



**TecnoCampus**  
Escola Superior  
de Ciències Socials  
i de l'Empresa

*Centre adscrit a la*



Universitat  
Pompeu Fabra  
Barcelona

## **Ingeniería Mecánica**

**Estudio y desarrollo de un banco de ensayos climáticos**

**Memoria**

**Albert Casas Alias**

**PONENTE: Klára Vékony**

**OTOÑO/PRIMAVERA AÑO 2021/22**



**TecnoCampus**  
**Mataró-Maresme**



## **Documentos**

- Memoria
- Estudio de presupuesto





**TecnoCampus**  
Escola Superior  
de Ciències Socials  
i de l'Empresa

*Centre adscrit a la*



Universitat  
Pompeu Fabra  
Barcelona

## **Ingeniería Mecánica**

**Estudio y desarrollo de un banco de ensayos climáticos**

**Memoria**

**Albert Casas Alias**

**PONENTE: Klára Vékony**

**OTOÑO/PRIMAVERA AÑO 2021/22**



**TecnoCampus**  
**Mataró-Maresme**



## **Agradecimientos**

A la tutora del TFG, Klára Vékony, por los conocimientos proporcionados en sus asignaturas, los cuales me han proporcionado llevar a cabo este trabajo de final de grado, y a la orientación necesaria durante el desarrollo de este.

A mi familia por el apoyo incondicional y por brindarme la oportunidad de nutrir mis conocimientos durante estos cuatro años de grado en el Tecnocampus. Por último, dar las gracias al Tecnocampus por las instalaciones y el personal por hacer que el paso durante estos años haya sido tan enriquecedor.



## **Resumen**

En este proyecto, el objetivo principal ha consistido en el diseño y dimensionado de un banco de ensayos térmicos. Se ha realizado el estudio previo del circuito hidráulico para el correcto dimensionado de los componentes que conforman la integridad del banco de ensayos partiendo como base de los requerimientos concretos de la pieza sobre la cual se pretende realizar el ensayo. Una vez verificado el dimensionamiento se ha procedido con la creación física del banco de ensayos y se ha verificado que cumple con los requerimientos proporcionados por el cliente para el cual se va a realizar el ensayo. Finalmente se ha realizado el cálculo de costes asociado a la creación y puesta en marcha de dicho banco.

## **Resum**

En aquest projecte, l'objectiu principal ha consistit en el disseny i dimensionat d'un banc d'assajos tèrmics. S'ha realitzat l'estudi previ del circuit hidràulic per al dimensionament correcte dels components que conformen la integritat del banc d'assajos partint com a base dels requeriments concrets de la peça sobre la qual es pretén fer l'assaig. Un cop verificat el dimensionament s'ha procedit amb la creació física del banc d'assajos i s'ha verificat que compleix els requeriments proporcionats pel client per al qual es realitzarà l'assaig. Finalment s'ha realitzat el càlcul de costos associat a la creació i la posada en marxa del banc.

## **Abstract**

In this project, the main objective has been the design and dimensioning of a thermal test bench. A preliminary study of the hydraulic circuit has been carried out for the correct dimensioning of the components that make up the integrity of the test bench, based on the specific requirements of the piece on which the test is to be carried out. Once the sizing has been verified, the physical creation of the test bench has proceeded and it has been verified that it meets the requirements provided by the client for which the test is to be carried out. Finally, the calculation of costs associated with the creation and start-up of said bank has been carried out.

## INDICE

Índice de tablas.....	5
Glosario de términos. ....	7
1. Objetivos. ....	9
1.1. Propósito.....	9
1.2. Finalidad.....	9
1.3. Objeto.....	9
1.4. Contexto en las líneas de búsqueda y transferencia de conocimientos del Tecnocampus.....	10
2. Antecedentes e información.....	11
2.1. El componente por ensayar. ....	11
2.2. Las condiciones del ensayo.....	12
2.3. Diseño hidráulico del sistema .....	14
3. Objetivos y especificaciones técnicas.....	15
3.1. Objetivo 1: Diseñar esquema hidráulico a partir de las especificaciones propuestas por el cliente.....	15
3.2. Objetivo 2: Cálculo y dimensionamiento de los componentes del banco de ensayos.....	15
3.3. Objetivo 3: Construcción y desarrollo físico del banco.....	15
4. Metodología .....	19
4.1 Mecánica de fluidos.....	19

4.2 Conservación de la masa.....	20
4.3 Conservación de la energía.....	21
4.4. Teorema de Bernoulli.....	22
4.5. Perdidas de carga.....	23
4.5.1. Perdida primaria.....	23
4.5.2. Perdida menor.....	24
5. Introducción al diseño del circuito hidráulico .....	25
6. Cálculos teóricos y resultados obtenidos .....	27
6.1. Circuito principal.....	28
7. Selección de los componentes .....	30
8. Puesta en marcha y primeros resultados.....	33
9. Analisis de viabilidad.....	35
9.1. Viabilidad tecnica.....	35
9.2. Viabilidad medioambiental.....	35
9.3 Viabilidad economica.....	36
10. Perspectiva de genero.....	36
11. Conclusiones.....	37
12. Bibliografía.....	38



## Índice de tablas.

Tabla 1: Agrupación de horas por actividad.....	21
Tabla 2: Agrupación de horas Actividad I Anteproyecto.....	22
Tabla 3: Agrupación de horas Actividad II Memoria Intermedia .....	22
Tabla 4: Agrupación de horas Actividad III Entrega Final .....	22
Tabla 5: Agrupación de horas Actividad IV Presentación .....	23
Tabla 6: Mediciones Capítulo I .....	25
Tabla 7: Mediciones Capítulo II.....	26
Tabla 8: Cuadro de precios Capítulo I.....	26
Tabla 9: Cuadro de precios Capítulo II .....	27
Tabla 10: Presupuesto parcial Capítulo I.....	28
Tabla 11: Presupuesto parcial Capítulo II .....	29
Tabla 12: Presupuesto parcial Capítulo III.....	29



## Glosario de términos.

$A$	área [ $m^2$ ]
$a$	aceleración [ $mTs^2$ ]
$b$	anchura [ $m$ ]
$D$	diámetro [ $m$ ]
$d$	diámetro [ $m$ ]
$E$	energía específica [ $J/kg$ ]
$E_C$	energía cinética [ $m$ ]
$E_F$	energía del fluido [ $m$ ]
$E_P$	energía potencial [ $m$ ]
$F$	factor
$f$	coeficiente de fricción
$f_T$	coeficiente de fricción a régimen de turbulencia completo
$H$	altura [ $m$ ]
$h$	altura [ $m$ ]
$h_A$	energía suministrada [ $m$ ]
$h_L$	pérdida de carga [ $m$ ]
$h_R$	energía extraída [ $m$ ]
$L$	distancia [ $m$ ]
$l$	distancia [ $m$ ]
$L_c$	longitud característica [ $m$ ]

$m$	masa [ $kg$ ]
$P$	potencia [ $W$ ]
$Q$	caudal volumétrico [ $m^3Ts$ ]
$R$	radio [ $m$ ]
$r$	radio [ $m$ ]
$T$	temperatura [ $K$ ]
$t$	tiempo [ $s$ ]
$u$	velocidad [ $mTs$ ]
$V$	válvula
$v$	velocidad [ $mTs$ ]
$v_e$	velocidad efectiva [ $mTs$ ]
$w$	peso [ $kg \cdot m/s^2$ ]
$x$	coordenada [ $m$ ]
$y$	altura [ $m$ ]
$y$	coordenada [ $m$ ]
$z$	coordenada [ $m$ ]

### Constantes

$g$	aceleración gravedad (= 9,81) [ $mTs^2$ ]
-----	-------------------------------------------

### Letras griegas

$\delta$	espesor [ $m$ ]
$\varepsilon$	rugosidad [ $m$ ]
$\eta$	rendimiento
$\eta_h$	rendimiento hidráulico

$\eta_m$	rendimiento mecánico
$\gamma$	densidad específica [ $N/m^3$ ]
$\lambda$	módulo de velocidad
$c$	densidad [ $kg/m^3$ ]
$\theta$	Angulo [°]



---

# **1. Objetivos.**

## **1.1. Propósito.**

El propósito del presente proyecto consiste en diseñar y dimensionar un banco de ensayos climáticos para su posterior desarrollo e implementación en un laboratorio de validaciones y ensayos para componentes de vehículos.

## **1.2. Finalidad.**

La finalidad del presente proyecto es capacitar a la empresa para poder realizar ensayos de envejecimiento y rendimiento sobre determinadas piezas de uso comercial en los vehículos eléctricos que se están desarrollando en la actualidad. Concretamente en nuestro caso el dimensionado del banco se hace específicamente para la validación de resistencias térmicas para el sistema de calefacción de coches eléctricos (HVCH) todo y que el banco se puede readaptar para testear diferentes componentes.

## **1.3. Objeto.**

El objeto del presente proyecto es el de dimensionar y desarrollar un banco de ensayos climáticos a partir de una serie de especificaciones proporcionadas por el cliente interesado en realizar un ensayo en nuestro laboratorio de validaciones. A partir de dichas especificaciones se procederá a calcular los diferentes parámetros y requerimientos de ensayo (caudales, temperaturas, potencias, voltajes etc.) el correcto dimensionado será crucial para determinar y elegir los componentes que más optimizaran el funcionamiento del banco en su posterior desarrollo. Por tal de optimizar al máximo la eficiencia del banco será necesario aplicar los conocimientos de ingeniería térmica y fluidos adquiridos durante el grado.

El estudio del dimensionado de los componentes del banco será crucial para determinar la viabilidad del proyecto. Se deberá de tener en cuenta un pequeño rango de tolerancias a la hora de realizar los cálculos para así poder reajustar las condiciones de ensayo para futuros proyectos con diferentes especificaciones.

Se realizará un estudio de los nuevos requerimientos de diseño y proceso para cumplir con la metodología.

El proyecto incluye un estudio del dimensionado de los componentes a partir de las especificaciones propuestas por el cliente, y la posterior implementación de dichos cálculos para construir físicamente el banco de ensayos con los componentes que más se adaptan a los requisitos de los cálculos obtenidos en el estudio previo.

#### **1.4. Contexto en las líneas de búsqueda y transferencia de conocimientos del Tecnocampus.**

El trabajo de final de grado realizado está orientado al estudio y desarrollo de un banco de ensayos industrial.

Este trabajo de final de grado, este situado dentro del marco del I+D industrial, permitiendo a través de los conocimientos obtenidos en termodinámica y fluidos a lo largo del grado, desarrollar y optimizar la creación de un banco de ensayos industriales.

Se demostrará que a través de la aplicación de las leyes de termodinámica y de fluidos mediante los cálculos teóricos pertinentes, se puede llevar a cabo el desarrollo de manera física de una máquina que se rige por los principios de dichas áreas de la ingeniería.

## **2. Antecedentes e información.**

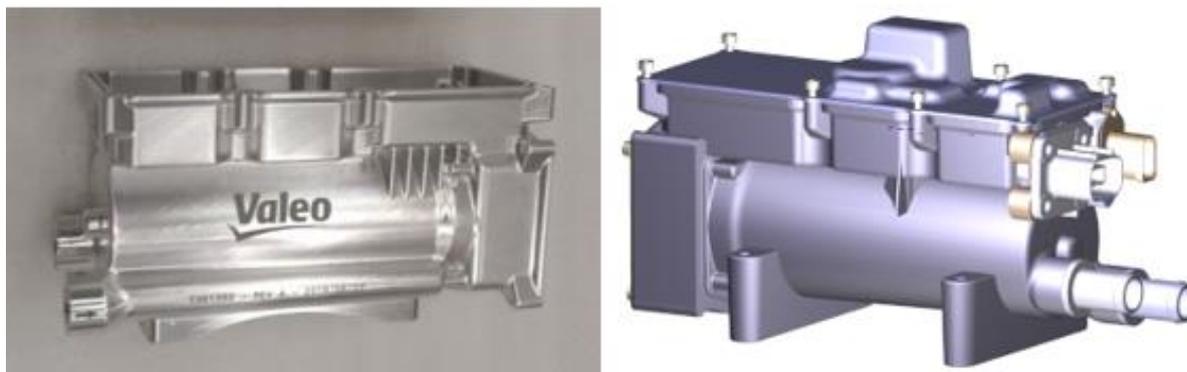
En este proyecto se realizará un estudio teórico del dimensionado de los componentes necesarios para desarrollar el banco de ensayos climáticos y su posterior aplicación física durante el desarrollo del mismo trabajo.

Para ello, se realizará una breve introducción explicativa de cómo se llega al planteamiento de la construcción e implementación de este nuevo banco de ensayos.

### **2.1. El componente por ensayar.**

La empresa francesa *Valeo Thermal Systems*, se puso en contacto con el laboratorio de ensayos *SamarTest Labor S.L*, laboratorio donde actualmente estoy realizando las practicas universitarias y junto al cual se ha desarrollado este trabajo de final de grado, dicha empresa francesa nos preguntaba por la viabilidad de realizarles un LFT sobre unas resistencias térmicas para vehículos eléctricos HVCH.

Dicho componente es una resistencia térmica que se encargara de calentar el líquido refrigerante del vehículo por tal de hacer funcionar la calefacción del vehículo. Como ya sabemos en los vehículos de combustión interna se aprovecha la disipación térmica producida por la explosión del combustible para calentar los componentes necesarios del vehículo como puede ser la calefacción de este. En el caso de los vehículos eléctricos esta combustión interna no tiene lugar por lo que no se puede aprovechar esta disipación de calor para calentar el sistema de calefacción, de ahí que se haya desarrollado este para calentar los sistemas de calefacción de los coches eléctricos. Otra aplicación de este dispositivo es la de mantener el sistema de baterías a una temperatura optima ya que se ha demostrado que tanto las bajas temperaturas como las altas provocan que las baterías se descarguen con mayor facilidad.

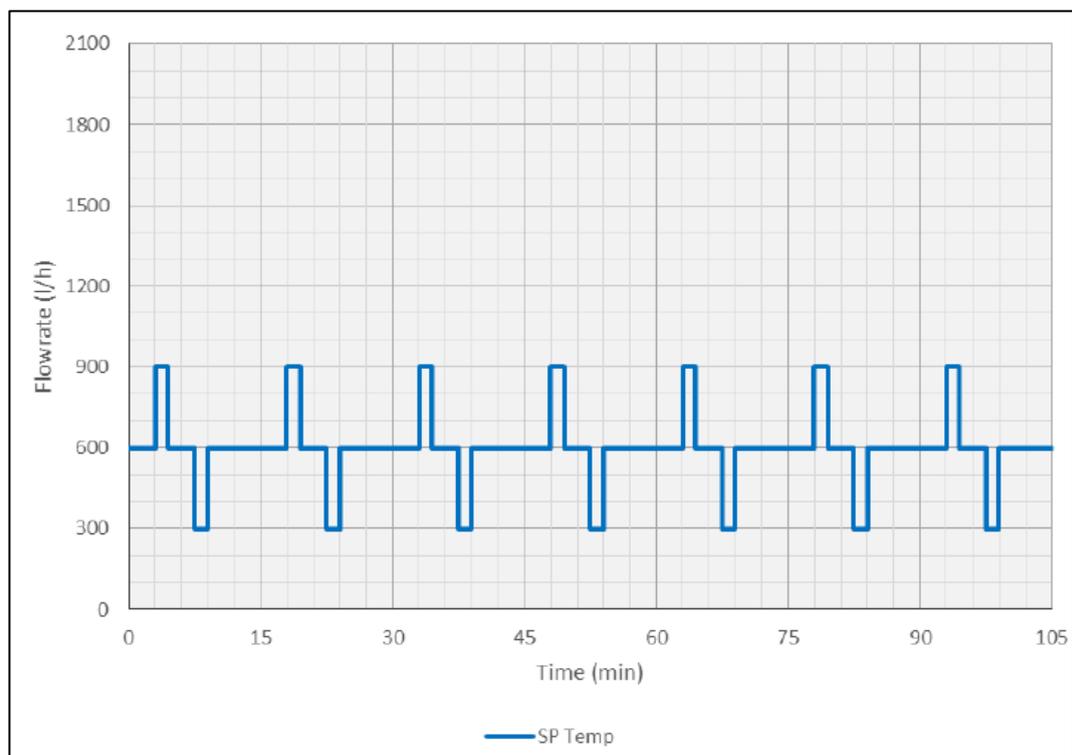
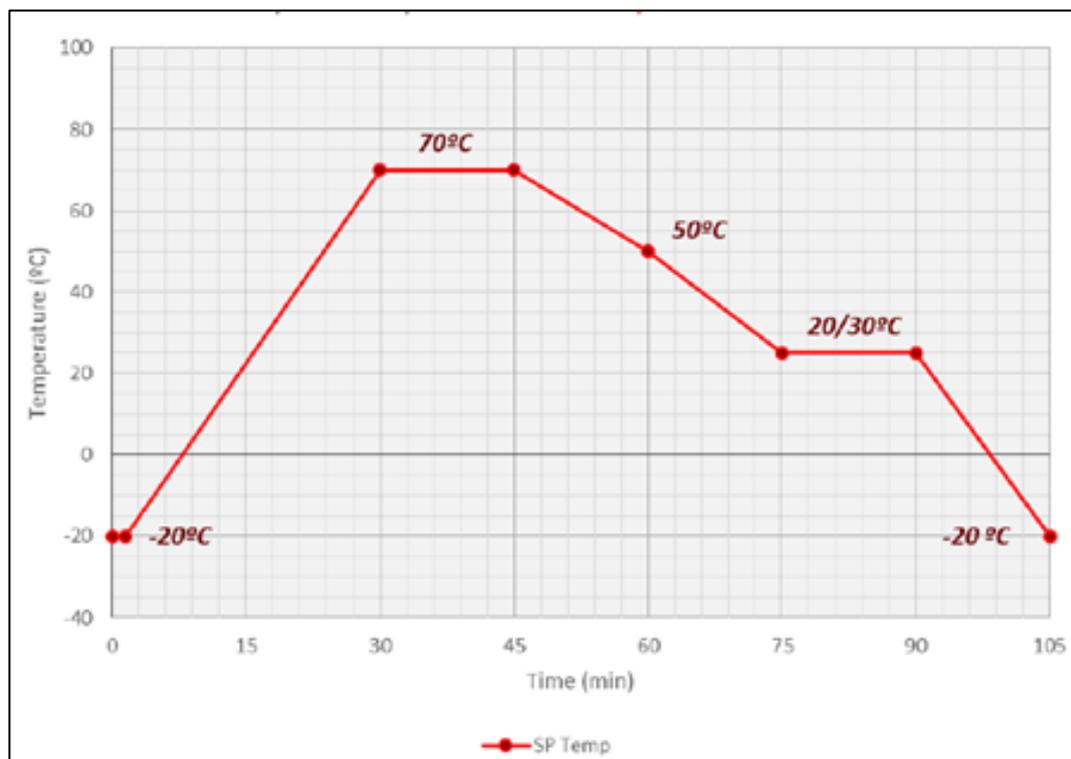


## 2.2. Las condiciones del ensayo.

Junto con la petición de ensayo, el cliente nos adjunta una serie de especificaciones que determinaran los parámetros de ensayo sobre las muestras que quieren validar. Dichas especificaciones son las que nos servirán como base de partida para dimensionar y realizar los cálculos pertinentes para el desarrollo del banco en función de los requisitos demandados.

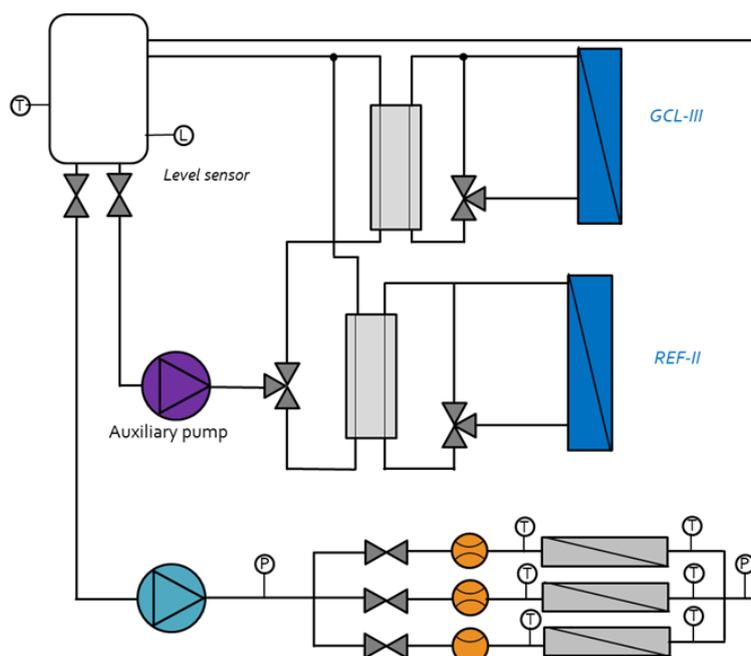
Al tratarse de una pieza eléctrica, en la especificación también se detalla el porcentaje de potencia que se le tiene que suministrar a la resistencia interna de la pieza. Pero para este trabajo simplemente nos vamos a centrar en la parte hidráulica del ensayo. Se requieren unos perfiles de temperatura concretos junto a un perfil de caudal a lo largo de la duración de un ciclo del ensayo. La duración de un ciclo es de 105 minutos.

A continuación, se adjuntan dos gráficos de los correspondientes perfiles de temperatura y caudal mediante los cuales podremos analizar cuáles son los puntos críticos del ensayo para el posterior dimensionamiento de los componentes.



## 2.3. Diseño hidráulico del sistema

En un inicio el propio cliente nos adjuntó el esquema hidráulico que quería que tuviera el sistema. Pero tras debatirlo con el resto de los ingenieros del laboratorio se llegó a una solución más optimizada del sistema aprovechando varias máquinas ya disponibles en el laboratorio. Dicha optimización permitirá reducir el coste de inversión para el diseño del banco.



Como se puede observar en la anterior figura el banco consta de dos circuitos:

- Un circuito principal por el cual mediante la ayuda de una bomba hidráulica se impulsará el fluido hasta las tres muestras colocadas en paralelo, sobre las cuales se va a realizar el ensayo. Una vez haya circulado el fluido por las piezas este se retornará hasta el depósito principal.
- Un circuito secundario cuya finalidad será la de hacer recircular el fluido con ayuda de una bomba auxiliar para asegurar que la temperatura del depósito es la indicada en los parámetros del ensayo. Se puede observar, que este circuito bombea el fluido hacia una válvula de tres vías que dependiendo de la temperatura requerida en el ensayo en ese momento abrirá una u otra que dará paso hacia el intercambiador de calor pertinente.

---

### **3.Objetivos y especificaciones técnicas.**

En este apartado, se indican los objetivos específicos del proyecto y se relacionan con las especificaciones técnicas que tendrán asociadas cada objetivo.

#### **3.1. Objetivo 1: Diseñar esquema hidráulico a partir de las especificaciones propuestas por el cliente**

- Realizar un esquema hidráulico del sistema optimizando el uso de recursos y componentes.

#### **3.2. Objetivo 2: Calculo y dimensionamiento de los componentes del banco de ensayos.**

- Aplicar los conocimientos en termodinámica y fluidos para calcular perdidas y requerimientos del sistema.
- Selección de los componentes que más se adaptan a los requerimientos del sistema calculados previamente
- 

#### **3.3. Objetivo 3: Construcción y desarrollo físico del banco.**

- Ensamblaje y construcción de todas las piezas que componen el banco de ensayos.
- Puesta en marcha y verificación del correcto funcionamiento.
- Cumplimiento de los requerimientos establecidos por las especificaciones enviadas por el cliente.

---

## 4. Metodología

Con respecto al apartado de la metodología, básicamente la metodología que se va a emplear va a ser la misma que en los objetivos expuestos en la página anterior. En primer lugar, se realizará un esquema hidráulico del sistema para ver cómo se estructurará físicamente la máquina y los componentes que se necesitaran para llevar a cabo el proyecto. En segundo lugar, una vez determinado el esquema hidráulico se procederá con los cálculos teóricos a partir de las especificaciones predeterminadas por el cliente y así poder determinar las dimensiones, los rangos de valores y funcionamiento de los diferentes componentes que compondrán el banco. A continuación, en tercer lugar, se procederá con el ensamblaje físico de los componentes y la instalación de todos los sensores de mediciones del banco. Por último, se realizarán los primeros pretest para determinar el funcionamiento óptimo del banco y su correcto desarrollo.

### 4.1. Mecánica de fluidos

Por tal de poder dimensionar correctamente los componentes de nuestro banco de ensayos, se tendrá que realizar el estudio de las diferentes teorías y teoremas que involucran la mecánica de fluidos. La mecánica es una rama de la física que estudia el equilibrio y el movimiento de cualquier cuerpo sometido a una fuerza. Un fluido se define como un tipo de medio continuo, formado por alguna sustancia, donde la atracción entre las moléculas es débil.

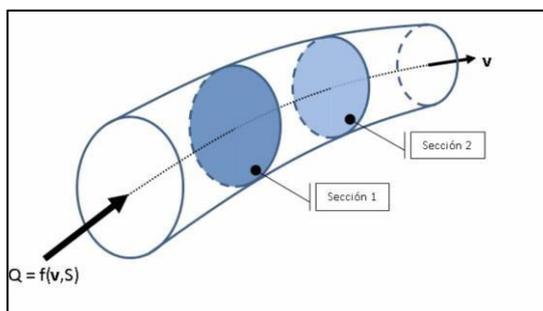
Por lo tanto, unificando estos dos términos, la mecánica de fluidos es la rama de la física que se dedica a estudiar el movimiento y el equilibrio de los fluidos, así como las fuerzas que provocan dicho movimiento. También estudia las interacciones entre fluidos y el contorno que los limita. De cara al estudio del dimensionamiento de nuestro sistema hidráulico, aplicaremos las siguientes simplificaciones:

- Se verifica la conservación de la masa i la cantidad de movimiento.
- Se cumple la ley de la conservación de la energía, i en base a esta ley se definen las relaciones más importantes de la mecánica de fluidos

## 4.2. Conservación de la masa

A partir del principio de continuidad, se explica como la masa se conserva a lo largo de toda la conducción. Partimos de una tubería donde entra y sale un fluido continuamente y de forma permanente. Dicha tubería tiene un diámetro variable a lo largo de su longitud y con una diferencia de altura. Sí cogemos dos puntos del sistema, y realizamos un análisis, se puede observar como la cantidad de masa que entra en el punto A es equivalente a la masa que sale por el punto B. Por lo tanto, esto verifica que la masa ni se crea ni se destruye.

Para un régimen permanente i una densidad constante a lo largo de la tubería se extraen las siguientes expresiones del caudal volumétrico:



$$Q_1 = Q_2 \quad A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

### 4.3. Conservación de la energía

La ley de la conservación de la energía dice que la cantidad total de energía en cualquier sistema físico aislado se mantiene invariable a lo largo del tiempo, todo y que esta energía puede transformarse en otras formas de energía.

$$\rho \frac{D}{Dt} \left( e + \frac{\vec{u}^2}{2} \right) = 0$$

Esta energía puede transformarse en tres tipos diferentes:

- Energía potencial: Es la energía producida por la posición del sistema a un campo potencial de fuerzas. Para un objeto de peso  $w$ , situado a una altura  $z$  se define.

$$E_p = w \cdot z$$

$$\gamma = g \cdot \rho$$

$$w = g \cdot \rho \cdot V$$

- Energía cinética: es la energía producida por el movimiento del sistema respecto a un sistema de referencia. El valor de la energía para una masa  $m$ , que se mueve a una velocidad  $v$  es la siguiente.

$$E_C = w \cdot \frac{u^2}{2g}$$

- Energía del fluido: es la energía causada por la presión a la que se encuentra sometida el fluido.

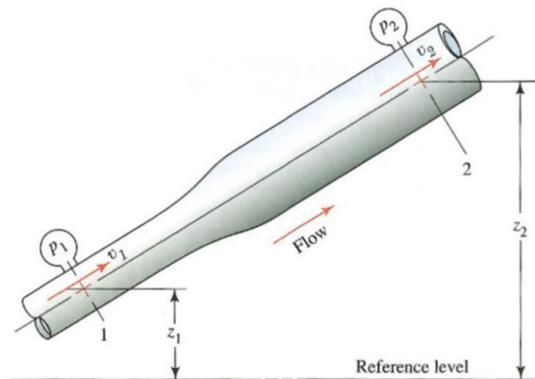
$$E_F = w \cdot \frac{p}{\gamma}$$

Por lo tanto, obtenemos que la energía total del sistema es la suma de las energías anteriores.

$$E = E_p + E_C + E_F$$

## 4.4. Teorema de Bernoulli

Este teorema es la aplicación directa del principio de conservación de un sistema que describe el comportamiento de un fluido a lo largo de una línea de corriente. Para sistemas isotérmicos i sin pérdidas, se dice que el fluido ideal no intercambia energía con el exterior, tiene que mantenerse constante. Este teorema considera que los tres tipos de energía pueden variar en diferentes puntos de la conducción.



A partir de este sistema, aplicando la ley de conservación de la energía se puede extraer que:

$$E = E_p + E_c + E_f$$

$$E = z + \frac{u^2}{2g} + \frac{p}{\rho g}$$

$$E_1 = z_1 + \frac{u_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\rho g} = z_2 + \frac{u_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\rho g} = E_2$$

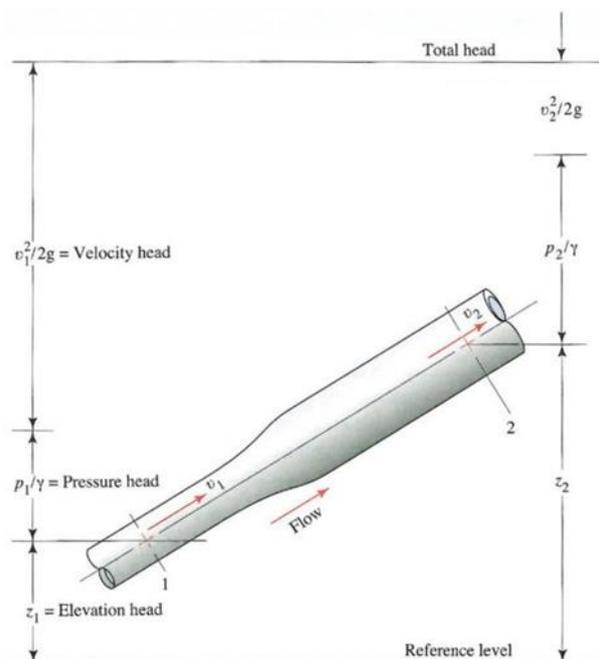
Por lo tanto, finalmente se extrae la ecuación de Bernoulli:

$$z + \frac{u^2}{2g} + \frac{p}{\rho g} = c$$

A partir de la anterior ecuación se pueden determinar las diferentes cargas que se producen en una tubería:

- Carga de presión
- Carga por elevación
- Carga de velocidad

Dicha ecuación describe la relación entre presión, velocidad y altura de cualquier punto del fluido.



## 4.5. Pérdidas de carga

Para el estudio del comportamiento de los fluidos en las tuberías, se tienen en cuenta diferentes pérdidas de carga. Las pérdidas primarias, que varían en función de la fricción de la tubería cuando circulan a una velocidad  $i$  sus dimensiones de longitud  $i$  diámetro. Y las pérdidas menores, que varían en función de los accesorios que incorpora el sistema.

### 4.5.1. Pérdida primaria

En la dinámica de fluidos, la ecuación de Darcy-Weisbach es una ecuación empírica que relaciona la pérdida de carga hidráulica debido a la fricción durante el recorrido de la tubería, con la velocidad media del fluido. Esto provoca una pérdida de presión entre dos puntos.

Gracias a esta ecuación se puede evaluar todos los factores que inciden en la pérdida de carga, que dependen de la geometría de la tubería, la velocidad del fluido dentro de la misma i el factor de fricción. Esta ecuación se puede aplicar a diferentes flujos.

Fórmula de Darcy-Weisbach  
(disipación viscosa en fluido y paredes)

$$h_f = f \frac{L}{D} \left( \frac{v^2}{2g} \right)$$

#### 4.5.2. Pérdida menor

Las pérdidas menores se producen cuando un fluido recorre diferentes elementos, tales como válvulas, acoplamientos, codos, entradas entre otros. Estos producen pérdidas menores de presión en el sistema.

“locales”, “menores”  
(accesorios)

$$h_s = K_s \left( \frac{v^2}{2g} \right)$$

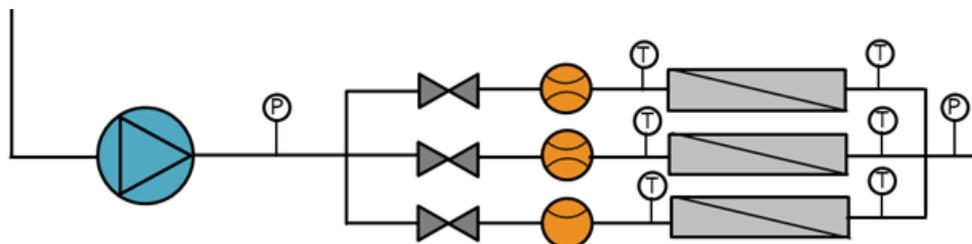
Las pérdidas primarias y las pérdidas por accesorios, juntamente con la energía que se puede añadir de una bomba y la que se extrae, se obtiene la ecuación general de la energía entre dos puntos.

$$z_1 + \frac{u_1^2}{2g} + \frac{p_1}{g\rho} + h_A - h_R - h_L = z_2 + \frac{u_2^2}{2g} + \frac{p_2}{g\rho}$$

## 5.Introducción al diseño del circuito hidráulico

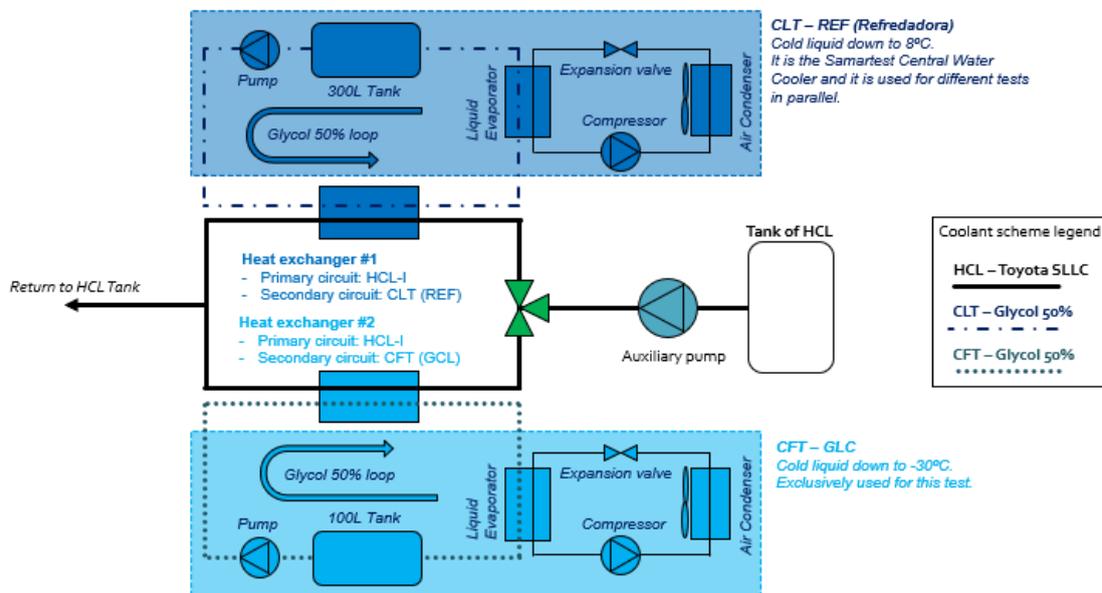
Como ya se ha comentado anteriormente el diseño del banco consta de dos circuitos, uno principal y otro secundario de recirculación del fluido.

En este caso el circuito al que le daremos mayor importancia es al circuito hidráulico destinado a bombear el fluido desde el depósito hasta las tres piezas que están bajo ensayo. Ya que es en este circuito en el que se determinara el caudal adecuado que debe llegar a las piezas que se encuentran bajo ensayo. Según el prediseño que se ha realizado, desde la bomba hidráulica, saldrá una tubería principal que se subdividirá en tres tuberías que irán cada una a su correspondiente pieza. Por eso, para asegurar una correcta regulación del caudal, en cada pieza se introduce una válvula de bola para poder acabar de regular el caudal y asegurar que llega el mismo caudal a cada pieza.



Cabe mencionar que debido a la construcción de la bancada en la que se van a colocar los componentes, entre la bomba hidráulica y las piezas de ensayo hay una diferencia de altura  $h=0,5m$ .

Por otro lado, en cuanto al circuito secundario, la potencia de la bomba no es relevante, puesto que en este circuito se le da una mayor prioridad a la capacidad de intercambio de calor proporcionada por los intercambiadores de calor de placas.



Como se puede observar en la figura anterior el circuito secundario consta de una bomba auxiliar que bombea el fluido hacia una válvula de tres vías. En este punto mediante el PLC interno de la maquina la válvula de tres vías recirculara el fluido hacia una dirección o la otra. Esto dependerá de en qué punto del ciclo nos encontramos y la temperatura interna del tanque de almacenamiento de líquido. En caso de encontrarnos en un punto del ciclo en el que la temperatura del fluido que se quiere hacer circular por las piezas no es muy baja, la válvula se accionara de tal manera que recirculara el fluido hacia la REF (Enfriadora) ya que esta máquina térmica es capaz de enfriar hasta los 8°C. Por el caso contrario, si nos encontramos en un punto del ciclo que se requieren temperaturas muy bajas, o la temperatura del depósito es muy elevada, la válvula recirculara el fluido hacia la GLC (Grupo circulador de líquido), ya que esta máquina es capaz de bombear liquido hasta los -30°C.

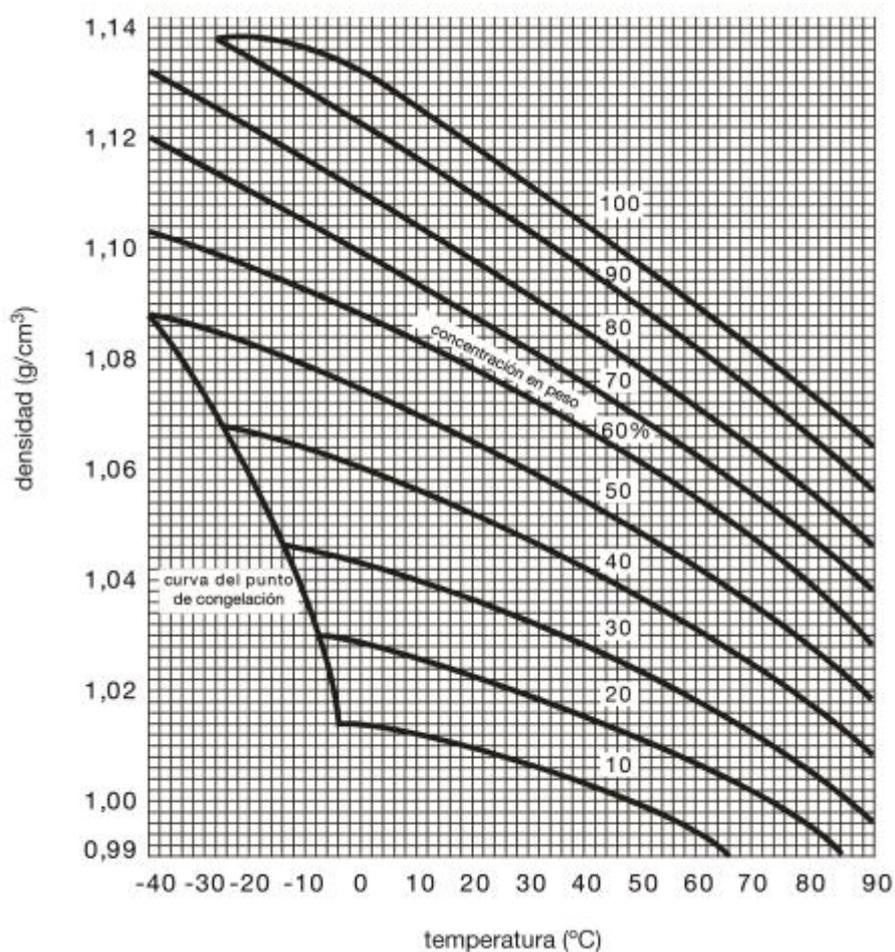
## 6. Cálculos teóricos y resultados obtenidos

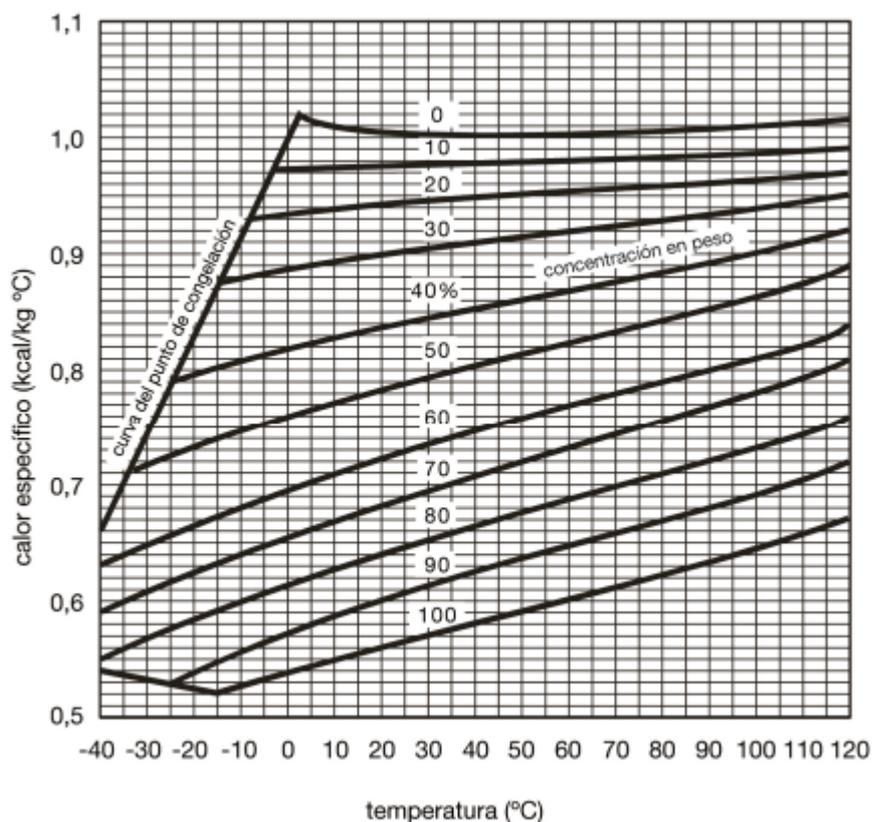
En este apartado procederemos con los cálculos teóricos para determinar las potencias necesarias de los componentes del circuito principal.

En nuestro caso el fluido que se va a utilizar para la realización del ensayo es una mezcla del 50% Etilenglicol con un 50% de agua desionizada. De la tabla siguiente obtendremos la viscosidad dinámica del fluido:

LÍQUIDO	Conductividad térmica (k)	Calor específico ( $C_p$ )	Viscosidad dinámica ( $\mu$ )	Densidad ( $\rho$ )	Numero de Prandtl (Pr)
Agua	0.61 W/mK	4072.71 J/kg K	0.000868 Pa s	996.58 kg/m <sup>3</sup>	5.78
Agua-etilenglicol 30%	0.49 W/mK	3729.95 J/kg K	0.001864 Pa s	1035.02 kg/m <sup>3</sup>	14.29
Agua-etilenglicol 50%	0.43 W/mK	3297.63 J/kg K	0.003367 Pa s	1053.25 kg/m <sup>3</sup>	25.82
Etilenglicol	0.25 W/mK	2408.62 J/kg K	0.017195 Pa s	1112.13 kg/m <sup>3</sup>	164.58

A partir de las dos graficas siguientes se nos permitirá determinar la densidad del fluido con una disolución del 50% en función de las diferentes temperaturas a las que se encuentre el fluido.





## 6.1. Circuito principal

En este apartado se calcula la potencia requerida por tal de impulsar el líquido desde la bomba hidráulica principal hasta las piezas de ensayo cumpliendo con las especificaciones del ensayo.

Puesto que queremos asegurar que la bomba sea capaz de bombear el fluido hasta las piezas, nos pondremos en el caso con las peores condiciones del fluido. Como ya sabemos los fluidos por norma general al bajar la temperatura estos aumentan su densidad provocando una mayor viscosidad cinemática del fluido. Esto provocara que la fricción del fluido con la tubería sea mayor. Por lo tanto, si nos fijamos en las condiciones del ensayo detalladas en el apartado 2.2 el punto crítico del ciclo es cuando la temperatura del fluido está a  $-20^{\circ}\text{C}$  y se requiere un caudal de 600 l/h.

Una vez determinado el punto crítico del ensayo situado en  $-20^{\circ}\text{C}$ , con ayuda de la tabla y los gráficos anteriores podemos determinar la densidad y la viscosidad del fluido a dicha temperatura.

Las tuberías usadas tienen una longitud total de 1,8 metros y están hechos de acero cedula 40 de 2 pulgadas.

- Densidad:  $\rho = 1088,2 \text{ kg/m}^3$
- Viscosidad dinámica:  $\mu = 0,003367 \text{ Pa}\cdot\text{s} = 3,37 \times 10^{-3} \text{ kg}/(\text{m}\cdot\text{s})$
- Caudal:  $Q = 600 \text{ l/h} = 0,0001667 \text{ m}^3/\text{s}$
- Tubería: Rugosidad  $\varepsilon = 4,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ ;  $d = 52,5 \text{ mm} = 0,0525 \text{ m}$
- 
- Altura:  $h = 0,5 \text{ m}$
- Viscosidad cinemática =  $0,0000030941 \text{ m}^2/\text{s}$
- Calculamos la velocidad:
  - $V = 4Q/\pi d^2 = 4 \cdot 0,0001667 / \pi (0,0525)^2 = 0,0770064 \text{ m/s}$
- A continuación, aplicamos la fórmula general de la energía

$$\frac{p_1}{g \cdot \rho} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} - h_L - h_R + h_A = \frac{p_2}{g \cdot \rho} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g}$$

La cual se nos simplifica en:

- $P_1 = \rho g(0,5 + h_e)$

Donde:  $h_e = h_{\text{válvula}} + h_{\text{tubería}} + h_{\text{codo}}$

- Ahora procedemos a calcular las pérdidas de la válvula:

$$h_L = K \frac{v^2}{2g} = f_T \left( \frac{L_{eq}}{D} \right) \frac{v^2}{2g}$$

$L_e/D = 150$  de la tabla

- Calculamos el número de Reynolds:

$$Re = \frac{v \cdot L_e}{\nu} = \frac{\rho \cdot v \cdot L_e}{\eta}$$

$Re = 1306,627$  por lo tanto es de régimen laminar

- Al ser de régimen laminar podemos aplicar la siguiente fórmula:

$$f = \frac{64}{Re}$$

Por lo tanto,  $f = 0,04898$

- Pasamos a calcular  $h_{\text{tubería}}$ :

$$h_L = f \frac{l}{D} \frac{v^2}{2g}$$

$$H_{\text{tubería}} = 0,00014099 \text{ m}$$

- Ahora calculamos las pérdidas en los 2 codos, son dos codos estándar a 90°, por lo que según la tabla  $Le/D=30$ . Aplicar la fórmula de pérdida de carga en accesorios.

$$h_L = K \frac{v^2}{2g} = f_T \left( \frac{L_{eq}}{D} \right) \frac{v^2}{2g}$$

$$\text{Obtenemos } h_{\text{codo}} = 0,0004441 * 2 \text{ codos} = 0,00088822 \text{ m}$$

- Por último procedemos a calcular la potencia necesaria con la siguiente fórmula:

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h = q \cdot \Delta p$$

$$P = 0,157 \text{ kW}$$

- Esa es la potencia necesaria para 1 de las tuberías, ahora lo multiplicamos por 3 para aproximar la potencia necesaria para impulsar el fluido a través de las piezas.

$$P_{\text{total}} = 0,157 * 3 = 0,471 \text{ kW necesarios}$$

## 7. Selección de los componentes

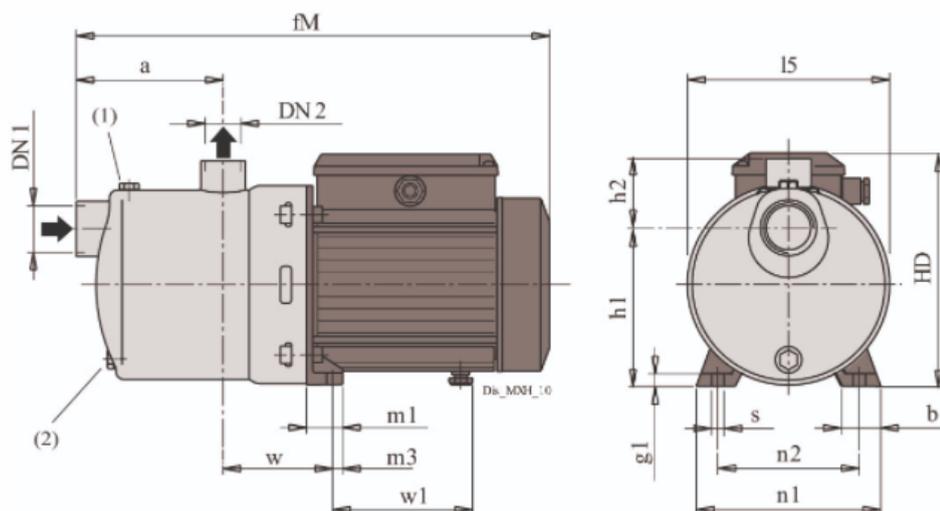
Una vez calculadas las pérdidas de carga en el circuito principal ya podemos proceder con la selección de la bomba adecuada para nuestro circuito.

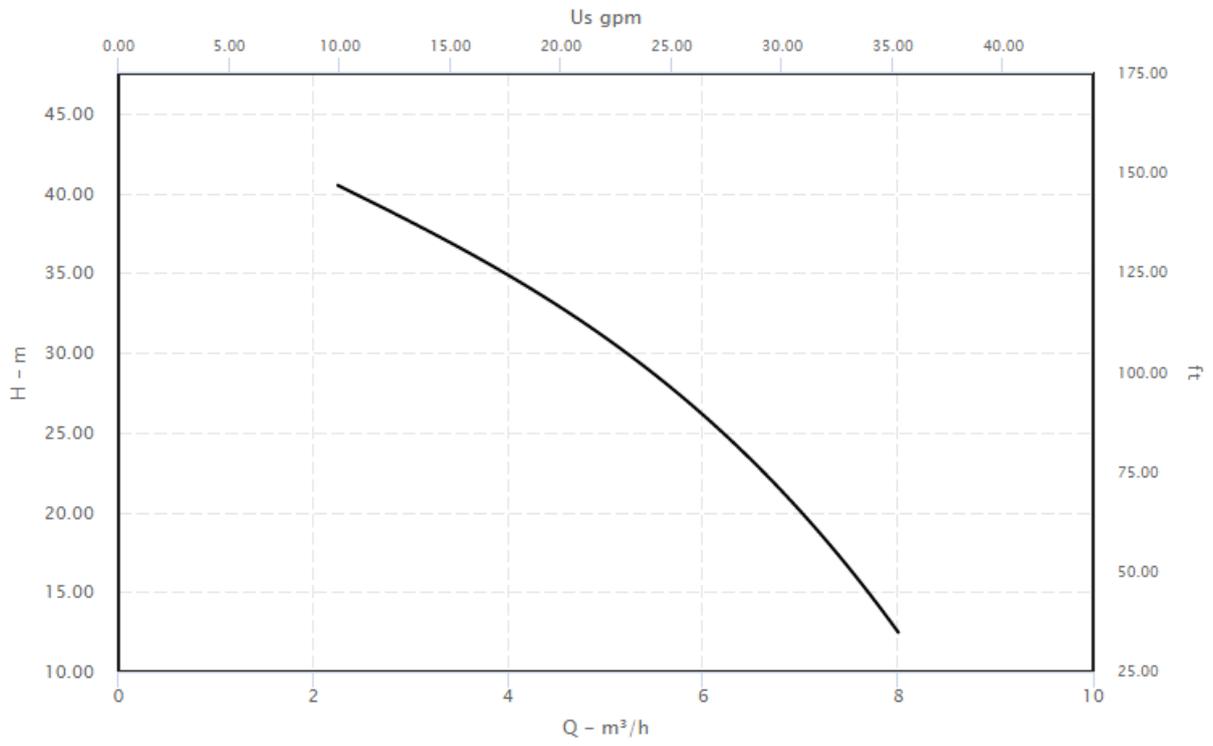
En el apartado anterior hemos obtenido que como mínimo necesitamos una bomba que nos de una potencia de 0,471 kW para poder bombear correctamente el líquido a través del circuito. Tras debatirlo con el resto de los ingenieros del laboratorio se ha decidido comprar una bomba sobre dimensionada para poder usarla en otros ensayos y máquinas. Se ha optado por comprar la bomba Calpeda MXHL-404 con las siguientes características.

Parámetros	Valor
Presión Máxima de trabajo (bar)	8
H max(m)	40.5
H min (m)	12.5
Qmin (m <sup>3</sup> /h)	2.25
Q max (m <sup>3</sup> /h)	8
Pn (kW)	0.75
Temp mínima liquido (°C)	-20

Como se puede observar la potencia nominal de la bomba es de 0,75 kW, la cual sobre pasa los requisitos de nuestro ensayo.

dn1: G 1 1/4  
 dn2: G 1  
 a: 118.00 mm  
 m1: 28.00 mm  
 m3: 8.00 mm  
 n1: 146.00 mm  
 n2: 112.00 mm  
 b: 30.00 mm  
 fM: 381.00 mm  
 l5: 160  
 g1: 10.00 mm  
 h1: 127.00 mm  
 h2: 57.00 mm  
 HD: 193.00 mm  
 w: 88.00 mm  
 w1: 112.00 mm

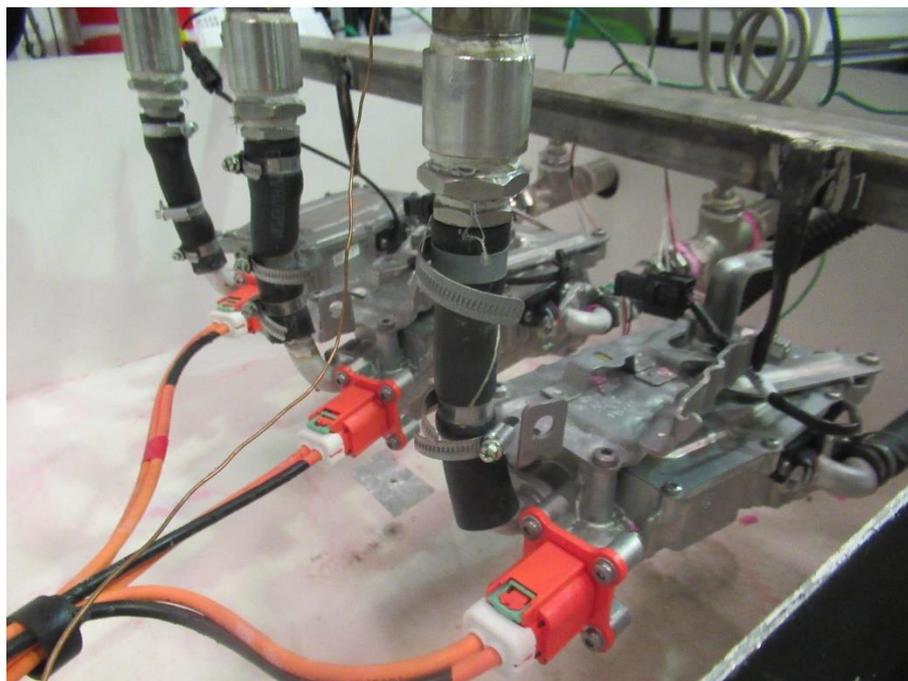




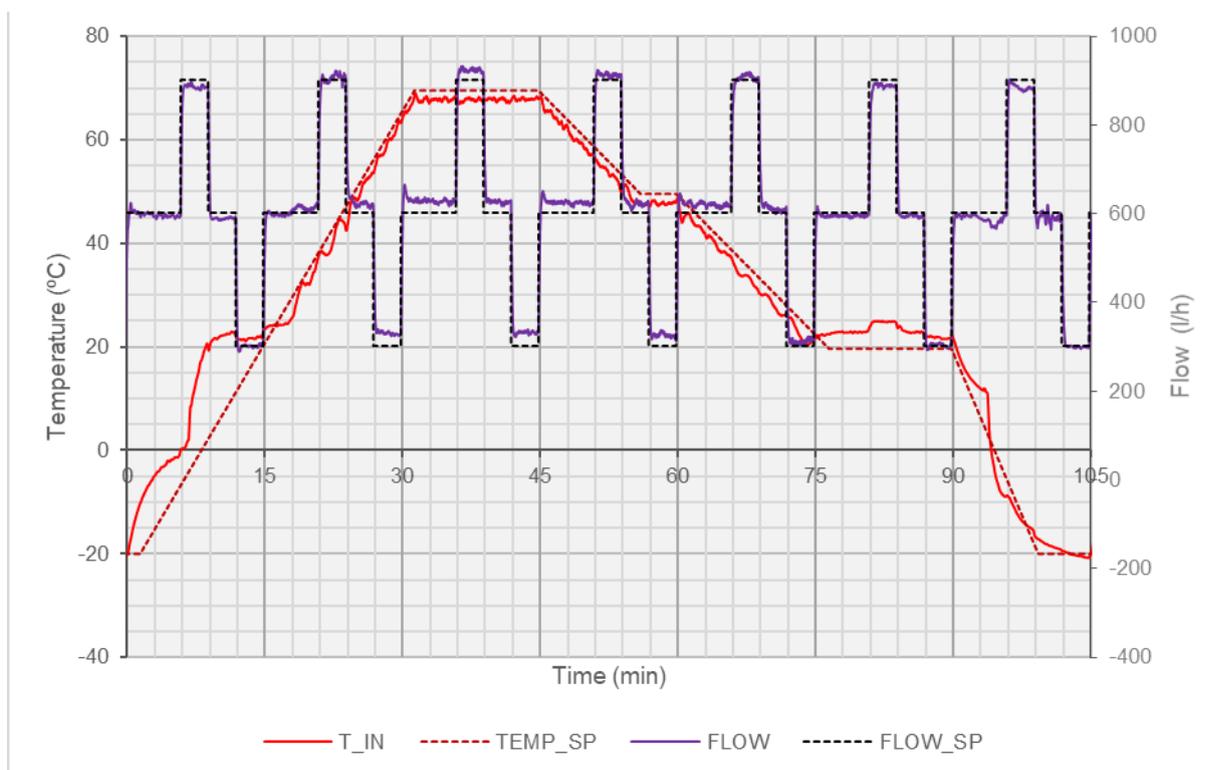
## 8. Puesta en marcha y primeros resultados

Finalmente, una vez comprado los cálculos y asegurarnos de que se podrá llevar a término el ensayo, se procede con la construcción de este siguiendo los esquemas planteados previamente. El resultado final del circuito principal es el siguiente:





Tras varias pruebas, se realizan los primeros ciclos sobre las muestras y se obtienen los siguientes perfiles



Como se puede observar tanto el perfil de temperatura como el perfil del caudal se aproximan con gran exactitud a los set points establecidos en la norma proporcionada por el cliente.

---

## **9. Análisis de viabilidad**

### **9.1. Viabilidad técnica.**

El estudio de viabilidad técnica del presente proyecto es totalmente plausible ya que en el laboratorio se cuentan tanto con los conocimientos técnicos y teóricos como con la instrumentación y el espacio necesarios para llevar a cabo dicho proyecto. En este momento y siguiendo con la metodología presentada previamente, se ha verificado la capacidad técnica de desarrollo del proyecto, creando unos primeros esquemas hidráulicos del sistema y se han determinado los principales materiales necesarios para construir el sistema. La disponibilidad de dichos materiales ya ha sido concretada con los proveedores de la empresa a falta de determinar los modelos y dimensiones de los mismos una vez realizados los cálculos pertinentes de dimensionado del sistema.

### **9.2. Viabilidad medioambiental.**

En el apartado de viabilidad medioambiental, actualmente la empresa cuenta con el sello de eficiencia energética verde. Adicionalmente el laboratorio cuenta con una gestión de los residuos que asegura una economía circular en todos aquellos residuos y componentes que se puedan reutilizar de nuevo y una gestión de aquellos no reutilizables que aseguran su correcto reciclaje.

Por otro lado, y en relación con el banco de ensayos que se pretende desarrollar. Los residuos generados por dicho banco son mínimos ya que el líquido que se va a hacer circular por el sistema es una mezcla del 50% agua destilada y 50% glicol para vehículos de la marca Toyota. En cuanto a la contaminación acústica estimada de la maquinaria en funcionamiento, esta entra dentro de los parámetros acústicos propios de una nave industrial.

### **9.3. Viabilidad económica.**

El presente proyecto, actualmente en fase de desarrollo durante este anteproyecto no se puede determinar al cien por cien con exactitud el coste exacto de desarrollar la máquina, puesto que hasta el momento solo se han realizado los primeros esbozos hidráulicos del sistema y un par de cálculos de dimensionado. Aun y así sí que se han determinado los componentes necesarios para construir el banco por lo que se puede hacer una estimación bastante precisa del coste que tendrán los componentes independientemente del dimensionado de cada uno. La experiencia previa de la empresa construyendo bancos ha demostrado que se tienen tanto los conocimientos como las capacidades de desarrollar este proyecto cumpliendo con la oferta presentada al cliente previamente.

Se ha descartado la opción de externalizar el proyecto y que construyera el banco una tercera empresa ya que el presupuesto de realizar el banco casi triplicaba los costes estimados de construirla nosotros mismos.

## **10. Perspectiva de genero**

En este apartado se estudia si el trabajo aplica la perspectiva de género.

La finalidad de este proyecto consiste en el desarrollo teórico y el dimensionamiento de un banco d ensayos térmicos para su posterior aplicación real. Al no diseñarse un producto, ni un servicio tecnológico, ni un proceso de producción no se puede considerar que se esté aplicando la perspectiva de género en este proyecto.

## 11. Conclusiones

A través del desarrollo de este proyecto se ha podido poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el grado en el área de la termodinámica y de la mecánica de fluidos.

Gracias a la implementación de los conocimientos en el área de la mecánica de fluidos se ha podido realizar el estudio previo del dimensionamiento de algunos de los componentes clave que conforman la integridad del banco de ensayos y ha permitido hacer una estimación del comportamiento que va a tener el fluido en según qué condiciones físicas.

También he podido comprobar durante el desarrollo del proyecto que muchas de las fórmulas que se aplican suelen presentarse de una manera ideal, lo cual se aleja en algunas ocasiones de la realidad a la hora de implementarlas físicamente los valores teóricos.

Durante el desarrollo del proyecto he adquirido nuevos conocimientos gracias a la investigación, la cual cosa ha servido para progresar laboralmente en mi actual puesto de trabajo, junto a la empresa con la cual he podido llevar a cabo este trabajo de final de grado.

## 12. Bibliografía

- ESCUDERO SALAS, Cristina. *Máquinas y equipos térmicos* (Español), 2ª edición, 2017
- CRESPO MARTINEZ, Antonio. *Mecánica de Fluidos en Ingeniería* (Español), 17 abril 2006
- Matías. (2014, November 8). *Etilenglicol*. [Www.textoscientificos.com](http://www.textoscientificos.com).  
<https://www.textoscientificos.com/quimica/etilenglicol>
- *CARACTERISTICAS DEL LÍQUIDO DE REFRIGERACIÓN APPLICATION NOTE Mezclas agua-glicol Agua desionizada Fluidos dieléctricos*. (n.d.).  
[https://www.eguasch.com/onlinedocs/catalogue/appnotes/AN090903\\_c.pdf](https://www.eguasch.com/onlinedocs/catalogue/appnotes/AN090903_c.pdf)
- Vékony, Klára, Ph.D. *Formulario del curso* (Versión: 1.0), 21 Febrero 2019
- *TABLAS DEL ETILENGLICOL Y PROPILENGLICOL* (Español)  
<https://certificacionenergetica.info/ist/pdf/Tablas-del-Etilenglicol-y-Propilenglicol.pdf>



**TecnoCampus**  
Escola Superior  
de Ciències Socials  
i de l'Empresa

*Centre adscrit a la*



**Universitat  
Pompeu Fabra**  
*Barcelona*

## **Ingeniería Mecánica**

**Estudio y desarrollo de un banco de ensayos climáticos**

**Estudio Económico**

**Albert Casas Alias**

**PONENTE: Klára Vékony**

**OTOÑO/PRIMAVERA AÑO 2021/22**



## 1. Planificación

Se planifican los diferentes apartados para la realización del trabajo total, partiendo las horas en cuatro partes, siendo la primera el anteproyecto, la segunda la memoria intermedia, la tercera la entrega final y la cuarta la preparación para la exposición del trabajo.

Para realizar la planificación se ha tenido en cuenta los recursos y tareas necesarias para realizar cada actividad. Se trata de una aproximación al horario de trabajo y cumplimiento de dichas actividades, sin tener en cuenta algún imprevisto que pueda surgir, debido a esto más adelante se realizará una comparación de las horas y tareas especuladas y las resultantes al final del proyecto.

En la tabla 6.1, se puede observar la duración total del proyecto, siendo esta de 400 horas, divididas en las siguientes franjas para cada grupo de trabajo.

Planificación	
Actividad	Duración
Anteproyecto	63
Memoria Intermedia	200
Entrega Final	87
Exposición	50

Tabla 1: Agrupación de horas por actividad

Fuente: Elaboración propia

Una vez vista la planificación general, en las tablas 6.2, 6.3 y 6.4, se puede observar las diferentes actividades que conforman cada actividad. Con la cantidad de tiempo que se ha dedicado a cada trabajo.

Actividad I: Anteproyecto	
Trabajo	Duración
Distribuir el proyecto	6
Desarrollo esquema hidráulico	10
Estudio componentes necesarios	15
Realización documento anteproyecto	7
Estudio y elaboración de los objetivos del proyecto	5
Estudio de la viabilidad técnica, económica y medioambiental	2
Planificación y seguimiento del trabajo	8
Cálculo del presupuesto	10

Tabla 2: Agrupación de horas Actividad I Anteproyecto

Fuente: Elaboración propia

Actividad II: Memoria Intermedia	
Trabajo	Duración
Corrección del anteproyecto	30
Calculo del dimensionado del banco	80
Desarrollo físico del banco	90

Tabla 3: Agrupación de horas Actividad II Memoria Intermedia

Fuente: Elaboración propia

Actividad III: Entrega Final	
Trabajo	Duración
Corrección de la memoria intermedia	25
Correcciones finales del documento	25
Elaboración final del proyecto	35
Imprimir el proyecto	2

Tabla 4: Agrupación de horas Actividad III Entrega Final

Fuente: Elaboración propia

---

Actividad IV: Presentación	
Trabajo	Duración
Planteamiento y elaboración de la presentación	15
Elaboración del PowerPoint	25
Preparación de la presentación	10

Tabla 5: Agrupación de horas Actividad IV Presentación

Fuente: Elaboración propia

## 2. Presupuesto

Para determinar el coste del proyecto, se realizará una estimación de los costes necesarios para la realización de cada actividad y los diferentes materiales necesarios para poder llevar a cabo dichas tareas.

El presupuesto se contabiliza como parte de la inversión inicial, ya que hay que realizar todas estas actividades, para poder poner en práctica la metodología.

## 3. Mediciones

Capítulo I: Elaboración del proyecto		
Código	Descripción	Partes iguales
1.1	Horas de proyectista destinadas a la distribución del anteproyecto	6
1.2	Horas de proyectista destinadas al desarrollo esquema hidráulico	10
1.3	Horas de proyectista destinadas a estudio de componentes necesarios para desarrollar el banco	15
1.4	Horas de proyectista destinadas realización anteproyecto	7
1.5	Horas de proyectista destinadas al estudio y elaboración de los objetivos del proyecto	5
1.6	Horas de proyectista destinadas al estudio de la viabilidad técnica, económica y medioambiental del proyecto	2
1.7	Horas de proyectista destinadas a la planificación y seguimiento del trabajo	8
1.8	Horas de proyectista destinadas a la creación del presupuesto del proyecto	10
1.9	Horas de proyectista destinadas a la corrección del anteproyecto	30
1.10	Horas de proyectista destinadas a determinar las dimensiones adecuadas del banco de ensayos	80
1.11	Horas de proyectista destinadas al desarrollo físico del banco de ensayos	90
1.12	Horas de proyectista destinadas a la corrección de la memoria intermedia	25
1.13	Horas de proyectista destinadas a las correcciones finales del documento	25
1.14	Horas de proyectista destinadas a la elaboración final del documento	35
1.15	Horas de proyectista destinadas a imprimir el proyecto	2
1.16	Horas de proyectista destinadas al planteamiento y elaboración de la presentación	15
1.17	Horas de proyectista destinadas a la elaboración del PowerPoint	25
1.18	Horas de proyectista destinadas a preparar la presentación	10

Tabla 6: Mediciones Capítulo I

Fuente: Elaboración propia

Capítulo II: Materiales		
Código	Descripción	Partes iguales
2.1	Intercambiador de calor	2
2.2	Electroválvula	3
2.3	Bomba Hidráulica	1
2.4	Bomba frio	1
2.5	Variador de frecuencia	1
2.6	Caudalímetro	3
2.7	DAQ	4
2.8	Deposito acumulador	1
2.9	Deposito frio	1
2.10	LOGO	1
2.11	Cuadro eléctrico	1
2.12	Máquina de frio	1
2.13	Sensor de presión	2
2.14	Sensor temperatura	7
2.15	Sensor leakage	1
2.16	Termostato	1
2.17	Sensor de nivel	1
2.18	Divisor de tensiones	2
2.19	Sensor intensidad	3

Tabla 7: Mediciones Capitulo II

Fuente: Elaboración propia

## 4. Cuadro de precios

Capítulo I: Elaboración del proyecto		
Código	Unidades	Precio Unitario (€)
1.1	Horas	15
1.2	Horas	15
1.3	Horas	15
1.4	Horas	15
1.5	Horas	15
1.6	Horas	15
1.7	Horas	15
1.8	Horas	15
1.9	Horas	15
1.10	Horas	15
1.11	Horas	15
1.12	Horas	15
1.13	Horas	15
1.14	Horas	15
1.15	Horas	15
1.16	Horas	15
1.17	Horas	15
1.18	Horas	15

Tabla 8: Cuadro de precios Capítulo I

Fuente: Elaboración propia

Capítulo II: Materiales		
Código	Unidades	Pecio Unitario (€)
2.1	Intercambiador de calor	100,98 €
2.2	Electroválvula	33,33 €
2.3	Bomba Hidráulica	638,88 €
2.4	Bomba frio	466,22 €
2.5	Variador de frecuencia	336,62 €
2.6	Caudalímetro	1.420,20 €
2.7	DAQ	600,00 €
2.8	Deposito acumulador	400,00 €
2.9	Deposito frio	350,00 €
2.10	LOGO	279,51 €
2.11	Cuadro eléctrico	1200,00 €
2.12	Máquina de frio	10.000 €
2.13	Sensor de presión	174,94€
2.14	Sensor temperatura	131,89 €
2.15	Sensor leakage	70,00 €
2.16	Termostato	35,00 €
2.17	Sensor de nivel	13,00 €
2.18	Divisor de tensiones	5,00 €
2.19	Sensor intensidad	43,03 €

Tabla 9: Cuadro de precios Capitulo II

Fuente: Elaboración propia

## 5. Presupuesto parcial

Capítulo I: Elaboración del proyecto				
Código	Descripción	Unidades Totales	Precio Unitario (€)	Importe (€)
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				
1.1	Horas de proyectista destinadas a la distribución del anteproyecto	6	15,00 €	90,00 €
1.2	Horas de proyectista destinadas al desarrollo esquema hidráulico	10	15,00 €	150,00 €
1.3	Horas de proyectista destinadas a estudio de componentes necesarios para desarrollar el banco	15	15,00 €	225,00 €
1.4	Horas de proyectista destinadas realización anteproyecto	7	15,00 €	105,00 €
1.5	Horas de proyectista destinadas al estudio y elaboración de los objetivos del proyecto	5	15,00 €	75,00 €
1.6	Horas de proyectista destinadas al estudio de la viabilidad técnica, económica y medioambiental del proyecto	2	15,00 €	30,00 €
1.7	Horas de proyectista destinadas a la planificación y seguimiento del trabajo	8	15,00 €	120,00 €
1.8	Horas de proyectista destinadas a la creación del presupuesto del proyecto	10	15,00 €	150,00 €
1.9	Horas de proyectista destinadas a la corrección del anteproyecto	30	15,00 €	450,00 €
1.10	Horas de proyectista destinadas a determinar las dimensiones adecuadas del banco de ensayos	80	15,00 €	1.200,00 €
1.11	Horas de proyectista destinadas al desarrollo físico del banco de ensayos	90	15,00 €	1.350,00 €
1.12	Horas de proyectista destinadas a la corrección de la memoria intermedia	25	15,00 €	375,00 €
1.13	Horas de proyectista destinadas a las correcciones finales del documento	25	15,00 €	375,00 €
1.14	Horas de proyectista destinadas a la elaboración final del documento	35	15,00 €	525,00 €
1.15	Horas de proyectista destinadas a imprimir el proyecto	2	15,00 €	30,00 €
1.16	Horas de proyectista destinadas al planteamiento y elaboración de la presentación	15	15,00 €	225,00 €
1.17	Horas de proyectista destinadas a la elaboración del PowerPoint	25	15,00 €	375,00 €
1.18	Horas de proyectista destinadas a preparar la presentación	10	15,00 €	150,00 €
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				
1,19	20% de la mano de obra			1.200,00 €
Suma total (Costes directos + Costes indirectos)				6.000,00 €
Margen del 25%				1.500,00 €
<b>TOTAL CAPITULO I</b>				<b>8700,00 €</b>

Tabla 10: Presupuesto parcial Capítulo I

Fuente: Elaboración propia

Capítulo II: Materiales				
Código	Unidades	Unidades totales	Precio Unitario (€)	Importe (€)
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				
2.1	Intercambiador de calor	2	100,98 €	201,96 €
2.2	Electroválvula	3	33,33 €	99,99 €
2.3	Bomba Hidráulica	1	638,88 €	638,88 €
2.4	Bomba frio	1	466,22 €	466,22 €
2.5	Variador de frecuencia	1	336,62 €	336,62 €
2.6	Caudalímetro	3	1.420,20 €	4260,60 €
2.7	DAQ	4	600,00 €	2400,00 €
2.8	Deposito acumulador	1	400,00 €	400,00 €
2.9	Deposito frio	1	350,00 €	350,00 €
2.10	LOGO	1	279,51 €	279,51 €
2.11	Cuadro eléctrico	1	1200,00 €	1.200,00 €
2.12	Máquina de frio	1	10.000 €	10.000 €
2.13	Sensor de presión	2	174,94€	349,88 €
2.14	Sensor temperatura	7	131,89 €	923,23 €
2.15	Sensor leakage	1	70,00 €	70,00 €
2.16	Termostato	1	35,00 €	35,00 €
2.17	Sensor de nivel	1	13,00 €	13,00 €
2.18	Divisor de tensiones	2	5,00 €	10,00 €
2.19	Sensor intensidad	3	43,03 €	129,09 €
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				
2,7	10% Costes Indirectos 22164,98			2.216,50 €
Suma total (Costes directos + Costes indirectos)				24.381,48 €
Margen del 15%				3657,23 €
<b>TOTAL CAPITULO I</b>				<b>28.038,70 €</b>

Tabla 11: Presupuesto parcial Capítulo II

Fuente: Elaboración propia

Capítulo III: Amortizaciones				
Código	Descripción	Precio Inversión	N (Años)	€/Año
3.1	Ordenador	1.200,00 €	3	400,00 €
	Impresora	72,00 €	3	24,00 €
	Escritorio	120,00 €	5	24,00 €
	Silla	90,00 €	5	18,00 €
	Software Microsoft Project	489,99 €	3	163,33 €
	Software Microsoft Office	100,00 €	3	33,33 €
Total de proyectos por año		3	Precio Total	662,66 €
<b>Total Capitulo III</b>				<b>220,89 €</b>

Tabla 12: Presupuesto parcial Capitulo III

Fuente: Elaboración Propia

Para escoger los años de amortización de cada elemento, se ha tenido en cuenta para los componentes electrónicos 3 años de amortización, debido a la velocidad hoy en día con la que sale una tecnología mejor a la actual, forzando así, que cada pocos años, se tengan que actualizar dichos componentes para tener una mayor productividad y estar en las mismas condiciones tecnológicas que la competencia. Mientras tanto, para los muebles, se ha escogido amortizarlos a 5 años, ya que es un componente más funcional y no hay necesidad de cambiarlo con una regularidad tan corta, como los componentes electrónicos

Para este capítulo, se tendrá en cuenta que se realizarán 3 proyectos al año, por lo que la amortización a tener en cuenta para este proyecto será el precio total de amortizaciones dividido por la cantidad de proyectos al año, obteniendo un precio de amortizaciones de 220,89€.

## 6. Presupuesto final

Total Capítulo I	8700,00 €
Total Capítulo II	28.038,70 €
Total Capítulo III	220,89 €
<hr/>	
TOTAL	36.959,59 €
IVA 21 %	7.761,52 €
<hr/>	
<b>TOTAL PRESSUPUESTO</b>	<b>44.721,11 €</b>

