso.

Para seleccionar el diámetro de la tubería debemos tener en cuenta que cumpla la normativa respecto a la velocidad del agua además de que las pérdidas de presión por metro de tubería no superen un valor máximo de 40 mm.c.a.

De esta manera, procederemos a seleccionar el diámetro de la tubería mediante el uso de tablas de doble entrada, en las que a partir del caudal y la velocidad de circulación del agua podemos determinar el diámetro de la tubería a utilizar y al mismo tiempo comprobar las pérdidas que tendremos con este diámetro de tubo.

Usaremos el siguiente diagrama para calcular el diámetro de las tuberías de cobre recocido que debemos utilizar.

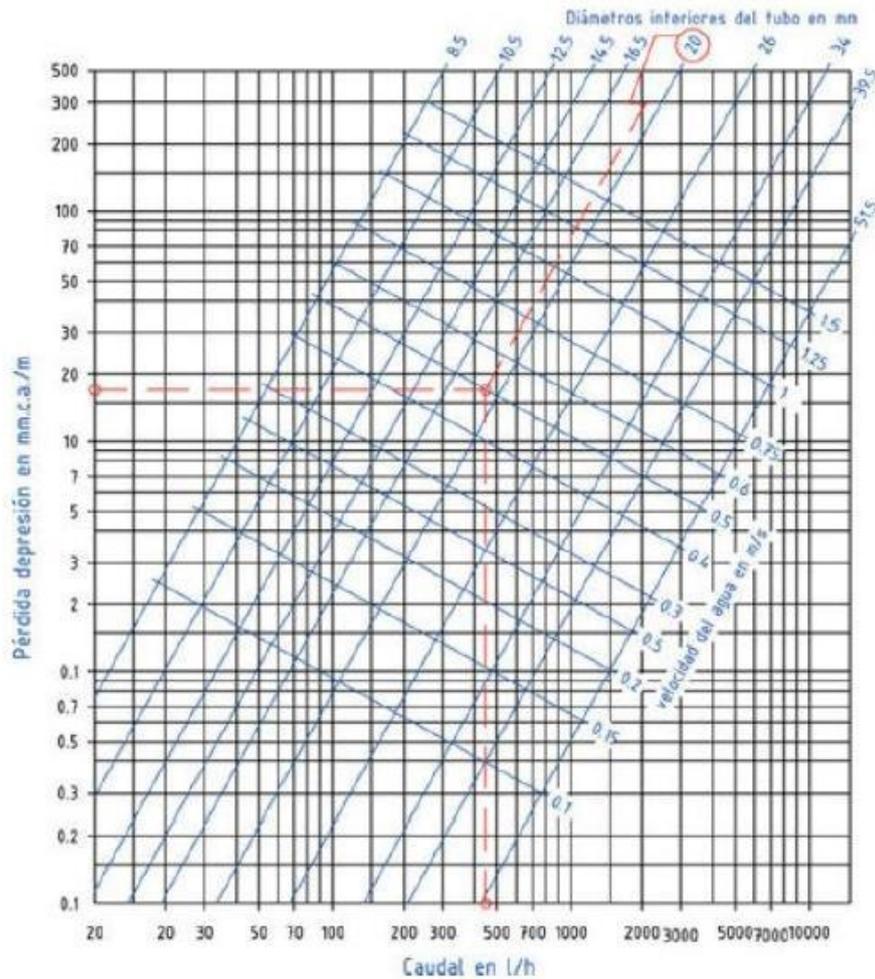


Ilustración 4. Diagrama pérdidas de carga y caudal de doble entrada para el cobre recocado.

Tabla 6. Selección de diámetros para cada tramo.

Tramo	Caudal (l/h)	$\varnothing_{int}$ (mm)
1-2	591,63	26
2-3	76,07	10,5
3-RAD1	42,26	8,5
3-RAD2	33,81	8,5
2-4	143,68	12,5
4-RAD3	33,81	8,5
4-5	109,87	12,5
5-RAD4	50,71	8,5

5-R5	59,16	8,5
2-6	371,88	16,5
6-7	135,23	12,5
7-RAD6	42,26	8,5
7-8	92,97	10,5
8-RAD7	42,26	8,5
8-9	50,71	10,5
9-RAD8	33,81	8,5
9-RAD9	16,90	8,5
6-10	236,65	16,5
10-RAD10	25,36	8,5
10-11	211,30	14,5
11-12	76,07	10,5
12-RAD11	33,81	8,5
12-RAD12	42,26	8,5
11-13	135,23	12,5
13-RAD13	50,71	8,5
13-14	84,52	10,5
14-RAD14	25,36	8,5
14-RAD15	59,16	8,5

### 1.3. Cálculo de las pérdidas de carga de la instalación

La finalidad de calcular las pérdidas de carga totales de la instalación es la de poder escoger la bomba más adecuada para el circuito.

A la hora de realizar los cálculos, es necesario diferenciar entre las pérdidas de cargas continuas, debidas al rozamiento del fluido, y las pérdidas de carga singulares, debidas a la resistencia de codos, válvulas y todos los elementos que obstaculizan el paso del líquido.

#### *Pérdidas de carga continuas:*

Para el cálculo de la pérdida de carga continua  $H_{r,c}$ , en las tuberías, utilizaremos la fórmula de Darcy-Weisbach que se escribe a continuación:

$$H_{r,c} = \lambda \frac{L}{D} \frac{v^2}{2 \cdot 9,81}$$

siendo:

$H_{r,c}$ : pérdida de carga (m.c.a).

$\lambda$ : coeficiente de fricción (adimensional).

L: longitud de la tubería (m).

D: diámetro de la tubería (m)

V: velocidad del fluido (m/s)

El coeficiente de fricción depende del número de Reynolds (Re), que se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

siendo:

$R_e$ : valor del número de Reynolds (adimensional).

$\rho$ : densidad del agua a 80°C (917,8 kg/m<sup>3</sup>).

v: velocidad del fluido en la tubería (m/s).

$\mu$ : viscosidad dinámica del agua a 80°C (0,354 · 10<sup>-3</sup> Ns/m<sup>2</sup>).

El coeficiente de fricción para un valor del número de Reynolds comprendido entre 3000 y 10<sup>5</sup> se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\lambda = \frac{0,32}{Re^{0,25}}$$

Las pérdidas de carga continuas se calcularán primero en la tubería de impulsión y, de forma análoga, en la de retorno, como se expresa en las siguientes tablas:

Tabla 7. Pérdidas de carga en las tuberías de impulsión.

Tramo	L (m)	$\varnothing_{int}$ (m)	v (m/s)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\mu$ (Ns/m <sup>2</sup> )	Re	$\lambda$	$H_{r,c}$ (mca)
1-2	2,125	0,026	0,310	917,800	0,00035	20865,419	0,027	1,023
2-3	1,350	0,011	0,244	917,800	0,00035	6642,868	0,035	1,331
3-RAD1	0,850	0,009	0,207	917,800	0,00035	4558,831	0,039	0,817
3-RAD2	11,992	0,009	0,165	917,800	0,00035	3647,065	0,041	7,805
2-4	10,790	0,013	0,325	917,800	0,00035	10540,017	0,032	14,144
4-RAD3	2,350	0,009	0,165	917,800	0,00035	3647,065	0,041	1,529
4-5	0,996	0,013	0,249	917,800	0,00035	8060,013	0,034	0,817
5-RAD4	0,870	0,009	0,248	917,800	0,00035	5470,597	0,037	1,151
5-R5	3,780	0,009	0,290	917,800	0,00035	6382,363	0,036	6,550

2-6	2,850	0,017	0,483	917,800	0,00035	20666,700	0,027	5,277
6-7	6,670	0,013	0,306	917,800	0,00035	9920,016	0,032	7,863
7-RAD6	1,100	0,009	0,207	917,800	0,00035	4558,831	0,039	1,058
7-8	0,600	0,011	0,298	917,800	0,00035	8119,061	0,034	0,840
8-RAD7	1,300	0,009	0,207	917,800	0,00035	4558,831	0,039	1,250
8-9	8,649	0,011	0,163	917,800	0,00035	4428,579	0,039	4,194
9-RAD8	0,980	0,009	0,165	917,800	0,00035	3647,065	0,041	0,638
9-RAD9	2,050	0,009	0,083	917,800	0,00035	1823,532	0,049	0,397
6-10	0,544	0,017	0,307	917,800	0,00035	13151,537	0,030	0,457
10-RAD10	2,370	0,009	0,124	917,800	0,00035	2735,299	0,044	0,932
10-11	0,460	0,015	0,355	917,800	0,00035	13362,091	0,030	0,585
11-12	10,349	0,011	0,244	917,800	0,00035	6642,868	0,035	10,204
12-RAD11	1,401	0,009	0,165	917,800	0,00035	3647,065	0,041	0,912
12-RAD12	1,788	0,009	0,207	917,800	0,00035	4558,831	0,039	1,720
11-13	1,078	0,013	0,306	917,800	0,00035	9920,016	0,032	1,271
13-RAD13	0,871	0,009	0,248	917,800	0,00035	5470,597	0,037	1,152
13-14	1,020	0,011	0,271	917,800	0,00035	7380,964	0,035	1,209
14-RAD14	1,920	0,009	0,124	917,800	0,00035	2735,299	0,044	0,755
14-RAD15	4,970	0,009	0,290	917,800	0,00035	6382,363	0,036	8,612
<b>TOTAL</b>								<b>84,493</b>

Tabla 8. Pérdidas de carga en las tuberías de retorno.

Tramo	L (m)	$\phi_{int}$ (m)	v(m/s)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\mu$ (Ns/m <sup>2</sup> )	Re	$\lambda$	$H_{r,c}$ (mca)
1-2	2,265	0,026	0,310	917,800	0,00035	20865,419	0,027	1,090
2-3	2,230	0,011	0,244	918,800	0,00035	6650,106	0,035	2,198
3-RAD1	0,583	0,009	0,207	919,800	0,00035	4568,765	0,039	0,560
3-RAD2	9,342	0,009	0,165	920,800	0,00035	3658,986	0,041	6,075
2-4	10,180	0,013	0,325	921,800	0,00035	10585,953	0,032	13,330

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET						ANEXO 2	
	UXÍA PRIETO VILABOA						Página 15 de 23	

4-RAD3	4,120	0,009	0,165	922,800	0,00035	3666,933	0,041	2,678
4-5	1,550	0,013	0,249	923,800	0,00035	8112,704	0,034	1,268
5-RAD4	0,580	0,009	0,248	924,800	0,00035	5512,321	0,037	0,766
5-R5	3,605	0,009	0,290	925,800	0,00035	6437,995	0,036	6,233
2-6	2,850	0,017	0,483	926,800	0,00035	20869,359	0,027	5,265
6-7	6,350	0,013	0,306	927,800	0,00035	10028,101	0,032	7,466
7-RAD6	1,500	0,009	0,207	928,800	0,00035	4613,469	0,039	1,438
7-8	1,000	0,011	0,298	929,800	0,00035	8225,216	0,034	1,396
8-RAD7	1,390	0,009	0,207	930,800	0,00035	4623,404	0,039	1,332
8-9	8,550	0,011	0,163	931,800	0,00035	4496,132	0,039	4,131
9-RAD8	0,530	0,009	0,165	932,800	0,00035	3706,670	0,041	0,344
9-RAD9	1,833	0,009	0,083	933,800	0,00035	1855,322	0,049	0,353
6-10	0,920	0,017	0,307	934,800	0,00035	13395,137	0,030	0,769
10-RAD10	1,630	0,009	0,124	935,800	0,00035	2788,944	0,044	0,638
10-11	0,400	0,015	0,355	936,800	0,00035	13638,708	0,030	0,506
11-12	9,850	0,011	0,244	937,800	0,00035	6787,624	0,035	9,659
12-RAD11	1,450	0,009	0,165	938,800	0,00035	3730,513	0,041	0,938
12-RAD12	2,660	0,009	0,207	939,800	0,00035	4668,108	0,039	2,543
11-13	1,829	0,013	0,306	940,800	0,00035	10168,611	0,032	2,143
13-RAD13	0,704	0,009	0,248	941,800	0,00035	5613,650	0,037	0,925
13-14	1,000	0,011	0,271	942,800	0,00035	7582,015	0,034	1,178
14-RAD14	2,051	0,009	0,124	943,800	0,00035	2812,786	0,044	0,801
14-RAD15	4,659	0,009	0,290	944,800	0,00035	6570,121	0,036	8,015
TOTAL								84,038

Se observa que en ambos casos (impulsión y retorno) resulta un valor similar.

#### *Pérdidas de carga singulares:*

Las pérdidas de cargas singulares o locales, se producen cuando la corriente pierde su uniformidad y se ve alterada a causa de obstáculos en las conducciones, así como válvulas, acoplamientos, reducciones, codos, cambios de dirección, derivaciones, etc., que disipan la energía.

Salvo casos excepcionales, las pérdidas de carga localizadas sólo se pueden determinar de forma experimental, y puesto que son debidas a una disipación de energía motivada por las turbulencias, pueden expresarse en función de la altura cinética corregida mediante un coeficiente empírico (K):

$$H_{r,s} = K \frac{v^2}{2 \cdot 9,81}$$

en donde:

$H_{r,s}$ : pérdida de carga singular (m.c.a)

$K$ : coeficiente empírico (adimensional)

$v$ : velocidad del flujo (m/s)

El coeficiente  $K$  depende del tipo de singularidad y la velocidad media en el interior de la tubería. En la siguiente tabla se resumen los valores aproximados de  $K$  y su correspondiente longitud equivalente:

VALORES DEL COEFICIENTE K EN PÉRDIDAS SINGULARES		
Accidente	K	L/D
Válvula esférica (totalmente abierta)	10	350
Válvula en ángulo recto (totalmente abierta)	5	175
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	2,5	-
Válvula de retención (totalmente abierta)	2	135
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	0,2	13
Válvula de compuerta (abierta 3/4)	1,15	35
Válvula de compuerta (abierta 1/2)	5,6	160
Válvula de compuerta (abierta 1/4)	24	900
Válvula de mariposa (totalmente abierta)	-	40
T por salida lateral	1,80	67
Codo a 90° de radio corto (con bridas)	0,90	32
Codo a 90° de radio normal (con bridas)	0,75	27
Codo a 90° de radio grande (con bridas)	0,60	20
Codo a 45° de radio corto (con bridas)	0,45	-
Codo a 45° de radio normal (con bridas)	0,40	-
Codo a 45° de radio grande (con bridas)	0,35	-

Ilustración 5. Valores del coeficiente  $K$ .

Tabla 9. Cálculo de pérdidas singulares en la impulsión y retorno.

Tramo	$\phi_{int}$ (m)	$v$ (m/s)	$K$	$H_r$ (mca)
1-2	0,026	0,040	3,600	0,000
2-3	0,011	0,136	3,600	0,003
3-RAD1	0,009	0,165	5,400	0,008
3-RAD2	0,009	0,703	12,600	0,318

2-4	0,013	0,077	9,000	0,003
4-RAD3	0,009	0,538	2,700	0,040
4-5	0,013	0,115	1,800	0,001
5-RAD4	0,009	0,290	5,400	0,023
5-R5	0,009	1,820	3,600	0,608
2-6	0,017	0,176	3,600	0,006
6-7	0,013	0,096	3,600	0,002
7-RAD6	0,009	0,455	5,400	0,057
7-8	0,011	0,136	0,000	0,000
8-RAD7	0,009	0,248	7,200	0,023
8-9	0,011	0,108	3,600	0,002
9-RAD8	0,009	0,083	5,400	0,002
9-RAD9	0,009	1,158	3,600	0,246
6-10	0,017	0,033	0,000	0,000
10-RAD10	0,009	1,034	3,600	0,196
10-11	0,015	0,128	5,400	0,005
11-12	0,011	0,108	4,500	0,003
12-RAD11	0,009	0,207	3,400	0,007
12-RAD12	0,009	0,662	3,600	0,080
11-13	0,013	0,115	1,800	0,001
13-RAD13	0,009	0,414	5,400	0,047
13-14	0,011	0,081	0,000	0,000
14-RAD14	0,009	0,290	5,400	0,023
14-RAD15	0,009	0,000	2,700	0,000
			<b>TOTAL</b>	<b>1,704</b>

Como resultado de todos los cálculos (sumando pérdidas de carga singulares y continuas) llegamos a un valor de 170.24 m.c.a. como pérdida total de carga de la instalación.

#### 1.4. Selección de la bomba de circulación.

La función de la bomba de circulación es la de hacer circular el agua calentada en la caldera hacia los elementos emisores. El caudal que debe mover la bomba ya lo hemos calculado en los apartados anteriores. La bomba escogida para la instalación deberá ser capaz de suministrar la caída de presión ya calculada (pérdida de carga total) con un margen de seguridad de un 10%, en previsión de futuras pérdidas de rendimiento en el circuito.

En este caso, debemos solucionar una bomba para suministrar:

- Un caudal de 591,63 l/h.
- Una caída de presión de 187,26 mca (18,73 bar).

Se ha escogido una bomba de circulación de la marca BAXI ROCA, modelo Quantum SC-80-H, cuya curva caudal-presión es la siguiente:

### Curvas de caudal presión

PC, MC y SC

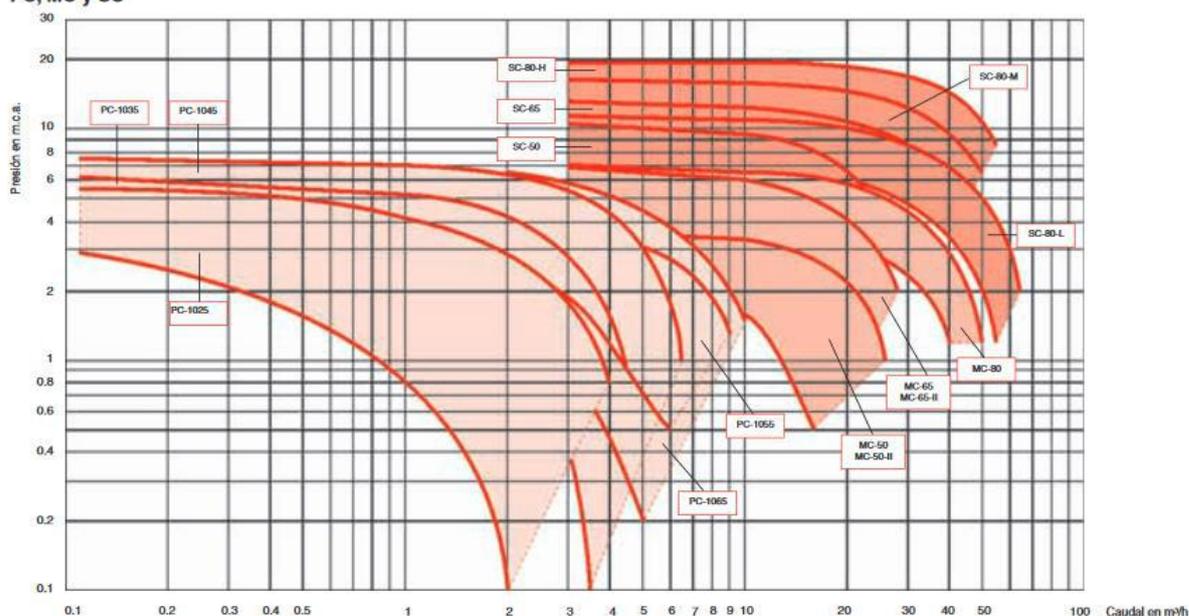


Ilustración 6. Curvas de caudal-presión para el modelo Quantum.

#### 1.4. Cálculo del volumen mínimo del vaso de expansión.

El cálculo del volumen mínimo del vaso de expansión de la instalación, según ITE 02.8.4 del RITE, se realizará de acuerdo con la UNE 100.155:20004, que hace referencia al diseño y cálculo de los sistemas de expansión.

Para calcular el volumen necesario se utiliza la siguiente expresión:

$$V_t = V \cdot C_e \cdot C_p$$

Donde:

$V_t$ : volumen útil necesario (L)

$V$ : volumen total del fluido de trabajo en el circuito (L)

$C_e$ : coeficiente de expansión del fluido.

$C_p$ : coeficiente de presión.

Se calcula el volumen total del circuito cuyo valor es 38,55 L.

Con los valores de temperatura máxima y porcentaje de etilén-glicol en agua (29%) se calcula el coeficiente  $C_e$  según la expresión:

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	ANEXO 2
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>19 de 23</b>

$$C_e = fc \cdot (-95 + 1,2 \cdot T) \cdot 10^{-3}$$

Donde:

$fc$ : factor de correlación debido al porcentaje de etilén-glicol.

T: temperatura máxima en el circuito (80°C)

$$fc = a \cdot (1,8 \cdot t + 32)^b$$

$$a = -0,0134 \cdot (G^2 - 143,8 \cdot G + 1918,2)$$

$$b = 0,00035 \cdot (G^2 - 94,75 \cdot G + 500)$$

Donde G representa el porcentaje de etilén-glicol.

El coeficiente  $C_p$  se calcula a través de la fórmula:

$$C_p = \frac{P_M}{(P_M - P_m)}$$

$P_M$ : La presión máxima absoluta del vaso. Será ligeramente menor que la presión de tarado de la válvula de seguridad ( $P_{vs} = 3bar$ ) que, a su vez, deberá ser menor que la menor de las presiones máximas de funcionamiento de los equipos y aparatos.

$P_m$ : la presión mínima absoluta en el vaso, es igual a la altura geométrica de la instalación.

Por lo tanto, tomaremos:

- $P_M = 0,9 P_{vs} = 3,29 bar$
- $P_m = 0,5 bar$

Con esto, se procede a calcular los coeficientes:

Tabla 10. Cálculo del coeficiente de expansión.

T(°C)	G(%)	a	b	fc	Ce
80	29	18,9074	-0,4905	1,4967	0,0015

$$C_p = \frac{3,29}{3,29 - 0,5} = 1,1792$$

Y con estos coeficientes obtenemos el volumen necesario para el vaso de expansión:

Tabla 11. Cálculo del volumen mínimo del vaso de expansión.

V(l)	Ce	Cp	Vt (L)
38,55	0,0015	1,179	0,068

Se instalará un vaso de expansión de la marca Ibaiondo, modelo 5 CMF, cuyas características técnicas facilitadas por el fabricante se muestran en la figura:

Peso (Kg.)	Código	Modelo	Capacidad (l.)	Presión (Max. Bar)	Dimensiones		Conexión de Agua R
					Ø D	H	
2	02005343	5 CMF	5	5	200	250	3/4"
2,5	02008343	8 CMF	8	5	200	340	3/4"
3,2	02012343	12 CMF	12	5	270	310	3/4"
4	02018343	18 CMF	18	5	270	415	3/4"
4,5	02025343	25 CMF	25	5	320	430	3/4"
7	02035343	35 CMF	35	5	360	475	3/4"

Ilustración 7. Datos fabricados por el fabricante del vaso de expansión marca Ibaiondo.

## 2.Sala de caleras.

### Selección caldera

Con los datos obtenidos sobre las necesidades térmicas, seleccionaremos la caldera que más se ajuste a nuestra demanda.

Tabla 12. Datos de la demanda energética.

Mes de más demanda energética	Enero
Total cargas térmicas (kW)	7,85
Potencia instalada calefacción (kW)	8,94
Demanda energética calefacción (kWh/mes)	2920,20
Demanda energética ACS (kWh/mes)	314,15

Se selecciona el modelo PELLEMATIC con potencia nominal 12 kW de la marca ÖkoFEN, por las ventajas que presenta. La potencia de la caldera PELLEMATIC se adapta a sus necesidades. Ante cambios de la demanda, por ejemplo mediante el aislamiento de la casa, el servicio técnico de manera sencilla puede ajustar la potencia de la caldera a los nuevos requerimientos

Esto propicia la ventaja de un bajo consumo de pellets a través de una utilización óptima de los recursos, disfrutando de la comodidad y la tecnología al más alto nivel.

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	ANEXO 2
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>21 de 23</b>

Caldera - tipo		PE12 PES12
Caldera-Potencia nominal	kW	12
Ancho - total	mm	1130
Ancho - Caldera	mm	700
Alto - Caldera	mm	1090
Alto - Sistema neumático	mm	1392
Fondo - Caldera	mm	814
Fondo - Revestim. quemad	mm	508
Impulsión/Retorno - Dimensión	PuL	1"
Impulsión/Retorno - Altura conexión	mm	905
Diám tubo de humos (en caldera)	mm	130
Tubo de humos - Altura conex	mm	645

Ilustración 8. Datos técnicos de la caldera de pellet PELLEMATIC 12.

#### Depósito de inercia

Según la Guía Técnica de Instalaciones de biomasa térmica en edificios, se recomiendan entre 20 y 30 litros por kilowatio.

Haremos el cálculo con 25l/kW.

Se selecciona un depósito acumulador de inercia de acero al carbono de Chromagen y 300 litros, con las siguientes características:

- Acumulador: 300L
- Montaje: Vertical
- Tipo de circuito: Directo/Inercia
- Peso (kg): 90
- D x H: 700 x 1.635

#### Depósito de ACS

Se decide instalar un depósito de ACS modelo SANIT 250 de la marca DOMUSA, cuyas características se muestran en la imagen.

Modelo		SANIT BL / GR 100	SANIT BL / GR 130	SANIT 100	SANIT 150	SANIT 200	SANIT 250
<b>Características</b>							
Instalación		suelo	suelo	suelo/ mural/ horizontal	suelo/ mural/ horizontal	suelo/ mural/ horizontal	suelo/ mural/ horizontal
Volumen total (L)		100	130	100	150	200	250
Temperatura máx. de acumulación (°C)		90	90	90	90	90	90
Presión máxima de trabajo acumulador (bar)		7	7	7	7	7	7
Temperatura máx. de primario (°C)		110	110	110	110	110	110
Temperatura máx. de primario (°C)		110	110	110	110	110	110
Presión máxima de trabajo primario (bar)		3	3	3	3	3	3
<b>Funcionamiento</b>							
Caudal continuo l/h Δ 30°	Qp 1 m³/h	602	655	602	766	844	930
	Qp 3 m³/h	745	798	745	825	942	1038
	Qp 5 m³/h	831	882	831	944	1046	1143
Caudal punta l/10 min Δ 30°	Qp 1 m³/h	266	325	266	378	474	571
	Qp 3 m³/h	290	349	290	388	490	589
	Qp 5 m³/h	305	363	305	407	507	607
Caudal hasta 1 hora l/h Δ 30°	Qp 1 m³/h	702	785	702	916	1044	1180
	Qp 3 m³/h	845	928	845	975	1142	1288
	Qp 5 m³/h	931	1012	931	1094	1246	1393
Potencia transmitida kW	Qp 1 m³/h	21	23	21	27	29	30
	Qp 3 m³/h	26	28	26	29	33	36
	Qp 5 m³/h	29	31	29	33	36	40

Qp: Caudal de primario  
 Temperatura de primario 80°C  
 Temperatura de acumulación 60°C

Ilustración 9. Datos facilitados por el fabricante de DOMUSA.

### Silo textil

Se añade a la instalación un silo textil de marca ÖkofEN y modelo silo KGT2618, cuyas características se muestran en la siguiente figura:



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Los siguientes tamaños de FlexILO Compact están disponibles:

Altura mínima del local 185 cm

Art. no.	Largo	Ancho	Alto*	Capacidad** con altura del local de			
				185 cm	190 cm	200cm	240 cm
KGT1814	1.840 mm	1.440 mm	1.850-1.970 mm	1,3 - 1,6 t	1,4 - 1,8 t	1,6 - 2,0 t	2,7 - 3,3 t
KGT2614	2.580 mm	1.440 mm	1.850-1.970 mm	2,0 - 2,5 t	2,2 - 2,8 t	2,4 - 3,0 t	4,0 - 4,7 t
KGT2618	2.580 mm	1.840 mm	1.850-1.970 mm	2,4 - 3,0 t	3,0 - 3,7 t	3,2 - 4,0 t	5,0 - 6,2 t
KGT2620	2.580 mm	2.040 mm	1.850-1.970 mm	3,3 - 4,1 t	3,5 - 4,4 t	3,7 - 4,7 t	5,5 - 7,0 t
KGT2626	2.580 mm	2.580 mm	1.850-1.970 mm	4,0 - 5,1 t	4,5 - 5,6 t	4,9 - 6,1 t	7,2 - 8,5 t



\* Altura de los postes \*\* La capacidad depende del peso a granel de los pellets

(kg/m<sup>3</sup>) así como la altura del local y puede variar hasta en un 20%. Para un llando máximo del silo textil, se requiere un local con una altura de 240 cm mínimo.

Ilustración 10. Datos facilitados por la marca ÖkoFEN

Dicho silo será conectado a la caldera mediante un tubo de aspiración.

Ferrol, Septiembre 2016

Uxía Prieto Vilaboa.

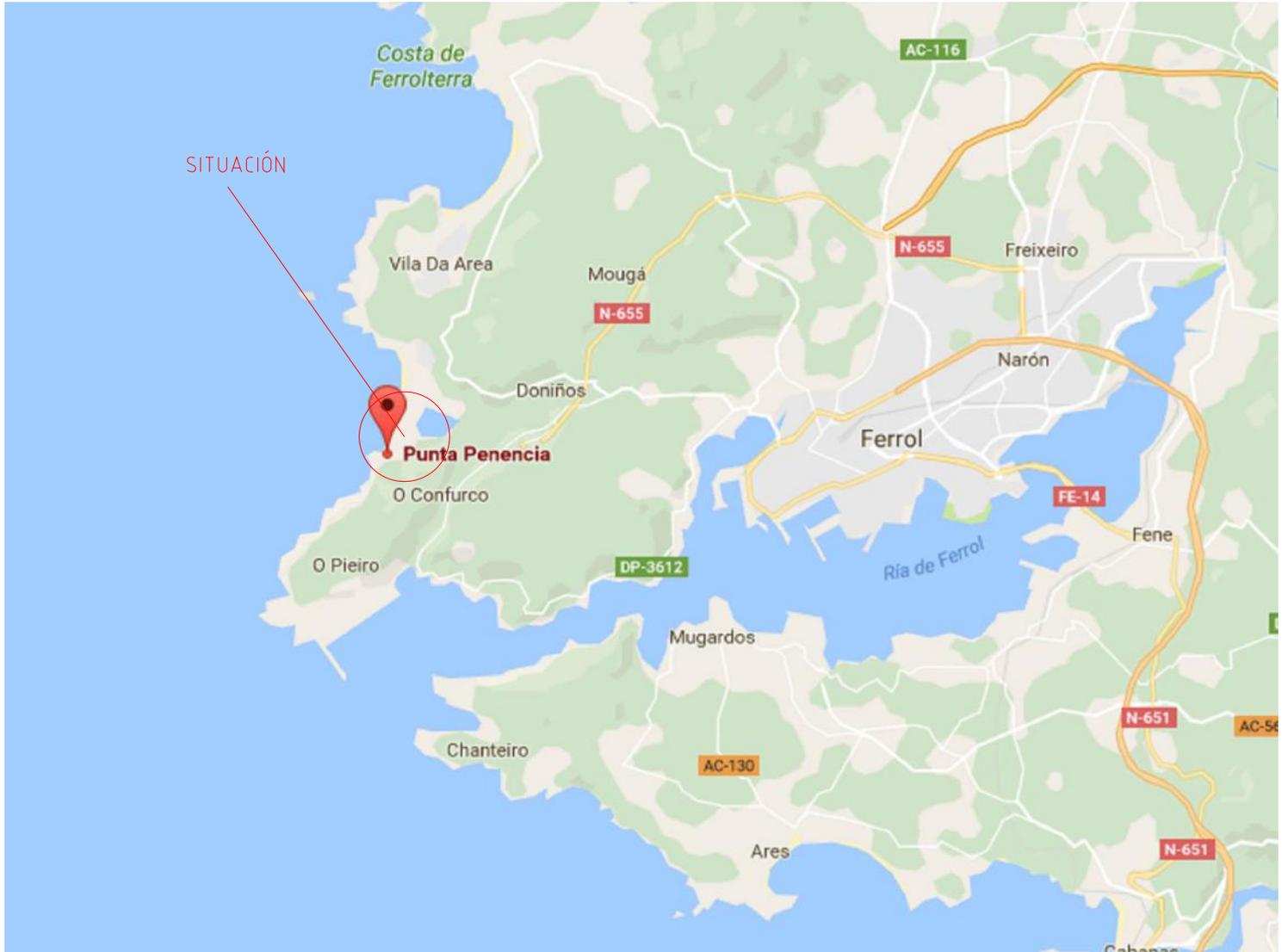


UNIVERSIDADE DA CORUÑA

DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE  
SANITARIA CON CALDERA DE PELLET

UXÍA PRIETO VILABOA

# PLANOS



**UNIVERSIDADE DA CORUÑA**

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES  
TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO:  
DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET

DENOMINACIÓN PLANO:

SITUACIÓN

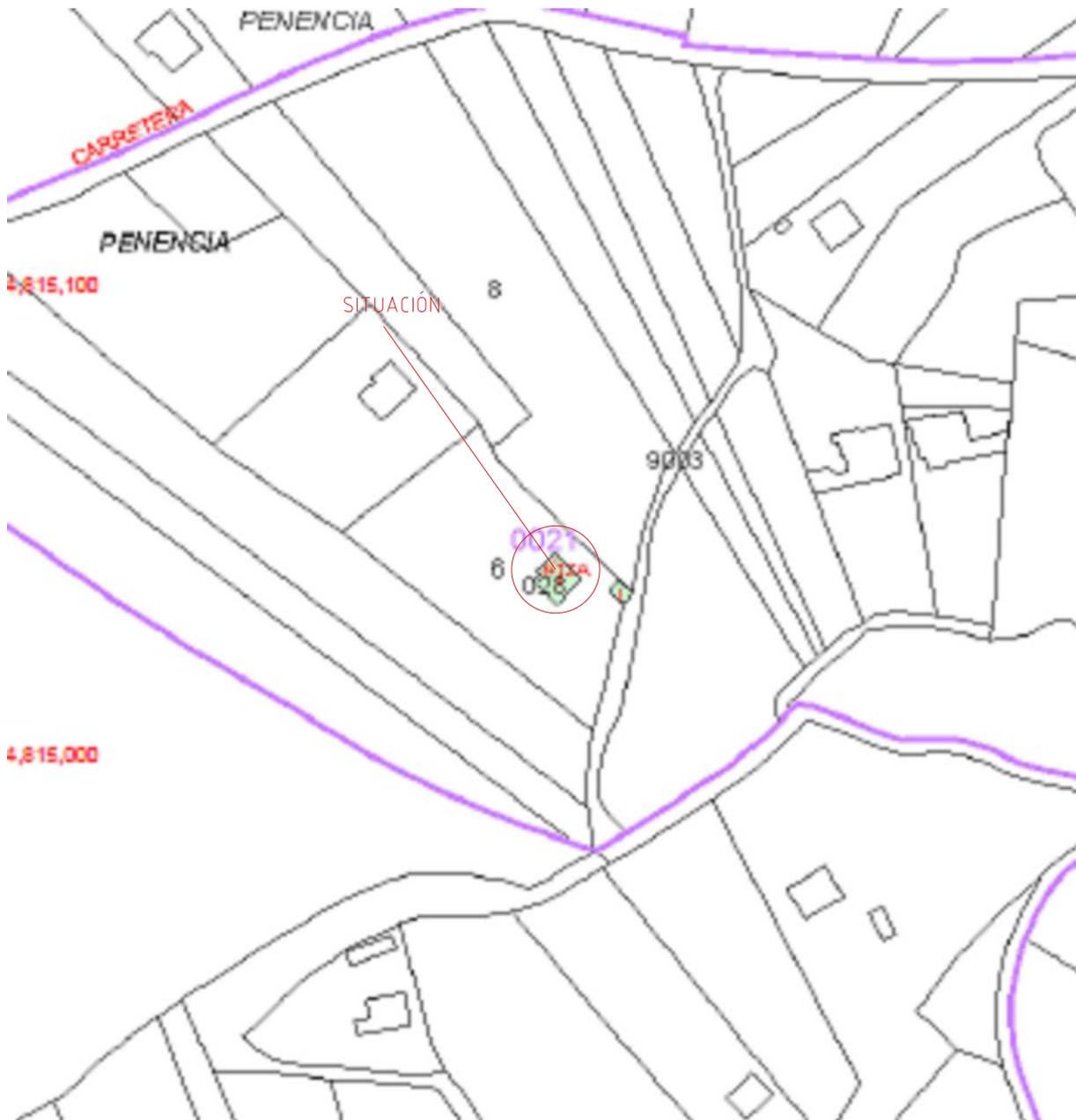
AUTOR:  
UXÍA PRIETO VILABOA

FIRMA:

FECHA:  
SEPTIEMBRE  
2016

ESCALA  
S/E

PLANO Nº:  
1 / 11



**UNIVERSIDADE DA CORUÑA**

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES  
TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO:

DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET

DENOMINACIÓN PLANO:

EMPLAZAMIENTO

AUTOR:  
UXÍA PRIETO VILABOA

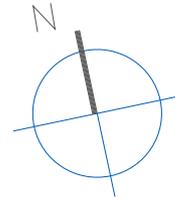
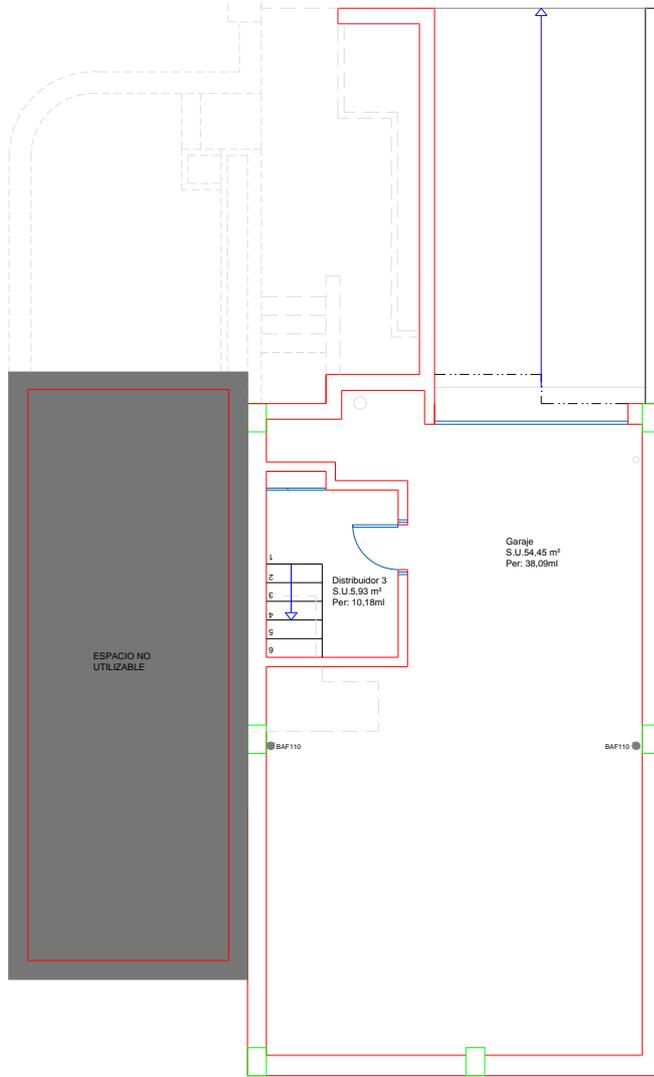
FIRMA:

FECHA:  
SEPTIEMBRE  
2016

ESCALA  
S/E

PLANO N°:  
2 / 11

PLANTA SÓTANO



**UNIVERSIDADE DA CORUÑA**  
 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES  
 TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO:  
 DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET

DENOMINACIÓN PLANO:

DISTRIBUCIÓN PLANTA SÓTANO

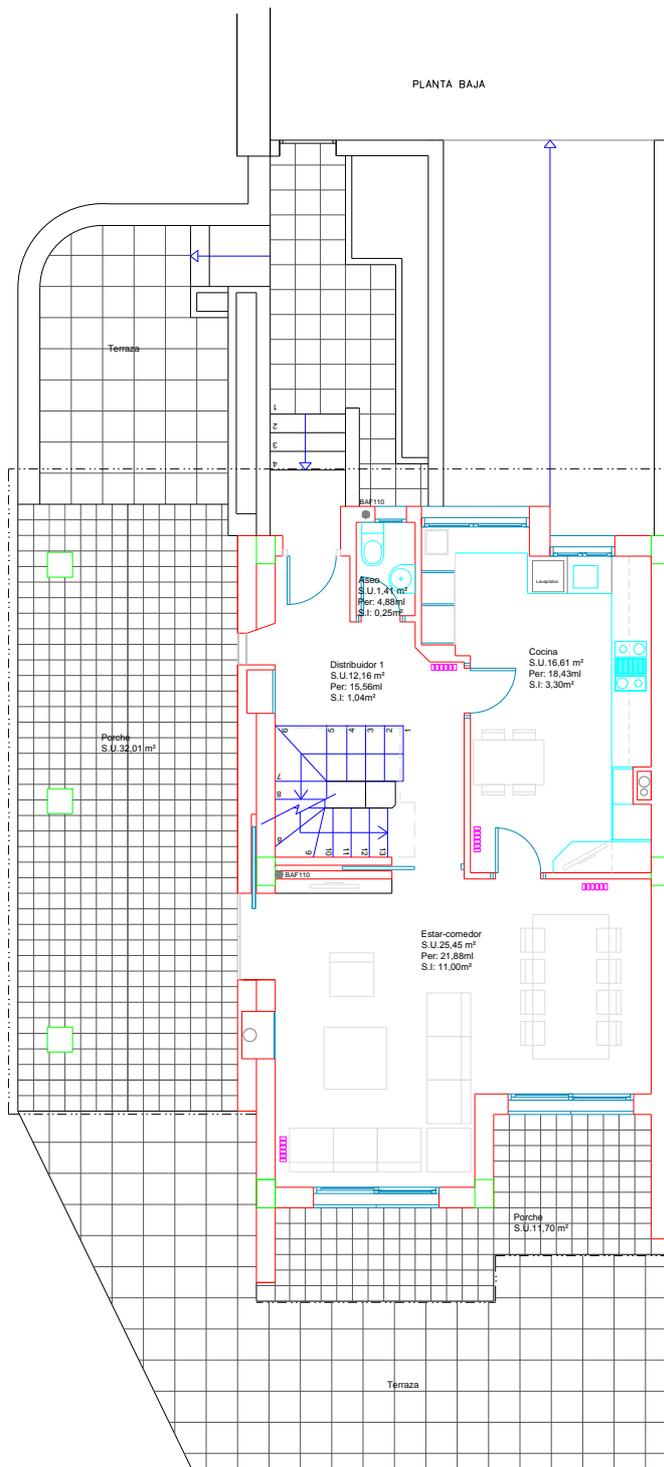
AUTOR:  
 UXÍA PRIETO VILABOA

FIRMA:

FECHA:  
 SEPTIEMBRE 2016

ESCALA  
 1:50

PLANO Nº:  
 3 / 11



**UNIVERSIDADE DA CORUÑA**  
 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES  
 TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO:  
 DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET

DENOMINACIÓN PLANO:

DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA

AUTOR:  
 UXÍA PRIETO VILABOA

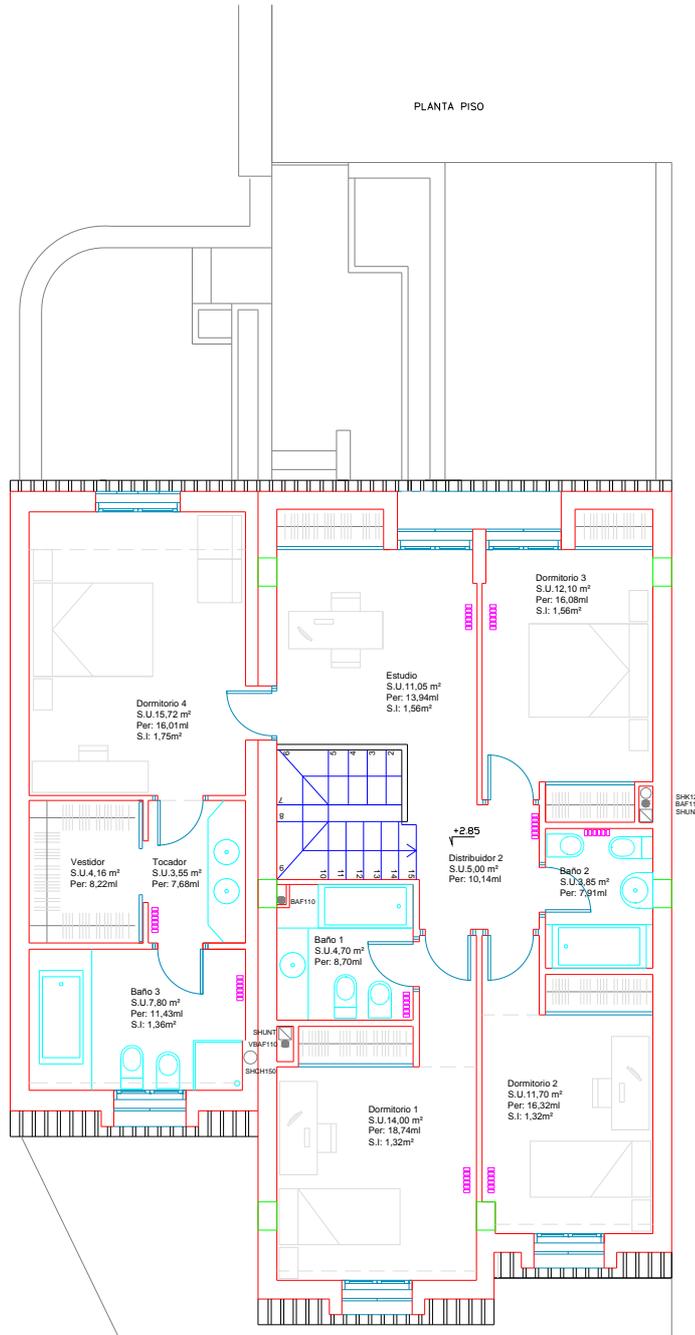
FIRMA:

FECHA:  
 SEPTIEMBRE 2016

ESCALA  
 1:50

PLANO Nº:  
 4 / 11

PLANTA PISO



**UNIVERSIDADE DA CORUÑA**  
 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES  
 TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO:  
 DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET

DENOMINACIÓN PLANO:

DISTRIBUCIÓN PLANTA PISO

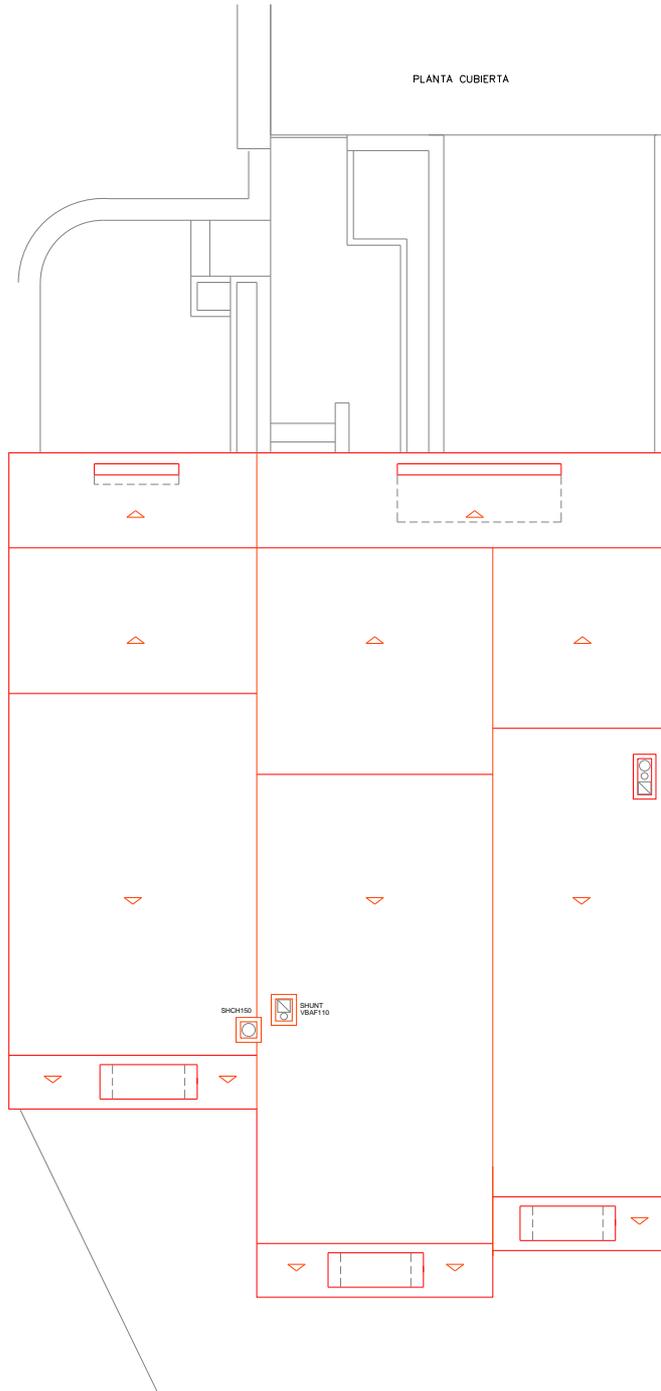
AUTOR:  
 UXÍA PRIETO VILABOA

FIRMA:

FECHA:  
 SEPTIEMBRE 2016

ESCALA  
 1:50

PLANO N°:  
 5 / 11



**UNIVERSIDADE DA CORUÑA**  
 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES  
 TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO:  
 DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET

DENOMINACIÓN PLANO:

DISTRIBUCIÓN PLANTA CUBIERTA

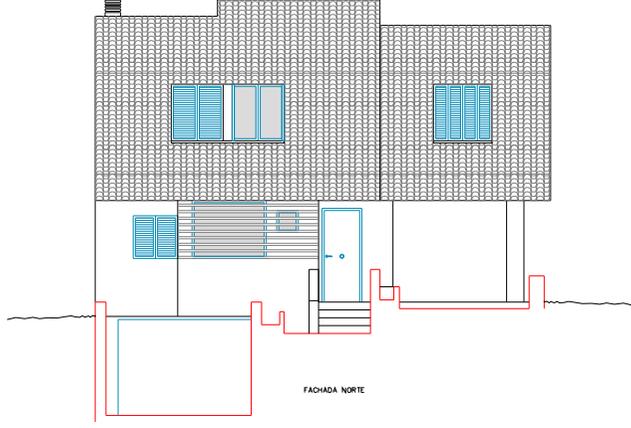
AUTOR:  
 UXÍA PRIETO VILABOA

FIRMA:

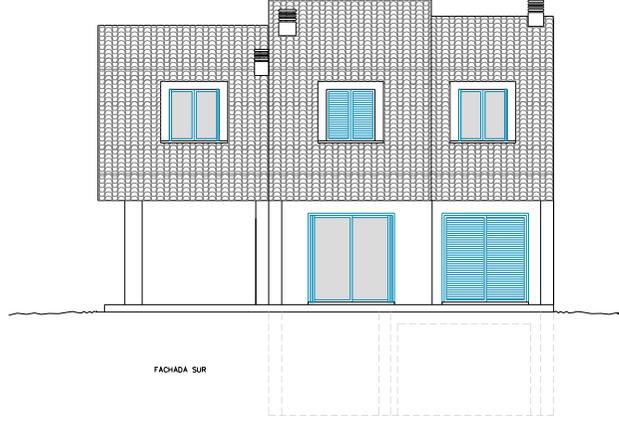
FECHA:  
 SEPTIEMBRE  
 2016

ESCALA  
 1:50

PLANO Nº:  
 6 / 11



FACHADA NORTE



FACHADA SUR



SECCIÓN LONGITUDINAL



**UNIVERSIDADE DA CORUÑA**  
ESUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES  
TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO:  
DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLEL

DENOMINACIÓN PLANO:

DISTRIBUCIÓN PLANTA SÓTANO

AUTOR:  
UXÍA PRIETO VILABOIA

FIRMA:

FECHA:  
SEPTIEMBRE 2016

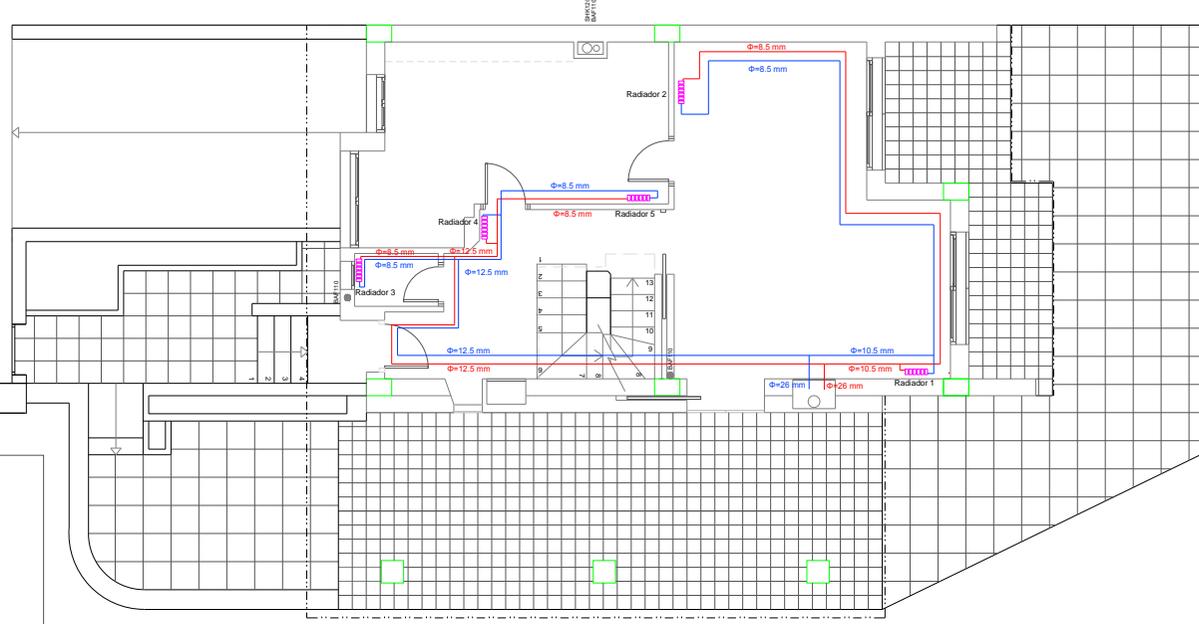
ESCALA  
1:50

PLANO N.º:  
7 / 11

IMPULSIÓN

RETORNO

PLANTA BAJA



**UNIVERSIDADE DA CORUÑA**  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES  
TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO:  
DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIÓN DE  
CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON  
CALDERA DE PELLET

DENOMINACIÓN PLANO:

INSTALACIÓN PLANTA BAJA

AUTOR:  
UXÍA PRIETO VILABOA

FIRMA:

FECHA:  
SEPTIEMBRE  
2016

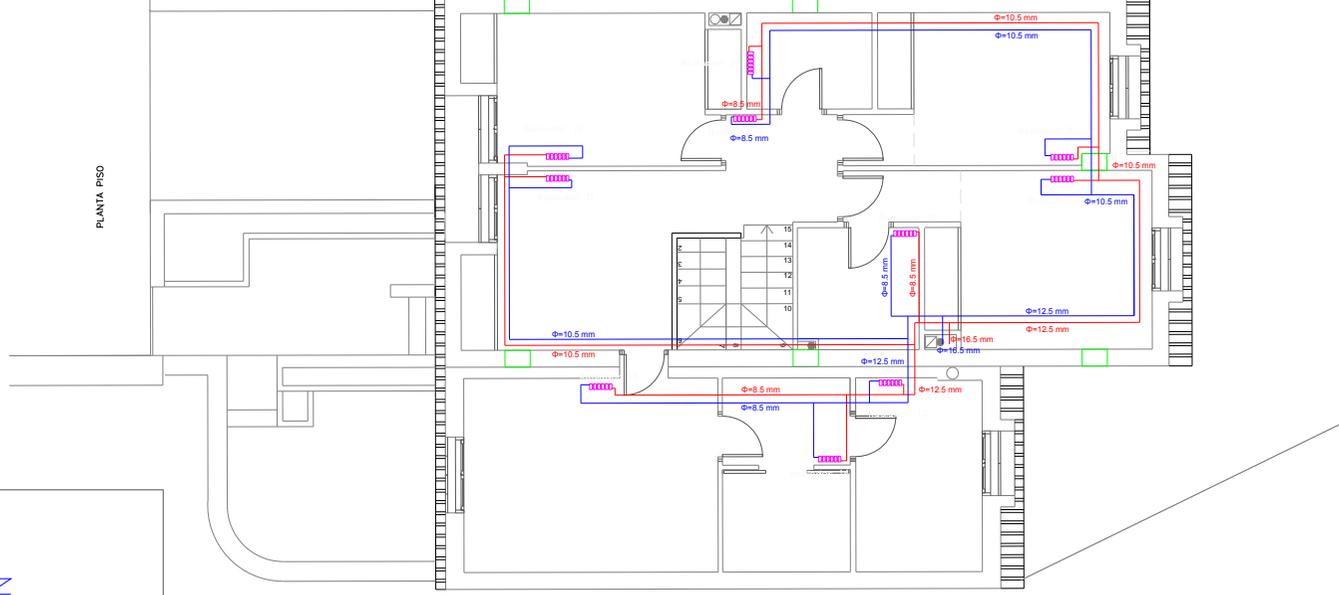
ESCALA  
1:50

PLANO Nº:  
8 / 11

IMPULSIÓN

RETORNO

PLANTA PISO



**UNIVERSIDADE DA CORUÑA**  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES  
TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO:  
DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET

DENOMINACIÓN PLANO:

INSTALACIÓN PLANTA PISO

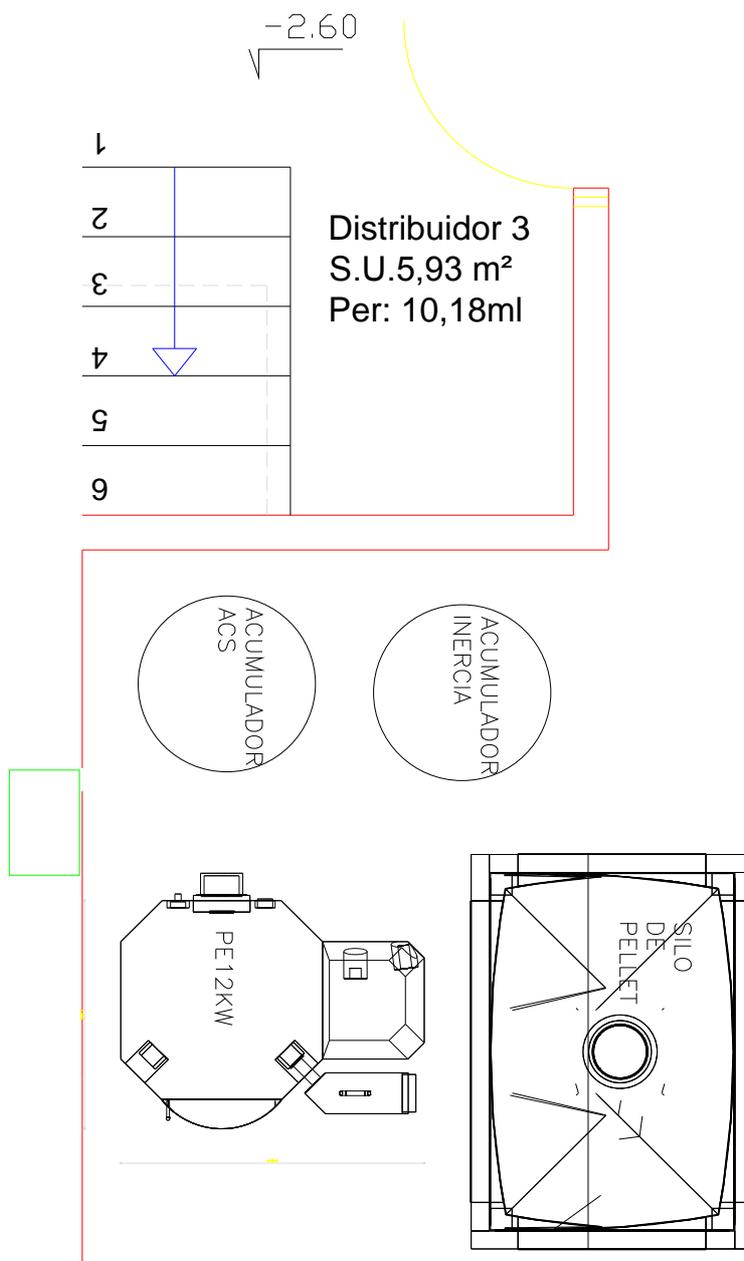
AUTOR:  
UXÍA PRIETO VILABOA

FIRMA:

FECHA:  
SEPTIEMBRE  
2016

ESCALA  
1:50

PLANO N.º:  
9 / 11



**UNIVERSIDADE DA CORUÑA**

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES  
TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO:  
DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLETT

DENOMINACIÓN PLANO:

DETALLE SALA DE CALDERAS EN GARAJE

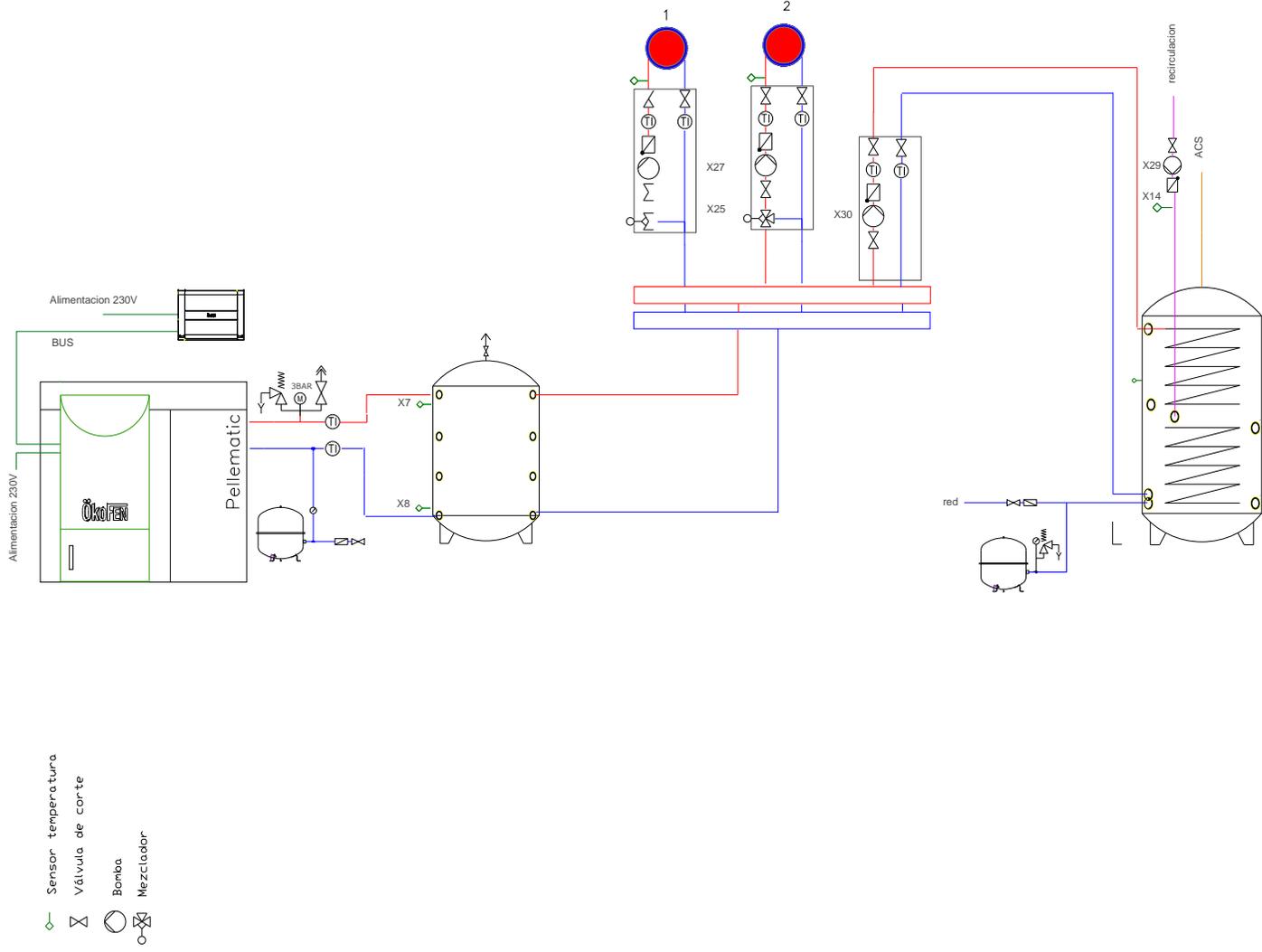
AUTOR:  
UXÍA PRIETO VILABOA

FIRMA:

FECHA:  
SEPTIEMBRE  
2016

ESCALA  
1:50

PLANO Nº:  
10 / 11



**UNIVERSIDADE DA CORUÑA**  
 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES  
 TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO:  
 DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET

DENOMINACIÓN PLANO:

ESQUEMA

AUTOR:  
 UXÍA PRIETO VILABOA

FIRMA:

FECHA:  
 SEPTIEMBRE 2016

ESCALA  
 1:50

PLANO N.º:  
 11/11



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA  
CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET

UXÍA PRIETO VILABOA

# PLIEGO DE CONDICIONES

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	PLIEGO DE CONDICIONES
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>1 de 17</b>

## Índice

I.	Obras que se proyectan. ....	3
II.	Normas y reglamentaciones de obligado cumplimiento. ....	3
III.	Condiciones Generales.....	3
	A. Documentos del proyecto.....	3
	B. Disposiciones generales. ....	4
	C. Leyes y disposiciones vigentes. ....	4
	D. Seguridad y accidentes de trabajo. ....	4
	E. Materiales. ....	5
	F. Mano de obra.....	5
	G. Oficina en obra.....	5
	H. Documentos que puede reclamar el contratista. ....	5
	I. Correspondencia oficial.....	5
	J. Libro de órdenes. ....	6
	K. Presencia en la obra. ....	6
	L. Replanteos.....	6
	M. Unidades de obra. ....	6
	N. Medios auxiliares. ....	6
	O. Trabajos no recogidos en el Pliego de Condiciones. ....	7
	P. Reformas en el proyecto. ....	7
	Q. Pérdidas y averías.....	7
	R. Materiales y unidades distintos de los proyectados.....	8
	S. Trabajos por administración. ....	8
	T. Reclamaciones contra las órdenes del ingeniero.....	8
IV.	Comienzo de las obras y ritmo de ejecución.....	8
	A. Orden de los trabajos. ....	8
	B. Prórrogas por causa de fuerza mayor. ....	9
	C. Condiciones de la ejecución de los trabajos. ....	9
	D. Vicios ocultos.....	10
V.	Procedencia de los materiales y aparatos.....	10
	A. Materiales no utilizables. ....	10
VI.	Suspensión de las obras. ....	10

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	PLIEGO DE CONDICIONES
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>2 de 17</b>

A.	Rescisión de las obras.....	11
VII.	Seguros.....	11
VIII.	Subdirector de la obra.....	11
IX.	Facultades del Ingeniero Director.....	12
X.	Criterios de medición y valoración.....	12
A.	Mediciones, Relaciones Valoradas y certificaciones de obra ejecutada:.....	12
1.	Son Costes Directos:.....	13
2.	Son Costes Indirectos:.....	13
3.	Son gastos generales:.....	13
4.	Se considera Beneficio Industrial:.....	14
5.	Partidas Alzadas:.....	14
B.	Recepción provisional de las obras.....	14
C.	Recepción definitiva.....	15
D.	Obras no presupuestadas.....	15
E.	Garantía.....	15
F.	Gastos por cuenta del Contratista.....	16
G.	Responsabilidades del Contratista.....	16
XI.	Condiciones Particulares.....	16
XII.	Generalidades.....	16

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	PLIEGO DE CONDICIONES
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>3 de 17</b>

## I. Obras que se proyectan.

El objeto del presente proyecto es definir las normas y especificaciones que han de regir en la ejecución de las obras y en los materiales empleados para la instalación del sistema de climatización del edificio.

El contratista se compromete a ejecutar, a los precios que figuran en el presupuesto, cuántas unidades de obra le ordene la dirección de obra.

## II. Normas y reglamentaciones de obligado cumplimiento.

La normativa que se ha tenido en cuenta a la hora de redactar el presente documento es la siguiente:

Real Decreto 238/2013, de 05 de Abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.

Real Decreto 102/2011, de 28 de Enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

Normativa autoridad portuaria Ferrol-San Ciprián.

Real Decreto 865/2003, de 4 de Julio, por el que se establecen los criterios higiénicos sanitarios para la prevención y control de legionelosis.

Ordenanza General de seguridad e Higiene en el Trabajo.

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Decreto 133/2008, de 12 Junio, por el que se regula la evaluación de la incidencia ambiental.

Normas UNE de aplicación.

Todas aquellas Normas, Instrucciones o Disposiciones de carácter oficial de cualquier tipo o condición de ejecución impuestas por cualquier Administración con competencias sobre los mismos que puedan ser de aplicación durante la ejecución de las instalaciones.

## III. Condiciones Generales

### A. Documentos del proyecto.

- Los documentos de que consta el proyecto son:
- Memoria.
- Planos.
- Pliego de Condiciones.
- Presupuesto.

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	PLIEGO DE CONDICIONES
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>4 de 17</b>

- Estudio básico de Seguridad y Salud.

Los anteriores documentos se complementarán con los planos de obra y con las órdenes e instrucciones que exprese la Dirección Facultativa, a cuyo estricto cumplimiento estará obligado el contratista.

El proyecto se considera como la unidad indivisible, que se expresa mediante el conjunto de todos y cada uno de sus documentos. Por consiguiente, la definición de cualquier parte de la obra sólo será completa considerando la adición de todas las especificaciones que se expresen en los mismos.

### B. Disposiciones generales.

Las obras se ajustarán a los planos que se entregarán en el Proyecto al Contratista, junto con los planos de rectificación, complementación o detalle que pudieran entregarse en el transcurso de la obra.

Igualmente, se adaptará la ejecución de la obra a las instrucciones tanto verbales como escritas que el Ingeniero Director de la obra, o el Subdirector de la misma tengan a bien dictar en cada caso particular, cuyas decisiones serán irrecurribles.

El Contratista es el único responsable de la correcta ejecución técnica de las obras, no teniendo derecho a indemnización alguna por el aumento de precio al que se pudiera ver afectada, ni por las falsas operaciones que cometa durante la construcción de las mismas, ni por las modificaciones que la Dirección Facultativa tenga bien a marcar, siendo dichas operaciones de su cuenta y riesgo, independientemente de las inspecciones ejercidas por la Dirección Técnica.

El presente Pliego regirá hasta la completa entrega, terminación, recepción definitiva y plazo de garantía de las obras ejecutadas.

### C. Leyes y disposiciones vigentes.

El contratista se sujetará a las leyes, reglamentos y ordenanzas vigentes, así como a los que se dicten durante la ejecución de las obras.

El Contratista queda obligado al cumplimiento de la legislación vigente en lo relativo o accidentes de trabajo por ser patrono, desde el momento que toma a su cargo la organización de los trabajos contratados.

### D. Seguridad y accidentes de trabajo.

Todos cuantos aparatos, maquinaria, herramientas y medios auxiliares emplee la contrata en la ejecución de las obras deberán reunir las máximas condiciones de seguridad y resistencia, así como cumplir con todas las normas oficiales dictadas al efecto.

Toda la responsabilidad en los accidentes que pudieran ocurrir por el empleo de materiales defectuosos, por imprudencias o por el incumplimiento de lo anteriormente citado, recaerá exclusivamente en el Contratista.

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	PLIEGO DE CONDICIONES
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página 5 de 17

El Contratista queda en libertad de ejecutar los andamiajes que estime convenientes, siempre dentro de las normas de seguridad para el personal que señalen en cada momento las leyes o reglamentos de Seguridad e Higiene o Accidentes de Trabajo.

#### E. Materiales.

Deberán reunir las condiciones expresadas en la memoria, pliego particular, planos y presupuesto, siendo de primera calidad de no especificarse nada en concreto, presentándose previamente muestras para su aprobación y reconocimiento por el Ingeniero Director o en su defecto por el Subdirector de la Obra, sin cuya expresa aprobación no podrá proceder a su colocación o empleo, pudiendo retirarse el material empleado y colocado en obra por cuenta del Contratista de no haberse procedido como se indica.

#### F. Mano de obra.

El personal que como encargado, capataz, oficial, ayudante o peón, tenga el Contratista realizando unidades de obra, deberá ser cualificado y responsable, al igual que todo el personal dependiente del Subcontratista, que en todo momento acatarán las órdenes dictadas por la Dirección de Obra.

El contratista deberá tener siempre en la obra el número de operarios proporcionado a la extensión y clase de trabajo que esté ejecutando.

Los operarios serán de actitudes reconocidas y experimentadas en sus respectivos oficios, y constantemente ha de haber en la obra un oficial encargado.

No permitirá trabajar a ningún obrero en quien se le note falta de costumbre de trabajar en los andamios, y si por omisión u inobservancia ocurriese una desgracia, serán de su cuenta y riesgo las responsabilidades.

#### G. Oficina en obra.

El contratista habilitará en la obra una oficina en la que tendrá siempre una copia de todos los documentos del proyecto que le hayan sido facilitados por el Ingeniero Director de la obra.

#### H. Documentos que puede reclamar el contratista.

El Contratista conforme a lo dispuesto en el Pliego de Condiciones, podrá sacar a sus expensas copias de los documentos del Proyecto de Contrata, cuyos originales le serán facilitados por el Ingeniero Director, el cual autorizará con su firma las copias si el Contratista así lo desea.

#### I. Correspondencia oficial.

El Contratista tendrá derecho a que se le acuse recibo, si lo pide, de las comunicaciones y reclamaciones que dirija al Ingeniero Director y, a su vez está obligado a devolverle, ya en originales ya en copias, todas las órdenes y avisos que él reciba poniendo al pie el "enterado" y su firma.

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	PLIEGO DE CONDICIONES
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>6 de 17</b>

#### J. Libro de órdenes.

El Contratista tendrá en la oficina un libro de órdenes para anotar las instrucciones que crean convenientes el Ingeniero Director o sus ayudantes, debidamente autorizados expresamente por él para cada caso o parte de la obra. Este libro estará también a disposición de los Delegados del Colegio de Ingenieros correspondiente expresamente autorizados por el mismo.

#### K. Presencia en la obra.

El contratista por sí o por medio de sus facultativos, representantes o encargados, estará en la obra durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Ingeniero Director o personas por él delegadas en las visitas que haga él a la obra, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la aprobación de mediciones, comprobaciones y liquidaciones.

El Contratista o su delegado vigilarán los trabajos de colocación de los andamios y demás medios auxiliares. Comprobará que los materiales llevan la garantía de fabricación, siendo el Contratista responsable de los accidentes que ocurran por incumplimiento de esta disposición o por no tomar las debidas precauciones.

#### L. Replanteos.

Todas las operaciones y medios auxiliares para ellas, serán de la exclusiva cuenta del Contratista, pudiendo ser vigilados, comprobados y anulados por la Dirección Técnica.

#### M. Unidades de obra.

Las Unidades de Obra serán las de presupuesto de contrata más aquellas que surjan de los precios contradictorios, previamente aceptados por la Dirección de Obra.

Se entiende que las Unidades de Obra se entregarán totalmente terminadas, con arreglo a lo marcado en el Proyecto. En los precios unitarios están comprendidos todos los gastos de estas obras.

Se medirán y abonarán por certificaciones expresadas según la unidad que haya detallado en el presupuesto, de no existir otro acuerdo detallado referente al tipo y forma de pago.

Los precios serán los de oferta del Contratista o los contradictorios aceptados por Dirección de Obra.

#### N. Medios auxiliares.

El costo de los medios auxiliares para el total acabado de una unidad de obra, será por cuenta del Contratista, aun cuando no se exprese directamente en el presupuesto.

Del mismo modo, se procederá en las circunstancias intermedias de una unidad de obra, carga, descarga, movimiento de materiales, etc... aun cuando hayan sido verificados siguiéndose las indicaciones del personal directivo.

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	PLIEGO DE CONDICIONES
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página 7 de 17

### O. Trabajos no recogidos en el Pliego de Condiciones.

Es obligación de la Contrata ejecutar cuanto sea necesario para la terminación completa y buena construcción y aspecto de la obra siempre que, sin separarse de su espíritu y su recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Director y dentro de los límites y posibilidades para cada tipo de ejecución.

Para las interpretaciones y modificaciones de los documentos del Proyecto, el Contratista se someterá expresamente al criterio y juicio del Ingeniero Director de la Obra.

### P. Reformas en el proyecto.

Si durante el curso de las obras el Ingeniero Director estimase conveniente introducir modificaciones en el Proyecto, el Contratista estará obligado a realizarlas, siempre y cuando la cantidad de las obras nuevamente proyectadas no aumentasen ni disminuyesen en la proporción que indique el Pliego de Condiciones, abonándose la parte que resulte con arreglo a los precios del Proyecto.

Si antes de comenzar las obras o durante su construcción, la entidad propietaria, de acuerdo con el Ingeniero Director, resolviese ejecutar por sí parte de las obras que comprende la contrata, o acordase introducir en el Proyecto modificaciones que impongan aumento o reducción, y aún supresión de las cantidades de obra marcadas en el presupuesto, o sustitución de una clase de fábrica para otra, serán obligatorias para el Contratista estas disposiciones, sin que tenga derecho en caso de suspensión de obra a reclamar ninguna indemnización a pretexto de pretendidos beneficios que hubiera podido obtener en la parte reducida o suprimida. Aun cuando las reformas hicieran variar los trazados, si se le participan al Contratista con la debida antelación, no podrá exigir alguna bajo ningún concepto.

Tendrán derecho, en caso de modificación, a que se le prorrogue prudencialmente, y a juicio del Ingeniero Director de la Obra, el plazo de terminación de las obras.

Si para llevar a efecto las modificaciones a que se refiere el presente artículo juzgase el Ingeniero Director suspender el todo o parte de las obras contratadas, se comunicará por escrito la orden correspondiente al Contratista, procediéndose a la medición de la Obra ejecutada en la parte a que alcance la suspensión y extendiendo acta del resultado.

Cuando debidamente autorizadas, se introduzcan modificaciones de Obra, se hará constar por escrito antes de comenzar los trabajos el importe de aquellas, cuyo valor, se abonará en la liquidación correspondiente al plazo en el que trabajo se haya ejecutado.

### Q. Pérdidas y averías.

El contratista no podrá reclamar ni percibir indemnización por sustracción, pérdidas o averías u otros perjuicios acaecidos durante la obra.

Sin embargo, será responsable de las pérdidas del material que se le entregase a su custodia, descontándosele un importe de las cantidades a percibir. Será igualmente responsable de cualquier daño en las propiedades colindantes, estando obligado a repararlas y dejarlas en su estado primitivo.

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	PLIEGO DE CONDICIONES
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>8 de 17</b>

#### R. Materiales y unidades distintos de los proyectados.

No tendrá derecho el Contratista a percibir mayor precio por unidades que voluntariamente mejorase, si el consentimiento previo de la Dirección Facultativa, para lo cual deberá presentar para su aprobación un precio contradictorio, que no tendrá validez hasta la conformidad por parte de la Dirección Facultativa.

#### S. Trabajos por administración.

Cuando se realicen éstos, la propiedad satisfará los gastos que ocasionen, por separado. Para ello el Contratista presentará para su aprobación los precios unitarios descompuestos de jornales, materiales y maquinaria empleados. De no hacerse así, se abonará lo que estime la Dirección de Obra.

#### T. Reclamaciones contra las órdenes del ingeniero.

Contra disposiciones de orden técnico y facultativo no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad si lo estima oportuno mediante exposición razonada dirigida al Ingeniero Director del que recibirá firmado acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

No podrá pedir que por parte de la Propiedad se designe otros facultativos para los reconocimientos y mediciones y en caso de creerse perjudicado procederá de acuerdo con el párrafo anterior.

El Ingeniero Director de las Obras pondrá a su disposición un Libro de Órdenes en el cual, cada orden irá firmada por aquel con el "enterado" suscrito por el Contratista. La copia de cada orden quedará en poder del Ingeniero Director.

Las órdenes preceptivas de este Pliego de Condiciones no suponen eximente ni atenuante para las responsabilidades que sean inherentes al Contratista, aún en el caso de que figuren en dicho Libro de Órdenes.

### IV. Comienzo de las obras y ritmo de ejecución

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo marcado, desarrollándose en la forma necesaria para que la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido por el Contrato realizado con la Propiedad.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero Director del comienzo de los trabajos antes de transcurrir 24 horas desde su iniciación.

#### A. Orden de los trabajos.

En general, la determinación del orden de los trabajos será facultad potestativa de la contrata, salvo en aquellos casos que por cualquier circunstancia y orden técnico, se estime conveniente su variación por el Ingeniero Director.

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	PLIEGO DE CONDICIONES
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>9 de 17</b>

### B. Prórrogas por causa de fuerza mayor.

Si por causa de fuerza mayor o independientemente de la voluntad del Contratista y siempre que esta causa sea de las que se especifican como rescisión en las Condiciones Generales de índole legal, aquel no pudiera comenzar las obras o tuviera que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Ingeniero Director.

### C. Condiciones de la ejecución de los trabajos.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto que haya servido de base, a las modificaciones que sobre el mismo hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que entregue el Ingeniero Director al Contratista, siempre que encaje dentro de la cifra a que ascienden los presupuestos aprobados.

Trabajos defectuosos.

El Contratista debe emplear materiales que cumplan las condiciones exigidas en el Pliego de Condiciones Particular y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con dicho documento.

Como consecuencia de lo anteriormente dicho, cuando el Ingeniero Director o su representante en la obra advierta vicios o defectos en los trabajos efectuados o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnan las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de ejecución de los trabajos o finalizados estos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con el contrato, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la reclusión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenada, se procederá de acuerdo a lo establecido a continuación:

Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que los remplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas por los Pliegos o, a falta de éstos, a las órdenes del Ingeniero Director.

El Ingeniero Director podrá, si las circunstancias o el estado de la obra lo aconseja, permitir el empleo de aquellos materiales defectuosos que le parezca, o aceptar o imponer materiales de superior calidad a la indicada si no le fuese posible al Contratista suministrarlos de la misma calidad requerida en ellos, descontándose en el primer caso la diferencia del precio del material requerido al defectuoso empleado, y no teniendo el Contratista derecho a indemnización alguna en el segundo.

Por ello, y hasta que no tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que éstos pudieran tener por su mala ejecución y por la deficiencia de la calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que puedan servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno la circunstancia de que el Ingeniero Director o sus subalternos no le hayan llamado la

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	PLIEGO DE CONDICIONES
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>10 de 17</b>

atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valoradas en las certificaciones y participaciones de obra.

No obstante lo anteriormente expuesto, cuando la orden sea notoriamente injusta a juicio del Contratista, éste podrá recurrir ante la Propiedad.

#### D. Vicios ocultos.

Si el Ingeniero Director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en la obra ejecutada, ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de la demolición y reconstrucción serán por cuenta del Contratista siempre que los vicios existan realmente, o en caso contrario correrán a cargo del Propietario. Si éste se negase a las responsabilidades, serán a su cargo en caso de accidente.

### V. Procedencia de los materiales y aparatos.

El Contratista tiene libertad para proveerse de los materiales y aparatos de todas las clases en los puntos que le parezcan convenientes siempre que estén perfectamente preparados para el objeto a que se apliquen y sean empleados en la obra conforme a las reglas de arte, a lo preceptuado en los Pliegos de Condiciones y a las instrucciones del Ingeniero Director.

Se exceptuará el caso en que los Pliegos de Condiciones Particulares dispongan un origen preciso y determinado, salvo orden por escrito del Ingeniero Director.

#### A. Materiales no utilizables.

El Contratista, a su costo, transportará y colocará, agrupándolos adecuadamente y en el sitio de la obra que por no causar perjuicios a la marcha de los trabajadores se le designe, los materiales de las excavaciones, derribos, etc... que no sean utilizables en la obra, de donde serán retirados y transportados a vertedero.

### VI. Suspensión de las obras.

Cuando la entidad propietaria desee suspender la ejecución de las obras, tendrá que avisar al Contratista con un mes de anticipación, y el Contratista tendrá que suspender los trabajos sin derecho a indemnización, siempre que le abone el importe de la obra ejecutada y el valor de los materiales acumulados al pie de la obra al precio corriente en la localidad; igual se hará en los casos de rescisión justificada.

Si la suspensión de las obras fuese motivada por el Contratista, el Propietario se reserva el derecho a la rescisión del contrato, con pérdida de la garantía como indemnización de perjuicios irrogados a la entidad propietaria, quedando siempre el Contratista obligado a responder de los perjuicios superiores a esta cantidad.

En caso de muerte o de quiebra del Contratista, quedará rescindida la contrata, a no ser que los herederos o los síndicos de la quiebra ofrezcan llevarla a cabo bajo las condiciones

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	PLIEGO DE CONDICIONES
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>11 de 17</b>

estipuladas en la misma. El Propietario puede admitir o desechar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos, derecho a indemnización alguna.

Tanto en los casos de rescisión como en los que legalmente se pudiesen presentar, el Contratista tendrá la obligación de recoger las herramientas y demás elementos de trabajo que sean de su pertenencia en un plazo de ocho días; de no ser así se entiende que los abandona a favor de la obra.

#### A. Rescisión de las obras.

Son causa de rescisión de las obras las siguientes:

El no ejecutar las obras con arreglo al Proyecto o modificaciones indicadas.

El empleo deficiente de los materiales o su mala colocación en obra, que obligue insistentemente a demoler la misma, o a valorar obra defectuosa.

El que las obras no se ejecuten al ritmo preciso.

Por incapacidad de personal empleado, tanto técnico como de obra.

Por toda causa de fuerza mayor que obligue a suspender las obras indefinidamente.

En los cuatro primeros casos, la fianza quedará a beneficio de la Propiedad. En todos los casos, incluido el quinto, la Propiedad se reserva el derecho a continuar las obras, bien por sí misma, bien por las personas o entidad que estime conveniente.

Cuando, por consecuencia de la rescisión o por otra causa, fuere preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto sin que el Contratista tenga derecho alguno a reclamación, y si no hubiese precios descompuestos o no estuviesen claramente especificados, se aplicarán a los materiales los precios corrientes en almacén de la localidad.

#### VII. Seguros.

El contratista está obligado a mantener a su cargo las siguientes pólizas de seguro:

Seguro de Accidentes de Trabajo en la mutualidad laboral correspondiente.

Seguro de Automóviles para todos aquellos vehículos del Contratista que tengan acceso a la obra.

Seguro para toda la maquinaria y equipo que el Contratista utiliza en el trabajo.

Seguro de incendios para las obras, en compañía de reconocida solvencia, inscrita en el Registro del Ministerio de Hacienda en virtud de la vigente Ley de Seguros.

#### VIII. Subdirector de la obra.

Siendo necesario nombrar un Subdirector de obra, éste será propuesto por la entidad propietaria de acuerdo con el Ingeniero Director de la obra, y cuyas obligaciones son las prescritas por las leyes.

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	PLIEGO DE CONDICIONES
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>12 de 17</b>

Tanto los honorarios del Ingeniero Director como los del Subdirector de la obra serán abonados por el Propietario o el Contratista, según se especifique, y en la cantidad acordada.

## IX. Facultades del Ingeniero Director.

Además de todas las facultades particulares que corresponden al Ingeniero Director, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen, bien por sí o por medio de su representante técnico con autoridad técnica y legal, completa e indiscutible, sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para su ejecución se lleven a cabo, pudiendo incluso, con causa justificada, recusar al Contratista si considera esta resolución útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

## X. Criterios de medición y valoración.

### A. Mediciones, Relaciones Valoradas y certificaciones de obra ejecutada:

La Dirección Facultativa realizará periódicamente una relación valorada que incluya mediciones de la obra ejecutada.

El Contratista por sí, o mediante sus representantes técnicos, podrá presenciar la realización de las mediciones. También pondrá, por delegación de la Dirección Facultativa, confeccionar las relaciones valoradas que someterá posteriormente a la conformidad y visto bueno de la misma. Contratista avisará a la Dirección Facultativa, con suficiente antelación, para que ésta verifique las dimensiones y características de las unidades de obra, que parcial o totalmente hayan de quedar ocultas. Los datos obtenidos quedarán reflejados en el Libro de Órdenes y se suplementarán, en su caso, con cuantos croquis o elementos gráficos se consideren oportunos para su correcta definición, con la conformidad del Contratista y de la Dirección Facultativa.

Todas las unidades de obra se medirán de conformidad con los criterios especificados en las mediciones y presupuesto del Proyecto.

En los casos en que el Proyecto no defina un criterio de medición y/o valoración o si se produce controversia al respecto, se estará a lo dispuesto en la normativa específica de aplicación obligatoria, si la hubiere y/o en su caso, en el vigente Pliego de Condiciones de la Dirección General de Arquitectura, en su defecto, en los códigos Técnicos de la Edificación. La Dirección Facultativa, a la vista de las disposiciones que afecten a cada caso, o incluso si existe vacío normativo, decidirá el criterio a seguir.

Las mediciones se basarán exclusivamente en la definición geométrica del Proyecto y en las partes visibles de los distintos elementos. No se considerarán las partes ocultas, excepto en las cimentaciones, previa constancia fehaciente de las mismas. Tampoco serán tenidos en cuenta los excesos de medición que se produzcan por defectos del material o por circunstancias inherentes a su manipulación, que se suponen repercutidos en el precio unitario, de modo que prevalezca en todo caso, la medición teórica de Proyecto, con las salvedades indicadas.

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	PLIEGO DE CONDICIONES
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>13 de 17</b>

Cuando la medición de un material venga dada por peso, no se admitirán desviaciones superiores al 5% por todos los conceptos, respecto al valor teórico obtenido en la medición de Proyecto, y se despreciarán los elementos accesorios no previstos en el mismo. No obstante, la Dirección Facultativa podrá exigir la verificación en la báscula de los acopios, a cuyo fin el Contratista deberá realizar, a su costa, las previsiones necesarias. Dicha verificación no generará, en ningún caso, derechos a medición suplementaria superior al 5% respecto a la medición prevista de Proyecto, aun cuando el peso obtenido rebasara dicho valor.

Componentes del Precio de las Unidades de Obra:

Todos los trabajos y medios que sean necesarios para la ejecución de la unidad de obra, se considerarán incluidas en el precio de la misma.

En su caso, el proyecto podrá contener Precios Unitarios Descompuestos para determinadas partes de la obra, o para su totalidad, definiendo detalladamente cada uno de los componentes que intervienen.

#### 1. Son Costes Directos:

La mano de obra, incluyendo pluses, cargas y seguros sociales, que repercuten en proporción directa en la ejecución de la unidad de obra.

Los gastos de personal, combustible, energía, etc..., necesarios para el funcionamiento de la maquinaria, instalaciones específicas y equipos de directa aplicación a la partida que se valora.

Los gastos de amortización de la maquinaria, instalaciones específicas, equipos y transportes de directa aplicación a la partida que se valora.

#### 2. Son Costes Indirectos:

Las materias primas y materiales fungibles necesarios par la ejecución de la obra, que no se incorpora a la misma, y cuyo consumo no es directamente imputable a la partida que se valora.

Los gastos de personal, combustible, energía, etc..., necesarios para el funcionamiento de la maquinaria e instalaciones de carácter general cuya aplicación no es directamente imputable a la partida que se valora.

Los gastos de amortización de la maquinaria, instalaciones, equipos y transportes de carácter general cuya aplicación no es directamente imputable a la partida que se valora.

#### 3. Son gastos generales:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, edificaciones (almacenes, talleres, vestuarios, servicios higiénicos, etc...), comunicaciones, transportes, etc...

Los gastos de personal técnico y administrativo adscrito a la obra.

Cualquier otro gasto relacionado con la estructura técnica y administrativa de la empresa, necesaria para el funcionamiento de la obra que no sea directamente imputable a las unidades de obra.

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	PLIEGO DE CONDICIONES
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>14 de 17</b>

#### 4. Se considera Beneficio Industrial:

La diferencia entre los ingresos y los costes totales obtenidos por el Contratista en la explotación de las obras. Constituye un valor lucrativo. Suele fijarse en el proyecto, a título orientativo, como un porcentaje que se aplica sobre el Presupuesto de Ejecución Material y que se suma a éste para obtener el Presupuesto de Contrata; si bien la empresa lo fija en cada momento en función de las condiciones de mercado.

#### 5. Partidas Alzadas:

Se refieren a unidades o partes de la obra de difícil medición o valoración y que pueden englobar conceptos de mayor o menor complejidad.

Pueden considerarse a justificar o de abono global. Cuando las Partidas Alzadas son a justificar se podrán desglosar en todas sus partes, como unidades de obra con precios unitarios y medidas éstas como tales.

Cuando se consideren como partidas de abono global, por estar así especificadas en los documentos del Proyecto y no sean susceptibles de medición, serán valoradas mediante los partes de trabajo, vales de almacén y partes de maquinaria, instalaciones, equipos, transportes y todo tipo de medios utilizados, que el Contratista presentará diariamente a la Propiedad en concepto de comprobantes.

El Presupuesto de Ejecución Material incluirá, además de los Costes Directos e Indirectos, los Gastos Generales.

El Presupuesto de Contrata, añadirá el Beneficio Industrial al Presupuesto de Ejecución Material.

#### Horarios Facultativos:

Se excluyen del presupuesto, excepto en determinadas obras de promoción pública que exigen su inclusión en el mismo o salvo decisión expresa del promotor para que así se haga.

#### Revisión de Precios:

El sistema de revisión de precios, será el que se convenga en el contrato, con la fórmula polinómica que se acuerde aplicar, que deberá figurar expresadamente en el mismo y la fecha que se considerará como inicial a efectos del cómputo de tiempos y que será, salvo acuerdo en contra, la del Acta de Replanteo.

Las revisiones de precios, en obras de la Administración, se regirán por las disposiciones legales vigentes utilizándose las fórmulas polinómicas adecuadas, a las que se aplicarán los índices publicados por el Estado, para obras oficiales. En el contrato se hará constar la fórmula polinómica a aplicar y la fecha que se considerará como inicial a efectos del cómputo de tiempos.

### B. Recepción provisional de las obras.

Se hará al término de las obras y a petición de la contrata. Se acompañará esta petición de la última certificación de las mismas.

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	PLIEGO DE CONDICIONES
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>15 de 17</b>

Para proceder a la recepción provisional de las obras, será necesaria la asistencia del Propietario o su representación autorizada (que puede recaer en el Ingeniero Director), del Ingeniero Director de la obra y del Contratista o su representante debidamente autorizado. Si, expresamente requerido, el Contratista no asistiese o renunciase a ese derecho conformándose con el resultado, se le requerirá de nuevo, y si tampoco acudiese, se le nombrará de oficio un representante por el Colegio de Ingenieros correspondiente.

Se levantará un Acta de Recepción de las obras, por triplicado, por parte de la Dirección Técnica, en la que se harán constar las deficiencias que en su caso existiesen en aquellas y el plazo para su subsanación, y que será firmada por los tres asistentes legales indicados.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por recibidas, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía establecido en el contrato que, como mínimo, será de tres meses.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará costar en el Acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Ingeniero Director debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones a fin de proceder de nuevo a la recepción provisional de la obra.

Si el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindido de la contrata con la pérdida de la fianza, a no ser que el Propietario acceda a concederle un nuevo e improrrogable plazo.

### C. Recepción definitiva.

Finalizado el plazo de garantía se procederá a la recepción definitiva de las obras con las mismas formalidades que en el caso de la recepción provisional.

En el caso de que las obras no se encontrasen en perfecto estado de uso y conservación, el Contratista no tendrá derecho a percepción alguna en concepto de ampliación del plazo de garantía, corriendo a su cargo los gastos de conservación necesarios hasta que la obra haya sido recibida definitivamente.

### D. Obras no presupuestadas.

Cuando se crea necesario hacer obras no presupuestadas o emplear materiales distintos de los fijados, se determinará el precio tomando por base el elemento de las obras análogas. Cuando no sea posible encontrar analogías, servirán de punto de partida los precios corrientes en la localidad, después de haber convenido en ello el Ingeniero Director y el Contratista. Si la obra se hubiese ya ejecutado, el Contratista se conformará con el precio que el Ingeniero Director asigne.

### E. Garantía.

Servirá de garantía de las responsabilidades del Contratista la fianza que deberá depositar al serle adjudicada la contrata de las obras, y en caso de no hacerlo, se descontará en cada certificación el tanto por cien que se estipule para formar la fianza.

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	PLIEGO DE CONDICIONES
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>16 de 17</b>

El incumplimiento de cualquiera de las condiciones del contrato llevará consigo la rescisión, con pérdida de la fianza definitiva, sin perjuicio de las demás responsabilidades en que pueda incurrir el adjudicatario.

#### F. Gastos por cuenta del Contratista.

El Contratista proporcionará de su cuenta los útiles de construcción, herramientas, cuerdas y utensilios que sean necesarios para la realización de las obras, siendo asimismo de su cuenta los gastos necesarios para evitar todo desmerecimiento de los acopios y de las obras hasta su recepción definitiva, sin que pueda realizar reclamación por ello de cosa alguna.

Serán también de su cuenta los gastos de recepción, dirección y comprobación de las obras con los planos, plantillas, modelos y en general cuanto sea necesario para realizar las obras consignadas en el Presupuesto.

#### G. Responsabilidades del Contratista.

Toda obra ejecutada en mala fe por parte del Contratista, sea por su deseo inmoderado de lucro o por contravenir las órdenes del Ingeniero Director, o por no dar cuenta al mismo de soluciones constructivas que pueden atentar contra la estabilidad del edificio por errada maniobra o ejecución de sus empleados y oficios por no ajustarse a las normas de la buena construcción, será motivo de responsabilidad legal por parte del Constructor.

### XI. Condiciones Particulares

Además de lo específicamente detallado en la Memoria, Anexo de Cálculos, Planos y en este Pliego de Condiciones, el Contratista se atenderá al Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE) e Instrucciones Técnicas.

### XII. Generalidades.

La instalación de climatización se realizará de acuerdo con la Memoria y Planos del Proyecto, no pudiendo el instalador modificar en calidad, disposición o cantidades las unidades de obra que figuran en aquél, sin conocimiento y previa autorización del Director de obra.

Si fuera preciso instalar alguna unidad no prevista, el Instalador deberá solicitar la autorización oportuna, formulando al mismo tiempo el precio unitario correspondiente, sin cuyo requisito no le será reconocida dicha ampliación.

La ejecución de las instalaciones se hará siguiendo la práctica normal dirigida a conseguir un correcto funcionamiento durante el período de vida que se les puede atribuir. Deberán seguirse, en todo caso, las instrucciones de los fabricantes de los aparatos y accesorios.

Cualquier error en la formulación e interpretación de las instrucciones que para la ejecución de los trabajos figuran en el presente proyecto, no eximirá al instalador, a quien se considera facultado a tal efecto, de su responsabilidad y obligatoriedad de realizarse de acuerdo con la práctica común.

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	PLIEGO DE CONDICIONES
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>17 de 17</b>

Durante el período de montaje, el instalador protegerá debidamente todos los aparatos y accesorios.

Ferrol, Septiembre 2016

Uxía Prieto Vilaboa.





UNIVERSIDADE DA CORUÑA

DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA  
CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET

UXÍA PRIETO VILABOA

# PRESUPUESTO

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	PRESUPUESTO
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>1 de 5</b>

## I. SALDA DE CALDERAS

	Descripción de la partida.	Medición	Precio Unidad	Importe
1.1	Caldera de pellets de la marca ÖkoFEN, modelo PELLEMATIC PE con potencia nominal 12 kW.	1	8.587,00 €	8.587,00 €
1.2	Bomba de circulación de la marca BAXI ROCA, modelo Quantum SC-80-H.	1	1.559,00 €	1.559,00 €
1.3	Vaso de expansión de la marca Ibaiondo, modelo 5 CMF, con una capacidad de 5 l y una presión máxima de 5 bar.	1	17,78 €	17,78 €
1.4	Un silo textil de marca ÖkoFEN y modelo silo KGT2618	1	2.105,00 €	2.105,00 €
1.5	Depósito de ACS modelo SANIT 250 de la marca DOMUSA con un volumen total de 250 l.	1	1.227,00 €	1.227,00 €
1.6	Depósito acumulador de inercia de acero al carbono de Chromagen y 300 litros	1	527,80 €	527,80 €
1.6	Chimenea de evacuación de humos en acero inoxidable, y accesorios necesarios para su conexión a la caldera hasta el hueco de obra existente (no se incluye el sellado del hueco).	1	300,00 €	300,00 €
			<b>Total de la partida</b>	<b>14.323,58 €</b>

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	PRESUPUESTO
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página 2 de 5

## II. INSTALACIÓN RADIADORES

Descripción de la partida.	Medición	Precio Unidad	Importe
2.1 Elemento radiador de Ferroli, model EUROPA 600 C, fabricado en aluminio y preparado para trabajar en instalaciones de baja . Incluye llaves y detentores, conexionado entre radiadores, y elementos accesorios necesarios para el conexionado del circuito hidráulico de la caldera y el correcto funcionamiento de la instalación de calefacción.	70,00	10,20 €	714,00 €
2.2 Tubería de cobre D=26mm. Tubería de cobre de diámetro interior de 26 mm, para red de distribución de calefacción, con p.p. de accesorios, soldadura, pequeño material y aislamiento térmico.	4,39	9,72 €	42,67 €
2.3 Tubería de cobre D=16,5mm. Tubería de cobre de diámetro interior de 16.5 mm, para red de distribución de calefacción, con p.p. de accesorios, soldadura, pequeño material y aislamiento térmico.	5,70	7,47 €	42,58 €
2.4 Tubería de cobre D=12,5mm. Tubería de cobre de diámetro interior de 12.5 mm, para red de distribución de calefacción, con p.p. de accesorios, soldadura, pequeño material y aislamiento térmico.	39,44	6,60 €	260,30 €
2.5 Tubería de cobre D=10,5mm. Tubería de cobre de diámetro interior de 10.5 mm, para red de distribución de calefacción, con p.p. de accesorios, soldadura, pequeño material y aislamiento térmico.	44,60	6,03 €	268,94 €
2.6 Tubería de cobre D=8,5mm. Tubería de cobre de diámetro interior de 8.5 mm, para red de distribución de calefacción, con p.p. de accesorios, soldadura, pequeño material y aislamiento térmico.	75,23	5,63 €	423,54 €
	<b>Total de la partida</b>		<b>1.752,04 €</b>

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	PRESUPUESTO
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>3 de 5</b>

### III. ACCESORIOS SEGURIDAD Y CONTROL

	Descripción de la partida.	Medición	Precio Unidad	Importe
3.1	Termoestato ambiente programable. Termostato ambiente desde 8°C a 32°C, con programación independiente para cada día de la semana de hasta 6 cambios de nivel diarios, con tres niveles de temperatura ambiente: confort, actividad y reducido; programa especial para período de vacaciones, con visor de día, hora, temperatura de consigna y ambiente, instalado.	1,00	125,58 €	125,58 €
3.2	Válvula de esfera PN-10 de 1/2".Válvula de esfera PN-10 de 1/2", instalada, i/pequeño material y accesorios.	2,00	13,37 €	26,74 €
3.3	Válvula de esfera PN-10 de 3/8".Válvula de esfera PN-10 de 3/8", instalada, i/pequeño material y accesorios.	2,00	12,52 €	25,04 €
		<b>Total de la partida</b>	<b>177,36 €</b>	

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	PRESUPUESTO
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>4 de 5</b>

#### IV. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Descripción de la partida.	Medición	Precio Unidad	Importe
Estudio básico seguridad y salud.	1	3.500,00 €	3.500,00 €
<b>Total de la partida</b>		<b>3.500,00 €</b>	

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	PRESUPUESTO
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página 5 de 5

## RESUMEN PRESUPUESTO

CAPÍTULO I:	Sala de calderas	14.323,58 €
CAPÍTULO II:	Instalación calefacción.	1.752,04 €
CAPÍTULO III:	Accesorios seguridad y control	177,36 €
CAPÍTULO IV:	Estudio básico de seguridad y salud	3.500,00 €
<b>IMPORTE EJECUCIÓN MATERIAL.</b>		<b>19.752,98 €</b>
	13% gastos materiales	2.567,89 €
	6% beneficio industrial	1.185,18 €
<b>IMPORTE EJECUCIÓN.</b>		<b>23.506,04 €</b>
	21% IVA	4.936,27 €
<b>IMPORTE CONTRATA.</b>		<b>28.442,31 €</b>

Veintiocho mil cuatrocientos cuarenta y dos euros con treinta y un céntimos.

Ferrol, Septiembre 2016

Uxía Prieto Vilaboa



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE  
SANITARIA CON CALDERA DE PELLET

UXÍA PRIETO VILABOA

# ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	EBSS
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>1 de 9</b>

## Índice

I.	Introducción .....	2
	Justificación del estudio básico de seguridad y salud .....	2
	1.2 Objeto del estudio básico de seguridad y salud.....	2
	1.3 Datos del proyecto .....	2
II.	2 Normas de seguridad aplicables en la obra .....	3
III.	3 Identificación de riesgos y prevención de los mismos .....	3
	Riesgos más frecuentes:.....	3
	Medidas preventivas:.....	4
	Protecciones individuales:.....	4
	4 Botiquín .....	4
	5 Presupuesto de seguridad y salud.....	4
	6 Trabajos posteriores.....	5
	1. Riesgos más frecuentes:.....	5
	2. Medidas preventivas:.....	5
	3. Protecciones individuales:.....	5
	Obligaciones del promotor.....	6
	Coordinador en materia de seguridad y salud .....	6
	Plan de seguridad y salud en el trabajo .....	6
	Obligaciones de contratista y subcontratistas .....	7
	Obligaciones de los trabajadores autónomos.....	8
	Libro de incidencias.....	8
	Paralización de los trabajos.....	9
	Derechos de los trabajadores .....	9
	Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras .....	9

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	EBSS
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>2 de 9</b>

## I. Introducción

### Justificación del estudio básico de seguridad y salud

Según lo estipulado en el Real Decreto 1627/1.997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, es necesaria la elaboración de un Estudio de Seguridad y Salud en las obras para todos aquellos proyectos que se incluyan en los siguientes supuestos:

- Con presupuesto de contrata superior o igual a 450.759€.
- Que la duración estimada de la obra sea superior a 30 días laborables o emplee más de 200 trabajadores en algún momento.
- Que el volumen de mano de obra sea superior a 500.
- Obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En los proyectos que no cumplen los supuestos anteriores, es suficiente con redactar un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

### 1.2 Objeto del estudio básico de seguridad y salud

Conforme se especifica en el apartado 2 del Artículo 6 del Real Decreto 1627/1.997, el Estudio Básico de Seguridad y Salud deberá precisar:

- Las normas de seguridad y salud aplicables en la obra.
- La identificación de los riesgos laborables que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos, valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto).
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

### 1.3 Datos del proyecto

- **Tipo de obra:** Instalaciones térmicas.
- **Situación:** Lugar de Punta Penencia.
- **Población:** Ferrol.
- **Promotor:** Escuela Politécnica Superior de Ferrol.
- **Projectista:** Uxía Prieto Vilaboa (alumno), María Isabel Lamas Galdo (tutora).

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLETT	EBSS
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>3 de 9</b>

## II. 2 Normas de seguridad aplicables en la obra

- Ley 31/1.995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de Diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. BOE número 298 de 13 de Diciembre.
- Real Decreto 485/1.997, de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997, de 14 de Abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997, de 14 de Abril, sobre Manipulación de Cargas.
- Real Decreto 773/1.997, de 30 de Mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1.997, de 17 de Enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1251/1.997, de 18 de Julio, sobre Utilización de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 23/1.984, Ley 11/1.994).

## III. 3 Identificación de riesgos y prevención de los mismos

### Riesgos más frecuentes:

- Caídas de operarios al mismo nivel.
- Caídas de operarios a distinto nivel.
- Caídas de objetos sobre operarios.
- Choques o golpes contra objetos.
- Atrapamientos y aplastamientos.
- Lesiones y/o cortes en manos.
- Lesiones y/o cortes en pies.
- Sobresfuerzos.
- Ruido, contaminación acústica.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Afecciones en la piel.
- Contactos eléctricos directos.
- Ambientes pobres en oxígeno.
- Inhalación de vapores y gases.
- Trabajos en zonas húmedas o mojadas.
- Explosiones e incendios.
- Radiaciones y derivados de soldadura.
- Quemaduras.
- Derivados del acceso al lugar de trabajo.
- Derivados del almacenamiento inadecuado de productos combustibles.

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	EBSS
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>4 de 9</b>

### Medidas preventivas:

- Marquesinas rígidas.
- Barandillas.
- Pasos o pasarelas.
- Redes verticales.
- Redes horizontales.
- Andamios de seguridad.
- Mallazos.
- Tableros o planchas en huecos horizontales.
- Escaleras auxiliares adecuadas.
- Escalera de acceso peldañeada y protegida.
- Carcasas o resguardos de protección de partes móviles de máquinas.
- Mantenimiento adecuado de la maquinaria.
- Evacuación de escombros.
- Limpieza de las zonas de trabajo y tránsito.
- Andamios adecuados.
- Plataformas de descarga de material.

### Protecciones individuales:

- Casco de seguridad
- Botas o calzado de seguridad.
- Botas de seguridad impermeables.
- Guantes de lona y piel.
- Guantes impermeables.
- Gafas de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Cinturón de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Pantalla de soldador.

### 4 Botiquín

En el centro de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora.

### 5 Presupuesto de seguridad y salud

En el Presupuesto de Ejecución Material del Proyecto se ha reservado un Capítulo con una partida alzada de 2000 € para Seguridad y Salud.

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	EBSS
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página 5 de 9

## 6 Trabajos posteriores

El apartado 6 del Real Decreto 1627/1.997 se establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

Para Reparación, Conservación y Mantenimiento.

### 1. Riesgos más frecuentes:

- Caídas al mismo nivel en suelos.
- Caídas de altura por huecos horizontales.
- Caídas por huecos en cerramientos.
- Caídas por resbalones.
- Reacciones químicas por productos de limpieza y líquidos de maquinaria.
- Contactos eléctricos por accionamiento inadvertido y modificación o deterioro de sistemas eléctricos.
- Explosión de combustibles mal almacenados.
- Fuego por combustibles, modificación de elementos de instalación eléctrica o por acumulación de desechos peligrosos.
- Impacto de elementos de la maquinaria, por desprendimientos de elementos constructivos, por deslizamiento de objetos, por roturas debidas a la presión del viento, por roturas por exceso de carga.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Toxicidad de productos empleados en la reparación o almacenados en el edificio.
- Vibraciones de origen interno y externo.
- Contaminación por ruido.

### 2. Medidas preventivas:

- Andamiajes, escalerillas y demás dispositivos provisionales adecuados y seguros.
- Anclajes de cinturones fijados a la pared para la limpieza de ventanas no accesibles.
- Anclajes de cinturones para reparación de tejados y cubiertas.
- Anclajes para poleas para izado de muebles en mudanzas.

### 3. Protecciones individuales:

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Cinturones de seguridad y cables de longitud y resistencia adecuada para limpiadores de ventanas.
- Cinturones de seguridad y resistencia adecuada para reparar tejados y cubiertas inclinadas.

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	EBSS
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página <b>6 de 9</b>

### Obligaciones del promotor

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará a un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

El Promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1.997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

### Coordinador en materia de seguridad y salud

La designación del Coordinador en la elaboración del Proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

### Plan de seguridad y salud en el trabajo

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el Contratista, antes del inicio de la obra y en función de su propio sistema de ejecución de obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el Contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	EBSS
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página 7 de 9

de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de Prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas.

El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

### Obligaciones de contratista y subcontratistas

El Contratista y Subcontratista estarán obligados a:

- Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y en particular:
  - El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
  - La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
  - La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
  - El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
  - La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
  - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
  - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
  - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
  - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
  - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
- Cumplir la normativa en materia de Prevención de Riesgos Laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	EBSS
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página 8 de 9

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor, no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

### Obligaciones de los trabajadores autónomos

Los trabajadores autónomos están obligados a:

- Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
  - El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
  - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
  - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
  - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
  - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
  - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
- Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular, en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
- Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1.997.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

### Libro de incidencias

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador.

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA CON CALDERA DE PELLET	EBSS
	UXÍA PRIETO VILABOA	Página 9 de 9

Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

### Paralización de los trabajos

Cuando el Coordinador, durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de Seguridad y Salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de trabajos, o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realice la obra.

Igualmente notificará al contratista y en su caso al subcontratista y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

### Derechos de los trabajadores

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

### Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras

Las obligaciones previstas del Real Decreto 1627/1.997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

En todos los casos la Propiedad es responsable de la revisión y mantenimiento de forma periódica o eventual del inmueble, encargándose a un técnico competente en cada caso.

Ferrol, Septiembre 2016

Uxía Prieto Vilaboa.

