



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

---

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

---

## PROYECTO DE ANÁLISIS DE UNA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA LA PISCINA MUNICIPAL DE ALMANSA

*TRABAJO FINAL DEL*

**Grado en Ingeniería Mecánica**

*REALIZADO POR*

**Adrián Tomás Megías**

*TUTORIZADO POR*

**Jorge Paya Herrero**

*CO- TUTORIZADO POR*

**Virgilio Martínez**

**CURSO ACADÉMICO: 2019/2020**



## **RESUMEN**

En este Trabajo de Fin de Grado se ha realizado el análisis de una instalación de agua caliente sanitaria, se han propuesto mejoras energéticas, y suponiendo la posible realización del proyecto, se han analizado y comparado los consumos de la instalación inicial y los posibles consumos si se llevasen a cabo estas mejoras.

El presente proyecto está enfocado en un análisis energético y medioambiental, y la idea fundamental es comprobar si la mejora propuesta es eficiente y viable tanto económica como medioambientalmente.

Dicha mejora consiste en:

- Sustitución de calderas de gasóleo-C por calderas de gas natural.
- Instalación de captadores solares térmicos para la generación de calor.
- Sustitución de depósitos, accesorios y sistemas hidráulicos deteriorados.

Todos los elementos propuestos, cumplen con los requisitos expuestos en el CTE (Código Técnico de la Edificación).

Esta instalación cubrirá un 66% de la demanda anual de agua caliente sanitaria, cumpliendo con la normativa que exige para el municipio de Almansa una fracción solar mínima del 60%.

Además, se ha obtenido un periodo de retorno de 15 años, por lo que económicamente realizar este proyecto sería totalmente viable destacando en primer lugar que la vida útil de la instalación propuesta es de 25 años, y que al ser un edificio público, se pueden solicitar subvenciones del gobierno español y de la Unión Europea.

En el ámbito medioambiental, se ha obtenido que si se lleva a cabo este proyecto, se podrían ahorrar anualmente 13.204 kg de CO<sub>2</sub>, y hasta un total de 330.100 kg de CO<sub>2</sub> durante toda la vida útil de los componentes de la instalación.



## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, me gustaría agradecer al tutor del proyecto, Jorge Paya Herrero, por, tras haber sido alumno suyo en la asignatura de energía solar fototérmica, darme la oportunidad de poder realizar el proyecto de fin de grado con él y además aconsejarme y ayudarme de manera muy positiva durante el desarrollo del proyecto.

En segundo lugar, agradecer al cotutor del proyecto, y tutor de las prácticas en empresa, Virgilio Martínez, ingeniero que me ha enseñado muchos aspectos a la hora de realizar proyectos técnicos, y por darme la oportunidad de realizar las prácticas en su empresa, Estudio Técnico Almansa S.L. También, agradecer a Luis de Diego Millán, también dueño de la empresa, por haberme dado la posibilidad de acceder a las obras realizadas en el complejo en estudio y por suministrarme todo aquello que le he solicitado.

Para finalizar, también me gustaría agradecer a todos los compañeros del Estudio Técnico que me han ayudado a crecer y progresar como profesional, y me han proporcionado todas las herramientas a su alcance para ayudarme a poder realizar un buen proyecto.



## **ÍNDICE GENERAL**

***MEMORIA DESCRIPTIVA Y ANEXOS***

***PLANOS***

***PLIEGO DE CONDICIONES***

***PRESUPUESTO***



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

---

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño**

---

***MEMORIA DESCRIPTIVA***



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
1.1. CONTEXTO: PRÁCTICAS EN EMPRESA.....	3
1.2. OBJETIVOS DEL TFG .....	3
<b>2. CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO .....</b>	<b>4</b>
2.1. EMPLAZAMIENTO.....	4
2.2. USO Y DISTRIBUCIÓN DEL EDIFICIO.....	5
2.3. OCUPACIÓN DEL EDIFICIO .....	5
<b>3. INSTALACIÓN DE PARTIDA.....</b>	<b>6</b>
3.1. SISTEMA DE ACUMULACIÓN .....	6
3.2. SISTEMA DE CAPTACIÓN .....	7
3.2.1. <i>Captadores Solares</i> .....	7
3.2.2. <i>Fluido caloportador</i> .....	11
3.2.3. <i>Disipador de calor</i> .....	12
3.3. SISTEMA DE APOYO.....	12
3.4. SISTEMA DE INTERCAMBIO DE CALOR .....	13
3.5. SISTEMA HIDRÁULICO .....	14
3.5.1. <i>Válvulas</i> .....	14
3.5.2. <i>Vasos de Expansión</i> .....	16
3.5.3. <i>Bombas hidráulicas</i> .....	16
3.5.4. <i>Tuberías</i> .....	16
3.6. SISTEMA DE CONTROL Y REGULACIÓN .....	17
<b>4. MEJORAS PLANTEADAS PARA LA INSTALACIÓN .....</b>	<b>18</b>
4.1. ESTADO INICIAL .....	18
4.1.1. <i>Sistema de Acumulación</i> .....	19
4.1.2. <i>Sistema Hidráulico y Sistema de Intercambio de Calor</i> .....	19
4.1.3. <i>Sistema de Apoyo/ Generación de Calor</i> .....	20
4.2. PROPUESTA DE MEJORA ACS.....	20
4.3. ESTADO TRAS LA INSTALACIÓN DE LAS MEJORAS .....	21
4.3.1. <i>Sistema de acumulación</i> .....	22
4.3.2. <i>Sistema de Apoyo</i> .....	23
4.3.3. <i>Sistema de captación</i> .....	24
4.3.4. <i>Sistema hidráulico</i> .....	25
4.3.5. <i>Sistema de intercambio de calor</i> .....	26
4.3.6. <i>Sistema de control y regulación</i> .....	26
<b>5. ANÁLISIS ENERGÉTICO.....</b>	<b>28</b>
5.1. DEMANDA ACS.....	28
5.1.1. <i>Cálculo de la demanda de acuerdo con normativa</i> .....	29
5.1.2. <i>Cálculo de la demanda de acuerdo con consumo de combustible</i> .....	32
5.1.3. <i>Comparativa de métodos y elección de demanda</i> .....	36
5.2. ESTUDIO ENERGÉTICO .....	41
<b>6. ANÁLISIS ECONÓMICO Y MEDIOAMBIENTAL.....</b>	<b>48</b>
6.1. PRESUPUESTO .....	48
6.2. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA.....	48



6.3. ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL ..... 50

**7. CONCLUSIONES ..... 51**

**8. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA..... 52**

**ANEXO 1- OCUPACIÓN COMPLEJO.....**

**ANEXO 2 – CERTIFICADO CHEQ4 .....**

**ANEXO 3 – FICHAS TÉCNICAS .....**



## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Contexto: Prácticas en empresa

Durante el desarrollo del presente proyecto, se han realizado prácticas en la empresa Estudio Técnico Almansa. Dichas prácticas, han tenido lugar durante el periodo de verano de 2019, desde principios de junio hasta finales de agosto.

A lo largo de esos meses, esta empresa ha realizado un proyecto de gran envergadura en las piscinas municipales de Almansa, englobando algunas obras como son: sustitución de luminaria, sustitución de deshumectadoras, sustitución de la unidad de tratamiento de aire, sustitución de las calderas, instalación de captadores solares, etc.

Desde el inicio de las prácticas, se ha colaborado en la redacción y realización de planos para el proyecto, así como se ha podido visitar la instalación durante el desarrollo de las obras. Por ello, se ha realizado una recopilación fotográfica del desarrollo de las obras de manera presencial, siempre acompañado por un responsable de la empresa.

Este proyecto, se va a enfocar en estudiar la instalación destinada a agua caliente sanitaria (ACS en adelante). Es importante señalar que durante las prácticas esta instalación estaba compuesta por una caldera de gasóleo y su correspondiente circuito hidráulico, y que una de las obras proyectadas está enfocada en la sustitución de calderas y en la instalación de un conjunto de captadores solares que influirán de manera importante en el circuito de ACS.

### 1.2. Objetivos del TFG

El objetivo de este proyecto es el estudio energético de una instalación de agua caliente sanitaria (ACS en adelante), la propuesta de mejoras en la instalación para maximizar el ahorro energético, y el análisis energético tras la instalación de estas mejoras.

La mencionada instalación está ubicada en las piscinas climatizadas de la localidad de Almansa (Albacete).

Se encuentra compuesta por diferentes sistemas, destacando calefacción, climatización y ACS, siendo este último el que se va a analizar y sobre el cual se van a realizar una propuesta de mejora. Los sistemas de calefacción y ACS están alimentados por tres calderas de gasóleo C, de las cuales dos son los generadores de calor de calefacción y la caldera restante es la utilizada para el circuito de ACS.

En concreto, este proyecto se va a enfocar en el análisis energético de la instalación de ACS y no en el dimensionado de la misma, por ello, para seleccionar los equipos de las mejoras se van a tomar como referencia las reformas realizadas en la instalación por parte de la empresa Estudio Técnico Almansa y el Ayuntamiento de Almansa a finales de 2019.

Gracias a la empresa Estudio Técnico Almansa se ha tenido acceso al proyecto de dimensionado para así poder disponer de los modelos de los diferentes equipos y poder realizar los cálculos energéticos necesarios.

En conclusión, con este análisis energético se pretende estudiar si realizar una instalación de mejoras para el circuito de ACS sería beneficioso tanto medioambientalmente como económicamente, estudiando así la posible viabilidad del proyecto comparando los consumos de la instalación inicial y los posibles consumos de la instalación propuesta.

## 2. CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO

### 2.1. Emplazamiento

El edificio y las instalaciones en estudio se encuentran situados en la localidad de Almansa, situada al este de la provincia de Albacete.



*Figura 1. Localización de Almansa (Fuente: Google Maps)*

En concreto, encontramos dichas instalaciones al este de la localidad, en la Calle San Juan nº 14.



*Figuras 2 y 3. Localización del edificio en la localidad (Fuente: Google Maps)*

Los datos geográficos del edificio en estudio son:

SITUACIÓN	
Altitud	682 m
Longitud	1° 15' 28.13" N
Latitud	38° 52' 16" N

*Tabla 1. Condiciones geográficas*



## 2.2. Uso y Distribución del edificio

El edificio cuenta con un sótano y 3 plantas sobre rasante, siendo el uso del edificio deportivo y recreativo. La superficie total del edificio es de 2898,95 m<sup>2</sup>, y quedan distribuidos según la tabla siguiente:

PLANTA	SUPERFICIE [m <sup>2</sup> ]	DISTRIBUCIÓN
SÓTANO	377,81	SÓTANO
BAJA	1938,75	2 VESTUARIOS, 2 ASEOS, HALL Y ACCESOS, ZONA PISCINAS, VESTUARIOS MOBILIDAD REDUCIDA
ENTREPLANTA	252,42	ZONA ACCESO GRADAS
PRIMERA	329,97	2 ASEOS, CAFETERIA, ESPACIOS COMUNES, ACCESO ASCENSOR

Tabla 2. Distribución y superficies del edificio

## 2.3. Ocupación del edificio

Va a ser de gran importancia conocer la ocupación diaria del edificio para poder realizar los cálculos y el posterior estudio de la manera más correcta.

Para ello, se van a utilizar los datos facilitados por el Área de Deportes de Almansa que se encuentran en el Anexo 1.

De este documento se obtiene el número total de personas que acceden y dan uso a las instalaciones del edificio cada día:

DÍA	PERSONAS
LUNES	193
MARTES	223
MIÉRCOLES	193
JUEVES	223
VIERNES	193
SÁBADOS	61

Tabla 3. Uso diario de las instalaciones del edificio

A partir de estos valores se calcula el uso diario medio de las instalaciones, obteniendo:

$$Uso\ Diario = 181 \left[ \frac{personas}{día} \right]$$



### 3. INSTALACIÓN DE PARTIDA

Este apartado se encuentra destinado a exponer y explicar cuáles son los componentes que integran una instalación de agua caliente sanitaria y cuál es su funcionamiento.

Se tiene como fin introducir cómo es una instalación de este tipo para posteriormente poder poner en situación sobre cuál es el estado inicial de la instalación en estudio, plantear unas propuestas de mejora, y comentar como sería el estado de este sistema tras la colocación de las mejoras.

#### 3.1. Sistema de Acumulación

El sistema de acumulación es el encargado de almacenar el agua de red que se va a destinar al consumo.

Es un componente muy importante en una instalación de agua caliente sanitaria, y debe cumplir con una serie de exigencias:

- Volumen acorde a la demanda
- Capacidad de mantener la temperatura necesaria para el consumo
- Seguridad
- Cumplir normativa contra la Legionella
- Larga vida útil

Existen en el mercado diferentes tecnologías utilizadas para el almacenamiento, pero la más utilizada es el almacenamiento sensible con agua, que está basado en el calor sensible (calor asociado a las diferencias de temperaturas sin cambio de fase). Este tipo de almacenamiento presenta las ventajas de tener un amplio rango de capacidad de almacenamiento (desde 100 litros hasta 1000 m<sup>3</sup>), bajo coste, alta densidad y calor específico, etc.

También presenta algunas desventajas como son la posibilidad de que aparezca corrosión, o problemas con las temperaturas de funcionamiento, ya que al tratarse de calor sensible el rango de temperaturas se encuentra entre 0°C y 100 °C (para el agua).

Los acumuladores que se utilizan en instalaciones de agua caliente sanitaria pueden ser de varios tipos, de entre los cuales se pueden destacar: acumuladores ACS, y acumuladores de inercia. En función de la temperatura máxima deseada, se podrá seleccionar un tipo u otro de acumulador ya que los acumuladores de ACS limitan la temperatura máxima a 80-90°C mientras que los acumuladores de inercia tienen su temperatura máxima entorno a los 100-110 °C. Es muy habitual el uso de acumuladores de ACS, y hay que destacar cuales son los materiales de su fabricación: acumuladores de acero con protección interior, acumuladores de cobre, acumuladores de acero inoxidable.

Otro aspecto significativo es el aislamiento, ya que se quieren tener las mínimas pérdidas de calor al exterior, y con un buen aislamiento se minimizarán las pérdidas y también el posible descenso del rendimiento de la instalación.

Es muy importante señalar las indicaciones de la normativa contra la legionella en estos equipos, y de acuerdo al “RD 865/2003” se debe garantizar poder mantener la temperatura de entrada al acumulador en 50°C como mínimo, y además, cuando se dispongan de varios acumuladores con agua destinada al consumo y no se asegure que uno de ellos consiga de forma continua una



temperatura cercana a 60°C, se debe garantizar, que se alcancen dichos 60°C en el otro acumulador antes de la distribución hacia el consumo. Hay que destacar que en el circuito primario se podrán alcanzar temperaturas entorno a los 70°C.

Para finalizar, es importante señalar una de las características de los acumuladores, la estratificación. Cuando el agua del acumulador se calienta, disminuye su densidad y tiende a ascender a la parte superior del acumulador mientras que el agua más fría tiende a descender produciéndose una estratificación del agua en función de su temperatura. Para conseguir el máximo rendimiento del equipo, es importante evitar flujos entre las capas a diferentes temperaturas y por ello el agua fría de red entrará al depósito por la zona inferior de éste, mientras que el agua destinada a consumo saldrá por la parte superior.

### **3.2. Sistema de Captación**

El sistema de captación tiene la misión de calentar el agua destinada a ACS a través de la energía de la radiación solar.

La presencia de un sistema de captación debe asegurar un ahorro en el consumo de combustible del generador de calor (sistema de apoyo con la aparición de captadores solares), ya que debe cubrir la mayor demanda posible sin necesidad de la ayuda del sistema de apoyo.

Es importante señalar que este sistema se va a encontrar situado en el exterior (al aire libre), por lo que hay que señalar algunos aspectos a tener en cuenta:

- Se debe garantizar que la instalación de captadores solares sea viable y energéticamente eficiente. El correcto funcionamiento de este sistema depende de la meteorología, ya que la presencia de nubes va a hacer que la radiación que incide en los captadores solares se reduzca de manera radical, lo que va a producir un descenso en el rendimiento del sistema. Por ello, se debe estudiar si en la localización en la que se quiera instalar este sistema, la radiación incidente anual es suficiente para poder tener un correcto funcionamiento acorde a lo deseado.
- El sistema de captación debe ser capaz de resistir la meteorología adversa. Por ello, los materiales con los que están realizados los componentes deben garantizar poder resistir fenómenos como altas rachas de viento, fuertes lluvias y granizo, etc. con el fin de alargar la vida útil de todos los componentes y no afectar al correcto funcionamiento de la instalación.

A continuación, se van a comentar algunos de los componentes del sistema de captación, exceptuando algunos de ellos como tuberías, intercambiadores, bombas, etc. que se estudiarán en otros puntos relacionados con el sistema hidráulico.

#### **3.2.1. Captadores Solares**

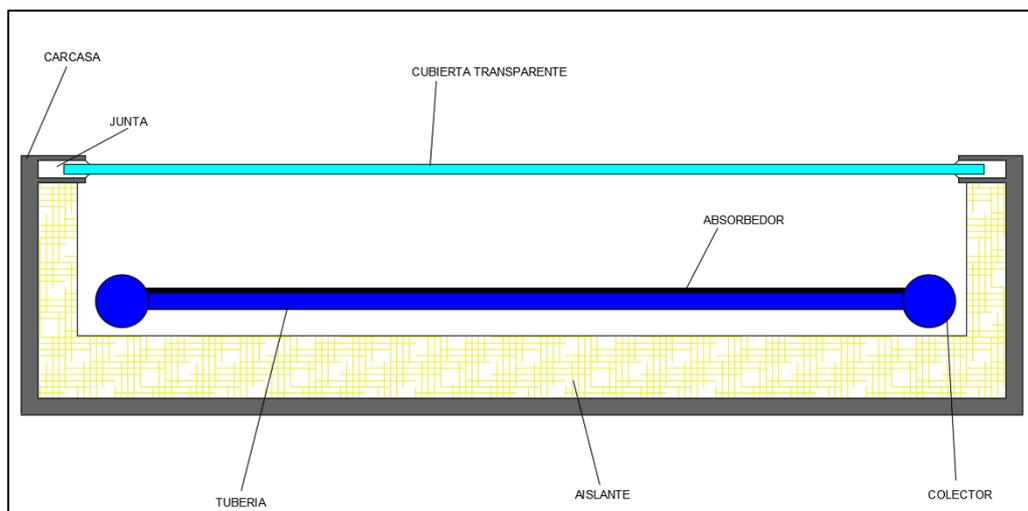
Los captadores solares son el componente más importante del sistema de captación, ya que son los encargados de transmitir la energía de la radiación solar al fluido caloportador.

Los captadores solares deben cumplir con unas exigencias para poder aprovechar al máximo el rendimiento de la instalación:

- Tienen que ser capaces de absorber la mayor cantidad posible de radiación solar, es decir, es necesario que las pérdidas de radiación al exterior sean lo más bajas posibles para así poder maximizar su rendimiento.
- Los captadores solares se encuentran situados al aire libre, por lo que deben tener la capacidad de poder resistir a las adversidades meteorológicas tales como lluvias extremas, granizo o rachas elevadas de viento, y sufrir el mínimo deterioro posible para poder prolongar su vida al máximo.

Es importante comprender cuál es el principio de funcionamiento de los captadores solares, pero antes se van a mencionar sus componentes más importantes:

- Cubierta
- Absorbedor
- Junta
- Aislamiento
- Carcasa
- Colector



*Figura 4. Componentes de un captador solar (Fuente: Propia)*

El principio de funcionamiento de los captadores solares se basa en el efecto invernadero, es decir, la misión del captador solar es permitir la entrada de la máxima radiación solar posible y minimizar las pérdidas al exterior, consiguiendo mantener la radiación solar en su interior y así poder calentar el fluido caloportador que circula por las tuberías.

Esto es posible debido a las características que presentan los componentes del captador solar. La radiación solar llega con longitudes de onda bajas hasta la cubierta del captador, que tiene las cualidades de permitir el paso de la radiación para longitudes de onda entre  $0,3$  y  $3 \mu\text{m}$ . Después, dicha radiación llega hasta el absorbedor que presenta la peculiaridad de tener un coeficiente de absorción alto para longitudes de onda corta ( $< 3 \mu\text{m}$ ), y un coeficiente de emisión bajo para longitudes de onda larga ( $> 3 \mu\text{m}$ ). De esta manera se consigue absorber hasta un 90% de la radiación solar, y debido a las características de la cubierta, el bajo porcentaje de radiación que no se aprovecha en el absorbedor (con longitudes de onda superiores a  $3 \mu\text{m}$ ) no puede salir del captador, produciendo así un efecto similar al efecto invernadero.

Es importante destacar que existen diferentes diseños de absorbedores, los más conocidos son:

- Dos placas metálicas separadas por varios milímetros entre las cuales circula el fluido.
- Placa metálica en la que hay soldados tubos por los que circula el fluido (sistema más habitual).

Igualmente, hay que señalar que los absorbedores necesitan un recubrimiento que les otorga las características anteriormente expuestas, debido a que la superficie metálica del absorbedor tiene un coeficiente de reflexión elevado.

Si a los componentes anteriormente comentados, se les añade un buen aislamiento, con una carcasa y unas juntas que garanticen estanqueidad, se va a garantizar maximizar el rendimiento de nuestra instalación.

### **Tipos de Captadores Solares y Conexiones**

De acuerdo con la temperatura de funcionamiento podemos distinguir dos tipos de captadores solares:

- Captadores solares de concentración: son aquellos que utilizan métodos de concentración como lentes y espejos con la misión de conseguir temperaturas por encima de los 80°C. Son utilizados en aplicaciones de energía solar térmica de media y alta temperatura.
- Captadores solares sin concentración: su temperatura de funcionamiento se encuentra por debajo de los 80°C y están destinados a las aplicaciones de energía solar térmica de baja temperatura.



*Figura 5. Captador solar con concentración  
(Fuente: Energíasolar.lat)*



*Figura 6. Captador solar sin concentración  
(Fuente: Caloryfrio.com)*

También podemos distinguir los captadores en función del fluido de trabajo:

- Captadores de agua
- Captadores de aire

Por último, según los modelos de baja y media temperatura se pueden distinguir:

- Captadores solares planos (1)
- Captadores de tubos de vacío (2)
- Captadores de polipropileno (3)



(1) (Fuente: gexxi.com)

(2) (Fuente:supertiendasolar.es)

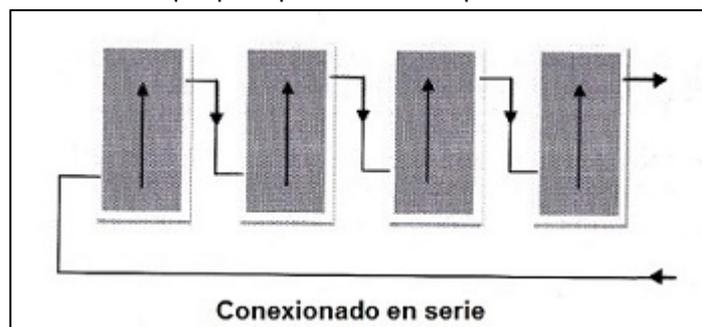
(3) (Fuente:ecofener.com)

*Figura 7. Modelos de captadores de baja y media temperatura*

La conexión entre los captadores de la instalación es muy importante, se busca una conexión equilibrada y que proporcione un buen rendimiento. Los captadores se suelen agrupar en baterías de captadores, todas ellas con el mismo número de éstos y, además, se debe garantizar un equilibrio hidráulico para que la instalación no pierda rendimiento y circule el mismo caudal por cada captador.

Se pueden distinguir varios tipos de conexión entre captadores:

- Conexión en serie: la salida de un captador conecta con la entrada del siguiente. Este tipo de conexión es menos eficiente, ya que la temperatura a la entrada de cada captador va aumentando progresivamente, lo que reduce el rendimiento. En este tipo el caudal total es el caudal que pasa por un único captador



*Figura 8. Conexión en serie (Fuente: ingemecanica.com)*

- Conexión en paralelo: en este tipo de conexión se conectan varios captadores siendo la entrada la parte inferior del primer captador, y la salida la parte superior del último. De esta manera se obtiene un mayor rendimiento, y el caudal total trasegado es el número de captadores por el caudal trasegado por un captador.



Figura 9. Conexión en paralelo (Fuente: ingemecanica.com)

- Conexión mixta: combina las dos conexiones anteriormente expuestas.

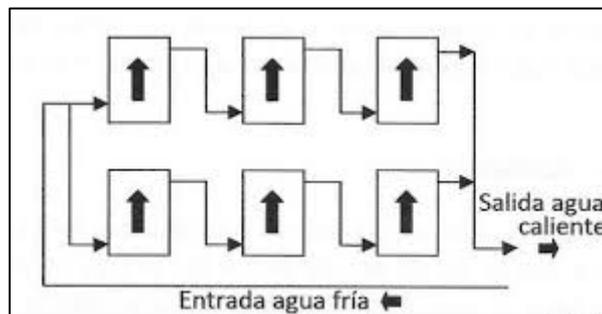


Figura 10. Conexión mixta (Fuente: aulafacil.com)

### 3.2.2. Fluido caloportador

El fluido caloportador es el fluido que circula por el circuito primario de las placas solares, y es el encargado de transferir la energía térmica recogida en los captadores solares a otras partes de la instalación.

El emplazamiento de los colectores solares es en el exterior de las instalaciones, y por ello en muchas localizaciones este sistema deberá resistir a la meteorología adversa y a las bajas temperaturas. Por ello, no se suele utilizar como fluido caloportador el agua debido a que si se alcanzan temperaturas cercanas o inferiores a 0°C podría congelarse y deteriorar la instalación lo que supondría la posible rotura de tuberías y una gran pérdida económica.

Se utilizan diferentes tipos de fluidos caloportadores, de entre los que se pueden señalar:

- Agua con anticongelante
- Aceites de silicona
- Líquidos orgánicos sintéticos

Es muy habitual el uso de agua con anticongelante, obteniendo el porcentaje de éste en función de la localización geográfica de la instalación (a partir de la temperatura más fría registrada en la localidad).

### 3.2.3. Disipador de calor

El disipador de calor es el elemento encargado de transferir al exterior el calor en exceso de los captadores solares cuando éstos se encuentran expuestos a una gran radiación solar durante mucho tiempo y, así poder evitar sobrecalentamientos en el circuito primario que puedan deteriorar la instalación.

Estos disipadores son un elemento utilizado como protección contra la ebullición que podría deteriorar las tuberías y elementos como los captadores solares, bombas hidráulicas o incluso las válvulas. Se suelen colocar a la salida de los captadores solares, uno de los puntos en los que se alcanzan elevadas temperaturas.

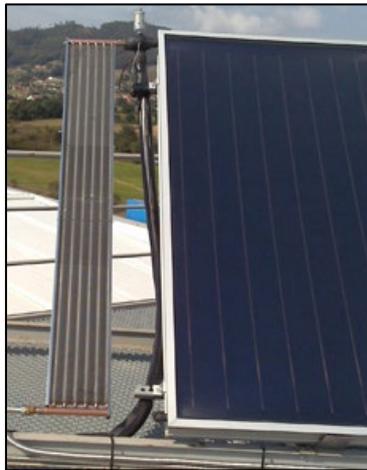


Figura 11. Disipador de calor (Fuente: [todoensolar.com](http://todoensolar.com))

### 3.3. Sistema de Apoyo

El sistema de apoyo tiene la función de cubrir la demanda que la instalación solar no es capaz de abastecer, ya que como se ha comentado anteriormente, los captadores solares tienen un funcionamiento irregular debido a que dependen de la meteorología. Por esas causas, si el agua de los depósitos no alcanza la temperatura deseada, el sistema de apoyo aportará la energía necesaria para conseguirla.

Este sistema tiene que cumplir unas exigencias:

- El sistema de apoyo no se puede situar en el circuito primario.
- Se debe cumplir la normativa contra la legionela de acuerdo con el “RD 865/2003” (señalado anteriormente). Por ello, este sistema debe tener un termostato de control.
- Este sistema tiene que ser capaz de regular la potencia para conseguir que la temperatura de impulsión hacia el consumo sea la deseada.

Se pueden distinguir diferentes usos de los sistemas de apoyo:

- Sistemas con acumulación: El circuito primario (circuito solar) suministra la energía para calentar el agua del circuito secundario, que se almacena en un depósito, además de



disponer de un sistema de apoyo auxiliar. Este sistema de apoyo, si es necesario, calienta el agua almacenada en los depósitos.

- Sistemas instantáneos: El circuito secundario carece de sistema de acumulación, y en este caso el circuito primario transfiere la energía mediante un intercambiador de calor al agua de red. Se dispone de un sistema de apoyo que calienta de manera directa el agua de red siempre que sea necesario.

Hay que señalar que los sistemas de apoyo disponen de diferentes fuentes de energía, aunque las más utilizadas son:

- Gas Natural
- Gasóleo
- Electricidad

### **3.4. Sistema de intercambio de calor**

Los intercambiadores de calor son muy importantes en los circuitos de una instalación de ACS, y tienen la misión de transferir la energía térmica recogida en los captadores solares al agua de consumo almacenada en los acumuladores.

El fluido de trabajo del circuito primario solar no puede ser agua de red, debido a la posible congelación de éste y también por no poder cumplir con algunos motivos sanitarios, por ello, la utilización de un intercambiador de calor es fundamental en la instalación.

Hay que destacar que presenta desventajas. En primer lugar, supone un incremento del coste total de la instalación, y, además, el intercambiador de calor es un elemento con un rendimiento inferior al 100%, por lo que se va a perder energía y por lo tanto el rendimiento de la instalación va a descender.

El intercambiador de calor es la unión entre dos circuitos diferentes y que pueden estar trabajando con dos fluidos distintos, por lo que hay que garantizar que sea capaz de resistir condiciones adversas en cuanto a temperaturas y presión. Este problema también será importante a la hora de elegir los materiales de este equipo, al igual que se debe comprobar la sujeción que puedan presentar los intercambiadores para poder garantizar el máximo rendimiento en el proceso de intercambio de calor.

En función de los requisitos de la instalación, podemos encontrar intercambiadores de calor internos o intercambiadores de calor externos. Los primeros son aquellos que se encuentran integrados en el interior del acumulador solar (suelen ser de tipo serpentín); y los segundos son un equipo independiente y normalmente son intercambiadores de placas (tienen bajo coste y son pequeños).

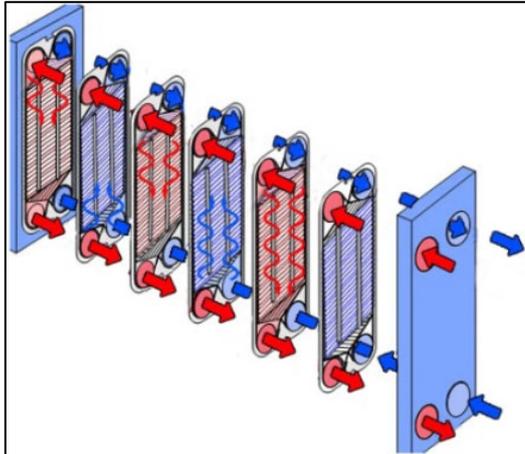


Figura 12. Intercambiador de calor externo (Fuente: lamalteriadeltcervero.es)



Figura 13. Intercambiador integrado en acumulador (Fuente: ecobioebro.es)

### 3.5. Sistema Hidráulico

El sistema hidráulico es el encargado de conectar la mayoría de los elementos de la instalación, y se debe señalar que un buen diseño hidráulico es un punto fuerte para conseguir un buen rendimiento de la instalación.

Este sistema está formado por diferentes elementos, de los cuales se van a comentar los más usuales en una instalación de captadores solares.

#### 3.5.1. Válvulas

En las instalaciones de ACS podemos encontrar diferentes tipos de válvulas, que nos van a permitir que la instalación sea segura además de un correcto funcionamiento del conjunto de componentes.

De acuerdo con la función de las válvulas, podemos distinguir:

- *Válvulas de corte:* estas válvulas permiten independizar los componentes de la instalación entre ellos, para poder facilitar las tareas de mantenimiento o para realizar vaciados.



Figura 14. Válvula de corte (Fuente: caleffi.com)

- *Válvulas antirretorno:* este tipo de válvulas se utilizan para permitir el paso del fluido en un sentido y evitar que circule en el sentido contrario. Su uso es habitual en la entrada de agua fría al acumulador, o en las bombas hidráulicas para evitar que el rodete gire en el sentido contrario al de funcionamiento.



Figura 15. Válvula antirretorno (Fuente: lavarte.com)

- *Válvulas de purga*: tienen como misión extraer el aire que puedan contener las tuberías y su localización habitual es en lugares elevados de la instalación, como puede ser la salida del agua caliente en el colector solar.



Figura 16. Válvula de purga (Fuente: caleffi.com)

- *Válvulas de seguridad*: tienen la función de limitar la presión del circuito para poder proteger los componentes de la instalación en caso de que exista algún problema de sobrepresiones.



Figura 17. Válvula de seguridad (Fuente: tuandco.com)

- *Válvulas de regulación de caudal*: se emplean para controlar los caudales de los diferentes circuitos de la instalación y permiten equilibrar hidráulicamente los circuitos.
- *Válvula mezcladora*: válvula de tres vías utilizada para mezclar el agua caliente del depósito con el agua fría de red para poder regular la temperatura del agua de los puntos de consumo.



Figura 18. Válvula mezcladora (Fuente: supper.es)

### 3.5.2. Vasos de Expansión

Los vasos de expansión tienen la misión de compensar las variaciones de volumen del fluido de trabajo debido a los cambios de temperatura que éste sufre, y así poder garantizar el correcto funcionamiento de la instalación.

Su misión es muy importante, y su tamaño dependerá del volumen de fluido en el circuito en el que se ubique.

### 3.5.3. Bombas hidráulicas

Las bombas de circulación son las encargadas de mantener en movimiento el fluido por las diferentes tuberías de la instalación.

En un circuito de ACS, las bombas utilizadas suelen ser del tipo línea y éstas van a ser controladas por el sistema de control y regulación, y serán arrancadas o paradas siempre que sea necesario en función a los requisitos de la instalación.

Los materiales y el tipo de bomba se van a seleccionar en función a las temperaturas de trabajo, así como el fluido caloportador utilizado en cada circuito, y en el circuito primario, se utilizarán habitualmente bombas de rotor seco.

### 3.5.4. Tuberías

Las tuberías son el elemento que garantiza la unión entre los diferentes equipos de la instalación, y la selección adecuada de las tuberías va a ser importante en la instalación de ACS. Hay que garantizar que las tuberías seleccionadas sean capaces de soportar las temperaturas y presiones de trabajo, al igual que no existan problemas de corrosión.

Los materiales más utilizados en el circuito primario son cobre, acero negro o acero inoxidable siempre considerando y respetando las temperaturas y presiones de trabajo de la instalación.

En el circuito secundario se pueden utilizar acero inoxidable, cobre y materiales plásticos (garantizando que cumplen la normativa de sanidad). Hay que destacar que no se recomienda el uso de materiales plásticos en aquellas zonas de la instalación en las que se alcanzan temperaturas más elevadas de lo habitual, al igual que no se recomienda su uso en el circuito primario.



El aislamiento de las tuberías también va a ser de gran importancia, puesto que se desea perder el mínimo calor posible al exterior, y con un buen aislamiento se garantizará un bajo porcentaje de pérdidas de calor además de un buen rendimiento de la instalación.

### **3.6. Sistema de Control y Regulación**

El sistema de control y regulación está formado por sensores, reguladores y actuadores, y tiene la misión de controlar y medir diferentes parámetros de la instalación (temperaturas, presiones, etc.) y a partir de los resultados de las medidas, se realizan o no actuaciones en la instalación.

El uso de un sistema de estas características permite optimizar el funcionamiento de la instalación, además de poder monitorizar los parámetros más importantes y prevenir averías. También favorece en el ahorro energético, ya que el uso de este sistema va a dar prioridad a la energía solar.

Podemos encontrar dos tipos de regulación:

- Termostatos diferenciales: se trata de un sistema todo o nada, recibe la información de dos sensores y en función de las medidas se realiza la acción en algún elemento o no.
- Sistemas con programación a medida: se utilizan en instalaciones con alta complejidad y que presenten diferentes demandas energéticas (ACS, calefacción...)

Para una instalación de ACS se van a utilizar sistemas con programación a medida, que están compuestos por los siguientes componentes:

- Sondas de temperatura (de superficie y de inmersión)
- Controladores
- Servomotores y válvulas
- Piranómetros
- Presostatos de agua

Este conjunto de elementos va a estar presente en toda la instalación de ACS, como pueden ser los acumuladores o el sistema de apoyo en los que estarán presentes algunas sondas de temperatura para garantizar que se cumple la normativa contra la legionela, también encontraremos sensores en las bombas hidráulicas que se activarán en función de los valores de temperatura en el circuito en el que se encuentren localizadas, etc.

#### 4. MEJORAS PLANTEADAS PARA LA INSTALACIÓN

Este apartado se va a enfocar en describir cuál es el estado de la instalación inicialmente, a continuación, se van a proponer unas mejoras energéticas, y finalmente se señalará cual es el estado final de la instalación tras la realización de las mejoras.

##### 4.1. Estado Inicial

La instalación inicial de ACS se encuentra compuesta por componentes que presentan la peculiaridad de tener más de 18 años de antigüedad, lo que ha proporcionado deterioro en estos equipos.

En la figura 19, se puede observar el esquema de funcionamiento de esta instalación:

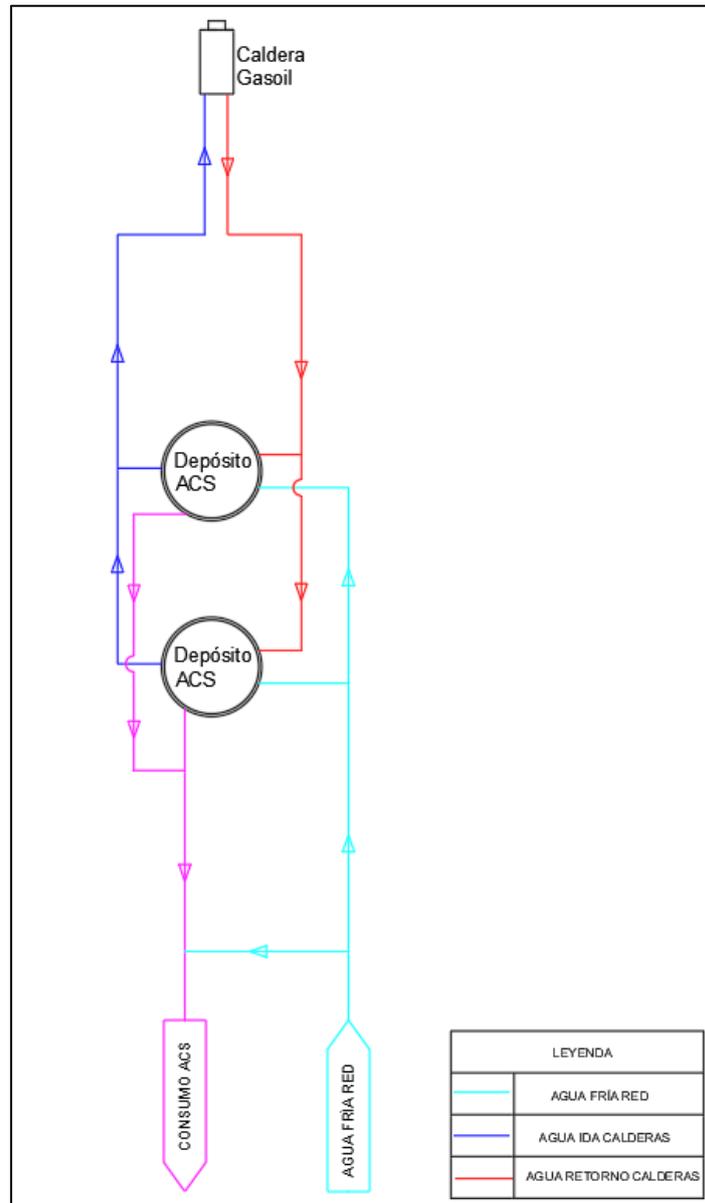


Figura 19. Esquema de funcionamiento general de la instalación inicial (Fuente: propia)

#### 4.1.1. Sistema de Acumulación

La instalación inicial presentaba dos depósitos de la marca LAPESA de 2000 litros cada uno, aunque debido a la antigüedad de la instalación no se ha podido precisar el modelo de éstos.

Estaban localizados en la sala de calderas, y eran de acero al carbono, material poco utilizado en la actualidad para ACS.

A continuación, en la figura 20, se puede observar una imagen de su estado:



*Figura 20. Estado inicial Acumuladores (Fuente: propia)*

#### 4.1.2. Sistema Hidráulico y Sistema de Intercambio de Calor

Debido a la antigüedad de los equipos, no se han encontrado ni datos ni fichas técnicas de estos componentes.

Los intercambiadores de calor eran de la marca CIATESA con una potencia de 300kW (datos suministrados por ingenieros e instaladores de estos equipos).

En el estudio del sistema hidráulico, se podían encontrar bombas hidráulicas y tuberías con más de 15 años de antigüedad, y al igual que en el caso anterior no se han podido localizar fichas técnicas ni modelos.

En las figuras 21 y 22, se puede observar su estado y su deterioro:



*Figuras 21 y 22. Estado inicial sistema hidráulico (Fuente: Propia)*

#### **4.1.3. Sistema de Apoyo/ Generación de Calor**

En esta instalación inicial las calderas debían cubrir la demanda total de energía que requerían los diferentes circuitos.

El sistema se encontraba compuesto por una caldera de gasóleo localizada en la sala de calderas.

La caldera que se ha usado para el circuito de ACS ha sido de la marca THERMITAL, en concreto el modelo BM-10S THE/Q 166 con un quemador THERMITAL G214.

A continuación, en la figura 23, se observa una imagen de su estado:



*Figura 23. Estado inicial de las calderas (Fuente: propia)*

#### **4.2. Propuesta de mejora ACS**

Como se ha podido observar en el apartado anterior, el estado y deterioro de los equipos, así como su antigüedad llevan a pensar en diferentes mejoras y sustituciones de estos equipos por otros más modernos y con mejor eficiencia energética.

En la actualidad, los sistemas más utilizados para la producción de ACS son:

- Sistemas instantáneos: se caracterizan por calentar el agua en el instante que se demanda. Con este tipo de sistema se ahorra la instalación de un depósito, pero el consumo energético es superior ya que el sistema se enciende y se apaga cada vez que abrimos y cerramos el agua caliente.
- Sistemas por acumulación: está formado por una caldera que calienta el agua y un acumulador (depósito) para almacenar el agua caliente. En este caso, existe un ahorro energético y el consumo es menor.

Y, además, con el fin de favorecer al medio ambiente y no contaminar, está muy integrado en el mercado el uso de la energía solar fototérmica para la generación de calor mediante captadores solares, consiguiendo así un ahorro mayor en el consumo de combustible.



Con lo anteriormente expuesto, se ha seleccionado como propuesta de mejora un sistema de ACS por acumulación con generación de calor por energía solar fototérmica.

Estas mejoras incluyen:

- Retirada de calderas de gasóleo C situadas en la sala de calderas
- Instalación de calderas de gas natural en el exterior del edificio (cerca de la toma de gas).
- Retirada de depósitos antiguos.
- Instalación de nuevos depósitos de ACS.
- Reparación y sustitución de los elementos del sistema hidráulico.
- Sustitución de los intercambiadores de calor.

Como se ha comentado en el proyecto, la empresa Estudio Técnico Almansa S.L. ha comenzado unas obras financiadas por el Ayuntamiento para una gran reforma en el edificio en estudio.

Debido a la similitud de la reforma que va a realizar en el circuito de ACS con la propuesta realizada, se van a utilizar los datos de dimensionamiento, así como las marcas de modelos que ha seleccionado dicha empresa, y que, además, han suministrado para facilitar el desarrollo de este proyecto.

Hay que señalar que las mejoras realizadas por esta empresa tienen un objeto diferente al propuesto en este proyecto, debido a que también han incluido la climatización de las piscinas del edificio, sustitución de luminarias, sustitución de deshumectadoras, etc.

Por lo tanto, se van a tener que estudiar con detalle los datos que la empresa ha suministrado, en concreto aquellos relacionados con el consumo de la nueva instalación.

#### **4.3. Estado tras la instalación de las mejoras**

Este apartado se va a enfocar en exponer los equipos seleccionados para realizar las mejoras propuestas, y, además, como se ha comentado anteriormente, se van a elegir modelos que ha instalado recientemente Estudio Técnico Almansa en la instalación.

Se debe señalar que se han seleccionado estos equipos por el hecho de poder tener una referencia en cuanto a su localización, así como para poder disponer de unos datos de dimensionado que habrá que ajustar a las necesidades de la instalación propuesta en este TFG, y que facilitaran en los próximos apartados los cálculos energéticos.

Se pueden observar los cambios más importantes en el esquema de principio de funcionamiento de la figura 24:

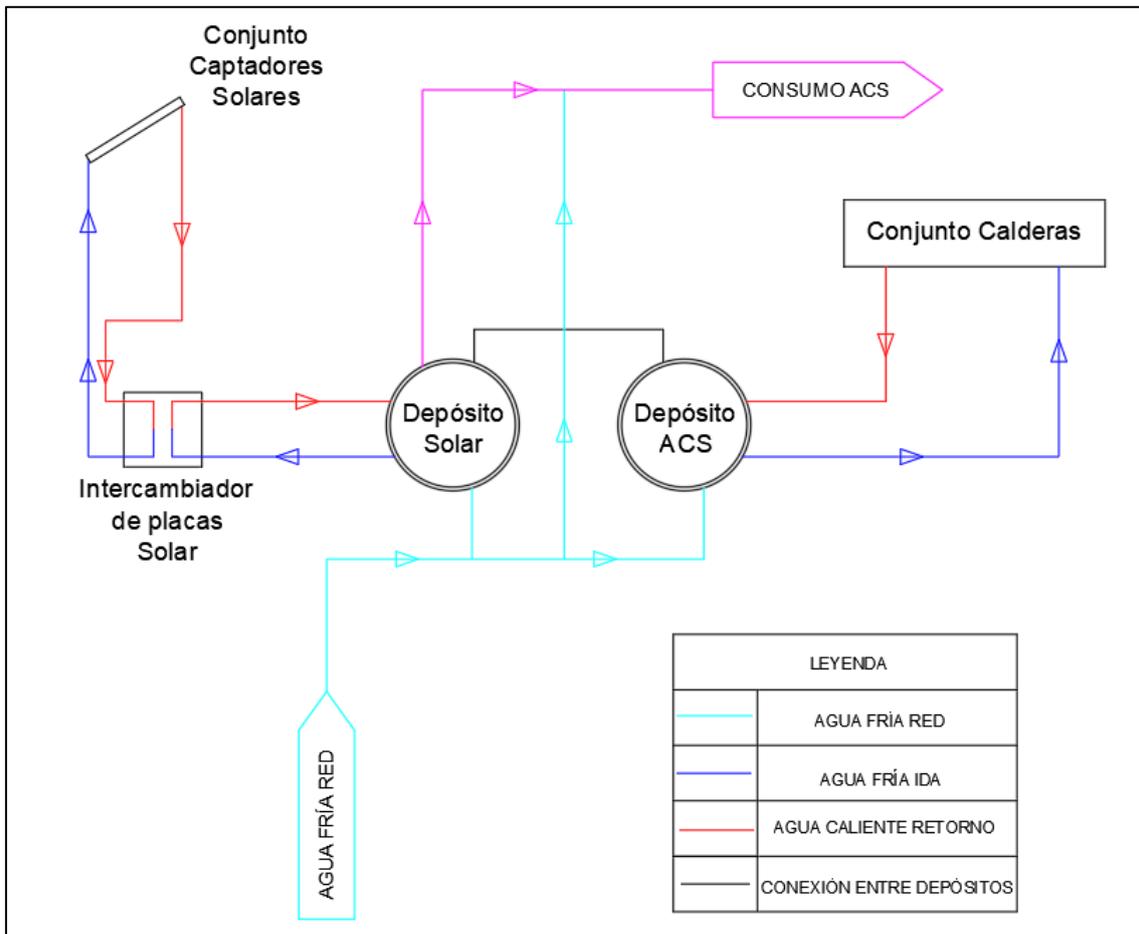


Figura 24. Esquema de funcionamiento general de las propuestas de mejora (Fuente: propia)

#### 4.3.1. Sistema de acumulación

Se han seleccionado dos depósitos, con la capacidad suficiente para cumplir con la demanda de la instalación, y su ubicación será en la sala de calderas.

Estos depósitos del tipo ACS tienen una capacidad de 2000 litros cada uno, destinándose uno de estos a ser el depósito solar, y conectados en serie entre ellos.

Los depósitos son de la marca VAILLANT, modelo VIH 2000 y presentan una temperatura máxima de funcionamiento de 90°C.

Estos depósitos no tienen serpentín integrado, ya que se dispone de intercambiadores de calor exteriores, y además presentan un correcto aislamiento.

A continuación, en la figura 25, se observa la estructura de dichos acumuladores, y cuál sería su situación en la instalación:



Figura 25. Estado y localización de los depósitos propuestos (Fuente: propia)

#### 4.3.2. Sistema de Apoyo

Se ha introducido un cambio con respecto al funcionamiento antiguo de las calderas, ya que anteriormente existían 2 calderas que funcionaban exclusivamente para la calefacción y la caldera restante suministraba el calor necesario para el circuito de ACS. Con el nuevo sistema, se va a tener un conjunto de 5 calderas que funcionaran de manera conjunta para cubrir la demanda de ACS, calefacción y climatización de la piscina.

El sistema de apoyo de la instalación estará compuesto por cinco calderas mural de condensación de gran potencia de la marca VAILLANT, modelo ecoTEC plus VM ES1206/5-5. Este tipo de calderas con funcionamiento en cascada permite que se encuentren en funcionamiento el mínimo número de calderas que sean necesarias para cubrir la demanda en cada instante, y en el momento que aumente la demanda, con datos obtenidos de las medidas del sistema de control, se activarán las calderas restantes que estaban apagadas. De esta manera, se produce un ahorro importante en el consumo de gas natural, ya que dicho consumo se ajusta en cada momento a la demanda de la instalación.

A continuación, en la figura 26, se muestra un esquema de la composición en cascada de estas calderas, obtenidas del catálogo del fabricante:

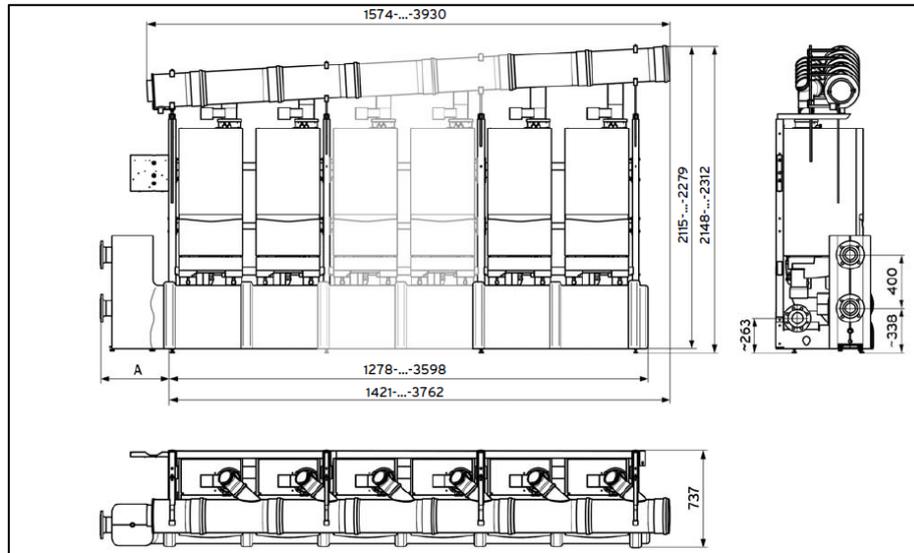


Figura 26. Esquema calderas en cascada (Fuente: Catálogo Vaillant)

La localización de las calderas será en el exterior, puesto que la toma de gas natural se encuentra ahí además de que facilita la conexión con la ventilación y permite la colocación de las chimeneas de humos en el exterior.

De acuerdo con los datos suministrados por el fabricante, esta caldera presenta un rendimiento del 93%, que, si se compara con el rendimiento del 79% de la caldera de gasóleo, muestra una considerable mejora.

Una vez conocido su funcionamiento, se exponen las figuras 27 y 28, donde se puede ver la localización exterior de las calderas:



Figuras 27 y 28. calderas de gas natural (Fuente: propia)

#### 4.3.3. Sistema de captación

El sistema de captación estará compuesto por 34 captadores solares planos de la marca VAILLANT, modelo auroTherm VFK 145 V.

Este tipo de captador es el utilizado para conseguir el máximo rendimiento posible con el mínimo número de captadores solares, además, gracias al aislamiento, la alta transmitancia del vidrio utilizado en su fabricación, así como el absorbedor selectivo que lleva integrado se consigue un alto rendimiento de la instalación.

En la figura 29, podemos observar cómo sería su distribución en la cubierta:



*Figura 29. Distribución Captadores en cubierta (Fuente: propia)*

Las baterías de captadores estarán conectadas en paralelo con retorno invertido con la presencia de un aerotermo en el circuito para disipar el calor excedente.



*Figura 30. Situación del disipador de calor (Fuente: propia)*

#### **4.3.4. Sistema hidráulico**

El sistema hidráulico va a ser sustituido y reparado en aquellas zonas de la instalación que lo necesiten.

Todas las bombas hidráulicas serán sustituidas por bombas nuevas, se instalarán tuberías de cobre con recubrimiento de aislante elastomérico (incluyendo la sustitución de todas las tuberías), y en el caso de las válvulas, se repararán aquellas que aún sirvan y se instalarán nuevas válvulas en aquellos circuitos que lo requieran.

A continuación, se muestran unas figuras de cuál sería el estado de bombas, tuberías y válvulas en la instalación:



*Figura 31. Tuberías y Bombas sala de calderas (Fuente: propia)*

#### **4.3.5. Sistema de intercambio de calor**

El intercambiador de calor solar seleccionado es de la marca SUICALSA, MODELO 3601M con 23 placas de intercambio. Este sistema cumple con las exigencias de la instalación, y en cuanto a los intercambiadores situados en los vasos de las piscinas, se mantienen los dos intercambiadores de 300 kW.



*FIGURA 32. Intercambiador de calor solar (Fuente: propia)*

#### **4.3.6. Sistema de control y regulación**

El sistema de control y regulación seleccionado para la instalación es amplio, y se pueden encontrar varios componentes a destacar:

- Centralita de control solar: Regulador solar auroMATIC 620 (Vaillant)
- Centralita de control calderas: Regulador VRT 700 (Vaillant)

Estos componentes van a permitir regular el funcionamiento del sistema ACS, la calefacción, y la temperatura de los vasos de las piscinas.

A continuación, se puede observar cuál sería su situación:



*Figura 33. Pantalla del sistema de control (Fuente: propia)*



## 5. ANÁLISIS ENERGÉTICO

Dentro de este apartado se va a realizar un estudio de los diferentes parámetros de consumo de la instalación antes y después de la colocación de los nuevos equipos.

El estudio se va a centrar en el análisis de la demanda energética del circuito de ACS para el año 2019, donde el combustible era gasóleo-C, y para el año 2020, con gas natural como combustible. Posteriormente, se compararán dichos consumos y se realizará un estudio energético.

Puesto que las mejoras propuestas no se han llevado a cabo, y la empresa Estudio Técnico Almansa ha realizado unas obras que engloban también la reforma del circuito ACS, se van a tener unas consideraciones:

- Para el cálculo de los valores de consumo del año 2020, se van a tener en cuenta los valores de consumo de la instalación actual, que tal y como se expone en el proyecto original de Estudio Técnico Almansa presentará un conjunto de calderas de gas natural que realizarán un consumo para ACS, Climatización y Calefacción.
- Se va a realizar un ajuste de los valores suministrados por Estudio Técnico Almansa debido a que la instalación propuesta en el proyecto solo va a realizar consumo para ACS.

Este análisis se va a enfocar en los meses de noviembre a marzo, debido a dos aspectos:

- En primer lugar, debido a la crisis sanitaria presente a nivel mundial, la empresa instaladora solo ha podido suministrar valores de consumo desde noviembre hasta marzo.
- En segundo lugar, este tipo de instalación realiza un mayor consumo en los meses de invierno, lo que se ajusta satisfactoriamente a los valores suministrados por los instaladores.

### 5.1. Demanda ACS

En primer lugar, se va a calcular cuál es la demanda energética de la instalación de ACS, realizando una comparativa entre el funcionamiento con gasóleo y el funcionamiento con gas natural.

Para calcular la demanda se van a utilizar dos métodos usados para la medición del consumo de agua caliente:

- MÉTODO A: Cálculo de la demanda de acuerdo con la normativa HE4
- MÉTODO B: Cálculo de la demanda de acuerdo con el consumo de combustible (gasóleo/gas natural)

Con los valores obtenidos de consumo de agua caliente se podrá calcular la demanda energética de la instalación.

Una vez analizados ambos métodos se va a seleccionar uno de ellos en función de los resultados para posteriormente realizar los cálculos energéticos

Hay que señalar que en ambos métodos se compararan los valores para el año 2019 (combustible GASOLEO-C) y el año 2020 (combustible GAS NATURAL). La sustitución de gasóleo



a gas natural se realiza en Noviembre del año 2019, y cuando se mencione dicho mes en las siguientes tablas se va a referir a Noviembre del año 2018 en el caso del uso de gasóleo, y Noviembre del año 2019 en el caso del uso de gas natural.

#### 5.1.1. Cálculo de la demanda de acuerdo con normativa

Siguiendo lo establecido en el “Documento Básico HE” del CTE (Código Técnico de la Edificación), apartado HE4, se va a poder calcular la demanda de la instalación en estudio.

En primer lugar, de las tablas del documento HE4 se van a seleccionar los valores de consumo por persona, conociendo que en la instalación en estudio van a realizar un consumo de ACS las siguientes estancias: cafetería, vestuarios y duchas colectivas.

Criterio de demanda	Litros/día*persona
Hospitales y clínicas	55
Ambulatorio y centro de salud	41
Hotel *****	69
Hotel ****	55
Hotel ***	41
Hotel **	34
Camping	21
Hostal/pensión *	28
Residencia	41
Centro penitenciario	28
Albergue	24
<b>Vestuarios/Duchas Colectivas</b>	<b>21</b>
Escuela sin ducha	4
Escuela con ducha	21
Cuarteles	28
Fábricas y Talleres	21
Oficinas	2
Gimnasios	21
Restaurantes	8
<b>Cafeterías</b>	<b>1</b>

Tabla 4. Demanda de referencia a 60 °C (Fuente: CTE)

De la tabla se obtiene un consumo de **22 [litros/persona]**

A continuación, del apartado de ocupación del edificio se conoce que utilizan las instalaciones una media de **181 [personas/día]**. Con estos valores, se puede obtener la demanda diaria de la instalación:

$$Demanda \text{ día} \left[ \frac{\text{litros}}{\text{día}} \right] = 22 \left[ \frac{\text{litros}}{\text{pers}} \right] * 181 \left[ \frac{\text{pers}}{\text{día}} \right] = 3982 \left[ \frac{\text{litros}}{\text{día}} \right]$$

Ecuación [1]

Con este valor y los respectivos días de cada mes se calcula el consumo de agua caliente mensual:



$$V_i \text{ [litros]} = \text{Demanda día} \left[ \frac{\text{litros}}{\text{día}} \right] * \text{Días Mes [día]}$$

*Ecuación [2]*

De estos parámetros:

- $V_i$  [litros]: Consumo de agua caliente

En la tabla 5, se observan los resultados obtenidos:

	2018-2019 (GASOLEO-C)	2019-2020 (GAS NATURAL)
CONSUMO DE AGUA CALIENTE MENSUAL (l)		
<b>NOVIEMBRE</b>	119460	119460
<b>DICIEMBRE</b>	123442	123442
<b>ENERO</b>	123442	123442
<b>FEBRERO</b>	111496	115478
<b>MARZO</b>	123442	123442

Tabla 5. Consumos agua caliente según Normativa HE4

A partir de los valores de consumo de agua caliente, se puede obtener la demanda energética mensual mediante la siguiente ecuación:

$$D_i = \rho * V_{i,tc} * c_p * (T_c - T_f)$$

*Ecuación [3]*

De donde:

- $D_i$  [kJ]: Energía Demandada durante el periodo  $i$
- $\rho$  [kg/l]: Densidad del agua
- $V_{i,tc}$  [litros]: Consumo de agua caliente
- $C_p$  [kJ/kg K]: Calor específico del agua a presión constante
- $T_c$  [°C]: Temperatura media del agua caliente en el intervalo de tiempo considerado
- $T_f$  [°C]: Temperatura media del agua fría en el intervalo de tiempo considerado

Siguiendo las especificaciones del CTE, se toma como  $T_{ref}$  ( $T_c$ ):  $T_c = 60^\circ\text{C}$

Para el cálculo de la temperatura del agua fría de red se han utilizado los valores de la “tabla a-Anejo G del Documento Básico HE” para Albacete, y a partir de estos, y de la fórmula que se encuentra en el mismo anejo, se han obtenido los valores para la localidad de Almansa.

De acuerdo con el Documento Básico HE4 -Anejo G:

$$T_{AfL} = T_{AfC} - B * A_z$$

*Ecuación [4]*

De donde:

- $T_{AfC}$ : temperatura media mensual de agua fría de la capital de provincia, obtenida de la tabla a-Anejo G.
- $T_{AfL}$ : temperatura media mensual de agua fría de la localidad en estudio



- B: coeficiente de valor 0,0066 para los meses de octubre a marzo y 0,0033 para los meses de abril a septiembre
- Az: diferencia entre la altitud de la localidad y la de la capital de provincia

Con la fórmula y la tabla a- Anejo G se obtiene:

	T. agua fría [°C]	
	Albacete	Almansa
Noviembre	9	8,83
Diciembre	7	6,83
Enero	7	6,83
Febrero	8	7,83
Marzo	9	8,83

Tabla 6. Temperatura Agua fría de red

Con los valores conocidos:

Tc [°C]	60
$\rho$ (agua) [kg/l]	1
cp (agua) [KJ/kg K]	4,186
Vi,tc [litros]	De tablas
Tf [°C]	De tablas

Tras realizar los cálculos, en la tabla 7 se observan los resultados:

	DEMANDA ENERGÍA TÉRMICA [KJ]	
	2019 (GASOLEO-C)	2020 (GAS NATURAL)
NOVIEMBRE	25588847,78	25588847,78
DICIEMBRE	27475265,8	27475265,8
ENERO	27475265,8	27475265,8
FEBRERO	24349646,85	25219277,1
MARZO	26441809,37	26441809,37

Tabla 7. Demanda energía térmica Método A [kJ]

Una vez obtenida dicha demanda se pasan los valores obtenidos a kWh, y se han conseguido los valores expuestos en la tabla 8:

	DEMANDA ENERGÍA TÉRMICA [kWh]	
	2019 (GASOLEO-C)	2020 (GAS NATURAL)
NOVIEMBRE	7108,02	7108,02
DICIEMBRE	7632,02	7632,02
ENERO	7632,02	7632,02
FEBRERO	6763,8	7005,36
MARZO	7344,95	7344,95

Tabla 8. Demanda energía térmica Método A [kWh]



### 5.1.2. Cálculo de la demanda de acuerdo con consumo de combustible

En este método se va a analizar la demanda de la instalación atendiendo al consumo de los combustibles utilizados en la generación y apoyo de calor.

Inicialmente este cálculo se iba a realizar a partir de las facturas de gas/gasóleo para obtener los valores más cercanos posibles a la realidad, pero debido a la crisis sanitaria de los últimos meses, el ayuntamiento y las empresas responsables no han podido suministrar estas facturas. Por ello, se va a continuar con el cálculo de manera teórica para poder finalizar el proyecto, lo que puede provocar algunas desviaciones en los resultados.

Puesto que se ha realizado el cambio del combustible del año 2019 al año 2020, se van a analizar por separado dichas demandas para cada año y combustible en concreto.

#### AÑO 2019 – GASÓLEO C

Para calcular la demanda energética se van a utilizar las siguientes fórmulas:

$$D_i = C_i * PCI * \eta_{gen}$$

*Ecuación [5]*

$$V_{i,tc} = \frac{C_i * PCI * \eta_{gen}}{(T_c - T_f) * \rho * c_p}$$

*Ecuación [6]*

De donde:

- $D_i$  [kJ]: Energía demandada durante el periodo  $i$
- $V_{i,tc}$  [litros]: Consumo de agua caliente
- $C_i$  [kg o litros]: Consumo mensual de combustible
- $PCI$  [kJ/kg o kJ/l]: Poder calorífico inferior del combustible
- $\eta_{gen}$ : rendimiento del generador de calor
- $C_p$  [kJ/kg K]: Calor específico del agua a presión constante
- $T_c$  [°C]: Temperatura media del agua caliente en el intervalo de tiempo considerado
- $T_f$  [°C]: Temperatura media del agua fría en el intervalo de tiempo considerado
- $\rho$  [kg/l]: Densidad del agua

Una vez conocidos los parámetros que se necesitan, se va a realizar en primer lugar el cálculo del consumo de combustible, para posteriormente poder calcular el volumen de agua caliente, y finalmente obtener el valor de la demanda energética.

Pese a que no es necesario, se va a calcular el volumen de agua caliente para más tarde poder comparar estos valores con los del otro método.



Para calcular el consumo de combustible se va a necesitar el consumo de la caldera [litros/hora], el tiempo de funcionamiento diario de las calderas [h] y los días mensuales que están en funcionamiento las calderas.

El consumo de la caldera lo vamos a obtener de la ficha técnica de éstas, siendo el modelo BM-10S THE/Q 166 de la marca THERMITAL, de la cual se tiene:

Consumo Caldera [litros/hora]	10,5
-------------------------------	------

A continuación, tras realizar una consulta a los responsables del edificio en estudio se han estimado aproximadamente 9 horas de funcionamiento diarias de las calderas, además de los siguientes días mensuales de funcionamiento:

	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO
Días Contabilizados	26	24	27	24	26

*Tabla 9. Días mensuales de funcionamiento de la instalación*

Con estos valores, se obtiene el consumo mensual de combustible:

$$C_i = \text{Consumo diario} \left[ \frac{l}{h} \right] * T_{func.} [h] * \text{Días contabilizados}$$

*Ecuación [7]*

CONSUMO COMUSTIBLE [litros]	
NOVIEMBRE	2457
DICIEMBRE	2268
ENERO	2551,5
FEBRERO	2268
MARZO	1323

*Tabla 10. Consumo Combustible año 2019 Método B*

A partir de estos resultados, y con los valores de los parámetros anteriormente señalados en las ecuaciones, se puede calcular el consumo de agua caliente al igual que la demanda de energía.

A continuación, se señalan los valores de dichos parámetros, y se hace referencia a que los valores de temperatura fría son los mismos de la tabla 6.

PCI [KJ/l]	35773,2
$\eta_{caldera}$	0,79
$\rho$ (agua) [Kg/l]	1
$c_p$ (agua) [KJ/kg K]	4,186
$T_c$ [°C]	60

Tal y como se muestra en la tabla 11, se obtiene el siguiente consumo de agua caliente:



	<b>CONSUMO AGUA CALIENTE [l]</b>
NOVIEMBRE	324162
DICIEMBRE	287971
ENERO	323968
FEBRERO	293491
MARZO	174549

Tabla 11. Consumo Agua Caliente año 2019 Método B

Y la demanda energética en kJ y en kWh obtenida se indica en la tabla 12:

	<b>DEMANDA ENERGÍA TÉRMICA [kJ]</b>	<b>DEMANDA ENERGÍA TÉRMICA [kWh]</b>
<b>NOVIEMBRE</b>	69436854,4	19288,03
<b>DICIEMBRE</b>	64095557,9	17804,34
<b>ENERO</b>	72107502,64	20029,88
<b>FEBRERO</b>	64095557,9	17804,34
<b>MARZO</b>	37389075,44	10385,86

Tabla 12. Demanda de Energía Térmica año 2019 Método B

### AÑO 2020 – GAS NATURAL

Para realizar estos cálculos se va a realizar el mismo procedimiento y ecuaciones que en el caso del año 2019.

Para el cálculo del consumo de combustible hay que señalar una serie de aspectos a tener en cuenta:

- El sistema de 5 calderas murales de condensación que se encuentran en la instalación realiza un consumo para los diferentes sistemas de la instalación como son ACS, climatización, calefacción y otros elementos. Por ello, hay que estimar cuál es el % que se destina al consumo de ACS conociendo el consumo total, ya que no existe ningún contador individual para ACS en el que se indique dicho consumo.
- Debido a la crisis sanitaria de los últimos meses, los ayuntamientos y empresas se han visto saturados, y tras consultar y solicitar datos a las empresas instaladoras, sólo se ha podido obtener la lectura del contador de las calderas de gas desde noviembre hasta marzo. Dicha lectura se va a utilizar como referencia para el cálculo del consumo de combustible.

En primer lugar, y siguiendo lo anteriormente expuesto, la empresa instaladora de las nuevas calderas ha facilitado la lectura del contador de éstas desde noviembre hasta marzo, teniendo un consumo total de gas natural de 20394 m<sup>3</sup>.

En segundo lugar, se han realizado una serie de hipótesis y suposiciones para poder estimar el porcentaje de dicho consumo destinado a ACS:

- Tras consultar con los ingenieros responsables del proyecto por el cual se sustituyeron las calderas, y en referencia a la situación geográfica de la localidad, se ha estimado que



el consumo de calefacción es elevado en estos meses debido a que se tiene una media de 8 °C en esas fechas, aproximando a un consumo de gas para calefacción del 60% del valor total suministrado.

- El consumo restante del 40% del total, va a englobar el consumo de gas de ACS y el consumo de gas de la climatización.
- Acorde a lo comentado, y considerando que en los meses de noviembre a marzo se han tenido pocos días de mal tiempo y nubosidad (en la mayoría de los meses a excepción de diciembre), se ha supuesto que el consumo mensual de ACS se encuentra entre el 25% y el 35% del consumo restante.

De esta manera, tenemos:

Consumo Total Gas Natural [m <sup>3</sup> ]	20394,4
Consumo Gas Natural Calefacción [m <sup>3</sup> ]	12237,4
Consumo Gas Natural ACS + Climatización [m <sup>3</sup> ]	8157

Los cálculos que se van a realizar a continuación van a utilizar como referencia el valor de consumo de gas natural de ACS + Climatización, al que se le aplicará el porcentaje correspondiente al consumo de ACS.

Con las consideraciones anteriormente mencionadas se ha seleccionado un porcentaje de consumo de ACS del 30% del consumo restante.

Así, tenemos:

Consumo Total ACS+Climat. (5 meses) [m <sup>3</sup> ]	8157
Días funcionamiento totales (5 meses)	115
Consumo diario [m <sup>3</sup> ]	70,93

Utilizando la ecuación [8] se obtiene el consumo mensual de gas natural para ACS:

$$C_i [m^3] = C_{diario} [m^3] * DíasMes * \%C. ACS$$

*Ecuación [8]*

De donde:

- $C_i [m^3]$ : Consumo mensual de gas natural
- $C_{diario} [m^3]$ : Consumo medio diario de gas natural
- %C.ACS: porcentaje estimado de consumo de gas natural para ACS

Se obtiene:

	CONSUMO MENSUAL ACS 30% [m <sup>3</sup> ]
Noviembre	553,26
Diciembre	510,70
Enero	574,54
Febrero	510,70
Marzo	297,91



Tabla 13. Consumo de Combustible año 2020 Método B

A partir del consumo mensual de ACS se puede obtener el consumo de agua caliente mediante la Ecuación [6]:

	CONSUMO AGUA CALIENTE 30% [l]
NOVIEMBRE	95979,17
DICIEMBRE	85263,70
ENERO	95921,66
FEBRERO	86897,99
MARZO	51681,09

Tabla 14. Consumo de Agua Caliente año 2020 Método B

Conocidos los valores de consumo de combustible, mediante la ecuación [5] y los parámetros siguientes, se obtienen los valores de demanda energética de la instalación para el año 2020:

PCI [kJ/m <sup>3</sup> ]	39957,2
$\eta_{\text{caldera}}$	0,93
$\rho$ (agua) [Kg/l]	1
$c_p$ (agua) [KJ/kg K]	4,186
$T_c$ [°C]	60

	DEMANDA ENERGÍA TÉRMICA [kJ]	DEMANDA ENERGÍA TÉRMICA [kWh]
NOVIEMBRE	20559153,10	5710,88
DICIEMBRE	18977679,78	5271,58
ENERO	21349889,76	5930,53
FEBRERO	18977679,78	5271,58
MARZO	11070313,21	3075,09

Tabla 15. Demanda de Energía Térmica año 2020 Método B

### 5.1.3. Comparativa de métodos y elección de demanda

Con los resultados obtenidos de consumo de agua caliente y de demanda de energía térmica, se va a realizar un análisis y comparativa entre los dos métodos en estudio.

En primer lugar, se va a comprobar si a partir del consumo de agua caliente (consumo diario) se cumple con los depósitos y volúmenes que se encuentran actualmente en la instalación (calculados en el proyecto de dimensionamiento por la empresa instaladora).

Tal y como se ha mencionado en los apartados anteriores, tanto en la instalación actual como en la antigua se disponía de dos depósitos de 2000 litros cada uno, con capacidad total para poder cubrir una demanda de agua caliente diaria de 4000 litros.

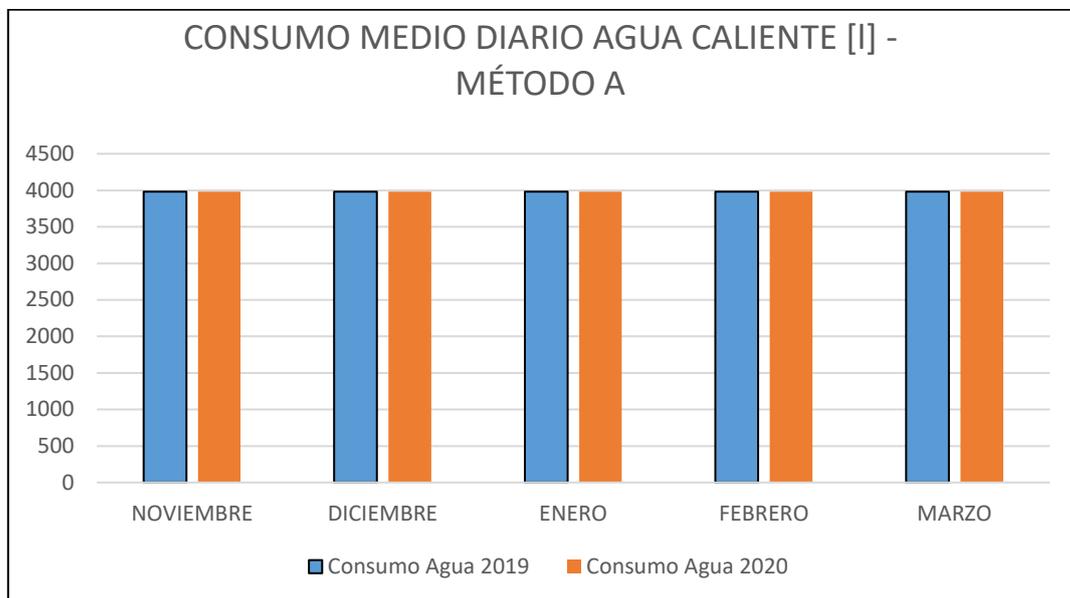


A partir de los consumos de agua caliente mensuales obtenidos anteriormente, se puede obtener el consumo de agua caliente diario dividiendo entre los días que ha estado en funcionamiento al mes la instalación (Tabla 9. Días mensuales de funcionamiento de la instalación).

Se encuentran los resultados del Método A en la tabla 16 y en el gráfico 1:

CONSUMO MEDIO DIARIO AGUA CALIENTE [litros] – MÉTODO A					
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
2019	3982	3982	3982	3982	3982
2020	3982	3982	3982	3982	3982

Tabla 16. Comparativa de consumo de agua caliente método A

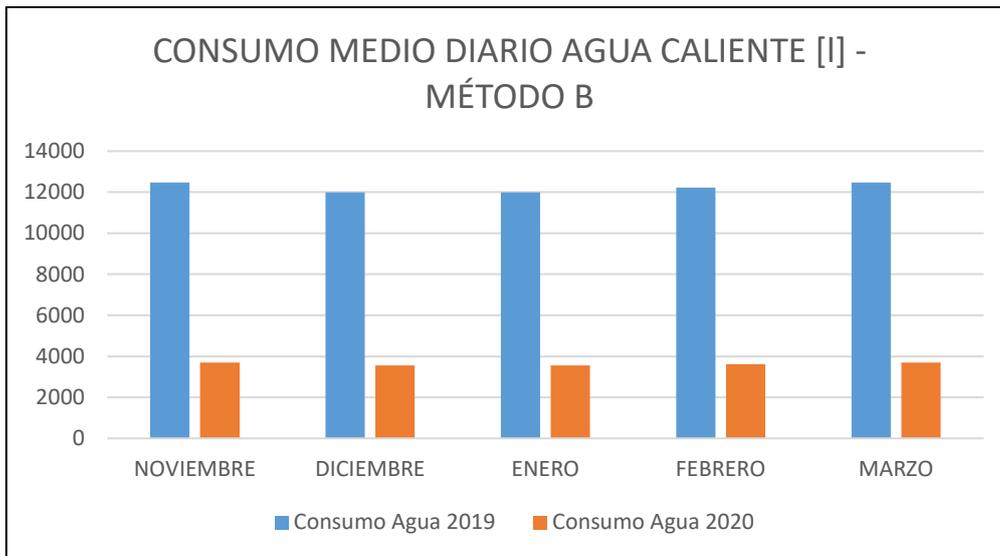


Gráfica 1. Comparativa de consumo de agua caliente método A

Se encuentran los resultados del Método B en la tabla 17 y en el gráfico 2:

CONSUMO MEDIO DIARIO AGUA CALIENTE [litros] – MÉTODO B					
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
2019	12468	11999	11999	12229	12468
2020	3691,51	3552,65	3552,65	3620,75	3691,51

Tabla 17. Comparativa de consumo de agua caliente método B



Gráfica 2. Comparativa de consumo de agua caliente método B

Analizando los resultados, se puede observar que el método A (Normativa) cumple sin problema con la demanda diaria, pero se ve con claridad que con el método B en el año 2019 con consumo de gasóleo C no se cumple con la demanda de acuerdo con los depósitos existentes, mientras que para la instalación nueva sí se cumple con los depósitos instalados.

A continuación, se comentan algunos aspectos de los resultados obtenidos para el año 2019 – Método B:

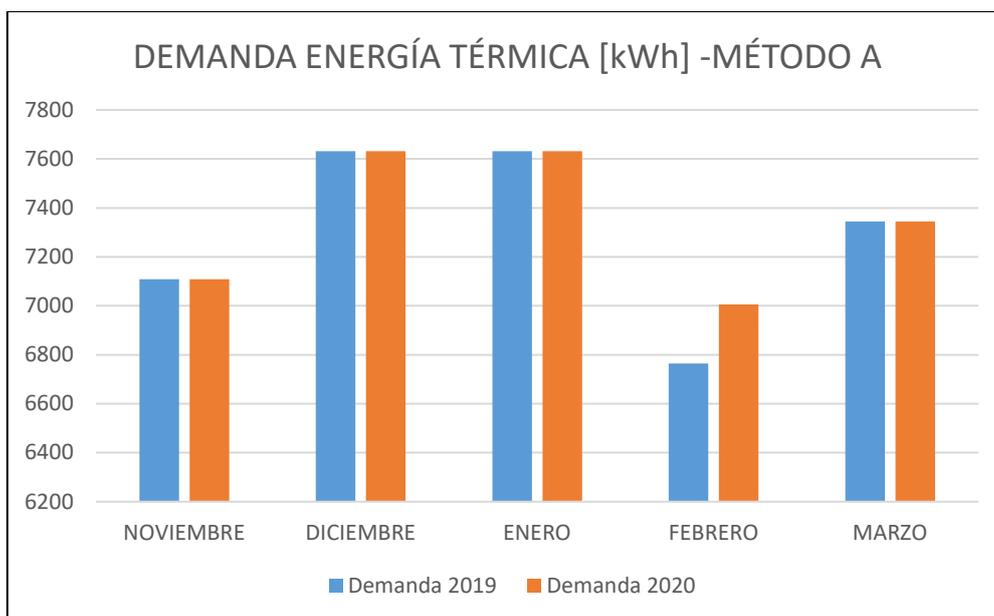
- En primer lugar, hay que señalar que se han realizado un alto número de suposiciones para realizar los cálculos mediante este método.
- Uno de los parámetros que ha afectado de manera importante en los resultados del año 2019 ha sido el tiempo de funcionamiento diario de las calderas. Debido a que estas calderas fueron sustituidas, es imposible poder indicar con exactitud las horas de funcionamiento de éstas, además de que su funcionamiento depende exclusivamente de la demanda que hay en cada instante en la instalación, algo que tampoco se puede concretar de manera exacta.
- Otro parámetro para señalar en el análisis del año 2019 es el consumo de las calderas, ya que este valor ha sido seleccionado de la ficha técnica de la caldera, pero se desconoce con exactitud si tras 18 años de funcionamiento dicha caldera seguía consumiendo esa cantidad de combustible por hora o si a raíz de la antigüedad y posible deterioro, dicho consumo fuese inferior.
- En conclusión, es probable que el valor de consumo de agua caliente para el año 2019 sea algo elevado con respecto al valor real, pero aún sí es evidente que no se alejaría mucho de la realidad, y debido a la antigüedad y el tipo de combustible se podría justificar este alto consumo y además ser este uno de los puntos por los cuales se han iniciado las mejoras energéticas en la instalación.



Si analizamos los valores de la demanda energética vamos a encontrar los mismos resultados anteriormente expuestos, en la tabla 18 y gráfica 3 se encuentran los resultados para el método A:

DEMANDA ENERGÍA TÉRMICA [kWh] – MÉTODO A					
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
<b>2019</b>	7108,02	7632,02	7632,02	6763,80	7344,95
<b>2020</b>	7108,02	7632,02	7632,02	7005,36	7344,95

*Tabla 18. Comparativa de Demanda de Energía Térmica método A*

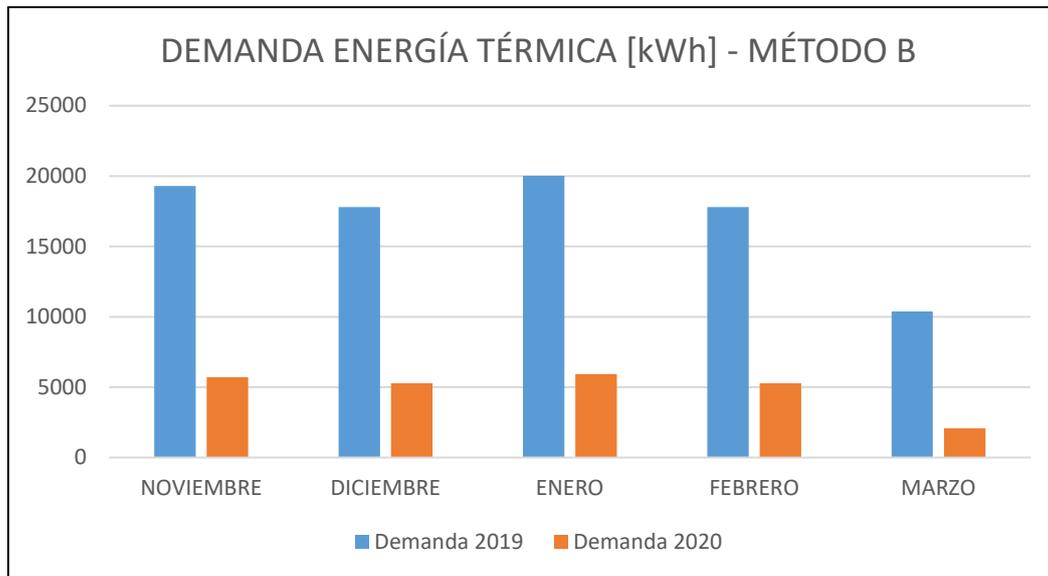


*Gráfica 3. Comparativa de Demanda de Energía Térmica método A*

En la tabla 18 y gráfica 3 se encuentran los resultados para el método B:

DEMANDA ENERGÍA TÉRMICA [kWh] – MÉTODO B					
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
<b>2019</b>	19288,03	17804,34	20029,88	17804,34	10385,86
<b>2020</b>	5710,88	5271,58	5930,53	5271,58	3075,09

*Tabla 19. Comparativa de Demanda de Energía Térmica método B*



*Gráfica 4. Comparativa de Demanda de Energía Térmica método B*

Si se observan los valores de demanda de energía térmica obtenidos se puede llegar a la conclusión antes comentada: el alto consumo de las calderas antiguas de gasóleo C es uno de los puntos para sustituir las calderas y mejorar la instalación.

#### **ELECCIÓN DE MÉTODO**

Después de analizar y observar los resultados obtenidos se han llegado a diferentes conclusiones:

- El método A (Normativa) se ajusta de manera clara a la instalación de los depósitos, aunque presenta el problema de que supone un uso y demanda totalmente continuo y sin modificaciones, algo que no es cierto.
- El método B (consumo de combustibles) presenta para el año 2020 valores reales y ajustándose a los días de consumo de cada mes además de cumplir con el volumen de los depósitos proyectados. En referencia al año 2019 se observan ciertas anomalías en cuanto al valor de consumo de agua caliente diario, pero, aun así, se entiende que a pesar de las suposiciones realizadas son valores dentro de un rango normal (debido a la antigüedad de los equipos).

En conclusión, el método de cálculo de demanda seleccionado para realizar el análisis energético será el **MÉTODO B - Cálculo de la demanda de acuerdo con el consumo de combustible.**



## 5.2. Estudio energético

En este apartado se va a estudiar (a partir de los valores de demanda energética para cada año) cuál será el ahorro energético, se va a calcular la producción de calor solar, y finalmente se va a cuantificar la fracción solar para comprobar si se cumple con la normativa, y poder comparar estos resultados con el programa informático CHEQ 4.

En primer lugar, se va a calcular el ahorro con respecto al cambio del uso de gasóleo al uso de gas natural para los 5 meses estudiados. Para ello, se va a utilizar la siguiente ecuación:

$$\text{Ahorro de consumo [kWh]} = \text{Consumo Antes [kWh]} - \text{Consumo Mejoras [kWh]}$$

*Ecuación [9]*

Para obtener los consumos, se va a realizar la suma de los valores expuestos en la “Tabla 12. Demanda de Energía Térmica año 2019 Método B” Y en la “Tabla 15. Demanda de Energía Térmica año 2020 Método B” para los 5 meses en estudio. Se muestran en la tabla 20 los resultados:

CONSUMO TOTAL [kWh]	
Consumo antes – Año 2019 [kWh]	85312,44
Consumo mejoras – Año 2020 [kWh]	25259,66

*Tabla 20. Consumos de Energía Térmica Totales*

Con estos valores se obtiene un valor de ahorro de consumo:

Ahorro de consumo [kWh]	60052,78
-------------------------	----------

A partir del valor obtenido de ahorro de consumo, se puede calcular la producción de calor solar:

$$P. \text{Calor Solar [kWh]} = \text{Ahorro de consumo [kWh]} * \eta_{\text{gas}}$$

*Ecuación [10]*

(Siendo el rendimiento presente el de las calderas de gas natural)

De esta manera se obtiene:

Producción Calor Solar [kWh]	55849,08
------------------------------	----------

Finalmente se calcula la fracción solar con la siguiente ecuación:

$$f_{\text{solar}} [\%] = \frac{\text{Producción Calor Solar}}{\text{Demanda Total}} * 100$$

*Ecuación [11]*

Conocido el valor de producción de calor solar, se va a calcular la demanda total de las calderas de gas. Para ello, se va a utilizar el valor de consumo total de gas natural para ACS+Climatización: 8157 m<sup>3</sup> gas natural, y se va a proceder de la misma manera que los cálculos realizados en el Método B.



Para el cálculo de la demanda total de las calderas de gas se conoce lo expuesto en los apartados anteriores:

$$Ci[m3] = Cdiario[m3] * Días Mes$$

*Ecuación [12]*

Tal y como se observa en la tabla 21, se obtienen los siguientes resultados:

	Consumo de Gas Mensual Total [m <sup>3</sup> ]
Noviembre	1844,19
Diciembre	1702,33
Enero	1915,12
Febrero	1702,33
Marzo	993,03

*Tabla 21. Consumo de Gas Natural Total año 2020*

Se conoce que:

PCI Gas Natural [kJ/m <sup>3</sup> ]	39957,2
Rendimiento Caldera [%]	93

Se utiliza la Ecuación [5], y en la tabla 22, se observan los resultados:

	Demanda Total Gas Natural [kJ]	Demanda Total Gas Natural [kWh]
Noviembre	68530510,33	19036,27
Diciembre	63258932,61	17571,94
Enero	71166299,19	19768,43
Febrero	63258932,61	17571,94
Marzo	36901044,02	10250,30
<b>TOTAL</b>	<b>303115718,8</b>	<b>84198,88</b>

*Tabla 22. Demanda de Energía Térmica TOTAL para 2020*

De esta manera se obtiene una demanda total de gas natural de **84198,88 kWh**.

Con este valor, y la Ecuación [11], se obtiene:

<b>Fracción Solar [%]</b>	66,33
---------------------------	-------

De acuerdo con la Normativa HE4 para la localidad de Almansa se exige una Fracción Solar del 60%, por lo que se cumple con la normativa.

#### **COMPROBACIÓN CHEQ4**

Para justificar los resultados obtenidos, se va a comprobar mediante la herramienta informática CHEQ4 si la instalación de ACS estudiada cumple de acuerdo con la normativa.

Este programa informático pertenece a IDAE (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía) y ASIT (Asociación Solar de la Industria Térmica), y de acuerdo con IDAE se trata de “ un programa informático con el fin de facilitar a todos los agentes participantes en el sector de

*la energía solar térmica de baja temperatura la aplicación, cumplimiento y evaluación de la sección HE4 incluida en la exigencia básica HE Ahorro de energía del Código Técnico de la Edificación (CTE).”*

Para ello, vamos a tener que introducir una serie de parámetros al programa informático acerca de la instalación en estudio. Como se está estudiando únicamente el circuito de ACS y no se han considerado en los cálculos los valores de consumo de la piscina climatizada, se va a ajustar el número de captadores solares que aproximadamente consumen para ACS en el proyecto en estudio.

Hay que recordar, que los valores de dimensionamiento se han obtenido del proyecto que se está llevando a cabo en la instalación en estudio por parte de Estudio Técnico Almansa, de ahí que al ser diferentes las características de cada instalación con respecto a la del proyecto presente, es necesario ajustar los valores de dicho dimensionado a los que requieren las instalaciones propuestas como mejoras energéticas.

De esta manera, ya que se ha supuesto que un 30% del consumo de gas natural de ACS+Climatización era el que correspondía para sólo ACS, se va a realizar lo mismo para el número total de captadores de la instalación.

Se obtiene que un total de 34 captadores van a destinarse para ACS.

A continuación, se va a mostrar la secuencia de datos a introducir:

- 1) Localidad y Provincia: En primer lugar, se sitúa el emplazamiento de la instalación en estudio, y el propio programa suministra de forma automática los datos sobre radiación del municipio, así como la zona climática y su latitud.

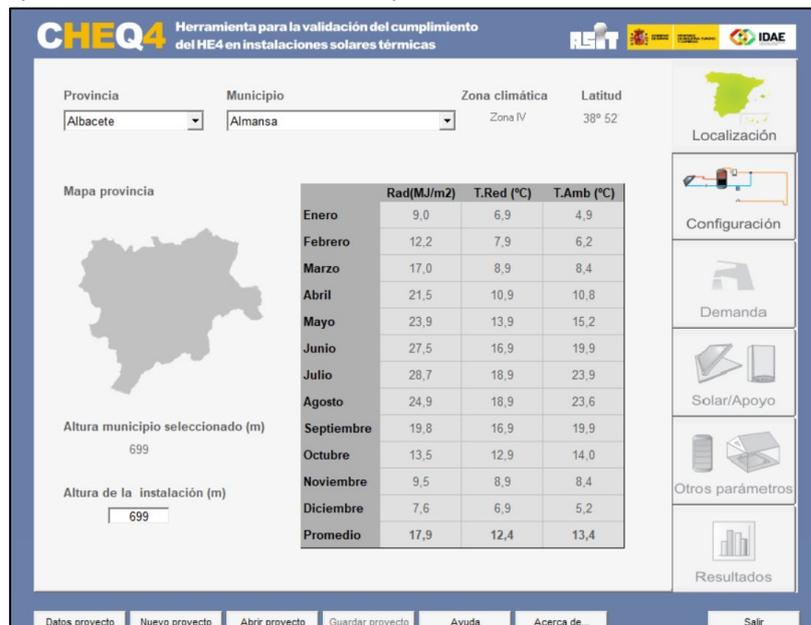


Figura 34. Apartado 1 CHEQ 4

- 2) Tipo de configuración de la instalación: En este apartado se selecciona el tipo de configuración que deseamos para nuestra instalación. Ya que en nuestro análisis no se ha estudiado el consumo de la climatización de las piscinas, se va a seleccionar una

configuración sin considerar la piscina, ajustando los valores del dimensionamiento correspondientes para ACS.



Figura 35. Apartado 2 CHEQ 4

- 3) Demanda: En este apartado se va a señalar cual es la demanda de la instalación. En este caso, la demanda es de 3982 l/día.
- 4) Características captadores y selección sistema de apoyo: En este apartado se va a seleccionar el modelo de captador seleccionado en el proyecto, características sobre estos, características de circuito primario y secundario, y tipo de sistema de apoyo. En este caso, se han seleccionado 34 captadores (anteriormente mencionado), y los datos técnicos sobre circuitos y captadores, se han obtenido del dimensionamiento realizado por la empresa Estudio Técnico Almansa S.L.

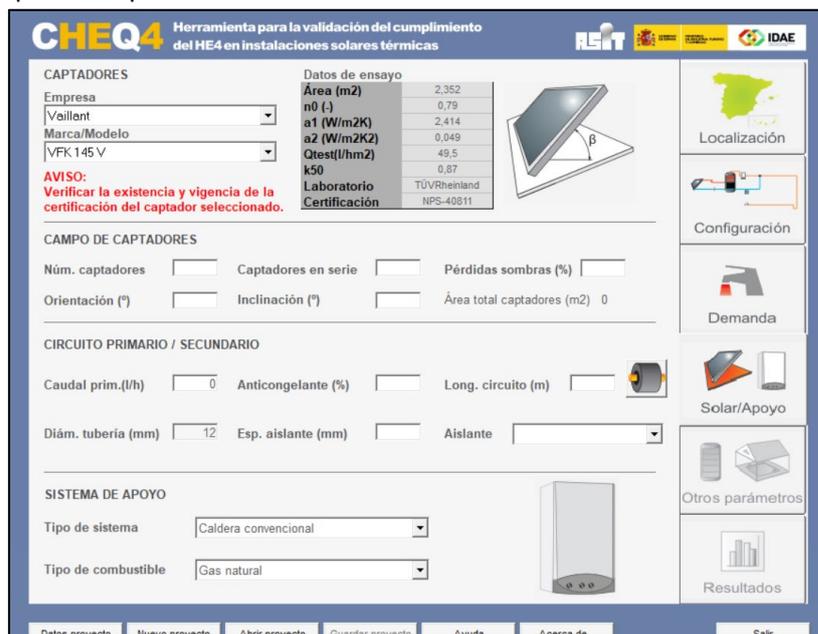


Figura 36. Apartado 4 CHEQ 4

- 5) Otros parámetros: En este apartado se indicarán el volumen del acumulador y el circuito de distribución. En este caso, seleccionaremos los 4000 litros de volumen de la instalación en estudio, y los demás datos se obtendrán del dimensionamiento antes mencionado.
- 6) Resultados: En la última ventana, se pueden encontrar los resultados de la instalación seleccionada. Se va a poder encontrar una primera tabla con datos anuales, incluyendo la fracción solar, demandas, producción solar... y una gráfica observando la fracción solar anual, así como demanda y producción solar.

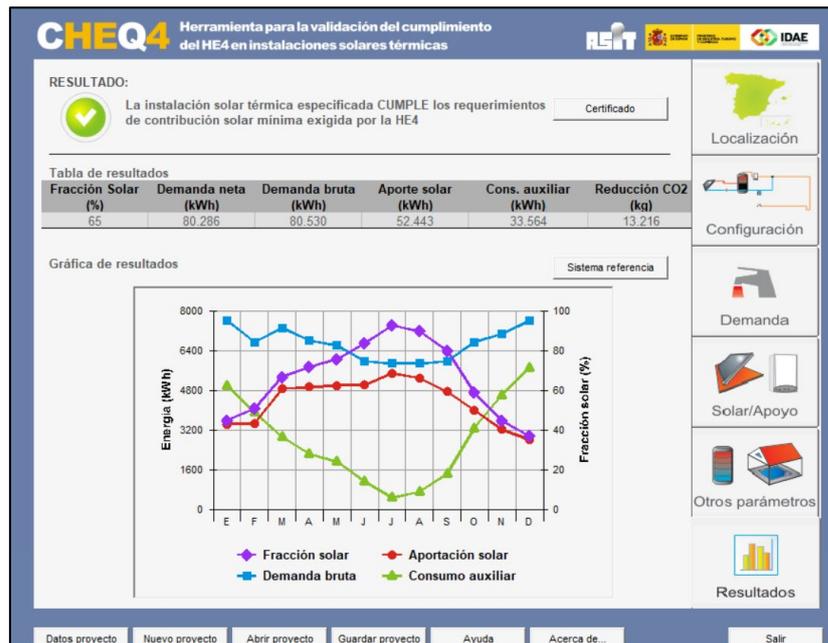


Figura 39. Apartado 6 CHEQ 4

### Conclusiones CHEQ4

Analizando la ventana de resultados:

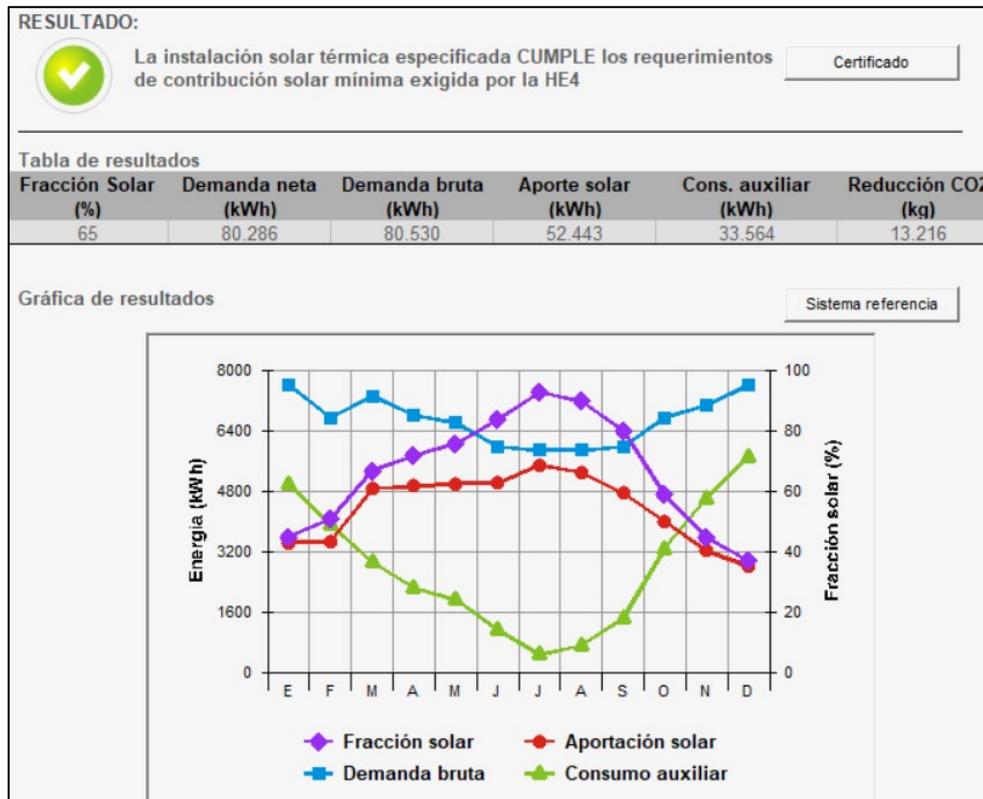


Figura 40. Resultados CHEQ 4

Como se ha comentado anteriormente, estos valores corresponden si se analiza únicamente la instalación de ACS sin contar la parte de la climatización de las piscinas, además de que en el proyecto sólo se han analizado 5 meses, mientras el programa considera todo el año.

Por ello, para poder comentar correctamente los resultados se va a mostrar a continuación una tabla con los valores de demanda de ACS para 2020 calculada en apartados anteriores:

	<b>DEMANDA ENERGÍA TÉRMICA (kWh)</b>
Noviembre	5710,88
Diciembre	5271,58
Enero	5930,53
Febrero	5271,58
Marzo	3075,09
<b>TOTAL</b>	<b>25259,66</b>

Tabla 23. Demanda de energía térmica ACS 2020

De esta manera, si a partir de la gráfica obtenida con CHEQ4, hiciésemos una suma de la demanda desde noviembre hasta marzo, se obtendría de manera aproximada un total de 20000 kWh para esos meses.



Comparamos ese valor con los 25259,66 kWh obtenidos en el proyecto, y se observa que son valores muy parecidos y por lo tanto los resultados del proyecto son consistentes al compararlos con los obtenidos en CHEQ4.

Se comprueba también el valor de fracción solar, y se observa que se ajusta también de manera positiva a los resultados obtenidos.

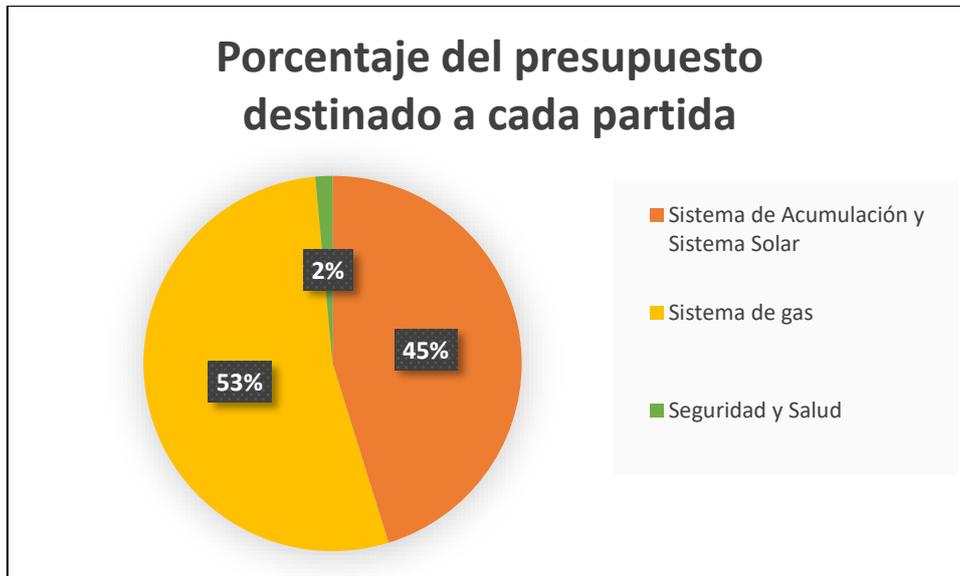
De esta manera queda verificada la instalación en estudio en este proyecto, y se adjunta en el ANEXO 3 el certificado suministrado por CHEQ4.

## 6. ANÁLISIS ECONÓMICO Y MEDIOAMBIENTAL

### 6.1. Presupuesto

Este cálculo se ha realizado en el documento “Presupuesto” de este proyecto.

A continuación, a modo de resumen y para poner en situación, se observa en la gráfica 3 cual es el porcentaje económico destinado a cada partida:



Gráfica 5. Porcentaje de gastos agrupados por partidas

El Presupuesto de ejecución material (PEM) asciende a la cantidad de 84.093,49€ (OCHENTA Y CUATRO MIL NOVENTA Y TRES EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS), y el Presupuesto de ejecución por contrata (PEC) asciende a la cantidad de 100.071,25 € (CIEN MIL SETENTA Y UN EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS).

### 6.2. Estudio de Viabilidad Económica

En este apartado se van a estudiar los parámetros económicos más importantes para comprobar la viabilidad de la instalación del proyecto en estudio.

Para ello se va a considerar que la vida útil de la instalación es de 25 años.

Los parámetros en estudio son:

- Coste de Inversión
- Ahorro Anual
- Periodo de retorno

En primer lugar, el coste inversión lo encontramos en el presupuesto, ascendiendo a una cantidad de 100.071,25 €.

A partir de la siguiente ecuación, se obtiene el ahorro anual:

$$Aa(€) = \frac{E_{util, a} (kWh)}{\eta_{apoyo}} * p_{gas} \left( \frac{€}{kWh} \right)$$



*Ecuación [13]*

De donde:

- $Aa$  [€]: Ahorro anual
- $E_{util,a}$  [kWh]: Energía útil anual
- $\eta_{apoyo}$ : rendimiento del sistema de apoyo
- $p_{gas}$  [€/kWh]: precio del gas natural

De los cálculos de producción solar se obtiene que este valor es de 55849,08 kWh

A continuación, de acuerdo con lo expuesto en el "BOE núm.77, de 30 de marzo de 2019" se obtiene que para un consumo superior a 50000 kWh/año e inferior a 100000 kWh/año se tiene una tarifa para el gas natural de:

- Tarifa fija: 60,38 €/cliente (cada mes)
- Tarifa variable: 3,879513 cent/kWh

Con estos valores, destacando que se tiene un valor fijo y otro variable, se reorganiza la ecuación:

$$Aa (\text{€}) = Trf. Fija \left( \frac{\text{€}}{\text{mes}} \right) * 12 \text{ meses} + \frac{E_{util,a} (\text{kWh})}{\eta_{apoyo}} * p_{gas} (trf. variable) \left( \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right)$$

Se obtiene:

$$Aa (\text{€}) = 3054,32$$

A continuación, hay que hacer una serie de anotaciones sobre el coste de inversión. Las obras propuestas como mejora de la instalación inicial son sobre un edificio público y sobre el cual rige el ayuntamiento. Por ello, se opta a que estas obras reciban una financiación de dinero público por parte de las subvenciones que ofrece la unión europea.

De esta manera, se observa que en otras reformas con características similares en edificios del ayuntamiento se han concedido estas ayudas sin muchas oposiciones, llegando a subvencionar hasta el 80% del coste de inversión total.

Tras analizar que la obra proyectada en este TFG no es de gran calibre, y tras consultar con responsables técnicos del ayuntamiento, se estima que se podría llegar a obtener una subvención de hasta el 55% del coste de inversión.

Analizando estos valores, se obtendría que el coste de inversión tras recibir ayudas de subvenciones sería de 45.032,06 €.

Obtenido este valor, se tiene que el periodo de retorno:

$$P. Retorno = \frac{\text{Coste Inversión (€)}}{\text{Ahorro anual (€)}} = \frac{45.032,06}{3.054,32} = 15 \text{ años}$$

*Ecuación [14]*



Así, se obtiene que el periodo de retorno aproximado sería de 15 años, comparado con los 25 años de vida útil de la instalación, se observa que se amortizaría la inversión y además a largo plazo se obtendría un ligero beneficio económico.

Hay que señalar que, a día de hoy, las ayudas y subvenciones con dinero público son muy importantes, y hay que dar ejemplo a la sociedad e involucrarse con el desarrollo de las energías renovables como es el caso de las instalaciones solares fototérmicas.

### **6.3. Análisis Medioambiental**

De acuerdo con lo obtenido en CHEQ4 se puede observar que se obtiene una reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> DE 13.204 Kg anuales.

Si multiplicamos este valor por la vida útil de nuestras instalaciones, vamos a obtener una reducción de emisiones de 330.100 kg de CO<sub>2</sub>.



## 7. CONCLUSIONES

Tras realizar un análisis de toda la instalación en este proyecto, se han obtenido las siguientes conclusiones:

- En primer lugar, es evidente que la sustitución del combustible que se utiliza como generación de calor, de gasóleo C a gas natural, así como la introducción de los captadores solares, supondría una reducción en el consumo global de la instalación, así como un descenso de los contaminantes emitidos al exterior.
- En las instalaciones, ha quedado claro que la posible sustitución de componentes con mas de 18 años de antigüedad mejoraría sin lugar a dudas el rendimiento global de la instalación.
- En el aspecto medioambiental, sería muy viable el desarrollo de este proyecto, ya que se podría producir un descenso anual de contaminación de CO<sub>2</sub> de hasta 13.204 kg gracias a la introducción de las energías renovables (energía solar térmica).
- En el aspecto económico, hay que señalar que, gracias a las subvenciones de la Unión Europea, el periodo de retorno se va a encontrar en 15 años. Por lo cual, considerando que la vida útil de la instalación es de 25 años, se amortizaría claramente el dinero a destinar para realizar este proyecto, pudiendo obtener un beneficio a largo plazo siempre que exista un correcto funcionamiento de la instalación durante su periodo útil.
- En el aspecto solar, la instalación proyectada sería capaz de satisfacer hasta el 66% de la demanda, superando el 60% que, por normativa, debe superar cualquier instalación de este tipo en esta localidad. Además, para verificar este punto, se ha comprobado mediante el programa CHEQ4 que este proyecto sería totalmente viable.

De esta manera, con los puntos anteriormente expuestos, es evidente que el uso de este tipo de instalaciones debe extenderse en la sociedad y dar el paso para integrar el uso de las energías renovables lo máximo posible.

En definitiva, el proyecto en estudio demuestra la viabilidad energética, medioambiental, y económica de la posible realización de este proyecto, cumpliendo con la normativa necesaria y además, a largo plazo, se podría obtener un beneficio económico.



## 8. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

En este punto se van a señalar y referenciar todos aquellos sitios web, manuales o libros que se han utilizado para la realización de este proyecto:

- IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía): <https://www.idae.es/>
- CIEMAT: <http://www.ciemat.es/>
- Apuntes y Diapositivas de la asignatura “Energía Solar Fototérmica” (Etsid/Upv) -- Año 2018 -- Profesor: Jorge Payá Herrero
- PROYECTO TÉCNICO PARA LAS MEJORAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA, EN LAS INSTALACIONES DE LAS PISCINAS CLIMATIZADAS DEL COMPLEJO POLIDEPORTIVO DE ALMANSA (ALBACETE) // Autor: Estudio Técnico Almansa



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

---

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño**

---

# **ANEXO 1- Ocupación Complejo**



## ÍNDICE

- 1. Introducción**
- 2. Datos de Ocupación**
- 3. Cálculos de ocupación diaria**



## 1. INTRODUCCIÓN

Los datos que se van a mostrar a continuación son datos suministrados por parte del área de deportes del ayuntamiento de Almansa. En las tablas se van a mostrar los datos de ocupación diaria para los 3 tipos de uso que se dan en la instalación: cursos formativos, clubs de natación y waterpolo, y el baño libre.

Estos datos son los relacionados al año 2019-2020 y los responsables han confirmado que la ocupación del año anterior era prácticamente similar.

## 2. DATOS DE OCUPACIÓN

En la siguiente tabla se recoge el uso diario de las piscinas para cada tipo de actividad:

<b>CONTROL USO PISCINAS CUBIERTAS SEPTIEMBRE-FEBRERO (2019/2020)</b>	
--	--

PERSONAS POR TIPO DE USO DIARIO			
DÍA	CURSOS	CLUB NAT. /WAT.	BAÑO LIBRE
LUNES	90	53	50
MARTES	107	50	66
MIÉRCOLES	90	53	50
JUEVES	107	50	66
VIERNES	90	53	50
SABADO	0	43	18

Tabla 1. Uso diario para cada tipo de actividad

Además, se adjuntan el uso por franja horaria para cada día:

HORARIO LUNES, MIÉRCOLES Y VIERNES			
	CURSOS	CLUB NAT. /WAT.	BAÑO LIBRE
9:00 – 10:00	9	0	3
10:15 – 11:15	10	0	3
11:30 – 12:30	9	0	5
12:45 – 13:45	11	0	6
14:00 – 16:00	0	0	8
16:00 – 17:00	8	0	6
17:15 – 18:15	10	11	5
18:30 – 19:30	12	14	5
19:45 – 20:45	11	15	9
21:00 – 22:00	10	13	0

Tabla 2. Uso por franja horaria lunes, miércoles y viernes



<b>HORARIO MARTES Y JUEVES</b>			
	<b>CURSOS</b>	<b>CLUB NAT. /WAT.</b>	<b>BAÑO LIBRE</b>
9:00 – 10:00	10	0	3
10:15 – 11:15	9	0	3
11:30 – 12:30	9	0	3
12:45 – 13:45	10	0	7
14:00 – 16:00	0	0	6
16:00 – 17:00	14	0	7
17:15 – 18:15	13	12	9
18:30 – 19:30	15	13	11
19:45 – 20:45	14	14	10
21:00 – 22:00	13	11	7

Tabla 3. Uso por franja horaria martes y jueves

<b>HORARIO SÁBADO</b>			
	<b>CURSOS</b>	<b>CLUB NAT. /WAT.</b>	<b>BAÑO LIBRE</b>
9:00 – 10:00	0	11	3
10:15 – 11:15	0	10	4
11:30 – 12:30	0	12	6
12:45 – 14:00	0	10	5
14:00 – 16:00			
16:00 – 17:00			
17:15 – 18:15			
18:30 – 19:30			
19:45 – 20:45			
21:00 – 22:00			

Tabla 4. Uso por franja horaria sábado

### 3. CÁLCULOS DE OCUPACIÓN DIARIA

Con los datos suministrados por el área de deportes de Almansa, se va a calcular el número diario de personas que dan uso de la instalación.

En primer lugar, con la tabla 1, vamos a calcular el total de personas que acuden cada día:

<b>DÍA</b>	<b>TOTAL PERSONAS</b>
LUNES	193
MARTES	223
MIÉRCOLES	193
JUEVES	223
VIERNES	193
SÁBADO	61

Tabla 5. Uso total diario



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA – PROYECTO FINAL DE GRADO  
ANÁLISIS DE AHORRO ENERGÉTICO DE UNA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOTÉRMICA EN LAS  
PISCINAS MUNICIPALES DE ALMANSA

Con estos valores, se realiza una suma total del número de personas que utilizan las piscinas de manera semanal, y se divide por los 6 días que están abiertas durante la semana, obteniendo:

TOTAL SEMANAL	DÍAS SEMANA	USO DIARIO
1086 pers.	6	181 pers.

Como resultado final se obtiene un uso diario de la instalación de 181 personas.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

---

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño**

---

**ANEXO 2 – Certificado  
CHEQ4**



La instalación solar térmica especificada CUMPLE los requerimientos mínimos especificados por el HE4.

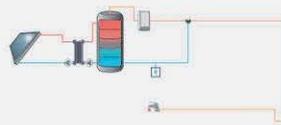
### Datos del proyecto

Nombre del proyecto	Análisis energético
Comunidad	Albacete
Localidad	Almansa
Dirección	

### Datos del autor

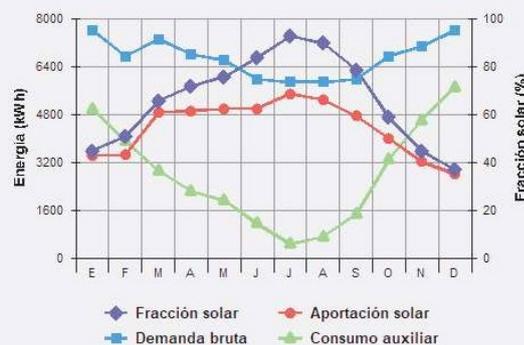
Nombre	Adrián Tomás
Empresa o institución	
Email	
Teléfono	

### Características del sistema solar



Localización de referencia	Almansa (Albacete)
Altura respecto la referencia [m]	0
Sistema seleccionado	Instalación de consumidor único con intercambiador independiente
Demanda [l/día a 60°C]	3.982
Ocupación	Ene 100 Feb 100 Mar 100 Abr 100 May 100 Jun 100 Jul 100 Ago 100 Sep 100 Oct 100 Nov 100 Dic 100

### Resultados



Fracción solar [%]	65
Demanda neta [kWh]	80.286
Demanda bruta [kWh]	80.530
Aporte solar [kWh]	52.396
Consumo auxiliar [kWh]	33.620
Reducción de emisiones de [kg de CO2]	13.204



## Cálculo del Sistema de referencia

De acuerdo al apartado 2.2.1 de la sección HE4, la contribución solar mínima podrá sustituirse parcial o totalmente mediante una instalación alternativa de otras energías renovables, procesos de cogeneración o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia instalación térmica del edificio.

Para poder realizar la sustitución se justificará documentalmente que las emisiones de dióxido de carbono y el consumo de energía primaria no renovable, debidos a la instalación alternativa y todos sus sistemas auxiliares para cubrir completamente la demanda de ACS, o la demanda total de ACS y calefacción si se considera necesario, son iguales o inferiores a las que se obtendrían mediante la correspondiente instalación solar térmica y el sistema de referencia (se considerará como sistema de referencia para ACS, y como sistema de referencia para calefacción, una caldera de gas con rendimiento medio estacional de 92%).

<b>Demanda ACS total [kWh]</b>	80.286
<b>Demanda ACS de referencia [kWh]</b>	27.890
<b>Demanda calefacción CALENER [kWh]</b>	0
<b>Consumo energía primaria [kWh]</b>	36.227
<b>Emisiones de CO2 [kg CO2]</b>	7.639



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

---

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño**

---

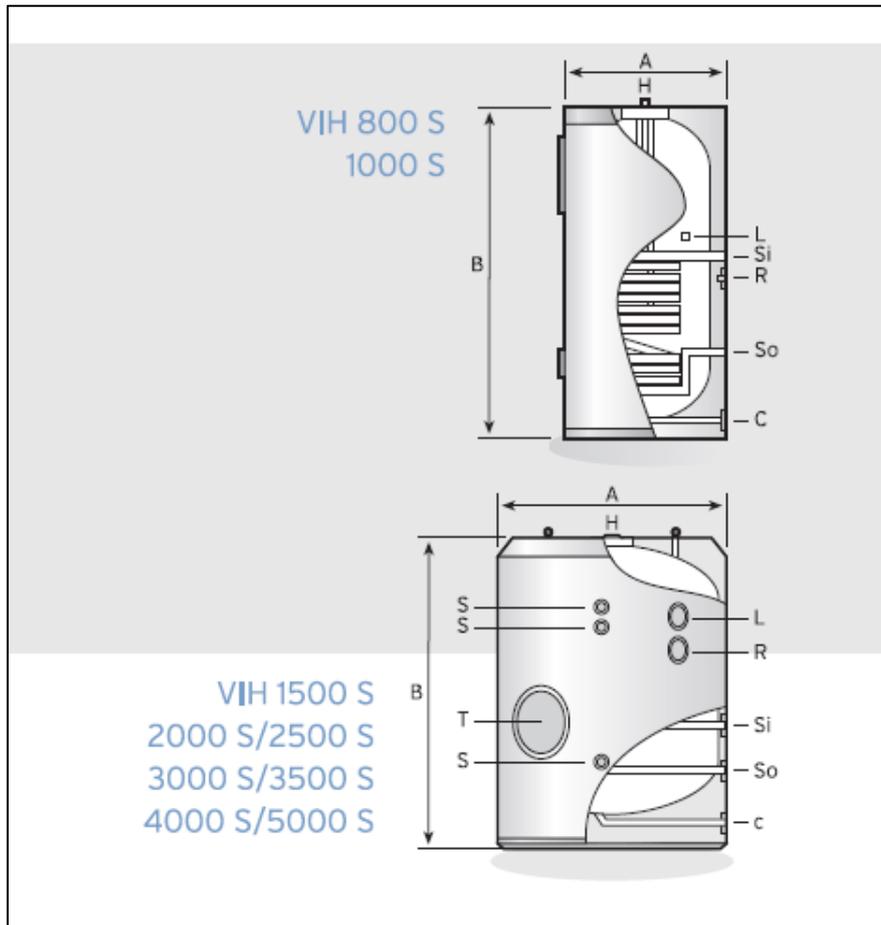
**ANEXO 3 – Fichas Técnicas**



- 1. Mejoras Propuestas**
  - 1.1. Acumuladores**
  - 1.2. Calderas Gas Natural**
  - 1.3. Captadores Solares**
  - 1.4. Intercambiador de Calor**
  - 1.5. Sistema de Control y Regulación**

## 1. MEJORAS PROPUESTAS

### 1.1. Acumuladores



### Acumuladores sin serpentín

Acumuladores Acero Vitrificado							
Modelo	Capacidad (L)	Peso en vacío (kg)	Diámetro exterior A (mm)	Altura B (mm)	P máx (bar)	T máx (°C)	Referencia
VIH 800	800	170	950	1840	8	90	00 1000 6527
VIH 1000	1.000	200	950	2250	8	90	00 1000 6528
VIH 1500	1.500	340	1360	1850	8	90	00 1000 5628
VIH 2000	2.000	400	1360	2300	8	90	00 1000 5629
VIH 2500	2.500	540	1660	2035	8	90	00 1000 5630
VIH 3000	3.000	600	1660	2325	8	90	00 1000 5631
VIH 3500	3.500	650	1660	2610	8	90	00 1000 5632
VIH 4000	4.000	725	1910	2345	8	90	00 1000 5633
VIH 5000	5.000	816	1910	2750	8	90	00 1000 5634

### Conexiones

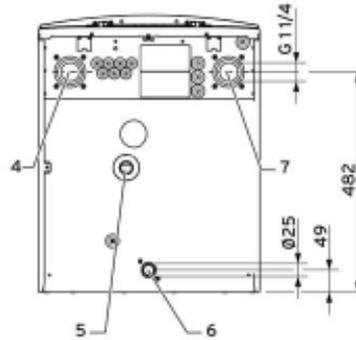
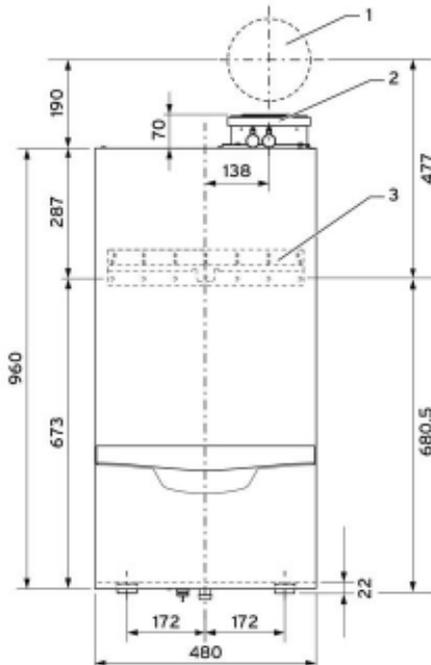
Diámetros de las CONEXIONES	VIH 800	VIH 1000	VIH 1500	VIH 2000	VIH 2500	VIH 3000	VIH 3500	VIH 4000	VIH 5000
<b>C: Entrada agua fría (Ø" GAS M)</b>	1-1/4	1-1/4	2	2	3	3	3	3	3
<b>H: Salida agua caliente (Ø" GAS M)</b>	1-1/2	1-1/2	2	2	3	3	3	3	3
<b>R: Recirculación (Ø" GAS M)</b>	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2
<b>L: Conexión lateral (Ø" GAS)</b> (para resistencia eléctrica en modelos 1500 ... 5000)	1-1/2H	1-1/2H	2M						
<b>S: Conexión vaina sensores (Ø" GAS M)</b>	-	-	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4
<b>P: Conexión ánodos protección catódica (Ø" GAS M)</b>	-	-	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2
<b>T: Boca de hombre (Ø mm)</b>	400	400	400	400	400	400	400	400	400
<b>D: Desagüe (Ø" GAS M)</b>	1-1/4	1-1/4	3	3	3	3	3	3	3

## 1.2. Calderas Gas Natural

### Características ecoTEC plus

### Dimensiones

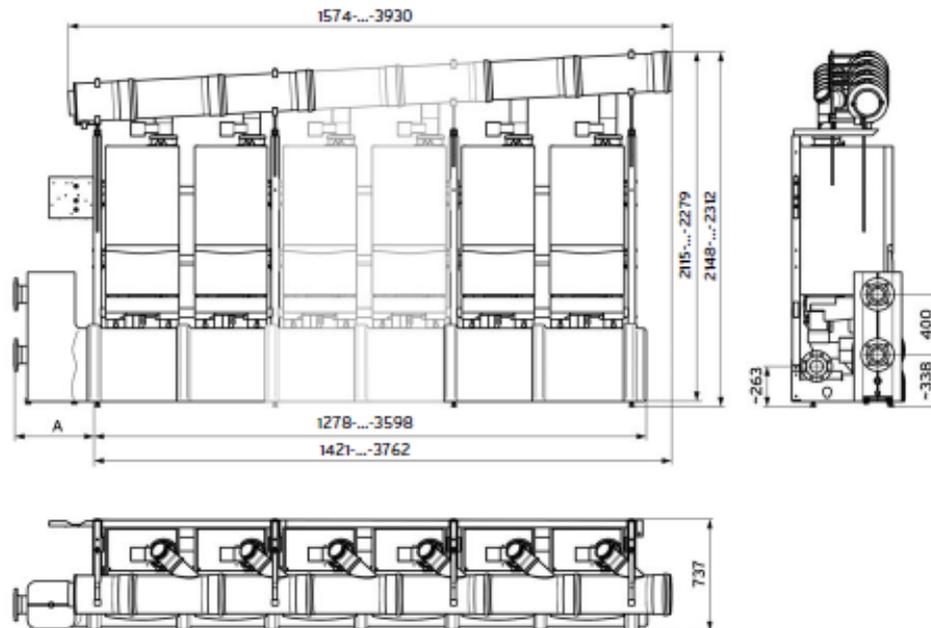
ecoTEC plus 80, 100 y 120 kW



#### Leyenda

- 1 Conexión para la evacuación de gases Ø 80/90 mm
- 2 Dispositivo de sujeción del aparato
- 3 Tubería de gas Ø 20 mm, conexión de gas R<sup>n</sup>
- 4 Conexión del desague del agua de condensación
- 5 Conexión para el vaso de expansión
- 6 Conexión para el retorno de calefacción
- 7 Conexión para la ida de calefacción
- 8 Conexión para la válvula de seguridad
- 9 Dispositivo de llenado y vaciado

### Cascadas





## Datos técnicos

### ecoTEC plus

	Condiciones	Unidad	VM ES 456/4-5	VM ES 656/4-5	VM ES 806/5-5	VM ES 1006/5-5	VM ES 1206/5-5
Calefacción Potencia útil para gas natural	80/60 °C	kW	12,3-44,1	13,8-63,7	14,9-74,7	18,7-93,3	22,4-112,0
	60/40 °C	kW	12,5-45,0	14,1-65,7	16,0-80,0	20,0-100,0	24,0-120,0
	50/30 °C	kW	12,9-46,4	14,6-67,6	16,5-82,3	120,7-102,8	24,7-123,4
Potencia útil para propano	80/60 °C	kW	-	-	37,4-74,7	46,7-93,3	56,0-112,0
	60/40 °C	kW	-	-	40,0-80,0	50,0-100,0	60,0-120,0
	50/30 °C	kW	-	-	41,2-82,3	51,4-102,8	61,7-123,4
Máxima potencia para calefacción	Hi	kW	-	-	76,2	95,2	114,3
Potencia mínima para gas natural en calefacción	Hi	kW	-	-	15,2	19,2	22,9
Potencia mínima para propano en calefacción	Hi	kW	-	-	38,1	47,6	57,2
Rend. nominal estacionario (100%)	80/60 °C	%	98	98	98	98	98
Rend. a carga parcial (30%) 92/42/CEE		%	107	108	107,7	108,5	108,6
Temperatura máxima de impulsión		°C	90	90	90	90	90
Rango ajustable de temperatura de impulsión (ajuste de fábrica)		°C	30-75 (85)	30-75 (85)	30-(80) 85	30-(80) 85	30-(80) 85
Presión máxima admisible		bar	3	3	6	6	6
Capacidad de la caldera (sin colectores)		L	-	-	17	23,7	22,5
Caudal nominal en calefacción	Δt = 23K	m <sup>3</sup> /h	1986	2750	2,99	3,74	4,49
Pérdida de carga	Δt = 23K	mbar	250	250	111	124	147
Cantidad de condensados	40/30 °C	L/h	4,5	6,5	12,8	16	19,2
Datos eléctricos		V / Hz	230/50	230/50	230/50	230/50	230/50
Tensión / Frecuencia		W	131/180	170/260	122	160	122
Máximo consumo eléctrico (sin bomba)		W	-	-	<2	<2	<2
Consumo eléctrico en stand-by			IP X4D	IP X4D	IP X4D	IP X4D	IP X4D
Grado de protección eléctrica							
Dimensiones							
Altura		mm	800	800	960	960	960
Anchura		mm	480	480	480	480	480
Profundidad		mm	440	472	602	602	602
Peso en funcionamiento		kg	46	75	86	111	114
Conexión Impulsión y Retorno		mm	1" - 1 1/2"	1" - 1 1/2"	1" - 1 1/4"	1" - 1 1/4"	1" - 1 1/4"
Conexión de gas		mm	Ø 20 - 1"	Ø 25 - 1"	1"	1"	1"
Salida de la válvula de seguridad		R	1/2"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"
Conexión del vaso de expansión		R	1"	1"	1"	1"	1"
Conexión sistema de salida de gases		mm	80/125	80/125	160/110	160/110	160/110
Combustión							
Caudal PDCs mínimo	G20	g/s	5,7	6,5	6,93	8,75	10,44
	G31	g/s	-	-	17,3	21,6	25,9
Caudal PDCs máximo	G20	g/s	20,0	30,3	34,7	43,4	52,1
	G31	g/s	-	-	34,5	43,1	51,8
Temperatura PDCs	min.	°C	38	40	40	40	40
	max.	°C	73	70	85	85	85
Presión de la chimenea para instalación tipo B23p de una caldera		Pa	-	-	150	200	200
Presión de la chimenea para instalación tipo B23p varias calderas en cascada		Pa	-	-	50	50	50
Certificación							
Categoría			I12H3P	IIH	I12H3P	I12H3P	I12H3P
Clase NOx			5	5	5	5	5
Tipo de instalación			C13, C33, C43, C53, B23, B23P, B33		C13, C33, C43, C53, C93, B23, B23p, B53, B53p		
Homologación CE			0085BS0402		0085CM0415		

### 1.3. Captadores Solares

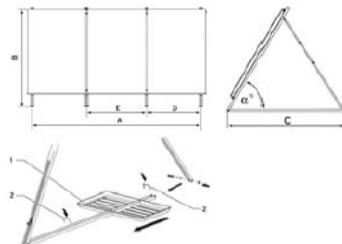
Modelo de captador auroTHERM	VFK 125	VFK 145 V	VFK 145 H
Referencia	00 1000 4419	00 1000 4455	00 1000 4457
Descripción	Plano con cubierta. Estructura de serpiente de 4 tomas		
Posición	Vertical	Vertical	Horizontal
Contraseña de certificación	A consultar	NPS-23908	NPS-23808
Área bruta / Área de apertura	2,51 m <sup>2</sup> / 2,352 m <sup>2</sup>		19,5 L
Dimensiones (Largo / Ancho / Espesor)	1.233 mm / 2.033 mm / 80 mm		
Rendimiento óptico $\eta_0$	0,753	0,790	0,801
Coefficiente lineal de pérdidas térmicas $a_1$	3,936 w / (m <sup>2</sup> K)	2,414 w / (m <sup>2</sup> K)	3,320 w / (m <sup>2</sup> K)
Coefficiente cuadrático de pérdidas térmicas $a_2$	0,017 w / (m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> )	0,049 w / (m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> )	0,023 w / (m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> )
Temperatura de estancamiento $T_0$	117,3 °C	170,6 °C	170,6 °C
Cubierta	3,2 mm vidrio transparente de seguridad ( $\tau = 89\%$ )	3,2 mm vidrio solar de seguridad ( $\tau = 91\%$ )	
Material de la carcasa	Aluminio anodizado, marco oscuro		
Material del serpiente	Cobre soldado a la lámina absorbidora		
Material del absorbedor	Aluminio con recubrimiento altamente selectivo $\epsilon = 10\% / \alpha = 90\%$	Aluminio con recubrimiento altamente selectivo $\epsilon = 5\% / \alpha = 95\%$	
Aislamiento posterior	40 mm lana mineral: $\lambda = 0,035$ (w / m <sup>2</sup> K) / $\rho = 55$ kg / m <sup>3</sup>		
Caudal recomendado	45 L / (h m <sup>2</sup> )		
Presión máxima de operación	10 bar		
Pérdida de carga*	117 mbar	117 mbar	100 mbar
Peso en vacío	38 kg		
Número de conexiones y diámetro	4 tomas x $\varnothing$ ext 3/4"		

(\*) Pérdida de carga medida en 1 captador para el caudal recomendado (45 L/h m<sup>2</sup> = 105,84 L/h) y usando el líquido solar Vaillant como fluido de trabajo (propilenglicol al 45%)  
 (\*) En instalaciones solares con más de 10 m<sup>2</sup> se puede hacer funcionar la instalación a bajo caudal, condiciones de low flow (25 L/h m<sup>2</sup>)

#### Carga de sujeción (kg) para 1 captador

Ángulo de montaje	Alturas sobre la base		
	0-10 m	10-18 m	18-25 m
30°	159	178	197
45°	225	252	279
60°	276	309	342

#### Disposición de los caballetes (distancias en mm)



		Cantidad de bandejas de gravilla por caballete
		2
		3
		3

Posición y número de captadores	A*	B			C	D*	E	
		30°	45°	60°				
VERTICAL en fila	1	1136				-	-	
	2	2300						
	3	3563						
	4	4826						
	5	6089						
	6	7352	1283	1740	2080	2357	1150	1263
	7	8615						
	8	9878						
	9	11141						
	10	12404						
	11	13667						
	12	14930						
HORIZONTAL en fila	1	1650				-	-	
	2	3900						
	3	5963						
	4	8026						
	5	10089						
	6	12152	883	1173	1387	1812	1950	2063
	7	14215						
	8	16278						
	9	18341						
	10	20404						
	11	22467						
	12	24530						
Horizontal en columna DRAINBACK	1	1650	3100	1173	1387	1812	1650	-
	2	1650	1516	2070	2484	2357	1650	-

(\*) La medida A puede variar en combinación con la medida D en un +/-50 mm

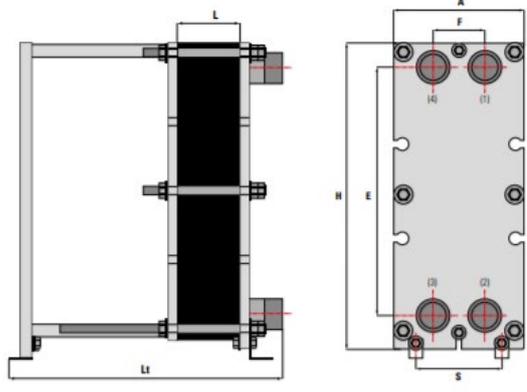
### 1.4. Intercambiador de Calor

IP 3601 /
INTERCAMBIADOR DE PLACAS DESMONTABLES



**CARACTERÍSTICAS**

- Intercambiador de calor de placas desmontables
- Placas en acero inoxidable o titanio
- Juntas en nitrilo NBR o en EPDM-PRX
- Juntas pegadas a placa
- Placas de alta eficiencia A o baja eficiencia B
- Conexiones en rosca Gas macho 2" 1/2
- Flujo paralelo



En el código de un intercambiador mod. 3601 es importante indicar correctamente el tipo de placa y el material de la junta:

<p><b>Tipo de placa (eficiencia):</b></p> <p><b>A</b> Alta eficiencia térmica Alta pérdida de carga</p> <p><b>B</b> Baja eficiencia térmica Baja pérdida de carga</p> <p><b>M</b> Mezcla de placas tipos A y B</p>	<p><b>Material de junta:</b></p> <p><b>N</b> Junta en nitrilo NBR (95°C - Temperatura diseño)</p> <p><b>P</b> Junta en EPDM-PRX (140°C - Temperatura diseño)</p>
--	--

**CONDICIONES DE DISEÑO**

Presión diseño	Temperatura diseño	
	NBR	EPDM
10 bar	95 C°	140 C°

**DIMENSIONES**

Nº placas	Área placa (m²)	Dimensiones (mm)							Conexiones Rosca gas MACHO
		H	E	A	F	S	L	Lt	
0 - 51	0,125	745	603	310	124	210	nº placas x 3,3	630	2" 1/2
52 - 101		745	603	310	124	210	nº placas x 3,3	880	2" 1/2
102 - 200		745	603	310	124	210	nº placas x 3,3	1130	2" 1/2

Área total intercambio (m²)	Peso (kg)
A = (Nº placas - 2) * Área de placa	89,7 + Nº placas * 0,81

1 Entrada primario  
 2 Salida primario  
 3 Entrada secundario  
 4 Salida secundario

## 1.5. Sistema de Control y Regulación

# auroMATIC 620

La centralita de regulación con sonda exterior auroMATIC VRS 620 es un regulador que posibilita la gestión de la producción de ACS, calentamiento de piscinas y servicio de calefacción con regulación mediante sonda exterior.

El VRS 620 puede controlar dos campos de colectores, dos depósitos y, de forma directa, dos circuitos de calefacción directo y mezcla. Añadiendo diversos accesorios puede llegar a gestionar el funcionamiento en cascada de hasta 6 calderas y 14 circuitos de calefacción.

A pesar de su complejidad técnica, goza de un sistema de interface de usuario especialmente atractivo y sencillo. Todo se controla con tan solo dos mandos de girar y click.

El complemento ideal para esta centralita es el depósito combi auroSTOR VPS SC 700. Este depósito con sus 700 litros de agua acumulada, se encarga de la producción de agua caliente sanitaria, así como de actuar como acumulador de energía para el sistema de calefacción. Con el regulador se puede ajustar la temperatura de demanda del acumulador, la temperatura máxima del acumulador, así como la temperatura mínima para el recalentamiento a cargo de la resistencia eléctrica de inmersión.

El regulador incorpora tanto la sonda del colector como las de los dos circuitos a calentar. Con el fin de obtener un máximo rendimiento en el sistema, el regulador cuenta con una serie de programas:

- Control de hasta dos campos de colectores independientes.
- Puesta en funcionamiento y parada del sistema: en función del diferencial de temperatura entre el captador y el acumulador.
- Temperatura máxima de acumulación: mediante la cual se limita la temperatura máxima a alcanzar en el acumulador, acumuladores o piscina tanto de la energía solar como del apoyo.
- Función de recarga: en donde el regulador controla el sistema de apoyo (caldera o resistencia eléctrica) si fuera necesario.
- Retraso de recarga: con el fin de aprovechar al máximo la energía solar, esta función retrasa la entrada del sistema de apoyo en el caso de que



exista energía solar suficiente para seguir calentando el acumulador.

- Protección contra la Legionela: con la cual no existe la posibilidad de existencia de legionela en el acumulador.
- Función protección bomba: para evitar el bloqueo de la bomba, cada 23 h el regulador la pone en marcha.
- Funciones especiales de vacaciones y especiales: con estas funciones el sistema da la posibilidad de buscar ahorros del sistema en períodos vacacionales o puntuales.
- Función horaria: con la que se le marcan horarios de hasta tres períodos diarios de funcionamiento en la carga del apoyo para conseguir el máximo aprovechamiento de la instalación de energía solar y máximo ahorro en la energía de apoyo.
- Control de la ganancia solar: con un sensor adicional puede dar la medida de la energía solar aprovechada.
- Opción control de caudal fijo o contador de impulsos.
- Control sobre la bomba de recirculación de ACS.
- Protección contra la congelación: si la temperatura exterior baja de los +3 °C, se activan los circuitos de calefacción para evitar posibles roturas por congelación.
- Representación de ahorro anual: se muestra mes a mes en pantalla.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

---

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño**

---

***PLANOS***



## **ÍNDICE PLANOS**

- 1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO**
- 2. ESTADO INICIAL CALDERAS Y DEPÓSITOS**
- 3. ESTADO REFORMADO CALDERAS**
- 4. ESTADO REFORMADO DEPÓSITOS**
- 5. DISTRIBUCIÓN CAPTADORES SOLARES EN CUBIERTA**
- 6. ESQUEMA CAPTADORES Y TUBERIAS**

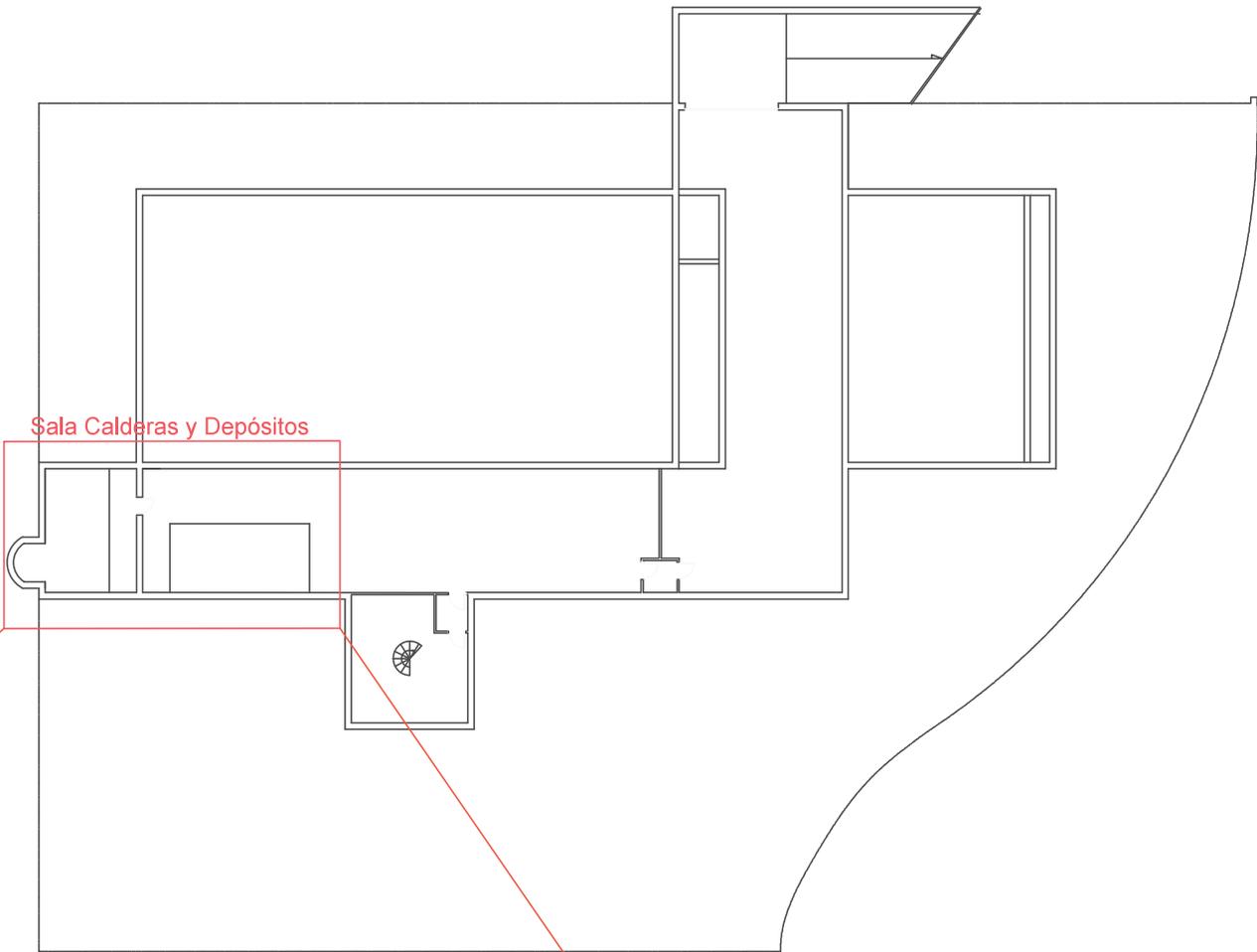
SITUACIÓN EN LOCALIDAD E 1/5000



DETALLE EDIFICIO E 1/800

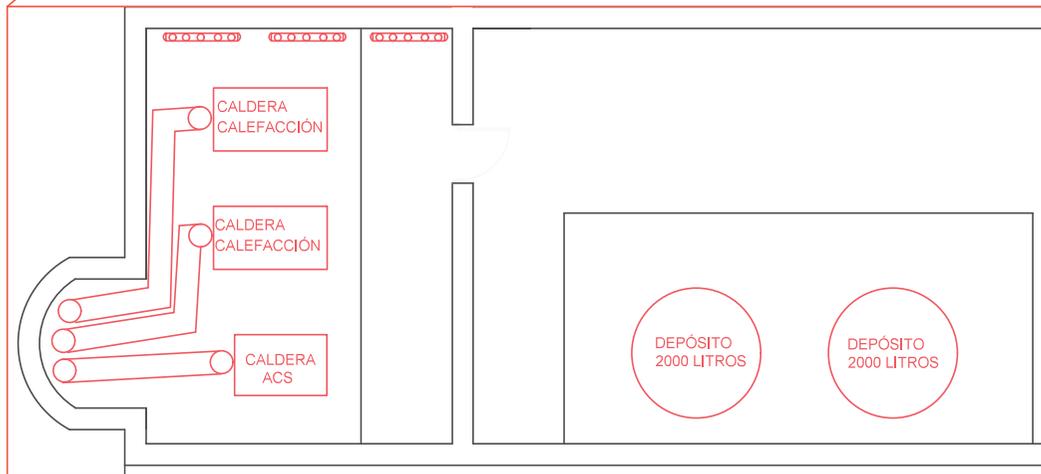


<b>GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</b>		 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>
PROYECTO: PROYECTO DE ANÁLISIS DE UNA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA LA PISCINA MUNICIPAL DE ALMANSA		
DESIGNACIÓN: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO		PLANO: <b>1</b>
SITUACIÓN: C/SAN JUAN 14, 02640-ALMANSA (ALBACETE)	AUTOR: ADRIÁN TOMÁS MEGIAS	
FECHA: JUNIO/2020	ESCALA: --/--	

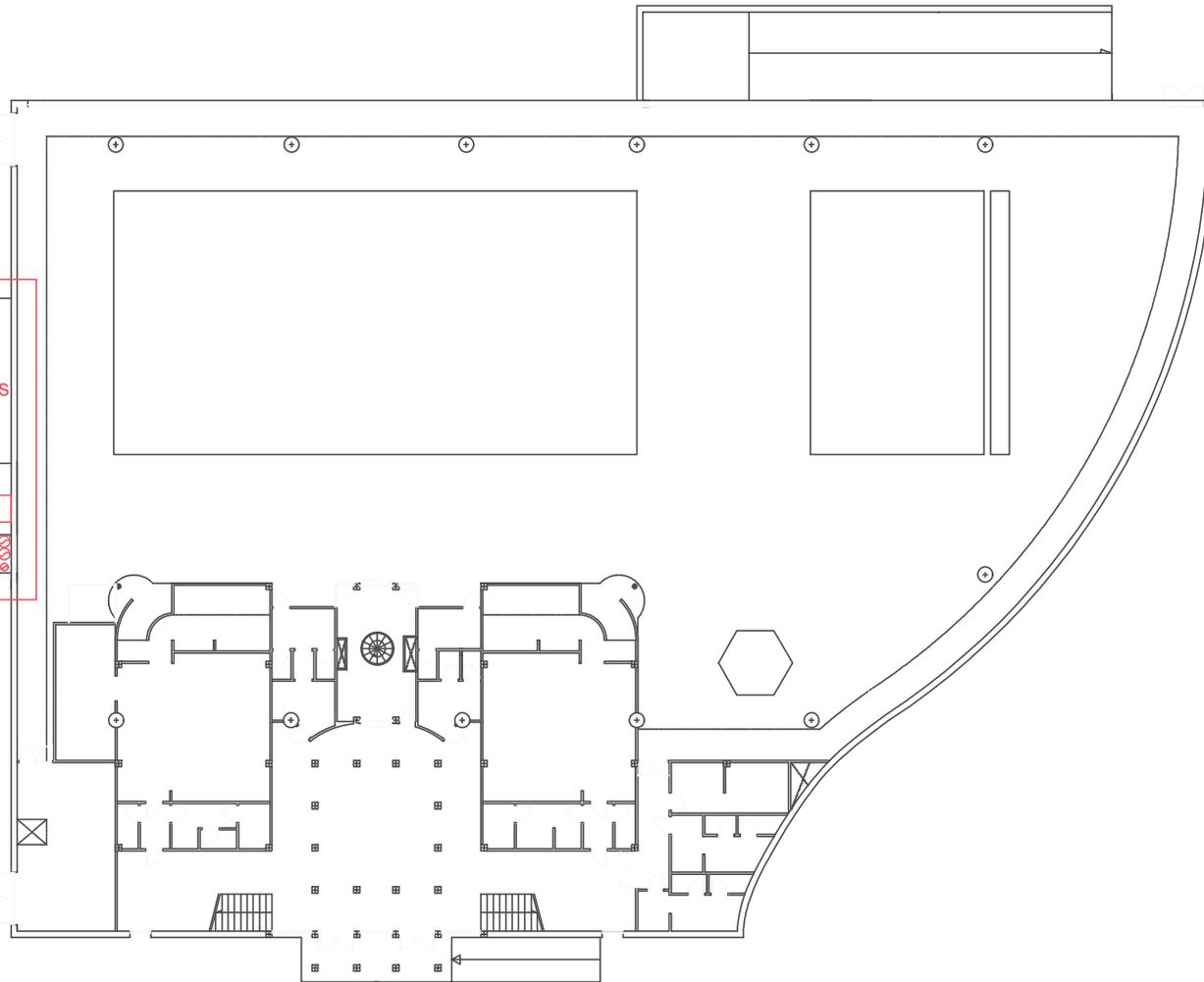


Sala Calderas y Depósitos

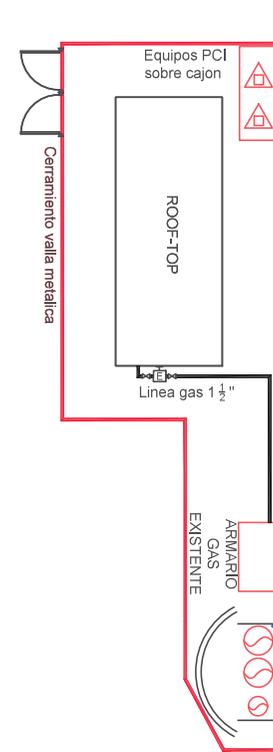
DETALLE SALA CALDERAS E 1/75



<b>GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</b>		 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>  Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño
PROYECTO: PROYECTO DE ANÁLISIS DE UNA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA LA PISCINA MUNICIPAL DE ALMANSA		
DESIGNACIÓN: ESTADO INICIAL CALDERAS Y DEPÓSITOS		PLANO: <div style="font-size: 2em; text-align: center; font-weight: bold;">2</div>
SITUACIÓN: C/SAN JUAN 14, 02640-ALMANSA (ALBACETE)		AUTOR: ADRIÁN TOMÁS MEGIAS
FECHA: JUNIO/2020	ESCALA: --/--	

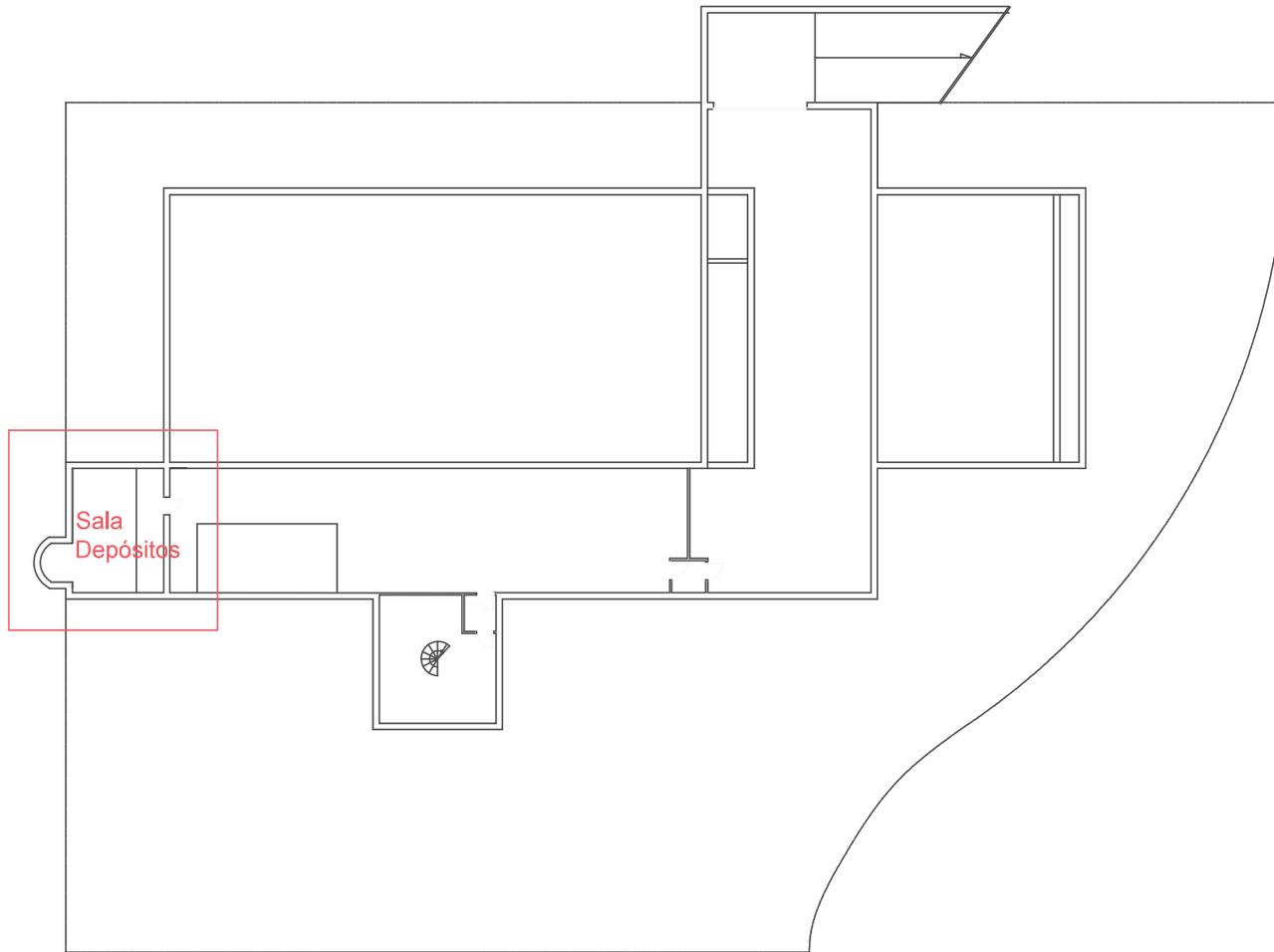


DETALLE ZONA CALDERAS EXTERIOR E 1/100

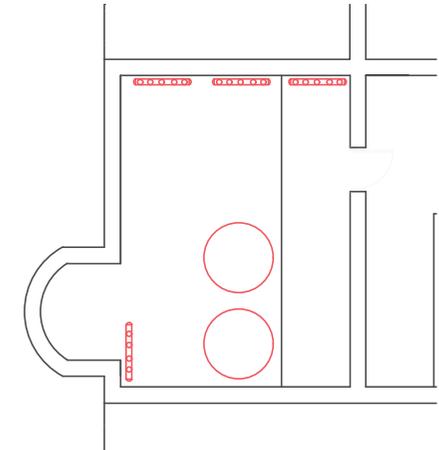


LEYENDA REFORMAS CALDERAS	
ROOF-TOP	Conjunto 5 calderas murales VAILLANT
	Equipos Protección Contra Incendios
	Tuberías Gas Natural
	Vallado Metálico

<b>GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</b>		 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>  Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño
PROYECTO: PROYECTO DE ANÁLISIS DE UNA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA LA PISCINA MUNICIPAL DE ALMANSA		
DESIGNACIÓN: ESTADO REFORMADO CALDERAS		PLANO: <span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">3</span>
SITUACIÓN: C/SAN JUAN 14, 02640-ALMANSA (ALBACETE)		AUTOR: ADRIÁN TOMÁS MEGIAS
FECHA: JUNIO/2020	ESCALA: --/--	



DETALLE SALA CALDERAS E 1/100



LEYENDA REFORMAS DEPÓSITOS	
	Depósitos de 2000 litros de almacenamiento de agua caliente
	Colectores

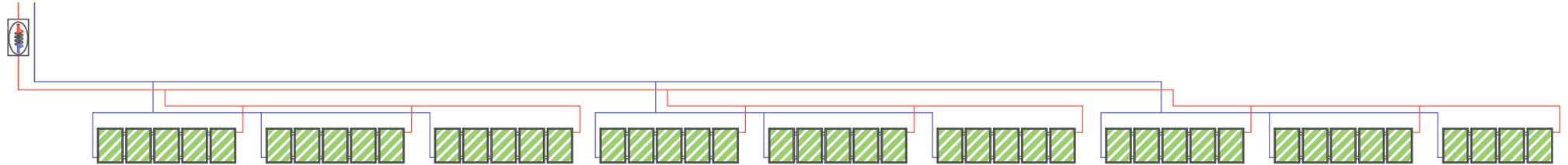
<b>GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</b>		 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>  Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño
PROYECTO: PROYECTO DE ANÁLISIS DE UNA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA LA PISCINA MUNICIPAL DE ALMANSA		
DESIGNACIÓN: ESTADO REFORMADO DEPÓSITOS		PLANO: <div style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">4</div>
SITUACIÓN: C/SAN JUAN 14, 02640-ALMANSA (ALBACETE)		AUTOR: ADRIÁN TOMÁS MEGIAS
FECHA: JUNIO/2020	ESCALA: --/--	



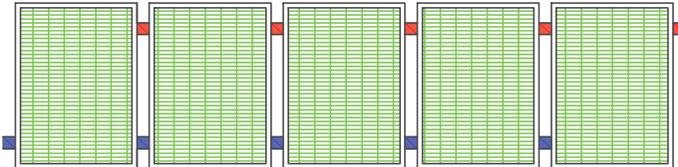
Espacio U.T.A.

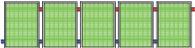
<b>GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</b>		 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>  Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño
PROYECTO: PROYECTO DE ANÁLISIS DE UNA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA LA PISCINA MUNICIPAL DE ALMANSA		
DESIGNACIÓN: DISTRIBUCIÓN CAPTADORES SOLARES EN CUBIERTA		PLANO: <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin-top: 10px;">5</div>
SITUACIÓN: C/SAN JUAN 14, 02640-ALMANSA (ALBACETE)		AUTOR: ADRIÁN TOMÁS MEGIAS
FECHA: JUNIO/2020	ESCALA: 1/200	

Esquema Distribución Tuberías



Detalle Conexión captadores



ESQUEMA CAPTADORES Y TUBERIAS	
	BATERIA 5 CAPTADORES SOLARES VFK 145 V
	DISIPADOR DE CALOR
	TUBERÍA AGUA FRÍA
	TUBERÍA AGUA CALIENTE

<b>GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</b>		 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>  <small>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño</small>
PROYECTO: PROYECTO DE ANÁLISIS DE UNA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA LA PISCINA MUNICIPAL DE ALMANSA		
DESIGNACIÓN: ESQUEMA CAPTADORES Y TUBERIAS		PLANO: <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin-top: 10px;">6</div>
SITUACIÓN: C/SAN JUAN 14, 02640-ALMANSA (ALBACETE)		AUTOR: ADRIÁN TOMÁS MEGIAS
FECHA: JUNIO/2020	ESCALA: --/--	



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



---

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño**

---

***PLIEGO DE CONDICIONES***



## ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

<b>1. PRESCRIPCIONES GENERALES .....</b>	<b>2</b>
1.1. OBJETO DEL PLIEGO DE CONDICIONES.....	2
1.2. CONTRATO DE OBRA .....	2
1.3. DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO DE OBRA .....	2
1.4. REGLAMENTACIÓN .....	2
<b>2. PRESCRIPCIONES FACULTATIVAS .....</b>	<b>3</b>
2.1. ATRIBUCIONES Y OBLIGACIONES DE LOS DIFERENTES AGENTES DE LA EDIFICACIÓN.....	3
2.1.1. <i>El promotor</i> .....	3
2.1.2. <i>El proyectista</i> .....	3
2.1.3. <i>El constructor o contratista</i> .....	3
2.1.4. <i>El Director de Obra</i> .....	3
2.1.5. <i>El Director de la Ejecución de la Obra</i> .....	3
2.1.6. <i>La Dirección Facultativa</i> .....	3
2.2. DISPOSICIONES GENERALES .....	3
2.2.1. <i>Accesos y Vallado</i> .....	3
2.2.2. <i>Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos</i> .....	4
2.2.3. <i>Orden de los trabajos</i> .....	4
2.2.4. <i>Trabajos defectuosos</i> .....	4
2.2.5. <i>Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor</i> .....	4
2.2.6. <i>Materiales, aparatos y equipos defectuosos</i> .....	4
<b>3. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS .....</b>	<b>5</b>
3.1. OBJETO.....	5
3.2. CONDICIONES DE LOS MATERIALES .....	5
3.2.1. <i>Calidad</i> .....	5
3.2.2. <i>Aislantes e impermeabilizantes</i> .....	5
3.2.3. <i>Tuberías para fontanería y calefacción</i> .....	6
3.3. CONDICIONES DE LA EJECUCIÓN .....	6
3.3.1. <i>Acumuladores</i> .....	6
3.3.2. <i>Captadores Solares</i> .....	7
3.3.3. <i>Kit Regulación Solar</i> .....	7
3.3.4. <i>Intercambiadores de calor</i> .....	8
3.3.5. <i>Estación de Bombeo Solar</i> .....	9
3.3.6. <i>Calderas Murales de Condensación</i> .....	9
3.3.7. <i>Tuberías (General)</i> .....	10



## **1. PRESCRIPCIONES GENERALES**

### **1.1. Objeto del pliego de condiciones**

El presente documento tiene por objeto fijar las diferentes condiciones de carácter administrativo, económico y condiciones técnicas que deben cumplir los diferentes agentes que participen en el desarrollo e instalación del presente proyecto.

Se deberá seguir lo expuesto en el pliego de condiciones en cuanto a materiales a usar, mediciones, precios, etc.

### **1.2. Contrato de Obra**

Se fijará un contrato de obra en el cual quedarán expuestas las exigencias para la realización de la obra de la instalación en estudio.

### **1.3. Documentación del contrato de obra**

El contrato de obra se encuentra compuesto por los siguientes documentos:

- Condiciones y exigencias fijadas en el propio contrato de obra.
- Pliego de Condiciones
- Los restantes documentos que componen el proyecto: memoria y anejos, mediciones y presupuestos, planos.

### **1.4. Reglamentación**

Las diferentes obras o reformas que se lleven a cabo deberán cumplir con la normativa vigente, tal y como exijan los diferentes organismos competentes.



## **2. PRESCRIPCIONES FACULTATIVAS**

### **2.1. Atribuciones y obligaciones de los diferentes agentes de la edificación**

En la Ley 38/99 de la Ordenación de la Edificación se pueden encontrar las obligaciones a cumplir por los diferentes agentes.

#### **2.1.1. El promotor**

Es el agente que impulsa y financia las diferentes obras para beneficio propio o para la posible cesión a terceros posteriormente.

Es el responsable desde el inicio del proyecto, haciéndose cargo de los costes necesarios para llevar a cabo la realización del proyecto, así como las obras correspondientes.

#### **2.1.2. El proyectista**

Agente que realiza la redacción del proyecto por encargo del promotor, ajustándose a la normativa correspondiente.

Podrán realizarse redacciones parciales del proyecto por parte de otros agentes, siempre de forma coordinada con el proyectista.

#### **2.1.3. El constructor o contratista**

Es el agente que ejecuta las obras del proyecto de acuerdo con la normativa técnica correspondiente y ajustándose a lo establecido en el Contrato de Obra.

#### **2.1.4. El Director de Obra**

Es el agente que dirige el desarrollo de la obra, así como los diferentes aspectos que a esta conciernen (materiales, aspectos técnicos...) con el fin de cumplir lo expuesto en el correspondiente proyecto.

Este agente forma parte de la dirección facultativa, y otros agentes podrán dirigir las obras siempre bajo la coordinación con el Director de Obra.

#### **2.1.5. El Director de la Ejecución de la Obra**

Es el agente que dirige la realización técnica de la obra, es decir, dirige la ejecución material de ésta a la vez que controla que se cumplan los diferentes requisitos de los materiales, así como la calidad que deben tener.

#### **2.1.6. La Dirección Facultativa**

La Dirección Facultativa está compuesta por la Dirección de Obra y por la Dirección de Ejecución de Obra, y representa al promotor en los aspectos técnicos durante la ejecución de la obra.

Su misión es seguir el proceso de construcción para observar que se cumple con lo expuesto en el proyecto.

### **2.2. Disposiciones generales**

A continuación, se exponen las disposiciones generales a cumplir en la ejecución de la obra.

#### **2.2.1. Accesos y Vallado**

El Contratista será el responsable de adecuar los accesos de la obra, realizar los vallados necesarios, así como su mantenimiento o no durante la ejecución de la obra.



### **2.2.2. Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos**

Se iniciarán las obras cuando lo indique el Contratista, siempre cumpliendo los respectivos plazos expuestos en el contrato correspondiente.

El Contratista deberá comunicar el inicio de las obras a la Dirección Facultativa, por escrito y con tres días de antelación. De la misma manera, el Director de Obra deberá redactar el acta de inicio de obra, que deberá ser firmada por el Promotor, el Contratista, el propio Director de Obra y el Director de la Ejecución de Obra.

### **2.2.3. Orden de los trabajos**

El orden de los trabajos quedará establecido según indique el Contratista, a excepción de algunos casos, en los que, por recomendaciones de carácter técnico, la Dirección Facultativa vea necesario el cambio del orden de los trabajos.

### **2.2.4. Trabajos defectuosos**

El Contratista deberá ajustarse a lo establecido en el proyecto, de acuerdo con las obras a realizar y los materiales a utilizar.

Si durante la ejecución de la obra, o en la finalización de ésta antes de la recepción final de la obra, el Director de Ejecución de la Obra observa defectos en los trabajos realizados, o que los materiales o equipos instalados no se ajustan a lo establecido en el proyecto, podrá disponer que estas partes defectuosas puedan ser sustituidas, demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado.

### **2.2.5. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor**

En caso de ser necesaria una ampliación del proyecto, por incidencias o motivos de cualquier carácter, se deberán continuar los trabajos sin interrupción de acuerdo a las indicaciones de la Dirección Facultativa mientras se redacta o tramita el nuevo proyecto con las reformas correspondientes.

El importe de las reformas o equipos necesarios para estas será dispuesto por parte del Contratista a los agentes correspondientes de acuerdo a un nuevo presupuesto adicional, o entrega directa del dinero, según se acuerde entre las diferentes partes.

### **2.2.6. Materiales, aparatos y equipos defectuosos**

Si se analiza, se observa y se demuestra que los diferentes materiales o equipos utilizados no se ajustan a lo redactado en el proyecto, o no son los adecuados para su fin, el Director de Obra dará la orden al Contratista para la sustitución de los correspondientes materiales o equipos por otros que sí cumplan los requisitos necesarios.

Si pasados 15 días tras recibir la respectiva orden de sustitución, el Contratista no hace caso a ésta, el Promotor podrá realizar la respectiva sustitución a cuenta del Contratista.

Si en algún caso, los materiales defectuosos recibiesen el visto bueno por parte de la Dirección Facultativa, se podrán recibir estos materiales o equipos con la reducción del precio que ésta determine.



### 3. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

#### 3.1. OBJETO

Las presentes prescripciones técnicas hacen referencia al análisis energético y propuestas de mejoras para las piscinas cubiertas de la localidad de Almansa.

#### 3.2. CONDICIONES DE LOS MATERIALES

Todos los equipos y materiales utilizados deben cumplir con las especificaciones correspondientes a cada uno, expuestas en los diferentes documentos del proyecto. De la misma manera, los materiales deberán adaptarse y cumplir con las correspondientes normativas que sobre ellos conciernen.

Aquellos materiales y equipos que tengan el Documento de Idoneidad Técnica (por el cual se garanticen sus características), presentarán prioridad de acuerdo con la aceptabilidad de éstos.

El control y recepción de los materiales y equipos se realizará de acuerdo al “artículo 7.2 del CTE”.

Los agentes de la edificación tendrán una serie de obligaciones:

- El constructor debe comunicar a los proveedores cuales son las características que deben presentar los materiales, y antes de realizar las diferentes obras deberá solicitar la aprobación por parte del Director de Ejecución de la Obra.
- El constructor también es responsable de utilizar los materiales que cumplan las características exigidas en el proyecto al margen de la calidad de estos. Y además, deberá comunicar al Director de Ejecución de Obra el origen de los materiales, presentando todos los documentos en referencia a muestras o certificaciones que el Director de Ejecución de Obra le pueda solicitar.

##### 3.2.1. Calidad

Los materiales o productos destinados a la construcción pueden presentar la marca o sello CE. Este marcado indica que el determinado producto satisface los requisitos técnicos contenidos en las Normas Armonizadas (EN) y en las Guías DITE (Guías para el Documento de Idoneidad Técnica Europeo).

El marcado se localiza con el símbolo “CE” en el producto, en su envase, documentos anexos al producto, o en una etiqueta en el propio producto, y además, va acompañado con otra información.

El Director de la Ejecución de Obra es el encargado de verificar si los materiales y productos que se utilizan en la obra presentan este marcado CE.

##### 3.2.2. Aislantes e impermeabilizantes

###### 3.2.2.1. Imprimadores

- Condiciones de suministro: Deben suministrarse en envase hermético.
- Recepción y control: Los imprimadores deben llevar marcado en su envase el sello de calidad, la identificación del fabricante, las incompatibilidades de uso.
- Conservación, almacenamiento y manipulación: Su almacenamiento debe ser en envases herméticos, protegidos contra heladas, humedad y radiación solar directa, con un tiempo máximo de almacenamiento de 6 meses.



### 3.2.3. Tuberías para fontanería y calefacción

- Condiciones de suministro:

Los tubos se suministrarán en rollos y en barras:

- Rollos: hasta diámetro exterior de 22 mm, con longitud de 50 m.

- Barras: longitudes de 5 m

- Recepción y control:

Los tubos DN  $\geq$  10 MM Y DN  $\leq$  54 mm deben ir marcados, con la designación normalizada

Los tubos DN  $>$  6 mm y DN  $<$  10 mm, ó DN  $>$  54 mm, deben ir marcados de manera similar en ambos extremos como mínimo.

- Conservación, almacenamiento y manipulación:

Deben almacenarse en ubicaciones protegidas frente a la humedad y frente a golpes, colocándose paralelos y en posición horizontal sobre superficies planas.

### 3.3. CONDICIONES DE LA EJECUCIÓN

#### 3.3.1. Acumuladores

##### Características Técnicas:

Suministro e instalación de depósito solar de acero con revestimiento epóxico de 2000 litros. Vaillant VIH 2000, con altura 2300 mm, diámetro 1360 mm y temperatura máxima de funcionamiento de 90°C. Aislamiento térmico de espuma de poliuretano libre de CFC. Boca de hombre de 400 mm y protección contra corrosión.

Incluye transporte, montaje, 4 válvulas de corte, 2 válvulas de retención y 1 válvula de seguridad, picajes, sondas de temperatura y válvula de vaciado, p.p. pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.

##### Normativa de aplicación:

Instalación: - CTE. DB-HS Salubridad

##### Criterio de medición en proyecto:

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

##### Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra:

- Del soporte: se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada.

##### Fases de ejecución:

- Replanteo
- Instalación del acumulador
- Conexión con otros elementos



Conservación y mantenimiento:

Se protegerá al equipo durante las obras frente a golpes.

Criterio de medición en obra y condiciones de abono:

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto

**3.3.2. Captadores Solares**

Características Técnicas:

Captador solar térmico vertical de la marca VAILLANT modelo VFK 145 V, con superficie de absorción de 2,35 m<sup>2</sup>, y superficie total homogénea de 2,51 m<sup>2</sup>, con dimensiones 2.033 x 1.233 x 80 mm, presión máxima de trabajo 10 bar. Absorbedor de aluminio-cobre con recubrimiento altamente selectivo, y rendimiento 0,8.

Incluye purgado, llave de corte de entrada y salida y válvula de seguridad.

Criterio de medición en proyecto:

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto

Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra:

- Del soporte: Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada, sin suciedad y limpia para su instalación.

Fases de ejecución:

- Replanteo
- Instalación del soporte
- Colocación de placas sobre soportes
- Conexión con tuberías y llenado de circuito

Conservación y mantenimiento:

Se protegerán los equipos contra golpes, manteniendo los captadores taponados hasta la puesta en marcha de la instalación

Criterio de medición en obra y condiciones de abono:

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto

**3.3.3. Kit Regulación Solar**

Características Técnicas:

Centralitas de control solar de la marca VAILLANT modelo auroMATIC 620 con regulador diferencial de temperatura. Control de hasta 2 campos de captadores, control de bombas, medición de la energía solar producida, cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas. Incluye cableado solar y bulbos de toma de datos.



Criterio de medición en proyecto:

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto

Fases de ejecución:

- Replanteo
- Instalación de los diferentes elementos de control
- Conexión a red eléctrica

Conservación y mantenimiento:

Se debe proteger frente a golpes.

Criterio de medición en obra y condiciones de abono:

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto

### 3.3.4. Intercambiadores de calor

Características Técnicas:

Intercambiador de placas de cobre soldadas para el circuito primario solar de 190 kW de potencia. Presenta las siguientes características técnicas:

- Circuito Primario

Entrada Agua / Salida Agua	33°C / 17 °C
Caudal	11 m3/h

- Circuito Secundario

Entrada Agua / Salida Agua	42°C / 22 °C
Caudal	11 m3/h

Incluye conexión hidráulica nueva, 4 válvulas de seccionamiento, dos anti-vibratorios, 1 filtro y una bancada.

Criterio de medición en proyecto:

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto

Fases de ejecución:

- Replanteo
- Instalación de intercambiador
- Conexionado

Conservación y mantenimiento:

Se debe proteger frente a golpes

Criterio de medición en obra y condiciones de abono:



Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto

### **3.3.5. Estación de Bombeo Solar**

#### Características Técnicas:

Suministro e instalación del grupo de bombeo solar. Incluye bomba doble de circulación de alta eficacia con regulación electrónica, válvula de equilibrado incorporando caudalímetro, válvulas de cierre multifunción con válvula de retención y con termómetro de 0-120 °C.

Incluye 1 válvula de seguridad, 1 válvula de llenado-vaciado y manómetro, 2 válvulas de seccionamiento, 2 válvulas antirretorno.

#### Criterio de medición en proyecto:

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto

#### Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra:

- Del soporte: Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada. Se cumplirá con las especificaciones del fabricante en referencia a instalación y manipulación.

#### Fases de ejecución:

- Replanteo
- Instalación de la estación solar
- Conexión de los elementos de la instalación solar

#### Conservación y mantenimiento:

Se protegerá contra golpes.

#### Criterio de medición en obra y condiciones de abono:

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto

### **3.3.6. Calderas Murales de Condensación**

#### Características Técnicas:

Suministro e instalación del kit de 5 calderas de condensación en cascada de la marca VAILLANT modelo VM ES 1206/5-5. Caldera para la producción de agua caliente sanitaria y calefacción de condensación. Incluye conexión de gas, bomba, llaves de corte y conexiones exteriores, valvulas de seguridad. Medidas de cada unidad: alto 960 mm, ancho 480 mm, profundo 602 mm.

Potencia modula entre 22 y 115 kW. Incluye aislamientos, colectores de ida y retorno con conexiones a caldera y antirretorno para cada caldera.

#### Criterio de medición en proyecto:

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto

#### Fases de ejecución:



- Replanteo
- Montaje de las calderas
- Conexión con red de gas, red eléctrica y red de agua
- Conexión con chimeneas
- Puesta en funcionamiento

Conservación y mantenimiento:

Protección frente a golpes, suciedad y humedad

Criterio de medición en obra y condiciones de abono:

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto

### **3.3.7. Tuberías (General)**

Características Técnicas:

Tubería de cobre con su correspondiente DN, incluye accesorios y pruebas de presión.

Incluye aislamiento térmico para tuberías de cobre de calefacción o climatización además de la colocación con adhesivo del aislamiento en uniones y medios auxiliares.

Calorifugado con material de chapa de aluminio.

Normativa de aplicación:

Instalación: - CTE. DB-HS Salubridad

Criterio de medición en proyecto:

Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

Fases de ejecución:

- Replanteo del recorrido de las tuberías
- Instalación de tuberías y accesorios
- Instalación de aislamientos
- Revestimiento del aislamiento
- Pruebas de servicio

Pruebas de servicio:

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad (“CTE. DB-HS Salubridad”)

Conservación y mantenimiento:

Se protegerá al equipo durante las obras frente a golpes.

Criterio de medición en obra y condiciones de abono:

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA – PROYECTO FINAL DE GRADO  
ANÁLISIS DE AHORRO ENERGÉTICO DE UNA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOTÉRMICA EN LAS  
PISCINAS MUNICIPALES DE ALMANSA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



---

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño**

---

***PRESUPUESTO***



## ÍNDICE PRESUPUESTO

<b>1. PRECIOS DESCOMPUESTOS .....</b>	<b>2</b>
CAPÍTULO 1 – SISTEMA DE ACUMULACIÓN Y SISTEMA SOLAR .....	3
CAPÍTULO 2 – SISTEMA DE GAS Y SISTEMA DE CALEFACCIÓN .....	8
CAPÍTULO 3 – SEGURIDAD Y SALUD.....	11
<b>2. MEDICIÓN Y PRESUPUESTO .....</b>	<b>12</b>
PRESUPUESTO PARCIAL Nº 1 SISTEMA DE ACUMULACIÓN Y SISTEMA SOLAR .....	13
PRESUPUESTO PARCIAL Nº 2 SISTEMA DE GAS Y CALEFACCIÓN.....	17
PRESUPUESTO PARCIAL Nº 3 SEGURIDAD Y SALUD .....	20
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....	21
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....	21



## 1. PRECIOS DESCOMPUESTOS

Los precios descompuestos consisten en el desglose por capítulos, conceptos y cantidades de todos aquellos elementos, materiales y personas que van a contribuir y van a participar en el correcto desarrollo de la obra.

Presentan una estructura en la que aparecen diferentes elementos, como son:

- Costes Auxiliares
- Mano de Obra
- Materiales
- Maquinaria

Este presupuesto ha sido realizado con la herramienta informática ARQUIMEDES CYPE, y a la hora de crear las partidas, el propio programa ha integrado un 3% de costes auxiliares de manera automática, por ello, este porcentaje se verá reflejado en los precios finales de los elementos, pero no aparecerán en la tabla respectiva al desglose.

Hay que definir de manera correcta tanto la descripción de los elementos y maquinaria, su respectivo código, y la unidad de obra.

A continuación, se muestran los precios descompuestos de la instalación en estudio:



CAPÍTULO 1 – SISTEMA DE ACUMULACIÓN Y SISTEMA SOLAR

Código	Unidad	Descripción	Precio
--------	--------	-------------	--------

<b>01.01</b>	<b>UD</b>	<b>ACUMULADOR ACS SOLAR 2000 L. VIH 2000 UNISTOR</b>	<b>3.467,23</b>
--------------	-----------	--	-----------------

Depósito solar de la marca VAILLANT, modelo VIH 2000, con capacidad de 2000 litros, altura de 2300mm y diámetro de 1360 mm. Presenta recubrimiento epóxico, además de un aislamiento de espuma de poliuretano con temperatura máxima de funcionamiento de 90°C.

Incluye el transporte y montaje, además de: 4 válvulas de corte, 1 válvula de seguridad, 2 válvulas de retención, sondas de temperatura, etc.

Totalmente instalada, probada y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal
MO.01	hr	Oficial Instalador	0,42	12,5	5,25
MO.02	hr	Ayudante	0,42	9,5	3,99
EQ.01	ud	Acumulador Solar ACS 2000 litros	1	3.357, ,5	3.357,5

<b>01.02</b>	<b>UD</b>	<b>CAPTADOR SOLAR auroTherm plus VFK 145 V</b>	<b>600,7</b>
--------------	-----------	--	--------------

Captador solar térmico vertical de la marca VAILLANT, modelo VFK 145 V, con superficie de absorción de 2,35 m<sup>2</sup>, y superficie total homogénea de 2,51 m<sup>2</sup>.

También presenta las siguientes dimensiones: 2.033 x 1.233 x 80 mm, además de una presión máxima de trabajo 10 bar, y rendimiento 0,8. Incluye purgado, llave de corte de entrada y salida y válvula de seguridad.

Totalmente instalada, probada y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal
MO.01	hr	Oficial Instalador	0,6	12,5	7,5
MO.02	hr	Ayudante	0,6	9,5	5,7
EQ.02	ud	Captador Solar VAILLANT VFK 145 V	1	570	570

<b>01.03</b>	<b>UD</b>	<b>ESTRUCTURA SOLAR</b>	<b>528,8</b>
--------------	-----------	-------------------------	--------------

Kit para cubierta de la marca VAILLANT, modelo pro-fila V5. Incluye la bancada de hormigón y los anclajes, además de los accesorios correspondientes.

Totalmente instalada, probada y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal
MO.01	hr	Oficial Instalador	1,2	12,5	5,25
MO.02	hr	Ayudante	1,2	9,5	3,99



MT.01 ud Acumulador Solar ACS 1 487 487  
2000 litros

**01.04 UD KIT REGULACIÓN SOLAR AUROMATIC 620 821,64**

Centralitas de control solar de la marca VAILLANT modelo auroMATIC 620.

Presentan un regulador diferencial de temperatura, además de: control de bombas, medida de la energía solar producida, y el cálculo de las emisiones de CO2 eludidas.

Totalmente instalado, probado y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtota
MO.01	hr	Oficial Instalador	1,35	12,5	16,88
MO.02	hr	Ayudante	1,35	9,5	12,83
EQ.03	ud	Centralita de Control Solar	1	768	768

**01.05 UD INTERCAMBIADOR DE PLACAS 190 kW SOLAR ACS 1.106,95**

Suministro e instalación del intercambiador de placas solar de 190 kW de potencia. Presenta las siguientes características técnicas:

- Circuito Primario

Entrada Agua / Salida Agua 33°C / 17 °C

Caudal 11 m3/h

- Circuito Secundario

Entrada Agua / Salida Agua 42°C / 22 °C

Caudal 11 m3/h

Incluye conexión hidráulica, 4 válvulas de seccionamiento, 1 filtro y un soporte.

Totalmente instalado, probado y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtota
MO.01	hr	Oficial Instalador	0,35	12,5	4,38
MO.02	hr	Ayudante	0,35	9,5	3,33
EQ.04	ud	Intercambiador Solar	1	1.067	1.067

**01.06 UD DISIPADOR DE CALOR SOLAR 494,81**

Disipador de calor solar de la marca ROCA, modelo UL 214 G.

Presenta ventilador helicoidal, 2 válvulas de corte, soportes, etc.

Incluye accesorios de anclaje, conexionado, 2 válvulas de seccionamiento, conductor libre de halógeno 4x4 mm2 Cu TT, todo ello instalado y funcionando.

Totalmente instalado, probado y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtota
MO.01	hr	Oficial Instalador	0,2	12,5	2,5
MO.02	hr	Ayudante	0,2	9,5	1,9



EQ.01 ud Aerotermo Solar 1 476 476

**01.07 UD VASO EXPANSIÓN SOLAR 238,34**

Vaso de expansión solar de 100 litros, que presenta una presión de funcionamiento máxima de 10 bar, y una temperatura máxima de funcionamiento de 130°C.  
Incluye soporte para instalación en suelo.  
Totalmente instalado, probado y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal
MO.01	hr	Oficial Instalador	0,2	12,5	2,5
MO.02	hr	Ayudante	0,2	9,5	1,9
EQ.06	ud	Vaso de Expansión	1	227	227

**01.08 UD ESTACIÓN DE BOMBEO SOLAR 1.016,4**

Suministro y colocación del grupo de bombeo solar.  
Incluye todos los accesorios, bombas y válvulas necesarios en la instalación para el correcto funcionamiento.  
Totalmente instalado, probado y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal
MO.01	hr	Oficial Instalador	0,4	12,5	5
MO.02	hr	Ayudante	0,4	9,5	3,8
EQ.07	ud	Estación Bombeo	1	978	978

**01.09 UD LIQUIDO CALOPORTADOR 79,96**

Fluido caloportador de la marca VAILLANT. Bidón de 20 litros con concentración de propilenglicol entre 42-45%.  
Totalmente instalado, probado y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal
MO.01	hr	Oficial Instalador	0,05	12,5	0,63
VT.02	ud	Bidón 20 litros	1	77	77

**01.10 m TUBERÍA DE COBRE D=20/22 mm 0,66**

Tubería de cobre de 1 mm de espesor y D=20/22 mm, incluye accesorios y pruebas de presión.  
Incluye aislamiento térmico además de la colocación con adhesivo del aislamiento en uniones y medios auxiliares.  
Totalmente instalado, probado y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.

Código	Ud	Descripción	Cantid ad	Coste	Subtotal
MO.01	hr	Oficial Instalador	0,02	12,5	0,25
MO.02	hr	Ayudante	0,02	9,5	0,19



		MT.03	ud	Tubería cobre D=20/22 mm	1	0,2	0,2	
<b>01.11</b>	<b>m</b>	<b>TUBERÍA DE COBRE D=26/28 mm</b>					<b>0,66</b>	
<p>Tubería de cobre de 1 mm de espesor y D=26/28 mm, incluye accesorios y pruebas de presión. Incluye aislamiento térmico además de la colocación con adhesivo del aislamiento en uniones y medios auxiliares. Totalmente instalado, probado y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.</p>								
		<b>Código</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Coste</b>	<b>Subtota</b>	
		MO.01	hr	Oficial Instalador	0,02	12,5	0,25	
		MO.02	hr	Ayudante	0,02	9,5	0,19	
		MT.04	ud	Tubería cobre D=26/28 mm	1	0,2	0,2	
<b>01.12</b>	<b>m</b>	<b>TUBERÍA DE COBRE D=33/35 mm</b>					<b>0,66</b>	
<p>Tubería de cobre de 1 mm de espesor y D=33/35 mm, incluye accesorios y pruebas de presión. Incluye aislamiento térmico además de la colocación con adhesivo del aislamiento en uniones y medios auxiliares. Totalmente instalado, probado y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.</p>								
		<b>Código</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Coste</b>	<b>Subtota</b>	
		MO.01	hr	Oficial Instalador	0,02	12,5	0,25	
		MO.02	hr	Ayudante	0,02	9,5	0,19	
		MT.05	ud	Tubería cobre D=33/35 mm	1	0,2	0,2	
<b>01.13</b>	<b>m</b>	<b>TUBERÍA DE COBRE D=40/42 mm</b>					<b>0,66</b>	
<p>Tubería de cobre de 1 mm de espesor y D=40/42 mm, incluye accesorios y pruebas de presión. Incluye aislamiento térmico además de la colocación con adhesivo del aislamiento en uniones y medios auxiliares. Totalmente instalado, probado y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.</p>								
		<b>Código</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Coste</b>	<b>Subtota</b>	
		MO.01	hr	Oficial Instalador	0,02	12,5	0,25	
		MO.02	hr	Ayudante	0,02	9,5	0,19	
		MT.06	ud	Tubería cobre D=40/42 mm	1	0,2	0,2	
<b>01.14</b>	<b>m</b>	<b>TUBERÍA DE COBRE D=51/54 mm</b>					<b>0,66</b>	
<p>Tubería de cobre de 1 mm de espesor y D=51/54 mm, incluye accesorios y pruebas de presión. Incluye aislamiento térmico además de la colocación con adhesivo del aislamiento en uniones y medios auxiliares. Totalmente instalado, probado y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.</p>								
		<b>Código</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Coste</b>	<b>Subtota</b>	
		MO.01	hr	Oficial Instalador	0,02	12,5	0,25	



MO.02	hr	Ayudante	0,02	9,5	0,19
MT.07	ud	Tubería cobre D=51/54 mm	1	0,2	0,2



## CAPÍTULO 2 – SISTEMA DE GAS Y SISTEMA DE CALEFACCIÓN

Código	Unidad	Descripción	Precio																								
<b>02.01</b>	<b>UD</b>	<b>DESMONTAJE CALDERAS EXISTENTES</b>	<b>216,3</b>																								
		Desmontaje de calderas, válvulas, accesorios y tuberías existentes, así como los elementos relacionados con estos equipos. Incluye la limpieza, retirada y transporte a vertedero o planta de reciclaje.																									
		<table border="1"><thead><tr><th>Código</th><th>Ud</th><th>Descripción</th><th>Cantidad</th><th>Coste</th><th>Subtotal</th></tr></thead><tbody><tr><td>MO.01</td><td>hr</td><td>Oficial Instalador</td><td>5</td><td>12,5</td><td>62,5</td></tr><tr><td>MO.02</td><td>hr</td><td>Ayudante</td><td>5</td><td>9,5</td><td>47,5</td></tr><tr><td>MQ.01</td><td>ud</td><td>Transporte y recogida de residuos</td><td>10</td><td>10</td><td>100</td></tr></tbody></table>	Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal	MO.01	hr	Oficial Instalador	5	12,5	62,5	MO.02	hr	Ayudante	5	9,5	47,5	MQ.01	ud	Transporte y recogida de residuos	10	10	100	
Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal																						
MO.01	hr	Oficial Instalador	5	12,5	62,5																						
MO.02	hr	Ayudante	5	9,5	47,5																						
MQ.01	ud	Transporte y recogida de residuos	10	10	100																						
<b>02.02</b>	<b>UD</b>	<b>INSTALACIÓN ROOF TOP VAILLANT 5 CALDERAS EN CASCADA</b>	<b>39.637,49</b>																								
		Suministro e instalación del kit de 5 calderas de condensación en cascada de la marca VAILLANT, modelo VM ES 1206/5-5. Caldera de condensación para la producción de agua caliente sanitaria y calefacción. Incluye conexión de gas, bomba, llaves de corte y conexiones exteriores, válvulas de seguridad. Medidas de cada unidad: alto 960 mm, ancho 480 mm, profundo 602 mm. Potencia que modula entre 22 y 115 kW. Incluye aislamientos, colectores de ida y retorno con conexiones a caldera y antirretorno para cada caldera. Totalmente instalada, probada y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.																									
		<table border="1"><thead><tr><th>Código</th><th>Ud</th><th>Descripción</th><th>Cantidad</th><th>Coste</th><th>Subtotal</th></tr></thead><tbody><tr><td>MO.01</td><td>hr</td><td>Oficial Instalador</td><td>1,5</td><td>12,5</td><td>18,75</td></tr><tr><td>MO.02</td><td>hr</td><td>Ayudante</td><td>1,5</td><td>9,5</td><td>14,25</td></tr><tr><td>EQ.08</td><td>ud</td><td>Roof top 5 calderas murales</td><td>1</td><td>38.450</td><td>38.450</td></tr></tbody></table>	Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal	MO.01	hr	Oficial Instalador	1,5	12,5	18,75	MO.02	hr	Ayudante	1,5	9,5	14,25	EQ.08	ud	Roof top 5 calderas murales	1	38.450	38.450	
Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal																						
MO.01	hr	Oficial Instalador	1,5	12,5	18,75																						
MO.02	hr	Ayudante	1,5	9,5	14,25																						
EQ.08	ud	Roof top 5 calderas murales	1	38.450	38.450																						
<b>02.03</b>	<b>UD</b>	<b>SISTEMA DE LLENADO</b>	<b>71,69</b>																								
		Suministro e instalación del sistema de llenado de las calderas. Incluye válvulas antirretorno, llave de llenado, y tubería hasta el roof-top. Totalmente instalado, probado y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.																									
		<table border="1"><thead><tr><th>Código</th><th>Ud</th><th>Descripción</th><th>Cantidad</th><th>Coste</th><th>Subtotal</th></tr></thead><tbody><tr><td>MO.01</td><td>hr</td><td>Oficial Instalador</td><td>0,3</td><td>12,5</td><td>3,75</td></tr><tr><td>MO.02</td><td>hr</td><td>Ayudante</td><td>0,3</td><td>9,5</td><td>2,85</td></tr><tr><td>EQ.09</td><td>ud</td><td>Sistema de Llenado</td><td>1</td><td>63</td><td>63</td></tr></tbody></table>	Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal	MO.01	hr	Oficial Instalador	0,3	12,5	3,75	MO.02	hr	Ayudante	0,3	9,5	2,85	EQ.09	ud	Sistema de Llenado	1	63	63	
Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal																						
MO.01	hr	Oficial Instalador	0,3	12,5	3,75																						
MO.02	hr	Ayudante	0,3	9,5	2,85																						
EQ.09	ud	Sistema de Llenado	1	63	63																						
<b>02.04</b>	<b>UD</b>	<b>DESMONTAJE TUBERÍAS Y AISLAMIENTO SALA DE CALDERAS</b>	<b>282,22</b>																								
		Desmontaje de las tuberías y su correspondiente aislamiento de la sala de calderas. Incluye la limpieza y reciclaje de los elementos retirados.																									
		<table border="1"><thead><tr><th>Código</th><th>Ud</th><th>Descripción</th><th>Cantidad</th><th>Coste</th><th>Subtotal</th></tr></thead><tbody><tr><td>MO.01</td><td>hr</td><td>Oficial Instalador</td><td>7</td><td>12,5</td><td>87,5</td></tr><tr><td>MO.02</td><td>hr</td><td>Ayudante</td><td>7</td><td>9,5</td><td>66,5</td></tr><tr><td>MQ.01</td><td>ud</td><td>Transporte y Recogida de residuos</td><td>12</td><td>10</td><td>120</td></tr></tbody></table>	Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal	MO.01	hr	Oficial Instalador	7	12,5	87,5	MO.02	hr	Ayudante	7	9,5	66,5	MQ.01	ud	Transporte y Recogida de residuos	12	10	120	
Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal																						
MO.01	hr	Oficial Instalador	7	12,5	87,5																						
MO.02	hr	Ayudante	7	9,5	66,5																						
MQ.01	ud	Transporte y Recogida de residuos	12	10	120																						



**02.05 m2 PINTURA PLÁSTICA PARA SALA DE CALDERAS 6,82**

Pintura plástica lisa mate en blanco para la sala de calderas.

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal
MO.05	hr	Oficial 1º Albañilería	0,2	13,6	2,72
MO.02	hr	Ayudante	0,2	9,5	1,9
MT.07	ud	Pintura	1	2	2

**02.06 UD INSTALACIÓN NUEVAS TUBERÍAS Y AISLAMIENTO DE LA SALA DE CALDERAS 282,22**

Instalación y reposición de las nuevas tuberías y aislamientos para calefacción y acs.

Totalmente instalado, probado y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal
MO.01	hr	Oficial Instalador	7	12,5	87,5
MO.02	hr	Ayudante	7	9,5	66,5
MQ.01	hr	Transporte y recogida de residuos	12	10	120

**02.07 UD SUSTITUCIÓN Y RECAMBIO DE VÁLVULAS Y ACCESORIOS 883,33**

Sustitución de las válvulas y accesorios que se encuentren en mal estado en la sala de calderas y sala de intercambiadores de calor.

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal
MO.01	hr	Oficial Instalador	0,8	12,5	10
MO.02	hr	Ayudante	0,8	9,5	7,6
EQ.10	ud	Válvulas de 1"	20	22	440
EQ.11	ud	Válvulas de 2"	10	25	250
EQ.12	ud	Válvula de Retención	5	30	150

**02.08 UD AYUDAS ALBAÑILERÍA 177,37**

Ayudas de albañilería en la sustitución e instalación de los sistemas de calefacción, incluyendo todo aquello necesario para la correcta colocación de los elementos.

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal
MO.05	hr	Oficial 1º Albañilería	7	13,6	95,2
MO.06	hr	Ayudante Albañilería	7	11	77

**02.09 m TUBERÍA ACERO NEGRO 6,84**

Tubería de acero negro tipo DIN-2440 de 3" para la sala de calderas y conexión con el colector existente.

Totalmente instalado, probado y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal
--------	----	-------------	----------	-------	----------



		MO.01	hr	Oficial Instalador	0,02	12,5	0,25																								
		MO.02	hr	Ayudante	0,02	9,5	0,19																								
		MT.03	ud	Tubería Acero Negro	1	6,2	062																								
<b>02.10</b>	<b>m</b>	<b>TUBERÍAS EXTERIOR</b>					<b>7,08</b>																								
<p>Tubería acero negro tipo UNE-EN-10255 de diametro 3" para los circuitos de calefacción y ACS exteriores. Incluye codos, manguitos, accesorios de montaje, aislamiento etc. Totalmente instalada, probada y en funcionamiento.</p>																															
<table><thead><tr><th>Código</th><th>Ud</th><th>Descripción</th><th>Cantidad</th><th>Coste</th><th>Subtotal</th></tr></thead><tbody><tr><td>MO.01</td><td>hr</td><td>Oficial Instalador</td><td>0,03</td><td>12,5</td><td>0,38</td></tr><tr><td>MO.02</td><td>hr</td><td>Ayudante</td><td>0,03</td><td>9,5</td><td>0,29</td></tr><tr><td>MT.03</td><td>ud</td><td>Tubería Acero Negro</td><td>1</td><td>6,2</td><td>6,2</td></tr></tbody></table>								Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal	MO.01	hr	Oficial Instalador	0,03	12,5	0,38	MO.02	hr	Ayudante	0,03	9,5	0,29	MT.03	ud	Tubería Acero Negro	1	6,2	6,2
Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal																										
MO.01	hr	Oficial Instalador	0,03	12,5	0,38																										
MO.02	hr	Ayudante	0,03	9,5	0,29																										
MT.03	ud	Tubería Acero Negro	1	6,2	6,2																										
<b>02.11</b>	<b>m</b>	<b>TUBERÍAS GAS</b>					<b>5,53</b>																								
<p>Tuberías de acero DIN 2440 sin soldadura de diametro 1 1/2" para la instalación de gas, incluye pruebas de presión. Totalmente instalado, probado y en funcionamiento.</p>																															
<table><thead><tr><th>Código</th><th>Ud</th><th>Descripción</th><th>Cantidad</th><th>Coste</th><th>Subtotal</th></tr></thead><tbody><tr><td>MO.01</td><td>hr</td><td>Oficial Instalador</td><td>0,03</td><td>12,5</td><td>0,38</td></tr><tr><td>MO.02</td><td>hr</td><td>Ayudante</td><td>0,03</td><td>9,5</td><td>0,29</td></tr><tr><td>MT.04</td><td>ud</td><td>Tubería Acero Gas</td><td>1</td><td>4,7</td><td>4,7</td></tr></tbody></table>								Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal	MO.01	hr	Oficial Instalador	0,03	12,5	0,38	MO.02	hr	Ayudante	0,03	9,5	0,29	MT.04	ud	Tubería Acero Gas	1	4,7	4,7
Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal																										
MO.01	hr	Oficial Instalador	0,03	12,5	0,38																										
MO.02	hr	Ayudante	0,03	9,5	0,29																										
MT.04	ud	Tubería Acero Gas	1	4,7	4,7																										
<b>02.12</b>	<b>UD</b>	<b>PUESTA EN MARCHA INSTALACIÓN DE GAS</b>					<b>724,09</b>																								
<p>Puesta en marcha de la instalación de gas incluyendo las pruebas de gas según normativa además de la emisión del informe de la prueba.</p>																															
<table><thead><tr><th>Código</th><th>Ud</th><th>Descripción</th><th>Cantidad</th><th>Coste</th><th>Subtotal</th></tr></thead><tbody><tr><td>MO.01</td><td>hr</td><td>Oficial Instalador</td><td>2</td><td>12,5</td><td>25</td></tr><tr><td>MO.02</td><td>hr</td><td>Ayudante</td><td>2</td><td>9,5</td><td>19</td></tr><tr><td>MT.05</td><td>ud</td><td>Puesta en Marcha</td><td>1</td><td>659</td><td>659</td></tr></tbody></table>								Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal	MO.01	hr	Oficial Instalador	2	12,5	25	MO.02	hr	Ayudante	2	9,5	19	MT.05	ud	Puesta en Marcha	1	659	659
Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal																										
MO.01	hr	Oficial Instalador	2	12,5	25																										
MO.02	hr	Ayudante	2	9,5	19																										
MT.05	ud	Puesta en Marcha	1	659	659																										
<b>02.13</b>	<b>UD</b>	<b>PUESTA EN MARCHA CALEFACCIÓN Y CALDERAS DE GAS</b>					<b>1.425,52</b>																								
<p>Puesta en marcha de la instalación de calefacción y calderas de gas incluyendo las respectivas pruebas de funcionamiento y la emisión del informe correspondiente a las pruebas realizadas.</p>																															
<table><thead><tr><th>Código</th><th>Ud</th><th>Descripción</th><th>Cantidad</th><th>Coste</th><th>Subtotal</th></tr></thead><tbody><tr><td>MO.01</td><td>hr</td><td>Oficial Instalador</td><td>3</td><td>12,5</td><td>37,5</td></tr><tr><td>MO.02</td><td>hr</td><td>Ayudante</td><td>3</td><td>9,5</td><td>28,5</td></tr><tr><td>MT.05</td><td>ud</td><td>Puesta en Marcha</td><td>2</td><td>659</td><td>1.318</td></tr></tbody></table>								Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal	MO.01	hr	Oficial Instalador	3	12,5	37,5	MO.02	hr	Ayudante	3	9,5	28,5	MT.05	ud	Puesta en Marcha	2	659	1.318
Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal																										
MO.01	hr	Oficial Instalador	3	12,5	37,5																										
MO.02	hr	Ayudante	3	9,5	28,5																										
MT.05	ud	Puesta en Marcha	2	659	1.318																										



CAPÍTULO 3 – SEGURIDAD Y SALUD

Código	Unidad	Descripción	Precio												
<b>03.01</b>	<b>UD</b>	<b>SISTEMAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA</b>	<b>566,5</b>												
		Conjunto de sistemas de protección colectiva necesarios para el correcto cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el trabajo.													
		<table border="1"><thead><tr><th>Código</th><th>Ud</th><th>Descripción</th><th>Cantidad</th><th>Coste</th><th>Subtotal</th></tr></thead><tbody><tr><td>EQ.13</td><td>ud</td><td>Equipos de protección colectivos</td><td>1</td><td>550</td><td>550</td></tr></tbody></table>	Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal	EQ.13	ud	Equipos de protección colectivos	1	550	550	
Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal										
EQ.13	ud	Equipos de protección colectivos	1	550	550										
<b>03.02</b>	<b>UD</b>	<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b>	<b>664,35</b>												
		Conjunto de equipos de protección individual, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el trabajo.													
		<table border="1"><thead><tr><th>Código</th><th>Ud</th><th>Descripción</th><th>Cantidad</th><th>Coste</th><th>Subtotal</th></tr></thead><tbody><tr><td>EQ.14</td><td>ud</td><td>Equipos de protección individual</td><td>1</td><td>645</td><td>645</td></tr></tbody></table>	Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal	EQ.14	ud	Equipos de protección individual	1	645	645	
Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Subtotal										
EQ.14	ud	Equipos de protección individual	1	645	645										



## **2. MEDICIÓN Y PRESUPUESTO**

En este apartado, se van a cuantificar y medir la cantidad de elementos que se van a utilizar de cada uno de los equipos y trabajos adquiridos en el apartado anteriormente expuesto.

De esta manera se obtendrá un presupuesto parcial para cada capítulo expuesto, para finalmente sumando dichos presupuestos parciales se obtendrá el Presupuesto de Ejecución Material y el Presupuesto de Ejecución por Contrata.

A continuación, se exponen las mediciones y presupuestos correspondientes:



**Presupuesto parcial nº 1 SISTEMA DE ACUMULACIÓN Y SISTEMA SOLAR**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
1.1	Ud	<p>Depósito solar de la marca VAILLANT, modelo VIH 2000, con capacidad de 2000 litros, altura de 2300mm y diámetro de 1360 mm.</p> <p>Presenta recubrimiento epóxico, además de un aislamiento de espuma de poliuretano con temperatura máxima de funcionamiento de 90°C.</p> <p>Incluye el transporte y montaje, además de: 4 válvulas de corte, 1 válvula de seguridad, 2 válvulas de retención, sondas de temperatura, etc.</p> <p>Totalmente instalada, probada y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.</p>			
		Total UD .....	2,000	3.467,23	6.934,46
1.2	Ud	<p>Captador solar térmico vertical de la marca VAILLANT, modelo VFK 145 V, con superficie de absorción de 2,35 m<sup>2</sup>, y superficie total homogénea de 2,51 m<sup>2</sup>.</p> <p>También presenta las siguientes dimensiones: 2.033 x 1.233 x 80 mm, además de una presión máxima de trabajo 10 bar, y rendimiento 0,8.</p> <p>Incluye purgado, llave de corte de entrada y salida y válvula de seguridad.</p> <p>Totalmente instalada, probada y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.</p>			
		Total UD .....	34,000	600,70	20.423,8
1.3	Ud	<p>Kit para cubierta de la marca VAILLANT, modelo pro-fila V5. Incluye la bancada de hormigón y los anclajes, además de los accesorios correspondientes.</p> <p>Totalmente instalada, probada y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.</p>			
		Total Ud .....	7,000	528,80	3.701,6



1.4	Ud	Centralitas de control solar de la marca VAILLANT modelo auroMATIC 620.  Presentan un regulador diferencial de temperatura, además de: control de bombas, medida de la energía solar producida, y el cálculo de las emisiones de CO2 eludidas.  Totalmente instalado, probado y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente			
			Total UD .....	1,000	821,64 821,64
1.5	Ud	Suministro e instalación del intercambiador de placas solar de 190 kW de potencia. Presenta las siguientes características técnicas:  • Circuito Primario Entrada Agua / Salida Agua 33°C / 17 °C Caudal 11 m3/h  • Circuito Secundario Entrada Agua / Salida Agua 42°C / 22 °C Caudal 11 m3/h  Incluye conexión hidráulica, 4 válvulas de seccionamiento, 1 filtro y un soporte.  Totalmente instalado, probado y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.			
			Total UD .....	1,000	1.106,95 1.106,95
1.6	Ud	Disipador de calor solar de la marca ROCA, modelo UL 214 G.  Presenta ventilador helicoidal, 2 válvulas de corte, soportes, etc.  Incluye accesorios de anclaje, conexionado, 2 válvulas de seccionamiento, conductor libre de halógeno 4x4 mm <sup>2</sup> Cu TT, todo ello instalado y funcionando.  Totalmente instalado, probado y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.			
			Total UD .....	1,000	494,81 494,81



1.7	Ud	Vaso de expansión solar de 100 litros, que presenta una presión de funcionamiento máxima de 10 bar, y una temperatura máxima de funcionamiento de 130°C.  Incluye soporte para instalación en suelo.  Totalmente instalado, probado y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.			
			Total UD .....	1,000	238,34 238,34
1.8	Ud	Suministro y colocación del grupo de bombeo solar.  Incluye todos los accesorios, bombas y válvulas necesarios en la instalación para el correcto funcionamiento.  Totalmente instalado, probado y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.			
			Total UD .....	1,000	1.016,40 1.016,40
1.9	Ud	Fluido caloportador de la marca VAILLANT. Bidón de 20 litros con concentración de propilenglicol entre 42-45%.  Totalmente instalado, probado y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.			
			Total UD .....	35,000	79,96 2.798,60
1.10	M	Tubería de cobre de 1 mm de espesor y D=20/22 mm, incluye accesorios y pruebas de presión.  Incluye aislamiento térmico además de la colocación con adhesivo del aislamiento en uniones y medios auxiliares.  Totalmente instalado, probado y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.			
			Total m .....	400,000	0,66 264,00



1.11	M	Tubería de cobre de 1 mm de espesor y D=26/28 mm, incluye accesorios y pruebas de presión.  Incluye aislamiento térmico además de la colocación con adhesivo del aislamiento en uniones y medios auxiliares.  Totalmente instalado, probado y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.	Total m .....:	70,000	0,66	46,20
1.12	M	Tubería de cobre de 1 mm de espesor y D=33/35 mm, incluye accesorios y pruebas de presión.  Incluye aislamiento térmico además de la colocación con adhesivo del aislamiento en uniones y medios auxiliares.  Totalmente instalado, probado y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.	Total m .....:	125,000	0,66	82,50
1.13	M	Tubería de cobre de 1 mm de espesor y D=40/42 mm, incluye accesorios y pruebas de presión.  Incluye aislamiento térmico además de la colocación con adhesivo del aislamiento en uniones y medios auxiliares.  Totalmente instalado, probado y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.	Total m .....:	75,000	0,66	49,50
1.14	M	Tubería de cobre de 1 mm de espesor y D=51/54 mm, incluye accesorios y pruebas de presión.  Incluye aislamiento térmico además de la colocación con adhesivo del aislamiento en uniones y medios auxiliares.  Totalmente instalado, probado y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.	Total m .....:	77,000	0,66	50,82

**Total presupuesto parcial nº 1 SISTEMA DE ACUMULACIÓN Y SISTEMA SOLAR : 38.029,62**



### Presupuesto parcial nº 2 SISTEMA DE GAS Y CALEFACCIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.1	Ud	Desmontaje de calderas, válvulas, accesorios y tuberías existentes así como los elementos relacionados con estos equipos. Incluye la limpieza, retirada y transporte a vertedero o planta de reciclaje.			
			Total UD .....	1,000 216,30	216,30
2.2	Ud	Suministro e instalación del kit de 5 calderas de condensación en cascada de la marca VAILLANT, modelo VM ES 1206/5-5. Caldera de condensación para la producción de agua caliente sanitaria y calefacción.  Incluye conexión de gas, bomba, llaves de corte y conexiones exteriores, válvulas de seguridad. Medidas de cada unidad: alto 960 mm, ancho 480 mm, profundo 602 mm.  Potencia que modula entre 22 y 115 kW. Incluye aislamientos, colectores de ida y retorno con conexiones a caldera y antirretorno para cada caldera.  Totalmente instalada, probada y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.			
			Total UD .....	1,000 39.637,49	39.637,49
2.3	Ud	Suministro e instalación del sistema de llenado de las calderas.  Incluye válvulas antirretorno, llave de llenado, y tubería hasta el roof-top.  Totalmente instalado, probado y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.			
			Total UD .....	2,000 71,69	143,38
2.4	Ud	Desmontaje de las tuberías y su correspondiente aislamiento de la sala de calderas. Incluye la limpieza y reciclaje de los elementos retirados.			
			Total UD .....	1,000 282,22	282,22



2.5	M2	Pintura plástica lisa mate en blanco para la sala de calderas.	Total m2 .....	110,000	6,82	750,20
2.6	Ud	Instalación y reposición de las nuevas tuberías y aislamientos para calefacción y acs. Totalmente instalado, probado y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.	Total UD .....	1,000	282,22	282,22
2.7	Ud	Sustitución de las válvulas y accesorios que se encuentren en mal estado en la sala de calderas y sala de intercambiadores de calor.	Total UD .....	1,000	883,33	883,33
2.8	Ud	Ayudas de albañilería en la sustitución e instalación de los sistemas de calefacción, incluyendo todo aquello necesario para la correcta colocación de los elementos.	Total UD .....	1,000	177,37	177,37
2.9	M	Tubería de acero negro tipo DIN-2440 de 3" para la sala de calderas y conexión con el colector existente. Totalmente instalado, probado y en funcionamiento cumpliendo la normativa vigente.	Total m .....	15,000	6,84	102,60
2.10	Ud	Tubería acero negro tipo UNE-EN-10255 de diametro 3" para los circuitos de calefacción y ACS exteriores. Incluye codos, maguitos, accesorios de montaje, aislamiento etc. Totalmente instalada, probada y en funcionamiento.	Total ud .....	22,000	7,08	155,76
2.11	M	Tuberías de acero DIN 2440 sin soldadura de diametro 1 1/2" para la instalación de gas, incluye pruebas de presión. Totalmente instalado, probado y en funcionamiento.	Total m .....	9,500	5,53	52,54
2.12	Ud	Puesta en marcha de la instalación de gas incluyendo las pruebas de gas según normativa además de la emisión del informa de la prueba.	Total UD .....	1,000	724,09	724,09



- 2.13 Ud Puesta en marcha de la instalación de calefacción y calderas de gas incluyendo las respectivas pruebas de funcionamiento y la emisión del informe correspondiente a las pruebas realizadas.

Total UD .....: 1,000 1.425,52 1.425,52

**Total presupuesto parcial nº 2 SISTEMA DE GAS Y CALEFACCIÓN: 44.833,02**



**Presupuesto parcial nº 3 SEGURIDAD Y SALUD**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
3.1	Ud	Conjunto de sistemas de protección colectiva necesarios para el correcto cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el trabajo.			
		Total UD .....	1,000	566,50	566,50
3.2	Ud	Conjunto de equipos de protección individual, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el trabajo.			
		Total UD .....	1,000	664,35	664,35
<b>Total presupuesto parcial nº 3 SEGURIDAD Y SALUD :</b>					<b>1.230,85</b>



### Presupuesto de ejecución material

1 SISTEMA DE ACUMULACIÓN Y SISTEMA SOLAR	38.029,62
2 SISTEMA DE GAS Y CALEFACCIÓN	44.833,02
3 SEGURIDAD Y SALUD	1.230,85
Total .....	84.093,49

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de OCHENTA Y CUATRO MIL NOVENTA Y TRES EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

### Presupuesto de ejecución por contrata

1 SISTEMA DE ACUMULACIÓN Y SISTEMA SOLAR	38.029,62
2 SISTEMA DE GAS Y CALEFACCIÓN	44.833,02
3 SEGURIDAD Y SALUD	1.230,85
Total .....	84.093,49

GASTOS GENERALES 13%	10.932,15
BENEFICIO INDUSTRIAL 6%	5.045,61
TOTAL PRESUPUESTO.....:	100.071,25

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CIENTO MIL SETENTA Y UN EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS.

En conclusión, y a modo de resumen final del presupuesto:

<b>Presupuesto Ejecución Material</b>	<b>84.093,49 €</b>
Beneficio industrial	5.045,61€
Gastos Generales	10.932,15 €
<b>Presupuesto Ejecución por Contrata</b>	<b>100.071,25 €</b>
IVA 21%	21.015 €
<b>TOTAL</b>	<b>121.086,25 €</b>