



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Proyecto de instalación hidráulica de ahorro de calor en el  
sistema de pasteurización de una fábrica de enlatado de  
aceitunas

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

AUTOR/A: Munera Agís, Juan

Tutor/a: López Jiménez, Petra Amparo

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

## Resumen:

Este proyecto trata del diseño, cálculo y justificación de las instalaciones de recuperación de calor para el sistema de pasteurización de una fábrica de produce aceitunas en conserva en Alcoy.

Lo primero que se va a realizar es el análisis y la toma de datos de diferentes zonas de la instalación ya existente para poder calcular la cantidad de potencia que vamos a poder extraer, así como los diámetros de las tuberías que van a componer nuestro circuito.

Tras este análisis inicial acompañado de una explicación sumaria de los diferentes componentes del proyecto se procederá al cálculo de las curvas resistentes de la instalación y posteriormente al análisis y elección de las bombas necesarias.

También se tendrá en cuenta el cálculo del vaso de expansión necesario para la instalación, así como del aislamiento de las tuberías y además se adjuntará el cálculo de potencia de los intercambiadores de calor necesarios para los hornos, la salmuera y la zona de condensados de la caldera.

Posteriormente se mostrará el diseño de la instalación en los planos aportados en la medida de lo posible.

En este trabajo de fin de grado no se tendrá en cuenta la parte eléctrica de la instalación, debido a que es marginal con respecto al propósito general del proyecto.

Habiendo procedido a todo lo anterior se calculará el presupuesto técnico del proyecto.

### **Palabras clave:**

Instalación hidráulica, ahorro energético, intercambio de calor, circuito cerrado, bombas de recirculación de agua.

## **Abstract:**

This project deals with the design, calculation and justification of the heat recovery facilities for the pasteurization system of a factory producing canned olives in Alcoy.

The first thing to be done is the analysis and data collection of different areas of the existing installation in order to calculate the amount of power that we will be able to extract, as well as the diameters of the pipes that will make up our circuit.

After this initial analysis accompanied by a summary explanation of the different components of the project, we will proceed to the calculation of the resistant curves of the installation and then to the analysis and selection of the necessary pumps.

The calculation of the expansion vessel required for the installation will also be taken into account, as well as the insulation of the piping and the power calculation of the heat exchangers required for the furnaces, the brine and the condensate area of the boiler will also be included.

Subsequently, the design of the installation will be shown on the provided drawings as far as possible.

The electrical part of the installation will not be taken into account in this final degree project, since it is marginal with respect to the general purpose of the project.

Having proceeded with all the above, the technical budget of the project will be calculated.

## **Keywords:**

Hydraulic installation, energy savings, heat exchange, closed circuit, water recirculation pumps.

## Resum:

Este projecte tracta del disseny, càlcul i justificació de les instal·lacions de recuperació de calor per al sistema de pasteurització d'una fàbrica de produïx olives en conserva a Alcoi.

El primer que es realitzarà és l'anàlisi i la presa de dades de diferents zones de la instal·lació ja existent per a poder calcular la quantitat de potència que podrem extraure, així com els diàmetres de les canonades que compondran el nostre circuit.

Després d'esta anàlisi inicial acompanyada d'una explicació sumària dels diferents components del projecte es procedirà al càlcul de les corbes resistents de la instal·lació i posteriorment a l'anàlisi i elecció de les bombes necessàries.

També es tindrà en compte el càlcul del vas d'expansió necessari per a la instal·lació, així com de l'aïllament de les canonades i a més s'adjuntarà el càlcul de potència dels bescanviadors de calor necessaris per als forns, la salmorra i la zona de condensats de la caldera.

Posteriorment es mostrarà el disseny de la instal·lació en els plans aportats en la mesura que siga possible.

En este treball de fi de grau no es tindrà en compte la part elèctrica de la instal·lació, pel fet que és marginal respecte al propòsit general del projecte.

Havent procedit a tot l'anterior es calcularà el pressupost tècnic del projecte.

## Paraules clau:

Instal·lació hidràulica, estalvi energètic, intercanvi de calor, circuit tancat, bombes de recirculació d'aigua.

## AGRADECIMIENTOS:

Quiero expresar mis más profundos agradecimientos a mis padres por su constante apoyo y estar ahí siempre para cualquier cosa que necesitara. También me gustaría agradecer enormemente a mis compañeros de trabajo durante mis prácticas de empresa ya que sin sus consejos y explicaciones no habría podido realizar este Trabajo Final de grado. Por último, me gustaría recordar a mi tutora por la paciencia mostrada y la implicación en este trabajo. Muchas gracias a todos.

CONCEPT (ABET)	CONCEPTO (traducción)	¿Cumple? (S/N)	¿Dónde? (páginas)
1. IDENTIFY:	1. IDENTIFICAR:	S	
1.1 Problem statement and opportunity	1.1. Planteamiento del problema y oportunidad	S	1, 13
1.2 Constraints (standards, codes, needs, requirements & specifications)	1.2. Restricciones (normas, códigos, necesidades, requisitos y especificaciones)	S	15
1.3. Setting of goals	1.3. Establecimiento de objetivos	S	1, 13
2. FORMULATE:	2. FORMULAR:	S	
2.1. Creative solution generation (analysis)	2.1. Generación de soluciones creativas (análisis)	S	37-60
2.2. Evaluation of multiple solutions and decision-making (synthesis)	2.2. Evaluación de múltiples soluciones y toma de decisiones (síntesis)	S	37-60
3. SOLVE:	3. RESOLVER:	S	
3.1. Fulfilment of goals	3.1. Cumplimiento de objetivos	S	60
3.2. Overall impact and significance (contributions and practical recommendations)	3.2. Impacto global y alcance (contribuciones y recomendaciones prácticas)	S	60

## ABREVIATURAS:

BOE	Boletín Oficial del Estado
°C	Grados centígrados
CAES	Certificado de ahorro energético
DB HE	Documento básico de ahorro de energía
ENAC	Entidad Nacional de Acreditación
FNEE	Fondo Nacional de Eficiencia Energética
Inox	Acero Inoxidable
°K	Grados kelvin
kw	Kilovatio
kWh	Kilovatio hora
kWh/ año	Kilovatio hora año
l	Litros
l/h	Litros por hora
l/s	Litros por segundo
m	Metros
mca	Metros de columna de agua.
mmca	Milímetros de columna de agua
m <sup>3</sup> /h	Metros cúbicos por hora
m/s	Metros por segundo
MWh	Megavatio hora
OBS	Objetivos Desarrollo Sostenible
RD	Real decreto
RITE	Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios
s	Segundos
SD	Sujetos delegados
SO	Sujetos obligados

## Tabla de contenido

I.MEMORIA.....	10
1.1 CONTEXTO DENTRO DEL DESARROLLO SOSTENIBLE.....	11
1.2 OBJETIVOS .....	13
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	13
1.4 MOTIVACIÓN .....	13
1.5 TITULAR DE LA INSTALACIÓN .....	14
1.6 SITUACIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	14
1.7 REGLAMENTACIONES Y NORMAS CONSIDERADAS. ....	14
1.8 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO .....	14
1.8.1 Uso del edificio.....	14
1.8.2 Numero de plantas y distribución del edificio.....	14
1.8.3 Horario de apertura y cierre del edificio .....	15
2. INSTALACIÓN HIDRAÚLICA. ....	15
2.1 COMPOPONENTES DE LA INSTALACION .....	15
2.1.1 Nociones básicas .....	15
2.2 ELEMENTOS DE LA INSTALACION .....	16
2.2.1 Acometidas.....	16
2.2.2 Grupos de presión y bombas .....	17
2.2.3 Tipos de tuberías .....	18
2.2.4 Válvulas.....	19
2.2.5 Sondas de medición y limitación de caudal en función de temperatura .....	21
2.2.6 Manómetros.....	22
2.2.7 Filtros.....	22
2.2.8 Depósitos.....	23
2.3 TOMA DE DATOS.....	23
2.4 HORNOS DE PASTEURIZACIÓN .....	28
2.5 INTERCAMBIADORES AGUA-AGUA.....	29
2.6 DISEÑO DEL CIRCUITO COMPLETO.....	31
2.6.1 Lado de hornos.....	31
2.6.2 Circuito del Lado de la salmuera .....	32
2.6.3 Resumen general.....	33
2.7 VIABILIDAD ECONÓMICA.....	34
II.ANEXO.CALCULOS.....	36
2.1 DIMENSIONADO DE INTERCAMBIADORES DE CALOR.....	37
2.2 DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS .....	41

2.3 DIMENSIONADO DE LAS BOMBAS: .....	49
2.4 CALCULO DEL VASO DE EXPANSIÓN .....	53
2.5 CALCULO DEL AISLAMIENTO .....	55
2.6 Conclusiones.....	58
BIBLIOGRAFÍA.....	59



**LISTADO DE FIGURAS:**

Ilustración 1: Organigrama de los CAES (ministerio de transición ecológica) .....	13
Ilustración 2:Fotografía Aceitunera (google maps) .....	15
Ilustración 3: Diagrama de acometida [5] .....	16
Ilustración 4: Contador de agua (saltoki) .....	17
Ilustración 5: Bomba usada en la instalación (grundfos) .....	18
Ilustración 6:Tubos de acero inoxidable 316 L (saltoki) .....	19
Ilustración 7: Diseño válvula de bola [5] .....	19
Ilustración 8: Válvula de retención (saltoki) .....	20
Ilustración 9: Válvula de 3 vías utilizada en el circuito(saltoki) .....	20
Ilustración 10: Válvula de equilibrado dinámico (Saltoki) .....	21
Ilustración 11:Sonda de temperatura (saltoki).....	21
Ilustración 12: Manómetro analógico (Saltoki).....	22
Ilustración 13: Filtro hidráulico (Saltoki) .....	22
Ilustración 14: Depósito de acumulación (Polyavi) .....	23
Ilustración 15: Medición caudal horno 1.....	24
Ilustración 16: Medición caudal horno 2.....	25
Ilustración 17: Medición caudal Horno 3/4.....	25
Ilustración 18: Medición caudal tubería 1 salmuera .....	26
Ilustración 19: Medición caudal tubería 2 salmuera .....	26
Ilustración 20: Medición caudal tubería 3 salmuera .....	27
Ilustración 21: Datos de la toma de agua fría del depósito de condensados .....	28
Ilustración 22: Túnel de pasteurización [9] .....	29
Ilustración 23: Diagrama de intercambio tubular. (Wikipedia) .....	30
Ilustración 24: Intercambiador de calor de placas (MRF) .....	31
Ilustración 25: Esquema lado hornos .....	32
Ilustración 26: Esquema lado Salmuera .....	33
Ilustración 27: Esquema completo de la instalación .....	34
Ilustración 28: Resumen de presupuesto .....	35
Ilustración 29: Toma de datos del caudalímetro .....	37
Ilustración 30: Curva de la bomba para depósitos de salmuera .....	41
Ilustración 31: Longitudes equivalentes de accesorios (fuente Azebedo N.J y Acosta A.G. 1975) ..	45
Ilustración 32: Curva resistente hornos.....	47
Ilustración 33: Curva resistente Salmuera.....	48
Ilustración 34: Punto de funcionamiento de hornos según Grundfos (fuente Grundfos) .....	50
Ilustración 35: Punto de funcionamiento con simulación propia .....	50
Ilustración 36: Curva de la bomba de hornos propia .....	51
Ilustración 37:Curva de la bomba en salmuera según grundfos .....	51
Ilustración 38: Punto de funcionamiento en salmuera simulado .....	52
Ilustración 39: Curva de la bomba de salmuera simulada .....	52
Ilustración 40: Vaso de expansión para calefacción Waft 250 litros (Saltoki) .....	55
Ilustración 41: Programa aislam ( Aislam).....	56
Ilustración 42: Resultados Aislam.....	56
Ilustración 43: Resultados Aislam.....	56
Ilustración 44: Resultados Aislam.....	56
Ilustración 45:Resultados Aislam.....	56

**Listado de Tablas:**

Tabla 1:Valores medidos y cálculos de potencia de intercambiadores .....	38
Tabla 2: Potencias absorbidas de los hornos.....	39
Tabla 3: Caudal de circulación por el lado de hornos.....	42
Tabla 4: Caudal de circulación por el lado de la salmuera .....	42
Tabla 5: Tabla de longitudes equivalentes (fuente Mott, mecánica de fluidos).....	45
Tabla 6: Perdidas del lado de hornos .....	46
Tabla 7: Perdidas de carga de las partes del circuito de salmuera .....	48
Tabla 8: Valores de Ce iterados .....	54
Tabla 9: Exigencias mínimas aislamiento (Aenor) .....	55

## I.MEMORIA

## 1.1 CONTEXTO DENTRO DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

### **Agenda 2030:**

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible es un plan con vistas a futuro cuyo objetivo es fomentar la convivencia y la prosperidad de las personas en el planeta. Aborda estos problemas desde muchos puntos de vista distintos y por ello plantea un nada despreciable número de problemáticas a solucionar.

Concretamente la Agenda plantea 17 Objetivos con 169 metas de carácter integrado e indivisible que abarcan las esferas económica, social y ambiental. Esto permite que cualquier proyecto construcción o programa que se quiera implementar en el mundo pueda seguir alguno de estos objetivos e intentar lidiar con alguna de las problemáticas que se plantean, todo en aras del bien común.

Al acceder a seguir esta agenda los 193 estados de las naciones unidas se comprometieron a movilizar los medios necesarios para su implementación mediante alianzas centradas especialmente en las necesidades de los más pobres y vulnerables.

En este caso concreto el proyecto se integra dentro del OBS número 12, garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles, en el sentido de que gracias al diseño e implementación de este proyecto se consigue que Serpis deseche la idea de la adquisición de una nueva caldera de vapor impulsada a gas lo cual repercutiría negativamente en sus gastos en materia de combustible. [1],[2]

### **HUELLA DE CARBONO:**

La huella de carbono es un indicador ambiental que refleja la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI), que es emitida directa o indirectamente como consecuencia de una actividad determinada.

Desde la puesta en vigor de la Ley 7/2021, del 20 de mayo, de Cambio Climático y Transición Energética establece que las empresas están obligadas desde 2023 a reducir su huella de carbono. De esta manera, España trata de cumplir con los objetivos establecidos para luchar por la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Hasta ese momento, el registro de la huella de carbono era voluntario para la mayor parte de empresas españolas. Sin embargo, tras la entrada en vigor de la mencionada ley, ha pasado de ser una medida voluntaria a obligatoria.

Es por ello que el proyecto entra en comunión con el desarrollo sostenible y la Agenda 2030 debido a que el proyecto facilita la reducción de la huella de carbono de la aceitunera Serpis. [3]

### **Sistemas de certificados de ahorro energético (CAES)**

El pasado 26 de enero de 2023 se publicó el RD 36/2023 26 de enero 2023, el cual regula el sistema de Certificados de ahorro energético (CAES). Otros países como Francia funcionan desde hace más de quince años con este sistema, debido a esto el sistema español se ha basado enormemente en él. La intención de la normativa es incentivar la realización de actuaciones que generen ahorro energético ya que es un mecanismo que permite obtener una contraprestación (económica o no)

por la realización de estas. Es por ello por lo que el trabajo al ser una instalación que promueve el ahorro de energía en Serpis es susceptible de recibir uno de estos certificados y por lo tanto, ver el coste de la inversión paliado en gran parte.

Pasamos a describir las partes activas de este sistema a fin de proveer de contexto y aportar un poco más de información al tema.

Actores del sistema:

- Sujetos Obligados - Las empresas de comercialización de energía que son los denominados Sujetos Obligados, deben realizar una aportación económica al FNEE por un importe que se publica anualmente en una Orden Ministerial. Este sistema CAE es una alternativa para cubrir parte de ese ahorro al que están obligados y que hasta la fecha, solo podían cumplir mediante la aportación económica al FNEE.
- Sujetos delegados – empresas que se han debido acreditar cumpliendo unos requisitos para poder “ayudar” a los SO a obtener este ahorro. Son los únicos operadores juntamente con los SO que pueden certificar el ahorro, obtener y titularizar los CAES.
  - Propietario del ahorro – según definición recogida por el RD es quien ha llevado a cabo la inversión con independencia de que el beneficiario del ahorro sea un tercero. Esta propiedad sobre el ahorro puede cederse a cambio de una contraprestación para lo cual se debe firmar un convenio CAE o un documento privado (pendiente de que nos confirmen desde Ministerio).
  - Verificador ahorro – entidades acreditadas por ENAC que revisarán la actuación, la ficha aplicable, la documentación, el ahorro calculado, y en definitiva verificarán que el ahorro energético es correcto.

Actuaciones elegibles

Podrá ser aparentemente elegible cualquier actuación que genere ahorro energético, si bien hay una distinción a tener en cuenta:

- Estandarizadas: Se publica una Orden Ministerial con un catálogo de fichas, que consta concretamente de 52 fichas divididas en sectores: Industrial; Terciario; Residencial y Transporte. Estas fichas recogen actuaciones concretas en las que se define la fórmula de cálculo y la documentación necesaria a aportar. Evidentemente estas fichas están sujetas a revisión periódica y se irán incorporando nuevas fichas con nuevas actuaciones. En cuanto a requisitos de gestión, para presentar un expediente es necesario que haya mínimo 30MWh certificados, si bien se pueden agrupar actuaciones de diferentes empresas (en la misma Comunidad Autónoma), o de la misma empresa hasta llegar a ese mínimo. (Nuestro proyecto no encaja aquí debido a que es un proyecto a medida y no un recambio. Es una creación.)
- Singulares: en el caso de que se realice una actuación que genere ahorro energético, pero no esté debidamente recogida en las fichas publicadas en el catálogo se deberá seguir un procedimiento diferente, con mayor coste de certificación y mayor complejidad al tener que plantear una fórmula de cálculo basada en algún protocolo internacional como el IMVP o la ISO 5001. Por lo tanto, aquí se puede incluir cualquier proyecto que se identifique que

genere un ahorro para el cliente como es el caso del proyecto que nos ocupa, un plan de instalación de aprovechamiento de calor.[4]

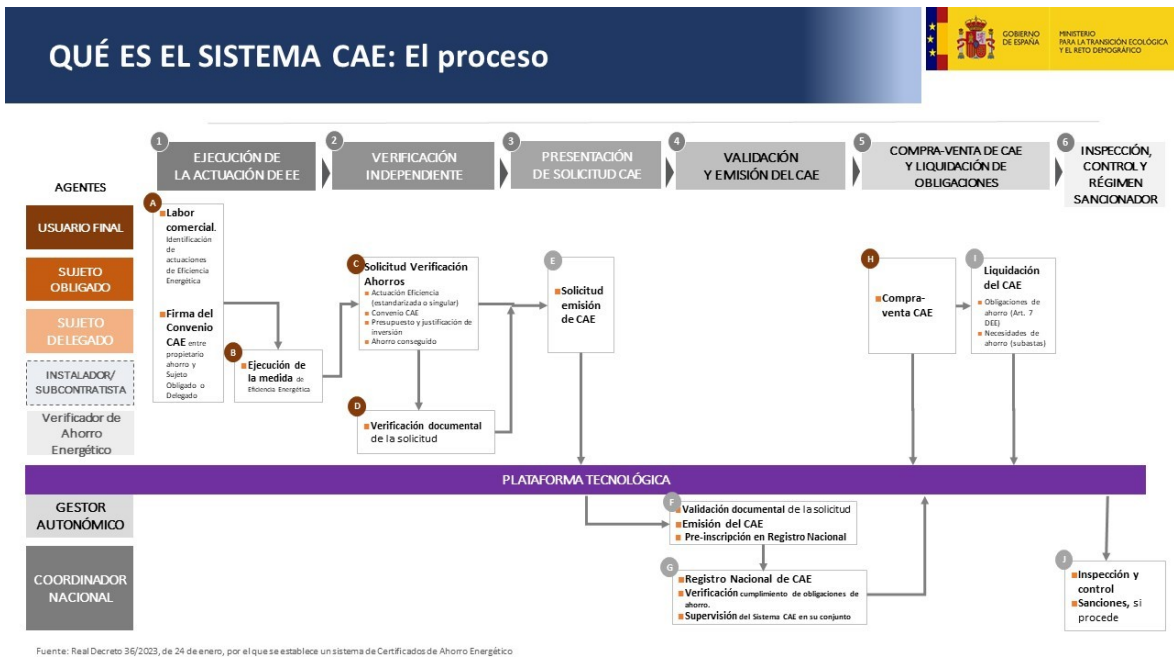


Ilustración 1: Organigrama de los CAES (ministerio de transición ecológica)

## 1.2 OBJETIVOS

Este proyecto se realiza en una fábrica de aceitunas. Consiste en diseñar la instalación hidráulica que permita el aprovechamiento de calor del agua que sale caliente de la pasteurización para calentar la salmuera que va dentro de la lata de aceitunas. Esto servirá para ahorrar energía en calentar la salmuera y ahorrar energía en enfriar el agua que sale de la pasteurización porque la queremos reaprovechar. Dicha instalación se compone de varios intercambiadores de calor, depósitos, tuberías, grupos de presión, etc... Esto se detallará más adelante en el siguiente proyecto.

## 1.3 JUSTIFICACIÓN

Los cálculos realizados, así como la explicación de la instalación que se ha realizado en el proyecto están justificados en este mismo trabajo.

## 1.4 MOTIVACIÓN

La motivación de este proyecto es la de realizar mi Trabajo Final de Grado para terminar el grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales.

## **1.5 TITULAR DE LA INSTALACIÓN**

Nombre: Juan  
Apellidos: Munera Agís  
Domicilio: Valencia  
Dirección: Doctor J.J.Dómine  
teléfono: +34 637 62 56 80  
Correo electrónico: [arenumjuan@gmail.com](mailto:arenumjuan@gmail.com)

## **1.6 SITUACIÓN DE LAS INSTALACIONES**

Las instalaciones se sitúan en: Carretera Banyeres, km 2, 03802 Alcoi, Alacant

## **1.7 REGLAMENTACIONES Y NORMAS CONSIDERADAS**

Las normas y normativas consideradas son las siguientes:  
HS 4.  
RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios).  
UNE 100155:2004.  
UNE-EN ISO 12241-2023.  
UNE 149201:2008.

## **1.8 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO**

### **1.8.1 Uso del edificio**

El edificio es de uso industrial (Es una fábrica grande de envasado de aceitunas).

### **1.8.2 Numero de plantas y distribución del edificio**

Planta baja y dos más. En la primera planta está la cadena de envasado en sí con la zona de cocina y el laboratorio. Y en la segunda planta están los depósitos de salmuera y otros líquidos además de una zona en obras en la que se almacenaran otros bienes.



*Ilustración 2:Fotografía Aceitunera (google maps)*

## **1.8.3 Horario de apertura y cierre del edificio**

El horario del edificio es:

Mañanas: De lunes a viernes de 10:00h – 13:00h.

Tardes: lunes y jueves de 16:00h – 18:00h.

HORARIO DE VERANO (junio, julio, septiembre):

Mañanas, de lunes a viernes de 10:00h – 13:00h.

## **2. INSTALACIÓN HIDRAÚLICA**

### **2.1 COMPONENTES DE LA INSTALACION**

#### **2.1.1 Nociones básicas**

En este proyecto se van a manejar una serie de elementos y nociones que quizás se deberían mencionar antes de sumergirse en los cálculos. Principalmente se van a mencionar nociones de fontanería y de gestión de calor.

##### Nociones hidráulicas:

Las Nociones Hidráulicas van a permitir una explicación clara del diseño de los componentes como tuberías, bombas y accesorios como codos o válvulas.

Por un lado, las características que definen el tipo de instalaciones hidráulicas son:

- Presión: fuerza aplicada por unidad de superficie, es decir, la fuerza que ejerce el líquido contra la superficie de las paredes que lo contiene.
- Caudal: cantidad de líquido que circula por una sección determinada de tubería por unidad de tiempo. El caudal solicitado dependiendo del lugar de la instalación. Los hornos trabajan con un caudal oscilante entre los 10 y los 20 m<sup>3</sup>/h mientras que la salmuera cada tubería no sobrepasa los 5 m<sup>3</sup>/h.
- Pérdida de carga: energía que se pierde en las tuberías por efecto del rozamiento del agua.



• Velocidad: magnitud que relaciona el cambio de posición con el tiempo. La velocidad del agua en la instalación debe estar comprendida en los siguientes intervalos:

o Tuberías metálicas: entre 0,50 m/s y 2,00 m/s.

o Tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,50 m/s y 3,50 m/s.

En este caso al trabajar con acero inoxidable 316 pues nuestro limite serán los 2 m/s anteriormente [13]mencionados.

Por otro lado, los elementos que forman una instalación de fontanería se dividen en las siguientes partes:

## 2.2 ELEMENTOS DE LA INSTALACION

Se han visto ya las nociones que se van a tratar y se van a mencionar en este informe del proyecto por lo tanto es hora de pasar a la descripción detallada de todos los componentes que forman parte de esta instalación.

### 2.2.1 Acometidas

• Acometida: enlace entre la red pública de agua con la instalación interna del edificio.

En este circuito se dispondrá evidentemente de una debido a que es un circuito cerrado y va a haber que llenarlo, tantas veces como sea necesario debido a fugas o perdidas, sobre todo teniendo en cuenta que se ha dimensionado el circuito calculando los intercambiadores por el primario teniendo en cuenta agua de red y no por ejemplo agua descalcificada.

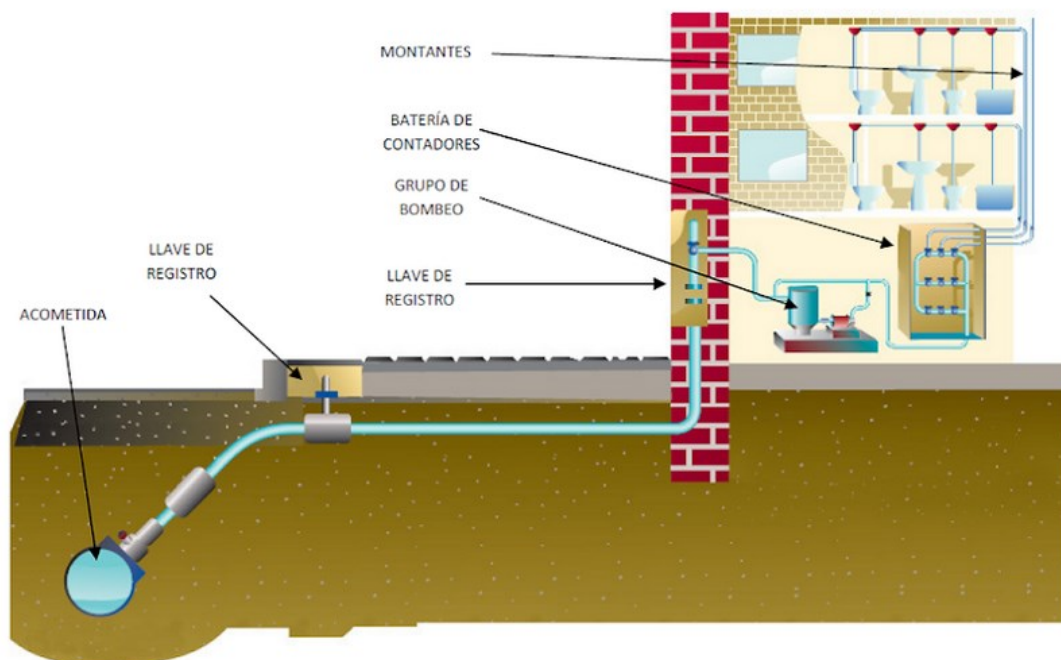


Ilustración 3: Diagrama de acometida [5]

Además, tampoco se puede excluir el hecho de que, aunque esté presurizado no vayan a haber averías que para su reparación requieran de vaciado para luego trabajar. Por ello se dejará en esta

acometida un contador de agua que permitirá saber el volumen exacto de agua que hay en el circuito con lo que si en algún momento el contador cambia de valor se detectará una fuga.



*Ilustración 4: Contador de agua (saltoki)*

## 2.2.2 Grupos de presión y bombas

- Grupos de presión: dispositivo que sirve para dar presión a los fluidos. Básicamente consiste en una bomba adjunta a un depósito cerrado dividido en dos partes por una membrana llena de aire u otro gas. En el depósito se introduce agua a presión comprimiendo el aire. Dichas bombas arrancan cuando la presión dentro del depósito es la mínima necesaria para alimentar el punto más desfavorable de la red de fontanería instalada.

Los grupos de presión se dividen en:

- o Convencional: cuenta con depósitos de presión con membrana, un depósito auxiliar y un equipo de bombeo formado como mínimo por dos bombas de iguales prestaciones y funcionamiento alterno y montadas en paralelo.

- o De accionamiento regulable o caudal variable: compuesto por un grupo de presión convencional y un variador de frecuencia que accionará las bombas manteniendo la presión de salida, independientemente del caudal solicitado o disponible.

En este caso no se van a utilizar grupos de presión sino simplemente bombas de recirculación de agua caliente en grupos de 2 con configuración de una funcionando y otra de reserva. Eso será cada una de las parejas para una zona en concreto. La de hornos o la de salmuera. Con un vaso de expansión para todo el circuito.

Por otra parte, también hay que tener en cuenta unas pequeñas bombas de recirculación de salmuera para el intercambiador debidas a la posición del depósito de inercia y del hecho de que el intercambiador estará por encima de ese depósito y situado en posición vertical lo cual aumenta la altura a vencer.

Serán 3 bombas una por cada intercambiador de salmuera agua.



*Ilustración 5: Bomba usada en la instalación (grundfos)*

### 2.2.3 Tipos de tuberías

- Tuberías: conducto formado por tubos, que sirve para distribuir el agua en los edificios. Según el tipo de material con el que se han fabricado se clasifican de la siguiente manera:
  - o Tubería de acero galvanizado
  - o Tubería de cobre
  - o Tubería de polipropileno
  - o Tubería de polietileno

Todas ellas tienen diferentes características que les permiten ser más útiles dependiendo del escenario que se presente. Por ejemplo, en este proyecto usaremos tuberías de acero inoxidable 316 schedule porque como vamos a trabajar en el sector de la alimentación y por algunos de los intercambiadores va a circular producto consumible por seres humanos debemos garantizar que en caso de fuga y mezcla se produzca el menor trasvase de bacterias posible. El acero inoxidable cumple con esa tarea mejor que los otros porque al ser inoxidable no le permitirá al agua que circula por su interior arrancarle tanta cantidad de minerales como si se haría con acero 2448.



Ilustración 6: Tubos de acero inoxidable 316 L (saltoki)

## 2.2.4 Válvulas

- Válvulas: elemento que sirve para controlar o cortar el paso de agua.

Tipos de válvulas:

o Válvulas de bola o esfera: es un mecanismo de llave de paso que sirve para regular el flujo de un fluido canalizado y se caracteriza porque el mecanismo regulador situado en el interior tiene forma de esfera perforada.

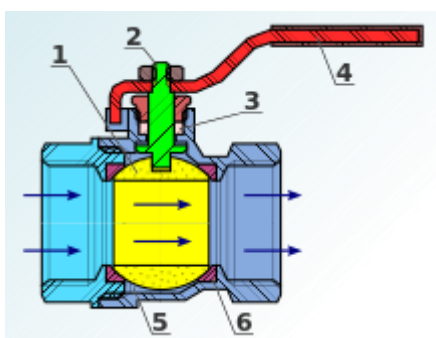


Ilustración 7: Diseño válvula de bola [5]

o Válvulas de retención: Una válvula de retención (o antirretorno) se instala cuando se necesita mantener la presión en una tubería que está en funcionamiento, al mismo tiempo que se evita que el líquido que circula por ella vuelva al punto por donde se suministra. Así, se consigue que vaya desde el punto por el que entra al circuito hasta el paso de salida de este, por el que se descargará. En ese sentido siempre tendrá el paso despejado. En el sentido contrario, estará bloqueado por la válvula antirretorno.

Generalmente, una válvula antirretorno se utiliza en diversos circuitos de tuberías. En este caso las usaremos en las bombas para prevenir una posible resistencia extra del circuito al impulso. [7]



*Ilustración 8: Válvula de retención (saltoki)*

o Válvulas de seguridad: dispositivo que se abre automáticamente cuando la presión del circuito sube por encima del valor de tarado, descargando el exceso de presión a la atmósfera. Su escape será reconducido a desagüe. De estas se usarán después de los grupos de presión en el circuito de hornos y en el de depósitos para regular el circuito sin complicaciones.

o Válvulas limitadoras de presión: reducen la presión de entrada para que no se supere la presión máxima en los puntos de consumo.

o Válvulas multivía (de tres vías): tiene varias entradas y salidas, con lo cual puede distribuir el flujo de un fluido por unos caminos u otros, según convenga a la instalación a la que sirve.

Se utilizarán válvulas de tres vías a la entrada y salida de los hornos y a la entrada y salida de los depósitos de salmuera para, dependiendo de si el horno o el depósito funciona pues que el agua circule por él o no.

Modelo: Válvula de control tres vías Siemens Ø65mm DN65 de hierro fundido PN10 con brida 63Kvs VXF-32.65-63.



*Ilustración 9: Válvula de 3 vías utilizada en el circuito(saltoki)*

#### O Válvulas de equilibrado

Las válvulas de equilibrado dinámico funcionan como limitadores de caudal. Se ajustan al caudal deseado y garantizan que no se produzca un caudal mayor. Si la presión frente a la válvula aumenta, se cerrará un poco más, por lo que la pérdida de presión a través de la válvula aumenta proporcionalmente. Esto mantiene el caudal deseado en la ruta específica. De esta manera también

asegura que la presión en todo el circuito se mantenga igualada evitando ciertos problemas de flujo que podrían darse.[6]



*Ilustración 10: Válvula de equilibrado dinámico (Saltoki)*

## **2.2.5 Sondas de medición y limitación de caudal en función de temperatura**

En este proyecto se va a emplear un sistema de paso por intercambiador por medio del uso de las válvulas de 3 vías anteriormente mencionadas. Pero para saber cuándo hay que cortar o no se va a usar el criterio de temperaturas es decir que cuando el agua se acerque a la válvula de 3 vías a la entrada del circuito de intercambio de calor de algún horno o de algún depósito de salmuera se registrará su temperatura y si esa temperatura no es útil para el intercambio no se abrirá la vía (No útil sería que si el agua que necesita calentarse viene más caliente que el agua que la tiene que calentar estaríamos realizando el intercambio de calor a la inversa lo cual sería nefasto para nuestros planes).

Este es el modelo de las sondas que se utilizarán en este proyecto:

SONDA TEMPERATURA NTC 10K CAUCHO TPE NEGRO 2M



*Ilustración 11: Sonda de temperatura (saltoki)*

## 2.2.6 Manómetros

Los manómetros son elementos indispensables para la comprobación del correcto funcionamiento del circuito. Con ellos se puede comprobar la presión en distintos puntos del circuito y asegurarse de que no se producen sucesos anormales que puedan llegar a alterar el funcionamiento del circuito.

Dado que los manómetros que se van a instalar en el circuito son analógicos funcionan de la siguiente manera:

Los manómetros analógicos miden la presión utilizando un elemento metálico sensible a la presión. Este elemento toma diferentes formas, pero su principio de funcionamiento principal sigue siendo el mismo: flexionarse elásticamente bajo la aplicación de una diferencia de presión. Esto deforma al elemento situado dentro del manómetro y es esta deformación la que se puede medir y convertir en una medida tangible.[8]



*Ilustración 12: Manómetro analógico (Saltoki)*

## 2.2.7 Filtros

Los filtros son también una pieza indispensable de cualquier instalación pero en lugar de los manómetros que funcionan más como detectores de fallos, los filtros sirven para evitar esos fallos ya que actúan directamente sobre la contaminación generada ya sea por partículas sólidas de origen externo o por las generadas internamente debido a procesos de desgaste o de erosión de las superficies de la maquinaria, permitiendo preservar la vida útil tanto de los componentes del equipo como del fluido hidráulico.



*Ilustración 13: Filtro hidráulico (Saltoki)*

## 2.2.8 Depósitos

En este circuito se van a utilizar depósitos, pero de dos maneras distintas.

La primera manera se la conoce como depósitos de inercia y con esta nomenclatura se referirá al depósito central de la instalación que nos servirá para tener un cúmulo de agua que nos permita disipar todo el calor sobrante del circuito porque como se pueden ver por los datos se absorbe de los hornos mucho más de lo que se disipa en la salmuera, por eso también se ha decidido intercambiar también en la caldera. Para tener aún menos inercia y que el depósito central sea lo más pequeño posible para que sea más fácil de instalar.

La segunda manera de utilizar depósitos va a ser tener depósitos de acumulación. Esto es debido a que como el caudal de utilización de la salmuera es tremendamente variable se ha decidido que tendremos que intercambiar directamente con un depósito de salmuera en vez de con la tubería que lo transporta. Eso nos permitirá tener ya una cantidad previa de salmuera caliente lista para enviar en vez de tener que calentarla a toda prisa porque cuando el agua de los hornos llegué allí lista para calentar a lo mejor ya no hay demanda.



*Ilustración 14: Depósito de acumulación (Polyavi)*

## 2.3 TOMA DE DATOS

Se ha decidido aportar los datos que se van a utilizar en el dimensionamiento del proyecto. Estas medidas se han realizado gracias a la utilización del caudalímetro S461 de la marca SUTO, las mediciones se han podido exportar a Excel con la aplicación de control del caudalímetro.

Medición de caudalímetro con la aplicación S4C-US para determinar valores de caudal en distintos puntos de la instalación para el subsiguiente cálculo de diámetro necesario. A continuación, las susodichas mediciones.

La Leyenda es la siguiente:

**Q<sub>max</sub>**: El caudal máximo medido (este valor puede no corresponderse a lo mostrado en gráficos debido a que a veces el caudalímetro mostraba datos inverosímiles, por lo tanto, en los gráficos se representan para ver la tendencia y en las medias no se han tenido en cuenta puesto que condicionaban demasiado).



**Qmed:** es el caudal medio que se ha medido cuando el caudalímetro medía algo. No se han tomado en cuenta los valores nulos debido a que la instalación va a funcionar cuando los hornos trabajen o se requiera de líquido ingrediente, no funcionará todo el día.

**Ts:** temperatura de salida de los hornos hacia el Aero termo.

**Ti:** temperatura de entrada a los hornos del agua procedente del Aero termo.

**Tambiente:** 20°C (temperatura a la que está el líquido de gobierno en los depósitos).

Las mediciones realizadas se dividen en dos partes, la primeras son las mediciones correspondientes a los hornos que aportarán el agua a la cual se le quiere sustraer calor. Estas se presentan a continuación:

**Horno 1:**

**Qmax:** 38,3 m<sup>3</sup>/h.

**Qmed:** 18,89 m<sup>3</sup>/h.

**Ts:** 50°C.

**Te:** 38°C.

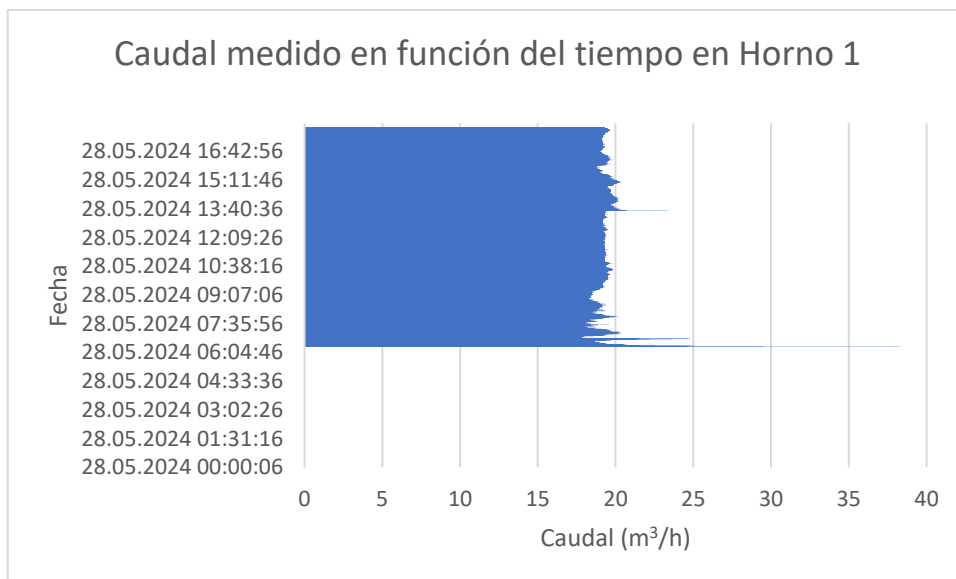


Ilustración 15: Medición caudal horno 1

**Horno 2:**

**Qmax:** 12 m<sup>3</sup>/h.

**Qmed:** 5,6 m<sup>3</sup>/h.

**Ts:** 59°C.

**Te:** 53°C.

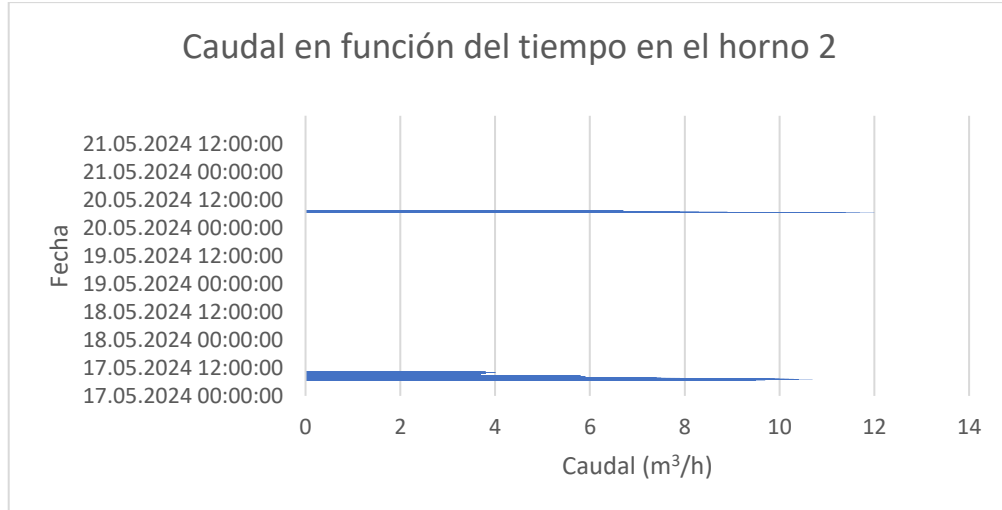


Ilustración 16: Medición caudal horno 2

**Horno 3/Horno 4:**

**Qmax:** 10,6m<sup>3</sup>/h.

**Qmed:** 7,56 m<sup>3</sup>/h.

**Ts:** 50°C.

**Te:** 40°C.

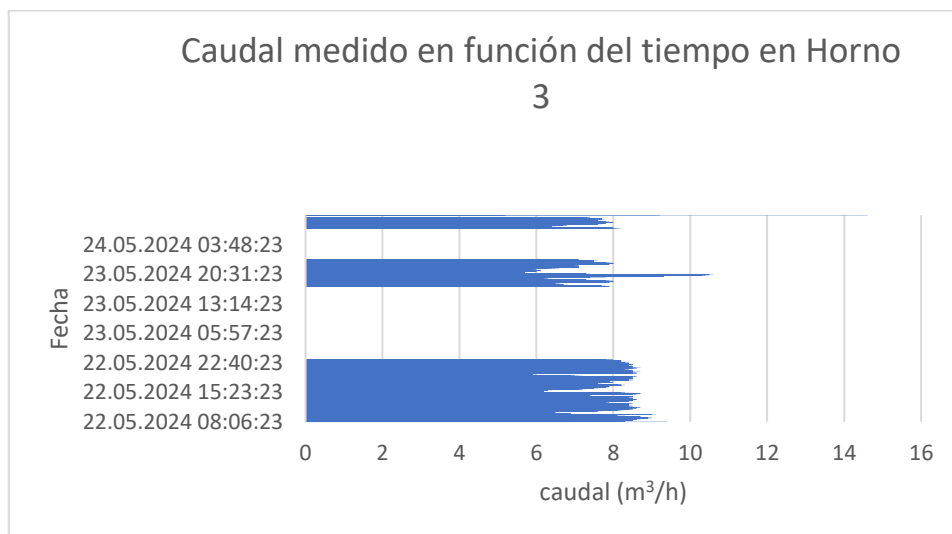


Ilustración 17: Medición caudal Horno 3/4

Esto serían los datos de la parte de los hornos, ahora vamos a presentar la segunda parte que es la de los datos de las tuberías que circulan por gravedad el líquido de gobierno al intercambiador agua-vapor que se alimenta con energía de la caldera:

**Tubería 1:**

**Qmax:** 8 m<sup>3</sup>/h.

**Qmed:** 4,35 m<sup>3</sup>/h (4,7 m<sup>3</sup>/h en el caso más desfavorable).

**Tambiente:** 20°C.

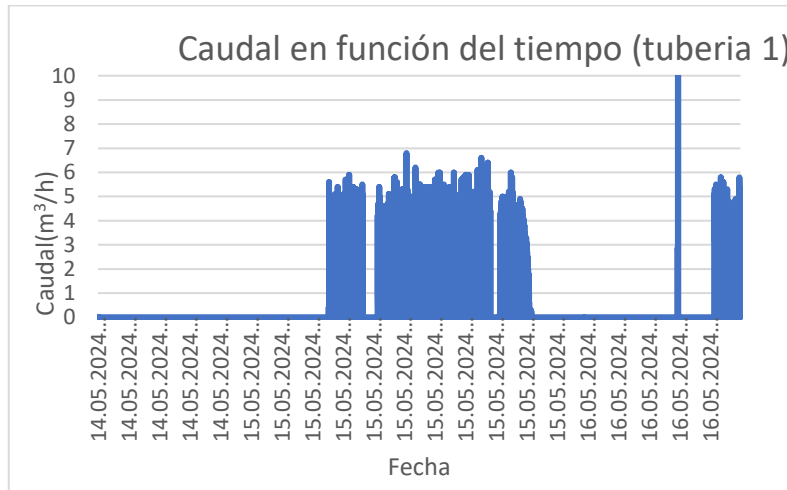


Ilustración 18: Medición caudal tubería 1 salmuera

**Tubería 2:**

**Qmax:** 9 m<sup>3</sup>/h.

**Qmed:** 3,51 m<sup>3</sup>/h (5,71 m<sup>3</sup>/h en el caso más desfavorable).

**Tambiente:** 20°C.

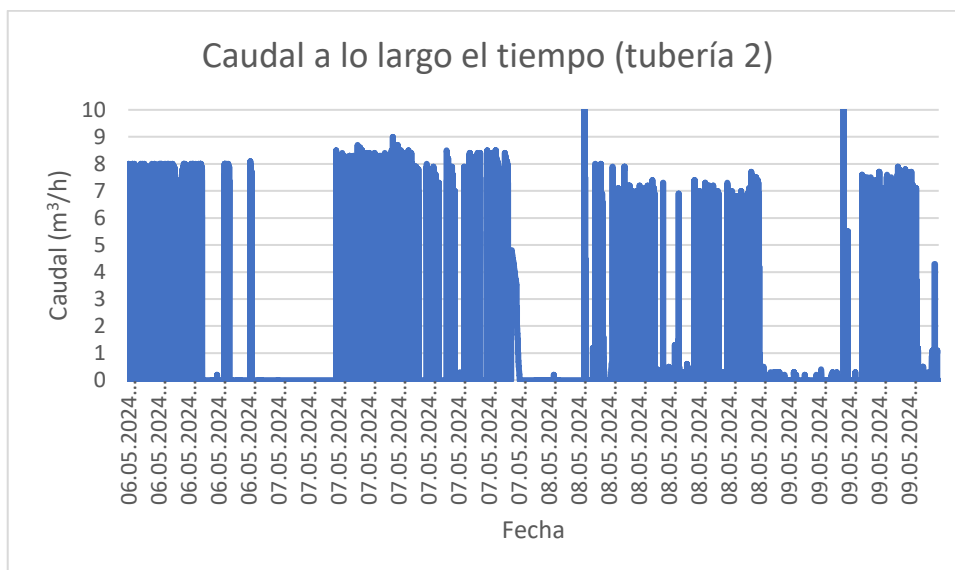


Ilustración 19: Medición caudal tubería 2 salmuera

**Tubería 3:**

**Qmax:** 2,4 m<sup>3</sup>/h.

**Qmed:** 0,68 m<sup>3</sup>/h.

**Tambiente:** 20°C.

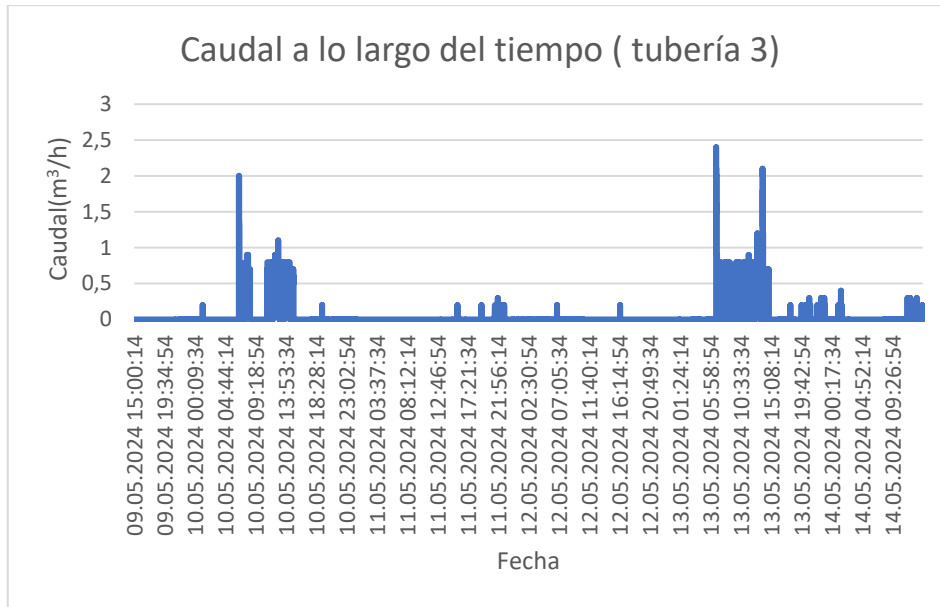


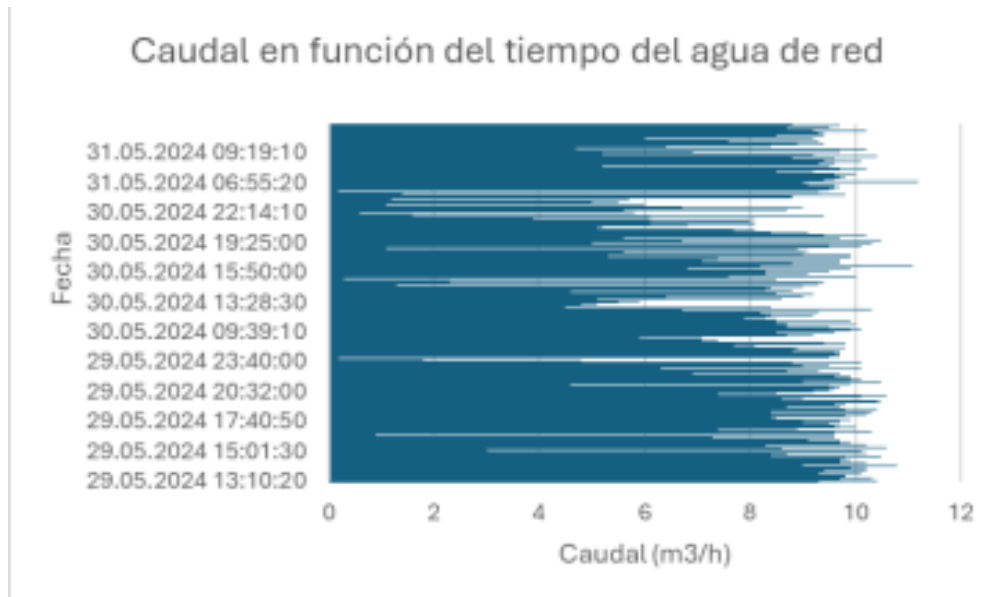
Ilustración 20: Medición caudal tubería 3 salmuera

Hay que puntualizar que los hornos y las tuberías de abastecimiento de agua ingrediente (salmuera) funcionan varias a la vez. Las tuberías de salmuera cuando hay actividad normalmente todas funcionan y de los hornos suele haber 2 encendidos, a veces más, a la vez.

**Toma de agua de red para la caldera:**

**Qmed:** 3,66 m<sup>3</sup>/h.

**Qmax:** 11,2 m<sup>3</sup>/h.



*Ilustración 21: Datos de la toma de agua fría del depósito de condensados*

Se ha añadido al proyecto intercambiar también con el agua fría de la caldera para calentar la mezcla de condensados que utilizan también en otras partes de la fábrica.

## 2.4 HORNOS DE PASTEURIZACIÓN

Esta instalación gira en torno a la optimización del funcionamiento de lo que se conoce como túneles de pasteurización. Por lo tanto, pese a que no se va a trabajar con ellos parece adecuado nombrarlos y explicar su funcionamiento.

Diseñado para las líneas de botellas y latas, el pasteurizador de túnel permite pasteurizar un producto ya envasado, de modo que la acción térmica se aplica también al envase, al tapón o la tapa.

El funcionamiento es el siguiente:

El envase se desliza dentro del túnel sobre una cinta transportadora y se somete a duchas de agua a temperaturas gradualmente crecientes, que lo llevan a la temperatura de pasteurización en el caso del circuito cerrado la lata de aceitunas de temperatura ambiente hasta 90 grados en 3 baños sucesivos.

La temperatura del recipiente se mantiene a la temperatura de pasteurización durante el tiempo especificado y, a continuación, se reduce gradualmente con chorros de agua a temperatura decreciente, en este caso de nuevo son tres gradientes y esta agua que se utiliza para enfriar es la que luego se utilizará para el intercambio de calor con la salmuera (solo se recoge la del último gradiente que sale a unos 50 grados antes de mandarla al Aero termo).



*Ilustración 22: Túnel de pasteurización [9]*

## **2.5 INTERCAMBIADORES AGUA-AGUA**

Los intercambiadores de calor son la parte más importante de este circuito puesto que son ellos los que hacen posible la ejecución de la idea que se quiere llevar a cabo para aprovechar la energía térmica. Se va a proceder pues a describir estos elementos tan importantes.

En primer lugar, hay que tener en cuenta que hay dos tipos de intercambiadores de calor que se usan en la industria. Estos dos tipos son los intercambiadores tubulares y los intercambiadores de placas. En este proyecto se pensaba usar solo intercambiadores tubulares puesto que son, en principio, más eficientes, sin embargo, al final se ha decidido que los intercambiadores de los hornos y el de la caldera sean de placas y que los de salmuera sean los tubulares debido a que como la salmuera tiene sal en su composición pues los intercambiadores se obstruirían más fácilmente y por eso se deben mantener tubulares los intercambiadores que trabajen con salmuera a toda costa. Ahora bien, para la caldera y los hornos como van a trabajar con agua, que sean de placas nos va a permitir ahorrar espacio que nunca está de más.

A continuación, se va a proceder a la descripción de su funcionamiento. Se empieza por el tubular

Un intercambiador de calor tubular es un aparato que se diseña para poder transmitir calor entre dos fluidos o entre uno de ellos que esté en movimiento y un sólido. También se le conoce por el nombre de intercambiador de carcasa y tubos y su principio es el de realizar una transmisión térmica al cruzarse los fluidos por sus compartimentos, pueden fabricarse en diferentes materiales, como el acero inoxidable, y es capaz de soportar un amplio rango en sus temperaturas de trabajo con presiones altas y bajas.

El funcionamiento del intercambiador de calor se basa en la transferencia de calor que se origina en dos fluidos que están contenidos en las dos cámaras independientes de presión que tiene. Estas se denominan «carcasa» y «haz tubular», y es donde el calor puede transmitirse entre ambas debido a la diferencia de temperatura de los cuerpos que contienen.

Para entender cómo funciona un intercambiador, es necesario conocer cuáles son sus componentes básicos. Los describimos a continuación:

**Haz tubular:** es el que aloja al fluido primario, que es el que se quiere modificar su temperatura.

**Placa tubular:** consiste en una placa metálica perforada donde se albergan los tubos. Estos se fijan mediante soldadura o expansión.

**Deflectores:** son las diferentes placas que hay sobre el intercambiador. Su función es la de mantener los tubos y la de permitir la circulación del fluido perpendicular al haz tubular.

**Conexiones y carcasa:** la carcasa es un cilindro soldado a las placas que forma la envoltente del fluido primario. Lleva las conexiones necesarias para la entrada y salida del fluido secundario.

**Cabezales desmontables:** se conectan por ambos extremos a las placas tubulares y facilitan la circulación del fluido por el intercambiador. A veces, disponen de placas de partición para que el fluido circule por varios niveles.

Es importante conocer también que hay dos tipos de intercambiadores tubulares:

-Monotubo:

El intercambiador de calor monotubo está formado por dos tubos corrugados concéntricos. Las dos secciones se optimizan para obtener el máximo rendimiento de intercambio térmico.

-Multi tubo:

El intercambiador tubular multi tubo está formado por un haz de tubos corrugados de diámetro pequeño y paralelos. La disposición del haz de tubos se optimiza para obtener el máximo rendimiento de intercambio térmico. [10]

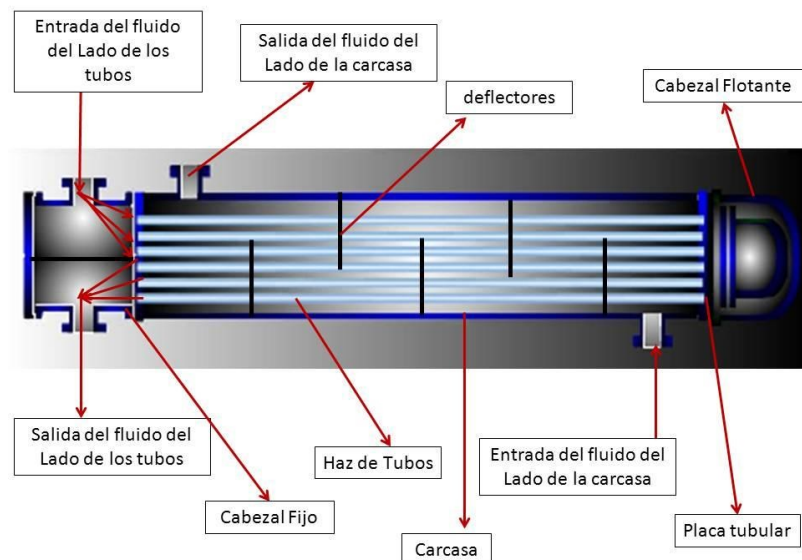


Ilustración 23: Diagrama de intercambio tubular. (Wikipedia)

Ha de tenerse en cuenta, aunque esto se aplique a todos los intercambiadores y no solo a los tubulares, que pueden ser de paso simple o de varios pasos para optimizar el intercambio de

calor todo depende del espacio disponible. También se puede mencionar el sentido del flujo obviamente como esta instalación es de ahorro de calor y por tanto cada  $kw$  de energía que se pueda captar hay que aprovecharlo se instalarán de flujo opuesto para maximizar el intercambio de calor entre los dos fluidos.

Los intercambiadores de placas están formados (como su nombre indica) por placas que presentan 4 orificios, dos colocados en su parte posterior y otros dos en la inferior. El líquido caliente entra por uno de sus orificios superiores y sale por su conexión interior, mientras que el frío entra por una de sus inferiores y sale por la superior. A medida que el fluido circula va pasando por las placas y así ceden o reciben calor a medida que se van moviendo.

Estos intercambiadores tienen un sistema muy eficiente con un gasto de energía muy bajo, ya que el fluido que vuelve tiene un gradiente menor de temperatura y necesita menos tiempo para poder ser calentado. Están diseñados de base para tener el flujo cruzado que se mencionó anteriormente y esto es posible gracias a las juntas de estanqueidad. De esta forma se asegura un flujo uniforme sobre toda la superficie de la placa, maximizando la transferencia de calor. Al mismo tiempo, hay un par de informaciones más que hay que conocer de los intercambiadores de calor de placas:

- Las placas ultradelgadas con gran coeficiente de intercambio de calor son las más eficientes.
- Estos intercambiadores de calor precisan de poco espacio para su montaje, al contrario de lo que ocurre con los antiguos de tubos y casco. [11]

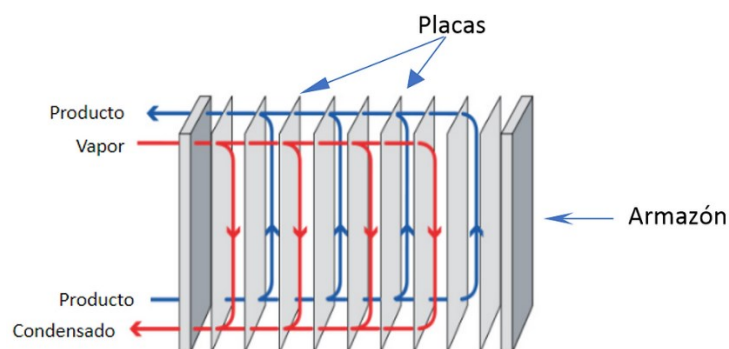


Ilustración 24: Intercambiador de calor de placas (MRF)

## 2.6 DISEÑO DEL CIRCUITO COMPLETO

### 2.6.1 Lado de hornos

En este apartado se pretende presentar el esquema general de cómo queda el diseño total del circuito, así como explicar ciertos elementos para facilitar la comprensión de este.

En primer lugar, en el lado del circuito que intercambia calor en los hornos sin cambios significativos en su diseño, se pueden ver la colocación de las sondas de temperatura. Se puede observar también como el sistema va a estar como un baipás con respecto al circuito actual con los Aero termos para que si en algún momento deja de funcionar correctamente o se necesite una reparación se pueda



cortar y se vuelva al circuito original con lo cual la fábrica seguiría funcionando y se podría reparar el circuito.

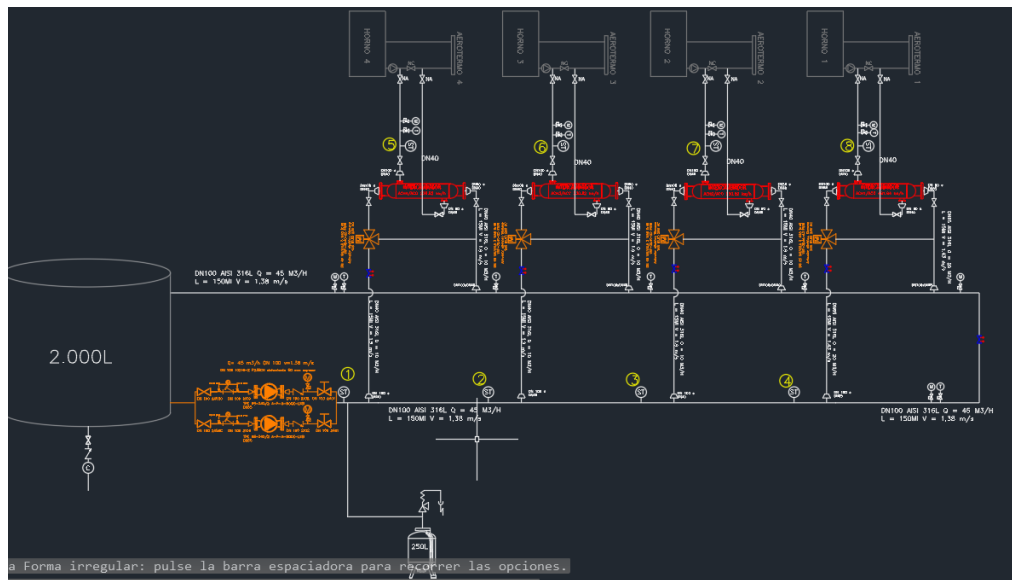


Ilustración 25: Esquema lado hornos

También se observa la colocación de las bombas, recogerán agua por la parte de abajo del depósito ya que se necesita para este lado de la instalación el agua más fría posible.

## 2.6.2 Circuito del Lado de la salmuera

A continuación, toca presentar el lado del circuito que recoge el agua caliente del depósito central y lo lleva hacia la parte de la salmuera para calentarla. Cabe resaltar el hecho de que se han colocado unos depósitos de inercia antes del intercambio de calor por la siguiente razón. Se ha podido observar en los datos presentados anteriormente sobre los caudales que la demanda de salmuera es tremendamente inestable y para nada constante en el tiempo, por lo que es posible que a la hora de intercambiar el circuito empezara a intercambiar calor pero que el agua caliente no llegara a tiempo. Por ello se ha decidido implementar estos depósitos de inercia que permitirán tener reservas de salmuera caliente para abastecer en el momento de la demanda. También es porque cada línea de salmuera es distinta de las otras dado que se utilizan varias y así se puede gestionar mejor la higiene.

Se contabiliza también en el lado de la salmuera el intercambiador que se instalará al final del circuito para calentar el agua fría que entra al depósito de condensados desde la caldera, lo cual permitirá elevar la temperatura de los condensados y ahorrar aún más energía dado que esos condensados se utilizan para a su vez calentar otras cosas en la fábrica.

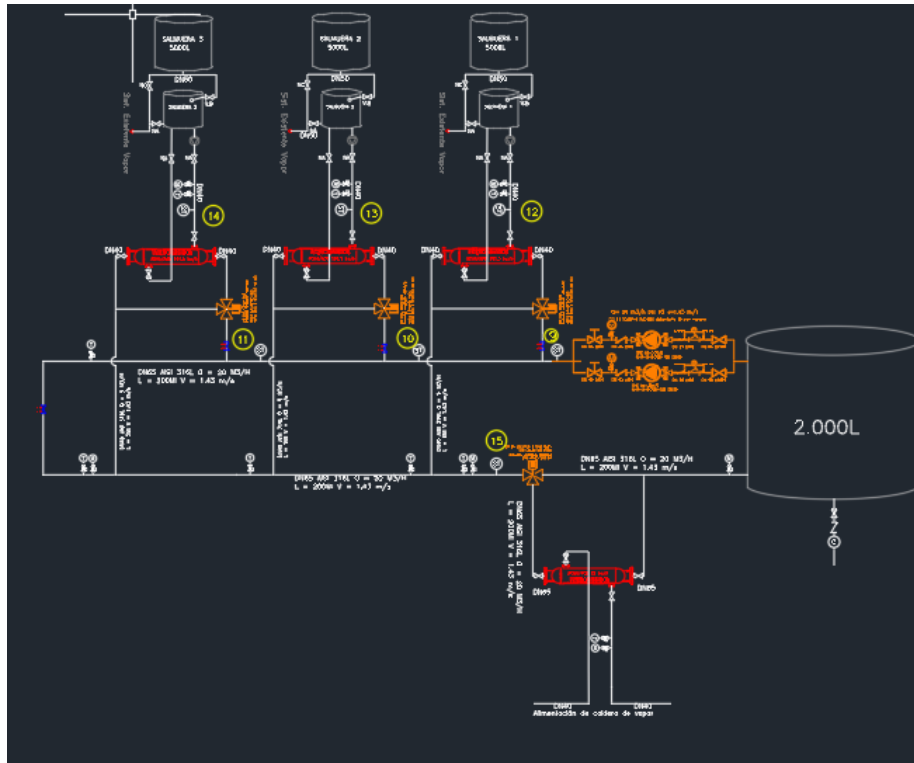


Ilustración 26: Esquema lado Salmuera

### 2.6.3 Resumen general

Con esto se tiene ya presentadas las dos partes del circuito de ahorro de calor que vamos a instalar.

En resumen, el proyecto consiste en un circuito cerrado formado por dos zonas de intercambio de calor y un depósito en medio, que cumple el rol de proveer de una zona donde se pueda disgregar el agua caliente del agua fría, además de disipar el calor almacenado al final de la jornada. Se puede observar que el lado de hornos posee cuatro intercambiadores a los que se llega mediante tuberías desde el depósito anteriormente mencionado situado en la sala de calderas. Está agua que viene del depósito es la fría que se necesita para que absorba el calor del agua que se ha recalentado al usarse para enfriar las latas durante la pasteurización. Entonces, las dos aguas llegan a los intercambiadores situados en los hornos y realizan el intercambio con lo cual el agua que circula por los hornos está ahora más fría y no será necesario forzar el Aero termo para enfriarla, lo cual supone un ahorro de energía. Por el otro lado esa agua que ha absorbido el calor de los hornos vuelve al depósito del principio, donde se queda en la parte de arriba debido a que el agua caliente en los depósitos suele estar arriba y la fría abajo. Es ahí donde ahora se recoge y se envía hacia los intercambiadores del lado de la salmuera, donde se usará para precalentar la salmuera y así ahorrar energía a la hora de calentar la salmuera hasta su temperatura óptima utilizando la caldera. Se menciona que en los intercambiadores de salmuera se han situado depósitos de acumulación que ayudaran a lidiar con la aleatoriedad del caudal demandado y también unas pequeñas bombas de recirculación debido al posicionamiento vertical de los intercambiadores. Con eso una vez realizado el intercambio y la salmuera sea calentada el agua (ahora más fría) será enviada hacia el último intercambiador de la línea que estará situado en la sala de calderas y que se utilizará para calentar el agua fría que entra al depósito de condensados y así elevar la temperatura de la mezcla que allí

se produce con lo cual se generará más energía en aquellas partes donde se utilice el agua del depósito de condensados. Después del calentamiento de condensados el agua regresa al depósito inicial a la espera de ser demandada por los hornos de nuevo.

Cabe mencionar el uso de las sondas de temperatura conectadas a las válvulas de tres vías para controlar el caudal. En los esquemas los intercambiadores están situados en paralelo por una sencilla razón y es que si el circuito atravesará en serie cada horno llegaría un momento en el que no habría intercambio ya que el agua que vendría a ganar calor estaría más caliente que las de los propios hornos y por ellos calentaríamos el horno o en el caso de la salmuera la enfriaríamos. Es por ello por lo que se ha decidido controlar la entrada a los intercambiadores con sondas de temperatura y así se comprobará si el agua que viene a intercambiar es apta para el intercambio (si es lo bastante fría como para recibir calor de los hornos o lo bastante caliente como para cederle calor a la salmuera).

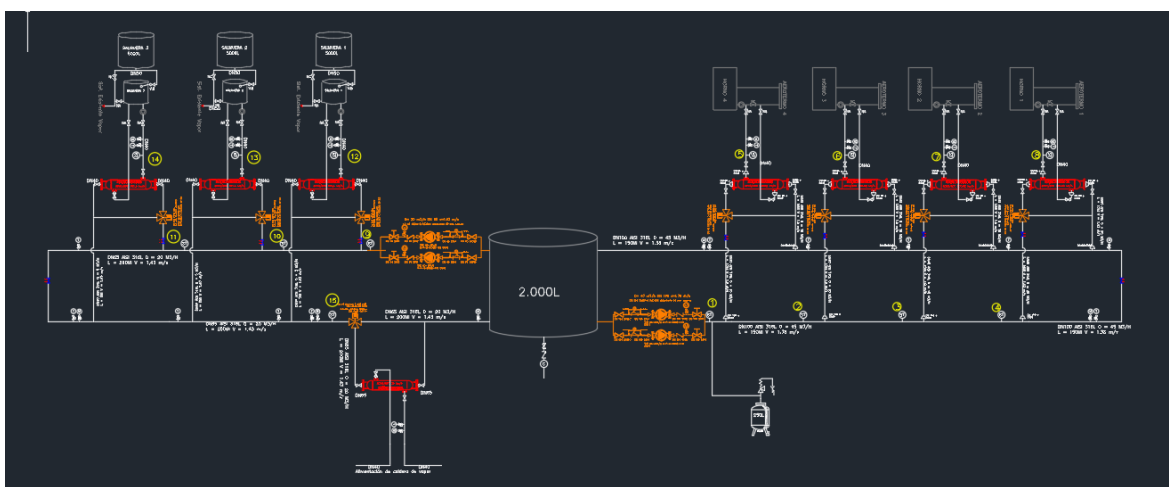


Ilustración 27: Esquema completo de la instalación

## 2.7 VIABILIDAD ECONÓMICA

Este apartado cumple la función de proveer información importante en términos de estudio de la instalación. En función de los resultados obtenidos en este apartado se decidirá si la instalación diseñada es factible económicamente o no. Para ello es necesario calcular con exactitud la viabilidad a partir de los conceptos económicos correspondientes.

En el caso que nos ocupa se tendrá en cuenta el precio del kilovatio hora del gas, debido a que al final lo que se va a ahorrar va a ser en energía que no tiene que producir la caldera y es una caldera de gas. Por lo tanto, se tomará:

- 0.0439 €/kWh como precio del gas que se usará para su consumición.
- El otro lado de la moneda que hay que tener en cuenta son, las horas laborales en las que está en funcionamiento la caldera. Gracias a datos aportados por la propia empresa se sabe que:
  - . Días trabajados 224.
  - . Horas trabajadas 15 al día, eso nos deja en unas 3360 horas de uso al año.

Gracias a las medidas y los cálculos realizados para los intercambiadores, se estima que el ahorro posible de la instalación es de unos 800 kWh teniendo en cuenta que de los hornos puede haber 3 encendidos simultáneamente (eso de momento porque en un futuro podrían ampliar la producción y usan los 4 por eso el circuito está preparado para ello).

Entonces se alcanza un ahorro de  $800 \times 3360 = 2688000$  kWh/año

Lo que en dinero se traduce, gracias al precio mencionado anteriormente, en un ahorro de 118003.2 €/año.

Proyecto: presupuesto

Capítulo	Importe
<b>1 material del lado de la salmuera</b>	
1.1 tuberías de hornos .....	45.721,55
1.2 accesorios tuberías .....	12.637,99
1.3 intercambiadores hornos .....	17.544,70
1.4 bombas hornos primario .....	19.475,12
<b>Total 1 material del lado de la salmuera .....</b>	<b>95.379,36</b>
<b>2 material del lado de salmuera</b>	
2.1 tuberías de salmuera .....	37.184,58
2.2 accesorios del lado de salmuera .....	8.520,55
2.3 intercambiadores del lado de salmuera .....	7.319,79
2.4 bombas del lado de la salmuera .....	35.006,06
2.5 depositos de la instalacion .....	5.081,21
<b>Total 2 material del lado de salmuera .....</b>	<b>93.112,19</b>
<b>3 picajes de hornos existente</b> .....	<b>7.409,68</b>
<b>4 circuito salmuera atmosferico</b> .....	<b>22.357,73</b>
<b>5 Picajes caldera</b> .....	<b>1.336,15</b>
<b>6 aparato de llenado</b> .....	<b>1.418,69</b>
<b>Presupuesto de ejecución material</b>	<b>221.013,80</b>
13% de gastos generales	28.731,79
6% de beneficio industrial	13.260,83
<b>Suma</b>	<b>263.006,42</b>
21% IVA	55.231,35
<b>Presupuesto de ejecución por contrata</b>	<b>318.237,77</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de TRESCIENTOS DIECIOCHO MIL DOSCIENTOS TREINTA Y SIETE EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS.

Ilustración 28: Resumen de presupuesto

Podemos comprobar pues que teniendo en cuenta el IVA la amortización será de unos:

$$318237,77/118003,2 = 2,69$$

Podemos ver entonces que la amortización será en unos 2,7 años lo cual ha sido enormemente apreciado por la empresa.

## **II. ANEXO. CALCULOS**

## 2.1 DIMENSIONADO DE INTERCAMBIADORES DE CALOR

En primer lugar, hay que tener en cuenta que para realizar el dimensionamiento del sistema ha habido una recopilación de datos exhaustiva gracias al uso de un caudalímetro móvil que se ha ido instalando en las zonas importantes de la instalación para tener una idea de que caudal se podía llegar a mover, datos completamente imprescindibles para el cálculo de la potencia de los intercambiadores. El caudalímetro en cuestión es del modelo S4P-1 y la aplicación utilizada para las mediciones es la S4C-US. Algo que ha facilitado enormemente la toma de datos es el hecho de que el caudalímetro cada vez que para de medir completamente genera un archivo con las medidas realizadas hasta el momento y lo guarda, lo cual es estupendo porque significa que no hace falta descargar los valores cada vez que se termina una medición, sino que se puede medir en todos los puntos y luego descargar todos los registros de una vez. Lo cual, si se me permite, es increíblemente útil.

Se han estado tomando medidas durante dos días en cada punto de la instalación que necesitábamos medir para tener un registro fiable del caudal que se trasiega y por lo tanto que los cálculos tuvieran una base fiable sobre la que apoyarse.

Ilustración 29: Toma de datos del caudalímetro

Los datos reales son más de 15000 entradas de Excel, así que disculpen que no se muestren todos los datos en la fotografía. Espero que entiendan que no se habría visto nada si alejo el zoom para que se vean todas las tomas de datos.

Otros valores capturados durante esta toma de datos y también extremadamente necesarios para los cálculos de la potencia son las temperaturas en diferentes puntos de la instalación (entrada y salidas de los Aero termos).

La potencia de los intercambiadores que había que instalar se ha calculado mediante la siguiente formula:

$$Q = \frac{P}{C_e \times \rho \times \Delta t} \quad (1)$$

Donde:

-Q: caudal m<sup>3</sup>/h.

- $\rho$ : densidad (kg/m<sup>3</sup>).

-Ce: Calor específico (kilocalorías).

-P: Potencia(kilovatios).

- $\Delta T$ : Diferencia de temperaturas.

Después de numerosas reflexiones y de discusiones en torno al diseño que iba a tener el proyecto se ha acabado con un total de 8 intercambiadores de calor:

-5 de ellos son intercambiadores Agua- Agua y por lo tanto por dentro suyo no va a pasar producto alimenticio por ello son de placas.

- Los 3 restantes son intercambiadores Salmuera-Agua y por lo tanto se ha decidido que sean tubulares debido a que la sal contenida en la salmuera podría ensuciar y bloquear mucho más fácilmente los intercambiadores de placas.

En la siguiente tabla se muestran los diferentes valores ya sean datos medidos o datos calculados.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1														
2		Horno 1	Horno 2	Horno 3	Horno 4	suma absorbit	Salmuera 1	Salmuera 2	Salmuera 3	caldera	suma disipado		Densidad salmuera kg/m <sup>3</sup>	Ce del agua kca
3	Qmax (m <sup>3</sup> /h)	38,3	12	10,6	10,6		8	9	2,64	6			1000	:
4	Qmed (m <sup>3</sup> /h)	18,89	5,6	7,56	7,56	42,13	4,7	3,51	0,68	3,6				
5	Te al intercambiador primario	30	30	30	30		20	20	20	20			Para la parte de el liquido de gobierno parece que como m	
6	Ts al intercambiador primario	50	59	50	50									
7	Delta T (diferencia temperatura)	12	6	10	10									
8	P (Kilowatios)	439,302326	188,837209	175,813953	175,813953	979,767442	196,744186	146,930233	28,4651163	150,697674	522,837209		Presupuestos en la hoja 3	

Tabla 1:Valores medidos y cálculos de potencia de intercambiadores

Para la relación de caudales se ha tomado en cuenta la siguiente igualdad que nos sirve para estimar la potencia de los intercambiadores y que también nos permite calibrar la relación de caudales para maximizar el intercambio térmico:

$$P_1=P_2 \text{ lo que equivale a } Q_1 \times Ce \times \Delta T_1=Q_2 \times Ce \times \Delta T_2 \text{ (2)}$$

Los subíndices 1 y 2 se refieren al primario y al secundario del intercambiador correspondiente. A partir de ahora cuando se mencione un **primario** se estará hablando del lado de los intercambiadores que tienen agua del circuito cerrado mientras que cuando se diga **secundario** se estará hablando de los fluidos que intercambian con el agua del circuito cerrado, sean agua de los hornos, salmuera o agua de la toma de red de la caldera en dirección al depósito de condensados.

Entonces lo que hay que tener en cuenta en **(2)** es que para empezar, al haber agua en el primario y en el secundario el **Ce** es el mismo ( con la salmuera también) por lo tanto lo primero que resalta a la vista es que si hay más caudal en un lado que en el otro para mantener la igualdad en el otro lado la  $\Delta T$  debe ser superior por eso lo que se ha fomentado es que por el lado primario de la instalación siempre pase más caudal que por el lado secundario o al menos el mismo para tener el mismo  $\Delta T$  a ambos lados y no perder temperatura.

Para los cálculos hay que tener siempre presente las siguientes dos informaciones:

-En primer lugar, el agua de los hornos de la que se va a absorber calor va a estar a 50 °C mínimo.

-En segundo lugar, la salmuera que se quiere calentar está a temperatura ambiente unos 20°C.

Entonces si el agua que va a estar en el circuito primario como va a estar funcionando hacia los dos lados a la vez lo que se va a obtener es una mezcla homogénea que estará lo suficientemente fría como para absorber calor en los hornos y a la vez lo suficientemente caliente para ceder calor a la salmuera.

Por eso en la tabla expuesta anteriormente se puede ver que la entrada a los intercambiadores de los hornos se ha supuesto una temperatura de 30°C, para ser realistas con respecto a la temperatura que debería tener el agua del circuito cerrado y permitirnros sacar un valor aproximado de toda la potencia térmica que se va a absorber en los hornos y de la que se va a ceder en la salmuera.

Con lo cual utilizando las fórmulas anteriormente mencionadas se obtienen los siguientes resultados en kilovatios con respecto a la potencia de los intercambiadores.

	Horno 1	Horno 2	Horno 3	Horno 4
Potencia (kw)	439,30	188,83	175,813	175,8139

Tabla 2: Potencias absorbidas de los hornos

Con lo cual se pueden esperar unos intercambios de temperatura de entre unos 15°C-20°C con lo cual el agua del secundario de hornos saldría hacia el Aero termo a unos 30°C-35°C y que el primario se quedaría con temperaturas de entre 45-40°C que sería esta agua la que llegaría a intercambiar con la salmuera con lo cual se podría entregar a la salmuera unos 10 -15°C que se le arrebatarían al agua del primario y que luego esa misma agua del primario llegaría para calentar en la medida de lo posible a cederle calor al agua de la caldera. Se le arrebatarían unos pocos grados antes de volver al depósito central.

Queda pues, tras haber explicado cómo se han obtenido los datos necesarios para la búsqueda de intercambiadores adecuados, la enumeración de las características requeridas para cada intercambiador en específico.

Con respecto a los intercambiadores de los hornos, el del horno 1 es diferente a los demás en el caudal que trasiega ya que este debe mover 20m<sup>3</sup>/h en ambos lados (primario y secundario), mientras que para el resto de los hornos estarán diseñados para trasegar 10 m<sup>3</sup>/h por cada lado, el resto de sus especificaciones serán las siguientes:

- Los intercambiadores de los hornos dado que son agua-agua y no tocan liquido ingrediente no necesitan tener acabado alimentario.
- El límite de longitud es de 2 metros, pero al igual que en la zona de los intercambiadores de Salmuera hay espacio como para poder ampliarlo a 3 metros, así que si salen muchos equipos se puede ampliar hasta los 3 metros.

#### **Intercambiadores de hornos:**

Primario:

- Agua descalcificada 50°C. Caudal (mismo que el secundario): 20.000 l/h la primera unidad y 10.000l/h las tres restantes.

Secundario:

- o Agua descalcificada.
- o Temperatura de entrada: 25 °C.
- o Temperatura requerida: 45 °C o más caliente si se puede.
- o Caudal de agua: 20000 l/h - Una unidad.
- o Caudal de agua: 10000 l/h - Tres unidades.

Los modelos de Quilinox seleccionados son:



-FH-RX10.5-S3N0-HJ-WN-33 para los intercambiadores de 10000 l/h.

-FH-RX10.5-S3N0-HJ-WN-65 para el intercambiador de 20000 l/h del horno 1.

Tras numerosas búsquedas de diferentes intercambiadores se ha optado por los de la gama Quilinox que es una empresa especializada en este tipo de productos que requieren de revestimiento alimentario. Los intercambiadores de salmuera son iguales los 3 sin cambios entre ellos en sus características.

#### **Intercambiadores de Salmuera:**

-Los intercambiadores deben ser tubulares.

-Los intercambiadores deben tener acabado alimentario dado que por el secundario circula líquido ingrediente.

- El límite de tamaño se puede fijar en 2 metros, pero hay espacio para ampliarlo hasta 3.

##### •Primario:

o Agua descalcificada 45°C. Caudal (mismo que el secundario): 6500 l/h

##### • Secundario:

o Salmuera ingrediente, es el agua de conservación de las aceitunas dentro de las latas (concentración inferior al 3%, viscosidad y datos del producto muy similares al agua).

o Temperatura de entrada: 20 °C.

o Temperatura requerida: 40 °C o superior.

o Caudal de agua: 5000 l/h.

El modelo seleccionado de Quilinox es: INTERCAMBIADOR TUBULAR MBS MLW 88 19 12  
3000 CD BA

#### **Intercambiador con el agua de condensados de la caldera:**

Este intercambiador se caracteriza porque por el lado primario trasiega unos 20 m<sup>3</sup>/h mientras que por el secundario solamente unos 5000 m<sup>3</sup>/h. Es un intercambiador de placas ya que tampoco tiene revestimiento alimentario.

Intercambiador de placas Agua-agua con los siguientes parámetros:

##### • Primario:

Agua red 25-30°C.

Caudal de 20000 l/h.

##### • Secundario:

Agua descalcificada.

Temperatura de entrada: 20 °C (probablemente menos).

Temperatura requerida: unos 25°C.

Caudal de agua: 5000 l/h.

El modelo de Quilinox seleccionado es: FH-LX00.5-S3N0-HJ-WN-11 para este intercambiador.

Las pérdidas de carga de los intercambiadores son considerables por lo tanto serán tenidas en cuenta en el cálculo de las pérdidas de carga de las tuberías necesarias para determinar la bomba del lado de salmuera y el lado de los hornos.

Una puntualización necesaria en el diseño del circuito, como ya se ha explicado en la memoria, es que se ha tenido en cuenta bombas de recirculación para mover la salmuera del depósito de acumulación correspondiente al intercambiador y de vuelta al depósito. Dado que el recorrido de dicha recirculación es irrisorio porque solo hay que tener en cuenta la altura geométrica que debe superar la bomba y las pérdidas de carga aportadas por el intercambiador se ha optado por buscar una bomba que pueda levantar las pérdidas de carga del intercambiador y unos 3 metros más de altura piezométrica lo cual deja como punto de funcionamiento una bomba que pueda levantar unos **8 mca con un caudal de 5m<sup>3</sup>/h**. Teniendo en cuenta estos datos es evidente que cualquier bomba podría trabajar en este punto de funcionamiento por lo que se ha pedido a quilinox y este nos ha ofertado.

Esta vez no se ha utilizado el buscador de grundfos sino que se ha encargado una bomba de quilinox simplemente para poder cumplir con el requisito de certificado alimentario en la máquina dado que es un certificado que grundfos no posee en sus productos:

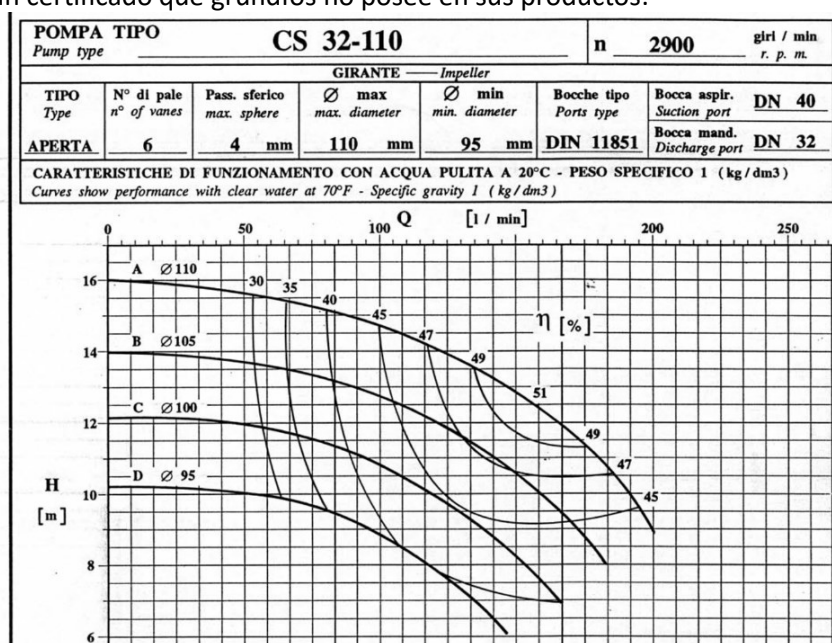


Ilustración 30: Curva de la bomba para depósitos de salmuera

La bomba seleccionada es pues la **CS 32-110**, como se puede ver en la figura aportada cumple perfectamente con los requisitos demandados y cuenta con variador de frecuencia con lo cual se puede ajustar si surge algún cambio en las condiciones previstas.

## 2.2 DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS

El dimensionamiento de las tuberías se ha llevado a cabo de la siguiente manera. En primer lugar, se ha calculado el caudal máximo que puede llegar a trasegar la instalación, ya sea por el lado de hornos o por el lado de salmuera. A continuación, se exponen los valores tenidos en cuenta:

Número del horno	Caudal que trasiega cada desvío hacia horno (m <sup>3</sup> /h)
Horno 1	18.89
Horno 2	8.12
Horno 3	7.56
Horno 4	7.56
Total	42.13

Tabla 3: Caudal de circulación por el lado de hornos

Número del tramo intercambiando en el lado de salmuera	Caudal trasegado en cada desvío de la rama principal (m <sup>3</sup> /h)
Salmuera 1	6.5
Salmuera 2	6.5
Salmuera 3	6.5
Total	19.5

Tabla 4: Caudal de circulación por el lado de la salmuera

Cabe destacar que el intercambiador que cede calor al agua del depósito de condensados no se contabiliza en los ramales porque es la línea principal. Es decir, no se va a hacer un desvío, sino que se va a intercambiar con todo el flujo de agua, es decir los 19.5 m<sup>3</sup>/h.

A la vista de estos resultados se han tomado ciertas equivalencias para simplificar el cálculo y así también permitir cierto margen de seguridad que nunca está de más. Las equivalencias en cuestión son que el caudal de 42,13 m<sup>3</sup>/h se ha redondeado el caudal a unos 45 m<sup>3</sup>/h, que son unos 12.5 l/s. Y que para el lado de la salmuera 19.5 m<sup>3</sup>/h se han redondeado a 20 m<sup>3</sup>/h.

Se podría tener en cuenta la simultaneidad de los hornos, pero como esto es una instalación que no se puede permitir fallar y que además las bombas van a contar con variador de frecuencia para que se puedan ajustar a si hay uno o dos o tres hornos en funcionamiento se va a dimensionar con este caudal máximo como el de funcionamiento

(Hay que tener en cuenta que los fabricantes no disponen de una gama infinita de diámetros, una vez calculado con la velocidad máxima se ha ido afinando, utilizando el catálogo de la empresa suministradora y habiendo escogido el que más se adapta, siempre sin superar los 2 m/s y también teniendo un mínimo de 1 m/s para asegurar un buen ritmo de intercambio de calor)

Con estos valores de caudal y buscando que el fluido no sobrepase la velocidad de 2 m/s tal y como se especifica en la sección 4.2.1 del **HS 4** [13]. Se han aplicado las siguientes formulas. Es por eso por lo que al final acabamos con el siguiente reparto de diámetros:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times v}} \quad (3)$$

Siendo:

Q: Caudal de líquido (m<sup>3</sup>/s).

D: Diámetro interno de tubería.

v: Velocidad del agua (m/s).

Parte de los hornos:

-Tubería general: 4" con una velocidad de 1.38m/s.

-Tubería de desvío del Horno 1: 2 ½" con una velocidad de 1.43m/s.

-Tuberías de Desvío del resto de hornos: 1 ½" con una velocidad de 1.9m/s.

Con respecto a lado de la salmuera, se ha usado el mismo procedimiento en cuanto al cálculo y en cuanto a la limitación de la velocidad, pero se ha tomado esta vez como caudal el de 20 m<sup>3</sup>/h debido a que cada tubo de salmuera ha llegado a trasegar como mucho 5m<sup>3</sup>/h pero debido primero a la demanda del cliente de dimensionarlo para que intercambie a su máxima capacidad se había pensado en principio dimensionar los tramos a 5 m<sup>3</sup>/h pero debido luego al hecho de que se necesitan intercambiadores tubulares y estos ocupan mucho espacio se decidió aumentar el caudal a 6.5 m<sup>3</sup>/h en cada ramal para reducir la relación 1:1 en el intercambiador y así aliviar en la medida de lo posible el tamaño de estos, con lo cual se ha terminado calculando con esos 20 m<sup>3</sup>/h que es la suma redondeada de esos 3 ramales. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Parte de la Salmuera ingrediente:

-Tubería general: 2 ½" con una velocidad de 1.43 m/s.

-Desvíos hacia los intercambiadores de la salmuera: 1 ½" con una velocidad de 1.43 m/s.

Debido al hecho de que, aunque por el circuito trasiego agua normal descalcificada nada alimentario aun así la norma es utilizar Acero inoxidable 316 para las tuberías.

#### **Perdidas de carga:**

Las pérdidas de carga que se han contabilizado en este proyecto se han obtenido de la siguiente forma.

En primer lugar, se ha obtenido de manera general el número de Reynolds en las distintas zonas de la instalación mediante la siguiente fórmula:

$$Re = \frac{V \times D}{\nu} \quad (4)$$

En la que:

Re = número de Reynolds, adimensional.

V = velocidad media del fluido, m/s.

$\nu$  = viscosidad cinemática del fluido, m<sup>2</sup> /s.

(Se ha tenido en cuenta que la viscosidad cinemática se reduce según aumenta la temperatura, por lo que se ha tomado en los cálculos una temperatura lo más desfavorable posible teniendo en cuenta las peculiaridades del circuito, que en este caso es 15°C con una viscosidad cinemática de 1,1385 mm<sup>2</sup>/s lo cual en este caso hace que el régimen sea aún más turbulento.)

La norma UNE 149201:2008, [13] referencia para el cálculo de las instalaciones de agua, indica que el factor de fricción debe obtenerse a partir de la ecuación de Colebrook-White. Así que esa es la que se utiliza para el cálculo del factor de fricción.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \times \log_{10} \left( \frac{k}{3.71 \times D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right) \quad (5)$$

Donde:

k: Factor de rugosidad del material (Se toma 0.3 mm por ser la medida aceptable para agua reseñada en los ábacos). [12]

D: Diámetro de la tubería mm.

Re: Número de Reynolds.

A partir de aquí se emplea la ecuación de Darcy-Weisbach para calcular las pérdidas continuas y las puntuales:

$$h = f \times \left( \frac{L}{D} \right) \times \left( \frac{v^2}{2g} \right) \quad (6)$$

o su variante en función del caudal para la curva resistente:

$$h = 0.0826 \times f \times \left( \frac{Q^2}{D^5} \right) \times L \quad (7)$$

En donde:

h – pérdida de carga o de energía (mca).

f – coeficiente de fricción (adimensional).

L – longitud de la tubería (m).

D – diámetro interno de la tubería (m).

v – velocidad media (m/s).

g – aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>).

Q – caudal (m<sup>3</sup>/s).

Se hace notar que las pérdidas puntuales se han calculado sustituyendo la longitud de los accesorios por sus longitudes equivalentes mediante las siguientes tablas y correspondientes equivalencias:

Tipo	(L/D) eq
Válvula globo abierta por completo	340
Válvula de ángulo abierta por completo	150
Válvula de compuerta abierta por completo	8
¾ abierta	35
½ abierta	160
¼ abierta	900
Válvula de Verificación tipo giratorio	100
Válvula de verificación tipo bola	150
Válvula mariposa abierta por completo de 2 a 8 pulgadas	45
10 a 14 pulgadas	35
16 a 24 pulgadas	25
Válvula de pie tipo disco de vástago	420
Válvula de pie tipo disco de bisagra	75
Codo estándar de 90°	30
Codo a 90° de radio largo	20
Codo Roscado de 90°	50
Codo estándar de 45°	16
Codo roscado de 45°	26
Vuelta cerrada de retorno	50
Te estándar con flujo directo	20
Té estándar con flujo en ramal	60

Tabla 5: Tabla de longitudes equivalentes (fuente Mott, mecánica de fluidos)

o Longitudes equivalente de tramos de tuberías para distintos accesorios y válvulas.

DIAMETRO D mm pulg.	Codo 90°		Radio largo		Codo 90°		Radio medio		Codo 90°		Codo 45°		Curva 90° R/D=1		Curva 90° R/D=1		Curva 45°		Entrada normal		Entrada de Borda		Válvula de compuerta abierta		Válvula tipo globo abierta		Válvula de ángulo abierta		Té paso directo		Té salida lateral		Té salida bilateral		Válvula de pie		Salida de Tubería		Válvula de retención tipo ligero		Válvula de retención tipo pesado								
	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.							
13	1/2	0,3	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,1	4,9	2,6	0,3	1,0	1,0	3,6	0,4	1,1	1,6	1,9	0,7	2,1	3,2	4,0	4,8	5,0	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4
19	3/4	0,4	0,6	0,7	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,5	0,1	6,7	3,6	0,4	1,4	1,4	5,6	0,5	1,6	2,4	2,8	0,7	2,1	3,2	4,0	4,8	5,0	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4		
25	1	0,5	0,7	0,8	0,4	0,3	0,5	0,2	0,3	0,7	0,2	8,2	4,6	0,5	1,7	1,7	7,3	0,7	2,1	3,2	3,8	0,9	2,7	4,0	4,8	5,0	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4			
32	1 1/4	0,7	0,9	1,1	0,5	0,4	0,6	0,3	0,4	0,9	0,2	11,3	5,6	0,7	2,3	2,3	10,0	0,9	2,7	4,0	4,8	1,1	3,2	4,0	4,8	5,0	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4			
38	1 1/2	0,9	1,1	1,3	0,6	0,5	0,7	0,3	0,5	1,0	0,3	13,4	6,7	0,9	2,8	2,8	11,6	1,0	3,2	4,8	5,0	1,1	3,2	4,0	4,8	5,0	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4			
50	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4	5,0	1,1	3,2	4,0	4,8	5,0	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4			
63	2 1/2	1,3	1,7	2,0	0,9	0,8	1,0	0,5	0,9	1,9	0,4	21,0	10,0	1,3	4,3	4,3	17,0	1,9	5,2	8,1	8,1	1,1	3,2	4,0	4,8	5,0	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4			
75	3	1,6	2,1	2,5	1,2	1,0	1,3	0,6	1,1	2,2	0,5	26,0	13,0	1,6	5,2	5,2	20,0	2,2	6,3	9,7	9,7	1,1	3,2	4,0	4,8	5,0	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4			
100	4	2,1	2,8	3,4	1,5	1,3	1,6	0,7	1,6	3,2	0,7	34,0	17,0	2,1	6,7	6,7	23,0	3,2	6,4	12,9	12,9	1,1	3,2	4,0	4,8	5,0	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4			
125	5	2,7	3,7	4,2	1,9	1,6	2,1	0,9	2,0	4,0	0,9	43,0	21,0	2,7	8,4	8,4	30,0	4,0	10,4	16,1	16,1	1,1	3,2	4,0	4,8	5,0	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4			
150	6	3,4	4,3	4,9	2,3	1,9	2,5	1,1	2,5	5,0	1,1	51,0	26,0	3,4	10,0	10,0	39,0	5,0	12,5	19,3	19,3	1,1	3,2	4,0	4,8	5,0	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4			
200	8	4,3	5,5	6,4	3,0	2,4	3,3	1,5	3,5	6,0	1,4	67,0	34,0	4,3	13,0	13,0	52,0	6,0	16,0	25,0	25,0	1,1	3,2	4,0	4,8	5,0	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4			
250	10	5,5	6,7	7,9	3,8	3,0	4,1	1,8	4,5	7,5	1,7	85,0	43,0	5,5	16,0	16,0	65,0	7,5	20,0	32,0	32,0	1,1	3,2	4,0	4,8	5,0	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4			
300	12	6,1	7,9	9,5	4,6	3,6	4,8	2,2	5,5	9,0	2,1	102,0	51,0	6,1	19,0	19,0	78,0	9,0	24,0	38,0	38,0	1,1	3,2	4,0	4,8	5,0	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4			
350	14	7,3	9,5	10,5	5,3	4,4	5,4	2,5	6,2	11,0	2,4	120,0	60,0	7,3	22,0	22,0	90,0	11,0	28,0	45,0	45,0	1,1	3,2	4,0	4,8	5,0	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4			

\* Los valores indicados para válvulas tipo globo se aplican también a llaves para regaderas y válvulas o llaves de descarga.

(\*) Longitudes equivalentes según Azebedo N., J. y Acosta A. G. 1975

(\*\*) Longitudes equivalentes para acero negro. Deben usarse factores de corrección para otros materiales. FC = (Cmaterial/100)<sup>0,85</sup>

Ilustración 31: Longitudes equivalentes de accesorios (fuente Azebedo N.J y Acosta A.G. 1975)

Con lo cual a partir de aquí solo resta calcular la pérdida de carga total en el punto más desfavorable de la instalación aplicando para el lado de salmuera y el de hornos.

Con las fórmulas mencionadas anteriormente aparecen los siguientes resultados:

Proyecto de instalación hidráulica para ahorro de calor en una aceitunera

Tramos	h (mmca)	f (factor de fricción)
tubería DN 100	175,008509	0,02711
Codo 90° DN100	98,004765	0,02711
Tubería vertical hasta codo	525,043031	0,02711
Codo 90° DN 100	98,008032	0,02711
Tubería horizontal hasta Te DN100	350,016776	0,02711
Te de paso doble DN100	234,511240	0,02711
Tubería horizontal hasta Te DN100	244,662203	0,02729
Te de paso doble DN100	163,944125	0,02729
Tubería horizontal hasta Te DN100	158,094354	0,02755
Te de paso doble DN100	105,923217	0,02755
Tubería horizontal hasta Te DN100	85,512829	0,02802
Te de paso doble DN100	57,293595	0,02802
Reducción DN100/DN65	134,838661	0,03067
Tubería vertical hasta codo DN65	1011,209411	0,03067
Válvula abierta DN65	134,827921	0,03067
Válvula 3 vías DN65	505,546663	0,03067
Codo 90° DN65	114,590577	0,03067
Intercambiador horno 1	7300,309088	0,02931
Válvula abierta DN 65	134,821241	0,03067
Tubería horizontal hasta codo DN65	337,053103	0,03067
Codo 90° DN65	114,590537	0,03067
Tubería vertical hasta Te DN65	1011,092971	0,03067
Te de paso doble DN65	539,140660	0,03059
Válvula abierta DN 65	134,827925	0,03067
Aumento de DN65/DN100	134,827925	0,03067
Tubería horizontal hasta Te DN100	128,260865	0,02802
Te de paso doble DN100	105,911261	0,02755
Tubería horizontal hasta Te DN100	158,076509	0,02755
Te de paso doble DN100	163,919405	0,02729
Tubería horizontal hasta Te	244,655829	0,02729
Te de paso doble DN100	234,501476	0,02711
Tubería horizontal hasta codo	350,002203	0,02711
Codo 90° DN100	97,602975	0,02700
Tubería vertical hasta codo	525,003304	0,02711
Codo 90° DN100	98,000617	0,02711
Tubería horizontal hasta depósito DN100	175,001101	0,02711

Tabla 6: Perdidas del lado de hornos

Las pérdidas totales en el lado de hornos equivalen a **16184,634 mmca**

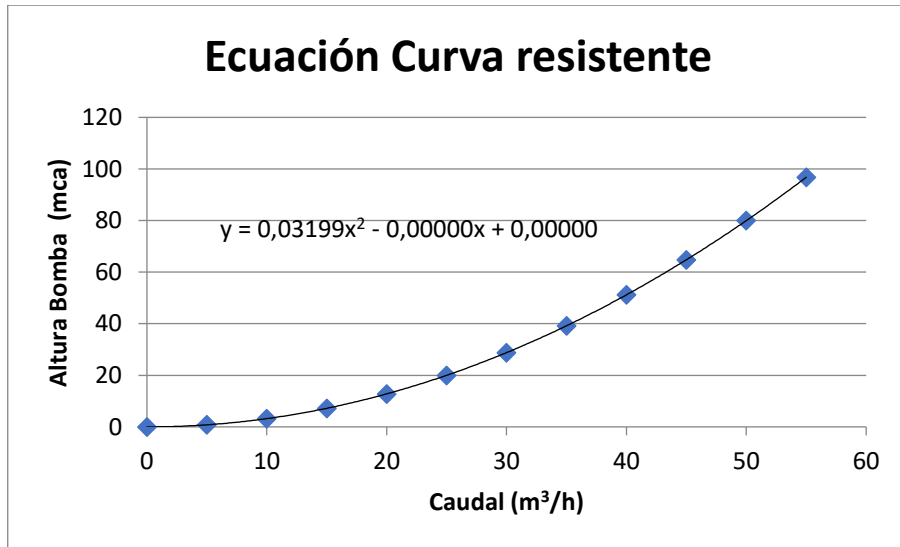


Ilustración 32: Curva resistente hornos

Distribución de las pérdidas de carga con respecto al dimensionamiento en el punto más desfavorable de la instalación de hornos que sería con todos los hornos abiertos y entrando al horno 1 que es el más lejano.



Tramos	h(mmca)	f (factor de fricción)
Tubería DN65 longitud equivalente	8426,056659	0,03067
Te de paso doble DN 65	289,856335	0,03067
tubería horizontal hasta Te Dn65	62,348481	0,03113
Te paso doble DN65	134,049234	0,03113
tubería horizontal hasta Te DN65	17,423998	0,03236
Te paso doble DN65	37,461595	0,03236
reducción DN 65 a DN 40	15,109403	0,03254
tubería horizontal DN40	188,589896	0,03585
Válvula de tres vías DN40 abierta	707,212146	0,03585
Válvula de bola abierta DN40	235,737382	0,03585
Intercambiador salmuera 3	3111,733444	0,03585
Válvula de bola abierta DN40	235,736768	0,03585
Tubería horizontal hasta TE	188,589414	0,03585
Te de paso doble	37,461599	0,03236
tubería horizontal hasta Te	17,423999	0,03236
Te de paso doble	134,049298	0,03113
tubería horizontal hasta Te	62,348510	0,03113
Te paso doble	289,865668	0,03067
Tubería DN 65 longitud equi	9100,433775	0,03067
valvula 3 vías	505,546486	0,03067
Valvula de bola abierta DN65	168,515495	0,03067
intercambiador caldera	5620,685211	0,03280
Valvula de bola abierta DN65	168,534906	0,03067
tubería DN 65	337,069811	0,03067

Tabla 7: Perdidas de carga de las partes del circuito de salmuera

Perdida de carga total: **30091,83 mmca** (milímetros de columna de agua)

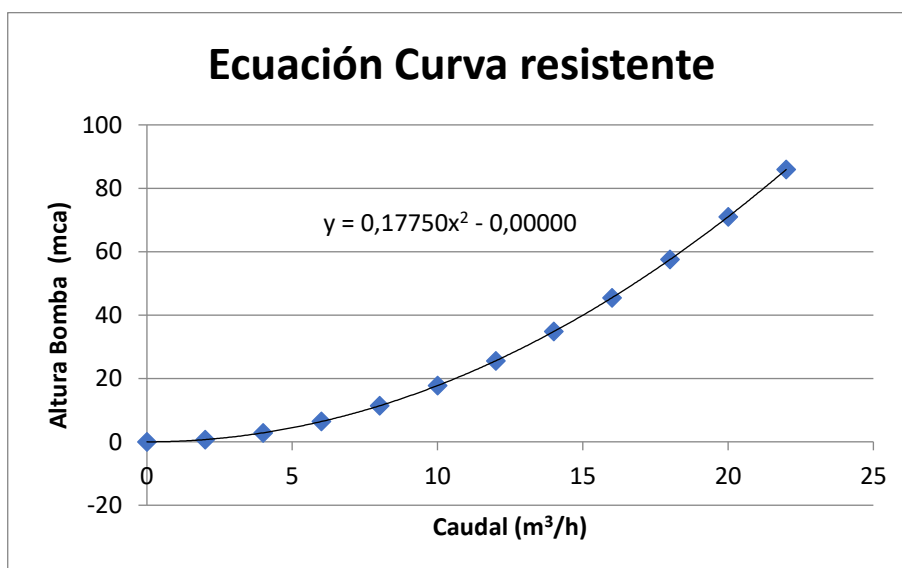


Ilustración 33: Curva resistente Salmuera

Esta sería la distribución de pérdidas de carga en el circuito más desfavorable con todos los intercambiadores funcionando y entrando en el más alejado para luego volver por el de la caldera.

Gracias a estos resultados y el conocimiento de los caudales que deben proveer las bombas ya se pueden dimensionar las bombas con sus correspondientes puntos de funcionamiento.

## 2.3 DIMENSIONADO DE LAS BOMBAS:

Para el dimensionamiento de las bombas se han tenido en cuenta los resultados obtenidos en el 2.1 y el 2.2 y se ha aplicado la siguiente fórmula para tener los parámetros necesarios para la búsqueda:

La altura aportada por la bomba deberá ser:  $hb = hs + hg + hf$  (8)

Siendo:

hb: Altura aportada por la bomba.

hs: Presión de suministro mínima.

hg: Altura geométrica.

hf: Perdidas por fricción en el punto más desfavorable.

Al estar trabajando en un circuito cerrado presurizado la altura geométrica de la bomba ya no es importante dado que el circuito ya esté lleno de agua por lo tanto lo que la bomba debe ser capaz de superar holgadamente son las pérdidas de cargas provocadas por el propio circuito a causa de las tuberías, las válvulas y otros elementos y los intercambiadores.

Se han llegado a las siguientes conclusiones con respecto a los requisitos que tienen que cumplir las bombas para funcionar en esta instalación.

Lado de hornos:

La bomba del lado de hornos debe cumplir las siguientes características:

1. Caudal del equipo: 45 m<sup>3</sup>/h.
2. Temperatura de trabajo y fluido: agua caliente (unos 40 grados).
3. Altura que debe superar la bomba: 70 mca.
4. Aspiración de depósito: desde depósito presurizado.
5. Se requiere de valoración de la bomba de forma independiente y por otro lado, del cuadro eléctrico con variador de frecuencia y sonda de presión correspondiente.

Se debe aclarar que la selección de la bomba adecuada se ha hecho a través del selector de bombas de Grundfos, empresa especializada en la venta de esta maquinaria. Introduciendo las especificaciones anteriormente mencionadas se ha decidido optar por la siguiente bomba: CR 45-4-2 A-F-A-E-HQQE cuya curva de funcionamiento se adjunta a continuación. Se ve que cumple perfectamente con las características anteriormente mencionadas y que tiene margen de sobra para cubrir un posible aumento o una posible reducción del caudal gracias al variador de frecuencia integrado.

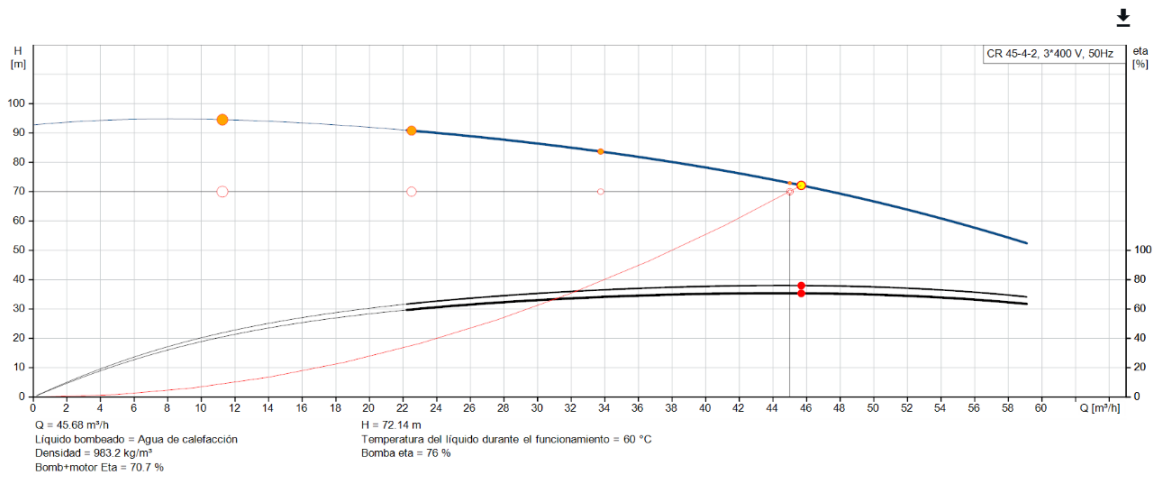


Ilustración 34: Punto de funcionamiento de hornos según Grundfos (fuente Grundfos)

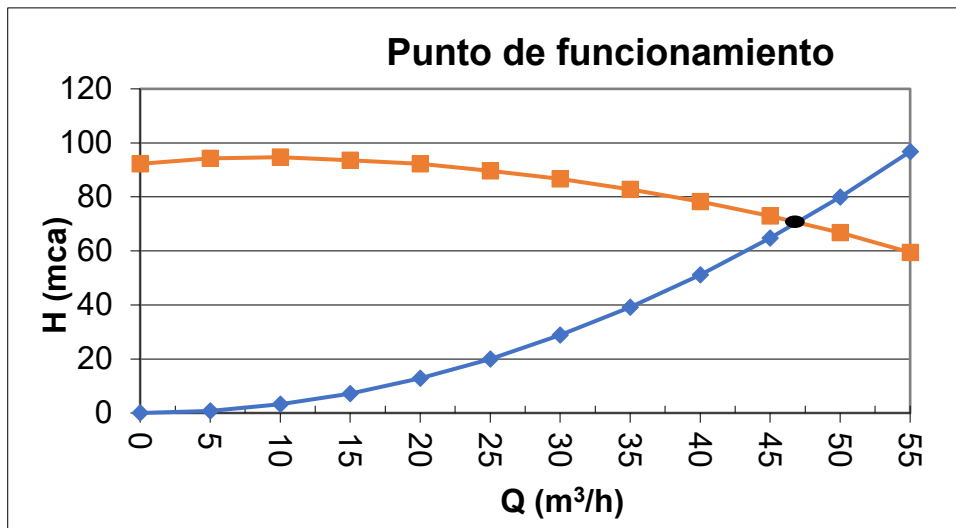


Ilustración 35: Punto de funcionamiento con simulación propia

Se puede ver que la curva de la bomba seleccionada se adapta perfectamente a la curva resistente y por lo tanto cumple el punto de funcionamiento deseado. Evidentemente las distancias entre el punto calculado y el punto que proporcionara la bomba serán reguladas a su debido tiempo ya sea con el variador de frecuencia incorporado en la bomba o por una válvula de equilibrado.

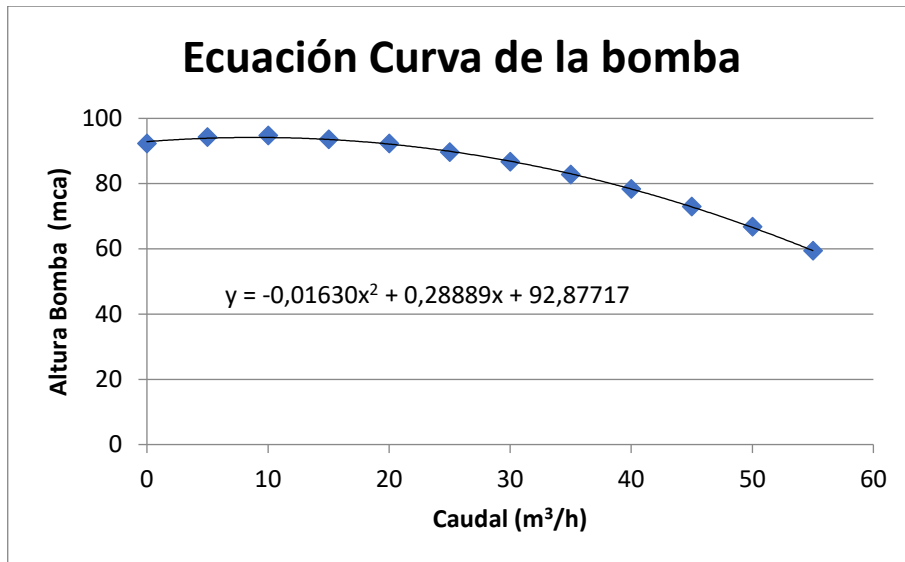


Ilustración 36: Curva de la bomba de hornos propia

Con respecto al lado de salmuera se demandan las siguientes características gracias a los cálculos realizados en los apartados anteriores.

El segundo grupo de presión tiene estas otras características:

1. Caudal del equipo: 20 m³/h.
2. Temperatura de trabajo y fluido: agua caliente (40 grados).
3. Presión de suministro: 70 mca.
4. Aspiración de depósito: desde depósito presurizado.
5. Se requiere de valoración de la bomba de forma independiente y, por otro lado, del cuadro eléctrico con variador de frecuencia y sonda de presión correspondiente.

En este lado de la instalación se tiene un distinto punto de funcionamiento pero se ha podido encontrar una bomba que cumpla con las exigencias descritas.

La bomba es: CR 20-6 A-A-A-E-HQQE

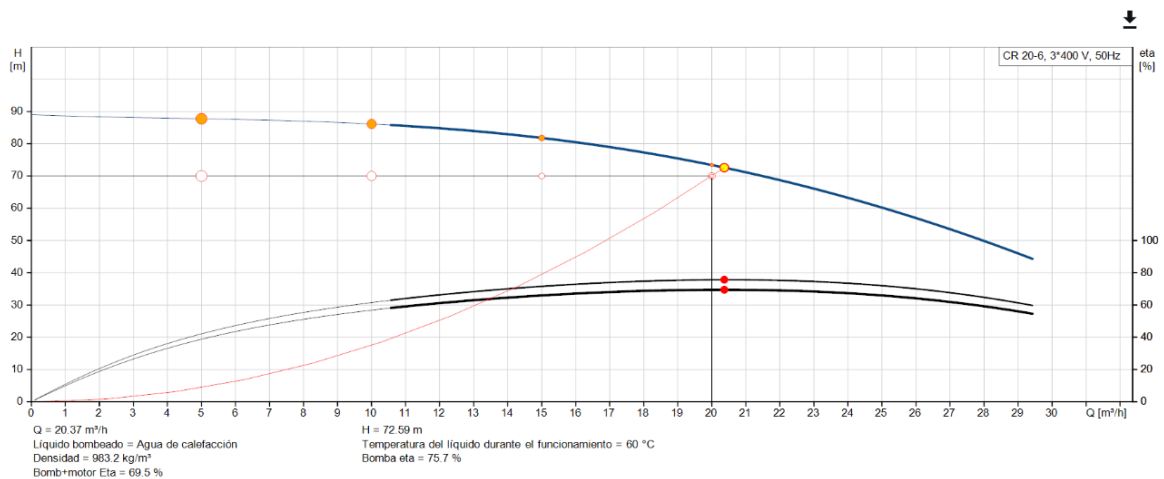


Ilustración 37: Curva de la bomba en salmuera según Grundfos

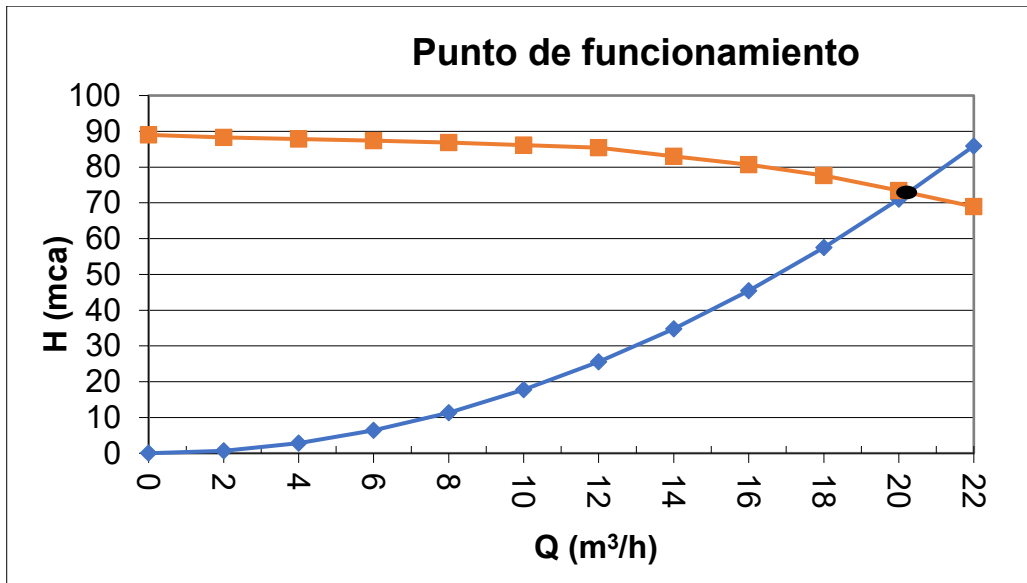


Ilustración 38: Punto de funcionamiento en salmuera simulado

En este caso la simulación ha cumplido correctamente y se puede ver que el punto de funcionamiento simulado coincide bastante con el que se obtiene realmente. De nuevo esas mínimas diferencias serán corregidas en el momento de la puesta en marcha mediante una válvula de equilibrado o un variador de frecuencia.

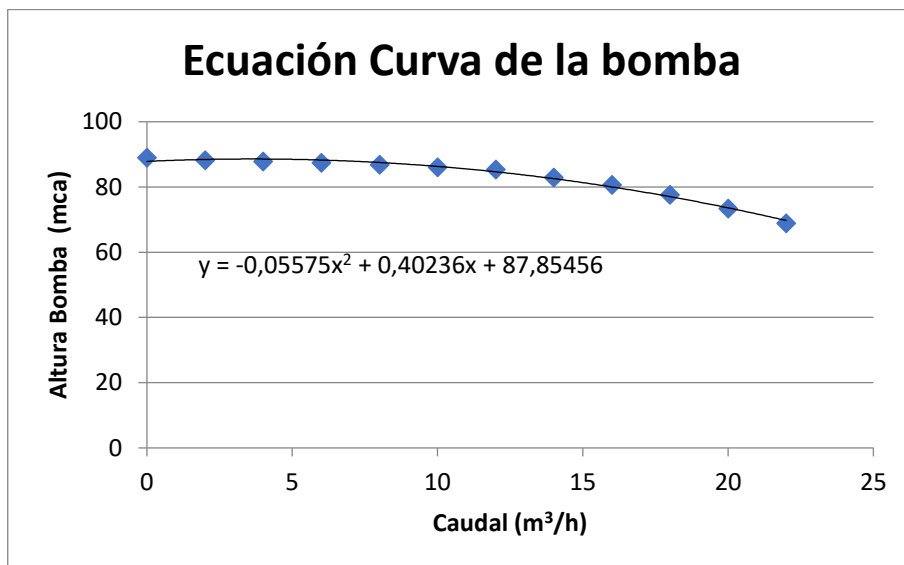


Ilustración 39: Curva de la bomba de salmuera simulada

Se usarán pues en la instalación las bombas destacadas durante este apartado. Hay que tener en cuenta que ambos modelos llevan variador de frecuencia integrado lo cual es vital dado que dependiendo del número de hornos en funcionamiento o de líneas de salmuera el caudal en ambos lados de la instalación variará y la bomba debe ser capaz de adaptarse a ello.

Hornos:

-CR 45-4-2 A-F-A-E-HQQE

Salmuera:

-CR 20-6 A-A-A-E-HQQE

## 2.4 CALCULO DEL VASO DE EXPANSIÓN

Los vasos de expansión cumplen una función muy específica en todo circuito hidráulico. En este caso que el circuito presentado es un circuito cerrado son aún más importantes. La función en cuestión es la de permitir que el sistema pueda dilatar al proporcionar una zona que puede ceder a la presión ejercida por el agua en las tuberías al momento de dilatar. Hay otros métodos para lidiar con este problema como las válvulas de seguridad que permiten expulsar del circuito el volumen generado durante la dilatación, pero eso aquí no se puede utilizar debido a que se desea malgastar la menor cantidad de agua posible. Es por eso por lo que se usará en su lugar un vaso de dilatación.

El cálculo de un vaso de expansión se realiza siguiendo la UNE 100155:2004 [13] y las recomendaciones del RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios).

La fórmula de cálculo del volumen del vaso es  $V_t = V \cdot C_e \cdot C_p$  (9)

donde:

$V_t$  es el volumen total del vaso de expansión.

$V$  es el volumen total de agua en el circuito.

$C_e$  es el coeficiente de dilatación del fluido.

$C_p$  es el coeficiente de presión del gas (aire o nitrógeno, según con qué llenemos el vaso).

En primer lugar, pues, tenemos que conocer el volumen de agua almacenado en la instalación:

Mirando el presupuesto tenemos:

**-Salmuera:**

.270m de tubería DN65.

.40m de tubería DN40.

**-Hornos:**

.150m de tubería DN100.

.35m de DN 65.

.105m de DN40.

**Lo que en total nos da:**

150m de DN100.

305m de DN65.

145m de DN40.

El volumen se calcula como:  $V = \frac{\pi \times D^2}{4} \times L$  (10)

Siendo  $V$  el volumen.

$L$  la longitud del tubo.

$D$  el diámetro del tubo.

El cálculo nos da un volumen de 2,372 m<sup>3</sup> de agua en las tuberías más un depósito central de unos 2000L por lo que redondeando 5 m<sup>3</sup> de volumen de agua hay almacenado en el circuito contando incluso el volumen que puede llegar a haber estancados en los intercambiadores.

El siguiente paso es calcular el coeficiente de expansión que es siempre positivo y menor que la unidad y representa la relación entre el volumen útil del vaso de expansión, que debe ser igual al volumen de fluido expansionado, y el volumen de fluido contenido en la instalación.

$$C_e = V_u / V \quad (11)$$

V<sub>u</sub>: fluido expansionado.

V: fluido total de la instalación.

Según el RITE se calcula con la fórmula:

$$C_e = (3,24 \times t^2 + 102,13 \times t - 2708,3) \times 10^{-6} \quad (12)$$

Donde una vez sustituida la t por el valor deseado tenemos los siguientes valores:

Temperatura (en °C)	Ce	Ce en %
30	0,00328	0,328
40	0,00656	0,656
50	0,0105	1,05
60	0,0151	1,51
70	0,0204	2,04
89	0,0262	2,623
90	0,0328	3,28
100	0,0400	4

Tabla 8: Valores de Ce iterados

Para esta instalación se tomará como temperatura máxima de funcionamiento 60 grados que es lo que provocaría la situación más desfavorable posible que es, a su vez, la que requiere un depósito más grande. El Ce usado en los cálculos es: **Ce=0,0151**

3. El coeficiente de presión para el cálculo del volumen total de los vasos de expansión cerrados sin trasiego de fluido al exterior del sistema, se halla partiendo de la ecuación de estado para gases perfectos, considerando que la variación de volumen tenga lugar a temperatura constante (ley de Boyle y Mariotte). Este coeficiente, positivo y mayor que la unidad.

Se calcula con la fórmula:  $C_p = PM / (PM - P_m) \quad (13)$

Donde:

PM es la presión máxima = Presión de tarado (7bar) + Presión atmosférica (1) = 8.

P<sub>m</sub> es la presión mínima (presión estática) = Presión manométrica (2.5) + Presión atmosférica (1)= 3.5.

**C<sub>p</sub>= 2,2857**

Entonces el volumen del vaso se calcula mediante la formula (9).

Por lo tanto, tenemos al final un vaso de expansión de 172.57 litros, por lo que se adquirirá el modelo más cercano que en este caso es de 250 l:



Ilustración 40: Vaso de expansión para calefacción Waft 250 litros (Saltoki)

## 2.5 CALCULO DEL AISLAMIENTO

Para esta instalación se usará aislamiento de lana de vidrio debido a que es el más utilizado en todo tipo de operaciones de aislamiento. Pese a que esto es un edificio industrial se tiene que cumplir igualmente el RITE por lo que se utilizará la norma que indica que las pérdidas no pueden superar el 4% de pérdidas con respecto a la potencia térmica que se adjudica. El RITE tiene unos mínimos de espesor que se exigen en los edificios dependiendo del diámetro y la temperatura del fluido circulante.

### Tablas del RITE

Tabla 1. Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	>60...100	>100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

Tabla 9: Exigencias mínimas aislamiento (Aenor)

Según estas normas todas las tuberías de la instalación deberán tener como mínimo un espesor de 30 mm para que se cumplan los requisitos. Se adjuntan los resultados del dimensionamiento pensando como si el agua estuviera siempre a la máxima temperatura posible de diseño lo que significa que se dimensionará para el peor escenario y se impondrá el valor de grosor de aislamiento más grande que se necesite. Para el cálculo usaremos el software pedagógico provisto por la universidad conocido como Aislam.



PROGRAMA DE CÁLCULO DE AISLAMIENTOS



Programa patrocinado por:



ENTRAR

Programa realizado por:



Base teórica y ejemplos en el documento AISLAM.DOC ( Word )

Utilizar como ayuda el fichero AISLAM.PPT (Power Point )

Ilustración 41: Programa aislam ( Aislam)

Se toma el interior a 60 °C para los cálculos posteriores. Se debe recordar que el cálculo del flujo por metro se hará teniendo en cuenta la longitud total de las tuberías por lo tanto hay que recuperar los cálculos hechos en el apartado del vaso de expansión. También hay que ser consciente de que la potencia térmica manejada es más o menos de unos 800 kw debido al funcionamiento de 3 de los 4 intercambiadores de los hornos. Por lo tanto, el 4% que no hay que superar es el de 32 kw.

Tubería de DN 100 de los hornos: 150m

La temperatura al final de la tubería es 59,737 °C  
Resistencia térmica lineal 0,390 m°C/W  
Densidad lineal 102,67 W/m Flujo calor total 15350 W

Ilustración 42: Resultados Aislam

Aquí se puede observar que sin aislar solo la tubería de DN100 ya gasta 15350 W de esos 32 por lo tanto no hay esperanzas de que se quede por debajo del 4% de pérdidas por lo tanto se aislara con la capa de 30 mm recomendada por el RITE. Adjunto resultados:

La temperatura al final de la tubería es 59,950 °C  
Resistencia térmica lineal 2,069 m°C/W  
Densidad lineal 19,34 W/m Flujo calor total 2899 W

Ilustración 43: Resultados Aislam

Tubería DN65: 305m

Luego tenemos en cuenta la tubería de DN65 que es la mayor cantidad que hay.

La temperatura al final de la tubería es 59,826 °C  
Resistencia térmica lineal 2,799 m°C/W  
Densidad lineal 14,29 W/m Flujo calor total 4350 W

Ilustración 44: Resultados Aislam

Tubería DN 40: 145m

La temperatura al final de la tubería es 59,835 °C  
Resistencia térmica lineal 3,791 m°C/W  
Densidad lineal 10,55 W/m Flujo calor total 1527 W

Ilustración 45: Resultados Aislam

Finalmente se puede comprobar que sumando todas las pérdidas de las tuberías aisladas nos da unos **8,776 kw** de perdidas muy por debajo del límite de **32 kw** que nos habíamos marcado por lo tanto cumple de sobra con el aislamiento mínimo recomendado de **30 mm**.

A continuación, se procede a explicar el proceso de cálculo realizado por el programa para aclarar las cuestiones que hayan podido quedar en el aire.

Se trabaja con la UNE-EN ISO 12241-2023 [13] es la que se utiliza para calcular el grosor del aislamiento.

Según la formula  $D^3 \times \Delta T$  (14) que nos permite saber si el flujo de calor es laminar o turbulento se comprueba que en toda la instalación el flujo de calor hacia el exterior es del tipo laminar.

Es por eso por lo que para el cálculo de coeficiente de convección exterior ( $h_{conv\_ext}$ ) se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$h_{conv_{tot}} = h_{conv} + h_{rad} \quad (15)$$

Donde:

- $h_{conv}$  es el coeficiente de calor por convección.

- $h_{rad}$  es el coeficiente de calor por radiación.

Para tuberías horizontales: 
$$h_{conv\_ext} = 1,25 \times \sqrt[4]{\frac{\Delta T}{D}} \quad \text{W/m}^2 \text{ K} \quad (16)$$

Para tuberías verticales: 
$$h_{conv\_ext} = 1,32 \times \sqrt[4]{\frac{\Delta T}{D}} \quad \text{W/m}^2 \text{ K} \quad (17)$$

$\Delta T$ : Diferencia de temperaturas (°C).

D: Diámetro de la tubería (mm).

Para el coeficiente de convección interior, al tener una velocidad de más de un metro por segundo y estar trabajando con agua el régimen es claramente turbulento, por lo tanto el coeficiente de convección interior ( $h_{conv\_int}$ ) seguirá esta formula independientemente de la situación:

$$H_{conv_{int}} = \frac{1057 \times (1,352 + 0,019 \times T) v^{0,8}}{D^{0,2}} \quad (18)$$

Pero esta fórmula se suele despreciar simplemente porque nunca da un número significativo estamos hablando de resultados del  $10^{-3}$  en orden de magnitud en referencia a los resultados de otras capas.

También hay que tener en cuenta el cálculo del coeficiente de convección ( $h_{rad}$ ):

$$H_{rad} = \varepsilon \sigma (TK_{sup} + TK_{aire})(TK_{sup} + TK_{aire})^2 \quad \text{W/m}^2 \text{ K} \quad (19)$$

Siendo:

$\varepsilon$  el coeficiente de emisión que en nuestro caso al ser de metal opaco es un 0,25.

$\sigma$  la constante de Stephan-Boltzmann ( $5,67 \times 10^{-8} \text{ W} / (\text{m}^2 \times \text{K}^4)$ ).

Las temperaturas en kelvin K.

Tenemos la resistencia térmica generada por la superficie cilíndrica, esta resistencia habrá que sumarla a otras como la de la superficie exterior.

Para esta fórmula hay que tener en cuenta que la resistencia del interior se desprecia que es lo que se pierde desde el centro de la tubería hasta la pared interior y también se puede llegar a despreciar la *Relemento* que es la resistencia del espesor de la tubería lo cual es mínimo. Por lo tanto, solo queda la resistencia del aislante y la resistencia superficial exterior:

$$R_{conv\_cilíndrica} = \frac{1}{2 \times \pi \times r \times h_{conv\_tot}} \text{ m K/W} \quad (20)$$

Con  $r$  en m

Y por último el flujo de calor que transmitiría el tubo:

$$q/H = \frac{\Delta T}{1/2 \times \pi \times r \times h_{conv\_tot}} \text{ W/m} \quad (21)$$

Evidentemente el programa utiliza un sinnúmero más de fórmulas y metodología de los que se exponen aquí pero no me parecía correcto no poner al menos la metodología del cálculo seguido por el programa. [15],[16]

## 2.6 Conclusiones

El objetivo principal del presente Trabajo de Fin de Grado es diseño de una instalación hidráulica de ahorro de calor para reducir el consumo energético de la Aceitunera Serpis en Alcoy. Tras la toma de medidas de caudales y de temperaturas pertinentes se ha podido proceder al diseño de la instalación. También se ha decidido por parte de la empresa en ejecutar el proyecto pese al coste porque se ha podido comprobar con un pequeño análisis de rentabilidad que se podía amortizar en un plazo razonable.

La sostenibilidad es la bandera inherente de este proyecto debido a que su principal finalidad era permitir un ahorro de energía. Además, se ha expuesto el nivel de implicación con la Agenda 2030 y la reducción de la huella de carbono, así como la adhesión al plan CAE y los objetivos sostenibles que persigue este proyecto.

Este Trabajo de Fin de Grado ha supuesto un reto, no solo a nivel académico, sino también a nivel personal debido a la cantidad de campos que se han tenido que analizar considerar y desarrollar o desechar (es el caso de la parte eléctrica de este proyecto desecheda por su poca importancia y prácticamente la nula relación con la problemática principal. Gracias a la ayuda de mi tutora de empresa y a los consejos de mis compañeros de trabajo en mis prácticas de empresa (una empresa dedicada a instalaciones hidráulicas) he podido avanzar adecuadamente y completar la tarea.

En conclusión, sería una opción excelente llevar a cabo el proyecto para conseguir cumplir el objetivo principal de disminuir el consumo de energía de la instalación y permitir un beneficio económico a la empresa a largo plazo.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1]- Información de la agenda2030 (Ministerio de derechos sociales, consumo y Agenda 2030 (2022)  
[https://www.mdsocialesa2030.gob.es/agenda2030/conoce\\_la\\_agenda.htm](https://www.mdsocialesa2030.gob.es/agenda2030/conoce_la_agenda.htm).
- [2]- PLAN DE ACCIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA AGENDA 2030 (Gobierno de España) 2022.  
<https://www.mdsocialesa2030.gob.es/agenda2030/documentos/plan-accion-implementacion-a2030.pdf>
- [3]-Artículo ¿Qué empresas estarán obligadas a calcular su huella de carbono en 2023? (huella de carbono.info) Feb 28, 2023.  
<https://www.huelladecarbono.info/actualidad/que-empresas-estaran-obligadas-a-calcular-su-huella-de-carbono-en-2023/#:~:text=La%20Ley%207%2F2021%2C%20de,de%20las%20emisiones%20de%20CO2.>
- [4]-BOE Real Decreto 36/2023, de 24 de enero, por el que se establece un sistema de certificados de Ahorro energético. 25 de enero de 2023.  
<https://www.boe.es/eli/es/rd/2023/01/24/36>
- [5]- Instalación de agua: acometida y distribución (Luis Vélez Guevara) 16 de noviembre 2017.  
<https://makinandovelez.wordpress.com/2017/11/16/instalacion-de-agua-acometida-y-distribucion/>
- [6]-Válvulas de equilibrado dinámico guía técnica (grundfos) 2020.  
<https://www.grundfos.com/es/learn/research-and-insights/balancing-valve#:~:text=Las%20v%C3%A1lvulas%20de%20equilibrado%20din%C3%A1mico,de%20la%20v%C3%A1lvula%20aumenta%20proporcionalmente.>
- [7]-Válvula antirretorno: ¿Qué función tiene y dónde colocarla? (STH EXPERT) 10 de Junio 2020.  
<https://sthexpert.standardhidraulica.com/valvula-antirretorno>
- [8]- Blog Funcionamiento manómetro a presión (Suministros en metrología).  
<https://suministrosenmetrologia.com/manometro-de-presion/#:~:text=El%20man%C3%B3metro%20de%20presi%C3%B3n%20funciona,lectura%20en%20la%20escala%20graduada.>
- [9]-Artículo Pasteurizador túnel y flash: qué son y cómo funcionan (Comac) 11 de julio 2023.  
<https://www.comacitalia.es/pasteurizador-tunel-y-flash-que-son-y-como-funcionan/>
- [10]-Artículo Qué es un intercambiador de calor tubular y cómo funciona 23/02/22.  
<https://gargil.es/intercambiador-de-calor-tubular/>
- [11]-Que es un intercambiador de placas y como funciona? (gargil) 08/02/2022.  
<https://gargil.es/que-es-un-intercambiador-de-calor-de-placas/>
- [12]-Rugosidad tubería inoxidable (Beall Industry Group) Enero del 2020.  
<http://m.es.beallindustry.com/news/roughness-of-stainless-steel-pipe-31235913.html>

[13]-Página web de AENOR para la obtención de normas a través del portal de la upv. aenor.com

[14]-Buscador de productos grundfos para las bombas.

<https://productselection.grundfos.com/frontpage.html?time=1510172950618&qcid=228458899>

[15]-Guía técnica diseño y cálculo de conducciones Aparatos y equipos (IDEA con Ministerio de industria y comercio) Madrid 2007.

[16]-Guía de buenas prácticas en el aislamiento industrial (AFELMA, ANDIMAI) 2016.

## **ANEXO: PRESUPUESTO TÉCNICO**

Anejo de justificación de precios

Núm.	Código	Ud	Descripción		Total
1	antiretor...	Ud	Válvula de retención de acero inoxidable 316 para roscar de 4". Incluye: Replanteo. Colocación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.		
	mt37svr010i	1,000 Ud	Válvula de retención de acero inoxidable para roscar de 4". Incluy coste del material para la instalación	200,000	200,00
	mo008	0,200 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080	13,62
	mo107	0,200 h	Ayudante fontanero.	68,080	13,62
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	227,240	4,54
		3,000 %	Costes indirectos	231,780	6,950
			Total por Ud .....		<u>238,73</u>

Son DOSCIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS por Ud.

2	antiretor...	Ud	Válvula de retención de latón para roscar de 2 1/2". Incluye: Replanteo. Colocación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.		
	mt37svr010g	1,000 Ud	Válvula de retención de latón para roscar de 2 1/2". Inlcuye el coste del material de instalacion	130,000	130,00
	mo008	0,200 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080	13,62
	mo107	0,200 h	Ayudante fontanero.	68,080	13,62
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	157,240	3,14
		3,000 %	Costes indirectos	160,380	4,810
			Total por Ud .....		<u>165,19</u>

Son CIENTO SESENTA Y CINCO EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS por Ud.



Núm.	Código	Ud	Descripción	Total	
3	bomba_agua	Ud	Materiales Base Cast iron EN 1561 EN-GJL-200 ASTM A48-25B Impulsor Acero inoxidable EN 1.4301 AISI 304 Código de material A Código para caucho E Rodamiento SIC Instalación Temperatura ambiente máxima 60 °C Presión de trabajo máxima 10 bar Presión máxima a la temp. declarada 10 bar / 120 °C 10 bar / -20 °C Tipo de conexión Oval / Rp Tamaño de la conexión de entrada 2 inch Tamaño de la conexión de salida 2 inch Presión nominal para la conexión PN 10 de conexión A  Incluye: Replanteo. Fijación del depósito. Colocación y fijación del grupo de presión. Colocación y fijación de tuberías y accesorios. Conexiones de la bomba con el depósito. Conexionado. Puesta en marcha. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.		
	mt37bcw197aaea	1,000 Ud	CR 20-6 A-A-A-E-HQQE se incluye el coste de los materiales de montaje	13.423,000	13.423,00
	control	1,000 ud	CONTROL MPC-E 2 x 2,20 E	2.372,000	2.372,00
	mo008	4,000 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080	272,32
	mo107	4,000 h	Ayudante fontanero.	68,080	272,32
	%	4,000 %	Costes directos complementarios	16.339,640	653,59
		3,000 %	Costes indirectos	16.993,230	509,800
Total por Ud .....					17.503,03

Son DIECISIETE MIL QUINIENTOS TRES EUROS CON TRES CÉNTIMOS por Ud.

Núm.	Código	Ud	Descripción	Total
4	bomba_hor...	Ud	Materiales Base Cast iron EN 1563 EN-GJS-500-7 ASTM A536 80-55-06 Impulsor Acero inoxidable EN 1.4301 AISI 304 Código de material A Código para caucho E Rodamiento SIC Rodamiento de soporte Graflon Instalación Temperatura ambiente máxima 60 °C Presión de trabajo máxima 16 bar Presión máxima a la temp. declarada 16 bar / 120 °C 16 bar / -30 °C Tipo de conexión DIN Tamaño de la conexión de entrada DN 80 Tamaño de la conexión de salida DN 80 Presión nominal para la conexión PN 40	
	mt37bce191bbe	1,000 Ud	Bomba de recirculación agua caliente, TPE 65-340/2 A-F-A-BQQE-LWB (99113943) se incluye el coste de los materiales de la instalación	6.379,000
	control_1	1,000 ud	CONTROL MPC-E 2 x 5,50 E	2.409,600
	mo008	4,700 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	2,350 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	9.268,570
		3,000 %	Costes indirectos	9.453,940
Total por Ud .....				9.737,56

Son NUEVE MIL SETECIENTOS TREINTA Y SIETE EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS por Ud.

Núm.	Código	Ud	Descripción	Total	
5	bomba_rec...	Ud	ELECTROBOMBA CENTRIFUGA CSF CS 32-110-2-0,75/BM.00PT19 A316L ALIMENTARIA,DE TURBINA DE 200Ø. EJECUCION MONOBLOC PARTES EN CONTACTO CON EL FLUIDO FABRICADAS FUNCIDICION A-316 ELASTOMEROS BOMBA EN EPDM ALIMENTARIO CON CIERRE MECANICO INTERNO CARBURO TUNGSTENO/CARBURO TUNGSTENO/EPDM ALIMENTARIO CON BOCA ASPIRACION ROSCA S/DIN 11851 DN40 CON BOCA IMPULSION ROSCA S/DIN 11851 DN32 CON MOTOR TRIF.230/400V.50HZ.2900RPM.0,75KW (1CV)IP55.IE3.CLASEF CON CUBIERTA MOTOR INOX PULIDO BRILLANTE+PATAS REGULABLES INOX		
	mt37bcw197amea	1,000 Ud	bombas de recirculación de salmuera, incluye el coste de los materiales de la instalacion	1.704,000	1.704,00
	mo008	1,000 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080	68,08
	mo107	1,000 h	Ayudante fontanero.	68,080	68,08
	%	4,000 %	Costes directos complementarios	1.840,160	73,61
		3,000 %	Costes indirectos	1.913,770	57,410
			Total por Ud .....		1.971,18

Son MIL NOVECIENTOS SETENTA Y UN EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS por Ud.

6	Codo_2pulg	Ud	CODO de acero inoxidable C/S AISI 316 L DN50. Incluye: Replanteo. Colocación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.		
	mt08afm020iq	1,000 Ud	CODO de acero inoxidable C/S AISI 316 L DN50, incluye material de instalación	8,050	8,05
	mo008	0,329 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080	22,40
	mo107	0,329 h	Ayudante fontanero.	68,080	22,40
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	52,850	1,06
		3,000 %	Costes indirectos	53,910	1,620
			Total por Ud .....		55,53

Son CINCUENTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS por Ud.

Núm.	Código	Ud	Descripción	Total
7	codos_1.5...	ud	Tubería formada por tubo doblado en ángulo de 90° de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 35 mm de diámetro exterior y 1,2 mm de espesor, serie 1 según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	
	tur	1,000 ud	Codos inoxidables AISI 316 schedule 1 1/4" se incluye el coste del material de instalación	7,190
	mo008	0,260 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	0,260 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	42,590
		3,000 %	Costes indirectos	43,440
Total por ud .....				44,74

Son CUARENTA Y CUATRO EUROS CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS por ud.

8	Codos_1.5...	Ud	Codo 90° de fundición maleable, clase A, con rosca hembra, de 1 1/2" de diámetro, en ambos extremos, acabado color negro. Incluye: Replanteo. Colocación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
	mt08afm020ho	1,000 Ud	Codo 90° de fundición maleable, clase A, con rosca hembra, de 1 1/2" de diámetro, en ambos extremos, acabado color negro, según UNE-EN 10242.	4,520
	mo008	0,306 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	0,306 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	46,180
		3,000 %	Costes indirectos	47,100
Total por Ud .....				48,51

Son CUARENTA Y OCHO EUROS CON CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS por Ud.

Núm.	Código	Ud	Descripción	Total
9	codos_2.5...	Ud	Codo 90° de fundición maleable, clase A, con rosca macho, de 2" de diámetro, en un extremo y rosca hembra, de 2" de diámetro, en el otro extremo, acabado color negro. Incluye: Replanteo. Colocación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
	mt08afm022iq	1,000 Ud	Codo 90° de inox 316 L, clase A, con rosca macho, de 2" de diámetro, en un extremo y rosca hembra, de 2" de diámetro, en el otro extremo, acabado color negro, según UNE-EN 10242.	8,050
	mo008	0,400 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	0,400 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	62,510
		3,000 %	Costes indirectos	63,760
			Total por Ud .....	85,67

Son SESENTA Y CINCO EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS por Ud.

10	codos1.5p...	ud	Tubería formada por tubo doblado a 90° de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 42 mm de diámetro exterior y 1 mm de espesor, serie 1 según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	
	kloo	1,000 ud	Codos inoxidables AISI 316 schedule 1 1/2", se incluye el material necesario para la instalación	9,160
	mo008	0,300 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	0,300 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	50,000
		3,000 %	Costes indirectos	51,000
			Total por ud .....	127,53

Son CINCUENTA Y DOS EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS por ud.

Núm.	Código	Ud	Descripción	Total
11	codos2.5p..	ud	Tubería formada por tubo doblado en angulo de 90° de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 67 mm de diámetro exterior y 1 mm de espesor, serie 1 según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	
	amfo	1,000 ud	Codos inoxidables AISI 316 schedule 2 1/2", incluyendo el material necesario para instalación	18,450
	mo008	0,500 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	0,500 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	86,530
		3,000 %	Costes indirectos	88,260
Total por ud .....				90,91

Son NOVENTA EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS por ud.

12	codos4pulg	ud	Tubería formada por tubo doblado en angulo de 90° de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 103 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor, serie 2 según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	
	fhyj	1,000 ud	Codos inoxidables AISI 316 schedule 4" con aislamiento se incluye el material necesario para la instalación	41,590
	mo008	0,800 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	0,800 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	150,510
		3,000 %	Costes indirectos	153,520
Total por ud .....				158,13

Son CIENTO CINCUENTA Y OCHO EUROS CON TRECE CÉNTIMOS por ud.

Núm.	Código	Ud	Descripción	Total
13	contador	Ud	<p>EL WT es un contador de turbina tangencial con mecanismo extraíble. El WT se puede instalar en posición horizontal o vertical. Cumple con la Directiva 2014/32/UE y alcanza un Rango de medida máximo Q3/Q1 R40. El WT está certificado para el uso de agua potable de acuerdo las regulaciones internacionales.</p> <p>CARACTERÍSTICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los contadores WT están aprobados bajo la Directiva 2014/32/UE y según la norma ISO 4064:2014 y su transposición en el RD244/2016. Con vidrio mineral templado de espesor adecuado. El totalizador está construido en un compartimento seco que impide el contacto con el agua asegurando la lectura fácil y continua. Dispone de 7 tambores para la lectura de metros cúbicos y 2 agujas tradicionales para los submúltiplos. Las inscripciones MID están en una placa metálica solidaria con la brida del contador. Tapa con cierre metálico, bloqueable. Los emisores de pulsos mantienen su precinto metrológico y la carcasa de protección, aunque se coloquen después de la instalación del contador. Instalación horizontal o vertical.</li> <li>• Cuerpo de fundición embreado con recubrimiento epoxi interno y externo. 100% de la producción se verifica hidráulicamente en los 3 puntos de la curva (Q1, Q2 y Q3). Cuerpo embreado en hierro fundido con acabado epoxi interna y externamente. Está disponible también una versión roscada. Eje de acero y cojinetes de zafiro sintético. Mecanismo interno en material termoplástico, no higroscópico, anti-incrustante y resistente al desgaste. Temperatura máxima de utilización de 300C. Garantizado el funcionamiento hasta los 500C. Presión nominal (PN) 10 o 16 bar.</li> </ul> <p>Incluye: Replanteo. Colocación. Conexionado. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	
	mt37sth050d	1,000 Ud	<p>Contador de agua fría Conthidra WT Ø100mm 100m3/h 4" 250mm proporcional R40. Incluye el coste del material necesario para la instalación</p>	236,220
	mo004	1,120 h	Oficial 1ª calefactor.	62,800
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	306,560
		3,000 %	Costes indirectos	312,690
Total por Ud .....				322,07

Son TRESCIENTOS VEINTIDOS EUROS CON SIETE CÉNTIMOS por Ud.

Núm.	Código	Ud	Descripción		Total
14	deposito_...	ud	SILO DE CHAPA LISA Ø 2,55 M 10M3 de acero inoxidable Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.		
	mt08tai021ig	1,000 ud	Depósito Greenheiss acero estructura metal 10000 litros Ø2550x4700mm incluye costes del material de montaje	4.428,000	4.428,00
	mo008	3,000 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080	204,24
	mo107	3,000 h	Ayudante fontanero.	68,080	204,24
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	4.836,480	96,73
		3,000 %	Costes indirectos	4.933,210	148,000
			Total por ud .....		5.081,21

Son CINCO MIL OCHENTA Y UN EUROS CON VEINTIUN CÉNTIMOS por ud.

15	depositos...	ud	Suministro e instalación de Depósito RECTANGULAR fabricado en fibra de vidrio y resina de poliéster, provisto de las siguientes características: ? Productos a contener: agua ingrediente (Salmuera) a una temperatura de 60°C. ? Temperatura de trabajo: Ambiente. ? Presión de servicio: Atmosférica. ? Capacidad total/útil: 1.000 Litros. ? Dimensiones: 1.000 ancho x 1.000 mm alto x 1.000 mm largo ? Fondo inferior plano. ? Fondo superior plano. ? Refuerzos estructurales en perímetro. ? Tapa rectangular superior 600x600. ? Boca de hombre lateral ovalada con tapa inox. ? 2 Bridas superiores DN 40. ? 4 Bridas inferiores DN 40. ? Asas de elevación al vacío. ? Placa de identificación.		
	mt08tai021bg	1,000 ud	Déposito de 1000 litros de inercia en acero alimentario incluye coste del material necesario para la instalación	2.750,000	2.750,00
	mo008	2,000 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080	136,16
	mo107	2,000 h	Ayudante fontanero.	68,080	136,16
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	3.022,320	60,45
		3,000 %	Costes indirectos	3.082,770	92,480
			Total por ud .....		3.175,25

Son TRES MIL CIENTO SETENTA Y CINCO EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS por ud.



Núm.	Código	Ud	Descripción	Total
16	filtro_2....	Ud	<p>Presión nominal: 16 bar.            Sistema de empaquetadura que permite la corrección de pequeñas fugas por la zona del tapón. Óptima resistencia mecánica.            Malla en acero inox AISI 304.            Condiciones de trabajo :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura máxima: 110 °C (P 10 bar)</li> <li>• Temperatura máxima: 80 °C. (P 20 bar)</li> <li>• Capacidad filtrado de partículas</li> <li>• &gt;0.5mm en filtros &lt; 2".</li> <li>• &gt;0.8mm en filtros &gt; 2".</li> </ul> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.            Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	
	mt37sve030d	1,000 Ud	Filtro en Y Tuller Teknik 2 1/2" 0-100°C PN16 rosca H doble malla	15,440
	mo008	0,662 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	0,662 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	4,000 %	Costes directos complementarios	105,580
		3,000 %	Costes indirectos	109,800
Total por Ud .....				113,09

Son CIENTO TRECE EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS por Ud.

17	filtros	Ud	<p>1. Construcción cuerpo en fundición de bronce según UNE-EN 1982.            2. Construcción tapa en latón estampado según UNE-EN 12165.            3. Extremos rosca gas (BSP) H-H según ISO 228/1            4. Temperatura de trabajo de -20° C a 110° C.            5. Tamiz en acero inoxidable AISI 304.            6. Presión máxima de trabajo 10 - 16 bar (PN 10 / PN 16) en función del tamaño            7. Compatible con agua y aire comprimido            Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.            Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	
	mt11arp100a	1,000 Ud	Filtro en Y Tuller Teknik 2 1/2" -10-110°C PN16 rosca H doble malla	178,600
	mo020	0,800 h	Oficial 1ª construcción.	62,800
	mo113	0,800 h	Peón ordinario construcción.	62,800
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	279,080
		3,000 %	Costes indirectos	284,660
Total por Ud .....				293,20

Son DOSCIENTOS NOVENTA Y TRES EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS por Ud.

Núm.	Código	Ud	Descripción	Total
18	Intercamb..	ud	GRP01 INTERCAMBIADOR DE PLACAS FH-RX10.5-S3N0-HJ-WN-65 Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubo y accesorios. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	
	santa	1,000 ud	INTERCAMBIADOR DE PLACAS FH-RX10.5-S3N0-HJ-WN-65	4.674,000
	mo008	3,600 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	3,600 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	5.164,180
		3,000 %	Costes indirectos	5.267,460
Total por ud .....				5.425,48

Son CINCO MIL CUATROCIENTOS VEINTICINCO EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS por ud.

19	intercamb..	ud	GRP01 INTERCAMBIADOR DE PLACAS FH-RX10.5-S3N0-HJ-WN-33 Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	
	qmz	1,000 ud	INTERCAMBIADOR DE PLACAS FH-RX10.5-S3N0-HJ-WN-33, incluye el coste del material auxiliar	3.355,000
	mo008	3,600 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	3,600 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	3.845,180
		3,000 %	Costes indirectos	3.922,080
Total por ud .....				4.039,74

Son CUATRO MIL TREINTA Y NUEVE EUROS CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS por ud.

Núm.	Código	Ud	Descripción	Total
20	intercamb..	ud	GRP01 INTERCAMBIADOR TUBULAR MBS MLW 48 5 12 1000 CF BA  3 UND 42 2.020,00 -40% 1.212,00 3.636,00  LONGITUD 1450 MM. MATERIALES LADO PRODUCTO: AISI-316 MATERIALES LADO SERVICIO: AISI-304 CONEXIONES LADO PRODUCTO: CLAMP ASME BPE 2" CONEXIONES LADO SERVICIO: BRIDA EN 1092-1 DN 32 PN 16 ACABADO LADO PRODUCTO: ELECTROPULIDO RA<0,8 ?M. ACABADO LADO SERVICIO: BRUÑIDO PRESION DISEÑO LADO PRODUCTO: 10 BAR PRESION DISEÑO LADO SERVICIO: 10 BAR TEMPERATURA DISEÑO LADO PRODUCTO: 110oC TEMPERATURA DISEÑO LADO SERVICIO: 184oC CON SOLDADURAS DE CORDON CONTINUO	
	mt01ara010a	1,000 ud	intercambiadores agua-salmuera, se incluye el material necesario para la instalacion	1.212,000 1.212,00
	mo008	3,000 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080 204,24
	mo107	3,000 h	Ayudante fontanero.	68,080 204,24
	%	4,000 %	Costes directos complementarios	1.620,480 64,82
		3,000 %	Costes indirectos	1.685,300 50,560
Total por ud .....				1.735,86

Son MIL SETECIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS CON  
OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS por ud.

21	intercamb..	ud	GRP01 INTERCAMBIADOR DE PLACAS FH-LX00.5-S3N0-HJ-WN-11 Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubo y accesorios. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	
	mt08tai422m	1,000 Ud	INTERCAMBIADOR DE PLACAS FH-LX00.5-S3N0-HJ-WN-11, incluye material auxiliar de montaje	1.602,000 1.602,00
	mo008	3,000 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080 204,24
	mo107	3,000 h	Ayudante fontanero.	68,080 204,24
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	2.010,480 40,21
		3,000 %	Costes indirectos	2.050,690 61,520
Total por ud .....				2.112,21

Son DOS MIL CIENTO DOCE EUROS CON VEINTIUN CÉNTIMOS  
por ud.

Núm.	Código	Ud	Descripción	Total
22	manometro	Ud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presostato electrónico con manómetro digital incorporado.</li> <li>• Permite gestionar la puesta en marcha y el paro de una bomba monofásica de hasta 3 CV.</li> <li>• Presiones ajustables a través panel de control.</li> </ul> Incluye: Replanteo. Ejecución de la perforación. Limpieza del polvo resultante. Introducción del anclaje. Golpeo en la base del cono interior con el útil de colocación. Limpieza de los restos sobrantes. Colocación de la varilla roscada. Colocación de la abrazadera. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
	mt26wur270ba	1,000 Ud	Manómetro Waft esfera seca 0-6bar Ø50 1/4" conexión inferior clase 1.6. Incluye material necesario para la instalacion	19,620
	mo008	0,410 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	0,410 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	75,440
		3,000 %	Costes indirectos	76,950
Total por Ud .....				79,26

Son SETENTA Y NUEVE EUROS CON VEINTISEIS CÉNTIMOS por Ud.

23	purgadore...	Ud	Purgador automático de aire con boya y rosca de 1/2" de diámetro, cuerpo y tapa de latón, para una presión máxima de trabajo de 10 bar y una temperatura máxima de 110°C. Incluye: Replanteo. Colocación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
	mt37sg1020d	1,000 Ud	Purgador automático de aire con boya y rosca de 1/2" de diámetro, cuerpo y tapa de latón, para una presión máxima de trabajo de 10 bar y una temperatura máxima de 110°C.	9,930
	mo008	0,100 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	0,100 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	23,550
		3,000 %	Costes indirectos	24,020
Total por Ud .....				24,74

Son VEINTICUATRO EUROS CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS por Ud.

Núm.	Código	Ud	Descripción	Total
24	reducc	Ud	Suministro e instalación de accesorio de tubería Reducción 88,9x76,1 de acero inoxidable C/S AISI 316 L	
	mt37www010	1,000 Ud	Suministro e instalación de accesorio de tubería Reducción 88,9x76,1 de acero inoxidable C/S AISI 316 L	27,340
	mo008	0,410 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	0,410 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	83,160
		3,000 %	Costes indirectos	84,820
Total por Ud .....				87,36

Son OCHENTA Y SIETE EUROS CON TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS por Ud.

25	reduccion...	Ud	Manguito con reducción de fundición maleable, clase A, con rosca hembra, de 1/4" de diámetro, en ambos extremos, acabado color negro. Incluye: Replanteo. Colocación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
	mt08afm011aa	1,000 Ud	Suministro e instalación de accesorio de tubería Reducción 88,9x48,3 de acero inoxidable C/S AISI 316 L, incluye material de instalacion	14,680
	mo008	0,410 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	0,410 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	70,500
		3,000 %	Costes indirectos	71,910
Total por Ud .....				74,07

Son SETENTA Y CUATRO EUROS CON SIETE CÉNTIMOS por Ud.

26	reduccion...	Ud	Manguito con reducción de acero inoxidable 316 L, clase A, con rosca hembra, de 2 1/2" de diámetro y en el otro lado de 1 1/2", acabado color negro. Incluye: Replanteo. Colocación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
	mt08afm011io	1,000 Ud	Manguito con reducción de acero inoxidable 316 L se incluye el coste del material necesario para la instalacion	33,380
	mo008	0,357 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	0,357 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	81,980
		3,000 %	Costes indirectos	83,620
Total por Ud .....				86,13

Son OCHENTA Y SEIS EUROS CON TRECE CÉNTIMOS por Ud.

Núm.	Código	Ud	Descripción	Total
27	reduccion...	Ud	Tubería formada por tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, dividido en dos partes una de 114,3 mm de diámetro exterior y otra parte de 48.3 mm de diámetro exterior según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	
	reduc	1,000 Ud	Reducciones de 4 a 1,5 pulgadas material de instalación incluido	15,300
	mo008	0,580 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	0,580 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	94,280
		3,000 %	Costes indirectos	96,170
Total por Ud .....				99,06

Son NOVENTA Y NUEVE EUROS CON SEIS CÉNTIMOS por Ud.

28	reduccion...	ud	Tubería formada por tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, dividido en dos partes una de 67 mm de diámetro exterior y 1 mm de espesor, y otra parte de 42 mm de diámetro exterior y 1 mm de espesor serie 1 según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	
	qowe	1,000 ud	Reducción 88,9x48,3 de acero inoxidable C/S AISI 316 L	14,680
	mo008	0,410 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	0,410 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	70,500
		3,000 %	Costes indirectos	71,910
Total por ud .....				74,07

Son SETENTA Y CUATRO EUROS CON SIETE CÉNTIMOS por ud.

Núm.	Código	Ud	Descripción	Total
29	reduccion...	ud	Tubería formada por tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, dividido en dos partes una de 114.3 mm de diámetro exterior y 1 mm de espesor, y otra parte de 78.1 mm de diámetro exterior y 1 mm de espesor serie 1 según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	
	lolo	1,000 ud	Reducción M-H prensar acero inoxidable Ø114.3x78.1mm agua caliente se incluye el material necesario para la instalacion	48,630
	mo008	0,580 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	0,580 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	127,610
		3,000 %	Costes indirectos	130,160
Total por ud .....				134,06

Son CIENTO TREINTA Y CUATRO EUROS CON SEIS CÉNTIMOS por ud.

30	sondas_te...	Ud	SONDA TEMPERATURA NTC 10K CAUCHO TPE NEGRO 2M Empalme de la acometida con la red general del municipio. Reposición del firme. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
	mt10hmf010tLc	1,000 m	SONDA TEMPERATURA NTC 10K CAUCHO TPE NEGRO 2M se incluye el coste de materiales de instalacion	5,000
	mo008	0,200 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	0,200 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	32,240
		3,000 %	Costes indirectos	32,880
Total por Ud .....				33,87

Son TREINTA Y TRES EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS por Ud.

Núm.	Código	Ud	Descripción	Total
31	Te_1.5pulg	Ud	Te 90° de fundición maleable, clase A, con rosca hembra, de 1 1/2" de diámetro, acabado color negro. Incluye: Replanteo. Colocación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
	mt08afm030o	1,000 Ud	Te 90° de fundición maleable, clase A, con rosca hembra, de 1 1/2" de diámetro, acabado color negro, según UNE-EN 10242.	10,000 10,00
	mo008	0,437 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080 29,75
	mo107	0,437 h	Ayudante fontanero.	68,080 29,75
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	69,500 1,39
		3,000 %	Costes indirectos	70,890 2,130
Total por Ud .....				73,02

Son SETENTA Y TRES EUROS CON DOS CÉNTIMOS por Ud.

32	termometr...	Ud	Cruz de fundición maleable, clase A, con rosca hembra, de 1 1/2" de diámetro, acabado color negro. Incluye: Replanteo. Colocación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
	mt08afm040m	1,000 Ud	TERMOMETRO DE CAPILLA M 1/2 0°C A 120°C RECTO 110X50, incluye material de montaje	16,480 16,48
	mo008	0,150 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080 10,21
	mo107	0,150 h	Ayudante fontanero.	68,080 10,21
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	36,900 0,74
		3,000 %	Costes indirectos	37,640 1,130
Total por Ud .....				38,77

Son TREINTA Y OCHO EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS por Ud.



Núm.	Código	Ud	Descripción	Total
33	TEs_de_1....	ud	Tubería formada por tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 42 mm de diámetro exterior y 1 mm de espesor, tiene 3 vías serie 1 según UNE-EN 10312, con aislamiento. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	
	lelwl	1,000 ud	Tes de 1.5", incluye el material necesario para su instalacion	11,760
	mo008	0,300 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	0,300 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	52,600
		3,000 %	Costes indirectos	53,650
Total por ud .....				11,76

Son CINCUENTA Y CINCO EUROS CON VEINTISEIS CÉNTIMOS por ud.

34	TES_de_2....	ud	Tubería formada por tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 67 mm de diámetro exterior y 1 mm de espesor, tiene 3 vías serie 1 según UNE-EN 10312, con aislamiento. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	
	bne	1,000 ud	Tes de 2 1/2" se incluye el coste del material de instalacion	19,370
	mo008	0,500 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	0,500 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	87,450
		3,000 %	Costes indirectos	89,200
Total por ud .....				19,37

Son NOVENTA Y UN EUROS CON OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS por ud.

Núm.	Código	Ud	Descripción	Total
35	TEs_de_2....	Ud	Te de acero inoxidable C/S AISI 316 L DN65, con aislamiento. Incluye: Replanteo. Colocación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
	mt08afm030s	1,000 Ud	Te de acero inoxidable C/S AISI 316 L DN65	27,690
	mo008	0,497 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	0,497 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	95,370
		3,000 %	Costes indirectos	97,280
Total por Ud .....				100,20

Son CIENTO EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS por Ud.

36	TEs_de_4p..	ud	Tubería formada por tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 102 mm de diámetro exterior y 1 mm de espesor, tiene 3 vías serie 1 según UNE-EN 10312, con aislamiento. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	
	ele1	1,000 ud	Tes de 4", se incluye el coste del material necesario para la instalacion	46,430
	mo008	0,800 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	0,800 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	155,350
		3,000 %	Costes indirectos	158,460
Total por ud .....				163,21

Son CIENTO SESENTA Y TRES EUROS CON VEINTIUN CÉNTIMOS por ud.

Núm.	Código	Ud	Descripción	Total
37	tres_vias...	Ud	Material del cuerpo: hierro fundido  Diámetro interior nominal: DN40  Diámetro de la tubería exterior, todas las conexiones: 40 mm  Conexiones: brida  Presión nominal: PN10  Valor Kvs: 25 Incluye: Replanteo. Colocación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
	cabecal	1,000 ud	Servomotor eléctrico Siemens 0-10 V 24 V AC/DC SAX61.03	366,310
	mt37avp020a	1,000 Ud	Válvula de control tres vías Siemens Ø40mm DN40 de hierro fundido PN10 con brida 25Kvs VXF-32.40-25. Incluye material necesario para la instalación	240,300
	mo008	0,400 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	0,400 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	661,070
		3,000 %	Costes indirectos	674,290
			Total por Ud .....	694,52
			Son SEISCIENTOS NOVENTA Y CUATRO EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS por Ud.	
38	Tuberia_1...	m	Tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M, de 1 1/2" DN 40 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, unión roscada. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el soporte ni los accesorios. Incluye: Replanteo. Colocación. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	
	mt08tan010fa	1,000 m	Tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M, de 1 1/2" DN 40 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 10255.	7,920
	mo008	0,230 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	0,230 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	39,240
				0,78

Núm.	Código	Ud	Descripción		Total
			3,000 % Costes indirectos	40,020	1,200
			Total por m .....		41,22
			Son CUARENTA Y UN EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS por m.		
39	Tuberia_2...	m	<p>Tubería formada por tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 54 mm de diámetro exterior y 1,2 mm de espesor, serie 1 según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>		
	mt08tai022og	1,000 m	Tubería de acero Inoxidable C/S AISI 316 L DN50 ISO-1127 - TIG/MIG con atm. Inerte incluso p.p. de accesorios y soportes, de Ø 60,3 x 2 mm (2").	19,000	19,00
	mo008	0,260 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080	17,70
	mo107	0,260 h	Ayudante fontanero.	68,080	17,70
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	54,400	1,09
		3,000 %	Costes indirectos	55,490	1,660
			Total por m .....		57,15
			Son CINCUENTA Y SIETE EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS por m.		
40	tuberias_...	m	<p>Tubería formada por tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 42 mm de diámetro exterior y 1 mm de espesor, serie 1 según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>		
	mecme	1,000 m	Tubería de acero inoxidable AISI 316L, de 1 1/2" con soldadura longitudinal. Se incluye el coste del material de instalación	22,950	22,95
	aislamiento_1.25...	1,000 m	aislamiento 1 1/2" 30 mm	38,440	38,44
	mo008	0,220 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080	14,98
	mo107	0,220 h	Ayudante fontanero.	68,080	14,98
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	91,350	1,83

Núm.	Código	Ud	Descripción	Total
		3,000 %	Costes indirectos	93,180
			Total por m .....	2,800
				95,98

Son NOVENTA Y CINCO EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS por m.

41	tuberias_...	m	Tubería formada por tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 68 mm de diámetro exterior y 1,5 mm de espesor, serie 2 según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.		
	mt08tai022pg	1,000 m	Tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 68 mm de diámetro exterior y 1,5 mm de espesor, serie 2 según UNE-EN 10312. Incluye el precio de los materiales necesarios para su instalación.	34,150	34,15
	aislamiento_2.5p...	1,000 m	aislamiento 2.5" 30 mm	42,090	42,09
	mo008	0,260 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080	17,70
	mo107	0,260 h	Ayudante fontanero.	68,080	17,70
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	111,640	2,23
		3,000 %	Costes indirectos	113,870	3,420
			Total por m .....		117,29

Son CIENTO DIECISIETE EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS por m.

42	tuberiasl...	m	Tubería formada por tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 42 mm de diámetro exterior y 1 mm de espesor, serie 1 según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.		
	slknc	1,000 m	Tubería de acero inoxidable AISI 316L schedule 1 1/2". Se incluye el coste de los materiales para el montaje	22,950	22,95
	aislamiento_1.5p...	1,000 ud	aislamiento de 1.5 pulgadas 30 mm	38,440	38,44
	mo008	0,230 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080	15,66

Núm.	Código	Ud	Descripción		Total
	mo107		0,230 h Ayudante fontanero.	68,080	15,66
	%		2,000 % Costes directos complementarios	92,710	1,85
			3,000 % Costes indirectos	94,560	2,840
				Total por m .....	97,40

Son NOVENTA Y SIETE EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS por m.

43	tuberias2...	m	Tubería formada por tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 68 mm de diámetro exterior y 1,5 mm de espesor, serie 2 según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.		
	mt08tai022pg		1,000 m Tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 68 mm de diámetro exterior y 1,5 mm de espesor, serie 2 según UNE-EN 10312. Incluye el precio de los materiales necesarios para su instalación.	34,150	34,15
	aislamiento_2.5p...		1,000 m aislamiento 2.5" 30 mm	42,090	42,09
	mo008		0,280 h Oficial 1ª fontanero.	68,080	19,06
	mo107		0,280 h Ayudante fontanero.	68,080	19,06
	%		2,000 % Costes directos complementarios	114,360	2,29
			3,000 % Costes indirectos	116,650	3,500
				Total por m .....	120,15

Son CIENTO VEINTE EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS por m.

44	tuberias4...	m	Tubería doblada formada por tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 103mm de diámetro exterior y 1,5 mm de espesor, serie 2 según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.		
	mt08tai422p		1,000 m Tubería inoxidable AISI 316L Schedule 4" con los diferentes componentes para su instalación	59,760	59,76
	aislamiento		1,000 m aislamiento tuberías 30mm	46,620	46,62

Núm.	Código	Ud	Descripción		Total	
	mo008		0,580 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080	39,49
	mo107		0,580 h	Ayudante fontanero.	68,080	39,49
	%		2,000 %	Costes directos complementarios	185,360	3,71
			3,000 %	Costes indirectos	189,070	5,670
Total por m .....						194,74

Son CIENTO NOVENTA Y CUATRO EUROS CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS por m.

45	Valvula_2...	Ud		VVálvula de esfera Tuller Inox 1000PSI WOG de acero inoxidable AISI 316 mando palanca conexión rosca H 2" PN70 Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.		
	mt37sve110h		1,000 Ud	Válvula de esfera Tuller Inox 1000PSI WOG de acero inoxidable AISI 316 mando palanca conexión rosca H 2" PN70, incluye material de montaje auxiliar	136,500	136,50
	mo008		0,392 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080	26,69
	mo107		0,392 h	Ayudante fontanero.	68,080	26,69
	%		2,000 %	Costes directos complementarios	189,880	3,80
			3,000 %	Costes indirectos	193,680	5,810
Total por Ud .....						199,49

Son CIENTO NOVENTA Y NUEVE EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS por Ud.

46	valvula_3...	ud		Válvula de control tres vías Siemens Ø65mm DN65 de hierro fundido PN10 con brida 63Kvs VXF-32.65-63 Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.		
	cabezal		1,000 ud	Servomotor eléctrico Siemens 0-10 V 24 V AC/DC SAX61.03	366,310	366,31
	mt08tai022tg		1,000 ud	Válvula de control tres vías Siemens Ø65mm DN65 de hierro fundido PN10 con brida 63Kvs VXF-32.65-63	408,680	408,68
	mo008		0,800 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080	54,46
	mo107		0,800 h	Ayudante fontanero.	68,080	54,46
	%		2,000 %	Costes directos complementarios	883,910	17,68
			3,000 %	Costes indirectos	901,590	27,050
Total por ud .....						928,64

Son NOVECIENTOS VEINTIOCHO EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS por ud.

Núm.	Código	Ud	Descripción	Total
47	valvula_b...	Ud	Válvula de esfera de acero inoxidable clase 1.4408 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316), de dos piezas, para roscar, de 1 1/2", con mando de palanca, PN=63 bar y temperatura de servicio desde -25°C (excluyendo congelación) hasta 180°C. Incluye: Replanteo. Conexión de la válvula a los tubos. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
	ammn	1,000 ud	Válvula de esfera MT con plataforma de acero inoxidable AISI 316 mando palanca conexión rosca H 1 1/2" PN40, se incluye coste de materiales de instalación	55,410
	mo008	0,250 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	0,250 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos	89,450
			complementarios	
		3,000 %	Costes indirectos	91,240
Total por Ud .....				93,98

Son NOVENTA Y TRES EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS por Ud.

48	valvula_b...	Ud	Válvula de esfera de acero inoxidable clase 1.4408 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316), de dos piezas, para roscar, de 1 1/2", con mando de palanca, PN=63 bar y temperatura de servicio desde -25°C (excluyendo congelación) hasta 180°C. Incluye: Replanteo. Conexión de la válvula a los tubos. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
	mt37sve110g	1,000 Ud	Válvula de esfera, para roscar, de 1 1/2", PN=63 bar y temperatura de servicio desde -25°C (excluyendo congelación) hasta 180°C, formada por cuerpo de acero inoxidable clase 1.4408 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316), de dos piezas, mando de palanca de acero inoxidable AISI 304 con sistema de bloqueo, asientos del obturador y sistema de tuerca de prensa de PTFE que permite el reapriete, según UNE-EN 13828.	136,510
	mo008	0,300 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	0,300 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos	177,350
			complementarios	
				20,42
				20,42
				3,55



Núm.	Código	Ud	Descripción	Total
		3,000 %	Costes indirectos	180,900
			Total por Ud .....	5,430
				186,33

Son CIENTO OCHENTA Y SEIS EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS por Ud.

49	valvula_b...	Ud	Válvula de esfera de acero inoxidable clase 1.4408 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316), de dos piezas, para roscar, de 2 1/2", con mando de palanca, PN=40 bar y temperatura de servicio desde -25°C (excluyendo congelación) hasta 180°C. Incluye: Replanteo. Conexión de la válvula a los tubos. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.		
	1o1	1,000 ud	Válvula de esfera MT con plataforma de acero inoxidable AISI 316 mando palanca conexión rosca H 2 1/2" PN40, incluye el material necesario para la instalación	268,540	268,54
	mo008	1,120 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080	76,25
	mo107	1,120 h	Ayudante fontanero.	68,080	76,25
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	421,040	8,42
		3,000 %	Costes indirectos	429,460	12,880
			Total por Ud .....		442,34

Son CUATROCIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS por Ud.

50	Valvula_d...	Ud	Valvula de flotador INOX AISI-316 2" con BOYA ESFERICA PARA FLOTADOR INOX AISI-316 Ø200mm Incluye: Replanteo. Colocación. Conexión y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.		
	mt37svr010a	1,000 Ud	Valvula de flotador INOX AISI-316 2" con BOYA ESFERICA PARA FLOTADOR INOX AISI-316 Ø200mm	165,000	165,00
	mo008	0,400 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080	27,23
	mo107	0,400 h	Ayudante fontanero.	68,080	27,23
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	219,460	4,39
		3,000 %	Costes indirectos	223,850	6,720
			Total por Ud .....		230,57

Son DOSCIENTOS TREINTA EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS por Ud.

Núm.	Código	Ud	Descripción	Total
51	valvula_e...	Ud	Válvulas de equilibrado Oventrop con preajuste seguro, regulable en todos sus puntos y controlable en todo momento mediante el dispositivo limitador de caudal. Longitudes s/DIN EN 558-1 serie básica 1 (se corresponde con ISO 5752 serie 1). Todos los componentes funcionales en el mismo nivel, tomas de presión y válvula de bola de llenado y vaciado intercambiables.. Incluye: Replanteo. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
	mt37svl010b	1,000 Ud	Válvula de equilibrado Oventrop Hydrocontrol Vfc DN100 brida PN16. Incluye material para la instalacion	938,760
	mo008	1,800 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	1,800 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	1.183,840
		3,000 %	Costes indirectos	1.207,520
Total por Ud .....				1.243,75

Son MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS por Ud.

52	valvula_e...	Ud	Válvula limitadora de presión, STH "STANDARD HIDRÁULICA", de latón, con conexiones roscadas hembra de 1/2" de diámetro, presión máxima de entrada de 16 bar, presión de salida regulable entre 1 y 5,5 bar, tarada a 3 bar, con conexión roscada para manómetro de 1/4" de diámetro y temperatura de servicio desde 0°C (excluyendo congelación) hasta 130°C. Incluso manómetro, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Incluye: Replanteo. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
	mt37sth095a	1,000 Ud	Válvula de equilibrado Oventrop Hydrocontrol Vfc DN65 brida PN16	404,470
	mo008	0,500 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	0,500 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	472,550
		3,000 %	Costes indirectos	482,000
Total por Ud .....				496,46

Son CUATROCIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS por Ud.

Núm.	Código	Ud	Descripción	Total
53	valvula_r...	Ud	Válvula de retención wafer DN65 modelo disco inox cuerpo fundición CH2263	
	mt37sve110f	1,000 Ud	Válvula de retención wafer DN65 modelo disco inox cuerpo fundición CH2263 incluye material auxiliar de montaje	47,000
	mo008	1,130 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	1,130 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	200,860
		3,000 %	Costes indirectos	204,880
Total por Ud .....				211,03

Son DOSCIENTOS ONCE EUROS CON TRES CÉNTIMOS por Ud.

54	Valvulas-...	Ud	Válvula de esfera de acero inoxidable clase 1.4408 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316), de dos piezas, para roscar, de 1 1/2", con mando de palanca, PN=63 bar y temperatura de servicio desde -25°C (excluyendo congelación) hasta 180°C. Incluye: Replanteo. Colocación, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
	mt37sve110g	1,000 Ud	Válvula de esfera, para roscar, de 1 1/2", PN=63 bar y temperatura de servicio desde -25°C (excluyendo congelación) hasta 180°C, formada por cuerpo de acero inoxidable clase 1.4408 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316), de dos piezas, mando de palanca de acero inoxidable AISI 304 con sistema de bloqueo, asientos del obturador y sistema de tuerca de prensa de PTFE que permite el reapriete, según UNE-EN 13828.	136,510
	mt37www010	1,000 Ud	Suministro e instalación de accesorio de tubería Reducción 88,9x76,1 de acero inoxidable C/S AISI 316 L	27,340
	mo008	0,308 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	0,308 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	205,790
		3,000 %	Costes indirectos	209,910
Total por Ud .....				216,21

Son DOSCIENTOS DIECISEIS EUROS CON VEINTIUN CÉNTIMOS por Ud.

Núm.	Código	Ud	Descripción	Total
55	vaso_expa...	Ud	Depósito auxiliar de alimentación, para abastecimiento del grupo de presión, de poliéster reforzado con fibra de vidrio, cilíndrico, de 300 l, con tapa, aireador y rebosadero; válvula de corte de compuerta de latón fundido de 1" DN 25 mm y válvula de flotador para la entrada; grifo de esfera para vaciado; válvula de corte de compuerta de latón fundido de 1" DN 25 mm para la salida; dos interruptores para nivel máximo y nivel mínimo. Incluso material auxiliar. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Replanteo. Limpieza de la base de apoyo del depósito. Colocación, fijación y montaje del depósito. Colocación y montaje de válvulas. Colocación y fijación de tuberías y accesorios. Colocación de los interruptores de nivel. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
	mt37vf1010c	1,000 Ud	Vaso de expansión para calefacción Waft CMR-P con membrana recambiable 10BAR 250 litros 1 1/4" vertical	275,860
	mo008	0,950 h	Oficial 1ª fontanero.	68,080
	mo107	0,950 h	Ayudante fontanero.	68,080
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	405,220
		3,000 %	Costes indirectos	413,320
Total por Ud .....				425,72

Son CUATROCIENTOS VEINTICINCO EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS por Ud.

Presupuesto y medición

## Presupuesto parcial nº 1 material del lado de la salmuera

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.1 tuberías de hornos					
1.1.1 tuberías4pulg	m	Tubería doblada formada por tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 103mm de diámetro exterior y 1,5 mm de espesor, serie 2 según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total m .....	150,000	194,74	29.211,00
1.1.2 tuberías2.5pulg	m	Tubería formada por tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 68 mm de diámetro exterior y 1,5 mm de espesor, serie 2 según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total m .....	35,000	120,15	4.205,25
1.1.3 tuberías1.5pulg	m	Tubería formada por tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 42 mm de diámetro exterior y 1 mm de espesor, serie 1 según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total m .....	105,000	97,40	10.227,00
1.1.4 codos4pulg	ud	Tubería formada por tubo doblado en angulo de 90° de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 103 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor, serie 2 según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total ud .....	10,000	158,13	1.581,30
1.1.5 codos2.5pulg	ud	Tubería formada por tubo doblado en angulo de 90° de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 67 mm de diámetro exterior y 1 mm de espesor, serie 1 según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total ud .....	2,000	90,91	181,82

## Presupuesto parcial nº 1 material del lado de la salmuera

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.1.6 codos1.5pulg	ud	Tubería formada por tubo doblado a 90° de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 42 mm de diámetro exterior y 1 mm de espesor, serie 1 según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total ud .....	6,000	52,53	315,18
1.2 accesorios tuberías					
1.2.1 reducciones_de...	ud	Tubería formada por tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, dividido en dos partes una de 114.3 mm de diámetro exterior y 1 mm de espesor, y otra parte de 78.1 mm de diámetro exterior y 1 mm de espesor serie 1 según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total ud .....	3,000	134,06	402,18
1.2.2 reducciones_4_...	Ud	Tubería formada por tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, dividido en dos partes una de 114,3 mm de diámetro exterior y otra parte de 48.3 mm de diámetro exterior según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	9,000	99,06	891,54
1.2.3 reducciones_de...	ud	Tubería formada por tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, dividido en dos partes una de 67 mm de diámetro exterior y 1 mm de espesor, y otra parte de 42 mm de diámetro exterior y 1 mm de espesor serie 1 según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total ud .....	3,000	74,07	222,21
1.2.4 reducc	Ud	Suministro e instalación de accesorio de tubería Reducción 88,9x76,1 de acero inoxidable C/S AISI 316 L			
		Total Ud .....	1,000	87,36	87,36
1.2.5 TEs_de_4pulg	ud	Tubería formada por tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 102 mm de diámetro exterior y 1 mm de espesor, tiene 3 vías serie 1 según UNE-EN 10312, con aislamiento. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total ud .....	8,000	163,21	1.305,68

Presupuesto parcial nº 1 material del lado de la salmuera

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.2.6	TEs_de_2.5pulg Ud	<p>Te de acero inoxidable C/S AISI 316 L DN65, con aislamiento.                      Incluye: Replanteo. Colocación.                      Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.                      Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,000	100,20	100,20
1.2.7	TEs_de_1.5pulg ud	<p>Tubería formada por tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 42 mm de diámetro exterior y 1 mm de espesor, tiene 3 vías serie 1 según UNE-EN 10312, con aislamiento. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.                      Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio.                      Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.                      Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	3,000	55,26	165,78
#####	ud	<p>Válvula de control tres vías Siemens Ø65mm DN65 de hierro fundido PN10 con brida 63Kvs VXF-32.65-63                      Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio.                      Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.                      Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	1,000	928,64	928,64
1.2.9	tres_vias_1.5_... Ud	<p>Material del cuerpo:                      hierro fundido</p> <p>Diámetro interior nominal:                      DN40</p> <p>Diámetro de la tubería exterior, todas las conexiones:                      40 mm</p> <p>Conexiones:                      brida</p> <p>Presión nominal:                      PN10</p> <p>Valor Kvs:                      25</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.                      Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.                      Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	3,000	694,52	2.083,56
#####	Ud	<p>Válvula de esfera de acero inoxidable clase 1.4408 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316), de dos piezas, para roscar, de 1 1/2", con mando de palanca, PN=63 bar y temperatura de servicio desde -25°C (excluyendo congelación) hasta 180°C.                      Incluye: Replanteo. Conexión de la válvula a los tubos. Comprobación de su correcto funcionamiento.                      Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.                      Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	2,000	186,33	372,66



## Presupuesto parcial nº 1 material del lado de la salmuera

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
#####...	Ud	Válvula de esfera de acero inoxidable clase 1.4408 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316), de dos piezas, para roscar, de 2 1/2", con mando de palanca, PN=40 bar y temperatura de servicio desde -25°C (excluyendo congelación) hasta 180°C. Incluye: Replanteo. Conexión de la válvula a los tubos. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	6,000	442,34	2.654,04
1.2.12 manometro	Ud	• Presostato electrónico con manómetro digital incorporado. • Permite gestionar la puesta en marcha y el paro de una bomba monofásica de hasta 3 CV. • Presiones ajustables a través panel de control. Incluye: Replanteo. Ejecución de la perforación. Limpieza del polvo resultante. Introducción del anclaje. Golpeo en la base del cono interior con el útil de colocación. Limpieza de los restos sobrantes. Colocación de la varilla roscada. Colocación de la abrazadera. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	3,000	79,26	237,78
1.2.13 termómetros	Ud	Cruz de fundición maleable, clase A, con rosca hembra, de 1 1/2" de diámetro, acabado color negro. Incluye: Replanteo. Colocación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	5,000	38,77	193,85
1.2.14 sondas_temper...	Ud	SONDA TEMPERATURA NTC 10K CAUCHO TPE NEGRO 2M Empalme de la acometida con la red general del municipio. Reposición del firme. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	4,000	33,87	135,48
1.2.15 valvula_equil...	Ud	Válvulas de equilibrado Oventrop con preajuste seguro, regulable en todos sus puntos y controlable en todo momento mediante el dispositivo limitador de caudal. Longitudes s/DIN EN 558-1 serie básica 1 (se corresponde con ISO 5752 serie 1). Todos los componentes funcionales en el mismo nivel, tomas de presión y válvula de bola de llenado y vaciado intercambiables.. Incluye: Replanteo. Conexión y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	1,000	1.243,75	1.243,75
1.2.16 antiretorno	Ud	Válvula de retención de acero inoxidable 316 para roscar de 4". Incluye: Replanteo. Colocación. Conexión y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	2,000	238,73	477,46

## Presupuesto parcial nº 1 material del lado de la salmuera

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.2.17 purgadores_ai...	Ud	Purgador automático de aire con boya y rosca de 1/2" de diámetro, cuerpo y tapa de latón, para una presión máxima de trabajo de 10 bar y una temperatura máxima de 110°C. Incluye: Replanteo. Colocación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	5,000	24,74	123,70
1.2.18 filtros	Ud	1. Construcción cuerpo en fundición de bronce según UNE-EN 1982. 2. Construcción tapa en latón estampado según UNE-EN 12165. 3. Extremos rosca gas (BSP) H-H según ISO 228/1 4. Temperatura de trabajo de -20° C a 110° C. 5. Tamiz en acero inoxidable AISI 304. 6. Presión máxima de trabajo 10 - 16 bar (PN 10 / PN 16) en función del tamaño 7. Compatible con agua y aire comprimido Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	2,000	293,20	586,40
1.2.19 vaso_expansion	Ud	Depósito auxiliar de alimentación, para abastecimiento del grupo de presión, de poliéster reforzado con fibra de vidrio, cilíndrico, de 300 l, con tapa, aireador y rebosadero; válvula de corte de compuerta de latón fundido de 1" DN 25 mm y válvula de flotador para la entrada; grifo de esfera para vaciado; válvula de corte de compuerta de latón fundido de 1" DN 25 mm para la salida; dos interruptores para nivel máximo y nivel mínimo. Incluso material auxiliar. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Replanteo. Limpieza de la base de apoyo del depósito. Colocación, fijación y montaje del depósito. Colocación y montaje de válvulas. Colocación y fijación de tuberías y accesorios. Colocación de los interruptores de nivel. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	1,000	425,72	425,72
1.3 intercambiadores	hornos				
1.3.1 intercambiador...	ud	GRP01 INTERCAMBIADOR DE PLACAS FH-RX10.5-S3N0-HJ-WN-33 Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total ud .....	3,000	4.039,74	12.119,22
1.3.2 Intercambiador...	ud	GRP01 INTERCAMBIADOR DE PLACAS FH-RX10.5-S3N0-HJ-WN-65 Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubo y accesorios. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total ud .....	1,000	5.425,48	5.425,48
1.4 bombas	hornos primario				

Presupuesto parcial nº 1 material del lado de la salmuera

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.4.1 bomba_hornos	Ud	<b>Materiales</b> Base Cast iron EN 1563 EN-GJS-500-7 ASTM A536 80-55-06 Impulsor Acero inoxidable EN 1.4301 AISI 304 Código de material A Código para caucho E Rodamiento SIC Rodamiento de soporte Graflon Instalación Temperatura ambiente máxima 60 °C Presión de trabajo máxima 16 bar Presión máxima a la temp. declarada 16 bar / 120 °C 16 bar / -30 °C Tipo de conexión DIN Tamaño de la conexión de entrada DN 80 Tamaño de la conexión de salida DN 80 Presión nominal para la conexión PN 40			
		Total Ud .....	2,000	9.737,56	19.475,12

## Presupuesto parcial nº 2 material del lado de salmuera

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
<b>2.1 tuberías de salmuera</b>					
2.1.1 tuberías_2.5pu...	m	Tubería formada por tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 68 mm de diámetro exterior y 1,5 mm de espesor, serie 2 según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total m .....	270,000	117,29	31.668,30
2.1.2 tuberías_1.5pu...	m	Tubería formada por tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 42 mm de diámetro exterior y 1 mm de espesor, serie 1 según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total m .....	40,000	95,98	3.839,20
2.1.3 codos_2.5spulg	Ud	Codo 90° de fundición maleable, clase A, con rosca macho, de 2" de diámetro, en un extremo y rosca hembra, de 2" de diámetro, en el otro extremo, acabado color negro. Incluye: Replanteo. Colocación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	16,000	65,67	1.050,72
2.1.4 codos_1.5pulg	ud	Tubería formada por tubo doblado en ángulo de 90° de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 35 mm de diámetro exterior y 1,2 mm de espesor, serie 1 según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total ud .....	14,000	44,74	626,36
<b>2.2 accesorios del lado de salmuera</b>					
2.2.1 reducciones_2....	Ud	Manguito con reducción de acero inoxidable 316 L, clase A, con rosca hembra, de 2 1/2" de diámetro y en el otro lado de 1 1/2", acabado color negro. Incluye: Replanteo. Colocación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	20,000	86,13	1.722,60
2.2.2 TES_de_2.5pulg	ud	Tubería formada por tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 67 mm de diámetro exterior y 1 mm de espesor, tiene 3 vías serie 1 según UNE-EN 10312, con aislamiento. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total ud .....	6,000	91,88	551,28

Presupuesto parcial nº 2 material del lado de salmuera

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
2.2.3 TEs_de_1.5pulg	ud	Tubería formada por tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 42 mm de diámetro exterior y 1 mm de espesor, tiene 3 vías serie 1 según UNE-EN 10312, con aislamiento. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total ud .....	3,000	55,26	165,78
#####...	ud	Válvula de control tres vías Siemens Ø65mm DN65 de hierro fundido PN10 con brida 63Kvs VXF-32.65-63 Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total ud .....	1,000	928,64	928,64
2.2.5 tres_vias_1.5_...	Ud	Material del cuerpo: hierro fundido  Diámetro interior nominal: DN40  Diámetro de la tubería exterior, todas las conexiones: 40 mm  Conexiones: brida  Presión nominal: PN10  Valor Kvs: 25 Incluye: Replanteo. Colocación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	3,000	694,52	2.083,56
#####...	Ud	Válvula de esfera de acero inoxidable clase 1.4408 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316), de dos piezas, para roscar, de 2 1/2", con mando de palanca, PN=40 bar y temperatura de servicio desde -25°C (excluyendo congelación) hasta 180°C. Incluye: Replanteo. Conexión de la válvula a los tubos. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	2,000	442,34	884,68
#####...	Ud	Válvula de esfera de acero inoxidable clase 1.4408 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316), de dos piezas, para roscar, de 1 1/2", con mando de palanca, PN=63 bar y temperatura de servicio desde -25°C (excluyendo congelación) hasta 180°C. Incluye: Replanteo. Conexión de la válvula a los tubos. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	6,000	93,98	563,88

## Presupuesto parcial n° 2 material del lado de salmuera

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
2.2.8 antiretorno_s	Ud	Válvula de retención de latón para roscar de 2 1/2". Incluye: Replanteo. Colocación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	2,000	165,19	330,38
2.2.9 valvula_equili...	Ud	Válvula limitadora de presión, STH "STANDARD HIDRÁULICA", de latón, con conexiones roscadas hembra de 1/2" de diámetro, presión máxima de entrada de 16 bar, presión de salida regulable entre 1 y 5,5 bar, tarada a 3 bar, con conexión roscada para manómetro de 1/4" de diámetro y temperatura de servicio desde 0°C (excluyendo congelación) hasta 130°C. Incluso manómetro, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Incluye: Replanteo. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	1,000	496,46	496,46
2.2.10 filtro_2.5pulg	Ud	Presión nominal: 16 bar. Sistema de empaquetadura que permite la corrección de pequeñas fugas por la zona del tapón. Óptima resistencia mecánica. Malla en acero inox AISI 304. Condiciones de trabajo : • Temperatura máxima: 110 °C (P 10 bar) • Temperatura máxima: 80 °C. (P 20 bar) • Capacidad filtrado de partículas • >0.5mm en filtros < 2". • >0.8mm en filtros > 2". Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	2,000	113,09	226,18
2.2.11 manometro	Ud	• Presostato electrónico con manómetro digital incorporado. • Permite gestionar la puesta en marcha y el paro de una bomba monofásica de hasta 3 CV. • Presiones ajustables a través panel de control. Incluye: Replanteo. Ejecución de la perforación. Limpieza del polvo resultante. Introducción del anclaje. Golpeo en la base del cono interior con el útil de colocación. Limpieza de los restos sobrantes. Colocación de la varilla roscada. Colocación de la abrazadera. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	3,000	79,26	237,78
2.2.12 termometros	Ud	Cruz de fundición maleable, clase A, con rosca hembra, de 1 1/2" de diámetro, acabado color negro. Incluye: Replanteo. Colocación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	5,000	38,77	193,85

Presupuesto parcial nº 2 material del lado de salmuera

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
2.2.13 sondas_temper...	Ud	<p>SONDA TEMPERATURA NTC 10K CAUCHO TPE NEGRO 2M Empalme de la acometida con la red general del municipio. Reposición del firme. Realización de pruebas de servicio.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total Ud .....	4,000	33,87	135,48
2.3 intercambiadores del lado de salmuera					
2.3.1 intercambiador...	ud	<p>GRP01</p> <p>INTERCAMBIADOR TUBULAR MBS MLW 48 5 12</p> <p>1000 CF BA</p> <p>3 UND 42 2.020,00 -40% 1.212,00 3.636,00</p> <p>LONGITUD 1450 MM.</p> <p>MATERIALES LADO PRODUCTO: AISI-316</p> <p>MATERIALES LADO SERVICIO: AISI-304</p> <p>CONEXIONES LADO PRODUCTO: CLAMP ASME</p> <p>BPE 2"</p> <p>CONEXIONES LADO SERVICIO: BRIDA EN 1092-1</p> <p>DN 32 PN 16</p> <p>ACABADO LADO PRODUCTO: ELECTROPULIDO</p> <p>RA&lt;0,8 ?M.</p> <p>ACABADO LADO SERVICIO: BRUÑIDO</p> <p>PRESION DISEÑO LADO PRODUCTO: 10 BAR</p> <p>PRESION DISEÑO LADO SERVICIO: 10 BAR</p> <p>TEMPERATURA DISEÑO LADO PRODUCTO: 110oC</p> <p>TEMPERATURA DISEÑO LADO SERVICIO: 184oC</p> <p>CON SOLDADURAS DE CORDON CONTINUO</p>			
		Total ud .....	3,000	1.735,86	5.207,58
2.3.2 intercambiardo...	ud	<p>GRP01</p> <p>INTERCAMBIADOR DE PLACAS FH-LX00.5-S3N0-HJ-WN-11 Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubo y accesorios.</p> <p>Realización de pruebas de servicio.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total ud .....	1,000	2.112,21	2.112,21
2.4 bombas del lado de la salmuera					

Presupuesto parcial nº 2 material del lado de salmuera

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
2.4.1 bomba_agua	Ud	<b>Materiales</b> Base Cast iron EN 1561 EN-GJL-200 ASTM A48-25B Impulsor Acero inoxidable EN 1.4301 AISI 304 Código de material A Código para caucho E Rodamiento SIC Instalación Temperatura ambiente máxima 60 °C Presión de trabajo máxima 10 bar Presión máxima a la temp. declarada 10 bar / 120 °C 10 bar / -20 °C Tipo de conexión Oval / Rp Tamaño de la conexión de entrada 2 inch Tamaño de la conexión de salida 2 inch Presión nominal para la conexión PN 10 de conexión A  Incluye: Replanteo. Fijación del depósito. Colocación y fijación del grupo de presión. Colocación y fijación de tuberías y accesorios. Conexiones de la bomba con el depósito. Conexionado. Puesta en marcha. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	2,000	17.503,03	35.006,06

2.5 depositos de la instalacion

2.5.1 deposito_almac.. ud		SILO DE CHAPA LISA Ø 2,55 M 10M3 de acero inoxidable Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total ud .....	1,000	5.081,21	5.081,21



## Presupuesto parcial n° 3 picajes de hornos existente

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
3.1 Tuberia_1.5pulg	m	Tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M, de 1 1/2" DN 40 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, unión roscada. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el soporte ni los accesorios. Incluye: Replanteo. Colocación. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total m .....	36,000	41,22	1.483,92
3.2 Codos_1.5pulg	Ud	Codo 90° de fundición maleable, clase A, con rosca hembra, de 1 1/2" de diámetro, en ambos extremos, acabado color negro. Incluye: Replanteo. Colocación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	12,000	48,51	582,12
3.3 Te_1.5pulg	Ud	Te 90° de fundición maleable, clase A, con rosca hembra, de 1 1/2" de diámetro, acabado color negro. Incluye: Replanteo. Colocación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	8,000	73,02	584,16
3.4 Valvulas-1.5pulg	Ud	Válvula de esfera de acero inoxidable clase 1.4408 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316), de dos piezas, para roscar, de 1 1/2", con mando de palanca, PN=63 bar y temperatura de servicio desde -25°C (excluyendo congelación) hasta 180°C. Incluye: Replanteo. Colocación, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	16,000	216,21	3.459,36
3.5 reduccion_de_3_a...	Ud	Manguito con reducción de fundición maleable, clase A, con rosca hembra, de 1/4" de diámetro, en ambos extremos, acabado color negro. Incluye: Replanteo. Colocación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	4,000	74,07	296,28
3.6 reducciones_4_a...	Ud	Tubería formada por tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, dividido en dos partes una de 114,3 mm de diámetro exterior y otra parte de 48.3 mm de diámetro exterior según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	4,000	99,06	396,24

Presupuesto parcial n° 3 picajes de hornos existente

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
3.7 manometro	Ud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presostato electrónico con manómetro digital incorporado.</li> <li>• Permite gestionar la puesta en marcha y el paro de una bomba monofásica de hasta 3 CV.</li> <li>• Presiones ajustables a través panel de control.</li> </ul> Incluye: Replanteo. Ejecución de la perforación. Limpieza del polvo resultante. Introducción del anclaje. Golpeo en la base del cono interior con el útil de colocación. Limpieza de los restos sobrantes. Colocación de la varilla roscada. Colocación de la abrazadera. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	4,000	79,26	317,04
3.8 termómetros	Ud	Cruz de fundición maleable, clase A, con rosca hembra, de 1 1/2" de diámetro, acabado color negro. Incluye: Replanteo. Colocación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	4,000	38,77	155,08
3.9 sondas_temperatu...	Ud	SONDA TEMPERATURA NTC 10K CAUCHO TPE NEGRO 2M Empalme de la acometida con la red general del municipio. Reposición del firme. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	4,000	33,87	135,48

Presupuesto parcial nº 4 circuito salmuera atmosferico

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
4.1 bomba_recirculac...	Ud	ELECTROBOMBA CENTRIFUGA CSF CS 32-110-2-0,75/BM.00PT19 A316L ALIMENTARIA,DE TURBINA DE 2000. EJECUCION MONOBLOC PARTES EN CONTACTO CON EL FLUIDO FABRICADAS FUNCIDICION A-316 ELASTOMEROS BOMBA EN EPDM ALIMENTARIO CON CIERRE MECANICO INTERNO CARBURO TUNGSTENO/CARBURO TUNGSTENO/EPDM ALIMENTARIO CON BOCA ASPIRACION ROSCA S/DIN 11851 DN40 CON BOCA IMPULSION ROSCA S/DIN 11851 DN32 CON MOTOR TRIF.230/400V.50HZ.2900RPM.0,75KW (1CV)IP55.IE3.CLASEF CON CUBIERTA MOTOR INOX PULIDO BRILLANTE+PATAS REGULABLES INOX			
		Total Ud .....	3,000	1.971,18	5.913,54
4.2 depositos_inercia	ud	Suministro e instalación de Depósito RECTANGULAR fabricado en fibra de vidrio y resina de poliéster, provisto de las siguientes características: ? Productos a contener: agua ingrediente (Salmuera) a una temperatura de 60°C. ? Temperatura de trabajo: Ambiente. ? Presión de servicio: Atmosférica. ? Capacidad total/útil: 1.000 Litros. ? Dimensiones: 1.000 ancho x 1.000 mm alto x 1.000 mm largo ? Fondo inferior plano. ? Fondo superior plano. ? Refuerzos estructurales en perímetro. ? Tapa rectangular superior 600x600. ? Boca de hombre lateral ovalada con tapa inox. ? 2 Bridas superiores DN 40. ? 4 Bridas inferiores DN 40. ? Asas de elevación al vacío. ? Placa de identificación.			
		Total ud .....	3,000	3.175,25	9.525,75
4.3 tuberias1.5pulg	m	Tubería formada por tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 42 mm de diámetro exterior y 1 mm de espesor, serie 1 según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total m .....	18,000	97,40	1.753,20
4.4 codos1.5pulg	ud	Tubería formada por tubo doblado a 90° de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 42 mm de diámetro exterior y 1 mm de espesor, serie 1 según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total ud .....	8,000	52,53	420,24

## Presupuesto parcial nº 4 circuito salmuera atmosferico

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
#####...	Ud	Válvula de esfera de acero inoxidable clase 1.4408 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316), de dos piezas, para roscar, de 1 1/2", con mando de palanca, PN=63 bar y temperatura de servicio desde -25°C (excluyendo congelación) hasta 180°C. Incluye: Replanteo. Conexión de la válvula a los tubos. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	12,000	186,33	2.235,96
4.6 Tuberia_2pulg	m	Tubería formada por tubo de acero inoxidable clase 1.4404 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316L), con soldadura longitudinal, de 54 mm de diámetro exterior y 1,2 mm de espesor, serie 1 según UNE-EN 10312. Instalación en superficie. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
		Total m .....	15,000	57,15	857,25
4.7 Codo_2pulg	Ud	CODO de acero inoxidable C/S AISI 316 L DN50. Incluye: Replanteo. Colocación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	6,000	55,53	333,18
4.8 Valvula_2pulg	Ud	VVálvula de esfera Tuller Inox 1000PSI WOG de acero inoxidable AISI 316 mando palanca conexión rosca H 2" PN70 Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	3,000	199,49	598,47
4.9 Valvula_de-boya	Ud	Valvula de flotador INOX AISI-316 2" con BOYA ESFERICA PARA FLOTADOR INOX AISI-316 Ø200mm Incluye: Replanteo. Colocación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	1,000	230,57	230,57
4.10 manometro	Ud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presostato electrónico con manómetro digital incorporado.</li> <li>• Permite gestionar la puesta en marcha y el paro de una bomba monofásica de hasta 3 CV.</li> <li>• Presiones ajustables a través panel de control.</li> </ul> Incluye: Replanteo. Ejecución de la perforación. Limpieza del polvo resultante. Introducción del anclaje. Golpeo en la base del cono interior con el útil de colocación. Limpieza de los restos sobrantes. Colocación de la varilla roscada. Colocación de la abrazadera. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	3,000	79,26	237,78

## Presupuesto parcial n° 4 circuito salmuera atmosferico

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
4.11 termómetros	Ud	Cruz de fundición maleable, clase A, con rosca hembra, de 1 1/2" de diámetro, acabado color negro. Incluye: Replanteo. Colocación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	3,000	38,77	116,31
4.12 sondas_temperat...	Ud	SONDA TEMPERATURA NTC 10K CAUCHO TPE NEGRO 2M Empalme de la acometida con la red general del municipio. Reposición del firme. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
		Total Ud .....	4,000	33,87	135,48

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
5.1 Tuberia_1.5pulg	m	<p>Tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M, de 1 1/2" DN 40 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, unión roscada.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye el soporte ni los accesorios.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación. Realización de pruebas de servicio.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total m .....	12,000	41,22	494,64
5.2 Codos_1.5pulg	Ud	<p>Codo 90° de fundición maleable, clase A, con rosca hembra, de 1 1/2" de diámetro, en ambos extremos, acabado color negro.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total Ud .....	6,000	48,51	291,06
5.3 Valvulas-1.5pulg	Ud	<p>Válvula de esfera de acero inoxidable clase 1.4408 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316), de dos piezas, para roscar, de 1 1/2", con mando de palanca, PN=63 bar y temperatura de servicio desde -25°C (excluyendo congelación) hasta 180°C.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total Ud .....	2,000	216,21	432,42
5.4 manometro	Ud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presostato electrónico con manómetro digital incorporado.</li> <li>• Permite gestionar la puesta en marcha y el paro de una bomba monofásica de hasta 3 CV.</li> <li>• Presiones ajustables a través panel de control.</li> </ul> <p>Incluye: Replanteo. Ejecución de la perforación. Limpieza del polvo resultante. Introducción del anclaje. Golpeo en la base del cono interior con el útil de colocación. Limpieza de los restos sobrantes. Colocación de la varilla roscada. Colocación de la abrazadera.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total Ud .....	1,000	79,26	79,26
5.5 termometros	Ud	<p>Cruz de fundición maleable, clase A, con rosca hembra, de 1 1/2" de diámetro, acabado color negro.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total Ud .....	1,000	38,77	38,77

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
6.1 contador	Ud	<p>EL WT es un contador de turbina tangencial con mecanismo extraíble. El WT se puede instalar en posición horizontal o vertical. Cumple con la Directiva 2014/32/UE y alcanza un Rango de medida máximo Q3/Q1 R40. El WT está certificado para el uso de agua potable de acuerdo las regulaciones internacionales.</p> <p><b>CARACTERÍSTICAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los contadores WT están aprobados bajo la Directiva 2014/32/UE y según la norma ISO 4064:2014 y su transposición en el RD244/2016. Con vidrio mineral templado de espesor adecuado. El totalizador está construido en un compartimento seco que impide el contacto con el agua asegurando la lectura fácil y continua. Dispone de 7 tambores para la lectura de metros cúbicos y 2 agujas tradicionales para los submúltiplos. Las inscripciones MID están en una placa metálica solidaria con la brida del contador. Tapa con cierre metálico, bloqueable. Los emisores de pulsos mantienen su precinto metrológico y la carcasa de protección, aunque se coloquen después de la instalación del contador. Instalación horizontal o vertical.</li> <li>• Cuerpo de fundición embreadado con recubrimiento epoxi interno y externo. 100% de la producción se verifica hidráulicamente en los 3 puntos de la curva (Q1, Q2 y Q3). Cuerpo embreadado en hierro fundido con acabado epoxi interna y externamente. Está disponible también una versión roscada. Eje de acero y cojinetes de zafiro sintético. Mecanismo interno en material termoplástico, no higroscópico, anti-incrustante y resistente al desgaste. Temperatura máxima de utilización de 300C. Garantizado el funcionamiento hasta los 500C. Presión nominal (PN) 10 o 16 bar. Incluye: Replanteo. Colocación. Conexionado. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</li> </ul>			
		Total Ud .....	1,000	322,07	322,07
6.2 Tuberia_1.5pulg	m	<p>Tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M, de 1 1/2" DN 40 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, unión roscada.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye el soporte ni los accesorios.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total m .....	6,000	41,22	247,32
6.3 Valvulas-1.5pulg	Ud	<p>Válvula de esfera de acero inoxidable clase 1.4408 según UNE-EN 10088-1 (AISI 316), de dos piezas, para roscar, de 1 1/2", con mando de palanca, PN=63 bar y temperatura de servicio desde -25°C (excluyendo congelación) hasta 180°C.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total Ud .....	1,000	216,21	216,21
6.4 valvula_retencion	Ud	<p>Válvula de retención wafer DN65 modelo disco inox cuerpo fundición CH2263</p>			
		Total Ud .....	3,000	211,03	633,09

Presupuesto de ejecución material

1. material del lado de la salmuera .....	95.379,36
2. material del lado de salmuera .....	93.112,19
3. picajes de hornos existente .....	7.409,68
4. circuito salmuera atmosferico .....	22.357,73
5. Picajes caldera .....	1.336,15
6. aparato de llenado .....	1.418,69
	<hr/>
Total:	221.013,80

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de  
DOSCIENTOS VEINTIUN MIL TRECE EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS.



Proyecto: presupuesto

<b>Capítulo</b>	<b>Importe</b>
<b>1 material del lado de la salmuera</b>	
1.1 tuberías de hornos .....	45.721,55
1.2 accesorios tuberías .....	12.637,99
1.3 intercambiadores hornos .....	17.544,70
1.4 bombas hornos primario .....	19.475,12
<b>Total 1 material del lado de la salmuera .....</b>	<b>95.379,36</b>
<b>2 material del lado de salmuera</b>	
2.1 tuberías de salmuera .....	37.184,58
2.2 accesorios del lado de salmuera .....	8.520,55
2.3 intercambiadores del lado de salmuera .....	7.319,79
2.4 bombas del lado de la salmuera .....	35.006,06
2.5 depósitos de la instalación .....	5.081,21
<b>Total 2 material del lado de salmuera .....</b>	<b>93.112,19</b>
<b>3 picajes de hornos existente .....</b>	<b>7.409,68</b>
<b>4 circuito salmuera atmosférico .....</b>	<b>22.357,73</b>
<b>5 Picajes caldera .....</b>	<b>1.336,15</b>
<b>6 aparato de llenado .....</b>	<b>1.418,69</b>
<b>Presupuesto de ejecución material</b>	<b>221.013,80</b>
13% de gastos generales	28.731,79
6% de beneficio industrial	13.260,83
<b>Suma</b>	<b>263.006,42</b>
21% IVA	55.231,35
<b>Presupuesto de ejecución por contrata</b>	<b>318.237,77</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de TRESCIENTOS DIECIOCHO MIL DOSCIENTOS TREINTA Y SIETE EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS.

## **ANEXO: PLANOS**



