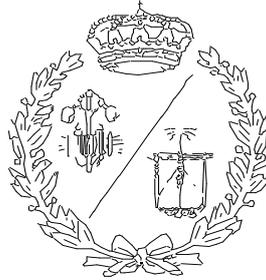


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



***Proyecto Fin de Grado***

**INSTALACIÓN DE SISTEMA DE  
CLIMATIZACIÓN PARA PISCINA PRIVADA**

**(Installation of heating system for private pool)**

Para acceder al Título de

**GRADUADO EN INGENIERÍA MECÁNICA**

**Autor: Jesús Ángel Barrio Martínez**

**FEB - 2020**

# ÍNDICE

## **1. MEMORIA**

- 1.1. Objeto
- 1.2. Emplazamiento
- 1.3. Descripción de la piscina
- 1.4. Climatización de la piscina
- 1.5. Condiciones exteriores de cálculo
- 1.6. Pérdidas
- 1.7. Red de tuberías
- 1.8. Descripción y cálculo de bombas de calor
- 1.9. Descripción y cálculo de sistema solar térmico
- 1.10. Bibliografía, software y otras referencias
- 1.11. Plazos de realización del proyecto

## **2. ANEXOS**

- 2.1. Pérdidas por evaporación
- 2.2. Pérdidas por radiación
- 2.3. Pérdidas por convección
- 2.4. Pérdidas por renovación
- 2.5. Pérdidas por transmisión
- 2.6. Ganancia solar del vaso

- 2.7 Resumen de pérdidas totales
- 2.8. Potencia necesaria para puesta a régimen
- 2.9. Anexos de sistema sola térmico
- 2.10. Estudio básico de seguridad y salud
  - 2.10.1. Memoria
  - 2.10.2. Pliego de condiciones particulares

### **3. PLANOS**

- 3.1. Situación de la parcela
- 3.2. Planos de la parcela
- 3.3. Planos del vaso de la piscina
- 3.4. Esquema de la instalación

### **4. PLIEGO DE CONDICIONES**

- 4.1. Condiciones generales
- 4.2. Condiciones para el contratista
- 4.3. Disposiciones complementarias
- 4.4. Condiciones económicas legales
- 4.5. Cargos al contratista
- 4.6. Rescisión de contrato
- 4.7. Condiciones técnicas exigibles a materiales
- 4.8. Instalaciones

### **5. PRESUPUESTO**

- 5.1. Presupuesto unitario

5.2. Justificación de precios

5.3. Presupuesto de ejecución por contrata

5.4. Presupuesto de licitación

5.5. Presupuesto para conocimiento de la administración

# **1 MEMORIA**

## **1.1 OBJETO**

El proyecto final de estudio y posterior implementación es el empleo de una bomba de calor conectada en serie con un depósito de gran capacidad que, a la vez, está alimentado por unos paneles solares sobre una piscina privada ya construida. Dicho de otro modo, serían dos circuitos independientes, uno el depósito de gran capacidad es calentado por los paneles solares y accionado por una bomba, y el segundo circuito, en el cual la bomba de calor absorbe calor del depósito de gran capacidad calentado por los paneles solares y este calor obtenido es emitido al agua de la piscina. Debido a que emplea energía renovable, podemos emplearlo en una piscina abierta al aire libre. Considero interesante realizar el estudio de dicha instalación puesto que combina perfectamente tanto la bomba de calor, como los paneles solares. La bomba de calor esta accionada por energía eléctrica procedente de la red, pero como emplea agua caliente del depósito, no requiere un gran consumo de energía, como si sacara calor a través del aire en un día de frío, ya que el depósito de agua caliente siempre estará a mayor temperatura que la temperatura ambiente.

## **1.2 EMPLAZAMIENTO**

La piscina se encuentra ubicada en una parcela privada situada en Cantabria.

La parcela consta de unas dimensiones de 25 x 25m en la cual está ubicada un chalet en la zona central de dimensiones 12 x 10m y la piscina objeto de estudio está ubicada en la zona sur de la parcela para aprovechar al máximo la energía solar.

## **1.3 DESCRIPCIÓN DE LA PISCINA**

La piscina está ubicada en una parcela privada en orientación sur con respecto a la vivienda. El conjunto de climatización de la piscina está situado a unos 8 metros para evitar contaminación acústica de las bombas, tanto de impulsión como de calor, y evitar el chorro de aire frío despedido por la bomba de calor. La

piscina tiene unas dimensiones de 7,5 x 4 m, y una profundidad que varía desde 1,20 m hasta 1,80m.

## **1.4 CLIMATIZACIÓN DE LA PISCINA**

El objetivo es obtener una temperatura del agua acorde a las condiciones de confort.

### **Condiciones de confort**

Se fijará una temperatura del agua que aumente el confort de los bañistas, siendo esta temperatura, de acuerdo con las características técnicas de la norma RITE:

Uso público:

- Recreo: 23°C
- Chapoteo: 24°C
- Enseñanza: 25°C
- Entrenamiento: 26°C
- Competición: 24°C
- Uso privado: Entre 25°C y 26°C

\*Esta medición se hará en el centro de la piscina, a unos 20cm de la lámina de agua.

### **Procesos a realizar**

Calentamiento del agua del vaso.

Para poder tener una temperatura de entre 25 y 26°C, el aporte calorífico a la piscina se realizará a través de un sistema solar térmico con un acumulador, que, a su vez, está conectado en serie con una bomba de calor la cual solamente aportará calor en caso de no ser cumplimentado el requerimiento calórico por la energía renovable. Si las condiciones son favorables (buena temperatura ambiente y viento escaso o nulo para minimizar la pérdida de calor del vaso, buena radiación solar para que el panel solar funcione correctamente) la bomba de calor no entraría en funcionamiento, minimizando el consumo de electricidad.

El flujo de circulación de agua será absorber agua de la piscina, circular a través de los paneles solares para calentar el agua, enviarlo al acumulador y circular a través de la bomba de calor, ya sea circulando sin intercambio de calor en la bomba, o intercambiando calor, en función de la temperatura que alcance el agua en el acumulador de calor. Se requerirá la instalación de termostatos para hacer trabajar o no el intercambio de calor de la bomba.

### **Fuentes de energía**

Las fuentes de energías de este sistema son la energía solar y la energía de la red eléctrica.

La energía de la red eléctrica se tomará a través de la instalación de la vivienda.

### **Regulación y control**

La regulación de la instalación se realizará a través de termostatos cuya función es comprobar la temperatura del agua y en función de la misma, accionar el sistema de calentamiento del agua.

Por un lado, será necesario un termostato para controlar la temperatura de la piscina, que entrará en funcionamiento en cuanto baje de la temperatura mínima objetivo, y por otro lado, otro termostato en el acumulador de agua antes de la entrada de la bomba de calor, de este modo, hará funcionar o solamente bombear a la bomba de calor en función de la temperatura del acumulador frente a la temperatura objetivo.

### **Sistema elegido**

Se ha optado por la instalación de circuito con bomba de calor el cual está conectado en serie con la depuradora de la propia piscina y de otro circuito independiente que consta sistema solar debido a la pequeña inversión que es necesario realizar, y puesto que la piscina está abierta, se requiere de energía renovable para su calentamiento debido a la ley vigente.

## **1.5 CONDICIONES EXTERIORES DE CÁLCULO**

- Altitud sobre el nivel del mar: 26m
- Orientación de la piscina: Sur
- Temperatura media del terreno: 10 °C

- Temperatura y el viento en función del mes:

MES	T. MEDIA	V. MEDIA VIENTO
ABRIL	14,3 °C	33,3 km/h
MAYO	15,4 °C	48,2 km/h
JUNIO	18 °C	25,9 km/h
JULIO	20,4 °C	42,6 km/h
AGOSTO	20,3 °C	50 km/h
SEPTIEMBRE	17,2 °C	53,7 km/h
OCTUBRE	16,6 °C	44,4 km/h

## 1.6 PÉRDIDAS

### **Pérdidas de vapor de agua**

El agua de la piscina se evapora a través de:

- La lámina de agua.
- Suelo mojado del perímetro de la piscina.
- Personas mojadas recién salidas de la piscina.

Las pérdidas por evaporación se pueden calcular a través de diferentes procedimientos:

- Método de ASHRAE
- Método del COSTIC
- Método de SHAH
- Método de HANSSEN Y MATHISEN

Se recomienda el empleo del método de ASHRAE O COSTIC, debido a la sencillez de los cálculos.

### **Pérdidas térmicas**

Las pérdidas de calor en una piscina son producidas por los siguientes fenómenos:

- Por la evaporación del agua, que depende enormemente de la temperatura de rocío y del viento.
- Por la convección de la lámina de agua hacia el aire del ambiente.
- Por radiación hacia la esfera celeste durante la noche.
- Por conducción a través de los muros y solera del vaso.
- Por arrastre y salpicaduras.

La evaporación, la convección y la radiación se producen por la superficie libre de la lámina de agua.

## **1.7 RED DE TUBERÍAS**

### **Material**

Los materiales utilizados en esta instalación no pueden variar sus características que puedan afectar a la salud de las personas.

Se precisarán materiales que estén exentos de mantenimiento, o si el mantenimiento es necesario, realizar estas labores a lo largo de la vida útil de la instalación.

Se deben instalar elementos que no contaminen la red pública, y que los niveles sonoros sean mínimos.

A la hora de escoger los materiales se debe tener en cuenta lo siguiente:

- El efecto sobre la calidad del agua.
- La existencia de vibraciones.
- Las temperaturas del agua y las temperaturas exteriores.
- Los fenómenos de corrosión.
- La presión con la que circulará el agua.
- La compatibilidad de los diferentes materiales.
- Factores mecánicos como durabilidad, fatiga, envejecimiento, etc.

Los materiales seleccionados para las tuberías de esta instalación serán materiales en cumplimiento con las normas UNE y termoplásticos, en concreto tubos de polipropileno, los cuales aguantan perfectamente el rango de temperaturas y presiones en el cual se va a mover esta instalación y su coste es relativamente económico.

A su vez, las conexiones entre los equipos, se realizará a través de elementos flexibles que puedan permitir los movimientos de los mismos.

### **Alimentación**

La alimentación de la red se instalará tanto para el llenado del vaso de la piscina, como para reponer el agua perdida por los diferentes agentes tanto internos como externos a la piscina.

Se empleará un tubo de polipropileno de 20mm de diámetro, ya que estará conectado a la red pública y el llenado y reposición del vaso de la piscina es una acción poco frecuente.

### **Vaciado**

Para el vaciado de la piscina, se ha instalado un desagüe en el punto más bajo del vaso de la piscina para poder vaciar total o parcialmente dicho vaso.

Se instalará un tubo de polipropileno de 20mm de diámetro, puesto que una tubería de gran diámetro puede propiciar el atasco de los desagües de la vivienda.

### **Cálculo de la red**

El caudal que circula por cada uno de los circuitos será:

$$C = \frac{P}{\Delta T \cdot C_e \cdot P_e}$$

Siendo:

- C: Caudal, expresado en litros / segundo.
- P: Potencia de la bomba de calor o del panel solar, en julio / segundo.
- $\Delta T$ : Salto térmico de la instalación, en Kelvin.
- $C_e$ : Calor específico, expresado en J/s g · K.
- $P_e$ : Peso específico, expresado en gramo / mm<sup>3</sup>.

Para calcular la sección de la tubería se utilizará la siguiente expresión:

$$S = \frac{C}{V}$$

Siendo:

- S: Referente a la sección de la tubería en mm<sup>2</sup>.
- V: Referente a la velocidad del fluido, expresado en mm/s.
- C: Caudal del fluido, en litros/s.

Para finalizar, se calcula el diámetro interior requerido de tubería

$$\phi = \left( \frac{4 \cdot S}{\pi} \right)^{1/2}$$

Siendo:

- $\phi$ : Diámetro interior de la tubería en mm.
- S: Sección de la tubería en mm<sup>2</sup>.

## 1.8 DESCRIPCIÓN Y CÁLCULO DE BOMBAS DE CALOR

### Descripción de una bomba de calor

Una bomba de calor es un dispositivo capaz de transferir calor de un medio a otro necesitando absorber energía del exterior, siendo esta, energía eléctrica. Son capaces tanto de enfriar como de calentar un medio, quitando o aportando calor al mismo, por eso mismo se consideran máquinas reversibles.

Las partes de una bomba de

calor son:

- Compresor
- Evaporador
- Condensador
- Refrigerante

### Cálculo de una bomba de calor

Se establece el concepto genérico de eficiencia, que en el caso de la bomba de calor pasa a denominarse coeficiente de eficiencia o COP, que es el acrónimo de "Coefficient of Performance".

Generalmente las bombas de calor son máquinas reversibles, y en caso de serlo, tendrán dos coeficientes de eficiencia:

$$CoP \text{ invierno} = \frac{Q_1}{Q_1 - Q_2} = \frac{T_1}{T_1 - T_2} = \frac{1}{1 - \frac{T_2}{T_1}}$$

$$CoP \text{ verano} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2} = \frac{T_2}{T_1 - T_2} = \frac{1}{\frac{T_1}{T_2} - 1}$$

Siendo los subíndices 1 procedente al foco caliente y 2 procedente al foco frío.

La única diferencia entre los dos coeficientes reside en el numerador, es decir, en el beneficio obtenido.

## 1.9 DESCRIPCIÓN Y CÁLCULO DE UN SISTEMA SOLAR TÉRMICO

### Descripción de un sistema solar térmico

La energía solar térmica consiste en el aprovechamiento de la energía del Sol para producir calor que puede aprovecharse para la producción de agua caliente destinada al consumo de agua doméstico, ya sea agua caliente sanitaria, calefacción, o para producción de energía mecánica y, a partir de ella, de energía eléctrica. Adicionalmente puede emplearse para alimentar una máquina de refrigeración por absorción, que emplea calor en lugar de electricidad para producir frío con el que se puede acondicionar el aire de los locales.

Los colectores de energía solar térmica están clasificados como colectores de baja, media y alta temperatura. Los colectores de baja temperatura generalmente son empleados para calentar agua. Los colectores de temperatura media son empleados para calentar agua o aire para usos residenciales o comerciales. Los colectores de alta temperatura concentran la luz solar usando espejos o lentes y generalmente son usados para la producción de energía eléctrica.

### Cálculo de un sistema solar térmico

La energía aprovechada por el panel solar dependerá del rendimiento del mismo, por tanto, será:

$$\eta = \eta_0 - m \cdot \frac{t_m - t_a}{I}$$

Siendo

- $\eta_0$ : Factor óptico
- $m$ : Coeficiente de pérdidas

- $t_m$ : Temperatura media del colector ( $45^\circ$ )
- $t_a$ : Temperatura ambiente
- I: Irradiación

### CURVA DE RENDIMIENTO ESTACIONARIO DEL COLECTOR:



## **1.10 BIBLIOGRAFÍA, SOFTWARE Y OTRAS REFERENCIAS**

- Autodesk Inventor
- Base de datos de AENOR.
- Normas ITE.
- Libro "Instalaciones deportivas" de Juan de Cusa Ramos.
- Libro "Piscinas" de Juan de Cusa Ramos.
- Microsoft Office
- Wikipedia
- Biblioteca Etsiit Unican
- [www.generadordeprecios.info](http://www.generadordeprecios.info)

## **1.11 PLAZOS DE REALIZACIÓN DEL PROYECTO**

El plazo máximo para la cumplimentación total del proyecto es de 6 semanas una vez se hayan recibido los permisos oportunos para poder realizar la obra, dividiéndose la planificación del proyecto en las siguientes etapas.

Etapa 1. Preparación del terreno

En esta etapa se realizará la excavación y posterior preparación del sistema de tuberías.

Plazo máximo de ejecución 2 semanas.

Etapa 2. Preparación de equipos de climatización

En la segunda etapa del proyecto se instalarán los equipos de climatización con su cometida eléctrica

Plazo máximo de ejecución 1-2 semanas

Etapa 3. Liberación de la instalación

Una vez instalados todos los equipos y tras su puesta en marcha, en esta última etapa se realizarán las pruebas necesarias para asegurar el correcto funcionamiento de todos y cada uno de los aparatos que componen el sistema.

## 2. ANEXO DE CÁLCULOS DE LAS PÉRDIDAS DEL VASO DE LA PISCINA

### 2.1 PÉRDIDAS POR EVAPORACIÓN

Para calcular la pérdida de agua producida por la evaporación del vaso de la piscina emplearemos la fórmula de Bernier:

$$M_e = S * ((16) * (W_e - G * W_a))$$

Siendo cada una de las variables:

- $M_e$ : masa de agua evaporada expresada en kg/h
- S: superficie de lámina de agua expresada en m<sup>2</sup>
- $W_e$ : humedad absoluta del aire a la misma temperatura del agua expresada en kgw/kg. Tabla 0,0213
- $W_a$ : humedad absoluta del aire a la temperatura del aire interior expresada en kgw / kga. Tabla 0,024
- G: grado de saturación expresado en W / Wa

La pérdida de masa de agua por evaporación será entonces:

$$M_e = (7,5 \cdot 4) \cdot ((16) * (0,0213 - 0,80 \cdot 0,024)) = 0,945 \text{ Kg/h}$$

Para obtener el calor perdido por la masa de agua evaporada, utilizamos la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{Evaporación}} = M_e \cdot C_v$$

Siendo  $C_v$ : Calor de vaporización del agua (677,8 Wh/kg)

El calor por evaporación será entonces:

$$Q_{\text{Evaporación}} = 0,945 \cdot 677,8 = 640 \text{ W}$$

### 2.2 PÉRDIDAS POR RADIACIÓN

Para obtener las pérdidas totales de calor debido a la radiación, emplearemos la siguiente fórmula:

$$Q_r = D * E * (T_{ag}^4 - T_a^4)$$

Siendo:

- $Q_r$ : Pérdida de calor por radiación en W / m<sup>2</sup>

- D: Constante de Stefan-Boltzman =  $5,67 \cdot 10^{-8}$  (W / m<sup>2</sup> \* K)
- E: Emisividad de la superficie (agua 0,95)
- Tag: Temperatura del agua en Kelvin
- Ta: Temperatura del aire en Kelvin

Contemplando la superficie total de la piscina, será:

Mes	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Pérdidas	1729	1649	1207	799 W	816 W	1326 W	1445 W
	W	W	W				

### 2.3 PÉRDIDAS POR CONVECCIÓN

Para obtener las pérdidas de calor por convección, recurrimos a la siguiente fórmula:

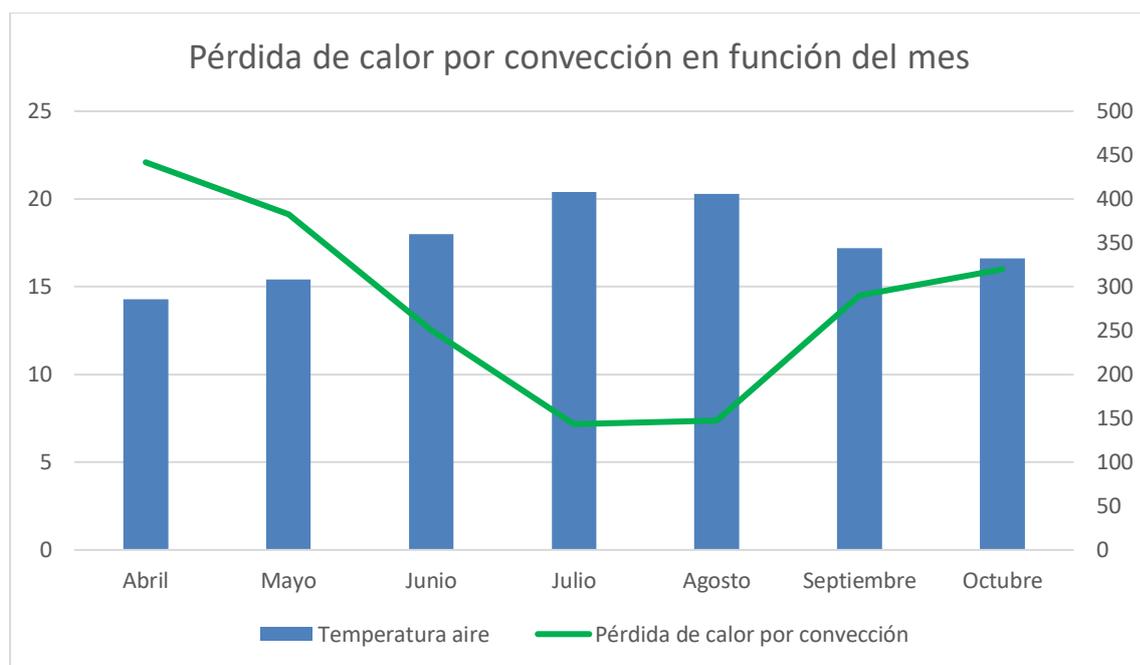
$$Q_c = 0,6246 \cdot (T_{ag} - T_a)^{4/3} \cdot S_{Vaso} \quad \text{Siendo las unidades } W/m^2 \cdot ^\circ C$$

Siendo:

- $T_{ag}$ : Temperatura del agua
- $T_a$ : Temperatura del aire

Definiremos por tanto una tabla para poder definir las pérdidas de calor en función del mes y la temperatura media del aire en el mismo manteniendo constante la temperatura del agua a 25°C:

Mes	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembr e	Octubre
Pérdida de calor	441,8	382,31	250,91	143,35	147,52	289,85W	319,95
	W	W	W	W	W		w



## 2.4 PÉRDIDAS POR RENOVACIÓN

Renovaremos un 1% del volumen total de la piscina con una frecuencia diaria. Para calcular las pérdidas que esta renovación implica, aplicaremos la fórmula siguiente:

$$Q_{RE} = V_{RE} \cdot D \cdot Q_E \cdot (T_{ag} - T_X)$$

Siendo las unidades  $W/m^2 \cdot ^\circ C$

Siendo:

- $V_{RE}$ : Volumen de agua de renovación( $m^3$ )
- $D$  : Densidad de agua ( $1000 \text{ kg}/m^3$ )
- $Q_E$ : Calor específico del agua ( $4186 \text{ J}/\text{kg K}$ )
- $T_{ag}$ : Temperatura del agua ( $298\text{K}$ )
- $T_X$ : Temperatura de la red ( $^\circ C$ )

Para obtener el dato de la temperatura de agua de la red, recurrimos a la siguiente tabla, recurriendo al caso más desfavorable:

**Tabla 4. Temperatura mínima media del agua de la red general, en °C, obtenida a partir de medidas directas. Los datos han sido agrupados en seis perfiles característicos. (Fuente: CENSOLAR).**

**Nota:** También se podrán tomar en consideración los valores indicados en la norma UNE 94002.

---

ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC AÑO

1	ÁLAVA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
2	ALBACETE	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
3	ALICANTE	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
4	ALMERÍA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
5	ASTURIAS	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
6	ÁVILA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
7	BADAJOS	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
7	BADAJUZ	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
8	BALEARES	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
9	BARCELONA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
10	BURGOS	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
11	CÁCERES	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
12	CÁDIZ	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
13	CANTABRIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3

$$V_{RE} = 7,5 \cdot 4 \cdot 1,5 \cdot 0,01 = 0,45 \text{ m}^3 / \text{día}$$

$$Q_{RE} = 0,45 \cdot 1000 \cdot 4180 \cdot (298 - T_x) / (24 \cdot 3600)$$

Obtenemos así, la siguiente tabla en función de la temperatura de la red por meses:

Mes	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Pérdida de calor	286 W	239 W	217 W	195 W	217 W	239 W	286 W

## 2.5 PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN

Para la fabricación del vaso de la piscina, se empleó hormigón, que es el material más empleado para esta aplicación.

Las pérdidas de calor por transmisión se obtienen a través de la fórmula:

$$Q_{Transmisión} = C_T \cdot S \cdot (T_{ag} - T_e) \text{ expresado en W}$$

Siendo:

- $C_T$ : Coeficiente de transmisión (Para muros de hormigón  $1,50 \text{ W/m}^2\text{°C}$ )
- $S$ : Superficie del cerramiento del vaso
- $T_{ag}$ : Temperatura del agua
- $T_e$ : Temperatura en el exterior del cerramiento ( $10 \text{ °C}$ )

Primero, procederemos a calcular la superficie total del cerramiento, contando las 4 paredes del vaso y la tapa inferior del cerramiento. Para obtener la tapa del

cerramiento, primero debemos calcular el ángulo de inclinación de la piscina, para poder calcular la longitud de la tapa inferior:

Altura mínima de la piscina 1,20m

Altura máxima: 1,80 m

Longitud de la piscina: 7,5 m

Ángulo de inclinación:  $\text{Arc tg} ((1,80 - 1,20)/7,5) = 4,57^\circ$

La longitud de la tapa inferior será: 7,53m

$$S_{\text{Tapa inferior}} = 7,53 \cdot 4 = 30,12 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{Perímetro paredes}} = 2 \cdot (7,5 \cdot 1,20 + (\frac{1}{2} \cdot 7,53 \cdot 0,60)) + 1,20 \cdot 4 + 1,80 \cdot 4 = 34,5 \text{ m}^2$$

La pérdida de calor por transmisión será:

$$Q_{\text{Transmisión}} = 1,50 \cdot (30,12 + 34,5) \cdot (25 - 10) = 1453 \text{ W}$$

## 2.6 GANANCIA SOLAR DEL VASO

A través de la siguiente tabla, podremos obtener la ganancia energética que aporta la radiación solar al vaso de la piscina:

*Energía en megajulios que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio de cada mes. (Fuente: CENSOLAR).*

**Nota:** También se podrán tomar en consideración los valores indicados en la norma UNE 94003.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
1 ALAVA	4,6	6,9	11,2	15	14,8	16,6	18,1	17,5	14,5	9,5	5,5	4,1	11,5
2 ALBACETE	6,7	10,5	15	19,2	21,2	25,1	26,7	23,2	18,8	12,4	8,4	6,4	16,1
3 ALICANTE	8,5	12	16,3	18,9	23,1	24,8	25,8	22,5	18,3	13,6	9,8	7,6	16,8
4 ALMERÍA	8,9	12,2	16,4	19,6	23,1	24,6	25,3	22,5	18,5	13,9	10	8	16,9
5 ASTURIAS	5,3	7,7	10,6	12,2	15	15,2	16,8	14,8	12,4	9,8	5,9	4,6	10,9
6 ÁVILA	6	9,1	13,5	17,7	19,4	22,3	26,3	25,3	18,8	11,2	6,9	5,2	15,1
7 BADAJOZ	6,5	10	13,6	18,7	21,8	24,6	25,9	23,8	17,9	12,3	8,2	6,2	15,8
8 BALEARES	7,2	10,7	14,4	16,2	21	22,7	24,2	20,6	16,4	12,1	8,5	6,5	15
9 BARCELONA	6,5	9,5	12,9	16,1	18,6	20,3	21,6	18,1	14,6	10,8	7,2	5,8	13,5
10 BURGOS	5,1	7,9	12,4	16	18,7	21,5	23	20,7	16,7	10,1	6,5	4,5	13,6
11 CÁCERES	6,8	10	14,7	19,6	22,1	25,1	28,1	25,4	19,7	12,7	8,9	6,6	16,6
12 CÁDIZ	8,1	11,5	15,7	18,5	22,2	23,8	25,9	23	18,1	14,2	10	7,4	16,5
13 CANTABRIA	5	7,4	11	13	16,1	17	18,4	15,5	13	9,5	5,8	4,5	11,3

Con ayuda de la tabla anterior, para la comunidad autónoma de Cantabria, la energía oscila entre 4,5 y 18,4 MJ/m<sup>2</sup>.

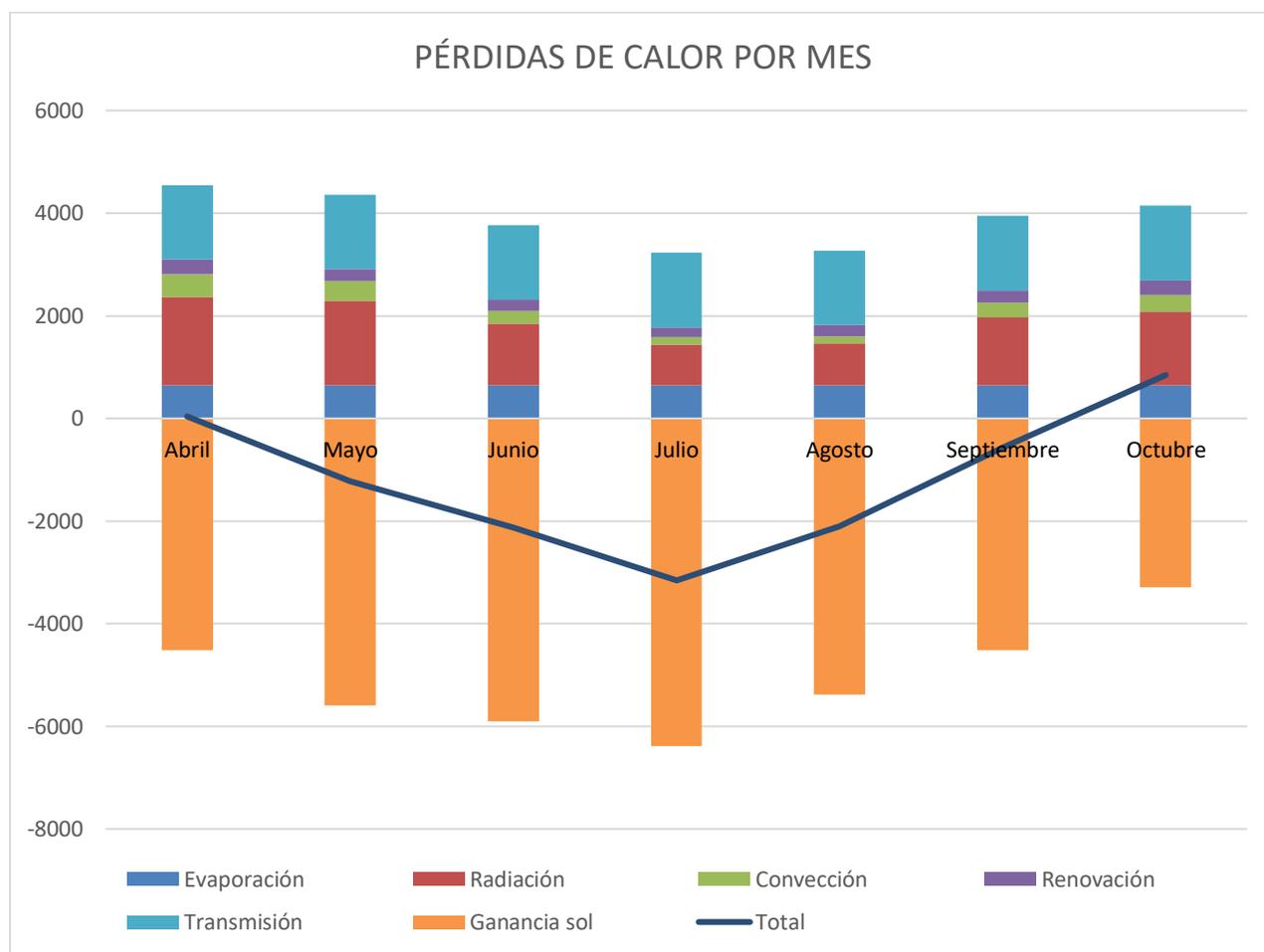
La piscina tiene una superficie de 30m<sup>2</sup>, y la cantidad de energía se refiere al promedio del día, por tanto, la fórmula de ganancia solar se calculará del siguiente modo:

$$\text{Ganancia solar} = \text{Energía (Julios / m}^2 \cdot \text{día)} \cdot \text{Superficie (m}^2) \frac{1 \text{ Día}}{24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ Segundos}}$$

Al variar la energía de radiación en función del mes del año, obtenemos los siguientes valores:

Mes	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Radiación	4513 W	5590 W	5902 W	6388 W	5381 W	4513 W	3298 W

## 2.7 RESUMEN DE PÉRDIDAS TOTALES



Mes	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<b>Evaporación</b>	640	640	640	640	640	640	640
<b>Radiación</b>	1729	1649	1207	799	816	1326	1445

<b>Convección</b>	441,8	382,31	250,91	143,35	147,52	289,85	319,95
<b>Renovación</b>	286	239	217	195	217	239	286
<b>Transmisión</b>	1453	1453	1453	1453	1453	1453	1453
<b>Ganancia solar</b>	-4513	-5590	-5902	-6388	-5381	-4513	-3298
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>-1226</b>	<b>-2134</b>	<b>-3157</b>	<b>-2107</b>	<b>-565</b>	<b>845</b>

Como se puede observar, para conservar un promedio de 25 grados en el vaso de la piscina, es necesario aportar calor en los meses de Abril, Mayo, Septiembre y Octubre.

## 2.8. POTENCIA NECESARIA PARA PUESTA A RÉGIMEN

Para calcular la potencia necesaria de puesta a régimen de la instalación desde cero, emplearemos la siguiente fórmula:

$$Q_{PR} = \frac{V \cdot D \cdot C_e \cdot (T_{ag} - T_x)}{T} \quad \text{Expresado en W}$$

Siendo cada una de las variables:

- V: Volumen del vaso de la piscina ( $m^3$ )
- D: Densidad del agua ( $1000 \text{ kg}/m^3$ )
- $C_e$ : Calor específico del agua ( $4186 \text{ J}/\text{kg K}$ )
- $T_{ag}$ : Temperatura del agua de la piscina
- $T_x$ : Temperatura del agua de la red (caso más desfavorable  $13^\circ\text{C}$ )
- T: Tiempo de puesta en régimen en segundos

Para la instalación de estudio, se han considerado una puesta a régimen de 7 días

La potencia de puesta en régimen, será, por tanto:

$$Q_{PR} = \frac{45 \cdot 1000 \cdot 4186 \cdot (25 - 13)}{96 \cdot 3600} = 6540 \text{ W}$$

## 2.9. ANEXOS DE SISTEMA SOLAR TÉRMICO

Una vez obtenidas las necesidades de aporte de energía del vaso de la piscina, se va a plantear el sistema solar térmico como un equipo auxiliar el cual aportará la energía necesaria para el calentamiento de agua, y en caso de no cubrir la demanda energética, la bomba de calor hará el resto, consiguiendo alcanzar los 25 grados que se ha establecido como temperatura objetivo.

### **Necesidades del sistema solar térmico**

El sistema solar térmico se dimensionará para cubrir una demanda energética que pueda abastecer en promedio el 60% de la energía total en el caso más desfavorable.

Por tanto, para conocer el mes más desfavorable acudimos a la tabla de pérdidas térmicas por meses calculada anteriormente y obtenemos que el peor mes es Octubre con un requerimiento de 845 W.

### **Cálculo de la energía de captación**

Para ello, con ayuda de la tabla de energía captada por unidad de superficie y por mes podemos obtener la energía:

*Energía en megajulios que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio de cada mes. (Fuente: CENSOLAR).*

**Nota:** También se podrán tomar en consideración los valores indicados en la norma UNE 94003.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
1 ALAVA	4,6	6,9	11,2	15	14,8	16,6	18,1	17,3	14,3	9,5	5,5	4,1	11,3
2 ALBACETE	6,7	10,5	15	19,2	21,2	25,1	26,7	23,2	18,8	12,4	8,4	6,4	16,1
3 ALICANTE	8,5	12	16,3	18,9	23,1	24,8	25,8	22,5	18,3	13,6	9,8	7,6	16,8
4 ALMERÍA	8,9	12,2	16,4	19,6	23,1	24,6	25,3	22,5	18,5	13,9	10	8	16,9
5 ASTURIAS	5,3	7,7	10,6	12,2	15	15,2	16,8	14,8	12,4	9,8	5,9	4,6	10,9
6 ÁVILA	6	9,1	13,5	17,7	19,4	22,3	26,3	25,3	18,8	11,2	6,9	5,2	15,1
8 BALEARES	7,2	10,7	14,4	16,2	21	22,7	24,2	20,6	16,4	12,1	8,5	6,5	15
9 BARCELONA	6,5	9,5	12,9	16,1	18,6	20,3	21,6	18,1	14,6	10,8	7,2	5,8	13,5
10 BURGOS	5,1	7,9	12,4	16	18,7	21,5	23	20,7	16,7	10,1	6,5	4,5	13,6
11 CÁCERES	6,8	10	14,7	19,6	22,1	25,1	28,1	25,4	19,7	12,7	8,9	6,6	16,6
12 CÁDIZ	8,1	11,5	15,7	18,5	22,2	23,8	25,9	23	18,1	14,2	10	7,4	16,5
13 CANTABRIA	5	7,4	11	13	16,1	17	18,4	15,5	13	9,5	5,8	4,5	11,3

Por tanto, obtenemos que para el mes de Octubre tenemos  $H = 9,5\text{MJ}$  por cada día promedio.

Este valor se denominaría energía de captación, el cual tiene un factor de corrección en función de la contaminación atmosférica que pudiese existir. Al tratarse de un entorno rural, esta contaminación es mínima por tanto el factor de corrección  $a = 1,05$ .

### **Cálculo del coeficiente de inclinación del panel solar**

Estos sistemas de captación de calor, no se instalan en horizontal, por lo que en el cálculo de energía captada debemos aplicar un coeficiente en función del grado de inclinación del panel. Este coeficiente depende de la latitud, de la inclinación del panel y del mes. Utilizaremos la tabla de latitud 43° ya que Cantabria está próxima a este valor:

LATITUD = 43°

Incli.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1,08	1,07	1,05	1,03	1,02	1,02	1,02	1,04	1,06	1,08	1,1	1,09
10	1,15	1,12	1,09	1,06	1,04	1,03	1,04	1,07	1,11	1,16	1,19	1,18
15	1,22	1,18	1,13	1,08	1,05	1,03	1,05	1,09	1,15	1,23	1,27	1,26
20	1,28	1,22	1,16	1,09	1,05	1,03	1,05	1,1	1,19	1,29	1,35	1,33
25	1,33	1,26	1,18	1,1	1,04	1,02	1,04	1,11	1,22	1,34	1,42	1,4
30	1,37	1,29	1,2	1,1	1,03	1	1,03	1,11	1,24	1,38	1,48	1,45
35	1,41	1,31	1,2	1,09	1,01	0,98	1,01	1,1	1,25	1,42	1,52	1,5
40	1,43	1,33	1,2	1,07	0,98	0,95	0,98	1,09	1,25	1,44	1,56	1,54
45	1,45	1,33	1,19	1,05	0,95	0,91	0,95	1,06	1,24	1,45	1,59	1,57
50	1,46	1,33	1,17	1,02	0,91	0,87	0,91	1,03	1,23	1,46	1,61	1,58
55	1,46	1,32	1,15	0,98	0,86	0,82	0,86	1	1,21	1,45	1,62	1,59
60	1,45	1,3	1,12	0,94	0,81	0,76	0,81	0,95	1,17	1,44	1,62	1,59
65	1,43	1,27	1,08	0,89	0,75	0,7	0,75	0,9	1,13	1,41	1,61	1,58
70	1,41	1,23	1,03	0,83	0,69	0,64	0,69	0,84	1,09	1,38	1,58	1,56
75	1,37	1,19	0,98	0,77	0,62	0,57	0,62	0,78	1,03	1,34	1,55	1,53
80	1,33	1,14	0,92	0,7	0,55	0,49	0,55	0,71	0,97	1,28	1,51	1,49
85	1,28	1,08	0,85	0,63	0,47	0,42	0,47	0,64	0,9	1,22	1,45	1,44
90	1,22	1,02	0,78	0,56	0,4	0,34	0,39	0,56	0,83	1,16	1,39	1,38

Como se observa en la tabla, la posición más óptima de trabajo para trabajar en un rango de Abril – Octubre, siendo los meses anteriores los más críticos en cuanto a demanda energética, la inclinación óptima para el equipo será de 35 grados.

Por tanto, el coeficiente de inclinación obtenido, para el mes de octubre con una inclinación de 35° será  $k = 1,42$ .

### **Cálculo de orientación del captador**

En función de la inclinación del panel, existirá otro coeficiente que dependerá del valor de inclinación:

- Si es  $<20^\circ$ ;  $c = 0,94$

- Si es  $>20^\circ$ ;  $c = 0,94 \cdot (1,14 - 0,0085 \cdot \text{ángulo de inclinación})$

Por tanto, al ser mayor de  $20^\circ$ ,  $c = 0,792$

### **Energía recibida**

Para obtener la energía recibida a lo largo de un día por  $m^2$ , aplicamos la fórmula:

$$E = c \cdot k \cdot a \cdot H = 11,21 \text{ MJ/m}^2$$

### **Características técnicas del equipo de captación solar elegido**

El panel elegido es un panel de la marca "Saunier Duval" modelo Heliocconcept SRH 2.3.

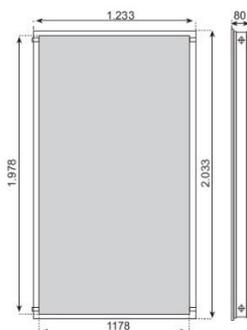
#### Características Técnicas

Área de absorción	$m^2$	2,327
Área de apertura	$m^2$	2,352
Área total	$m^2$	2,51
Peso	Kg	38
Volumen	L	1,85
Tª máxima estancamiento	$^\circ C$	210
Presión máxima	bar	10
Absorbedor	mm	Aluminio
Tratamiento selectivo		Altamente selectivo (azul) $\alpha = 0,94$ $\varepsilon = 0,05$
Cubierta de vidrio	mm	3,2
Tipo de vidrio		Vidrio solar de seguridad (bajo contenido en hierro)
Transmisión	%	$\tau = 91$
Aislamiento trasero	mm	40
	$W/m^2K$	$\lambda = 0,035$
	$Kg/m^3$	$\rho = 55$
		Superficie de absorción
Rendimiento $\eta_0$		0,798
		Superficie de apertura
Pérdidas $K_1$	$W/m^2K$	2,440
		0,790
Pérdidas $K_2$	$W/m^2K^2$	0,050
		2,414
		0,049

#### Dimensiones

Longitud	2.033
Anchura	1.233
Altura	80

(Medidas indicadas en mm)



### **Cálculo del rendimiento del panel**

La energía aprovechada por el panel solar dependerá del rendimiento del mismo, por tanto, será:

$$\eta = \eta_0 - m \cdot \frac{t_m - t_a}{I}$$

Siendo

$\eta_0$ : Factor óptico

m: Coeficiente de pérdidas

$t_m$ : Temperatura media del colector (45°)

$t_a$ : Temperatura ambiente

I: Irradiación

Primero calcularemos la irradiación, que es la energía entre el tiempo:

$$I = \frac{11,21 \cdot 10^6}{9 \cdot 3600} = 345 \text{ W / m}^2$$

El número total de horas de sol, se obtiene de la siguiente tabla de horas de sol del hemisferio norte. Emplearemos el caso más desfavorable que es Octubre con 9 horas de luz solar.

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
8	9	9	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9	9	8	7,5

Para el mes de octubre obtenemos una temperatura ambiente  $t_a$ : 17°C

MES	T. MEDIA	V. MEDIA VIENTO
ABRIL	14,3 °C	33,3 km/h
MAYO	15,4 °C	48,2 km/h
JUNIO	18 °C	25,9 km/h
JULIO	20,4 °C	42,6 km/h
AGOSTO	20,3 °C	50 km/h
SEPTIEMBRE	17,2 °C	53,7 km/h
OCTUBRE	16,6 °C	44,4 km/h

Según el equipo solar estudiado, tenemos un factor óptico  $\eta_0$ : 0,798.

El coeficiente de pérdidas, será:

$$2,44 \cdot 0,05 = 0,122$$

Calculamos el rendimiento:

$$\eta = 0,798 - 0,122 \cdot \frac{45-16,6}{345} = 0,787$$

Debido a pérdidas del resto del circuito, aplicaremos adicionalmente un 15% en concepto de pérdidas generales.

Por tanto, la energía real es:  $E = 11,21 \cdot \eta = 7,49 \text{ MJ/m}^2$ .

El requerimiento energético necesario para el mes más desfavorable es de 845 W, que transformándolo en energía durante un día será:

$$\text{Requerimiento} = 845 \cdot \frac{9 \cdot 3600}{1.000.000} = 27,37 \text{ MJ/ día}$$

Por tanto, el sistema de captación solar deberá tener una superficie mínima de:

$$\text{Superficie mínima captador} = \frac{\text{Requerimiento}}{\text{Energía real por m}^2} = \frac{27,37}{7,49} = 3,65 \text{ m}^2$$

## 2.10 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El R.D 1627/1997 de 24 de Octubre establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables en obras de construcción.

La obra requiere la redacción del Estudio Básico de Seguridad y Salud que, dada su pequeña dimensión y sencillez, no requiere de ninguno de los supuestos contemplados en el Artículo 4 del R.D. 1627/1997, ya que:

- El presupuesto es inferior a 450.000€.
- No se emplea a más de 20 trabajadores de manera simultánea.
- El volumen de mano de obra es inferior a 500 días de trabajo.

De acuerdo al Artículo 6, se deberán contemplar los riesgos laborales evitables y las medidas técnicas para ello, las relaciones de riesgos laborales que no puedan evitarse y las protecciones técnicas.

Adicionalmente, se contemplarán las previsiones y las informaciones para efectuar en su día, en las condiciones de seguridad y salud.

El promotor deberá asignar un coordinador durante la ejecución de la obra, así como realizar un aviso previo a la autoridad laboral del inicio del trabajo del proyecto.

### 2.10.1 MEMORIA

#### **Datos de la obra**

- Situación de la instalación: Vivienda unifamiliar en Cantabria.
- Clima: Atlántico

- Entorno: La tipología de entorno corresponde a la tipología urbana
- Duración de la instalación y número de trabajadores.
- La previsión de la obra es de 1 mes.
- El número de trabajadores asciende a 2.
- Materiales a emplear: No está previsto la utilización de materiales tóxicos ni peligrosos, ni tampoco elementos con peligrosidad desconocida.

### **Consideración general de riesgos**

- Situación de la obra  
La obra se realizará en una vivienda unifamiliar, por lo que no se generan riesgos añadidos a los existentes en la obra
- Entorno  
No existen riesgos en el entorno de la obra ya que se trata de una finca particular
- Subsuelo e instalaciones subterráneas  
No existe riesgo al no realizar ningún tipo de obra en el subsuelo
- Instalación eléctrica  
Riesgo bajo y normal en los componentes de la instalación.
- Duración de la instalación y número de trabajadores  
Los riesgos son normales el número de trabajadores no sobrepasará los 3 en hora punta
- Materiales previstos  
Los materiales serán conocidos y no suponen un riesgo adicional ni por su dimensión su composición. Todos los materiales adicionalmente no serán tóxicos.

### **Fases de la obra**

Se deberán seguir los siguientes puntos de estudio debido a que la instalación la realizará una empresa que asumirá todas las partes del proyecto:

- Se deberá considerar la realización en una sola fase a la hora de realizar los procesos constructivos, los riesgos, medidas preventivas y protecciones personales y colectivas
- La empresa será la responsable de la fase de implantación de la obra o centro de trabajo

- La preparación del centro de trabajo queda excluida de la fase de obra considerada en este estudio.

### **Análisis y prevención del riesgo en las fases de la obra**

En primer lugar del conjunto de documentos del proyecto se deberán exponer:

1. Procedimientos y equipos técnicos a utilizar
2. Dedución de riesgos
3. Medidas preventivas
4. Indicación de protecciones colectivas necesarias
5. Protecciones personales exigidas:

- Procedimiento y equipos técnicos a utilizar

Se realizará la descarga de material de forma segura y ubicada en una zona segura. Se empleará herramienta especial en los trabajos que así lo requieran con el objetivo de reducir los riesgos de cada fase del proyecto.

- Tipos de riesgos

Tras analizar los distintos trabajos para la ejecución de la obra, se obtienen los siguientes riesgos:

- Caídas al mismo nivel por acumulación de materiales, herramientas o resto de elementos.
- Golpes con objetos de trabajo
- Generación de polvo
- Proyección de partículas
- Explosiones

- Incendios
- Quemaduras
- Electrocuciiones
- Esguinces, salpicaduras, pinchazos
- Efectos de ambiente con polvo
- Riesgos de trabajo sin formación
  - o Medidas preventivas en la organización del trabajo

Considerando la entidad que realiza la obra en la que el plan de seguridad y salud sea conocido, se impondrán las siguientes normas de cumplimiento obligatorio:

- La normativa de prevención será dirigida y entregada a los operarios.
- Se debe cuidar el cumplimiento de la normativa
- Manejo de herramientas y máquinas
- Desplazamiento de materiales y cargas
- Empleo de medios auxiliares
- Mantenimiento de medios auxiliares y herramientas en buen estado
- Señalización correcta de la obra cumpliendo la normativa
- Protección de espacios que puedan provocar caídas
- Protección de fachadas
- Organización en la entrada y salida de materiales
- Orden y limpieza
- Delimitar zona de trabajo
- Empleo de andamios normalizados
- o Protecciones colectivas

Las protecciones coletivas se determinarán sobre los planos de ejecución y teniendo en cuenta los tipos de riesgos de las partidas de obra indicados anteriormente. Las protecciones previstas serán:

- Indicación de peligros mediante señalización
- Señalización para el tráfico de vehículos
- Valla de obra para proteger el centro de trabajo
- Protecciones de todas las máquinas y herramientas. Se revisarán individualmente asegurando que tienen habilitadas las seguridades

Se pueden adoptar más protecciones colectivas, que estén presentes en la normativa vigente y las que el autor del plan considere necesarias.

- Protecciones personales

Las protecciones exigidas para la ejecución del proyecto son:

- Protección del cuerpo mediante ropa adecuada ante la climatología.
- Protección de la integridad física mediante casco, poleas de seguridad, guantes de acero, gafas antipartículas, botas de agua, guantes finos de goma.
- Protección contra el ruido

### **Análisis y prevención de riesgos en los medios y la maquinaria**

Medios auxiliares:

Los medios a emplear en el proyecto son:

- Escaleras de mano
- Andamios
- Otros medios de empleo corriente

Para estos medios, la orden de prevención se hará según la Ordenanza de Trabajo y la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Maquinaria y herramienta:

Para la ejecución del proyecto se emplearán herramientas manuales.

Para la prevención sobre la aplicación de estas herramientas se utilizará un plan de acuerdo a los siguientes principios:

- Se cumplirá el Reglamento Oficial de máquinas
- Toda la maquinaria a emplear en las instalaciones deberá tener las instrucciones de uso en las que deberá venir reflejado los riesgos de la herramienta y la forma de trabajar con ella
- Estará prohibido el uso de herramientas sin reglamentar

### **Análisis y prevención de riesgos catastróficos**

El riesgo catastrófico considerado en este proyecto es el incendio. Las medidas para combatir el riesgo catastrófico son:

- Realizar revisiones periódicas
- Retirar a zonas alejadas productos inflamables
- Prohibir hacer fuego en las instalaciones
- Tener a mano extintores

### **Cálculo de los medios de seguridad**

El cálculo referente a los medios de seguridad será basado en el R.D 1627/1997 de 24 de Octubre y empleando experiencias en obras similares.

El cálculo referente a las protecciones personales se realizará según la ejecución de fórmulas como SEOPAN y las protecciones colectivas se realizarán mediante la medición sobre los planos del proyecto.

### **Medicina preventiva y primeros auxilios**

Medicina preventiva:

Las enfermedades profesionales originadas en esta obra son similares a las que trata la medicina del trabajo e higiene industrial.

Primeros auxilios:

Deberá existir un botiquín de urgencia informando al personal de su existencia y deberá haber al menos un trabajador que esté formado en un curso de socorrismo.

### **Formación sobre seguridad**

La formación del plan de Seguridad la realizará un técnico de seguridad. Dicho plan especificará el Programa de Formación de los trabajadores.

## **2.10.2 PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES**

### **Legislación vigente**

Normas Generales:

- Ley de prevención de riesgos laborales. Ley 31/1995 (BOE 10-11-95). En

la normativa básica sobre prevención de riesgos en el trabajo en base al desarrollo de la correspondiente directiva, los principios de la constitución y el Estatuto de los Trabajadores.

Contiene, operativamente, la base para:

- Servicios de prevención de las empresas.
- Consulta y participación de los trabajadores.
- Responsabilidades y sanciones.
- o R.D. 485/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- o R.D. 486/1997, de 14 de Abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los centros de trabajo.
- o R.D. 487/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsos lumbares, para los trabajadores.
- o Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 9 de Marzo de 1971.

Sigue siendo válido el Título II que comprende los artículos desde el nº13 al nº51. Los artículos anulados (Comités de Seguridad, Vigilantes de Seguridad y otras obligaciones de los participantes en obra) quedan sustituidos por la Ley de riesgos laborales 31/1995 (Delegados de Prevención, Art. 35).

En cuanto a disposiciones de tipo técnico, las relacionadas con los capítulos de la obra indicados en la Memoria de este Estudio de Seguridad son los siguientes:

- o Directiva 92/57/CEE de 24 de junio (DO: 26/08/92).

Disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deben aplicarse en las obras de construcciones temporales o móviles.

- RD 1627/1997 de 24 de octubre (BOE: 25/10/97).

Disposiciones mínimas de seguridad en las obras de construcción Deroga el RD. 555/86 sobre obligatoriedad de inclusión de estudio de seguridad e higiene en proyectos de edificaciones y obras públicas.

- Ley 31/1995 de 8 de Noviembre (BOE: 10/11/95).

Prevención de riesgos laborales.

Desarrollo de la ley a través de las siguientes disposiciones:

RD. 39/1997 de 17 de Enero (BOE: 31/01/97).

Reglamento de los servicios de prevención.

RD. 485/1997 de 14 de Abril (BOE: 23/04/97).

Disposiciones mínimas de seguridad en materia de señalización, de seguridad y salud en el trabajo.

RD. 486/1997 de 14 de Abril (BOE: 23/04/97).

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

En el capítulo 1 se excluyen las obras de construcción.

Modifica y deroga algunos capítulos de la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo (O. 09/03/1971).

RD. 487/1997 de 14 de Abril (BOE: 23/04/97).

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbar, para los trabajadores.

RD. 664/1997 de 12 de Mayo (BOE: 23/04/97).

Protección de los trabajadores contra riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

RD. 665/1997 de 12 de Mayo (BOE: 24/05/97).

Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

RD. 773/1997 de 30 de Mayo (BOE: 12/06/97).

Disposiciones mínimas de seguridad y salud, relativas a la utilización por los trabajadores de protección individual.

RD. 1215/1997 de 18 de Julio (BOE: 07/08/97).

Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Modifica y deroga algunos capítulos de la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo (O. 09/03/1971).

- O. de 20 de Mayo de 1952 (BOE: 17/06/52).

Reglamento de Seguridad e Higiene del Trabajo en la industria de la construcción.

Modificaciones: O. de 10 de Septiembre de 1953 (BOE: 22/12/53).

O. de 23 de Septiembre de 1966 (BOE: 01/10/66).

Art. 100 a 105 derogados por O. de 20 de Enero de 1956.

- O. de 31 de Enero de 1940. Andamios: Cap. VII, art. 66º a 74º (BOE: 03/02/40).

Reglamento general sobre Seguridad e Higiene.

O. de 28 de Agosto de 1970. Art. 1º a 4º, 183º a 291º y anexos I y II (BOE: 05/09/70; 09/09/70).

Ordenanza del trabajo para las industrias de la construcción, vidrio y cerámica.

Corrección de errores: (BOE: 17/10/70).

- O. de 20 de Septiembre de 1986 (BOE: 13/10/86).

Modelo de libro de incidencias correspondientes a las obras en que sea obligatorio el Estudio de Seguridad e Higiene.

Corrección de errores: (BOE: 31/10/86).

- O. 16 de Diciembre de 1987 (BOE: 29/12/87).

Nuevos modelos para la notificación de accidentes de trabajo e instrucciones para su cumplimiento y tramitación.

- O. de 31 de Agosto de 1987 (BOE: 18/09/87).

Señalización, balizamiento, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.

- O. de 23 de Mayo de 1977 (BOE: 14/06/81).

Reglamentación de aparatos elevadores para obras.

Modificación: O. de 7 de Marzo de 1981 (BOE: 14/03/81).

- O. de 28 de Junio de 1988 (BOE: 07/07/88).

Introducción Técnica Complementaria MIE-AEM 2 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención referente a grúas-torre desmontables para obras.

Modificación: O. de 16 de Abril de 1990 (BOE: 24/04/90).

- O. de 31 de Octubre de 1984 (BOE: 07/11/84).

Reglamento sobre seguridad de los trabajos con riesgo de amianto.

- RD. 1435/92 de 27 Noviembre de 1992 (BOE: 11/12/92), reformado por RD. 56/1995 de 20 de Enero (BOE: 08/02/95).

Disposiciones de aplicación de la directiva 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas.

- RD. 1495/1986 de 26 de Mayo (BOE: 21/07/86).

Reglamento de seguridad en las máquinas.

- O. de 7 de Enero de 1987 (BOE: 15/01/87).

Normas Complementarias de Reglamento sobre seguridad de los trabajadores con riesgo de amianto.

- RD. 1316/1989 de 27 de Octubre (BOE: 02/11/89).

Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la

exposición al ruido durante el trabajo.

- O. de 9 de marzo de 1971 (BOE: 16i 17/03/71).

Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.

Corrección de errores: (BOE: 06/04/71).

Modificación: (BOE: 02/11/89).

Derogados algunos capítulos por: Ley 31/1995, RD. 485/1997, RD.

486/1997, RD. 664/1997, RD. 665/1997, RD. 773/1997, RD. 1215/1997.

- Resoluciones aprobatorias de Normas Técnicas Reglamentarias para distintos medios de protección personal de trabajadores:

1. R. de 14 de Diciembre de 1974 (BOE: 30/12/74: N.R. MT-1: cascos no metálicos.

2. R. de 28 de Julio de 1975 (BOE: 1/09/75): N.R. MT-2: Protecciones auditivos.

3. R. de 28 de Julio de 1975 (BOE: 2/09/75): N.R. MT-3: Pantallas de soldadores. Modificación: BOE: 24/10/75.

4. R. de 28 de Julio de 1975 (BOE: 3/09/75): N.R. MT-4: Guantes aislantes de electricidad.

5. R. de 28 de Julio de 1975 (BOE: 4/09/75): N.R. MT-5: Calzado de seguridad contra riesgos mecánicos. Modificación: BOE: 27/10/75.

6. R. de 28 de Julio de 1975 (BOE: 5/09/75): N.R. MT-6: Banquetas aislantes de maniobras. Modificación: BOE: 28/10/75.

7. R. de 28 de Julio de 1975 (BOE: 6/09/75): N.R. MT-7: Equipos de protección personal de vías respiratorias. Normas comunes y adaptadores faciales. Modificación: BOE: 28/10/75.

8. R. de 28 de Julio de 1975 (BOE: 8/09/75): N.R. MT-8: Equipos de protección personal de vías respiratorias: Filtros mecánicos.

Modificación: BOE: 30/10/75.

9. R. de 28 de Julio de 1975 (BOE: 9/09/75): N.R. MT-9: Equipos de protección personal de vías respiratorias: Mascarillas auto filtrantes.

Modificación: BOE: 31/10/75.

10. R. de 28 de Julio de 1975 (BOE: 10/09/75): N.R. MT-10: Equipos de protección personal de vías respiratorias: filtros químicos y mixtos

contra amoniaco. Modificación: BOE: 01/11/75.

### Normativa de ámbito local

- Normativas relativas a la organización de los trabajadores. Artículos 33 al 40 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, de 1995 (BOE: 10/11/95).

- Normas relativas a la ordenación de profesiones de la seguridad e higiene. Reglamentos de los Servicios de Prevención, RD. 39/1997. (BOE: 31/07/97).

- Normas de administración local.

Ordenanzas municipales en cuanto se refiere a la Seguridad, Higiene y salud en las Obras y que no contravengan lo relativo al RD. 1627/1997.

- Reglamentos técnicos de los elementos auxiliares:

- Reglamento electrónico de Baja Tensión. BOE: 9/10/73 y Normativa Específica Zonal.

- Reglamento de aparatos Elevadores para Obras. (BOE: 29/05/1974).

- Aparatos elevadores ITC.

Orden de 19-12-85 por la que se aprueba la instrucción técnica complementaria MIE-AEM-1 del Reglamento de aparatos de elevación y

manutención referente a los ascensores electromecánicos. (BOE: 11-06-1986) e ITC MIE.2 referente a las grúas-torre (BOE: 24-04-90).

- Normativas derivadas del convenio colectivo provincial.

Las que tengan establecidas en el convenio colectivo provincial.

### **Servicios médicos**

Se cumplirá lo establecido

en el Decreto 39/1997, especialmente en los títulos fundamentales:

- Art. 1: La prevención deberá integrarse en el conjunto de actividades y disposiciones.
- Art. 2: La empresa implantará un plan de prevención de riesgos.
- Art. 5: Dar información, formación y participación a los trabajos
- Art. 8 y 9: Planificación de la actividad preventiva.
- Art. 14 y 15: Disponer de Servicio de Prevención, para las siguientes

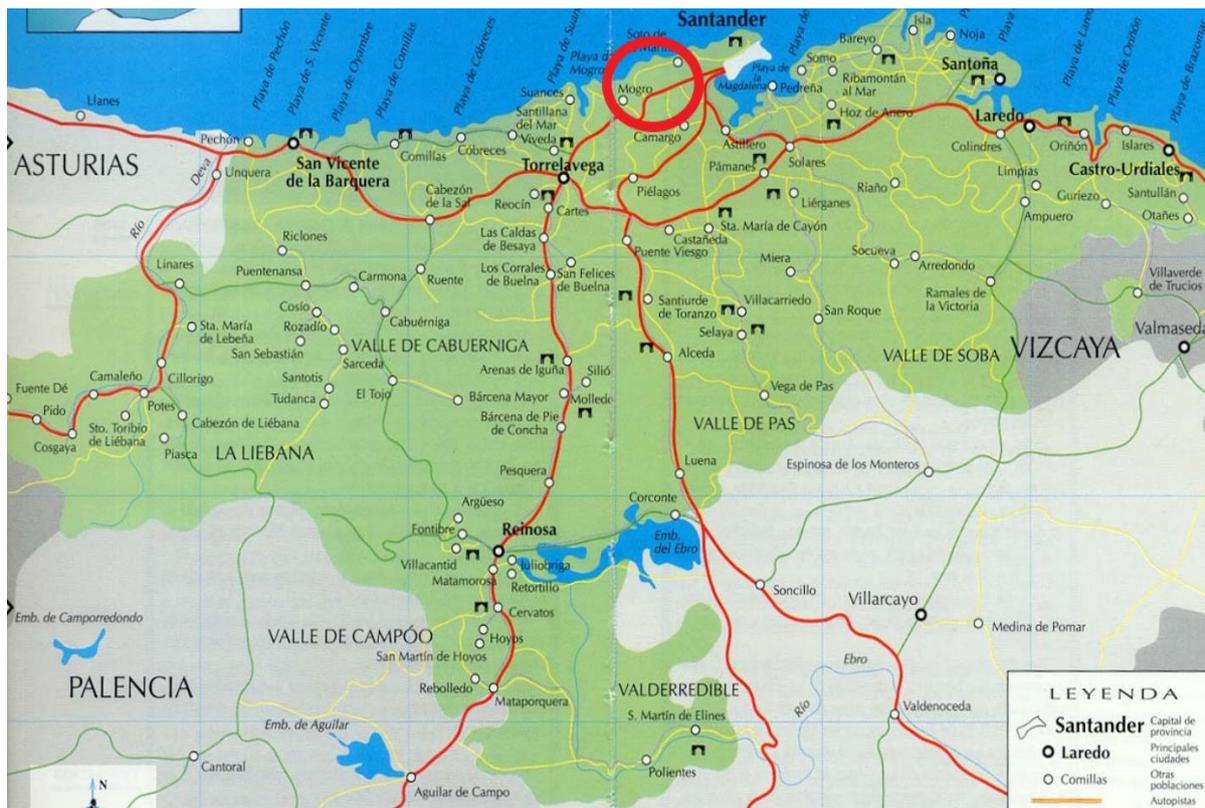
Especialidades:

- 1.- Ergonomía.
- 2.- Higiene industrial.
- 3.- Seguridad en el trabajo.
- 4.- Medicina del trabajo.
- 5.- Psicología.

### 3 PLANOS

#### 3.1 SITUACIÓN DE LA PARCELA

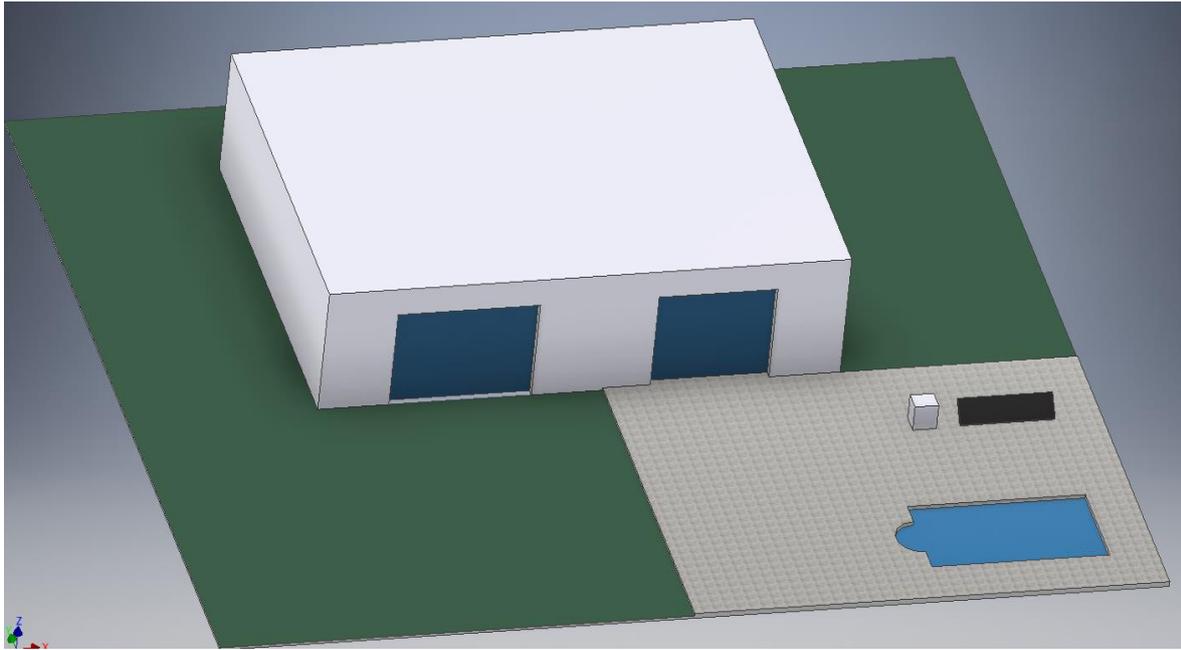
La parcela se encuentra ubicada en Piélagos, Cantabria. La ubicación de la piscina se centrará en la zona sur de la parcela, aprovechando así la máxima radiación solar posible.



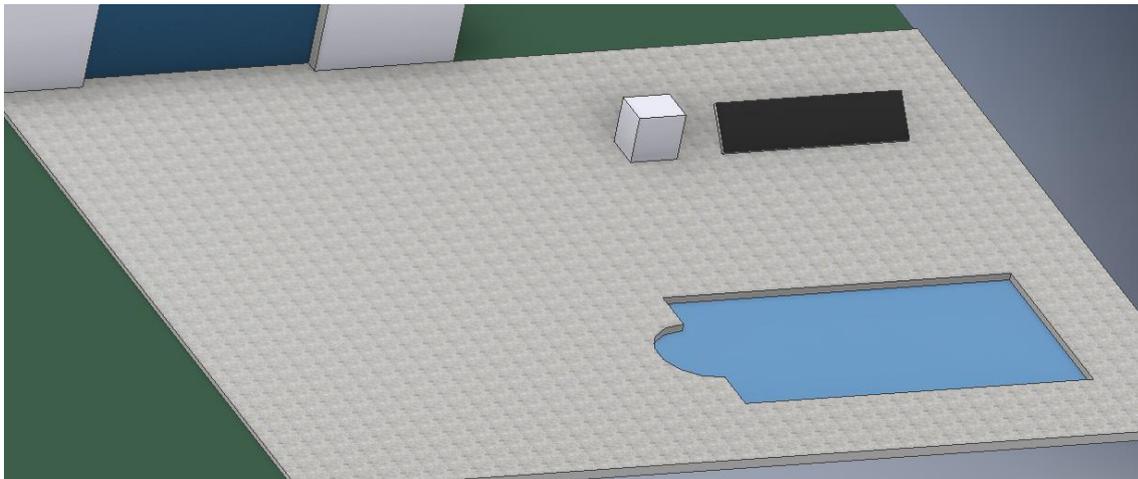
#### 3.2 PLANOS DE LA PARCELA

Los planos de la parcela son los siguientes.

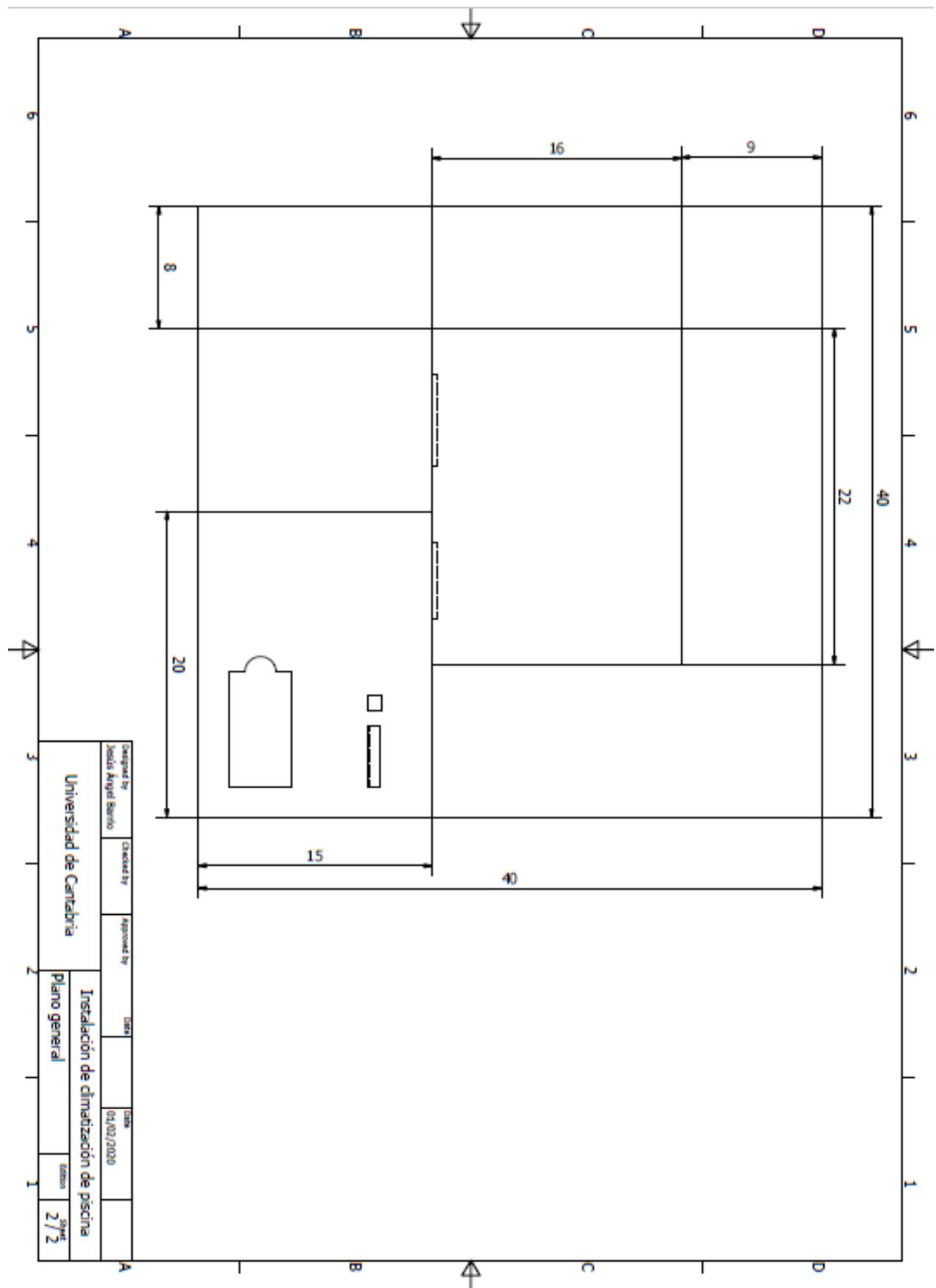
#### Vista general modelo 3d de la parcela



**Vista general modelo 3d del vaso de la piscina, y ubicación de paneles solares y bomba de calor**

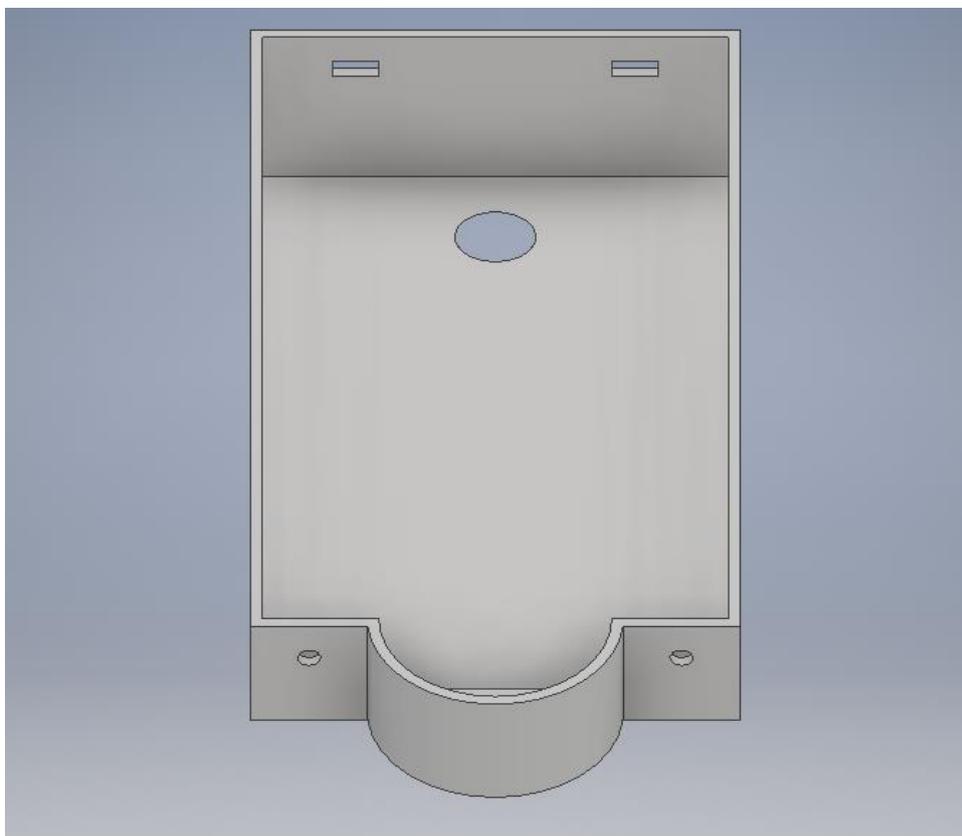
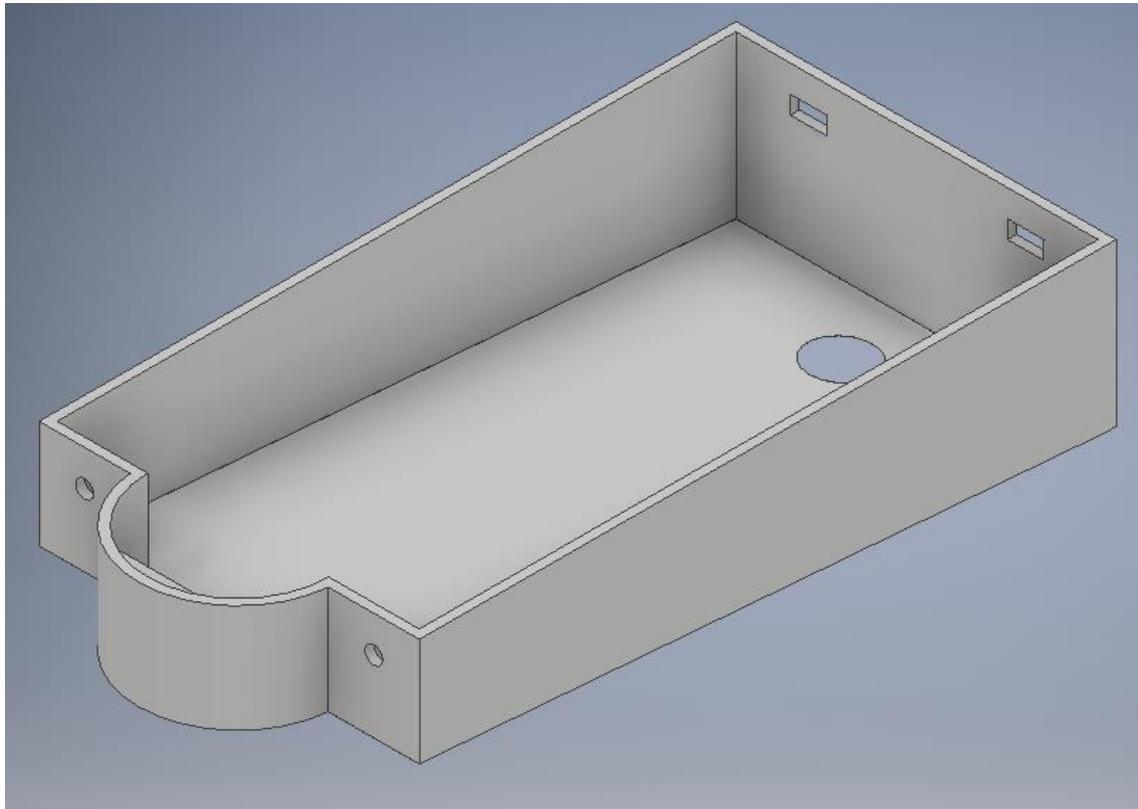


**Planos y dimensiones de la parcela**

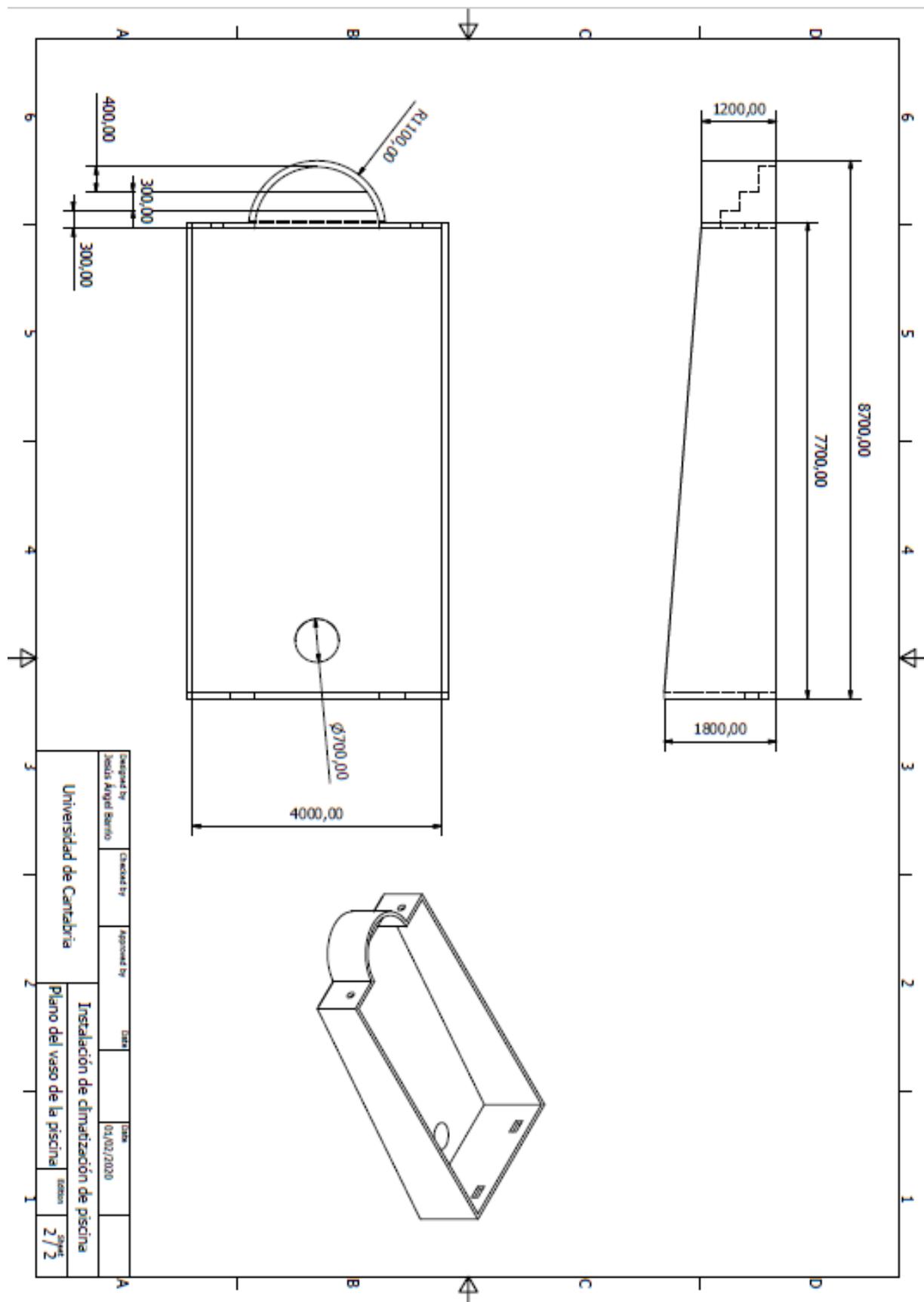


### 3.3 PLANOS DEL VASO DE LA PISCINA

#### Modelo 3d del vaso de la piscina

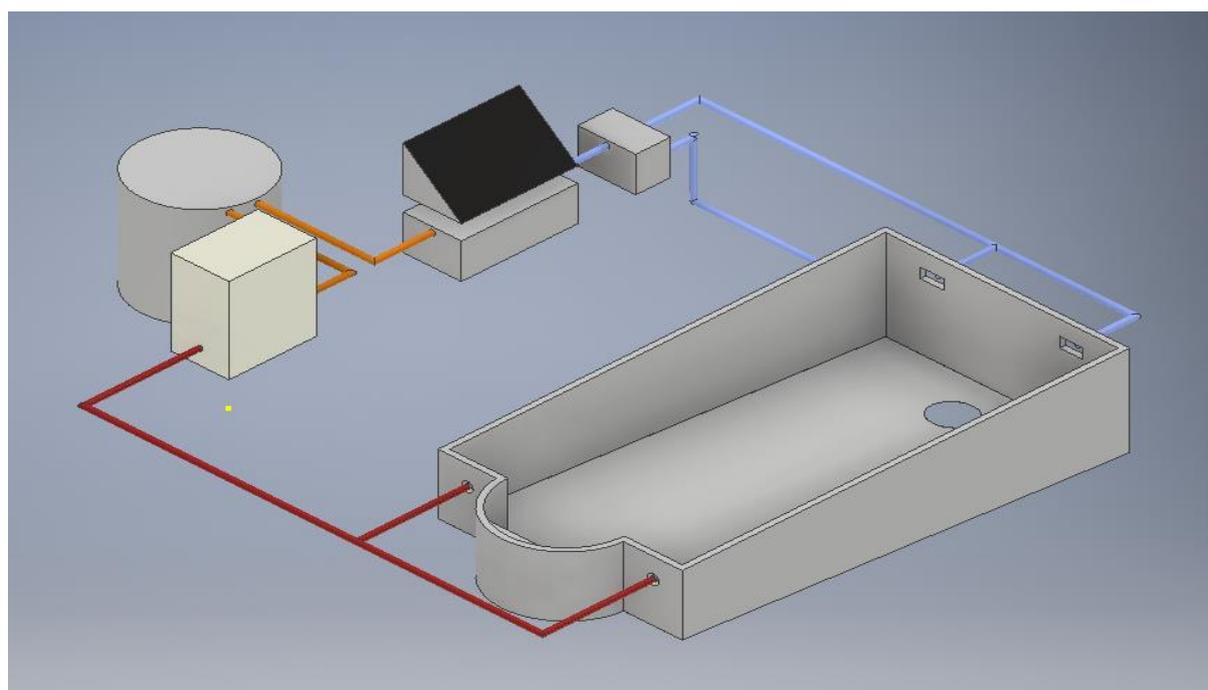
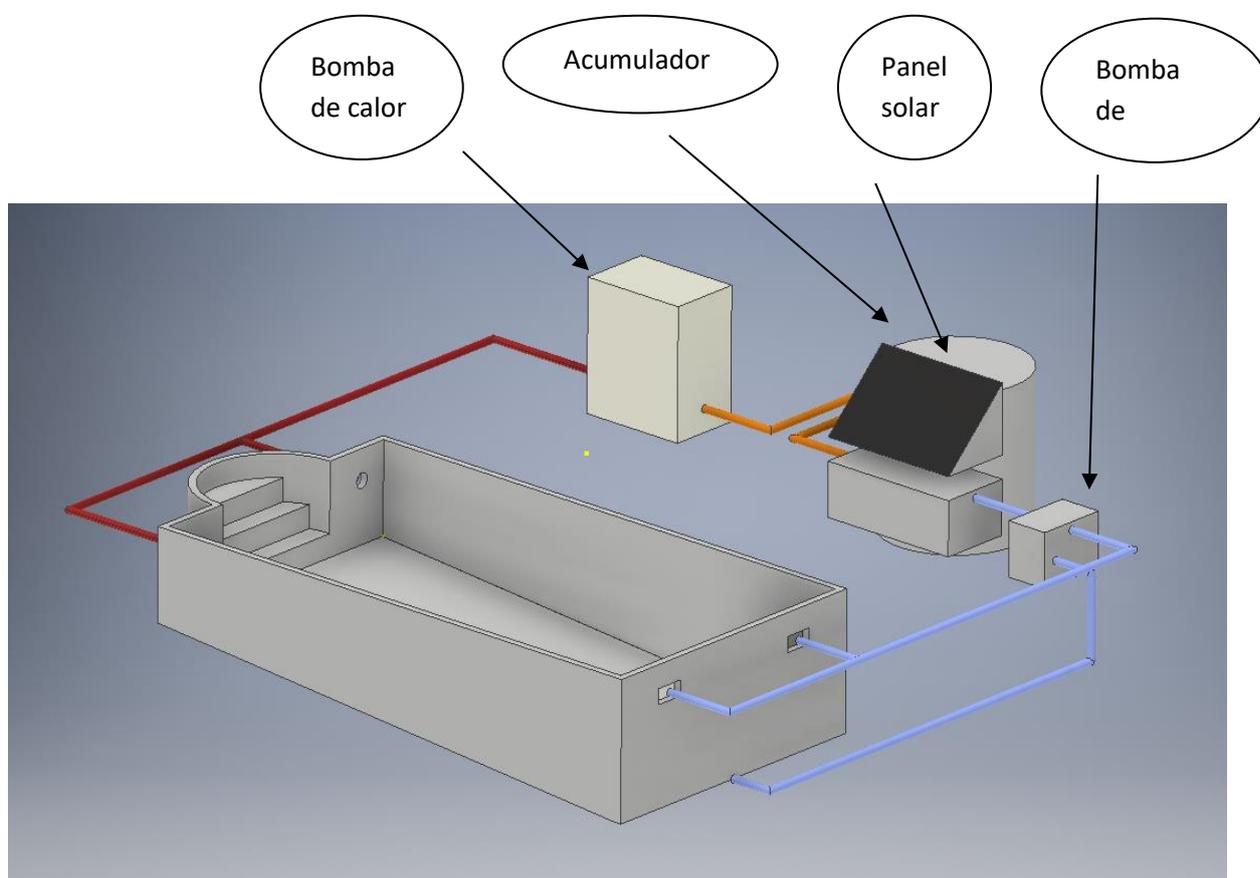


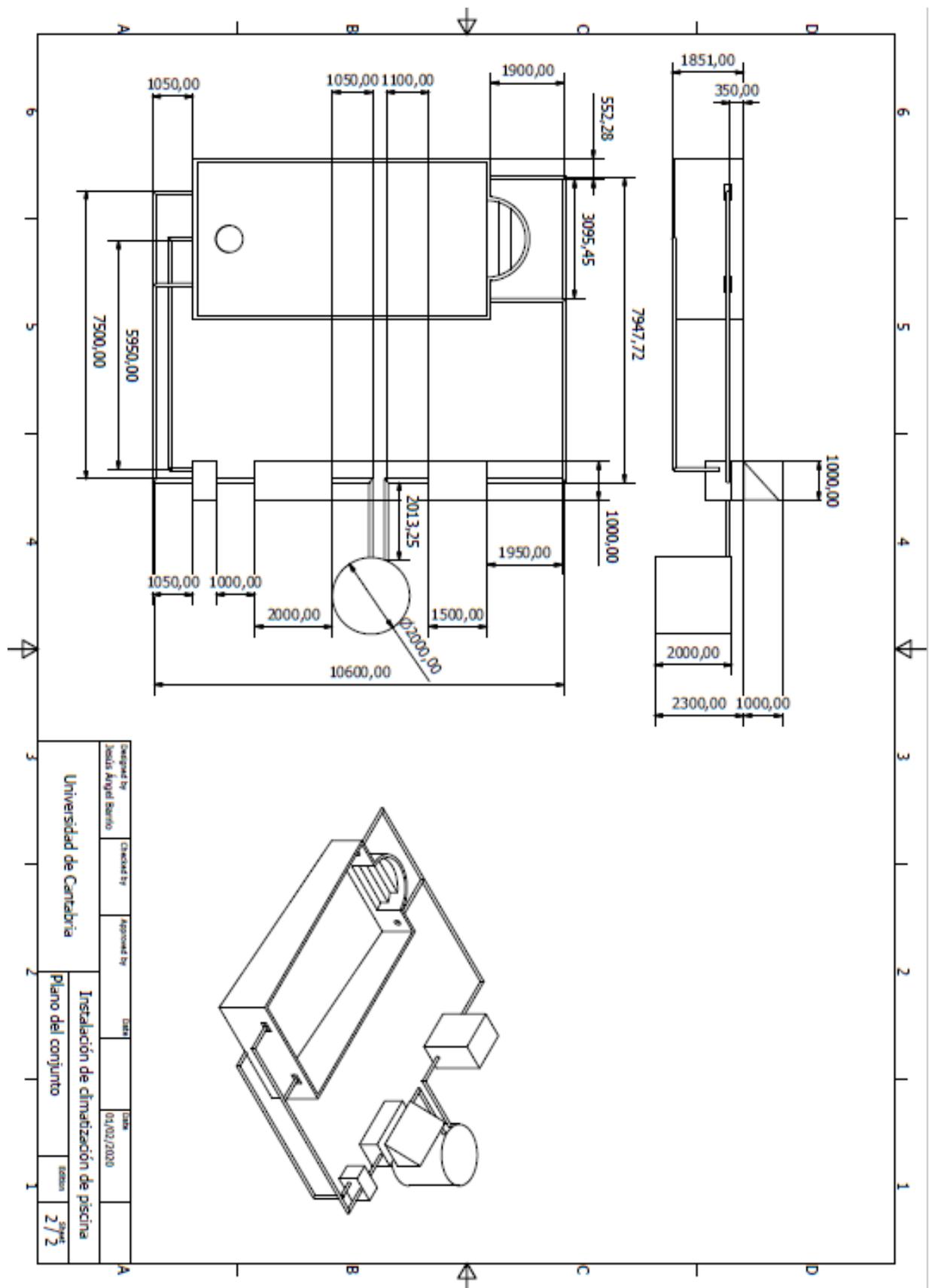
**Planos y dimensiones del vaso de la piscina**



### 3.4 ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN

#### Modelo 3d y planos del sistema de climatización





## **4 PLIEGO DE CONDICIONES**

### **4.1 CONDICIONES GENERALES**

#### **Naturaleza del pliego de condiciones**

El vigente pliego de condiciones hace referencia a las condiciones técnicas, económicas y legales que se han de cumplir para ejecución de las obras necesarias para llevar a cabo el proyecto.

#### **Documentación del contrato de la obra**

La documentación necesaria para llevar a cabo el proyecto está recopilada en la memoria, cálculos, planos y presupuesto del proyecto.

#### **Compatibilidad de documentos**

En el caso en que los documentos recopilados en memoria, planos, cálculos se contradigan frente al pliego de condiciones, prevalecerá este último frente al resto de documentos.

### **4.2 CONDICIONES PARA EL CONTRATISTA**

#### **Condiciones técnicas**

El contratista debe conocer las condiciones técnicas de la obra y comprometerse a ejecutar la obra bajo las condiciones establecidas.

#### **Personal requerido para la obra**

El personal elegido por el contratista debe ser especialista en su actividad. En caso de tener haber personal en formación, este personal debe estar bajo la supervisión de un especialista, el cual revisará cada uno de los procesos que se hayan realizado.

El contratista deberá estar presente durante la ejecución de la obra, y en caso de no estarlo, deberá nombrar a un encargado que asumirá la responsabilidad de dar instrucciones al resto del equipo.

#### **Desarrollo de los trabajos**

Para el correcto desarrollo del proyecto, el contratista debe disponer del número necesario de trabajadores requeridos para cada una de las actividades del proyecto.

### **Prevención de riesgos**

El contratista debe comprometerse a informar a los trabajadores sobre la ley de salud y prevención de riesgos laborales vigente.

### **Responsabilidades del contratista**

El contratista es el responsable de todas las operaciones que se lleven a cabo durante la ejecución de la obra. Es el responsable directo en caso de que uno de los trabajadores sufra un accidente, en caso de que sea por factor humano.

El contratista tomará todas las medidas necesarias para evitar accidentes, caídas de los trabajadores y/o caída de herramienta o material durante la ejecución de la obra.

### **Desperfectos en los alrededores**

En caso de producir defectos en los alrededores durante la ejecución de la obra, el contratista será responsable de dejar las instalaciones como al inicio de la obra.

## **4.3 DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS**

### **Interpretación de los documentos**

El contratista queda obligado a que todas las dudas que surjan en la interpretación y/o ejecución del proyecto serán resueltas por la dirección facultativa.

Las especificaciones que figuren en el resto de anexos al proyecto y no estén presentes en el pliego de condiciones deberán considerarse para la formulación del presupuesto.

La contrata deberá consultar previamente las dudas que considere oportunas.

### **Mala ejecución**

El contratista tendrá la obligación de modificar la parte de la obra que la dirección facultativa considere mal efectuada, aunque se hubiese notado después de la recepción provisional, sin realizarse ningún cargo adicional por el defecto.

### **Replanteo**

Se procederá por la dirección facultativa al replanteo de las obras en presencia del contratista.

La contrata facilitará todos los medios necesarios para la ejecución de los replanteos y el señalamiento de los mismos.

### **Libro de órdenes, asistencia e incidencia**

Con objeto de que se pueda tener en todo momento el conocimiento del estado de la obra, se llevará a cabo el libro de órdenes, asistencia e incidencias acorde al decreto 11/03/71 en el que se plasmarán todos los datos que sirvan para determinar si la contrata ha cumplido los objetivos y fechas previstas en el proyecto.

La dirección facultativa irá registrando a través de las visitas el estado del proyecto.

### **Controles de obra**

Se ordenará cuando se considere oportuno la realización de pruebas y ensayos, análisis y extracción de muestras, con el objetivo de verificar que los materiales, y objetos cumplen con lo establecido en la descripción del proyecto.

## **4.4 CONDICIONES ECONÓMICAS LEGALES**

### **Mediciones**

Para realizar la medición del conjunto del proyecto se utilizará a cada unidad de obra la unidad de medida apropiada para ello.

Estas mediciones se realizarán estando presente el contratista en todo momento para levantar las actas que serán firmadas por ambas partes.

El contratista no tendrá derecho a reclamar ninguna variación que pueda existir entre la medición ejecutada y las que figuren en el proyecto.

### **Valoración de unidades no expresadas en este pliego**

La valoración de unidades que ni figuran en este pliego, se realizará aplicando a cada una la medida más apropiada.

El contratista no tendrá derecho a que las medidas que figuran en este artículo se ejecuten de la forma que el indique.

### **Errores en las mediciones y/o en el presupuesto del proyecto**

El contratista deberá realizar un estudio detenido de todos los documentos que componen el proyecto, por lo que no habrá lugar a disposición alguna en cuanto a medidas o precios.

El contratista, en caso de realizar alguna medición errónea, no tiene derecho a reclamar dicha diferencia de presupuesto. Si, por el contrario, dicha medición fuese menor que la que figura en el plano, el contratista deberá descontar de manera proporcional a la medida el presupuesto de la parte del proyecto.

### **Disposiciones generales**

Las valoraciones de las unidades que figuran en el proyecto, se realizarán multiplicando el número de unidades por el precio unitario.

En el precio unitario estará incluido todos los gastos de transporte, así como los impuestos que puedan tener los materiales por el Estado, Provincia o Municipio.

El contratista, por tanto, no tendrá derecho a solicitar indemnización por alguna de las causas anteriormente nombradas.

### **Valoración de las obras no concluidas o incompletas**

Las obras no finalizadas se abonarán según el precio del presupuesto.

### **Precios contradictorios**

En caso de existir algún caso excepcional o algún imprevisto que hiciera necesario la designación de precios entre ambas partes, los precios deberán fijarse por la propiedad. En caso de que el contratista no aceptase los precios,

quedará exento de realizar dichas modificaciones y la propiedad podrá contratar a otro contratista para llevar a cabo dichas tareas.

### **Ampliación o reforma del proyecto por causas de fuerza mayor**

Cuando por causas de fuerza mayor sea necesario modificar o ampliar el proyecto, se deberá continuar la ejecución de los trabajos según las instrucciones dadas. El contratista será el encargado de realizar, junto con el personal a su cargo, las tareas de modificación, derribo que puedan necesitarse, anticipando de manera temporal el servicio, cuyo importe le será abonado posteriormente.

### **Revisión de precios**

No se procederá a realizar una revisión de precios durante la obra ni al finalizar la misma a no ser que lo señalen expresamente ambas partes antes de comenzar la obra.

En el caso de realizarse la revisión, deberá recoger la forma y fórmulas de revisión a aplicar según el decreto 419/1964.

### **Recepción**

Una vez finalizada la obra y estando estas según las condiciones exigidas en el proyecto, se realizará la recepción provisional tras el mes siguiente a su finalización.

A dicho acto acudirá la propiedad, el facultativo encargado del proyecto, y el contratista, levantándose el acta correspondiente.

En caso de que las obras no se encuentren en el estado descrito en el proyecto, se hará constar en el acta y se describirán las instrucciones precisas y detalladas por el facultativo al contratista para rectificar los defectos encontrados, exigiendo un plazo para cerrarlo.

Si el contratista no cumpliera los plazos fijados, se declarará resuelto el contrato, perdiendo la fianza.

La garantía comenzará a contar desde el momento en que se firme la recepción provisional de la obra.

El contratista deberá presentar las autorizaciones de los organismos oficiales de la Provincia para el uso y puesta en marcha de las instalaciones.

### **Responsabilidad del contratista**

Dentro del mes siguiente a la finalización de la garantía, se procederá a la recepción definitiva de las obras.

En caso de encontrarse en las condiciones establecidas, se recibirá con carácter definitivo, levantándose el acta correspondiente, quedando el contratista exento de toda responsabilidad.

### **Pruebas para la recepción**

Los materiales serán conocidos y aprobados por la dirección facultativa. En caso de realizarse la obra sin tener el consentimiento de la misma, deberán ser retirados en un plazo máximo de 30 días.

El contratista presentará muestras de cada tipo de material con el objetivo de que la dirección facultativa apruebe dichos materiales.

### **Plazo de garantía**

El contratista garantiza todas las obras que ejecute, incluyendo también los materiales empleados en su ejecución.

La garantía tendrá un periodo de validez de un año. En caso de sufrir algún desperfecto, el contratista será responsable de corregir dichos defectos, haciéndose cargo de la obra sin poder reclamar indemnización ninguna por la reparación.

Tras la recepción definitiva de la obra, el contratista quedará exento de toda responsabilidad salvo vicios ocultos de construcción el cual será responsable durante los primeros 15 años tras la ejecución del proyecto.

## **4.5 CARGOS AL CONTRATISTA**

### **Planos de las instalaciones**

El contratista deberá entregar en la recepción provisional los planos de todas las instalaciones realizadas en la obra.

### **Autorizaciones y licencias**

El contratista se compromete a entregar las autoridades que tienen que expedir las Direcciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc y las autoridades locales para la puesta en marcha de las instalaciones ejecutadas.

También será responsabilidad del contratista todas las licencias municipales, alumbrado, multas que ocasionen las obras durante su ejecución.

### **Conservación durante el plazo de garantía**

El contratista será el conservador del proyecto durante el año que media entre la recepción provisional y la definitiva, donde será responsable de atender cualquier avería que exista en este periodo de tiempo.

## **4.6 RESCISIÓN DE CONTRATOS**

### **Causas de rescisión de contratos**

Las siguientes causas son motivos de rescisión de contratos:

- Muerte o incapacidad del contratista
- Quiebra del contratista
- Alteraciones del contrato, las cuales pueden ser:
  - Siempre que, a juicio de la Dirección Facultativa exista una modificación del proyecto, y como consecuencia de dichas modificaciones haya una variación del 25% en el presupuesto de la contrata.
  - La modificación de las unidades de obra, siempre que haya una variación de las mismas de como mínimo el 40%
  - Siempre que, por causas ajenas a la contrata, no se dé comienzo a la ejecución de la obra dentro del periodo de 90 días a partir de su adjudicación.
  - Siempre que el plazo de suspensión haya excedido de 6 meses
  - La inobservancia del plan cronológico de la obra.

El incumplimiento de las cláusulas en cualquier medida, siempre que la Dirección Técnica considere un descuido inexcusable o mala fe.

### **Recepción de trabajos cuya contrata se haya rescindido**

En el caso de que el trabajo no se haya finalizado, solamente se realizará una única recepción y con la mayor brevedad que sea posible,

En el caso en que el trabajo esté finalizado, se realizarán tanto la recepción provisional, como la definitiva.

## **4.7 CONDICIONES TÉCNICAS EXIGIBLES A MATERIALES**

### **Calidad de los materiales**

Todos los materiales empleados en la obra serán de primera calidad y reunirán las características exigidas en los apartados anteriores.

### **Pruebas y ensayos de materiales**

Los materiales empleados en la obra podrán ser sometidos a análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, cuando se crea necesario acreditar su calidad.

### **Materiales o consignados en el proyecto**

Los materiales no consignados que puedan dar lugar a precios contradictorios, deberán reunir las condiciones necesarias.

### **Calidad de ejecución**

Todos los trabajos realizados en el proyecto, deberán ejecutarse de forma precisa y esmerada, de acuerdo con las condiciones establecidas en el Pliego de Condiciones de la Edificación de la Dirección General de Arquitectura y cumpliendo, a su vez, las instrucciones de la Dirección Facultativa.

### **Materiales para relleno de obras**

Podrán emplearse cualquier tipo de tierra a excepción de arcillas, fangos o cualquier otro material que sufra variaciones en su volumen por cambios climáticos y de humedad.

Tampoco se podrán emplear materiales con contenido orgánico, que pueda sufrir descomposición.

### **Áridos**

Los materiales empleados para la construcción de morteros y hormigones cumplirán el artículo 28 de la Instrucción EHE.

No se emplearán áridos laminares.

### **Agua**

Para la fabricación de morteros y hormigones, se deberá emplear agua limpia y dulce, cumpliendo con el artículo 27 de la Instrucción EHE.

## **4.8 INSTALACIONES**

### **Fontanería**

La ejecución de la obra se realizará de acuerdo a las Normas Básicas para Instalaciones.

### **Instalación de electricidad**

Todos los materiales que se empleen en la instalación eléctrica deberán cumplir las prescripciones técnicas contenidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Así mismo, deberán cumplir las normas técnico-prácticas de la Cía. Suministradora de Energía.

Los conductores de los cables de cobre serán de nudo recocado, siendo su cubierta de policloruro de vinilo tratada, con el fin de asegurar su resistencia al frío, y al resto de fenómenos meteorológicos.

Todas las uniones que sean necesarias realizar en la instalación eléctrica se realizarán mediante clemas.

La instalación deberá cumplir las disposiciones específicas del Pliego de Condiciones de la Instalación de Electricidad del anexo correspondiente.

La ejecución de las instalaciones del proyecto se regirán según el reglamento electrotécnico de Baja Tensión y disposiciones complementarias del Miner.

Se prestará especial atención que todos los trazados realizados prestén paralelismo y un orden entre ellos.

Se deberán evitar los cruces con tuberías.

Todos los empalmes se realizarán mediante clemas.

Los conductores se introducirán con especial atención en las tuerías para evitar dañar el aislamiento de los mismos. Asimismo, no se permitirá que los conductores tengan empalmes. El color del envoltorio de los conductores se diferenciará de los conductores neutro y tierra, siendo el color negro para el neutro, el verde claro para conductor de protección.

Para los conductores activos, se utilizarán colores rojo, blanco y azul.

La medición se hará a través de un punto de luz o enchufes. Las líneas generales se medirán en unidad independiente.

## 5 PRESUPUESTO

El presupuesto presente se regirá por el Real Decreto 1098/2001 de 12 de Octubre.

Artículo 126. Contenido mínimo del proyecto.

Los proyectos a que se refiere el artículo 124.2 de la Ley deberán contener, como requisitos mínimos, un documento que defina con precisión las obras y sus características técnicas y un presupuesto con expresión de los precios unitarios y descompuestos.

Artículo 130. Cálculo de los precios de las distintas unidades de obra.

1. El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se basará en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor añadido que pueda agravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.
2. Se considerarán costes directos:
  - La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
  - Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
  - Los gastos de personal, combustible, energía, etc. Que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
  - Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

3. Se considerarán costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para los obreros, laboratorios, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, excepto aquellos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las

unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución.

## 5.1 PRESUPUESTO UNITARIO

### Cuadro de mano de obra

Nº	Código	Designación	Importe		
			Coste € / h	Cantidad	Total
1	mo008	Oficial 1ª fontanería	19,11	15 h	286,65
2	mo107	Ayudante fontanería	17,50	15 h	262,5
3	mo020	Oficial 1ª construcción	18,56	20 h	371,2
4	mo113	Peón ordinario Construcción	17,28	42 h	725,76
5	mo003	Oficial 1ª electricista	19,11	20 h	382,2
6	mo112	Ayudante electricista	17,50	26 h	455
7	mo044	Oficial 1ª encofrador	19,37	12 h	232,44

8	mo091	Ayudante encofrador	18,29	16 h	292,64
9	mo043	Oficial 1ª ferrallista	19,37	12 h	232,44
10	mo090	Ayudante ferrallista	18,29	16 h	292,64
11	mo045	Oficial 1ª estructurista	19,37	12 h	232,44
12	mo092	Ayudante estructurista	18,29	16 h	292,64
13	mo005	Oficial 1ª Instalador de climatización	19,11	18 h	343,98
14	mo104	Ayudante de instalador de climatización	17,50	22 h	385
15	mo009	Oficial 1ª instalador captadores	19,11	20 h	382,2
16	mo108	Ayudante instalador captadores	17,50	20 h	350
<b>Total mano de obra</b>					5519,73 €

**Cuadro de materiales**

Nº	Código	Designación	Importe		
			Coste € / ud	Cantidad	Total
1	mt35cgp010e	Caja de protección y medida CPM1-S2, de hasta 63 A de intensidad	97,95	1 ud	97,95
2	mt35cgp040h	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	5,44	20 m	108,80
3	mt35cgp040f	Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	3,73	15 m	55,95
4	mt35www010	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,48	1 ud	1,48
5	mt01ara010	Arena de 0 a 5 mm de diámetro	12,02	0,068 T	0,82
6	mt35aia070af	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared	2,75	30 m	82,5

7	mt35www030	Cinta de señalización de polietileno, de 150 mm de anchura	0,25	20 m	5
8	mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil	9,25	8 h	74
9	mq02rop020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana	3,49	8 h	27,92
10	mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m <sup>3</sup> de capacidad	40,02	8 h	320,16
11	mt37toa400d	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 50 mm de diámetro exterior	0,26	15 ud	3,90
12	mt37toa110dg	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 50 mm de diámetro exterior y 4,6 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2, con el precio incrementado el	8,11	35 m	283,9

		30% en concepto de accesorios y piezas especiales			
13	mt08eft030a	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles	37,50	25 ud	937,50
14	mt08eva030	Estructura soporte para encofrado recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje	85	25 ud	2125
15	mt50spa081a	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 m de altura	13,37	1 ud	13,37
16	mt08cim030b	Madera de pino	238,16	0,003 T	0,71
17	mt08var060	Puntas de acero de 20x100 mm	7	0,04 kg	0,28
18	mt08dba010b	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua para encofrados metálicos, fenólicos o de madera	1,98	5 l	9,90
19	mt07aco020i	Separador homologado para losas macizas	0,08	3 ud	0,24

20	mt07aco010c	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, de varios diámetros	0,81	100 ud	81
21	mt08var050	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro	1,10	15 kg	16,50
22	mt10haf010nga	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central	76,88	3,5 m <sup>3</sup>	269,08
23	mt08cur020a	Agente filmógeno para el curado de hormigones y morteros	1,94	5 l	9,70
24	mt38css500a	Captador solar térmico plano, Heliocconcept SRV 2.3 "SAUNIER DUVAL", con panel de montaje de 1233x2033x80 mm, superficie útil 2,35 m <sup>2</sup> , rendimiento óptico 0,79, coeficiente de pérdidas primario 2,41 W/m <sup>2</sup> K y coeficiente de pérdidas secundario 0,048 W/m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> , compuesto de marco de aluminio, acabado pintado, absorbedor de cobre con	605	2	1210

		tratamiento altamente selectivo, aislamiento térmico de lana mineral y cubierta protectora de vidrio de seguridad			
25	mt38css549b	Bastidor de captador solar térmico, para 2 paneles con montaje vertical, sobre cubierta plana, anclado mecánicamente con soporte ajustable a 20°, 30°, 40° y 45°, "SAUNIER DUVAL"	335	2	670
26	mt38css560	Kit hidráulico de entrada y salida para batería de captadores solares térmicos, "SAUNIER DUVAL"	40	2 ud	80
27	mt38css561	Kit hidráulico de unión entre captadores solares, "SAUNIER DUVAL"	35	2 ud	70
28	mt38css580	Purgador automático para captadores solares térmicos, "SAUNIER DUVAL"	40	2 ud	80
29	mt38css728	Válvula de seguridad, para una temperatura máxima	30	2 ud	60

		de 99°C, "SAUNIER DUVAL"			
30	mt38css300	Bidón de 10 l de solución agua-glicol para relleno de captador solar térmico, "SAUNIER DUVAL"	45	2 ud	90
31	mt37sve010d	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1	9,81	4 ud	39,24
32	mt42sti010a	Bomba de calor no reversible, aire-agua, potencia calorífica nominal de 8 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 2°C; temperatura de salida del agua: 35°C), COP = 3,3, refrigerante R-407C, límites operativos en modo calefacción: entrada de aire entre -20°C y 40°C, salida de agua entre 15°C y 60°C, carcasa de acero galvanizado y esmaltado al horno.	9835	1 ud	9835
33	mt42www080	Kit de amortiguadores antivibración de suelo, formado por cuatro amortiguadores de caucho,	8	1 ud	8

		con sus tornillos, tuercas y arandelas correspondientes			
34	mt42dai331b	Unidad interior, para producción de A.C.S., para gas R-410A, capacidad del depósito 477 l, dimensiones 1775x790x790 mm, peso 80 kg, interfaz de usuario integrada en el frontal, aislamiento térmico de espuma de poliuretano, intercambiador de calor de acero inoxidable de 29 l, resistencia eléctrica de apoyo, temperatura máxima del agua 75°C, presión máxima del agua 6 bar	2354	1 ud	2354
35	mt37toa400d	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 50 mm de diámetro exterior	0,26	25 ud	6,5
36	mt37toa110dg	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R),	8,11	22 ud	178,42

	serie 5, de 50 mm de diámetro exterior y 4,6 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales			
<b>TOTAL MATERIALES</b>				19206,82 €

## 5.2 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

### Preparación del suelo

<b>Justificación de precios</b>
Tubería para alimentación de agua potable, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 50 mm de diámetro exterior.
Excavación a cielo abierto, en suelo de arcilla semidura, con medios manuales, y carga manual a camión. El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.
Losa maciza de hormigón armado, horizontal, con altura libre de planta de hasta 3 m, canto 24 cm, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 21 kg/m <sup>2</sup> ; montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir, formado por: superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, amortizables en 25 usos; estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y

estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos. Incluso nervios y zunchos perimetrales de planta y huecos, alambre de atar, separadores, aplicación de líquido desencofrante y agente filmógeno para el curado de hormigones y morteros. El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye los pilares

<b>Justificación de precios</b>					
<b>Código</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>
mt37toa400 d	ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 50 mm de diámetro exterior	15	0,26	3,90
mt37toa110 dg	m	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 50 mm de diámetro exterior y 4,6 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales	35	8,11	283,9

mt08eft030a	ud	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles	25	37,50	937,5
mt08eva030	ud	Estructura soporte para encofrado recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje	25	85	2125
mt50spa081a	ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 m de altura	1	13,37	13,37
mt08cim030b	T	Madera de pino	0,03	238,16	0,71
mt08var060	kg	Puntas de acero de 20x100 mm	0,04	7	0,28
mt08dba010b	l	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua para encofrados metálicos, fenólicos o de madera	5	1,98	9,90
mt07aco020i	ud	Separador homologado para losas macizas	3	0,08	0,24
mt07aco010c	ud	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, de varios diámetros	100	0,81	81

mt08var050	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro	15	1,10	16,50
mt10haf010 nga	T	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central	3,5	76,88	269,08
mt08cur020a	l	Agente filmógeno para el curado de hormigones y morteros	5	1,94	9,70
mo044	h	Oficial 1ª Encofrador	12	19,37	232,44
mo091	h	Ayudante encofrador	16	18,29	292,64
mo043	h	Oficial 1ª ferrallista	12	19,37	232,44
mo090	h	Ayudante ferrallista	16	18,29	292,64
mo045	h	Oficial 1ª estructurista	12	19,37	232,44
mo092	h	Ayudante estructurista	16	18,29	292,64
Mo113	h	Peon ordinario	16	17,28	276,48
Mo008	h	Oficial 1ª fontanería	15	19,11	286,65
Mo107	h	Ayudante fontanería	15	17,50	262,5

%	%	Costes directos complementarios	2	151,07	302,14
%	%	Costes indirectos	3	154,09	462,27
<b>Precio total por Ud.</b>					<b>6916,36 €</b>

**Justificación de precios de la instalación a la red eléctrica**

<b>Justificación de precios</b>
Caja de protección y medida CPM1-S2, de hasta 63 A de intensidad, para 1 contador monofásico, instalada en el interior de hornacina mural, en vivienda unifamiliar o local.
Suministro e instalación enterrada de canalización de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 110 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N, colocado sobre lecho de arena de 5 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso cinta de señalización. El precio incluye los equipos y la maquinaria necesarios para el desplazamiento y la disposición en obra de los elementos, pero no incluye la excavación ni el relleno principal

<b>Justificación de precios</b>					
<b>Código</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Canti dad</b>	<b>Preci o</b>	<b>Total</b>
mt01ara010	T	Arena de 0 a 5 mm de diámetro	0,068	12,02	0,82
mt35aia070 af	m	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared	30	2,75	82,5
mt35www03 0	m	Cinta de señalización de polietileno, de 150 mm de anchura	20	0,25	4
mt35www01 0	ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1	1,48	1,48
mt35cgp010 e	ud	Caja de protección y medida CPM1-S2, de hasta 63 A de intensidad	1	97,95	97,75
mt35cgp040 h	m	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	20	5,44	108,80
mt35cgp040 f	m	Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior	15	3,73	55,95

		y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.			
mq04dua020b	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil	8	9,25	74
mq02rop020	h	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana	8	3,49	27,92
mq02cia020j	h	Camión cisterna de 8 m <sup>3</sup> de capacidad	8	40,02	320,16
mo020	h	Oficial 1ª construcción	20	18,56	371,2
mo113	h	Peón ordinario construcción	26	17,28	449,28
mo003	h	Oficial 1ª electricista	20	19,11	382,2
mo112	h	Ayudante electricista	26	17,50	455
%	%	Costes directos complementarios	2	103,46	206,92
%	%	Costes indirectos	3	114,23	342,69
<b>Precio total por Ud.</b>					<b>2980,67 €</b>

**Justificación de precios de captador solar**

<b>Justificación de precios</b>
<p>Captador solar térmico formado por batería de 2 módulos, compuesto cada uno de ellos de un captador solar térmico plano, Heliocconcept SRV 2.3 "SAUNIER DUVAL", con panel de montaje de 1233x2033x80 mm, superficie útil 2,35 m<sup>2</sup>, rendimiento óptico 0,79, coeficiente de pérdidas primario 2,41 W/m<sup>2</sup>K y coeficiente de pérdidas secundario 0,048 W/m<sup>2</sup>K<sup>2</sup>, colocados sobre estructura soporte para cubierta plana</p>

<b>Justificación de precios</b>					
<b>Código</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>
mt38css50 0a	ud	Captador solar térmico plano, Heliocconcept SRV 2.3 "SAUNIER DUVAL", con panel de montaje de 1233x2033x80 mm, superficie útil 2,35 m <sup>2</sup> , rendimiento óptico 0,79, coeficiente de pérdidas primario 2,41 W/m <sup>2</sup> K y coeficiente de pérdidas secundario 0,048 W/m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> , compuesto de marco de aluminio, acabado pintado, absorbedor de cobre con tratamiento altamente selectivo, aislamiento térmico de lana mineral y cubierta protectora de vidrio de seguridad	2	605	1210
mt38css54 9b	ud	Bastidor de captador solar térmico, para 2 paneles con montaje vertical, sobre cubierta plana, anclado mecánicamente con	2	335	670

		soporte ajustable a 20°, 30°, 40° y 45°, "SAUNIER DUVAL"			
mt38css560	ud	Kit hidráulico de entrada y salida para batería de captadores solares térmicos, "SAUNIER DUVAL"	2	40	80
mt38css561	ud	Kit hidráulico de unión entre captadores solares, "SAUNIER DUVAL"	2	35	70
mt38css580	ud	Purgador automático para captadores solares térmicos, "SAUNIER DUVAL"	2	40	80
mt38css728	ud	Válvula de seguridad, para una temperatura máxima de 99°C, "SAUNIER DUVAL"	2	30	60
mt38css300	ud	Bidón de 10 l de solución agua-glicol para relleno de captador solar térmico, "SAUNIER DUVAL"	2	45	90
mt37sve010d	ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1	4	9,81	39,24
mo009	h	Oficial 1º instalador de captadores	20	19,1	382,2
mo108	h	Ayudante instalador de captadores	20	17,5	350

%	%	Costes directos complementarios	2	103,46	206,92
%	%	Costes indirectos	3	114,23	342,69
<b>Precio total por Ud.</b>					<b>3581,05 €</b>

**Justificación de precios de bomba de calor y acumulador**

<b>Justificación de precios</b>					
<b>Código</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Can tida d</b>	<b>Preci o</b>	<b>Total</b>
mt42sti010 a	ud	Bomba de calor no reversible, aire-agua, potencia calorífica nominal de 8 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 2°C; temperatura de salida del agua: 35°C), COP = 3,3, refrigerante R-407C, límites operativos en modo calefacción: entrada de aire entre -20°C y 40°C, salida de agua entre 15°C y 60°C, carcasa de acero galvanizado y esmaltado al horno.	1	9835	9835
mt42www0 80	ud	Kit de amortiguadores antivibración de suelo, formado por cuatro amortiguadores de caucho, con sus tornillos, tuercas y arandelas correspondientes	1	8	8

mt42dai33 1b	ud	Unidad interior, para producción de A.C.S., para gas R-410A, capacidad del depósito 477 l, dimensiones 1775x790x790 mm, peso 80 kg, interfaz de usuario integrada en el frontal, aislamiento térmico de espuma de poliuretano, intercambiador de calor de acero inoxidable de 29 l, resistencia eléctrica de apoyo, temperatura máxima del agua 75°C, presión máxima del agua 6 bar	1	2354	2354
mt37toa40 0d	ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 50 mm de diámetro exterior	25	0,26	6,5
mt37toa11 0dg	ud	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 50 mm de diámetro exterior y 4,6 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales	23	8,11	186,53
Mo104	h	Ayudante de instalador de climatización	22	17,5 0	385
Mo009	h	Oficial 1ª instalador captadores	18	19,1 1	343,98

%	%	Costes directos complementarios	2	103,46	206,92
%	%	Costes indirectos	3	114,23	342,69
<b>Precio total por Ud.</b>					<b>13668,62€</b>

### 5.3 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

<b>Presupuesto de ejecución por contrata</b>	
Presupuesto de ejecución material	<b>27146,7 €</b>
13% de gastos generales	<b>3686,37 €</b>
6% de beneficio industrial	<b>1701,40 €</b>
<b>Presupuesto de ejecución por contrata</b>	<b>32534,47 €</b>

### 5.4 PRESUPUESTO DE LICITACIÓN

<b>Presupuesto de ejecución por contrata</b>	
Presupuesto de ejecución material	<b>27146,7 €</b>
13% de gastos generales	<b>3529,07 €</b>
6% de beneficio industrial	<b>1628,80 €</b>

Suma	<b>32534,47 €</b>
IVA: 21%	<b>6832,23 €</b>
<b>Presupuesto de licitación</b>	<b>39,366,70 €</b>

## 5.5 PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

<b>Presupuesto de ejecución por contrata</b>	
Presupuesto de ejecución material	<b>27146,7 €</b>
13% de gastos generales	<b>3529,07 €</b>
6% de beneficio industrial	<b>1628,80 €</b>
Suma	<b>32534,47 €</b>
IVA: 21%	<b>6832,23 €</b>
Presupuesto de licitación	<b>39,366,70 €</b>
Honorarios técnicos	<b>3000 €</b>

<b>Presupuesto para conocimiento de la administración</b>	<b>42366,7 €</b>
---	------------------