



C.1.7 / (FASE 2)

AUDITORIA ENERGÉTICA EN EDIFICIO MUNICIPAL DE CRETAS



En CRETAS a 26 de Septiembre de 2018,

Fdo. Andrea Lacueva Laborda.- Ingeniera técnica mecánica N^oCOLEGIADA: 9187

ANEXO: AUDITORÍA ENERGÉTICA – FASE II
26 DE SEPTIEMBRE DE 2018



Contenido

1	OBJETO	1
2	MOTIVACIÓN DEL PROYECTO	1
3	DATOS DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	1
4	DATOS DE LA INSTALACIÓN	1
5	PROMOTOR	1
6	RESULTADOS ENERGÉTICOS Y EMISIONES DE CO2.....	1
7	ENERGÍA AEROTERMIA	3
8	INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA	3
9	LEGISLACIÓN APLICABLE.....	4
10	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	4
11	DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN	5
12	NECESIDADES TÉRMICAS	5
13	BOMBA DE CALOR AEROTERMIA (BCA).....	5
14	ELECCIÓN DE LA BOMBA DE CALOR.....	6
15	TIPOS DE CALEFACCIÓN	6
16	TIPO DE REFRIGERACIÓN	8
17	PRESUPUESTO	8
18	MEDICIONES - PRESUPUESTO DE PROYECTO DE INSTALACIÓN DE GEOTERMIA EN VESTUARIOS DEL CENTRO DEPORTIVO DE CRETA	9

1 OBJETO

El objeto del presente proyecto es la climatización y la producción de ACS en la parte de vestuarios y salas de actividades físicas del nuevo centro deportivo de Cretas empleando para ello la energía aerotérmica y utilizando una bomba de calor para extraer dicha energía. A continuación será explicada esta fuente de energía renovable y posteriormente el concepto de bomba de calor y su utilización en la actualidad. A lo largo de todo el documento se explicarán las ventajas e inconvenientes de la implantación de este método y se estudiará la viabilidad y rentabilidad del proyecto.

2 MOTIVACIÓN DEL PROYECTO

En una época en que el cambio climático es ya una realidad y está tan de actualidad es el momento de invertir y de desarrollar sistemas que proporcionen la comodidad y confort habituales pero de una forma respetuosa con el medio ambiente y a poder ser que conlleven un ahorro económico.

El presente proyecto pretende precisamente aprovechar una fuente de energía renovable e inagotable como es la energía

3 DATOS DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

- ❖ **Nombre:** AYUNTAMIENTO DE CRETAS
- ❖ **Dirección:** C/ Plaza de España, 5; Cretas
- ❖ **Código Postal:** 44623
- ❖ **Población:** CRETAS
- ❖ **Fecha:** 16/05/2016
- ❖ **Temp. mín. de cálculo:** -8 °C
- ❖ **Grados día 15-15:** 1892

4 DATOS DE LA INSTALACIÓN

- ❖ **Superficie de la vivienda:** 600 m²
- ❖ **Altura media de la vivienda:** 2,7 m
- ❖ **Nivel de aislamiento G:** 0,6
- ❖ **Temperatura de confort:** 21 °C
- ❖ **Tipo de instalación:** Suelo radiante
- ❖ **Temperatura de ida suelo radiante:** 40 °C
- ❖ **Combustible de apoyo:** Gasóleo Condensación

5 PROMOTOR

El promotor de este proyecto es el Ayuntamiento de Cretas, cuya dirección es: C/ Plaza de España, 5; Cretas en Teruel. Y cuyo CIF es P4408800C.

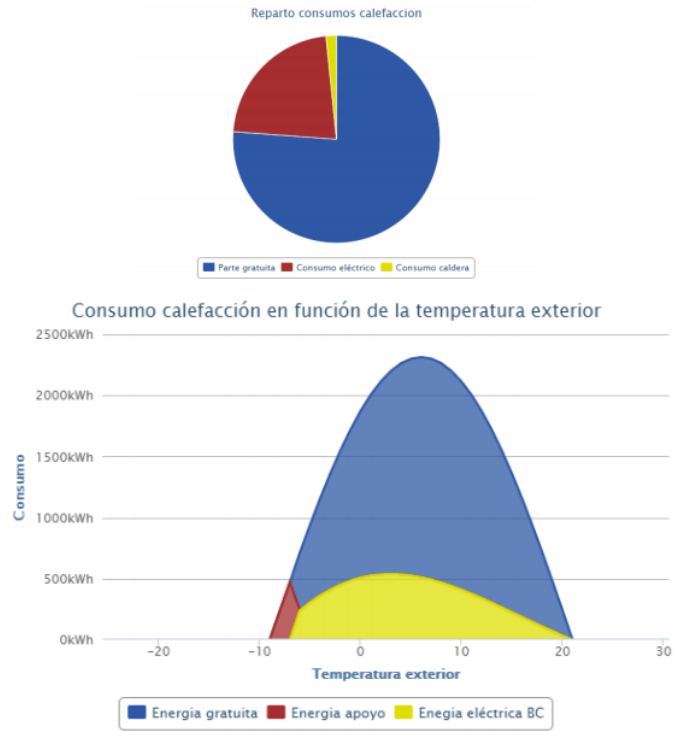
6 RESULTADOS ENERGÉTICOS Y EMISIONES DE CO2

Potencia máxima requerida de las unidades de bombas de calor es de:

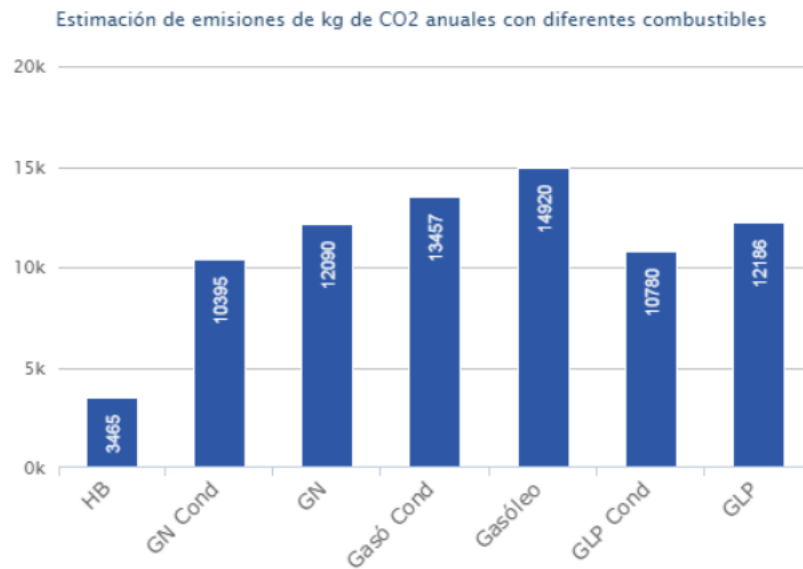
Necesidades energéticas anuales de calefacción: 58.849 kWh

Las necesidades energéticas anuales de la instalación de calefacción quedan cubiertas por la energía aerotérmica, por el consumo eléctrico de la bomba de calor y por la caldera de apoyo que completa el sistema.

- ❖ Energía aerotérmica gratuita: 44.814 kWh
- ❖ Energía eléctrica consumida por la bomba de calor: 14.035 kWh
- ❖ COP medio de la bomba de calor: 4,43



Emissiones anuales de kg de CO2: 3.465,24 kg



RESULTADOS ECONÓMICOS

Los resultados económicos se basan en los siguientes costes de la energía (€/100 kWh) con IVA:

- ❖ Electricidad: 17,82 €/100 kWh
- ❖ Gas natural: 6,34 €/100 kWh
- ❖ Gasóleo: 0,65 €/litro
- ❖ Gas propano: 11,00 €/100 kWh
- ❖ Coste anual sistemas híbrido
- ❖ Coste electricidad bomba de calor: 1.746,95 €
- ❖ Coste combustible caldera: 45,13 €
- ❖ Coste total sistema híbrido: 1.792,08 €

7 ENERGÍA AEROTERMIA

La aerotermia no es más que un nombre que se le ha puesto al uso de las bombas de calor aire-aire o aire-agua que se utilizan para climatizar un espacio. En nuestro caso, las antiguas bombas de calor son aire-agua, cosa que explicaremos a continuación en qué consiste. Incluso en pleno invierno, el aire contiene calorías. Esto significa que se pueden extraer calorías hasta en las condiciones más desfavorables de temperatura. Por tanto, tenemos a nuestra disposición calorías «gratuitas» incluso en los inviernos más crudos.

Con la aerotermia, se puede captar esta energía gratuita y utilizarla para calentar un edificio. Para ello, normalmente, se utiliza un sistema de aparatos partidos, los denominados “Split System”. Los sistemas split están formados por dos unidades, una externa y otra interna, enlazadas entre sí a través de tubos de cobre. La unidad externa se encarga de captar la energía calorífica del aire, y la unidad interior que se la traspassa a un circuito de agua, esta unidad interior se llama bomba de calor. Del transporte de estas calorías se encarga un fluido refrigerante que circula entre ambas unidades y que está impulsado por un compresor. Únicamente hay que pagar por la energía que consumen este compresor, parte de la bomba de calor, y el ventilador exterior. Según sea la temperatura exterior, esta energía sólo supone entre un 30% y un 50 de la potencia de calefacción propagada del edificio, lo que equivale a decir que, entre un 50% y un 70% de la energía utilizada para calentar es gratuita, ya que sale de esa enorme reserva que es el aire exterior.

8 INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA

La principal ventaja de la aerotermia en cuanto a integración arquitectónica es que la instalación ocupa poco espacio comparado con otro tipo de instalaciones.

Ventajas

- La instalación no necesita una gran superficie.
- No requiere un presupuesto muy alto.
- Se amortiza bastante rápido.
- Desde una perspectiva medioambiental, la aerotermia no produce emisiones de CO².
- Arquitectónicamente la bomba de calor no necesita chimeneas de evacuación de humos.
- Al no existir combustibles inflamables se reduce el riesgo de incendio y explosión, por lo que es una energía segura.

Inconvenientes.

- Su coeficiente de eficiencia energética es variable, ya que es sensible a las condiciones climatológicas externas. Con la aerotermia, algunos días del año puede ser necesario recurrir a un refuerzo eléctrico integrado en el sistema.

- Para conseguir subvenciones económicas la ley obliga a que el COP de la máquina sea como mínimo de 3,3 para una temperatura exterior de 7°C, por lo que en nuestro caso no conseguiríamos ningún tipo de desgravación.

- La aerotermia, sobretodo las máquinas exteriores, son aparatos más ruidosos que otros sistemas de climatización más innovadores.

9 LEGISLACIÓN APLICABLE

Para la redacción del proyecto técnico se debe tener en cuenta la siguiente legislación, la cual será de obligado cumplimiento durante la realización de los trabajos:

- Código Técnico de la Edificación (CTE), Documento Básico HE (Ahorro de Energía). R.D. 314/2006 de 17 de Marzo y R.D. 1371/2007 de 19 de Octubre.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE. R.D. 1751/1998 de 31 de Julio y modificación posterior R.D. 1218/2002. • Norma UNE 100011:1991, Ventilación Mínima necesaria en los recintos.
- Norma UNE 100001:1985, Condiciones exteriores según los valores climáticos anuales.
- Tablas de conductividad de materiales extraídas de la norma UNE EN ISO 10 456:2001.
- Tablas de conductividad de materiales extraídas de las Bases de Datos del LIDER (versión 1.0), Documento Reconocido del CTE.
- Legislación correspondiente de la Comunidad Autónoma de Aragón.
- Ordenanzas municipales del Ayuntamiento de Cretas.

10 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El presente proyecto se refiere a un centro deportivo, junto a la calle castillo y al campo de fútbol en Cretas, perteneciente al Ayuntamiento de Cretas, en la provincia de Teruel en Aragón.



11 DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN

La edificación es un centro deportivo, formada por la zona de polideportivo cubierto. La zona de vestuarios y salas de actividades físicas, cafetería y una sala de máquinas, siendo un edificio anexo aún por definir con primera planta y sótano. La superficie total de la totalidad del complejo deportivo es de 1604,46m², aunque la superficie total que se va a climatizar es de 667m².

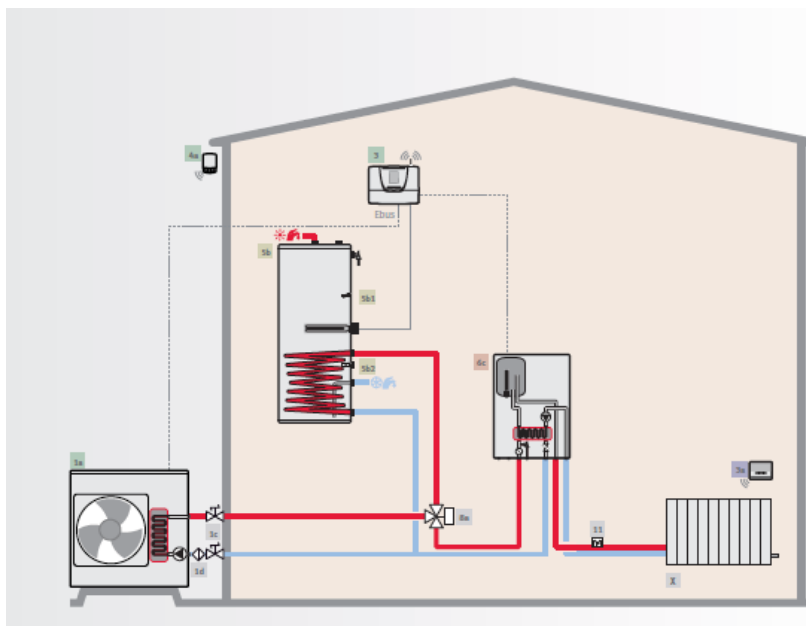
12 NECESIDADES TÉRMICAS

Para ver un proceso detallado del proceso de cálculo de la demanda energética del complejo deportivo se remite al apartado de Cálculos. A modo de resumen, en esta sección se resaltan las demandas máximas estimadas del complejo deportivo correspondientes a las situaciones más desfavorables en invierno y en verano. La demanda calorífica máxima para invierno será de 41kW y la frigorífica para verano de 32 kW.

13 BOMBA DE CALOR AEROTERMIA (BCA)

El aire absorbido por el ventilador transfiere el calor que contiene, al refrigerante del evaporador. Éste aumenta su temperatura, pasa por el compresor, y cede el calor en el acumulador. De esta manera se produce el agua caliente sanitaria. **El consumo del equipo se reparte en un 75% de consumo de energía limpia (calor del aire), y un 25% de origen eléctrico.**

Sobre un coste de 100 unidades de energía, la aerotermia consume en torno a 30 de electricidad y el resto lo toma del aire sin coste alguno.



La Aerotermia se basa en la termodinámica y extrae energía del calor latente en el aire, incluso con temperaturas bajo cero, por eso consume menos de lo que ofrece. Es una tecnología que aprovecha la naturaleza. El resto de energías consumen en torno al 100% de lo que entregan, o más, dependiendo de las pérdidas.



14 ELECCIÓN DE LA BOMBA DE CALOR

Para la elección de la bomba de calor más adecuada al centro deportivo objeto de estudio se investigarán varios fabricantes y marcas.

15 TIPOS DE CALEFACCIÓN

Actualmente se suelen instalar los siguientes sistemas para calefactar edificios:

- Fan-coil

El fan-coil, literalmente 'ventilador serpentín', está compuesto por uno o dos intercambiadores de calor de tubos aleteados, uno o varios ventiladores, filtro de aire y un armazón que cierra en conjunto con dos registros para la entrada y salida de aire. Es un sistema bivalente, produce frío o calor según la temperatura del fluido que pasa por la batería o intercambiador de calor. Es un sistema de baja inercia térmica y calienta por convección forzada. Una de sus ventajas es que tiene una gran independencia de funcionamiento y permite sectorizar los locales. Como inconvenientes hay que destacar que puede provocar ruidos y corrientes de aire y necesita un buen sistema de regulación, por lo que su instalación se encarece.

- Suelo radiante

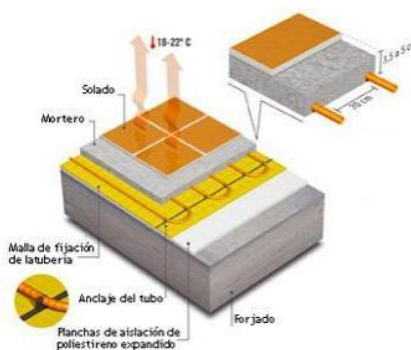
Consiste en una cañería situada en un falso suelo que cubre una gran superficie. Tiene una limitación de potencia calorífica de 0,12 kW/m² de superficie de tierra y de temperatura superficial del suelo de 29 °C. Tiene la ventaja de poseer una gran inercia térmica y son instalaciones ideales para climas fríos y viviendas y locales aislados con funcionamiento constante. En la siguiente comparación entre la calefacción por suelo radiante y el método convencional de radiadores se aprecian las diferencias en sus corrientes de aire.

Tipo de calefacción seleccionado

El sistema seleccionado para la implantación el centro deportivo objeto de estudio es el suelo radiante. Como se dijo anteriormente se trata de una cañería o red de tubos de polietileno por debajo del piso de las habitaciones por la que pasa el agua caliente en torno a 40 °C mientras que por los radiadores el agua tendría que calentarse hasta alcanzar los 70 °C aproximadamente. En este proyecto el agua caliente proviene de la bomba de calor. De esta forma se consigue una temperatura ambiente de 20-22 °C. Este sistema es el más adecuado a emplear ya que si el calor asciende lo más lógico es hacer que provenga de lo más abajo posible. En la imagen siguiente se comparan los distintos sistemas de calefacción y se aprecia como el sistema por suelo radiante es el que mantiene más constante la temperatura interior pero también el que más se aproxima a lo teóricamente ideal.

Las tuberías de agua (generalmente de material plástico) se distribuyen sobre el forjado, interponiendo un aislante térmico para evitar que el calor se disipe hacia la planta inferior. Sobre las tuberías se pone una capa de mortero de cemento y arena y luego el solado, que se recomienda sea de un material poco aislante térmicamente (piedra, baldosa cerámica...) y no de madera o moqueta.

En la siguiente imagen se aprecia cómo sería una sección de suelo radiante:



REFRIGERACIÓN

En esta sección se estudiarán las posibilidades de las que se dispone en la actualidad para realizar la instalación de refrigeración objeto de estudio.

Tipos de refrigeración

En el mercado existen multitud de tipos de sistemas de refrigeración casi todos basados en el empleo de aire acondicionado. Se tratarán los más comunes explicando su forma y funcionamiento detallando sus ventajas e inconvenientes.

- De ventana

Una caja cuadrada contiene todas las partes funcionales del sistema. Debe colocarse en un hueco practicado en la pared de manera que quede una mitad del aparato en el exterior y la otra en el interior. Tiene la ventaja de que el coste de instalación es muy bajo, pero el inconveniente del gran ruido que produce al funcionar.

- Splits (de pared)

Son los equipos más utilizados en la actualidad por presentar varias ventajas sobre los de ventana y ser relativamente económicos. La unidad que contiene el compresor se encuentra en el exterior del edificio y se comunica con la unidad interior mediante unos tubos. La variedad de potencias ofertada por estos aparatos es muy amplia.

- Split (consola de techo)

Su funcionamiento es similar a los de pared aunque suelen ser de mayor capacidad y potencia. Ésta es su principal ventaja frente al inconveniente de que su instalación es más costosa y compleja y suelen ser algo más ruidosos que los de pared.

- Centrales (compacto o tipo splits usando fan-coils)

El concepto es idéntico al de tipo splits de techo pero la instalación es mucho mayor. Su coste es muy alto pero ofrecen un alto nivel de confort. Sus ventajas son que su mantenimiento es sencillo y espaciado en el tiempo. Su inconveniente es su alto coste de instalación.

16 TIPO DE REFRIGERACIÓN

Para realizar el sistema de refrigeración de objeto de estudio de este proyecto se instalarán 17 aparatos de tipo fan-coil de techo, por las estancias que hay. Este aparato es capaz de suministrar 2,7 kW frigoríficos, más de lo que se necesita para enfriar cualquiera de las estancias.

17 PRESUPUESTO

El coste total de los componentes, instalación, montaje y puesta en marcha de las instalaciones y equipos de captación aerotermia, calefacción y refrigeración para la climatización con energía aerotérmica del centro deportivo de Cretas (desglosado detalladamente en el capítulo PRESUPUESTO), es de: **75.542,41€.**

18 MEDICIONES - PRESUPUESTO DE PROYECTO DE INSTALACIÓN DE GEOTERMIA EN VESTUARIOS DEL CENTRO DEPORTIVO DE CRETA

CAPÍTULO 01. Instalación de intercambiadores de aerotermia para (calefacción + a.c.s. + frío activo) hasta 650 m²

CAPÍTULO 01. Instalación de sala de calderas y climatización interior.

Las necesidades energéticas del edificio son:

- Calefacción y ventilación 58.849 kWh/año
- ACS 17.818 kWh/año

Los consumos de la bomba de calor y de las bombas de circulación son los siguientes:

- Bomba de calor 15.634 kWh/año
- Bombas de circulación 568 kWh/año

Por tanto, el rendimiento global de la instalación tiene un COP 4,43 de suponiendo un ahorro energético del 79%.

MEMORIA VALORADA DE INSTALACIÓN DE AEROTERMIA EN EL CENTRO DEPORTIVO DE CRETAS

Ud Bomba de calor geotérmica.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio Partida
	Ud	<p>2 Bombas de calor aerotérmica BAXI modelo platium BC PLUS o similar con potencia de 22kW sensores, con tarjeta de expansión.</p> <p>La bomba de calor geotérmica instalada fue de la marca además con dos tanques de agua caliente sanitaria.</p> <p>Las características técnicas de esta bomba de calor geotérmica son:</p> <p>Potencia Nominal: 5-22 kW</p> <p>Rendimiento (COP): 4,43</p> <p>ERR: 5,3-6,3</p> <p>Control de dos curvas de calor</p> <p>Bombas de circulación de circuitos primario y secundario de velocidad variable de clase energética A</p> <p>Doble condensador</p> <p>Refrigerante R-410-A</p> <p>Válvula de expansión electrónica</p> <p>Trifásica 400 V 3-N</p> <p>Refrigerante R-410-A.</p>	2	9.134	18.268€
				Total:	18.268€

Ud. Separador de Aire.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio Partida
	Ud	<p>Separador de Aire Flancovert de 1-1/4"</p> <p>Completamente instalado.</p>	1	123€	123€
				Total:	123€

MEMORIA VALORADA DE INSTALACIÓN DE AEROTERMIA EN EL CENTRO DEPORTIVO DE CRETAS

Ud. Desfangador roscado.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio Partida
	Ud	Desfangador roscado de 1 ¼" Completamente instalado.	1	121€	121€
				Total:	121€

Ud. Vaso de Expansión.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio Partida
	Ud	Vaso de expansión de 35l para el ACS y válvulas de equilibrado	1	348€	348€
				Total:	348€

Ud. Depósito de inercia.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio Partida
	Ud	Depósito acumulador de inercia 1000l para circuito cerrado de calefacción y refrigeración, con aislamiento que permite acceso mediante partes de 800mm de anchura. Completamente instalado.	1	1.596€	1.596€
				Total:	1.596€

Ud. Centralita de regulación CS10.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio Partida
	Ud	Centralita de regulación CS10. Completamente instalado.	1	228€	228€
				Total:	228€

Ud Tanque de ACS.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio Partida
		Tanque de ACS de Capacidad: 500-1000 litros para acumulación del circuito primario y ACS. Completamente instalado	1	1.250,96 €	1.250,96 €
				Total:	1.250,96 €

Ud Válvula de tres vías.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio Partida
		Válvula mezcladora de 3 vías con servomotor para el circuito de calefacción de suelo radiante y ACS Completamente instalada.	1	1256,43	1256,43
				Total:	1256,43€

Ud Bombas circuladoras .

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio Partida
		Bomba circuladoras de velocidad variable adaptada al circuito de suelo radiante. Totalmente instaladas y su puesta en marcha.	2	389,23	778,52€
				Total:	778,52€

CAPÍTULO 01. Instalación de sala de calderas23.969,91€

CAPÍTULO 02. Instalación de suelo radiante y splits para frío.

Ud Instalación de suelo radiante.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio Partida
	M2	m². Calefacción por suelo radiante TRADESA-EUROTHERM conforme a norma UNE-EN-1264, con agua a baja temperatura, circulando en circuito cerrado por tuberías de polietileno reticulado Eurotherm PEX-A 16 x 1,8 con barrera antidifusión de oxígeno y marcado AENOR, sobre plancha lisa europlus flex 20 mm de espesor, 30 kg/m³ de densidad y marcado CE, pp de grapas tackler, con cinta perimetral, aditivo europlast, funda aislante, junta de dilatación, colector serie "S" completo (provisto de colector de ida, retorno, detentores, purgador automático, válvulas de paso, llaves de llenado y vaciado y adaptadores para tubo) y armario para colector. Incluye p.p. regulación climática MIX R, formada por válvula mezcladora de 3 vías con servomotor, bomba, by-pass,	400	43,02€	17.208€

		válvula de presión diferencial, termómetros ida-retorno. Centralita con curvas climáticas, sonda exterior y sonda de impulsión. Se incluye p.p. de cabezales motorizados y termostatos para independizar locales. Sistema homologado AENOR. Totalmente instalado, sin incluir el equipo de producción de calor.			
				Total:	17.208€

Ud Instalación de conductos de unidad interior para frío.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio Partida
ACY25UIF	Ud.	Unidad interior de conductos marca FUJITSU, modelo ACY25UIF. Potencia frigorífica 2,7 kW. Incluye mandos para encendido/apagado y regulación de temperatura.	14	677€	9.437€
				Total:	9.437€

CAPÍTULO 02. Instalación de suelo radiante y splits para frío.....26.645€

Resumen presupuesto final

CAPÍTULO 01. Instalación de sala de calderas23.969,91€

CAPÍTULO 02. Instalación de suelo radiante y splits para frío.....26.645€

Presupuesto de Ejecución Material.....50.614,91€

Gastos generales y beneficio industrial.....9.616,83€

Gastos de Honorarios de Redacción del proyecto y dirección de obra.....2.200€

TOTAL.....62.431,74€

IVA (21%).....13.110,66€

Presupuesto de ejecución por contrata.....75.542,41€

El presupuesto total de ejecución por contrata propuesto es de **setenta y cinco mil quinientos cuarenta y dos mil con cuarenta y un céntimos de euro** incluyendo el 21% de iva.

Firmado:



Andrea Lacueva Laborda.- Ingeniera técnica industrial. Colegiada nº 9187.