

CONSTRUCCIÓN DE MAQUETA DE ZONA DE CANTARA DE BUQUE TANQUE

Trabajo Final de Grado



Facultad de Náutica de Barcelona
Universidad Politécnica de Cataluña

Trabajo realizado por:
Fernando Molina Bellido

Dirigido por:
Mariano Badell Serra

Grado en Ingeniería Náutica y Transporte Marítimo

Barcelona, 26 de Octubre de 2015

Departamento de Ciencia e Ingeniería Náutica



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Facultat de Nàutica de Barcelona



Agradecimientos

Quiero aprovechar estas líneas para agradecer a todas las personas que me han ayudado y me han apoyado a lo largo de estos 3 años de dura andadura por la Facultad de Náutica de Barcelona.

También dar las gracias a mi familia, en especial padres y abuela por el apoyo incondicional y ayuda recibida para la realización de este proyecto, así como mis 3 años de andadura por la Faculta de Náutica de Barcelona, ya que sin ellos esto no hubiera sido posible.

Resumen

El presente proyecto pretende contribuir con una nueva herramienta de trabajo para la realización de prácticas didácticas, en las clases de la asignatura de Estiba del Grado en Ingeniería Náutica y transporte Marítimo de la Facultad Náutica de Barcelona.

Se ha diseñado y construido una maqueta que representa de la zona de cantara de un buque tanque, con la finalidad de observar y conocer mejor, el funcionamiento de la carga y descarga de los buques tanque.

Las planchas de metacrilato distribuidas según los planos simulan los tanques de carga. Las bombas se activan mediante pulsadores, las válvulas se abren manualmente y cuenta con manómetros en los cuales podemos ver la presión en la entrada y la salida de las bombas de descarga. Contiene un circuito eléctrico que esta alimentado por una batería de 12V 12Ah.

Es una herramienta útil que favorece tanto al profesorado, para realizar mejor y de manera más sencilla sus explicaciones, como al alumnado, que de forma didáctica, aprendan y entiendan cómo es y cómo funciona la zona de cantara de un buque tanque.

La maqueta es un complemento de la parte teórica, del simulador y un recurso que se asemeja a la realidad, ya que el acceso de los alumnos a un buque de verdad es prácticamente imposible.

Tener acceso a una herramienta con estas características, aporta a los alumnos cierta motivación, puesto que representa fielmente la realidad de un buque tanque, del cual, en un futuro podrían formar parte.

Tabla de contenidos

AGRADECIMIENTOS	III
RESUMEN	V
TABLA DE CONTENIDOS	VII
LISTADO DE FIGURAS	IX
LISTADO DE TABLAS	X
LISTADO DE ABREVIATURAS.	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
<u>CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y PLAN DE TRABAJO.</u>	<u>1</u>
1.1 OBJETIVO.	1
1.2 PLAN DE TRABAJO.	2
1.2.1 ESTUDIO DE LA MAQUETA.	2
1.2.3 DISEÑO DE LOS PLANOS.	2
1.2.3 ELECCIÓN DEL MATERIAL.	3
1.2.4 CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA	3
1.2.5 PRUEBAS DE CARGA Y DESCARGA	3
1.2.6 REALIZACIÓN DEL PROYECTO ESCRITO	4
<u>CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE HERRAMIENTAS Y MATERIALES UTILIZADOS.</u>	<u>5</u>
2.1 LISTADO DE HERRAMIENTAS Y UTILIZACIÓN.	5
2.2 LISTADO DE MATERIALES Y UTILIZACIÓN.	6
<u>CAPÍTULO 3.DISEÑO DE MAQUETA Y SELECCIÓN DE SUS COMPONENTES.</u>	<u>11</u>
3.1 FUNDAMENTOS	11
3.2 DISEÑO	12
3.2.1 SOPORTE DE LA ESTRUCTURA.	12
3.2.2 ESTRUCTURA.	13
3.2.3 CIRCUITO DE CARGA Y DESCARGA DE LÍQUIDO.	15
3.2.4 CIRCUITO DE LASTRE.	25
3.2.5 CIRCUITO ELÉCTRICO.	29
<u>CAPÍTULO 4. PASOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA.</u>	<u>31</u>

4.1 CONSTRUCCION DE LA MAQUETA	31
4.1.1 TRES BLOQUES PRINCIPALES DE LA MAQUETA.	31
4.1.2 PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA.	32
CAPÍTULO 5. DATOS OPERATIVOS	35
5.1 TABLAS PARA DATOS EN LA OPERACIÓN DE CARGA DE TANQUES Y DESLASTRADO.	35
5.2 TABLAS PARA DATOS EN LA OPERACIÓN DE DESCARGA DE TANQUES Y LASTRADO.	36
CAPÍTOL 6. DATOS RELEVANTES.	37
6.1 PRUEBA DE BOMBAS.	37
6.2 ANCLAJE DE LAS PIEZAS Y BARRAS DE METACRILATO.	38
6.3 HORAS DE TRABAJO EN LA ELEBORACION DE LA MAQUETA.	38
CAPÍTULO 7. EJERCICIOS DE CARGA Y DESCARGA.	41
7.1 EJERCICIO DE CARGA.	41
7.2 EJERCICIO DE DESCARGA.	42
7.3 TABLAS PARA REALIZAR EJERCICIOS DE CARGA Y DESCARGA	42
CONCLUSIONES.	45
BIBLIOGRAFÍA	47
ANEXO 1. PLANO DE LA ESTRUCTURA.	49
ANEXO 2. SISTEMA DE LÍNEAS DE LASTRE Y CARGA.	53
ANEXO 3. PRESUPUESTO DE LA MAQUETA	55

Listado de Figuras

Figura 1 - Soporte maqueta.....	12
Figura 2 - Tanque de carga número 1 babor.....	15
Figura 3 - Tanque de carga número 1 central.	16
Figura 4 - Tanque de carga número 1 estribor.....	17
Figura 5 - Tanque de carga número 2 central.	19
Figura 6 - Tanque de carga número 3 central.	21
Figura 7 - Tanque de decantación de babor.....	22
Figura 8 - Tanque de decantación de estribor.	24
Figura 9 - Circuito de carga y descarga de líquido en la cámara de bombas.	25
Figura 10 - Tanque de agua de lastre de babor.....	26
Figura 11 - Tanque de agua de lastre de estribo.....	27
Figura 12 - Circuito de agua de lastre en la cámara de bombas.	28
Figura 13 - Circuito de agua e lastre en la cámara de bombas.	28

Listado de Tablas

Tabla 1 - Listado de materiales.....	10
Tabla 2 - Tabla para anotar tiempo en realizar la carga y deslastro de los tanques de lastre.	35
Tabla 3 - Tabla para anotar presiones de los manómetros, voltaje e intensidad de la bomba de lastre. .	35
Tabla 4 - Tabla para anotar tiempo en realizar la descarga y lastro de los tanques de lastre.	36
Tabla 5 - Tabla para anotar presiones de los manómetros, voltajes e intensidades de las bombas de descarga y de lastre.	36
Tabla 6 - Valores obtenidos tras hacer pruebas de las bombas para la maqueta	37
Tabla 7 - Tabla para anotar tiempo en realizar la carga y el deslastro los tanques de lastre.	43
Tabla 8 - Tabla para anotar presiones de los manómetros, voltaje e intensidad de la bomba de lastre. .	43
Tabla 9 - Tabla para anotar tiempo en realizar la descarga y el lastro de los tanques de lastre.	44
Tabla 10 - Tabla para anotar presiones de los manómetros, voltajes e intensidades de las bombas de descarga y de lastre.	44
Tabla A 1 - Presupuesto de la maqueta.....	56

Listado de Abreviaturas.

¼": un cuarto de pulgada.

cm: centímetros.

Ah: amperios.

Kg: Kilo gramos

gr: gramos.

m: metros.

mm: milímetros.

PVC: poli cloruro de vinilo, es el derivado del plástico más versátil.

V: voltios.

W: watios.

Introducción

Nos encontramos ante una herramienta que facilita el aprendizaje de los alumnos, reforzando las explicaciones con un modelo que se asemeje a la realidad, con el que puedan practicar, visualizar sus componentes y sobretodo entender con detalle su funcionamiento. Es una gran ayuda que resuelve los problemas de entendimiento que se pueden generar solo con explicaciones teóricas.

También es el complemento perfecto para el profesor que imparte la asignatura, ya que puede dar a conocer de primera mano y con explicaciones más sencillas como es la zona de cantara de un buque tanque y cuál es su funcionamiento, de una manera mucho más didáctica y visual, aportando también cierta motivación a sus alumnos.

En primer lugar se han estudiado las necesidades que debía satisfacer la maqueta. Esta etapa siempre ha ido muy relacionada con la carga y descarga de los tanques de un buque que transporta líquidos a granel y la cámara de bombas que utilizan actualmente. Una vez definidas estas necesidades se ha procedido al estudio de los componentes y finalmente a su construcción.

Posteriormente y teniendo en cuenta las necesidades estudiadas anteriormente, se ha diseñado los circuitos de carga, descarga y trasvase de la mercancía, así como el circuito eléctrico que acciona las bombas de los anteriores circuitos.

Por último, se han diseñado dos prácticas, redactando su contenido y aportando la solución de esta. A parte se realiza una evaluación económica para conocer el coste que supone un proyecto de estas características.

Capítulo 1. Objetivo y plan de trabajo.

1.1 OBJETIVO.

El objetivo principal de este proyecto es crear una herramienta que represente la zona de cantara de un buque tanque, para conocer el funcionamiento de carga y descarga del fluido, además del circuito de agua de lastre en dichos buques, y ser estudiado en las clases prácticas de la asignatura de Estiba del Grado en Ingeniería Náutica y transporte Marítimo de la Facultad Náutica de Barcelona.

El motivo de esta maqueta no es otro que mejorar las explicaciones teóricas, ofreciendo así, un modelo semejante a la realidad escalado, que se pueda manejar cómodamente y sobretodo que pueda ser utilizado tantas veces como sea necesario para que los alumnos conozcan bien y entiendan su funcionamiento, visualizando todas las partes de los circuitos y los componentes que lo forman.

Se ha construido una herramienta muy didáctica, que permite tener pleno conocimiento de este tipo de operaciones en los buques tanque, que en la realidad son muy difíciles de acceder por los alumnos y que muchos de ellos quizás no puedan llegar a conocer de tan cerca.

Con los ejercicios propuestos en el desarrollo de este proyecto, se pretende reforzar y complementar las clases teóricas y permitir que los alumnos manejen el funcionamiento de la carga y descarga del fluido, a parte del funcionamiento del circuito de agua de lastre, y conseguir que entiendan sin lugar a dudas todo el procedimiento.

Por tanto, nos encontramos ante una herramienta que ha sido diseñada y construida con el propósito de complementar las clases teóricas, para poder visualizar, comprobar y manejar, de una manera más didáctica, motivadora e innovadora el funcionamiento de carga y descarga de los buque tanque, el cual en un futuro, podría convertirse en el día a día de cualquier alumno de la Facultad Náutica de Barcelona.

1.2 PLAN DE TRABAJO.

A continuación se enumerarán las tareas que están previstas en el proyecto. En cada etapa se realizará una breve descripción del trabajo realizado.

1.2.1 Estudio de la maqueta.

La primera tarea consiste, en encontrar la forma idónea de simular los tanques de carga y descarga de un buque tanque y marcar los objetivos de este proyecto, destacando las necesidades que se desean satisfacer. Tendremos que pensar en el funcionamiento real de dichos buques para hacer una representación fiel, y ver cómo realizar el circuito de carga, el de lastre y el circuito eléctrico que accionará todo el sistema.

Sabemos que está destinado para realizar prácticas y por tanto, servirá de ayuda para muchos alumnos, por eso tiene que ser una herramienta fácil de entender, cómoda y sobretodo resistente.

1.2.3 Diseño de los planos.

En esta etapa plasmaremos todas las ideas anteriores en los planos. Empezamos diseñando el plano de la estructura, es decir, como vamos a disponer los tanques y que dimensiones tendrán estos. Luego haremos el plano de carga y seguidamente el de lastre. Finalmente, realizaremos el diseño del circuito eléctrico. Esta etapa es muy importante, puesto que luego pasaremos a la construcción siguiendo los planos que hemos diseñado. (Ver anexos I y II).

1.2.3 Elección del material.

Es muy importante hacer una buena elección de los materiales, puesto que necesitamos algo ligero, pero que cubra todas las necesidades que requiere esta maqueta. La estructura que simula los tanques del buque, tiene que ser una material resistente, que permita observar lo que ocurre dentro de ellos y que podamos con la ayuda de otros elementos y materiales hacer una estructura estanca. Nuestro material elegido serán las planchas de metacrilato y perfiles del mismo material que permita la unión entre ellas.

Para los circuitos de carga y de agua de lastre utilizaremos elementos que están destinados a la neumática, al igual que para el circuito eléctrico utilizaremos componentes de electrónica.

1.2.4 Construcción de la maqueta

En esta etapa vamos a poder llevar a cabo todo lo planificado anteriormente. Primero construiremos el soporte de la maqueta, seguidamente iremos construyendo poco a poco la maqueta, montando todos los circuitos menos el eléctrico y comprobando que los tanques de metacrilato no tengan pérdidas de agua. Esto último es muy importante, ya que es imprescindible que todos sean estancos y evitar así, comunicación entre ellos. Por ultimo montamos el circuito eléctrico y estaríamos ya preparados para pasar a la siguiente fase. Esta etapa, quizás se la más duradera y la más pesada, puesto que según se va construyendo van surgiendo pequeños detalles o complicaciones que sobre los planos no se tienen.

1.2.5 Pruebas de carga y descarga

Una vez montada toda la maqueta y asegurar que es estanca, realizaremos todo tipo de pruebas. Primero accionaremos las bombas y los circuitos para verificar que todo funciona como es debido. Una vez comprobado pasaremos a realizar la carga y el deslastre de los tanques de lastre, si todo ha funcionado haremos la descarga y lastraremos los tanques de lastre.

Para realizar estas pruebas haremos unas tablas donde poder anotar tiempos, presiones, voltajes y amperios para tener todos los datos técnicos de nuestra maqueta.

1.2.6 Realización del proyecto escrito

Esta es la etapa final; en ella redactaremos los aspectos más destacables, fundamentales e importantes de nuestra maqueta. Esta etapa también es muy importante, puesto que con dicha memoria, estamos complementando la información que hemos representando, para que cualquier persona pueda entender mejor el funcionamiento de la carga y la descarga de los buques tanques.

Capítulo 2. Descripción de herramientas y materiales utilizados.

2.1 LISTADO DE HERRAMIENTAS Y UTILIZACIÓN.

- **Soldador de acero inoxidable** para hacer la estructura que soporta la maqueta.
- **Máquina para doblar tubos de acero inoxidable** y hacer la estructura que soporta la maqueta.
- **Máquina de taladrar** para perforar, hacer rosca y avellanar las planchas y barras de metacrilato que conforman la estructura de la maqueta.
- **Brocas** métrica 2,5-6-8-10-13 mm para agujerear, así como macho de métrica 3 mm para hacer rosca, y broca de avellanar métrica 6 mm
- **Radial** para cortar y lijar las diferentes piezas de metacrilato y poderlas ajustar y ensamblar. También se ha utilizado para cortar los tubos de acero inoxidable, varillas roscadas, y tubos de aluminio.
- **Disco de corte** de acero inoxidable y disco mil hojas para lijar con la radial.
- **Máquina de atornillar** con su respectiva broca de Allen para poner los 700 tornillos que conforman la estructura de la maqueta.
- **Pistola de silicona** para poner la silicona sellante y darle estanqueidad a la maqueta.
- **Llave fija 6-7 mm** para enroscar las tuercas en las varillas roscadas
- **Llave fija 14 mm** para unir los diferentes elementos de los circuitos.
- **Llave fija 17 mm** para unir los diferentes elementos de los circuitos.
- **Pico de loro** para unir los diferentes elementos de los circuitos y roscar las varillas a las válvulas de paso.
- **Alicates punta fina.**
- **Alicates**

- **Alicates de corte** para el tubo de pvc.
- **Llave inglesa** para unir los diferentes elementos de los circuitos.
- **Llave Allen** métrica 2 mm para atornillar tornillos Allen.
- **Punzón** para encarar los agujeros y poder ensamblar bien las piezas de la estructura.
- **Cúter** para cortar la silicona sobrante.
- **Soldador de estaño** de 40 w para soldar el circuito eléctrico.
- **Tornillo de banco** para sujetar las diferentes piezas y poder trabajar.

2.2 LISTADO DE MATERIALES Y UTILIZACIÓN.

MATERIAL	UNIDADES	DESCRIPCIÓN Y UTILIZACIÓN
Tubo de acero inoxidable	1	Tubo de 25 mm de diámetro y 6 m de longitud para realizar la estructura del soporte de la maqueta.
Ruedas giratorias	4	Ruedas capaces de soportar 70 Kg de peso cada una, para poder manejar la maqueta.
Bombas limpia parabrisas	4	Bombas limpia parabrisas de coche para poder lastrar y deslastrar, realizar la descarga de los tanques de carga, y otra externa que nos servirá para poder cargar los tanques.
Planchas de metacrilato	3	Planchas de 2*1 m de 5 mm de espesor, cortadas a diferentes medidas para realizar la estructura de los tanques
Barras de metacrilato	52	Barras de 10*10 mm de diferentes medidas de largaría para unir la estructura de los tanques y reforzar dicha estructura.

Plancha esponja	1	Plancha de 750*450 mm para obtener estanqueidad en la parte superior de los tanques.
Válvula mini bola hembra	8	Válvula de paso rosca ¼" con el cual podemos iniciar, detener o regular el paso del crudo o el agua de lastre entre los tanques.
Válvula mini bola Macho-Hembra	20	Válvula de paso rosca ¼" con el cual podemos iniciar, detener o regular el paso de la carga o el agua de lastre entre los tanques.
Recto entrada Macho	36	Racor rosca ¼" para tubo de 8mm con el que realizar conexiones de los circuitos de carga y agua de lastre.
Recto entrada Hembra	20	Racor rosca ¼" para tubo de 8mm con el que realizar conexiones de los circuitos de carga y agua de lastre.
TE roscas hembra	18	Te rosca ¼" para realizar tres conexiones entre los circuitos de carga y agua de lastre.
TE roscas laterales Hembra y central Macho	3	Te rosca ¼" para realizar tres conexiones entre los circuitos de carga y agua de lastre.
Regleta en cruz	2	Regleta de rosca ¼" para realizar cuatro conexiones entre los circuitos de carga y agua de lastre.
Codo rosca Macho - Hembra	22	Codo de rosca ¼" para realizar conexiones de 90° en el circuito de carga y agua de lastre.

Codo giratorio Macho – Tubo	9	Codo rosca ¼” tubo de 8 mm para realizar conexiones de 90° en el circuito de carga y agua de lastre.
Codo Tubo – Tubo	2	Codo para tubo de 8 mm de diámetro exterior para poder unir dos tuberías y hacer un cambio de dirección de 90°.
Machón cónico doble	7	Rosca ¼” para realizar conexiones entre dos elementos con rosa hembra.
Manómetro	8	0/1.6 versión 1/4 GL, para medir la presión de trabajo en bares de la bomba de descarga antes de abrir la válvula de paso.
Tubo espiro cristal	10 m	Tubo de PVC flexible transparente de 0,6*0,8 cm para simular tuberías.
Cinta teflón	2	Rollo de 0,75*12 mm y 12 m de longitud para poner en las roscas y hacerlas estancas.
Arandela metal goma	14	Arandela de ¼” para hacer estancas las conexiones en los mamparos de los tanques.
Silicona sellante negra	6	Silicona para sellar las juntas en el montaje de la estructura.
Tornillos	500	M3*10 mm para ensamblar la estructura de la maqueta.
Tornillos	100	M3*12 mm para ensamblar la estructura de la maqueta.
Tornillos	100	M3*20 mm para ensamblar la estructura de la maqueta.

Varilla roscada	11	Métrica 4 mm para poder abrir y cerrar válvulas de paso desde la parte exterior de los tanques y la cámara de bombas.
Roscas y arandelas	100 gr.	Métrica 4 mm para poder abrir y cerrar válvulas de paso desde la parte exterior de los tanques y la cámara de bombas.
Pegamento würrth	1	Bote de 20 gr para pegar las varillas roscadas con las válvulas de paso.
Tubo de red aluminio	6	Tubo de 6 mm*1 m para recubrir las varillas roscadas y hacer estanqueidad en la parte superior de los tanques con el exterior.
Abrazaderas	2	Para tubo de 22 cm que sujetan dos válvulas de paso de los tanques de carga 1 y 3 Estribor.
Juego de bridas	1	Paquete de bridas de colores para distinguir los diferentes circuitos.
Batería de plomo	1	12 V – 12 Ah para poder activar las bombas.
Cargador de batería de plomo	1	12 V – 4 Ah para cargar la batería.
Base fusible y doble interruptor	1	Para hacer la conexión entre el cargador de batería y el exterior de la maqueta
Piloto verde con cable	1	Para saber si el circuito de 220 V tiene corriente.
Interruptor redondo	5	Para accionar las bombas y el circuito de 12 Voltios.
Porta fusibles	5	Para proteger los diferentes circuitos de 12 Voltios.

Fusibles	3	En caso de subida de tensión que se funda el fusible y no las bombas.
LED RGB	5	5mm de grosor y 4 pins para saber cuándo esta accionado uno de los circuito de 12 V.
Resistencia met/film	5	¼ W 1% para poder activar los LED'S de 4 pins.
Voltímetro/amperímetro digital con shunt	1	30 V 100 Ah para medir la carga de la batería.
Voltímetro/amperímetro digital	3	100V 10Ah para poder medir los Voltios y el amperaje que consume cada bomba en funcionamiento.
Cable rojo - negro	5m	2*1,5 mm para montar el circuito eléctrico.
Estaño	1	Un rollo de 40 gr para soldar las los elementos del circuito eléctrico con el cable.
Cubos de plástico	2	Uno para poder realizar el deslastre en clase y otro que lo utilizaremos para realizar la carga de los tanques de carga.

Tabla 1 - Listado de materiales.

Capítulo 3. Diseño de maqueta y selección de sus componentes.

Uno de los objetivos del proyecto, es la construcción de la maqueta de la zona de cantara de un buque tanque. Su finalidad es la realización de prácticas con bombas más pequeñas por parte de futuros estudiantes. A continuación se estudian y analizan los diferentes tipos de materiales y elementos posibles para la construcción de la misma.

3.1 FUNDAMENTOS

Antes de iniciar el diseño de la maqueta como los diferentes circuitos, se han establecido los objetivos que se quieren alcanzar, ya que ambas etapas estarán relacionadas intrínsecamente.

De esta manera, la maqueta debe cumplir las siguientes funciones:

- Poder realizar prácticas en clase, por lo que debe ser fácil de transportar.
- Poder realizar la carga y la descarga de líquido, en el que se pueda cargar con bombas de tierra, descargar con las bombas de descarga de la maqueta o la carga y descarga por gravedad. Al igual que se debe poder cargar y descargar agua de lastre.
- Nos debe indicar la presión en bares a la que está trabajando la bomba con las válvulas de paso, estando cerradas o abiertas.
- Accionamiento circuito eléctrico con un interruptor general.
- Accionamiento eléctrico de las bombas de descarga y de lastre.
- Señales luminosas mediante leds que nos indiquen si las bombas tienen corriente o no, o si el cargador de batería está conectado o desconectado.

- Pantallas donde nos indiquen los voltios y amperios que está consumiendo cada bomba cuando esta accionada y la carga que le queda a la batería.

Teniendo en cuenta estos objetivos se ha empezado a diseñar la maqueta.

3.2 DISEÑO

A continuación se explican las funciones planteadas en el apartado anterior y se argumenta por qué se ha escogido cada elemento y donde se ubicará dentro del conjunto.

3.2.1 Soporte de la estructura.

Para poder manejar la estructura de la maqueta en clase y que los alumnos puedan realizar mejor las prácticas hemos diseñado un soporte con tubo de acero inoxidable ya que es muy resistente el material, con 4 ruedas giratorias que aguantan 60 Kg de peso cada una para su fácil transporte, ya que la maqueta soportará aproximadamente un peso de 140 kg.



Figura 1 - Soporte maqueta.

3.2.2 Estructura.

La estructura se compone de un total de 16 piezas de 5mm de grosor de metacrilato y de diferentes medidas, así como un total de 48 barras de 10*10mm de metacrilato que sirven de refuerzos y así, poder anclar las piezas.

La relación de piezas que componen la estructura es la siguiente es la siguiente:

- 1 pieza de 120 cm de largo*45 cm de ancho para el plan de la maqueta
- 2 piezas de 120 cm de largo*40 cm de alto para los mamparos laterales de la maqueta de proa a popa.
- 3 piezas de 44 cm de ancho*40 cm de alto que son mamparos de proa, popa y mamparo de separación entre cámara de bombas y tanques.
- 2 piezas de 75 de largo*40 cm de ancho para los mamparos que dividen los tanques de babor y estribor de los tanques centrales.
- 4 piezas de 12 cm de ancho*40 cm de largo para los mamparos que dividen los tanques laterales, como el nº 1 de carga tanto babor como estribor de los tanques de lastre tanto babor como estribor y estos de los tanques de decantación babor y estribor.
- 2 piezas de 19 cm de ancho*40 cm de alto que son mamparos que dividen los tanques de carga centrales número 1, 2 y 3.
- 1 pieza de 74 cm de largo*45 cm de ancho para tapar y hacer estanco todos los tanques, la cual, también servirá de cubierta donde irán colocadas las manetas para abrir y cerrar las válvulas de paso de los tanques, y el manifold que se compone de manómetro válvula de paso y la salida de la carga.
- 1 pieza de 45 * 45 cm que servirá para tapar la cámara de bombas e irán puestos manómetros, voltímetros, pulsadores, porta fusibles, leds, llaves de paso de la cámara de bombas.
- 1 pieza de 40 cm de largo*12 cm de largo anclada al mamparo de popa de la cámara de bombas que servirá para soporte de la batería y el cargador de batería.

Relación de barras de refuerzo que componen la estructura:

En el plano de la maqueta hay las siguientes barras:

- 4 barras de 74 cm longitudinales para formar los tanques.
- 2 barras de 12 cm para la parte de proa de los tanques de carga nº1 de Babor y estribor.
- 6 barras de 10 cm para los tanques de lastre y los tanques de decantación.
- 3 barras de 19 cm para los tanques de carga centrales.
- 2 barras de 44 cm situadas a babor y estribor de la cámara de bombas.
- 2 barras de 42 cm situadas a proa y popa de la cámara de bombas.

22 barras de 38 cm situadas de forma vertical para poder anclar las piezas de toda la maqueta, tanto los tanques como la cámara de bombas.

4 barras de 42 cm situadas transversalmente en la parte superior de los tanques para anclar las piezas que harán estanca la maqueta y simularan la cubierta del buque.

1 barra de 42 cm situada transversalmente en la parte superior y a popa de la cámara de bombas para poder anclar la pieza que va situada en la parte superior de la misma.

2 barras de 119 cm situadas longitudinalmente en la parte superior de lo mamparos laterales para poder anclarlos.

2 barras de 13 cm para dar apoyo a la pieza que va situada en el mamparo de popa de la cámara de bombas a 14 cm de altura de la base.

Para poder sujetar todas las piezas y barras de metacrilato utilizaremos silicona sellante de color negro que se utiliza para hacer estancos los cristales de los barcos, así como tornillos de métrica 3 mm y longitud de 10 y 20 mm por el grosor tanto de las piezas como de las barras.

3.2.3 Circuito de carga y descarga de líquido.

En el **tanque de carga número 1 babor** irán instalados los siguientes componentes para que se comunique con el tanque de carga número 1 central.

- 1 mini válvula de paso rosca ¼" macho-hembra, para hacer la aspiración del tanque y unirlo con el tanque de carga número 1 central.
- 1 junta metal-goma para que no pase líquido al tanque central de carga número 1.
- 1 varilla roscada de hierro con la que podremos abrir y cerrar la válvula de paso desde la parte superior y exterior del tanque.
- 2 codos 90° con roscas ¼" macho-hembra unidos a la válvula de paso para hacer la aspiración del tanque.
- 1 tubo de aluminio recubriendo la varilla roscada, y haciéndolo estanco con la tapa del tanque.

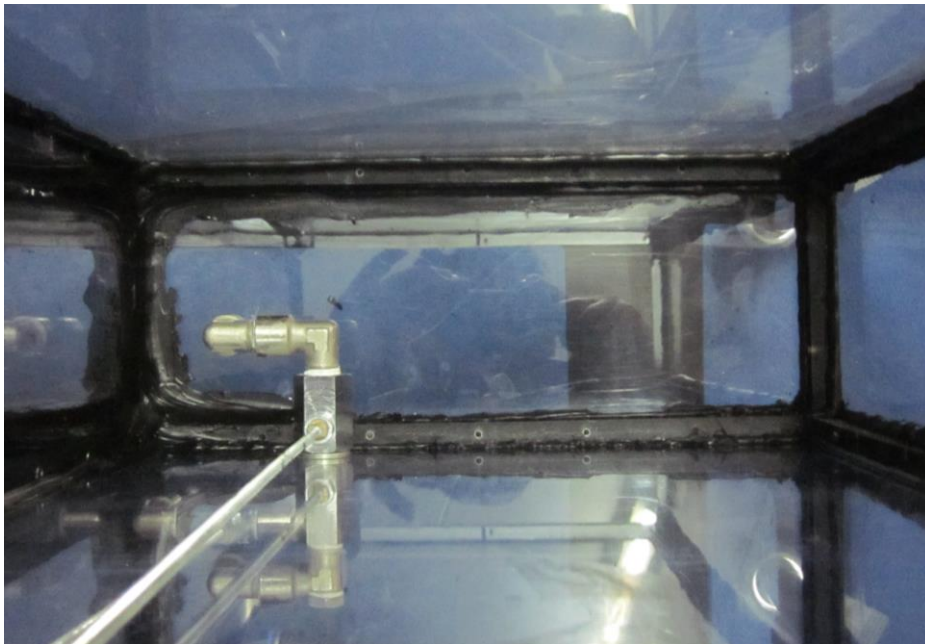


Figura 2 - Tanque de carga número 1 babor.

En el **tanque de carga número 1 central** irán instalados los siguientes componentes para que se comunique con el tanque de carga número 1 estribor, número 1 babor, y con la cámara de bombas.

- 1 TE con roscas $\frac{1}{4}$ " hembra, para fijar la válvula de paso del tanque de carga número 1 al mamparo que divide el tanque con el número 1 babor, y comunicarlo con este mismo tanque.
- 1 mini válvula de paso roscas $\frac{1}{4}$ " macho-hembra para hacer la aspiración del tanque.
- 1 varilla roscada de hierro con la que podremos abrir y cerrar la válvula de paso desde la parte superior y exterior del tanque.
- 1 tubo de aluminio recubriendo la varilla roscada, y haciéndolo estanco con la tapa del tanque.
- 1 codo 90° roscas $\frac{1}{4}$ " macho hembra, para hacer la aspiración del tanque.
- 1 codo giratorio rosca $\frac{1}{4}$ " macho tubo 8 mm, para unir el tanque con el tanque de carga número 1 estribor.
- Una TE roscas $\frac{1}{4}$ " hembra, para conectar con el tanque de carga número 1 estribor y número 2 central.
- 1 recto rosca $\frac{1}{4}$ " macho tubo 8 mm, para que la TE tenga conexión automática.
- 20 cm de tubo de pvc de 8 mm de exterior para conectar las dos conexiones automáticas que hay en el tanque.

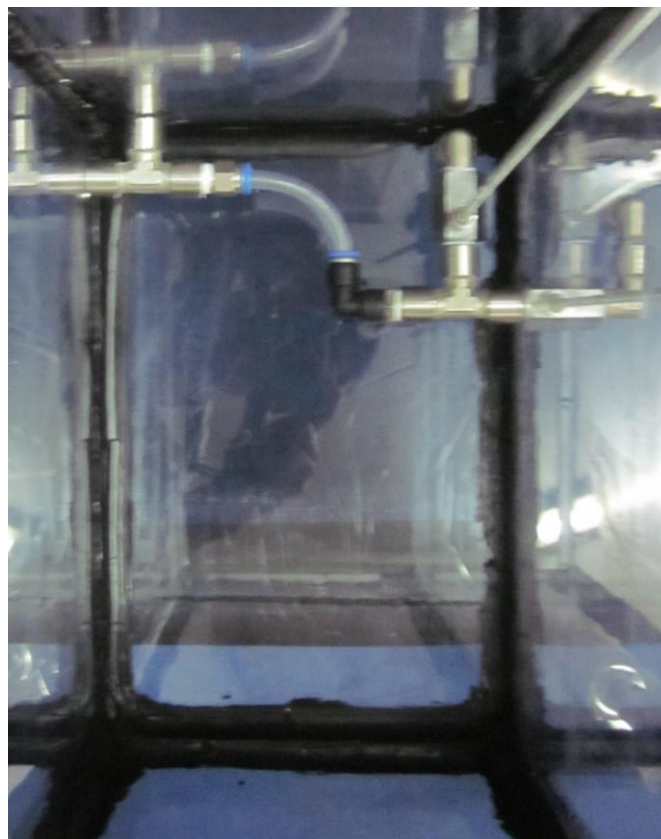


Figura 3 - Tanque de carga número 1 central.

En el **tanque de carga número 1 estribor** irán instalados los siguientes componentes para que se comuniquen con el tanque de carga número 1 central.

- 1 recto rosca $\frac{1}{4}$ " macho tubo 8 mm, para que la TE tenga conexión automática, y poder fijarla al mamparo que divide el tanque de carga número 1 central y el número 1 estribor.
- 1 junta metal-goma para que no pase líquido al tanque de carga número 1 central.
- 1 mini válvula de paso rosca $\frac{1}{4}$ " macho-hembra, para hacer la aspiración del tanque.
- 1 varilla roscada de hierro con la que podremos abrir y cerrar la válvula de paso desde la parte superior y exterior del tanque.
- 1 tubo de aluminio recubriendo la varilla roscada, y haciéndolo estanco con la tapa del tanque.
- 1 codo 90° rosca $\frac{1}{4}$ " macho-hembra, unido a la válvula de paso para hacer la aspiración del tanque.
- 1 recto rosca $\frac{1}{4}$ " macho tubo 8 mm, unido a la válvula de paso para unirlo mediante un tubo a la otra conexión automática que hay en el tanque y comunicar los dos tanques.
- 3 cm de tubo de pvc 8 mm de exterior para unir las 2 conexiones automáticas.
- 1 abrazadera para fijar la válvula de paso al mamparo de popa del tanque.



Figura 4 - Tanque de carga número 1 estribor.

En el **tanque de carga número 2 central** irán instalados los siguientes componentes para que se comunique con el tanque de carga número 3 central y el tanque de carga número 1 central con la de cámara de bombas.

- 1 mini válvula de paso rosca ¼" hembra-hembra, para hacer la aspiración del tanque.
- 1 varilla roscada de hierro con la que podremos abrir y cerrar la válvula de paso desde la parte superior y exterior del tanque.
- 1 tubo de aluminio recubriendo la varilla roscada, y haciéndolo estanco con la tapa del tanque.
- 1 codo 90° rosca ¼" macho-hembra, unido a la válvula de paso para hacer la aspiración del tanque.
- 1 recto rosca ¼" macho tubo 8 mm, para que la TE tenga conexión automática, y poder fijarla al mamparo que divide el tanque de carga número 1 central y el tanque de carga número 2 central.
- 1 junta metal-goma para que no pase líquido al tanque de carga número 1 central.
- 1 recto rosca ¼" macho tubo 8 mm, para hacer de pasa mamparos con el tanque de carga número 3 central.
- 1 junta metal-goma para que no pase líquido al tanque de carga número 3 central.
- 30 cm de tubo 8 mm de exterior para unir las 2 conexiones automáticas y comunicar el tanque de carga número 1 central con la cámara de bombas.



Figura 5 - Tanque de carga número 2 central.

En el **tanque de carga número 3 central** irán instalados los siguientes componentes para que se comunique con tanque de carga número 2 central, los tanques de decantación, y la cámara de bombas, y se comunique el tanque número 1 central con la cámara de bombas.

- 1 recto rosca $\frac{1}{4}$ " macho tubo 8 mm, para poder fijar la válvula de paso al mamparo que divide el tanque de carga número 2 central y el tanque de carga número 3 central.
- 1 junta metal-goma para que no pase líquido al tanque de carga número 3 central.

- 1 recto rosca $\frac{1}{4}$ " macho tubo 8 mm, situado en una regleta en cruz para que se comunique con el tanque de carga número 2 central y tenga conexión automática.
- 4 cm de tubo de 8 mm de exterior para unir los dos rectos anteriores.
- 1 machón doble cónico rosca $\frac{1}{4}$ ", para hacer de pasa mamparos con el tanque de decantación y fijar la válvula de paso de este mismo.
- 1 regleta en cruz para comunicar los tanques de decantación babor y estribor con los tanques de carga número 2 central y número 3 central.
- 1 mini válvula de paso rosca $\frac{1}{4}$ " macho-hembra, para hacer la aspiración del tanque.
- 1 varilla roscada de hierro con la que podremos abrir y cerrar la válvula de paso desde la parte superior y exterior del tanque.
- 1 tubo de aluminio recubriendo la varilla roscada, y haciéndolo estanco con la tapa del tanque.
- 1 codo 90° rosca $\frac{1}{4}$ " macho-hembra, unido a la válvula de paso para hacer la aspiración del tanque.
- 1 TE con roscas $\frac{1}{4}$ " hembra, unida a la regleta en cruz.
- 1 recto rosca $\frac{1}{4}$ " macho tubo 8 mm unido a la TE para que tenga conexión automática.
- 1 codo giratorio rosca $\frac{1}{4}$ " macho tubo 8 mm unido a la TE, para comunicar el tanque de carga número 3 central y el tanque de decantación de estribor.
- 1 recto rosca $\frac{1}{4}$ " hembra tubo 8 mm para hacer de pasa mamparos entre el mamparo que divide el tanque de decantación de estribor y el tanque de carga número 3 central, y poder unir los tanques de carga número 3 central y el tanque de decantación de estribor.
- 8 cm de tubo de 8 mm de exterior para unir las conexiones automáticas que conectan el tanque de carga número 3 central y el tanque de decantación de estribor.
- 1 recto rosca $\frac{1}{4}$ " macho tubo 8 mm para comunicar el tanque de carga número 3 central con la cámara de bombas.
- 1 junta metal-goma para hacer el mamparo estanco y que no pasa líquido a la cámara de bombas.
- 3 cm de tubo de 8 mm de exterior para unir la conexión automática de la TE con la conexión automática del recto de la cámara de bombas.

- 1 recto rosca $\frac{1}{4}$ " hembra tubo 8 mm, para hacer de pasa mamparos con el tanque de carga número 2 central y poder unir el tanque de carga número 1 central con la cámara de bombas.
- 1 recto rosca $\frac{1}{4}$ " macho tubo 8 mm, para hacer de pasa mamparos con la cámara de bombas, y poder unir los tanques de carga, 1 central con la misma.
- 1 junta metal-goma para que no pase líquido a la cámara de bombas.
- 10 cm de tubo 8 mm de exterior para unir las 2 conexiones automáticas anteriores.

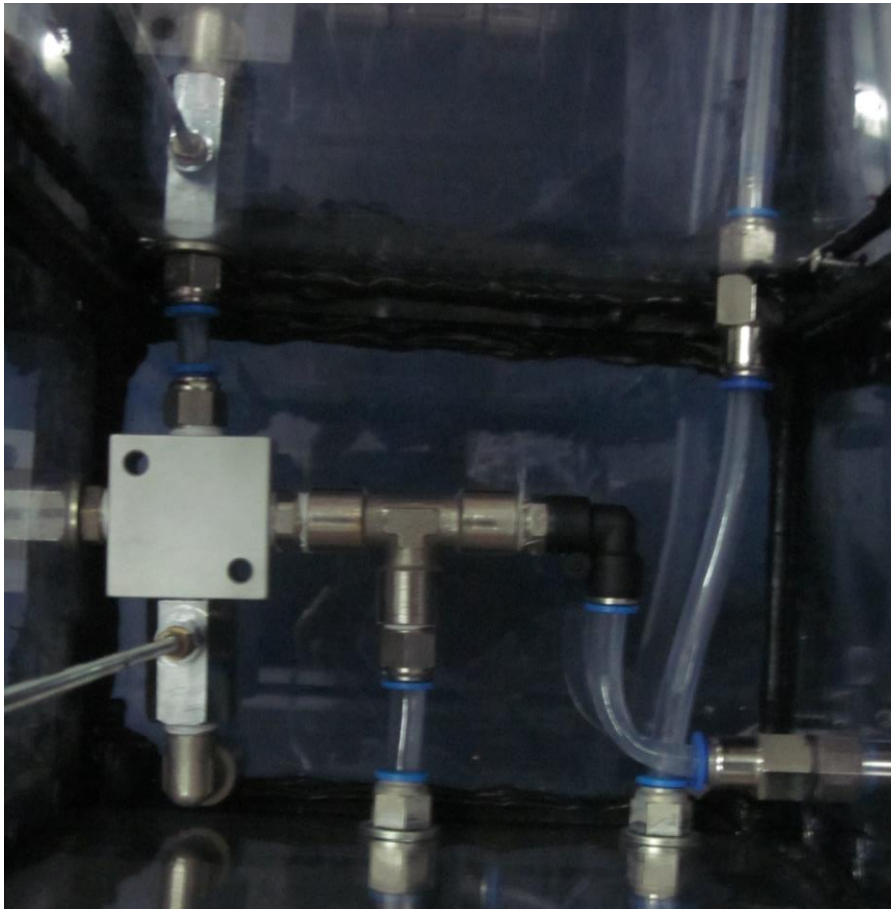


Figura 6 - Tanque de carga número 3 central.

En el **tanque de decantación de babor** irán instalados los siguientes componentes para que se comunique con el tanque de carga número 3 central, y se comunique el tanque de agua de lastre de babor con la cámara de bombas.

- 1 mini válvula de paso rosca $\frac{1}{4}$ " hembras, para hacer la aspiración del tanque y unirlo con el tanque de carga número 3 central.

- 1 varilla roscada de hierro con la que podremos abrir y cerrar la válvula de paso desde la parte superior y exterior del tanque.
- 1 tubo de aluminio recubriendo la varilla roscada, y lo haremos estanco con la tapa del tanque.
- 2 codos 90° con roscas ¼" macho-hembra unidos a la válvula de paso para hacer a la aspiración del tanque.
- 1 recto rosca ¼" hembra tubo 8 mm, para hacer de pasa mamparos con el tanque de agua de lastre de babor.
- 1 recto rosca ¼" macho tubo 8 mm, para hacer de pasa mamparos con la cámara de bombas, y poder unir el tanque de agua de lastre de babor con la misma.
- 1 junta metal-goma para que no pase líquido a la cámara de bombas.
- 10 cm de tubo de 8 mm de exterior para unir las dos rectos que unen la cámara de bombas con el tanque de lastre de babor.

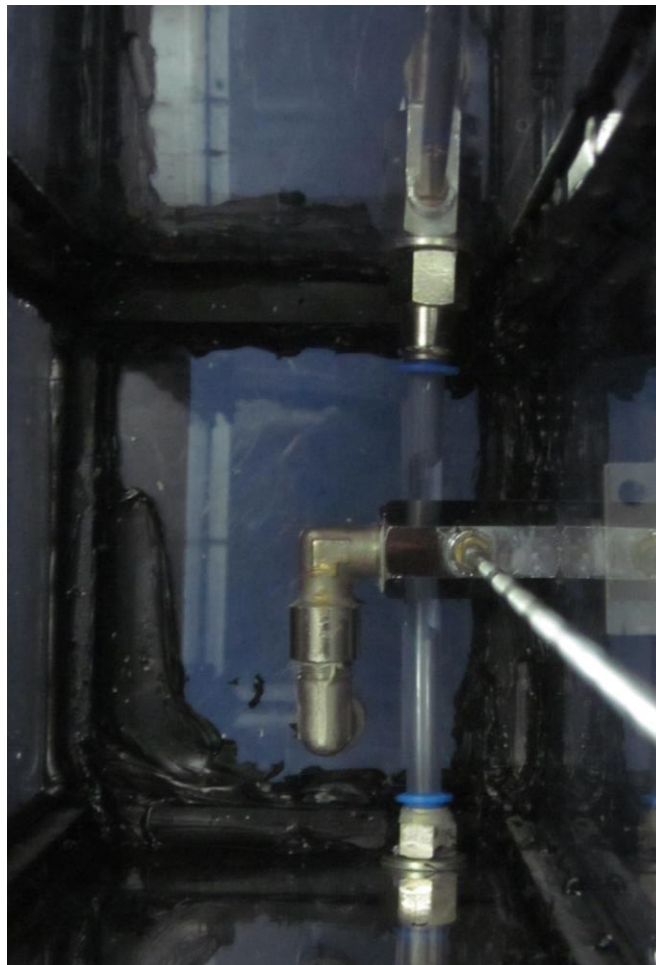


Figura 7 - Tanque de decantación de babor.

En el **tanque de decantación de estribor** irán instalados los siguientes componentes para que se comunique con el tanque de carga número 3 central, y se comunique el tanque de agua de lastre de estribor con la cámara de bombas.

- 1 mini válvula de paso rosca $\frac{1}{4}$ " macho-hembra, para hacer la aspiración del tanque.
- 1 varilla roscada de hierro con la que podremos abrir y cerrar la válvula de paso desde la parte superior y exterior del tanque.
- 1 tubo de aluminio recubriendo la varilla roscada, y haciéndolo estanco con la tapa del tanque.
- 2 codos 90° con roscas $\frac{1}{4}$ " macho-hembra unidos a la válvula de paso para hacer a la aspiración del tanque.
- 1 recto rosca $\frac{1}{4}$ " macho tubo 8 mm, unido a la mini válvula de paso para que tenga conexión automática.
- 1 recto rosca $\frac{1}{4}$ " macho tubo 8 mm, para hacer de pasa mamparos con el tanque de carga número 3 central, y tenga conexión automática.
- 4 cm de tubo de 8 mm de exterior, para unir los dos rectos que unen el tanque de decantación con el tanque de carga número 3 central.
- 1 recto rosca $\frac{1}{4}$ " hembra tubo 8 mm, para hacer de pasa mamparos con el tanque de agua de lastre de estribor.
- 1 recto rosca $\frac{1}{4}$ " macho tubo 8 mm, para hacer de pasa mamparos con la cámara de bombas, y poder unir el tanque de agua de lastre de estribor con la misma.
- 1 junta metal-goma para que no pase líquido a la cámara de bombas.
- 10 cm de tubo de 8 mm de exterior para unir las dos rectos que unen la cámara de bombas con el tanque de lastre de estribor.

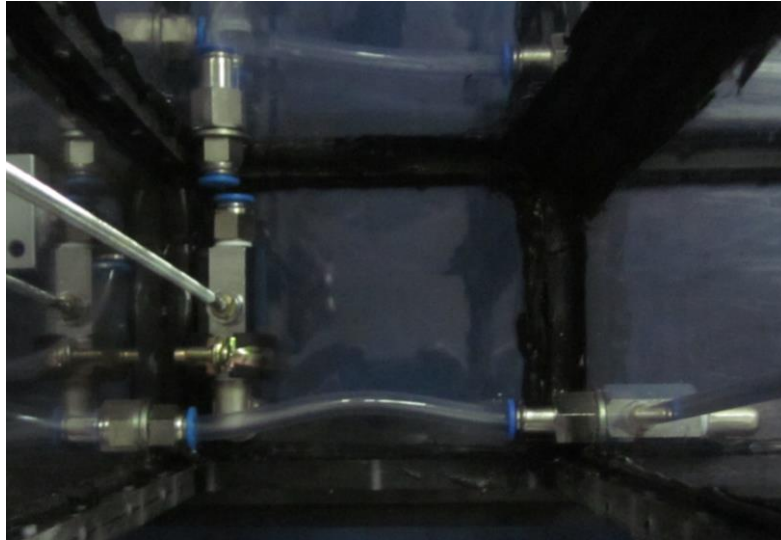


Figura 8 - Tanque de decantación de estribor.

Como podemos observar en la figura 9, en la **cámara de bombas** he instalado una serie de componentes para montar el circuito de carga y descarga de líquido de la maqueta, en el que una bomba llamada “Bomba H” (situada más a babor) es con la que podremos descargar los tanques de carga número 2 y 3 centrales y los tanques de decantación. En cuanto a la otra bomba le he llamado “bomba F” (situada más a estribor), con la que podremos descargar los tanques de carga número 1 central, babor y estribor.

El montaje está compuesto por:

- 6 mini válvula de paso rosca ¼” macho-hembra.
- 1 mini válvula de paso rosca ¼” hembra.
- 7 varilla roscada de hierro con la que podremos abrir y cerrar la válvula de paso desde la parte superior y exterior de la cámara de bombas.
- 7 tubos de aluminio recubriendo la varilla roscada.
- 4 machones dobles cónicos rosca ¼”, para unir mini válvulas de paso con TE.
- 1 regleta en cruz.
- 7 TE con roscas ¼” laterales hembra y central macho.
- 1 TE con roscas ¼” hembras.
- 11 recto rosca ¼”hembra tubo 8 mm, 4 de ellos son para poder conectar los manómetros de las bombas, 4 de ellos colocados en los manómetros situados en la parte superior de la cámara de bombas y 2 de ellos para hace de pasa mamparos en el

mamparo que divide el tanque de carga numero 3 central y la cámara de bombas. Mediante estas dos últimas conexiones pasaremos el líquido a los tanques de carga.

- 4 recto rosca ¼" macho tubo 8 mm
- 6 codo giratorio rosca ¼" macho tubo 8 mm, 2 de ellos son las conexiones a los tanques de carga y 2 de ellos son las conexiones a manifold.
- 1 codos 90° con roscas ¼" macho-hembra, para unir una TE con una mini válvula de paso.



Figura 9 - Circuito de carga y descarga de líquido en la cámara de bombas.

En todas las uniones con rosca se ha utilizado teflón de fontanería para que no haya pérdidas de agua.

3.2.4 Circuito de lastre.

En el **tanque de agua de lastre de babor** irán instalados los siguientes componentes para que se comunique con la cámara de bombas.

- 1 mini válvula de paso rosca ¼" macho, para hacer la aspiración del tanque.
- 1 varilla roscada de hierro con la que podremos abrir y cerrar la válvula de paso desde la parte superior y exterior del tanque.

- 1 tubo de aluminio recubriendo la varilla roscada, y haciéndolo estanco con la tapa del tanque.
- 1 junta metal-goma, para que no pase agua al tanque de decantación de babor.
- 1 codos 90° con roscas ¼" macho-hembra unidos a la válvula de paso para hacer a la aspiración del tanque.

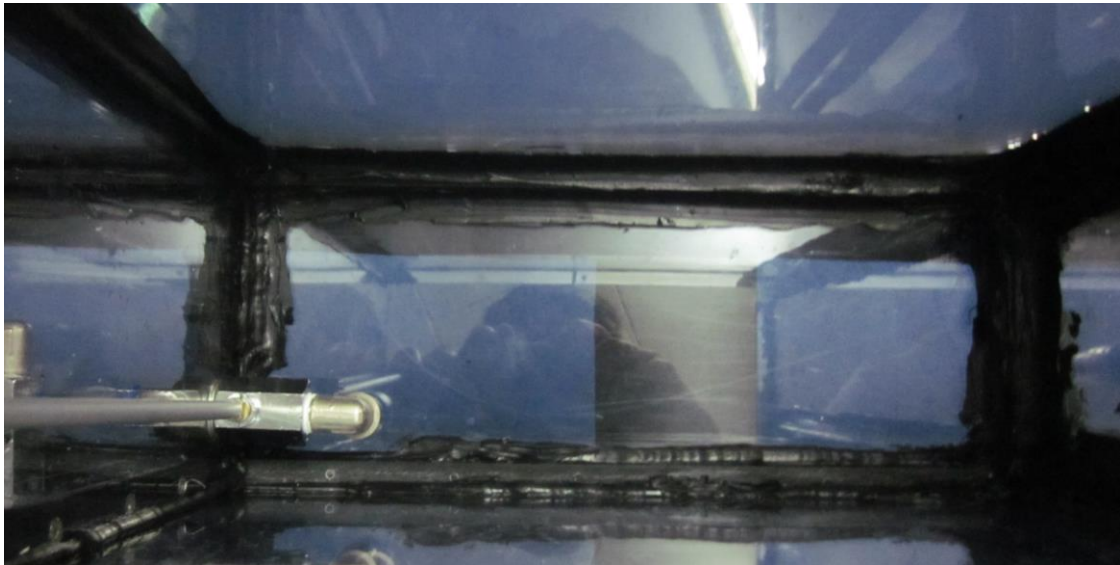


Figura 10 - Tanque de agua de lastre de babor.

En el **tanque de agua de lastre de estribor** irán instalados los siguientes componentes para que se comunique con la cámara de bombas.

- 1 mini válvula de paso rosca ¼" macho, para hacer la aspiración del tanque.
- 1 varilla roscada de hierro con la que podremos abrir y cerrar la válvula de paso desde la parte superior y exterior del tanque.
- 1 tubo de aluminio recubriendo la varilla roscada, y haciéndolo estanco con la tapa del tanque.
- 1 junta metal-goma, para que no pase agua al tanque de decantación de estribor.
- 1 codos 90° con roscas ¼" macho-hembra unidos a la válvula de paso para hacer a la aspiración del tanque.



Figura 11 - Tanque de agua de lastre de estribo.

Como podemos observar en la figura 12 y 13 en la **cámara de bombas** hemos instalado en la parte de babor de la maqueta una entrada de agua de lastre y una salida a unos 20 cm de la misma simulando lo que sería un buque tanque. Después he montado el circuito para que pueda entrar o salir agua de lastre de los tanques ya sea por gravedad o con la bomba de agua de lastre, así como comunicar los dos tanques por dicho circuito.

El montaje está compuesto por:

- 1 bomba de limpia parabrisas de coche que la hemos llamado “Bomba V”.
- 6 mini válvula de paso rosca ¼” macho.
- 6 varilla roscada de hierro con la que podremos abrir y cerrar la válvula de paso desde la parte superior y exterior de la cámara de bombas.
- 6 tubos de aluminio recubriendo la varilla roscada.
- 8 TE con roscas ¼” hembra.
- 9 recto rosca ¼” macho tubo 8 mm.
- 2 recto rosca ¼” hembra tubo 8 mm, colocados en los manómetros en la parte superior de la cámara de bombas.
- 4 recto rosca ¼” hembra tubo 8 mm, 2 rectos para hacer de pasa mamparos con los tanques de decantación de babor y estribor, y poder pasar el agua de lastre a los

tanques. Y 2 en la parte exterior de la cámara de bombas uno en la aspiración y otro en la salida del agua al exterior.

- 1 machón doble cónico rosca ¼", para unir dos TE.
- 6 codo giratorio rosca ¼" macho tubo 8 mm.
- Tubo de 8 mm de exterior de pvc para conectar el circuito.

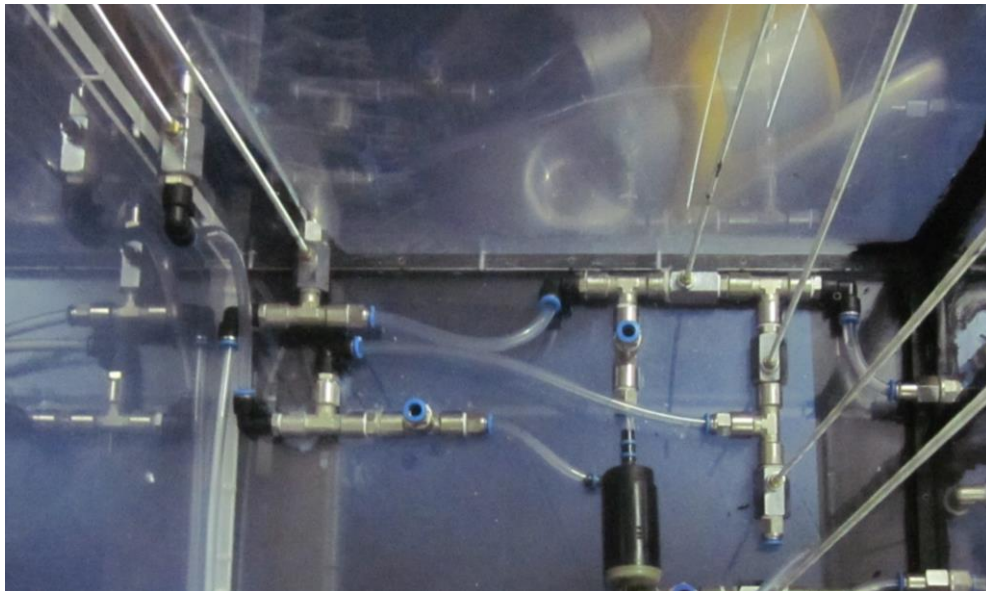


Figura 12 - Circuito de agua de lastre en la cámara de bombas.



Figura 13 - Circuito de agua de lastre en la cámara de bombas.

En todas las uniones con rosca se ha utilizado teflón de fontanería para que no haya pérdidas de agua.

3.2.5 Circuito eléctrico.

Para que funcione el circuito eléctrico instalaremos en la cámara de bombas una batería de 12 voltios y 12 amperios ya que todos los elementos eléctricos que dispone la maqueta funcionan a 12 voltios y tiene un total de consumo de unos 9 amperios.

Instalaremos un cargador de batería de 12 voltios y 4 amperios, no hacen falta de más amperios debido al amperaje que tiene la batería. Dicha batería estaría cargada en 3 horas, si la cargáramos más rápido sería la carga muy rápida y no se cargaría. Al cable del cargador conectaremos una toma de corriente con interruptor y fusible en el lateral de estribor de la cámara de bombas, para que desde fuera de la maqueta conectemos un cable y ese mismo cable nos permita conectarlo a la red eléctrica de 220 voltios para hacer funcionar el cargador.

Instalaremos también un interruptor general en la tapa de la cámara de bombas que nos de paso de la corriente al circuito eléctrico.

Para poder accionar las bombas de forma eléctrica hemos instalado unos interruptores en la tapa de la cámara de bombas, conectados a unos porta fusibles, los cuales llevan unos fusibles de 4 amperios, conectados a la batería.

Instalaremos un led a cada interruptor para saber que llega corriente tanto al cargador de batería que llevara un led de 220 voltios de color verde, como al interruptor general que llevara un led de 3,2 voltios de color rojo, como a los interruptores de las bombas que llevaran un led de 3,2 voltios cada uno de color verde. A cada led de 3,2 voltios le conectaremos una resistencia ya que, si nos circularía demasiada intensidad (amperios) y fundiríamos el led.

Para saber el nivel de carga de batería que queda y los amperios que están consumiendo los diferentes elementos del circuito en ese momento, colocaremos en la parte superior de la cámara de bombas una pantalla digital con un shunt que nos permite conectar elementos de 30 voltios y un consumo de hasta 100 amperios.

Instalaremos 3 pantallas digitales en la parte superior de la cámara de bombas que nos indican los voltios y los amperios que está consumiendo cada bomba en cada momento.

Capítulo 4. Pasos de la construcción de la maqueta.

El proceso de fabricación de la maqueta se divide en dos partes diferenciadas. La primera consiste en la construcción de la maqueta y la segunda en la instalación de los componentes.

4.1 CONSTRUCCION DE LA MAQUETA

Se han analizado diferentes materiales para la realización de la maqueta y finalmente se ha escogido metacrilato transparente. Es un material que para ser utilizado para el aprendizaje de alumnos es más favorable ya que al ser transparente se puede ver todo lo que pasa en cada momento. Tiene un coste medio. Otra ventaja que presenta, es que no pesa mucho, es resistente y con el soporte que hemos diseñado es fácil de transportar.

4.1.1 Tres bloques principales de la maqueta.

- Base, será la encargada de mantener la estructura de los tanques y la cámara de bombas, al mismo tiempo que irán alojados todos los componentes de la cámara de bombas.
- Tanques de carga y de lastre, donde montaremos 9 tanques de los cuales serán 3 centrales utilizados para carga, 2 tanque a proa de la maqueta y laterales a babor y estribor destinados para carga, 2 tanques a popa de la maqueta laterales a babor y estribor destinados a carga y que se podrán utilizar como tanques de decantación y 2 tanques laterales a babor y estribor entre los tanques de carga destinados para agua de lastre.

- Cámara de bombas, donde serán ubicadas las bombas de descarga y de lastre así como el circuito de agua de lastre el circuito de carga de líquido, con sus correspondientes bombas y tuberías. También ira instalado el circuito eléctrico, batería, cargador de batería y toma de corriente del cargador de batería. En la parte superior irán ubicados manómetros, voltímetros/amperímetros, interruptores, porta fusibles y leds. Es el bloque más complejo debido a la cantidad de componentes que irán situados y el espacio un poco reducido.

4.1.2 Proceso de construcción de la maqueta.

1. Diseño de los planos con la ayuda del software AutoCAD.
2. Marcado y corte de todas las piezas y barras. Se ha hecho uso de una sierra circular para conseguir que todas las piezas tengan un corte limpio.
3. Realización de los agujeros para los tornillos. Los agujeros se realizan con brocas para acero inoxidable de 2,5 mm de diámetro, seguidamente se realiza rosca al agujero con un macho de 3 mm de diámetro, y para finalizar el agujero en la parte exterior, se avellana con una broca de avellanar de métrica 6 mm de diámetro.
4. Montaje de los dos bloques, excepto los mamparos laterales y el mamparo de popa de la cámara de bombas que son las 3 últimas piezas que se han montado. La unión de las piezas de cada bloque se hace mediante silicona sellante de color negra y tornillos de métrica 3 y 10-12 mm de longitud.
5. Montaje de las válvulas de paso y los circuitos interiores de los tanques al mismo tiempo que hacemos el paso 4. Uniremos los tanques de carga nº 1 babor, estribor y central, y por otra parte uniremos los tanques de carga nº 2 y 3 centrales con los tanques de decantación. Los tanques de lastre los uniremos mediante el circuito de la cámara de bombas.
6. Montaje del mamparo lateral de babor.
7. Instalación de la bomba de lastre y su correspondiente circuito que unirá y abastecerá agua de lastre a los dos tanques. Así como la toma de agua y la salida de agua al exterior de la maqueta.
8. Instalación de las dos bombas de líquido de carga y sus correspondientes circuitos que unirá y abastecerá todos los tanques de carga.

9. Montaje en el mamparo de popa de la cámara de bombas de la pieza que sujeta la batería y el cargador de baterías.
10. Montaje del mamparo de popa de la cámara de bombas.
11. Identificación de los circuitos mediante bridas de colores.
12. Montaje del mamparo lateral de estribor.
13. Montaje de la pieza situada en la parte superior de los tanques que sirve para dar estanqueidad y de cubierta.
14. Montaje de llaves de las válvulas de paso.
15. Instalación del circuito eléctrico, leds, pulsadores, porta fusibles, pantallas voltímetros/amperímetros, manómetros del circuito de carga y del de lastre en la pieza de la parte superior de la cámara de bombas, montaje de la misma.
16. Montaje del manifold en cubierta.

Capítulo 5. Datos operativos

Haremos unas tablas donde anotaremos tiempos en realizar la carga y la descarga, tiempo en realizar el lastre y deslastre, presiones de los manómetros tanto en la aspiración de las bombas como a la salida de las bomba, voltaje y amperios obtenidos en cada bomba.

Todos los datos los tomaremos teniendo abiertas y cerradas las válvulas de paso a la salida de las bombas.

5.1 Tablas para datos en la operación de carga de tanques y deslastre.

DESCRIPCIÓN	HORAS - MINUTOS - SEGUNDOS
Tiempo que tarda en realizar la carga de los tanques	
Tiempo que tarda en realizar el deslastre de tanques	

Tabla 2 - Tabla para anotar tiempo en realizar la carga y deslastre de los tanques de lastre.

DESCRIPCIÓN	BOMBA V (lastre)
Presión de trabajo manómetro aspiración bomba, válvula salida abierta	
Presión de trabajo manómetro aspiración bomba, válvula salida cerrada	
Intensidad de trabajo de la bomba con la válvula abierta	
Intensidad de trabajo de la bomba con la válvula cerrada	
Voltaje de trabajo de la bomba con la válvula abierta	
Voltaje de trabajo de la bomba con la válvula cerrada	

Tabla 3 - Tabla para anotar presiones de los manómetros, voltaje e intensidad de la bomba de lastre.

NOTA: La unidad de medida de los manómetros será el bar, la unidad de medida de la intensidad de las bombas será el amperio, y la unidad de medida del voltaje de las bombas será el voltio.

5.2 Tablas para datos en la operación de descarga de tanques y lastrado.

DESCRIPCIÓN	HORAS - MINUTOS - SEGUNDOS
Tiempo que tarda en realizar la carga de los tanques	
Tiempo que tarda en realizar el deslastrado de tanques	

Tabla 4 - Tabla para anotar tiempo en realizar la descarga y lastrado de los tanques de lastre.

DESCRIPCIÓN	BOMBA V (lastre)	BOMBA F (carga)	BOMBA H (carga)
Presión de trabajo manómetro aspiración bomba, válvula salida abierta			
Presión de trabajo manómetro aspiración bomba, válvula salida cerrada			
Presión de trabajo manómetro salida bomba, válvula abierta			
Presión de trabajo manómetro salida bomba, válvula cerrada			
Presión de trabajo manómetro del manifold bomba F	X		X
Presión de trabajo manómetro del manifold bomba H	X	X	
Intensidad de trabajo de la bomba con la válvula abierta			
Intensidad de trabajo de la bomba con la válvula cerrada			
Voltaje de trabajo de la bomba con la válvula abierta			
Voltaje de trabajo de la bomba con la válvula cerrada			

Tabla 5 - Tabla para anotar presiones de los manómetros, voltajes e intensidades de las bombas de descarga y de lastre.

NOTA: La unidad de medida de los manómetros será el bar, la unidad de medida de la intensidad de las bombas será el amperio, y la unidad de medida del voltaje de las bombas será el voltio.

Capítol 6. Datos relevantes.

Destacamos algunos datos relevantes a la hora de construir la maqueta.

6.1 PRUEBA DE BOMBAS.

Para elegir las bombas para la maqueta se compraron 3 bombas de limpia parabrisas de 3 coches de marcas diferentes en un desguace.

Las pruebas se realizaron en el **laboratorio de electricidad de la Faculta Náutica de Barcelona**, con la ayuda del profesor **Mariano Badell Serra**, el director de proyecto.

Utilizamos 2 manómetros, 2 válvulas de paso, unos cuantos racores y un simple cubo de agua, utilizando también los cables y la conexión de 12 voltios que tenemos en el laboratorio.

Para saber cuántos amperios sacaba cada bomba utilizamos un tester.

Fue todo un poco complicado ya que éramos dos personas, 4 manos y bastantes elementos para sujetar, teniendo en cuenta que la bomba estaba a 3 dedos del agua dentro de cubo y no podía tocar el agua porque llevaba corriente.

Al final de unas cuantas pruebas y risas nos salió la siguiente tabla:

DESCRIPCIÓN	BOMBA V	BOMBA F	BOMBA H
Presión de trabajo manómetro salida bomba, válvula abierta	0,2 Bar.	0 Bar.	0 Bar.
Presión de trabajo manómetro salida bomba, válvula cerrada	1,2 Bar.	0,85 Bar.	1,2 Bar.
Intensidad de trabajo de la bomba con la válvula abierta	2,30 Ah	2,0 Ah	1,9 Ah
Intensidad de trabajo de la bomba con la válvula cerrada	1,8h - 2,2Ah	1,65 h	1,5 h

Tabla 6 - Valores obtenidos tras hacer pruebas de las bombas para la maqueta

Decidimos utilizar las bombas de la siguiente forma:

BOMBA V para realizar la carga y la descarga de los tanques de lastre.

BOMBA F para realizar la descarga de los tanques de carga número 1 babor, central y estribor.

BOMBA H para realizar la descarga de los tanques de carga número 2 y 3 centrales, y los tanques de decantación de babor y estribor.

Las nombramos con esas letras ya que significaban la inicial del coche que eran, como V (Volkswagen), F (Fiat), H (Honda).

6.2 ANCLAJE DE LAS PIEZAS Y BARRAS DE METACRILATO.

Para poder ensamblar las piezas y las barras de metacrilato se han realizado unos 600 agujeros con brocas para acero inoxidable de 2,5 mm de diámetro, seguidamente se realiza rosca al agujero con un macho de 3 mm de diámetro, y para finalizar el agujero en la parte exterior se avellana con una broca de avellanar de métrica 6 mm de diámetro.

6.3 HORAS DE TRABAJO EN LA ELABORACION DE LA MAQUETA.

Para la realización de planos he estado 1 semana.

Cortar las piezas y barras de metacrilato ha costado 1 días, ya que se han cortado con una sierra circular y se hace bastante rápido una vez obtenidos los planos.

Soporte de la maqueta, la duración fue de 4 días ya que había que cortar, moldear y soldar los tubos y roscas para realizar el mismo.

La parte más costosa que he tardado 5 meses en realizarla ha sido el ensamblaje de las piezas, barras de metacrilato y la comprobación de que todo sea estanco, así como el montaje de las válvulas de paso y racores que se componen los circuitos de los tanques. Dentro de esto incluiremos los 600 agujeros que hemos hecho que si lo multiplicamos por 3 son un total de 1.800 agujeros, ya que cada agujero tenemos que hacerlo con una broca, hacerle rosca con otra broca y por ultimo hacerle el avellanado con otro broca.

He tardado 1 semana para poder poner la tapa de los tanques, las llaves de paso para abrir y cerrar las válvulas de paso, así como cortar, preparar y colocar la tapa de la cámara de bombas

La parte de montaje del circuito eléctrico y colocarlo donde va situado he tardado 1 semana ya que tenía esquemas de montaje en papel.

Por último he procedido a realizar pruebas para comprobar que todo funcione correctamente, y al mismo tiempo he creado 2 ejercicios para realizar como prácticas en la signatura de Estiba.

Capítulo 7. Ejercicios de carga y descarga.

He querido realizar dos ejercicios para poder desarrollarlos en clase en la parte de prácticas. Consiste en hacer una carga y una descarga al mismo tiempo que deslastramos en la carga y lastramos en la descarga.

7.1 EJERCICIO DE CARGA.

Cargar todos los tanques de carga, lo que suponen 100 litros de agua, mientras al mismo tiempo descargamos los tanques de lastre que contiene una cantidad de 30 litros de agua.

Anotar en la tabla lo siguientes datos:

1. Tiempo en realizar la carga y el deslastrado de tanques.
2. Presión que alcanza el manómetro a la entrada de la aspiración de la bomba de lastre V.
3. Presión que alcanza el manómetro en la salida de la bomba de lastre V con la válvula de paso abierta y cerrada.
4. Voltios y Amperios que consume la bomba de lastre V con la válvula de paso abierta y cerrada a la salida de la bomba.

7.2 EJERCICIO DE DESCARGA.

Descargar todos los tanques de carga, lo que suponen 100 litros de agua, mientras al mismo tiempo cargamos los tanques de lastre que contienen una cantidad de 30 litros de agua.

Anotar en la tabla lo siguientes datos:

1. Tiempo en realizar la descarga y el lastrado de tanques.
2. Presión que alcanza el manómetro a la entrada de la aspiración de la bomba de lastre V.
3. Presión que alcanza el manómetro en la salida de la bomba de laste V con la válvula de paso abierta y cerrada.
4. Presión que alcanza el manómetro de la entrada de la aspiración de la bomba de carga F con la válvula de paso abierta y cerrada.
5. Presión que alcanza el manómetro de la entrada de la aspiración de la bomba de carga H con la válvula de paso abierta y cerrada.
6. Presión que alcanza el manómetro de la bomba de carga H en la salida de la bomba con la válvula de paso abierta y cerrada.
7. Presión que alcanza el manómetro de la bomba de carga F en la salida de la bomba con la válvula de paso abierta y cerrada.
8. Presión que alcanzan el manómetro del manifolds de la bomba de carga F antes de abrir las válvulas de paso.
9. Presión que alcanzan el manómetro del manifolds de la bomba de carga H antes de abrir las válvulas de paso.
10. Voltios y Amperios que consumen las tres bombas (V, F y H) con las válvulas de paso abiertas y cerradas.

7.3 TABLAS PARA REALIZAR EJERCICIOS DE CARGA Y DESCARGA

A continuación añadiremos las tablas para realizar los ejercicios de carga y descarga, ya que tienen unas casillas que se pueden rellenar, para todos los datos que se van obteniendo.

TABLAS PARA EJERCICIO DE CARGA DE UN BUQUE TANQUE

DESCRIPCIÓN	HORAS - MINUTOS - SEGUNDOS
Tiempo que tarda en realizar la carga de los tanques	
Tiempo que tarda en realizar el deslastrado de tanques	

Tabla 7 - Tabla para anotar tiempo en realizar la carga y el deslastrado los tanques de lastre.

DESCRIPCIÓN	BOMBA V (lastre)
Presión de trabajo manómetro aspiración bomba, válvula salida abierta	
Presión de trabajo manómetro aspiración bomba, válvula salida cerrada	
Presión de trabajo manómetro salida bomba, válvula abierta	
Presión de trabajo manómetro salida bomba, válvula cerrada	
Intensidad de trabajo de la bomba con la válvula abierta	
Intensidad de trabajo de la bomba con la válvula cerrada	
Voltaje de trabajo de la bomba con la válvula abierta	
Voltaje de trabajo de la bomba con la válvula cerrada	

Tabla 8 - Tabla para anotar presiones de los manómetros, voltaje e intensidad de la bomba de lastre.

NOTA: La unidad de medida de los manómetros será el bar, la unidad de medida de la intensidad de las bombas será el amperio, y la unidad de medida del voltaje de las bombas será el voltio.

TABLAS PARA EJERCICIO DE DESCARGA DE UN BUQUE TANQUE

DESCRIPCIÓN	HORAS - MINUTOS - SEGUNDOS
Tiempo que tarda en realizar la carga de los tanques	
Tiempo que tarda en realizar el deslastrado de tanques	

Tabla 9 - Tabla para anotar tiempo en realizar la descarga y el lastrado de los tanques de lastre.

DESCRIPCIÓN	BOMBA V (lastre)	BOMBA F (carga)	BOMBA H (carga)
Presión de trabajo manómetro aspiración bomba, válvula salida abierta			
Presión de trabajo manómetro aspiración bomba, válvula salida cerrada			
Presión de trabajo manómetro salida bomba, válvula abierta			
Presión de trabajo manómetro salida bomba, válvula cerrada			
Presión de trabajo manómetro del manifold bomba F	X		X
Presión de trabajo manómetro del manifold bomba H	X	X	
Intensidad de trabajo de la bomba con la válvula abierta			
Intensidad de trabajo de la bomba con la válvula cerrada			
Voltaje de trabajo de la bomba con la válvula abierta			
Voltaje de trabajo de la bomba con la válvula cerrada			

Tabla 10 - Tabla para anotar presiones de los manómetros, voltajes e intensidades de las bombas de descarga y de lastre.

NOTA: La unidad de medida de los manómetros será el bar, la unidad de medida de la intensidad de las bombas será el amperio, y la unidad de medida del voltaje de las bombas será el voltio.

Conclusiones.

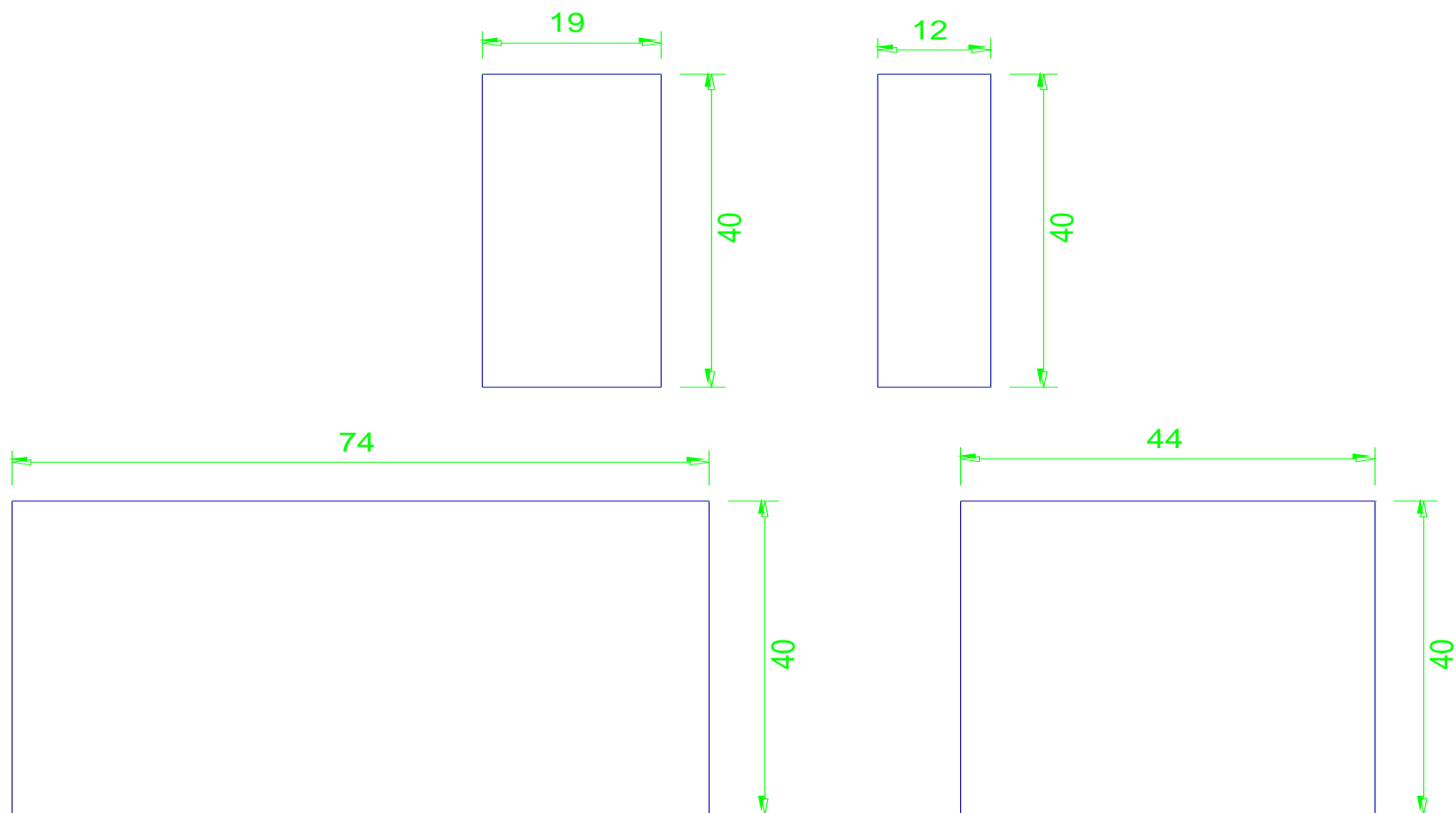
Al finalizar este proyecto se extraen las siguientes conclusiones:

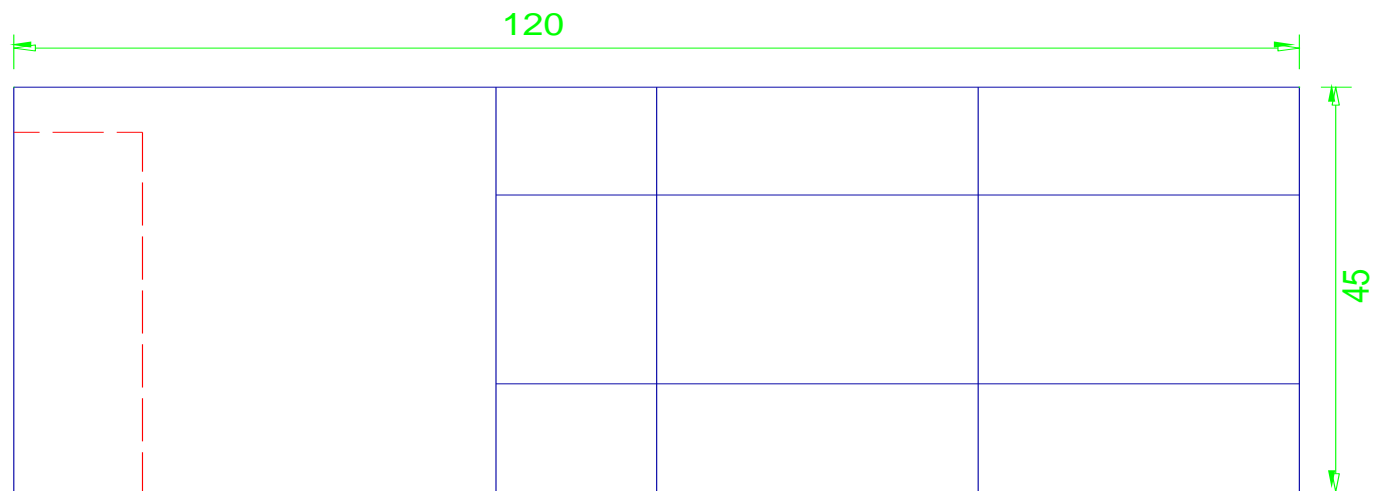
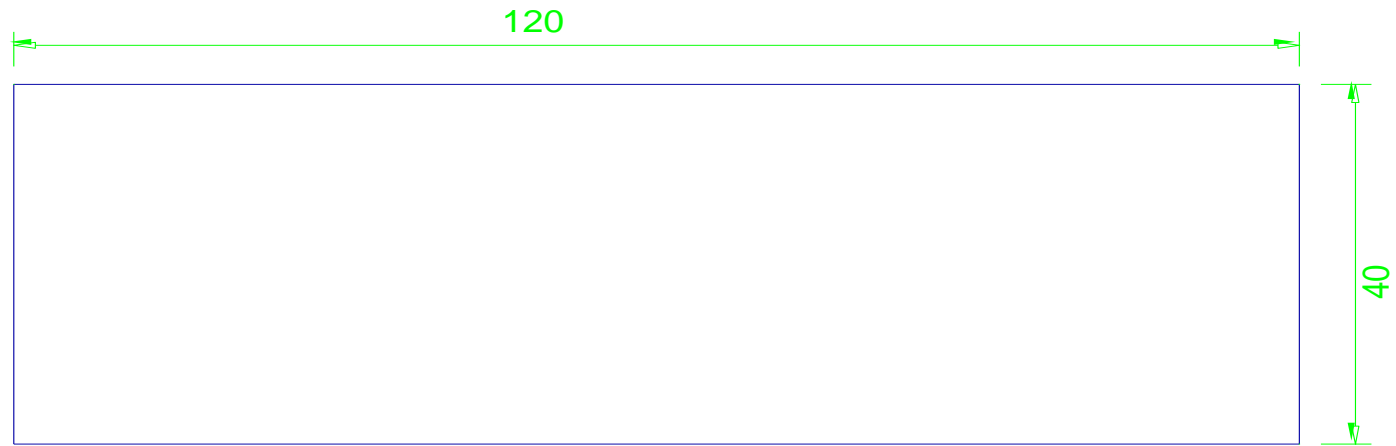
1. Se han estudiado y analizado distintos tipos de materiales y componentes en función de sus características e impactos ambientales, para el diseño de la maqueta.
2. Se ha construido la maqueta intentando que simulara a la perfección cómo funciona la carga y descarga de los buques de tanque.
3. Se han diseñado los ejercicios correspondientes para su uso en las prácticas didácticas, en las clases de la asignatura de Estiba del Grado en Ingeniería Náutica y transporte Marítimo de la Facultad Náutica de Barcelona.
4. Poder realizar la carga y la descarga de líquido, en el que se pueda cargar con bombas de tierra, descargar con las bombas de descarga de la maqueta o la carga y descarga por gravedad. Al igual que se debe poder cargar y descargar agua de lastre.

Bibliografía

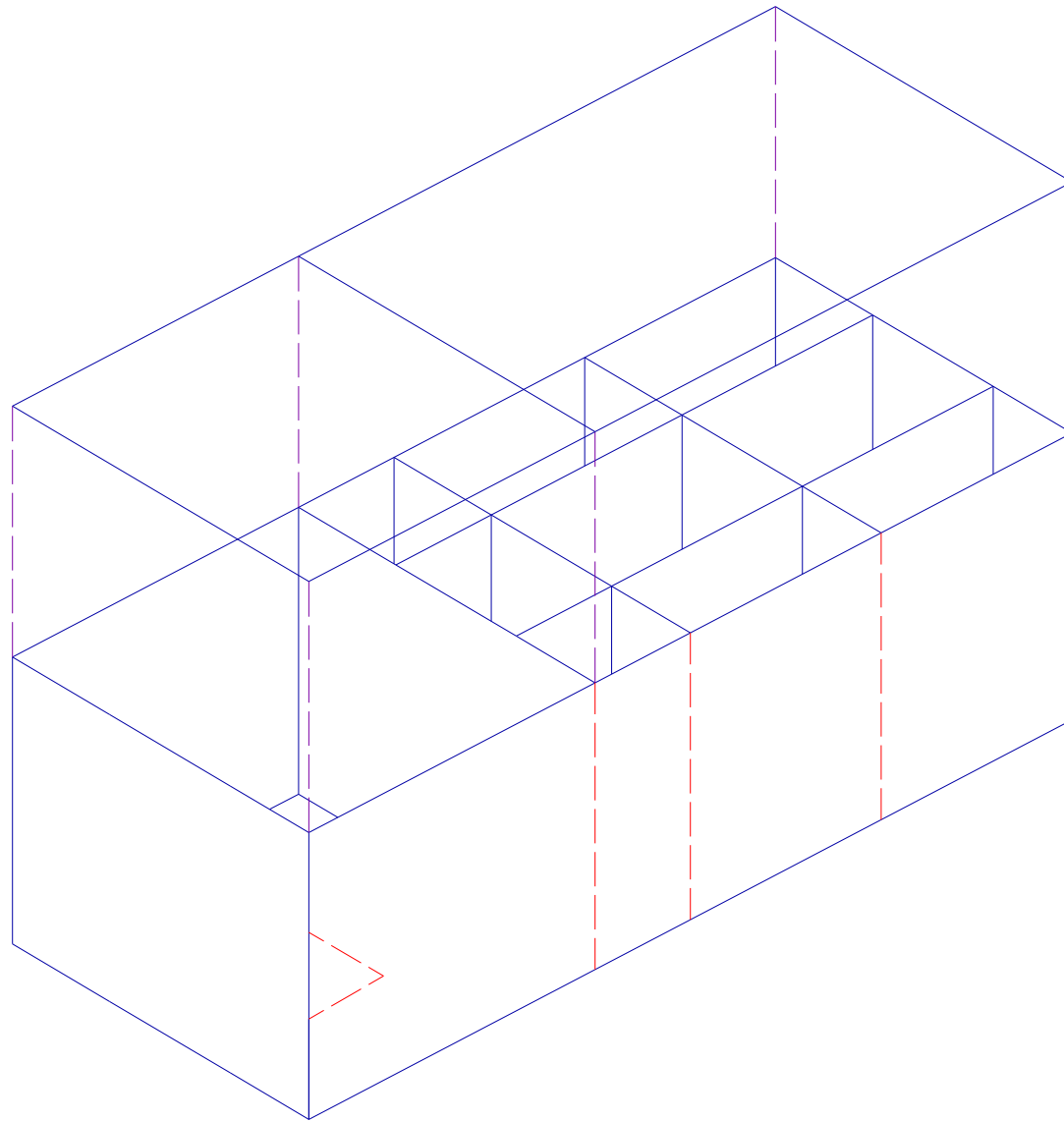
- [1] Lamiplast. Metacrilato. http://www.lamiplast.com/product/vidrio-sintetico-modelo-claro_819.htm (Consulta: 15 Mayo 2015)
- [2] Tecniman. Racores rosca latón cromado. <http://tecniman.es/ficha/racores/racoreria-neumatica/accesorios-roscados-en-laton-cromado/> (Consulta: 15 mayo 2015).
- [3] Tecniman. Racores automáticos termo plásticos. <http://tecniman.es/ficha/racores/racoreria-neumatica/racores-automaticos-termoplasticos/> (Consulta: 15 Mayo 2015).
- [4] Tecniman. Válvulas de paso. <http://tecniman.es/ficha/racores/racoreria-general/valvulas-filtros-y-grifos/> (Consulta: 15 mayo 2015).
- [5] Tecniman. Manguera Pvc. <http://tecniman.es/ficha/mangueras-industriales/mangueras-para-agua/cristal/> (Consulta: 15 Mayo 2015).
- [6] Tecniman. Juntas metal-goma. <http://tecniman.es/ficha/racores/racoreria-hidraulica/racores-y-accesorios-de-hidraulica/> (Consulta: 15 mayo 2015).
- [7] Amazon España. http://www.amazon.es/Voltimetro-Amperimetro-Digital-Empotrable-Medidor/dp/B00VE9L37A/ref=sr_1_5?ie=UTF8&qid=1445527349&sr=8-5&keywords=voltimetro+amperimetro+100ao (Consulta: 15 Mayo 2015).
- [8] Electrónica Burriana http://www.electronicaburriana.net/es/buscar?controller=search&orderby=position&orderway=desc&search_query=bateria+12+v+12+a&submit_search=Buscar (Consulta: 15 mayo 2015).

Anexo 1. Plano de la estructura.

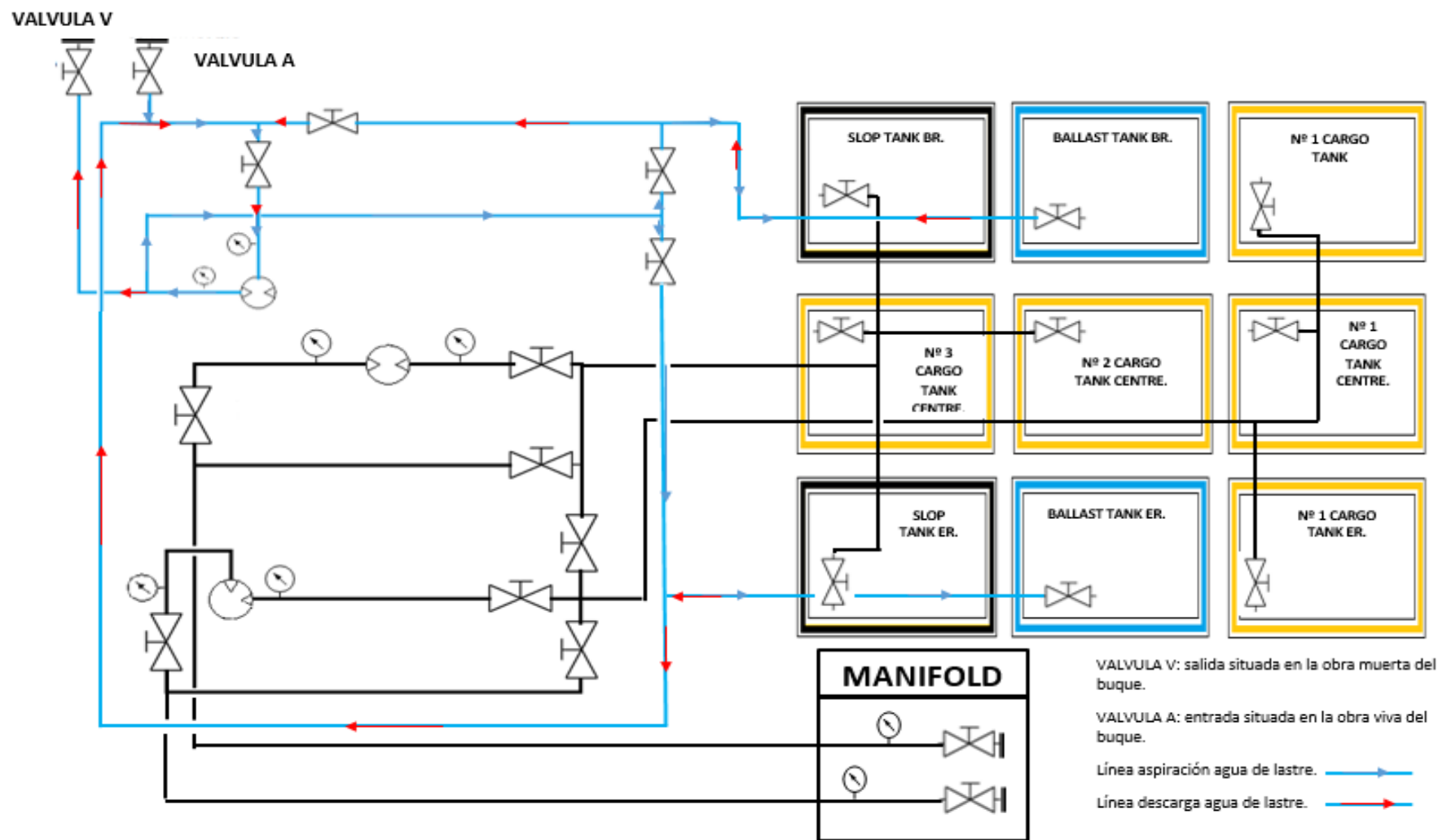




escala 1/6



Anexo 2. Sistema de líneas de lastre y carga.



Anexo 3. Presupuesto de la maqueta

MATERIAL	UNIDADES	PRECIO (€/unidad)	COSTE (€)
Bombas limpia parabrisas de coche	4	8,26	33,04
Plancha metacrilato transparente 2*1 metros	2	49,07	98,14
Plancha metacrilato transparente 1*1 metros	1	24,53	24,53
Plancha metacrilato transparente 1*1 metros	1	27,26	27,26
Barra metacrilato 10*10mm 2metros	1	18,38	18,38
Barras de metacrilato transparente 10*10mm	47	1,96	92,12
Plancha esponja 750*450mm	1	17,79	17,79
Válvula mini bola hembra 1/4"	7	2,43	17,01
Válvula mini bola hembra 1/4"	1	2,78	2,78
Válvula mini bola macho-hembra 1/4"	10	2,43	24,30
Válvula mini bola macho-hembra 1/4"	10	2,78	27,80
Racor entrada M 1/4" T-8	36	0,77	27,72
TE H-H-H 1/4"	18	2,03	36,54
Codo M-H 1/4"	22	1,26	27,72
Regleta en cruz 1/4"	2	4,37	8,74
Unión cónica M-M 1/4-1/4	7	0,6	4,20
Manómetro 63 0/1.6 ver 1/4 GL	8	11,26	90,08
Espiro cristal 0,6*0,8 mm	10	0,25	2,50
Codo tubo tubo T-8	2	1,04	2,08
Unión entrada H- 1/4 T-8	14	1,22	17,08
Unión entrada H- 3/8 T-8	6	1,67	10,02
Codo giratorio M 1/4" T-8	9	1	9,00
Cinta teflón 0.75*12mm 12m	2	0,22	0,44
Arandela metal goma 1/4	14	0,26	3,64
TE roscas laterales H central M 1/4"	3	2,06	6,18
Abrazaderas 22mm 5unidades	1	1,44	1,44
LED RGB 5mm 4pins	6	0,74	4,44
Piloto con cables 220V verde	1	0,94	0,94
Batería plomo 12V 12Ah	1	22,99	22,99
Resistencia met/film 1/4W 1%	6	0,03	0,18

Cable 2*1.5 rojo negro 5m	5	0,52	2,6
Porta fusible 6*32	5	1,29	6,45
Interruptor redondo	5	1,25	6,25
Fusible 6*32	4	0,23	0,92
Cargador batería plomo 12V/4000	1	35,55	35,55
Base fusible y doble interruptor	1	5,3	5,3
Voltímetro/amperímetro digital 30V 100Ah	1	14,71	14,71
Voltímetro/amperímetro digital 100V 10Ah	3	9,72	29,16
Tubo red aluminio 6*1	11	0,83	9,13
Varilla roscada	12	0,31	3,72
Estaño 40 gr.	1	2,06	2,06
Silicona negra sellante	2	18,35	36,7
Silicona negra sellante	2	11,41	22,82
Silicona negra sellante	2	12,4	24,8
Tornillería válvulas de paso	1	1,57	1,57
Tornillos M3*10mm	400	0,04	16
Tornillos M3*10mm	100	0,05	5
Tornillos M3*12mm	100	0,05	5
Tornillos M3*20mm	100	0,16	16
Juego de bridas	1	1,86	1,86
Ruedas soporte maqueta	4	6,5	26
Tubo redondo aluminio 25mm	1	41,32	41,32
Pegamento würrth 20 Gr	1	15,4	15,4
Cubos de plástico 50 Litros	1	12,4	12,4
Cubos de plástico 100 Litros	1	16,53	16,53
		TOTAL	1.016,33 €
	I.V.A %	21%	TOTAL CON I.V.A. 1.229,76 €

Tabla A 1 - Presupuesto de la maqueta.