

Proyecto Fin de Grado

Ingeniería Aeroespacial

Recreación Virtual y Modelado del Remolcador a Vapor Matagorda (II Parte)

Autor: Manuel José Girona Fajardo

Tutor: Maria Gloria del Rio Cidoncha

Dep. Ingeniería Gráfica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2015



Proyecto Fin de Grado
Ingeniería Aeroespacial

Recreación Virtual y Modelado del Remolcador a Vapor Matagorda (II Parte)

Autor:

Manuel José Girona Fajardo

Tutor:

Maria Gloria del Rio Cidoncha

Dep. de Ingeniería Gráfica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2015

Proyecto Fin de Carrera: Recreación Virtual y Modelado del Remolcador a Vapor Matagorda (II Parte)

Autor: Manuel José Girona Fajardo

Tutor: Maria Gloria del Rio Cidoncha

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2015

El Secretario del Tribunal

A mi familia

A Mónica

Agradecimientos

Con este proyecto se llega al final del grado, no ha sido un camino fácil de recorrer y por ello me gustaría agradecer su ayuda a todas aquellas personas que han estado presentes durante estos años, bien a través de sus enseñanzas y consejos o bien mostrando su apoyo y cariño, muchas gracias, de verdad.

Debo hacer mención del director del Museo El Dique, Dr. D. José María Molina Martínez, agradeciéndole todo el interés e ilusión mostrados durante la realización de este proyecto. Igualmente no puedo dejar de agradecerle a D. Juan Antonio Pérez Correa toda su ayuda a pesar de la distancia.

A D. Juan Martínez Palacios y Dra. D^a María Gloria del Río Cidoncha agradecerles su dedicación y guiado necesarios para la consecución de este proyecto.

Al profesor D. Francisco Salmerón Medina me gustaría agradecerle su ayuda desinteresada y el tiempo invertido ya que algunos aspectos de este proyecto no habrían sido posibles sin él.

A mis amigos que siempre han estado tanto en los momentos buenos como en los malos, sois geniales.

Por último, quiero agradecer su apoyo incondicional, no solo para este proyecto, si no desde que comencé mi formación, a toda mi familia, pero en especial a mis padres Manolo y Rosa María, a mi hermano Aimi y a mi hermana Rosa María. Sin ellos nada de esto hubiese sido posible.

Siempre me han apoyado en todo, aceptando mis decisiones pero aconsejándome a la vez, sufriendo incluso más que yo mismo cuando las cosas no salían como debían de salir, pero animándome para continuar, y alegrándose conmigo cuando conseguía los objetivos propuestos. Sin ellos, sin su apoyo y su cariño hoy yo no estaría aquí, de verdad que no tengo palabras para agradecerles todo el esfuerzo que llevan haciendo durante tantos años, siempre estaré en deuda. Muchísimas gracias por ser como sois familia, os quiero.

Y a ti Mónica, muchas gracias por todo, por tu comprensión, por tu apoyo y tus animos en los momentos difíciles, por estar siempre ahí para lo que hiciese falta y por todas esas cosas que tanto me han ayudado durante estos años. Te quiero.

*A todo el mundo
Muchas gracias de verdad.*

Resumen

Este proyecto es la continuación del realizado por el alumno Juan Antonio Pérez Correa el curso anterior, "Reconstrucción del diseño, modelado 3D y documentación del proceso de fabricación del remolcador a vapor Matagorda". En este caso nos hemos encargado de la recreación virtual de la superestructura de dicho remolcador, con el fin de ir dando forma a la volumetría exterior del barco, pudiendo así hacernos una idea de cómo era en sus orígenes.

Abstract

This project is the continuation of the project done by the student Juan Antonio Pérez Correa the previous year, "Reconstrucción del diseño, modelado 3D y documentación del proceso de fabricación del remolcador a vapor Matagorda". In this case we are responsible for the virtual recreation of the superstructure of the tug to go shaping the outer volume of the boat , being able to get an idea of what it was originally .

Agradecimientos	i
Resumen	iii
Abstract	v
Índice	vii
Índice de Tablas	ix
Índice de Figuras	xi
1 Introducción	1
2 Catia v5	3
2.1. <i>Diversos módulos de CATIA v5 utilizados durante la realización del proyecto.</i>	3
3 Justificación del Proyecto	5
3.1. <i>Objetivo</i>	5
3.2. <i>Elementos reconstruidos virtualmente</i>	9
4 Desarrollo del proyecto	11
4.1. <i>Tambucho para el rancho de los marineros.</i>	11
4.1.1. <i>Piezas para la realización del tambucho.</i>	16
4.2. <i>Escotilla de proa.</i>	16
4.2.1. <i>Piezas para la realización de la escotilla de proa.</i>	20
4.3. <i>Escotilla de popa.</i>	21
4.4. <i>Chimenea.</i>	21
4.4.1. <i>Piezas para la realización de la Chimenea.</i>	27
4.5. <i>Ventilador de la cámara de máquina y caldera.</i>	28
4.6. <i>Guarda-calor de máquina y caldera.</i>	31
4.6.1. <i>Lumbrera de máquinas.</i>	32
4.6.2. <i>Sala caldera.</i>	45
4.6.3. <i>Vista final del Guarda-calor de máquina y caldera.</i>	51
4.7. <i>Caseta de mandos.</i>	51
4.7.1. <i>Árbol de los elementos constituyentes de la caseta.</i>	59
4.8. <i>Montaje del conjunto Guarda-calor con chimenea, ventiladores y caseta.</i>	60
5 Resultado final del proyecto	63
6 Posibles continuaciones	67
Referencias	69

Índice de Tablas

Tabla 1: Correspondencia entre las medidas de la chimenea.	22
Tabla 2: Medidas caseta de mandos.	52

Índice de Figuras

Figura 1.1: El Mary Mac en sus inicios.	1
Figura 1.2: El Matagorda en la actualidad.	2
Figura 2.1: Lista de talleres de trabajo y de los módulos del Mechanical Design.	4
Figura 3.1: Estado del modelado 3D antes de comenzar este proyecto.	5
Figura 3.2: Trabajadores realizando tareas sobre el Matagorda.	6
Figura 3.3: Vista general elegida.	7
Figura 3.4: Plano de la cubierta.	8
Figura 3.5: Situación de los elementos recreados virtualmente.	9
Figura 4.1: Realización del cuerpo lateral del tambucho	11
Figura 4.2: Plano del tambucho	12
Figura 4.3: Cuerpo del tambucho.	13
Figura 4.4: Definición de uno de los angulares verticales.	13
Figura 4.5: Cuadro de definición del Pad	14
Figura 4.6: Estructura del tambucho para el rancho de los marineros.	14
Figura 4.7: Foto de la zona de proa del Matagorda.	15
Figura 4.8: Tambucho para el rancho de los marineros.	15
Figura 4.9: Arbol de componentes del tambucho.	16
Figura 4.10: Frente de las escotillas.	16
Figura 4.11: Paredes de la escotilla.	17
Figura 4.12: Imagen del Matagorda desde la proa.	18
Figura 4.13: Diseño angular superior.	19
Figura 4.14: Detalle del montaje del contorno superior.	19
Figura 4.15: Tablón de esquina.	20
Figura 4.16: Escotilla de proa.	20
Figura 4.17: Arbol de componentes de la escotilla de proa.	21
Figura 4.18: Escotilla de popa.	21
Figura 4.19: Plano de la chimenea.	23
Figura 4.20: Ventana de definición del comando Cylinder.	24
Figura 4.21: Diseño de la forma de la barra superior de la chimenea.	25
Figura 4.22: Diseño de la pletina soporte de los cáncamos.	25
Figura 4.23: Pletina con los 4 cáncamos para grilletes.	26
Figura 4.24: Detalle de la barra superior y la pletina de los cáncamos.	26
Figura 4.25: Chimenea.	27
Figura 4.26: Arbol de componentes de la chimenea.	27

Figura 4.27: Ventilador de la cámara de máquinas y caldera.	29
Figura 4.28: Detalle medida modificada.	30
Figura 4.29: Detalle de la forma dada al reborde.	30
Figura 4.30: Ventilador de la cámara de máquinas y caldera.	31
Figura 4.31: Contorno del guardacalor sobre la cubierta.	32
Figura 4.32: Mamparo de la lumbrera de máquinas.	33
Figura 4.33: Árbol de elementos del mamparo de la lumbrera de máquinas.	33
Figura 4.34: Plano guarda-calor de máquina y caldera.	34
Figura 4.35: Plano reforma guarda-calor de máquina y caldera, primera parte.	35
Figura 4.36: Plano reforma guarda-calor de máquina y caldera, segunda parte.	36
Figura 4.37: Sección lumbrera máquinas.	37
Figura 4.38: Árbol de componentes de la sección de la lumbrera de máquina.	37
Figura 4.39: Escuadra del contorno de la lumbrera.	38
Figura 4.40: Tres primeros elementos en sus posiciones.	39
Figura 4.41: Cuadro de gestión de los resultados de la intersección.	39
Figura 4.42: Estructura de la lumbrera.	40
Figura 4.43: Detalle de la trayectoria definida.	41
Figura 4.44: Vista de las pletinas longitudinales sobre la estructura.	41
Figura 4.45: Vista en planta de las pletinas.	42
Figura 4.46: Estructura completa de la lumbrera.	42
Figura 4.47: Lumbrera con los recubrimientos colocados.	43
Figura 4.48: Perfil del ojo de buey.	44
Figura 4.49: Vista de la ventana, ojo de buey y contorno.	44
Figura 4.50: Vista final de la lumbrera.	45
Figura 4.51: Mamparo de la sala de la caldera.	46
Figura 4.52: Vista del angular que define la sección del guardacalor sobre la sala de la caldera.	46
Figura 4.53: Diseño geométrico de los anclajes de los refuerzos.	47
Figura 4.54: Vista de la sección del guarda-calor con refuerzos.	47
Figura 4.55: Medidas de la parte superior del Mamparo 32 antes de la modificación.	48
Figura 4.56: Vista de la estructura completa del guarda-calor sobre la sala de la caldera.	49
Figura 4.57: Vista de la curva utilizada para la realización de los recubrimientos.	50
Figura 4.58: Detalle del diseño del solape del recubrimiento central.	50
Figura 4.59: Vista de la parte del guarda-calor correspondiente a la sala de la caldera.	51
Figura 4.60: Guarda_calor de maquina y caldera.	51
Figura 4.61: Vista general utilizada en la primera parte del proyecto.	53
Figura 4.62: Plano de la caseta introducida debajo en una remodelación.	54
Figura 4.63: Vista frontal de la caseta de mandos.	55
Figura 4.64: Planta de la caseta con algunas cotas.	56
Figura 4.65: Estructura de la caseta.	56

Figura 4.66: Diseño de la distribución de las ventanas delanteras.	57
Figura 4.67: Plano de las ventanas.	58
Figura 4.68: Detalle contorno superior.	59
Figura 4.69: Lista de componentes de la caseta de mandos.	59
Figura 4.70: Vista del resultado final de la caseta de mandos.	60
Figura 4.71: Soporte nivelado de la caseta.	61
Figura 4.72: Guarda-calor con caseta, chimenea y ventiladores.	61
Figura 5.1: Disposición de los elementos realizados durante este proyecto.	63
Figura 5.2: Vista de la reconstrucción virtual del Remolcador a vapor Matagorda.	64
Figura 5.3: Vista en planta de la reconstrucción virtual del Matagorda.	64
Figura 5.4: Otra vista de la reconstrucción virtual del Matagorda.	65
Figura 5.5: Vista lateral de la reconstrucción virtual del Matagorda.	65

1 INTRODUCCIÓN

Antes de comenzar con el desarrollo del proyecto llevado a cabo haremos una pequeña reseña histórica de los orígenes del remolcador, explicando también la motivación de este proyecto. El mayor interés del remolcador *Matagorda* es que se trata de uno de los pocos barcos remachados que sobreviven hoy día en España.

El remolcador a vapor *Matagorda* toma el nombre de la península en la que se encontraba el astillero que le vio nacer, ubicada en la provincia de Cádiz. Sin embargo, ese no era su nombre original. Inicialmente tanto este barco como su hermano gemelo tomaron el nombre de A y B, haciendo alusión a las construcciones 50 y 51 del astillero, que serían destinadas al transporte de operarios. Más tarde, un inglés llamado *Daniel MacPherson* propuso a *La Naval* formar una sociedad dedicada al transporte y remolque en la Bahía de Cádiz.

La Naval era la empresa encargada de las construcciones militares en España, que tras recibir encargos de barcos civiles acabó adquiriendo la factoría de *Matagorda* después de realizar algunas negociaciones con *La Trasatlántica*, empresa propietaria de dichas instalaciones. La sociedad planteada por *MacPherson* fue finalmente creada y *La Naval* le vendió ambos barcos, adquiriendo ahora los nombres de *Luisa Mac* y *Mary Mac* en honor a las hijas de este. La función de ambos barcos cambió, ahora debían de ser aptos para la dupla de tareas, el transporte de operarios y el remolcado, marcando estas tareas el diseño de los mismos.



Figura 1.1: El Mary Mac en sus inicios.

Durante la fabricación de los navíos hubo una serie de problemas e inconvenientes que desembocaron en la desaparición de la sociedad propietaria y por lo tanto en el consiguiente abandono de los barcos en el astillero. Finalmente el propio astillero decidió quedarse con ambos proyectos y utilizarlos con el primer fin para el que fueron ideados, el transporte diario de los operarios de la factoría desde el puerto de Cádiz hasta la península de *Matagorda*. El *Mary Mac* comenzó a construirse en Abril de 1919 y se botó antes de finalizar dicho año, aunque no se entregaría hasta diciembre de 1920. Al cambiar de propietario volvió a ser renombrado, tomando su nombre definitivo, *Matagorda*.

Entre los habitantes de la zona es conocido como “*El vapor del Dique*” y es que, aunque fue diseñado como un remolcador, estuvo realizando el trayecto diariamente durante casi un lustro hasta que en 1969 se inaugurara el Puente Carranza, lo que provocó que dejase de utilizarse ya que el puente propiciaba mayor rapidez en el transporte de trabajadores y además la niebla no impedía el servicio de los medios de transporte terrestres, como sí pasaba con el remolcador. Puesto que ya no era necesario se vendió y fue llevado a Málaga y más tarde a las Islas Canarias, donde estuvo funcionando como remolcador hasta que se dió por finalizada su vida útil y quedó olvidado en una dársena del puerto.



Figura 1.2: El Matagorda en la actualidad.

Allí fue utilizado durante algún tiempo como vestuario y almacén de un grupo de buceadores y finalmente se utilizó como criadero de pájaros. La casualidad hizo que un gaditano reconociese el barco y al enterarse que su desguace estaba próximo, alertó a las autoridades gaditanas que a través de la Diputación de Cádiz consiguieron recuperar la propiedad del barco y remolque hasta el puerto de Cádiz. Una vez allí, mientras tomaba forma un proyecto de rehabilitación para que realizase el mismo trayecto que antaño, y dado el mal estado en que se encontraba se abrió una vía de agua quedando medio hundido en el puerto. Vista la imposibilidad de su rehabilitación se rescató del mar, siendo trasladado al museo *El Dique*, situado en el recinto que constituía el astillero donde nació esta embarcación.

Desde ese momento se encuentra varado al lado del dique donde tomó forma, esperando a ser restaurado mediante un proyecto de restauración llevado a cabo por la Diputación de Cádiz a través de alumnos de FP. La idea es que una vez restaurado forme parte del recorrido por el museo, siendo una sala más del mismo. Este es el motivo principal que propició la continuación de la primera parte del proyecto, pues al museo le gustaría contar con una maqueta digital del remolcador que estuviese proyectándose en la sala durante las visitas así como una simulación de lo que fue el montaje del mismo allá por 1919.

2 CATIA V5

El software utilizado para llevar a cabo la reconstrucción virtual del remolcador ha sido *CATIA v5*, ya que se trata de una de las herramientas de diseño gráfico más potentes en la actualidad. Cuando hablamos de herramientas de diseño gráfico nos referimos a programas de Diseño Asistido por Ordenador (CAD), de Ingeniería Asistida por Ordenador (CAM) o de Fabricación Asistida por Ordenador (CAE). La gran potencia de *CATIA v5* reside en que es un programa que engloba los tres tipos nombrados.


CATIA v5 (Computer Aided Three Dimensional Interactive Application) aporta nuevas soluciones en el diseño y la fabricación debido a que es un programa de CAD/CAM/CAE de gama alta que permite crear superficies complejas y diseñar tridimensionalmente con gran rapidez. Esto lo ha afianzado como software estándar para el diseño tanto en la industria aeronáutica como en la automovilística. Además, este programa, permite modelar y analizar el producto, pudiendo diseñar y estudiar su fabricación, lo que permite mejorar los procedimientos y reducir los tiempos, repercutiendo directamente en los costes totales de creación del producto.

Está formado por numerosos módulos de trabajo, lo que nos ofrece innumerables opciones para el diseño. Esto, unido todas las propiedades comentadas con anterioridad y a su uso intuitivo han hecho que sea el programa elegido para la reconstrucción virtual de nuestro navío.

2.1. Diversos módulos de *CATIA v5* utilizados durante la realización del proyecto.

Como hemos dicho anteriormente *CATIA* cuenta con una gran diversidad de módulos. Dichos módulos se encuentran agrupados en lo que llaman talleres de trabajo. Nosotros únicamente hemos utilizado módulos pertenecientes al taller *Mechanical Design*. En la Figura 2.1 se muestran los distintos talleres de trabajo disponibles así como los módulos de trabajo asociados al taller mencionado.

Los módulos que hemos utilizado para la realización del proyecto son módulos destinados al modelado sólido. Estos módulos han sido:

- **Part Design:** utilizado para diseñar los diferentes elementos.
- **Assembly Design:** gracias a este módulo hemos ensamblado los distintos elementos que formaban los conjuntos.
- **Sketcher:** aunque no hayamos seleccionado este módulo específicamente, cada vez que hacemos un  *Sketch* estamos haciendo uso de este módulo para realizar diseños 2D.
- **Wireframe & Surface Design:** este módulo lo hemos utilizado al trabajar con superficies o cuando hemos obtenido intersecciones entre ellas o proyecciones de elementos sobre superficies.

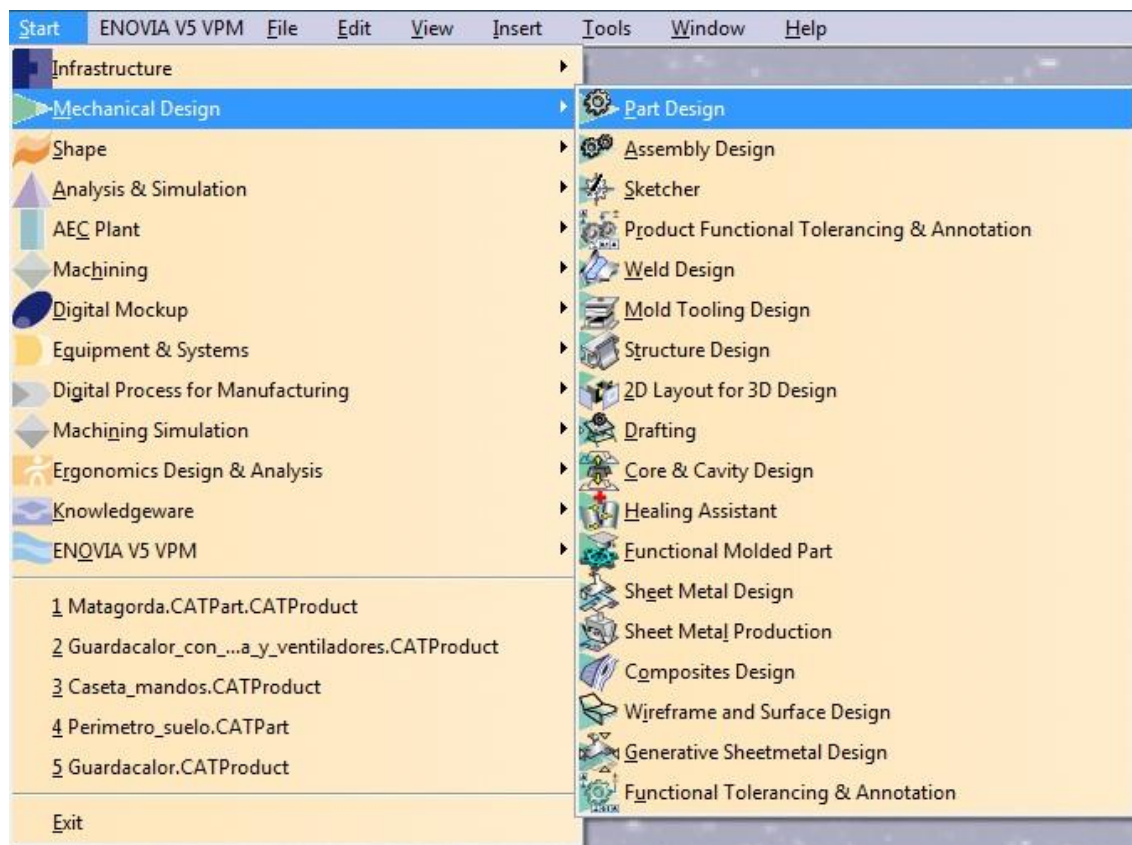


Figura 2.1: Lista de talleres de trabajo y de los módulos del Mechanical Design.

3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Para comenzar este capítulo debemos recordar lo que dijimos en el primero, se trata de un barco construido en 1920, es decir, hace casi 100 años, lo que indica la posibilidad de que falte parte de la documentación sobre su diseño y fabricación. De todos modos, gracias al buen trabajo realizado en el museo, hay un archivo en el que se encuentran clasificados en cajas todos los documentos que aún se conservan de cada construcción. Por suerte, tras consultar las cajas referentes a las construcciones 50 y 51 (de la 512 a la 521), pudimos obtener bastante información para llevar a cabo nuestro proyecto.

3.1. Objetivo

Este proyecto es la continuación del realizado por el compañero Juan Antonio Pérez Correa, “*Reconstrucción del diseño, modelado 3D y documentación del proceso de fabricación del remolcador a vapor Matagorda*”. En ese primer proyecto se llegó a modelar el casco, la quilla, los mamparos, el codaste y el timón, además de dar forma a la cubierta del barco. Para su continuación debíamos ir completando la recreación virtual del remolcador, pudiendo seguir varios caminos: la superestructura, el grupo de caldera y motor, ejes y hélice...

De entre todas ellas, se eligió la realización de la superestructura del navío para así poder ir finalizando la volumetría exterior de nuestro barco e ir obteniendo una visión más real y completa del estado del navío en sus orígenes.

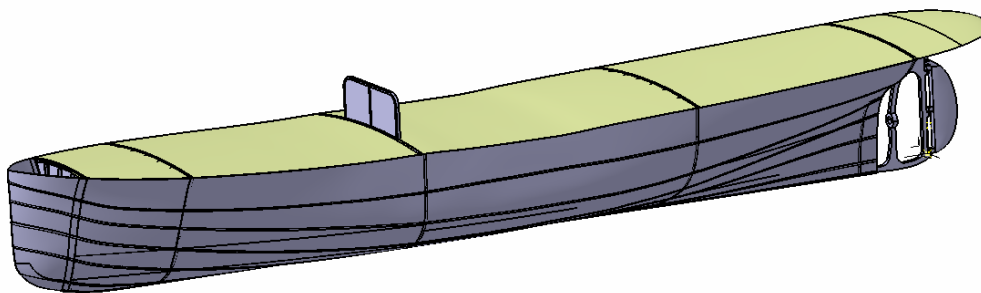


Figura 3.1: Estado del modelado 3D antes de comenzar este proyecto.

Como se comentó en el primer apartado, el museo *El Dique* pretende restaurar, junto a la Diputación de Cádiz, el remolcador con idea de que pase a formar parte de las salas del museo. Además de para ser proyectada en alguna sala, la reconstrucción virtual del barco servirá como ayuda para las labores de restauración, es decir, para llevar a cabo esos trabajos tomarán como referencia los planos originales, pero se apoyarán, en parte, en el diseño realizado en estos proyectos.

Por este motivo y debido a que el barco sufrió remodelaciones cada década aproximadamente, tuvimos que ponernos de acuerdo con el director del museo sobre cuál sería la construcción final deseada. La decisión no fue fácil, pues encontramos diversos planos de la vista general del *Matagorda* cuyas superestructuras diferían mucho unas de otras.

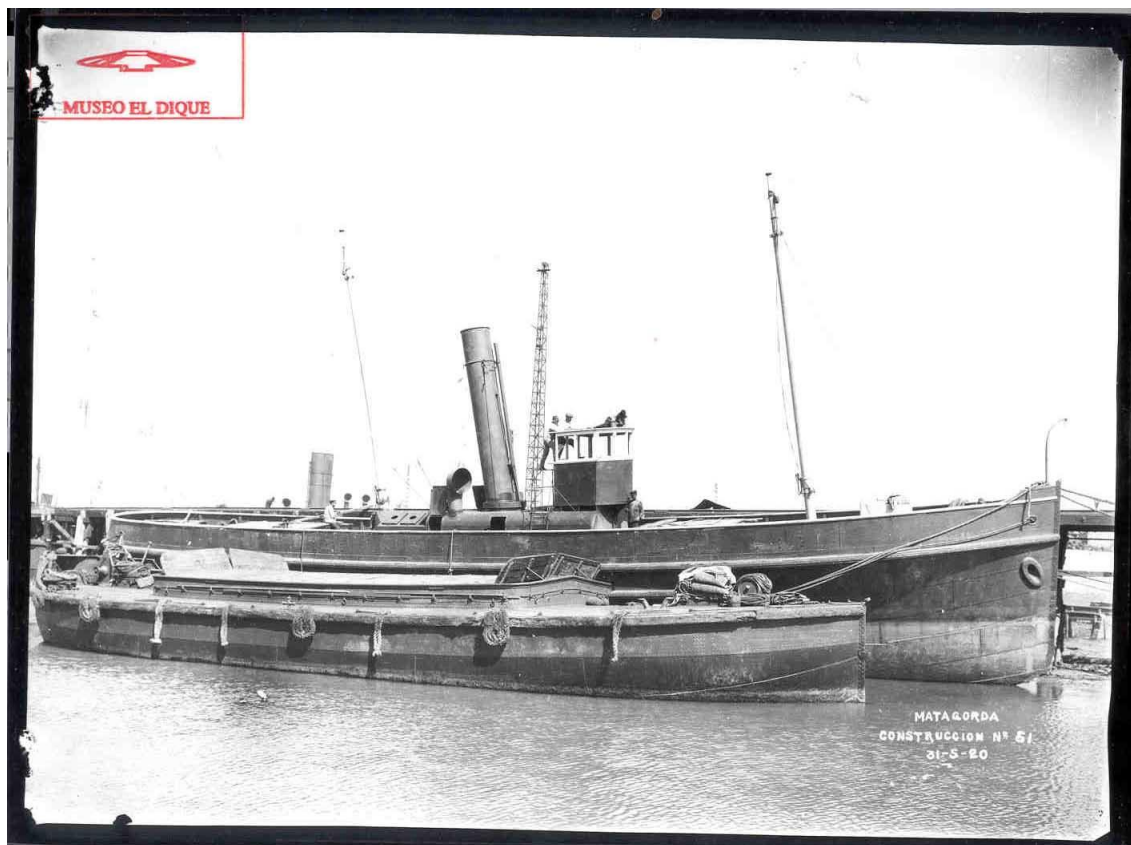


Figura 3.2: Trabajadores realizando tareas sobre el Matagorda.

Finalmente, apoyándonos en documentos gráficos de la época (Figuras 1.1 y 3.2), llegamos a la conclusión de cuál era la vista general que utilizaríamos de ahora en adelante. Esta no coincide con la utilizada al inicio del proyecto, pero esto no supone un problema debido a que la única variación que introducía respecto a la elegida se encuentra en la superestructura, y en la primera parte del proyecto, ya comentamos que no se llega a modelar nada relacionado con esta, como vemos en la Figura 3.1.

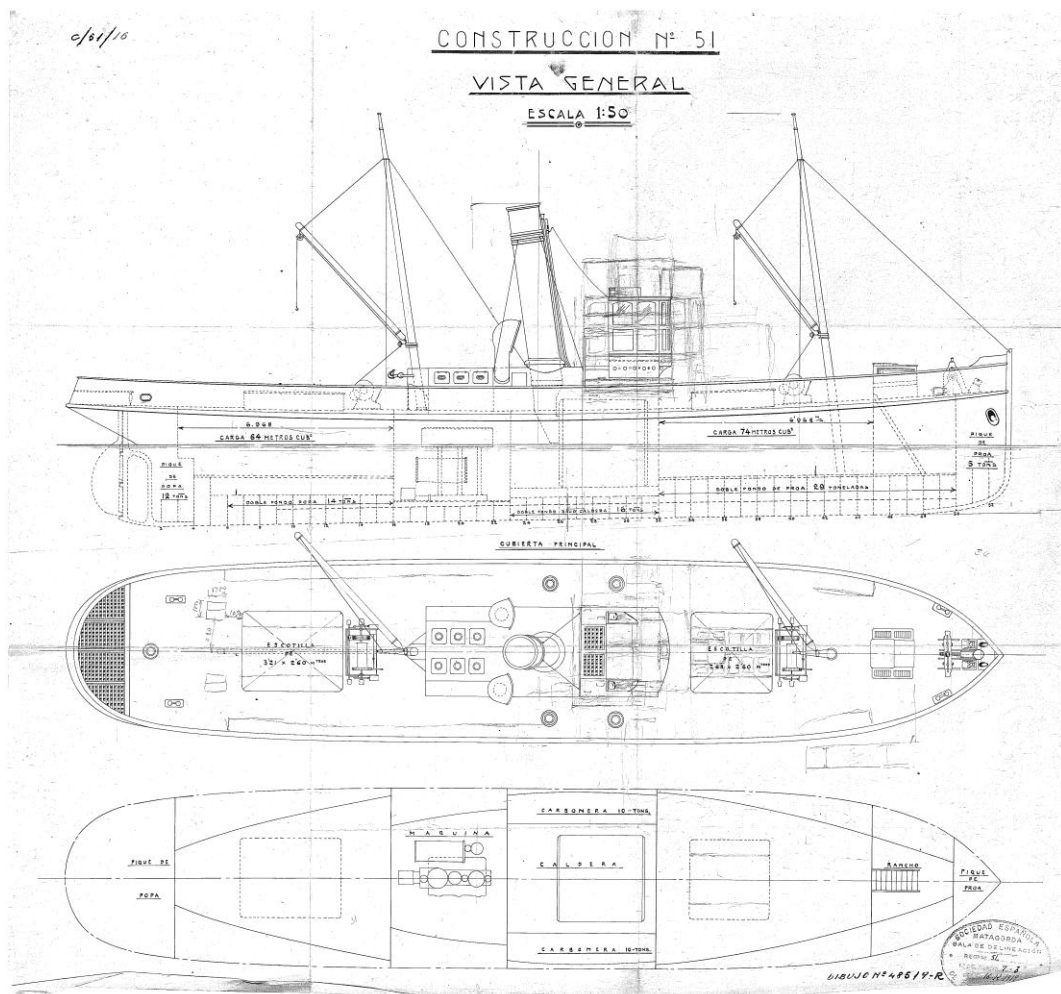


Figura 3.3: Vista general elegida.

De esta manera, el plano de la planta del remolcador que decidimos utilizar para llevar a cabo el modelado de los elementos de la superestructura es el que podemos ver en la Figura 3.4.

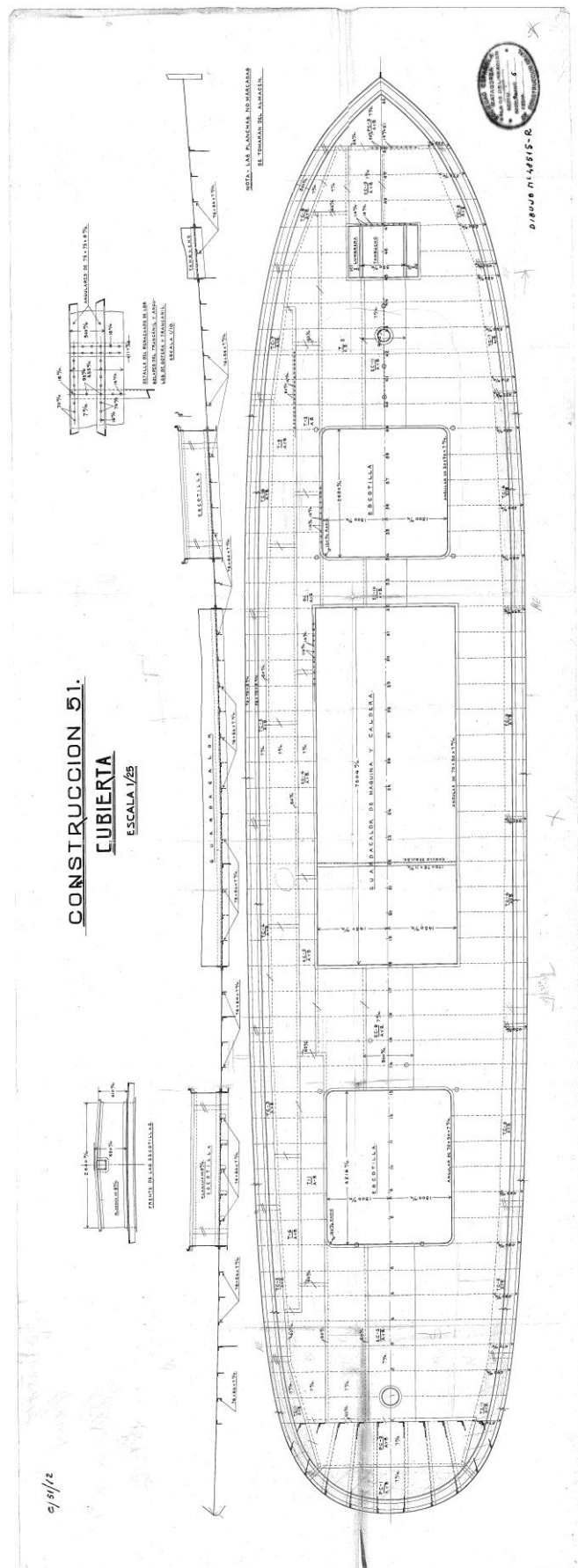


Figura 3.4: Plano de la cubierta.

4 DESARROLLO DEL PROYECTO

En este capítulo vamos a desarrollar la realización de cada uno de los componentes enumerados con anterioridad, analizando en cada caso los planos y documentos facilitados por el museo e indicando los diversos problemas a los que nos hemos tenido que enfrentar, así como la solución obtenida. Todos los planos de los que hemos hecho uso durante el diseño los pasamos a formato digital con el fin de preservar los originales e intentar dañarlos lo menos posible durante su utilización.

Como ya sucedió en la primera parte del proyecto, a la hora de los ensamblajes no incluiremos los remaches debido a que, aunque se trata de un barco remachado y son los encargados de unir las piezas, complican mucho el diseño sin aportar información de relevancia.

4.1. Tambucho para el rancho de los marineros.

Esta caseta es la encargada de dar entrada al habitáculo que tenía reservado la tripulación bajo el casco. Por suerte pudimos contar con el que parece ser el plano original, el cual mostramos en la Figura 4.1.

Para tener la base de este conjunto, utilizamos el plano de la planta de la cubierta con las dimensiones detalladas, Figura 3.4, para realizar una proyección de la forma en planta del tambucho sobre la misma, pudiendo así determinar el hueco y por tanto el perfil que nos iba a definir el contorno del conjunto.

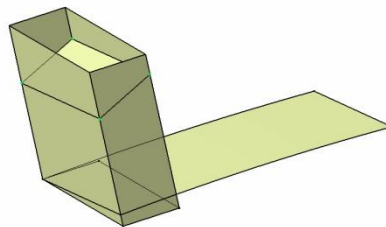




Figura 4.1: Realización del cuerpo lateral del tambucho

En primer lugar comenzamos realizando las paredes de los cuerpos laterales para apoyarnos sobre ellos a la hora de definir los angulares, ya que de este modo era más fácil delimitarlos debido a que el suelo no es un plano, sino que es una superficie curva. Esta es una ventaja que nos ofrece *CATIA v5*, podemos comenzar por el final e ir hacia atrás. Por tanto, para llevar a cabo dichos cuerpos laterales definimos tanto por delante como por detrás las líneas que nos marcaban la inclinación de la lumbrera, creando una superficie. Por otro lado, sobre un plano horizontal, creamos la planta de la misma y mediante el comando  *Extrude* la prolongamos verticalmente creando otra nueva superficie. Ya solamente nos faltaba cortar la superficie extruida con la cubierta y con la superficie de la lumbrera, para lo que utilizamos el comando  *Split*. Tras esto, unimos los resultados obtenidos y le dimos espesor, obteniendo el cascarón del cuerpo lateral del tambucho.

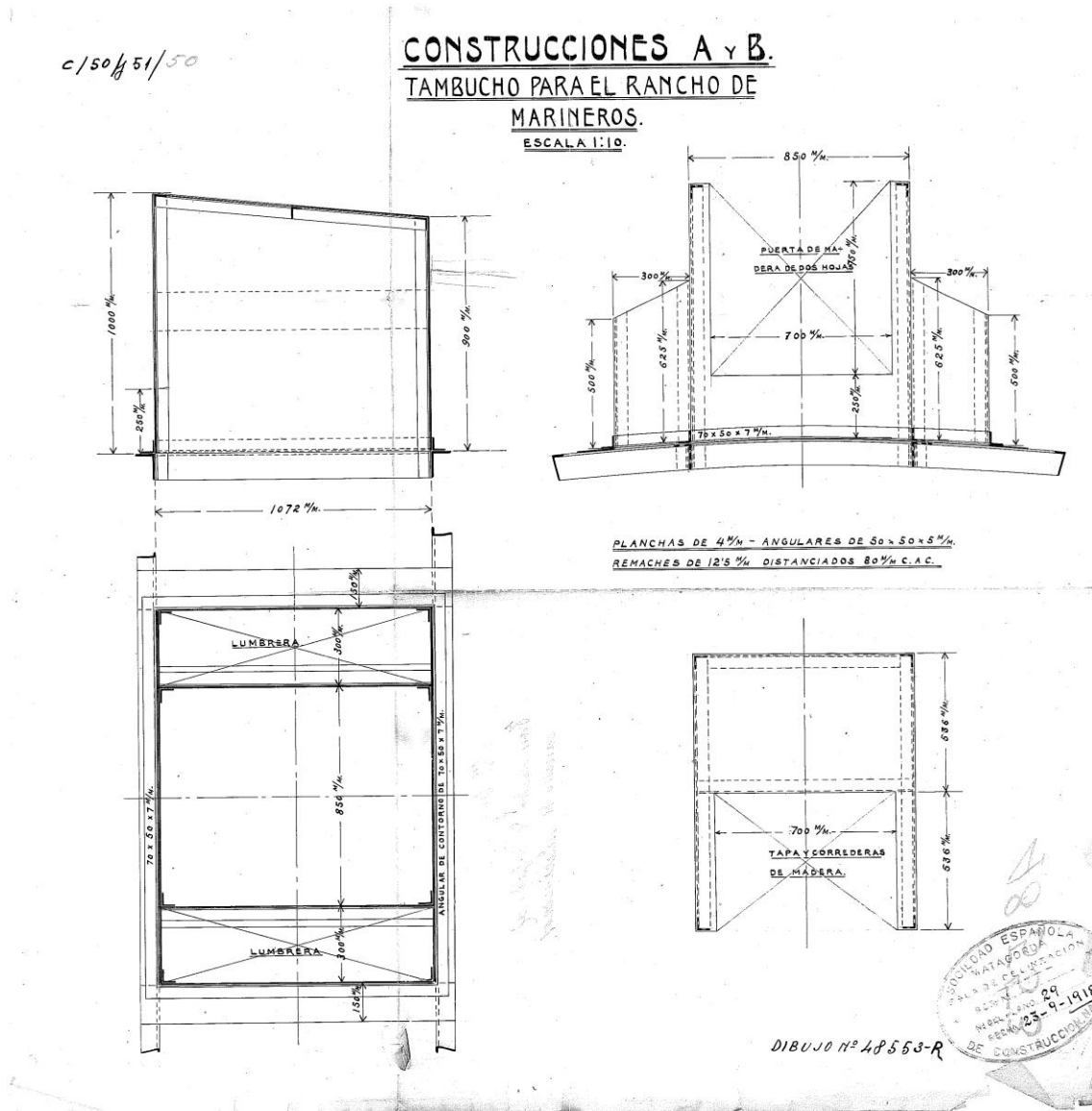



Figura 4.2: Plano del tambucho

Para la realización del cuerpo central la manera de proceder fue idéntica a la seguida con los cuerpos laterales. Una vez obtenido el cuerpo entero del tambucho realizamos los agujeros de puertas y tapadera y de las lumbreras mediante el comando  Pocket. Con el volumen ya definido nos dispusimos a realizar los angulares interiores que deben dar forma y consistencia a la estructura exterior. Como dijimos anteriormente, para la realización de estos tomamos como referencia los cuerpos del tambucho ya obtenidos, Figura 4.4, asegurándonos de esta manera el contacto entre las superficies donde deben ir colocados los remaches.

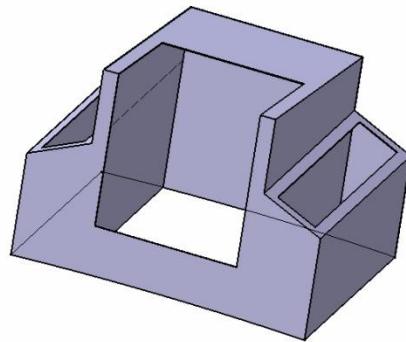


Figura 4.3: Cuerpo del tambucho.

Además de para asegurar el contacto, el hecho de tener los límites de las escuadras definidos con anterioridad nos ayuda a la hora de obtener su longitud final, así como la forma del extremo de las mismas. Por ejemplo, en el caso de los angulares verticales de los cuerpos laterales observamos claramente cómo deben terminar con un determinado ángulo. Este se podría obtener realizando un angular recto de más longitud de la necesaria y realizando después la intersección y corte con la superficie, pero también se puede obtener de una manera mucho más directa y menos tediosa.

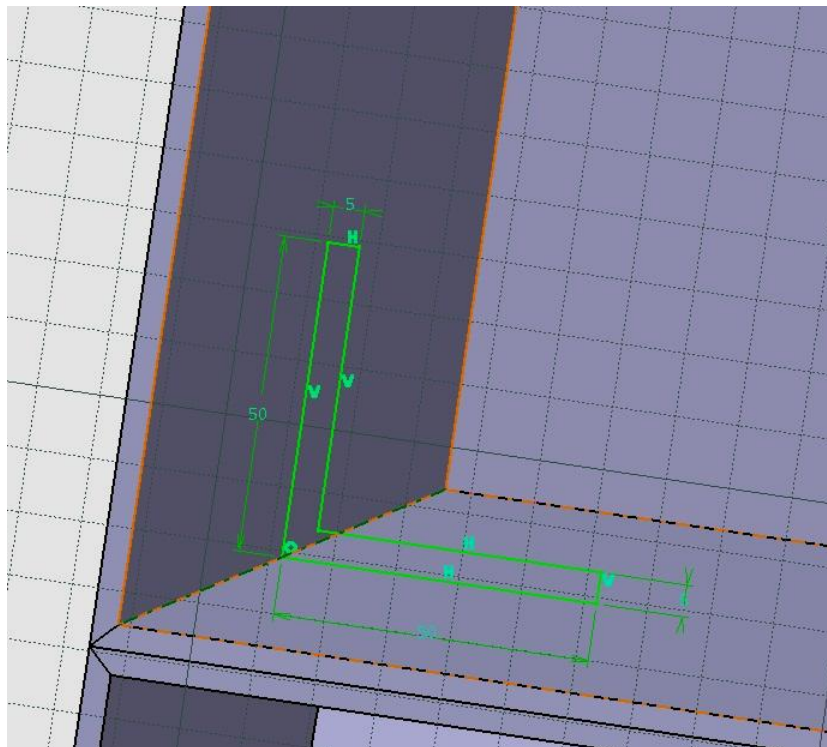



Figura 4.4: Definición de uno de los angulares verticales.

Puesto que se trata de angulares rectilíneos, para su creación utilizamos el comando  *Pad* el cual nos da varias opciones para definir los límites hasta los que va a llegar el objeto. Una de ellas nos permite definir como límite una superficie, por lo que nosotros elegimos esta opción para definir dichas escuadras.

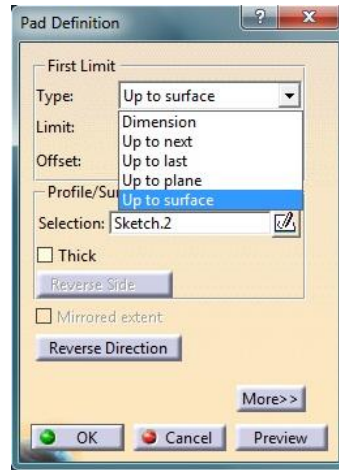



Figura 4.5: Cuadro de definición del Pad

Una vez obtenidas todas las escuadras verticales realizamos las horizontales, procediendo del mismo modo que con las anteriores, y utilizando como límite en cada caso la superficie más conveniente, ya fuera una pared o incluso una de las escuadras diseñadas previamente. Para finalizar el montaje de la estructura, recortamos algunas escuadras que coincidían con partes de otras de ellas. El comando  *Remove* es el que nos permite realizar esta acción eliminando el material que tienen en común ambos cuerpos de uno de ellos.

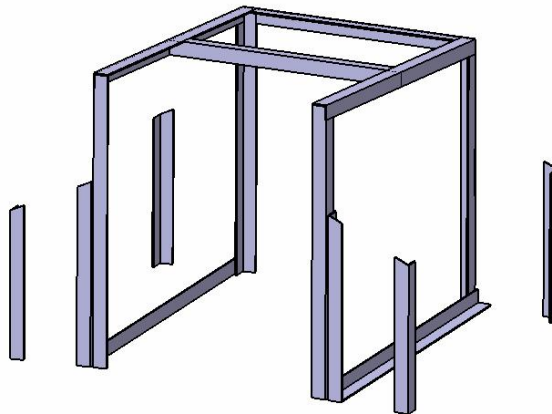




Figura 4.6: Estructura del tambucho para el rancho de los marineros.

Para finalizar con el tambucho lo único que faltan son las puertas, la tapadera y las tapas de las lumbreras. Además de tomar una idea de las medidas de las puertas y de la tapadera del plano, utilizamos también una fotografía en la que se puede ver parte del tambucho entre otras cosas, Figura 4.7.



Figura 4.7: Foto de la zona de proa del Matagorda.

Con todo ello decidimos realizar las puertas, la tapadera y las tapas de las lumbreras de 30 mm de espesor y el hueco central de solamente 10mm. Para su realización nuevamente hicimos uso de un  *Pad* para obtener el cuerpo de un  *Pocket* para realizar el vaciado, dándole la profundidad mencionada anteriormente. Las puertas tienen unas dimensiones de 370 x 780 mm, la tapadera de 566 x 740 mm y las tapaderas de las lumbreras de 1127 x 375 mm en la parte superior (tiene un chaflán para adaptarse a la pared del cuerpo central). Finalmente, el conjunto completo queda como se muestra en la Figura 4.8.

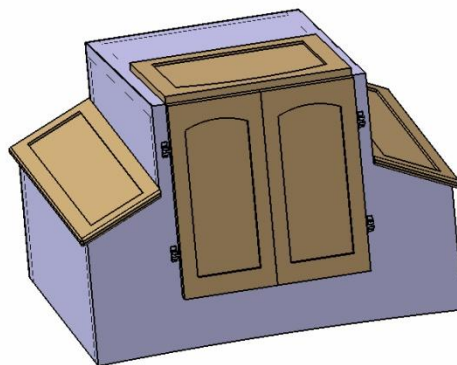


Figura 4.8: Tambucho para el rancho de los marineros.

4.1.1 Piezas para la realización del tambucho.

En la Figura 4.9 mostramos la lista de piezas,  Part, utilizados para montar el tambucho completo.



Figura 4.9: Arbol de componentes del tambucho.

4.2. Escotilla de proa.

Para diseñar la escotilla, inicialmente tomamos, al igual que en el caso del tambucho para el rancho de los mariners, el plano de la planta de la cubierta del remolcador, Figura 3.4, para poder situarla en su posición. A parte de este plano de la planta de la cubierta no encontramos más planos con información referente a la escotilla. Por suerte, en el citado plano contamos con una vista del perfil de la escotilla y con otra vista del frente de la misma, lo que nos da una información de la altura máxima de la escotilla así como de la pendiente lateral con la que cuenta. En la Figura 4.10 vemos los datos mencionados.

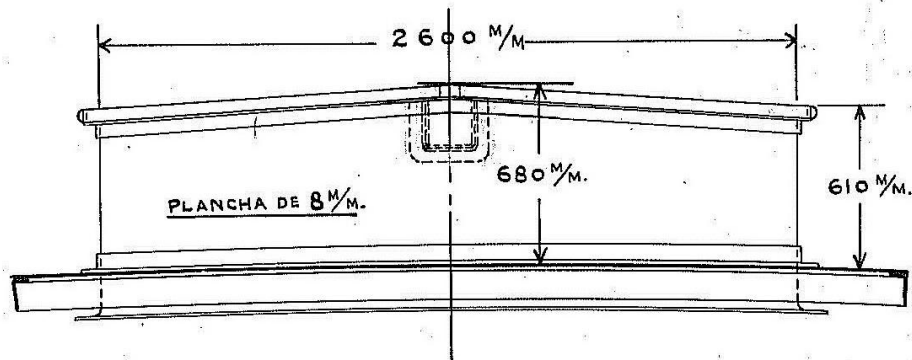


Figura 4.10: Frente de las escotillas.

Adicionalmente a la información que nos revela el plano, anteriormente vimos que en la Figura 4.7 se puede observar, junto al tambucho, una parte de la escotilla. Tuvimos la suerte de encontrar otra nueva imagen en la que se veía claramente la parte superior de la escotilla, Figura 4.12.

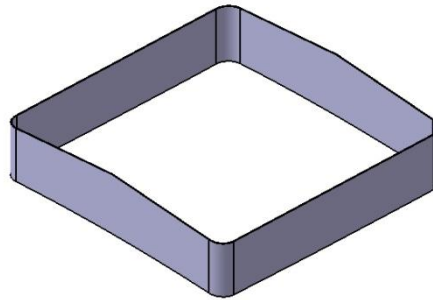


Figura 4.11: Paredes de la escotilla.









A la hora de su diseño en *CATIA* los pasos que seguimos después de obtener su contorno en la cubierta fueron similares a los seguidos en la realización de los cuerpos laterales del tambucho. Primeramente realizamos en los planos frontal y trasero un  *Sketch* con la forma de la superficie superior de la escotilla, seguidamente con el contorno obtenido sobre la cubierta obtuvimos lo que después serían las paredes mediante el comando  *Extrude*. Tras esto, con uno de los contornos realizados anteriormente creamos una nueva superficie con el comando  *Sweep*, pudiendo cortar ya ambas superficies (comando  *Split*), obteniendo así la forma de la escotilla. Para finalizar las paredes de la escotilla dimos espesor a la superficie obtenida mediante el comando  *Thick Surface*, obteniendo las planchas de 8 mm que podemos ver indicadas en la Figura 4.10.



Figura 4.12: Imagen del Matagorda desde la proa.

Al igual que en el caso del tambucho, para realizar los elementos restantes nos apoyaríamos en las paredes ya definidas. El filo superior consta de dos angulares contrapuestos y un elemento semicircular. Para la realización del primer angular perimetral obtuvimos la línea del contorno superior de las paredes intersectando las superficies utilizadas anteriormente. En un plano realizamos un  *Sketch* con la forma y dimensiones del angular y hacemos que recorra todo el perímetro mediante la herramienta  *Rib*.

En este punto tuvimos algunos problemas debido a que el perfil del angular se retorció conforme iba recorriendo el contorno. Cuando nos dimos cuenta de este fallo investigamos en el cuadro de definición del  *Rib*, dando con la causa del error y subsanándola. El parámetro que provocaba el fallo era el “Profile control”, debido a que, de las tres opciones que facilita (Figura 4.), por defecto viene seleccionada “Keep angle”. Dicho parámetro sirve para definir la orientación que debe seguir el perfil durante la trayectoria. Por ello, para solventarlo, elegimos la opción “Pulling direction” eligiendo el eje Z como dirección. De esta manera la escuadra ya no se retorció.

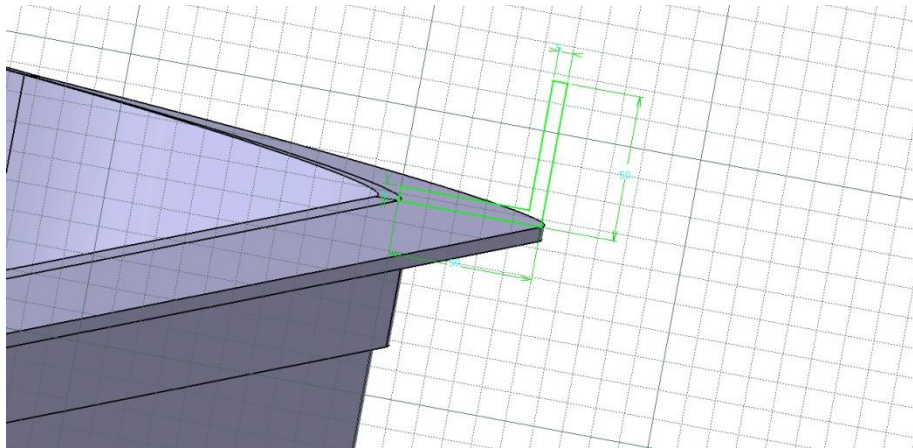




Figura 4.13: Diseño angular superior.

Para realizar el otro angular utilizamos nuevamente la línea del contorno superior como trayectoria y para definir su forma y posición nos apoyamos en la escuadra diseñada con anterioridad, como podemos apreciar en la Figura 4.13. Para finalizar el contorno superior de la escotilla nos falta diseñar la pieza semicircular que acompaña a la segunda escuadra diseñada. De nuevo, la trayectoria utilizada es la misma y nos ayudamos de la escuadra superior para definir la posición de dicha pieza, con el fin, entre otras cosas, de asegurar el contacto entre ambos cuerpos.

El método empleado para hacer el angular inferior de la escotilla es idéntico al utilizado en los tres casos descritos anteriormente, realización de la forma requerida en un  *Sketch* y extrusión de la misma a lo largo de una trayectoria haciendo uso del  *Rib*. La única diferencia ahora es que la trayectoria seleccionada es el contorno inferior en lugar del superior.

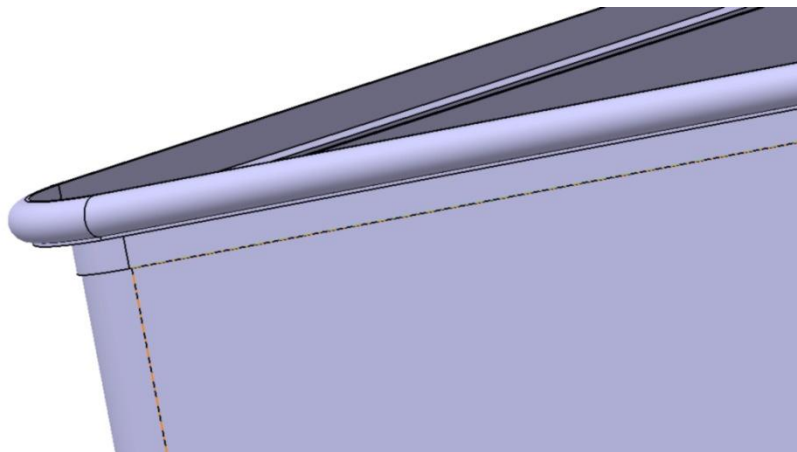





Figura 4.14: Detalle del montaje del contorno superior.

Antes de crear los tablones para poder dar por finalizado el diseño de la escotilla tuvimos que diseñar el apoyo longitudinal de los mismos, para lo cual tuvimos que volver a utilizar la superficie que hizo de tejado al definir la forma de la escotilla, recortarla con una anchura de 200 mm, darle espesor y, sobre eso, realizar nuevamente otro  *Rib* para obtener la separación central.

Para diseñar los tablones que hacen de tapadera de la escotilla tuvimos que tomar referencias de las imágenes comentadas anteriormente, Figuras 4.7 y 4.12. Para llevarlos a cabo, obtuvimos la forma que tendrían

mediante un  *Sketch* en un plano definido por la escuadra superior y el apoyo central creado. A continuación realizamos un  *Pad* hasta el extremo de la escuadra soporte, intentando conseguir así una tapadera uniforme sin escalones demasiado abruptos. Señalar que los tablones situados en las esquinas los redondeamos por motivos obvios.

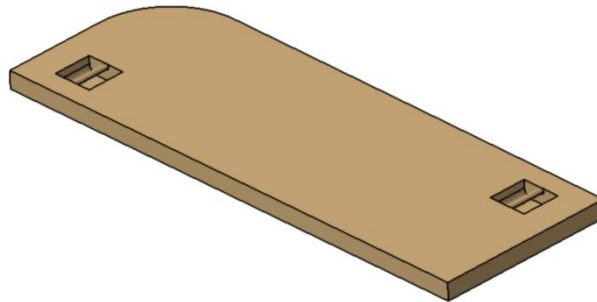


Figura 4.15: Tablón de esquina.

Tras realizar todo lo descrito, el resultado obtenido es el mostrado en la Figura 4.16.

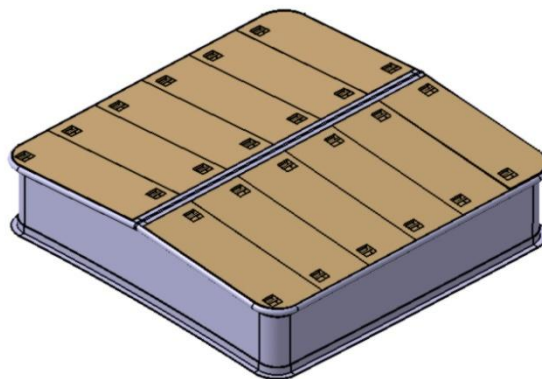


Figura 4.16: Escotilla de proa.

4.2.1 Piezas para la realización de la escotilla de proa.

El árbol de la construcción de la escotilla lo podemos observar en la Figura 4.17, donde debemos señalar que las tapaderas van por parejas, es decir, en cada una de las ramas se encuentran un tablón y su simétrico.



Figura 4.17: Árbol de componentes de la escotilla de proa.

4.3. Escotilla de popa.

La escotilla de popa es idéntica a la de proa, por lo que los pasos seguidos para su realización son iguales a los expuestos en el caso anterior. Únicamente cuentan con la diferencia de que la de popa es más larga que la de proa, por lo que a la hora de diseñar los tablones de la tapadera hemos variado tanto la cantidad de estos como las dimensiones de los mismos. En la escotilla de proa contábamos con 12 tablones de 461 mm de anchura cada uno, mientras que por el contrario en la de popa contamos con 14 tablones de 472 mm de anchura. El resultado final obtenido en este caso se muestra en la siguiente figura:

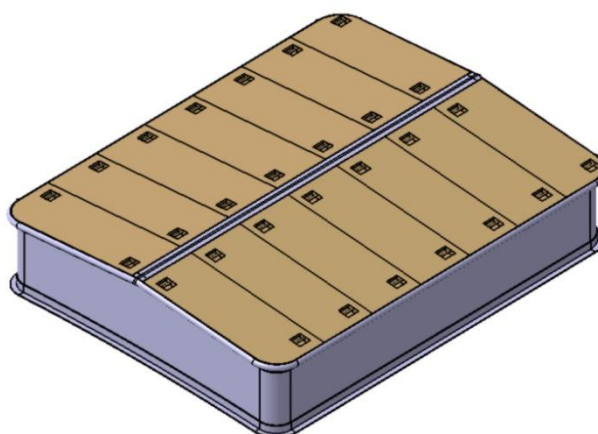


Figura 4.18: Escotilla de popa.

Como era de esperar, el árbol de este elemento es idéntico al anterior con la salvedad de que cuenta con un archivo más de tablones que el árbol del caso anterior. Por ese motivo hemos obviado su incorporación a este texto.

4.4. Chimenea.

Cuando nos dedicamos en el archivo del museo a seleccionar los planos necesarios para la realización de nuestro trabajo nos encontramos con un problema: había diversos planos referentes a la chimenea.

Nuevamente nos encontrábamos con el dilema que se nos había planteado con la vista general del barco, ¿cuál de ellos hacía referencia a la chimenea montada en origen?

Tras consultar varios archivos gráficos de la época y consultarlo con el director del museo, nos indicó que el plano de la chimenea es el de la Figura 4.19. Como podemos ver en dicho plano, las medidas están dadas en pulgadas, por lo que antes de comenzar a diseñarla debimos convertir las medidas a milímetros que es con lo que venimos trabajando. Tomando como referencia la tabla que encontramos en el Anexo A transformamos todas las medidas, obteniendo los resultados que se muestran en la Tabla 1.

Según la tabla referida, un pie (') equivale a 304.8 mm, mientras que una pulgada (") se corresponde con 25.4 mm.

Medidas	Pulgadas	Milímetros
Altura de la chimenea	18' - 0"	5486.4
Inclinación	1 ³ / ₈ " por pie	35 mm por 304.8mm
Diámetro interior	2' - 9"	705
Ángulo contorno inferior	2 ¹ / ₄ " x 2 ¹ / ₄ " x 5 ⁵ / ₁₆ "	57 x 57 x 8

Tabla 1: Correspondencia entre las medidas de la chimenea.

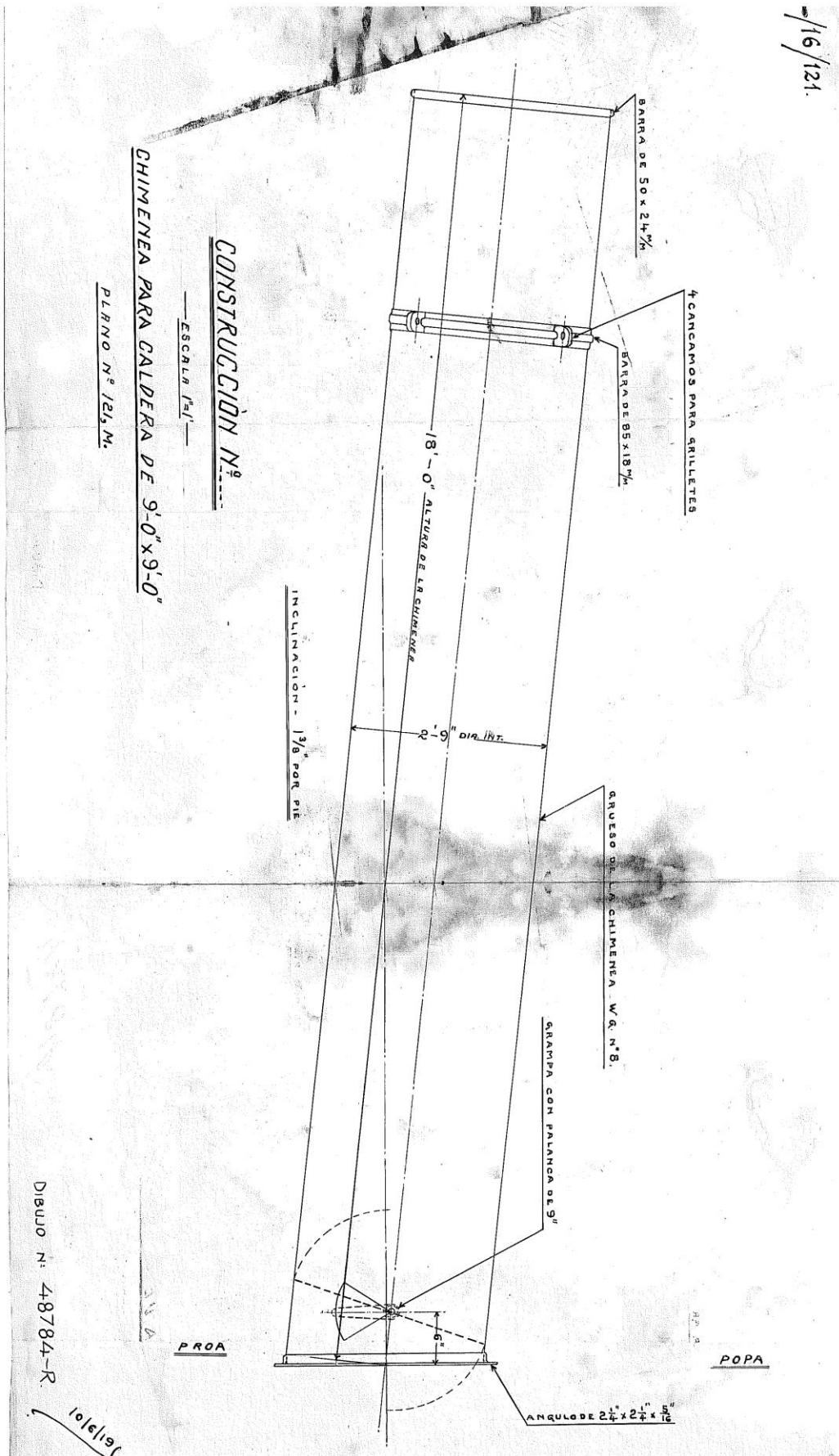



Figura 4.19: Plano de la chimenea.

Una vez transformadas las medidas nos encontrábamos en disposición de comenzar con el diseño de la chimenea. Para llevarlo a cabo comenzamos creando dos puntos, uno en el origen y otro calculado para definir una línea con la inclinación indicada en el plano que debía tener la chimenea. Seguidamente mediante la herramienta  *Cylinder* creamos la superficie de la chimenea, haciendo que el eje de simetría del cilindro fuese la línea que unía los dos puntos. En la Figura 4.20 podemos ver el cuadro de definición de la herramienta utilizada.

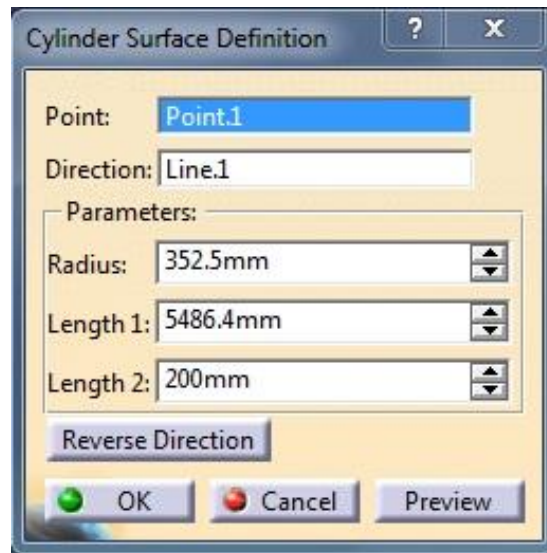






Figura 4.20: Ventana de definición del comando *Cylinder*.

Como se observa, puesto que dijimos que el primer punto estaba situado en el origen, hemos prolongado 20 cm hacia abajo el cuerpo de la chimenea con el fin de que traspase el techo del guarda-calor. Tras realizar la superficie cilíndrica le dimos espesor utilizando el mismo comando que ya hemos mencionado en ocasiones anteriores,  *Thick Surface*.

Con el cuerpo de la chimenea terminado nos quedaban por realizar los detalles, como la barra de 50x24 mm situada en el extremo superior. Para su diseño, lo primero que hicimos fue la forma de la barra en un  *Sketch* situándola sobre la superficie de la chimenea, Figura 4.21. A continuación situamos un plano perpendicular al eje de la chimenea en la parte superior, realizando sobre el mismo un nuevo  *Sketch* con la forma de la chimenea, pudiendo ya realizar un  *Rib*. Tras la realización de este, ya tenemos la barra finalizada, por tanto, es hora de comenzar con el diseño de la pletina en la que se encuentran los cáncamos para grilletes.

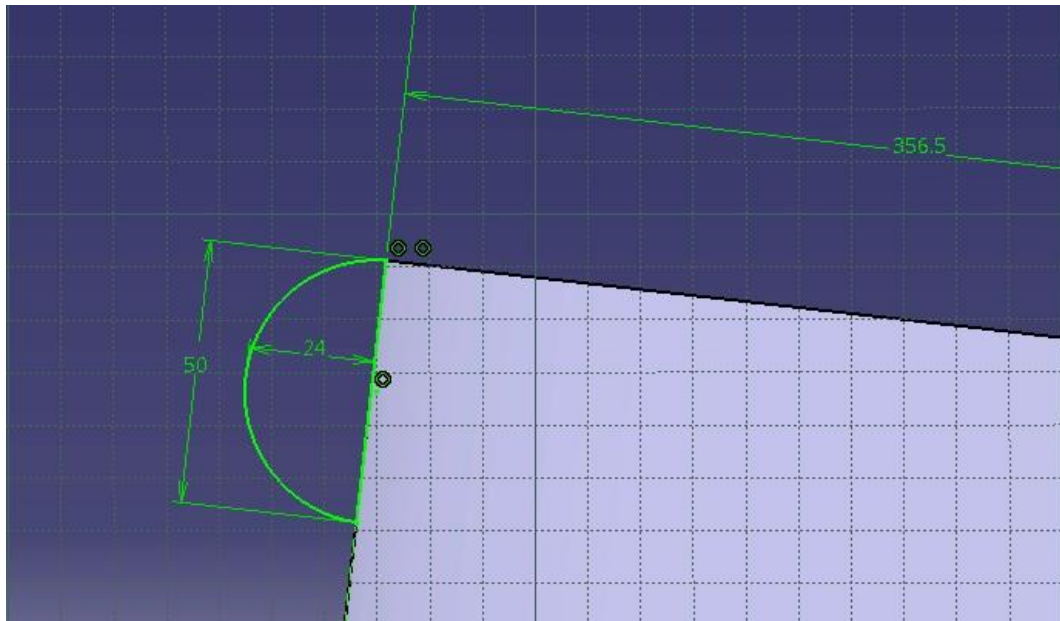




Figura 4.21: Diseño de la forma de la barra superior de la chimenea.

El proceso de realización de la pletina podía ser igual al seguido en el diseño de la barra superior, pero en este caso decidimos seguir otros pasos, evidenciando así que no existe una única forma de obtener los objetivos, al menos en CATIA. En este caso, realizamos un  *Sketch* con la forma de la pletina, Figura 4.22, y para situarlo alrededor de la chimenea hicimos uso del comando  *Shaft* utilizando el eje de la chimenea como eje de revolución.

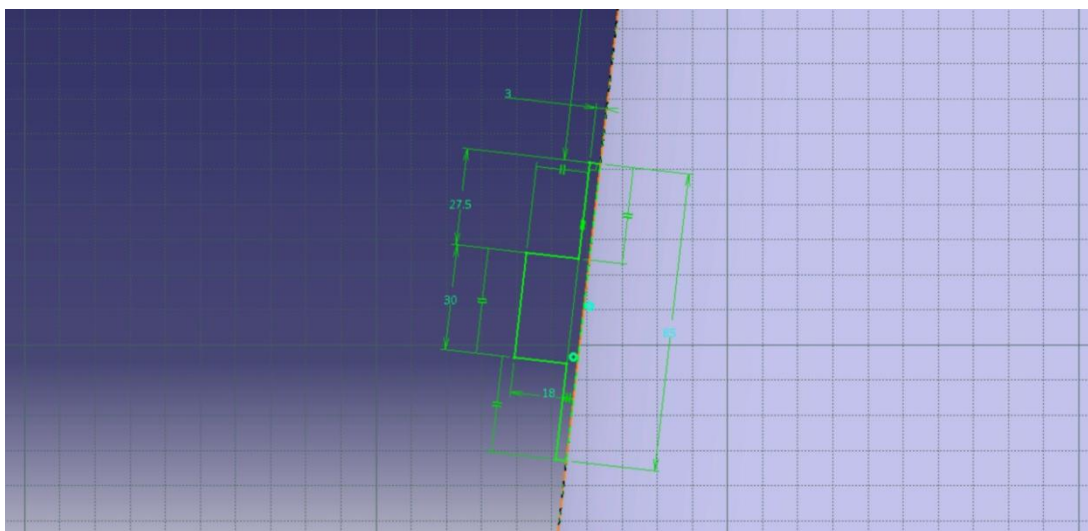



Figura 4.22: Diseño de la pletina soporte de los cáncamos.

Una vez obtenida la pletina, diseñamos uno de los cáncamos y obtuvimos los tres restantes mediante el comando  *Circular Pattern*, colocándolos a 90°. El resultado podemos observarlo en la Figura 4.23.

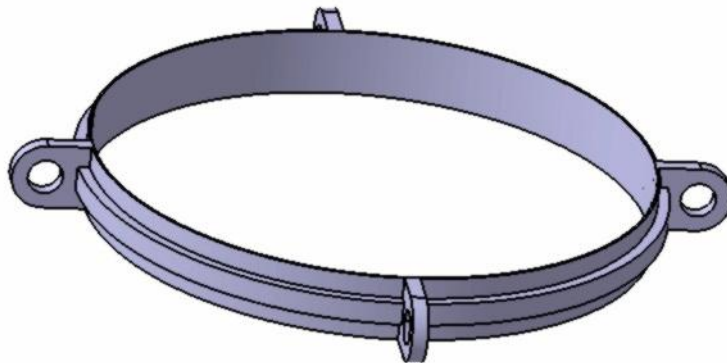


Figura 4.23: Pletina con los 4 cáncamos para grilletes.

Para situar longitudinalmente a lo largo de la chimenea la pletina tomamos medidas sobre el plano y realizamos una regla de tres. Obtuvimos la medida de una distancia acotada en el plano y teniendo esta como referencia, calculamos a la distancia del extremo superior que debía situarse la pletina. La medida que tomamos sobre el plano con la regla fue de 232 mm, correspondiéndose con los 5486.4 señalados en el mismo. De esta manera, la distancia a la que debíamos colocar la pletina era de 945.9 mm.

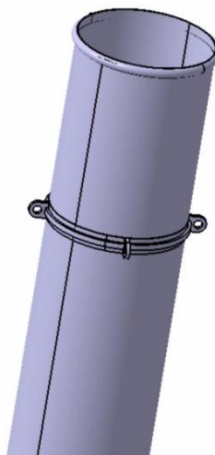


Figura 4.24: Detalle de la barra superior y la pletina de los cáncamos.

Por último quedaba por diseñar el angular inferior. Inicialmente lo diseñamos como viene en el plano, horizontal, aunque después al unirlo al conjunto del guarda-calor hubo que modificarlo, estando finalmente ligeramente inclinado respecto a la horizontal de la chimenea. La forma de proceder para su diseño fue similar a la seguida con el diseño tanto de la barra superior como de la pletina de los cáncamos, contando con mayores dificultades a la hora de definir la trayectoria que debía seguir el perfil del angular alrededor del cuerpo de la chimenea. La chimenea completa la vemos en la Figura 4.25.

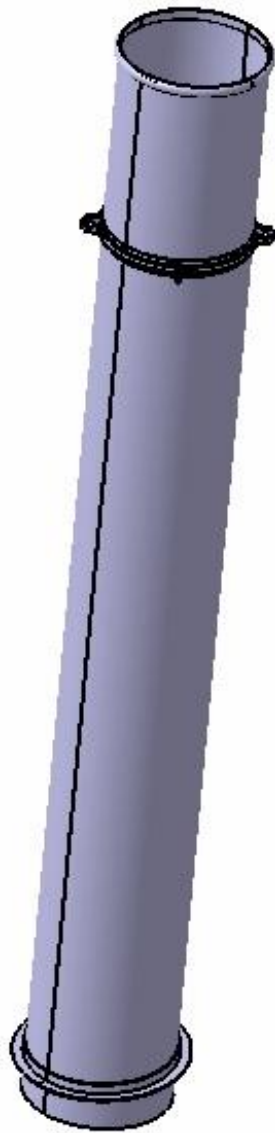


Figura 4.25: Chimenea.

4.4.1 Piezas para la realización de la Chimenea.

En la siguiente figura podemos observar la relación de piezas comentadas con anterioridad y que constituyen el conjunto de la chimenea.

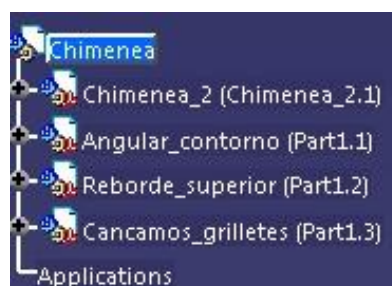






Figura 4.26: Arbol de componentes de la chimenea.

4.5. Ventilador de la cámara de máquina y caldera.

Para la realización de este elemento pudimos contar con el plano original, que podemos apreciar en la Figura 4.27. Como vemos está compuesto por tres cuerpos independientes, dos tubos y la caperuza. El primer tubo es circular, por lo que para su diseño utilizamos el comando  *Cylinder* al igual que hicimos en el caso de la chimenea. El segundo tubo es cónico, con un diámetro interior de 396 mm en la parte inferior y de 400 mm en la parte superior, por lo que no podemos utilizar el mismo comando para su realización.

Para obtener el tronco cónico hicimos un  *Sketch* con el diámetro inferior y otro con el superior a las alturas de los respectivos extremos. Así mismo unimos ambas circunferencias mediante una línea que serviría de guía para el comando utilizado,  *Multi-section Surface*. Seguidamente dimos espesor a ambas superficies mediante  *Thick Surface*.

Por último, la caperuza se asemejaba al tronco cónico en el sentido en que se trata de perfiles circulares unidos formando una superficie, de este modo el procedimiento fue similar al utilizado en el caso del segundo tubo. En primer lugar definimos la circunferencia del final de la caperuza, para ello tuvimos que realizar primeramente las guías superior e inferior que nos definían el plano en el que debía encontrarse dicha circunferencia. En este punto tuvimos que realizar una modificación a las medidas que observamos en el plano.

A la hora de crear las guías superior e inferior, nuevamente tuvimos que tomar medidas haciendo uso de la regla y las reglas de tres. En este caso fue para ver cuánto se introducía la caperuza, así como qué longitud tenía el tramo rectilíneo de las guías. Como referencia tomamos que a 37 mm en el plano le correspondían 365 mm, por lo que la caperuza se introducía en el segundo tubo una longitud aproximada de 45 mm (4.5 mm medidos sobre el plano) y el segmento rectilíneo tenía una longitud de aproximadamente 90 mm (9 mm medidos sobre el plano).

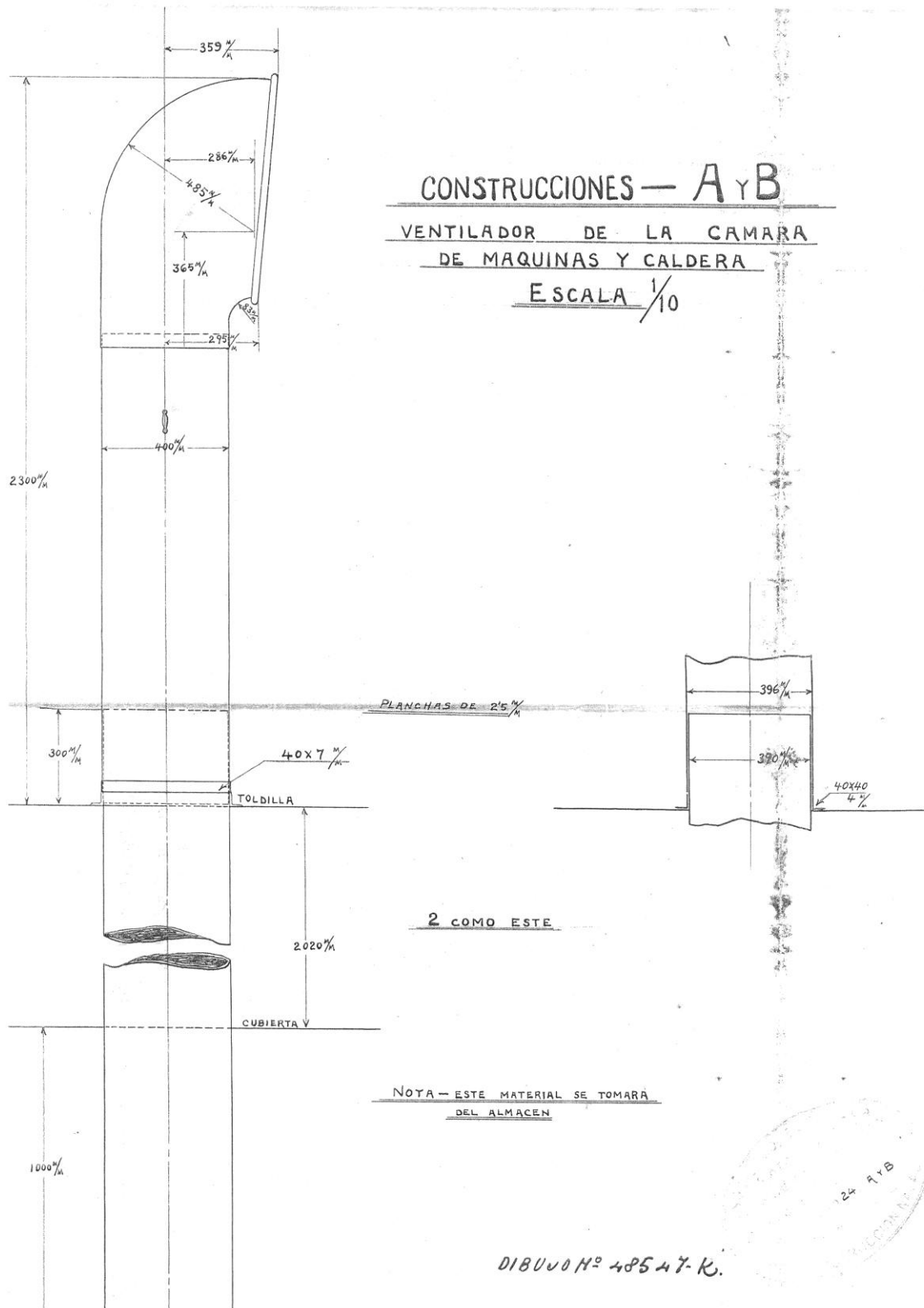


Figura 4.27: Ventilador de la cámara de máquinas y caldera.

Para situar la guía superior, el centro de la circunferencia con radio 485 mm lo sitúa a 286 mm del extremo izquierdo, es decir, siguiendo estas medidas el diámetro interior del cuello de la caperuza sería de 398 mm, cuando en el plano vemos que el diámetro exterior del tubo cónico es de 405 mm. Por tanto, modificamos la medida de 286 a 282 mm, siendo de esta manera el diámetro interior del inicio de la caperuza de 406 mm.

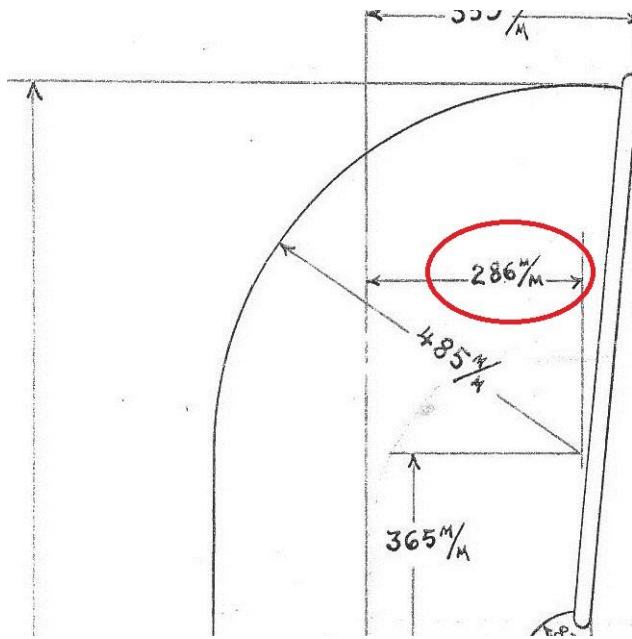



Figura 4.28: Detalle medida modificada.

Para finalizar el ventilador realizamos el reborde que se observa en el plano como remate de la caperuza. Con el contorno que vemos en la Figura 4.27 realizamos un  Shaft con eje de revolución perpendicular al centro de la circunferencia y pasando por el centro de la misma.

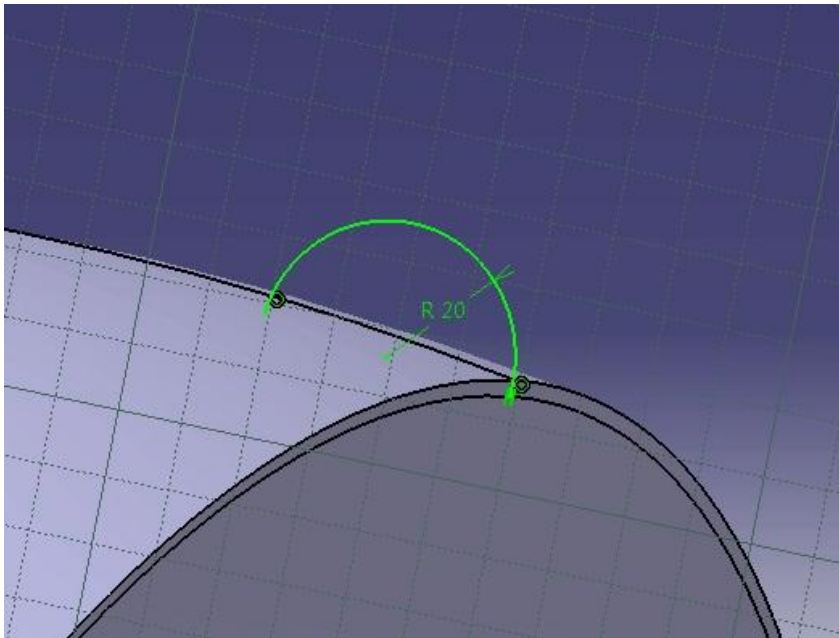


Figura 4.29: Detalle de la forma dada al reborde.

Señalar que a la hora de situar los ventiladores en su lugar correspondiente a través del guarda-calor, hemos tomado, como medida aproximada para definir su longitud hasta el techo de este, la que en el plano se define hasta la toldilla, debido a que, en sus orígenes, el *Matagorda* no contaba con la misma. El resultado final del ventilador lo podemos ver en la Figura que mostramos a continuación:

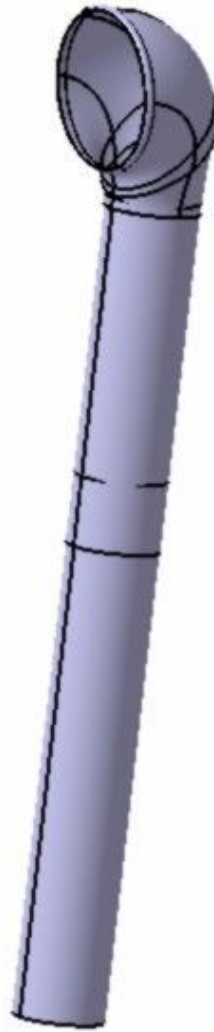


Figura 4.30: Ventilador de la cámara de máquinas y caldera.

4.6. Guarda-calor de máquina y caldera.

Este sin duda fue uno de los elementos en el que más tiempo tuvimos que emplear, además de por su tamaño y número de piezas, por los numerosos problemas con los que nos fuimos encontrando durante su diseño. El principal problema, y causante de la mayoría de los que nos irían apareciendo a posteriori, fue la curvatura longitudinal del contorno del hueco del guarda-calor, obtenido mediante el mismo procedimiento que explicamos en los casos del tambucho y las escotillas.









Figura 4.31: Contorno del guardacalor sobre la cubierta.

Además de este, nuevamente nos encontramos con dificultades para decidir qué plano hacía referencia a lo realmente fabricado en los orígenes del remolcador. Tras muchas indagaciones, estudio de los planos y comparaciones, llegamos a la conclusión de que para llegar a realizar lo que realmente se construyó en la factoría de Matagorda en 1920 debíamos hacer uso simultáneo de dos planos diferentes del guarda-calor, uno que parece ser el primitivo y otro que aparece bajo el nombre de “Reforma del guarda-calor de máquina y caldera”. Estos planos son los que encontramos en las Figuras 4.34, 4.35 y 4.36.

4.6.1 Lumbreira de máquinas.

Si observamos los planos, queda claro que el guarda-calor estaba dividido en dos partes, una situada sobre el motor, a la que llamaremos lumbreira de máquinas, y otra sobre la caldera, a la que llamaremos sala caldera. Para llevar a cabo el diseño del guarda-calor comenzamos por la primera, para lo que nos fijamos, fundamentalmente, en el plano de la reforma (Figuras 4.35 y 4.35), debido a que si comparamos ambos planos con las Figuras 1.1, 3.2 y 3.3 (vista general elegida) podemos ver como la lumbreira de máquinas tiene forma de caseta con un tejado con vertiente hacia los dos lados y con ventanas, tal y como aparece en el plano seleccionado.

4.6.1.1 Mamparo de la lumbreira de máquinas.

Para iniciar el diseño, empezamos realizando el mamparo de popa de la caseta, tomando los datos, en este caso, del plano primitivo. Comenzamos realizando la plancha mediante un  *Sketch* y dándole el espesor utilizando la herramienta  *Pad*. Sobre la cara interna de esta empezamos definiendo los refuerzos angulares del contorno para terminar por los verticales del centro. Para realizar los refuerzos los pasos a seguir fueron iguales a los que venimos explicando durante todo el documento. Para los refuerzos con trayectoria rectilínea definimos la forma en un  *Sketch* y lo prolongamos utilizando la herramienta  *Pad*, y por otro lado, para los refuerzos con trayectoria no rectilínea, dibujamos tanto la trayectoria como el perfil en sendos  *Sketch* y hacemos que el perfil recorra la trayectoria definida mediante  *Rib*.

Debemos señalar que los refuerzos laterales en forma de L no los definimos hasta el extremo superior, sino que los definimos hasta unos 50 mm más abajo para que después no estorbaran a otro angular que finalizaría en el mamparo. En la Figura 4.32 podemos ver el resultado del mamparo diseñado.

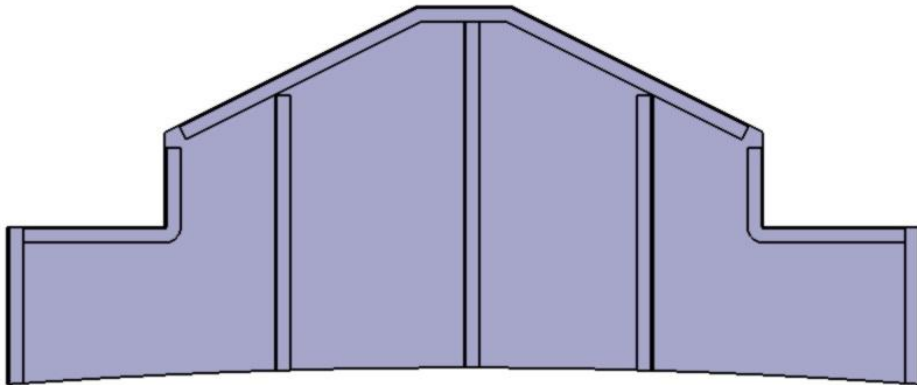


Figura 4.32: Mamparo de la lumbreira de máquinas.

La relación de elementos que forman el mamparo lo podemos ver en el árbol de trabajo de CATIA mostrado en la Figura 4.33.

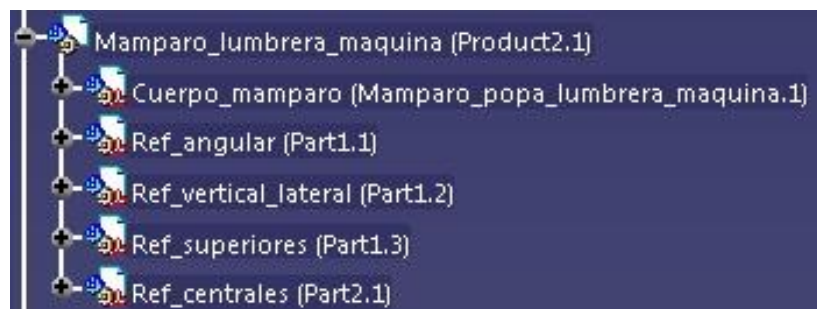


Figura 4.33: Árbol de elementos del mamparo de la lumbreira de máquinas.

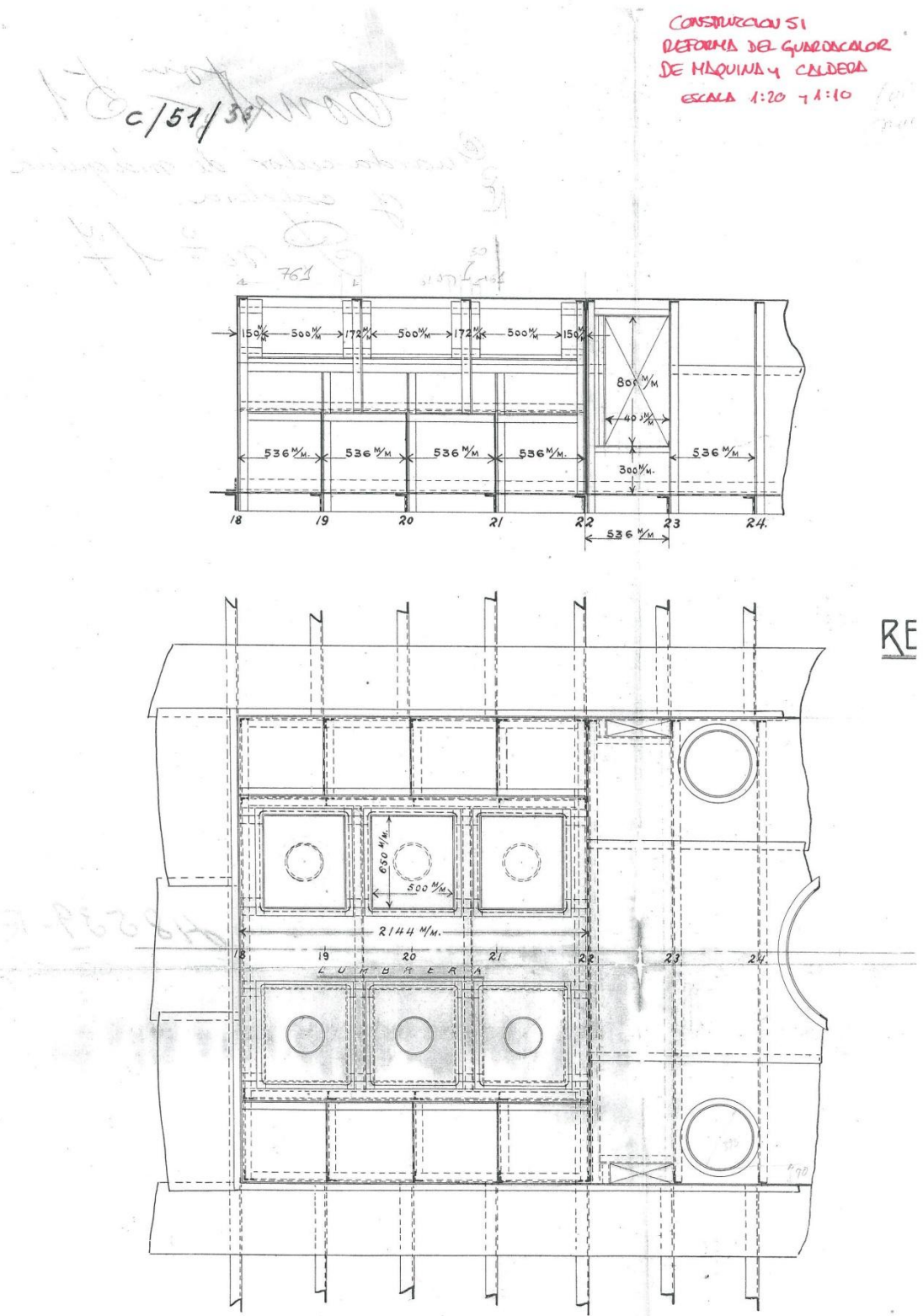
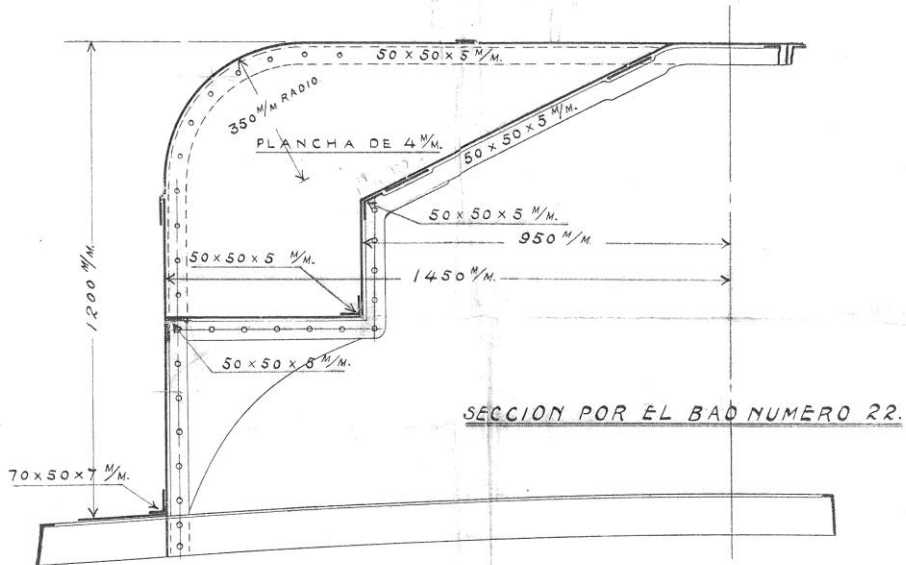
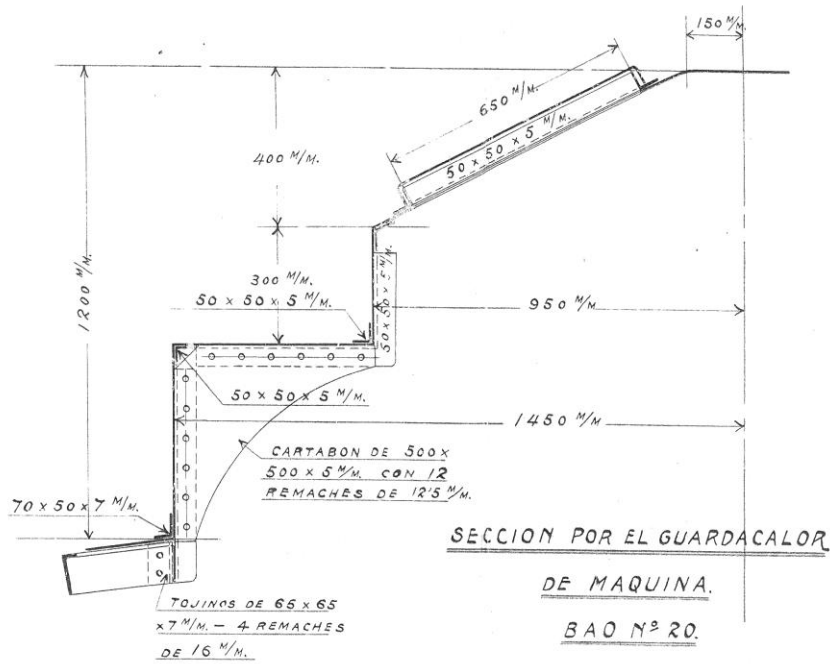


Figura 4.35: Plano reforma guarda-calor de máquina y caldera, primera parte.



DIBUJO Nº 48539-R



Figura 4.36: Plano reforma guarda-calor de máquina y caldera, segunda parte.

4.6.1.2 Sección lumbrera máquinas.

Después de obtener el mamparo nos dispusimos a realizar la sección de la lumbrera de máquinas, para ello primeramente definimos un plano paralelo al mamparo en el que comenzar a trabajar. En este caso la sección está compuesta por tres elementos: un angular rectilíneo, un angular en forma de L y un cartabón que hace de nexo de unión, aportando rigidez al conjunto.

La realización de los angulares rectilíneo y en forma de L es similar a los hechos en el mamparo, por lo que no vamos a desarrollarlo, sin embargo en el caso del cartabón si describiremos su procedimiento de realización.



Para llevarlo a cabo realizamos un  *Sketch*, apoyándonos en los angulares previamente hechos, donde definimos su geometría y posteriormente le dimos espesor mediante la herramienta  *Pad*, como hicimos en los casos similares con anterioridad. Tras la realización de cada elemento obtuvimos su simétrico, obteniendo de este modo la pareja que nos definiría la sección completa de la lumbrera de la sala de máquinas. El conjunto resultante podemos verlo en la Figura 4.37.



Figura 4.37: Sección lumbrera máquinas.

El conjunto de piezas que forman dicha sección y que hemos nombrado con anterioridad podemos verlo en el árbol de elementos de CATIA en la Figura 4.38.

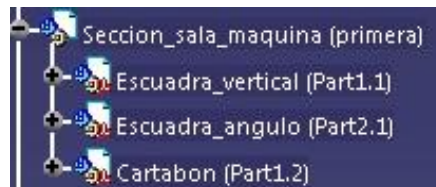


Figura 4.38: Árbol de componentes de la sección de la lumbrera de máquina.

4.6.1.3 Escuadra lumbrera.

Para la realización de este cuerpo nos fijamos en las Figuras 4.35 y 4.36, de donde obtuvimos a la distancia que debíamos colocarla respecto a la última diseñada, así como que no se trataba de un perfil que naciese desde la superficie de la cubierta sino que únicamente daba forma al tejado de la lumbrera. Aunque en la vista inferior de la Figura 4.36 puede parecer que sí llegue hasta la cubierta, analizando la vista superior de la Figura 4.35 nos damos cuenta de que no es así, simplemente que en la vista de la Figura 4.36 se trata de la última sección de la lumbrera de máquina y por ello realiza el perfil completo.

No obstante, las medidas de la parte a realizar las tomamos de la vista de la Figura 4.36. Aquí incluimos una modificación a la pieza diseñada con respecto al plano. En el lugar de unión de las planchas que recubren la lumbrera se incluye, por la parte inferior de las mismas, una pletina que hace las veces de elemento de unión. Para dar cabida a dicha pletina, en el plano se curva el angular, sin embargo a la hora de su realización en este proyecto, hemos optado por recortar al angular el trozo de ala del perfil que fuese necesario para permitir el paso de la pletina sin tener que doblar el angular. Este es el motivo por el que en el mamparo explicado anteriormente también aparecen estos recortes en los angulares.

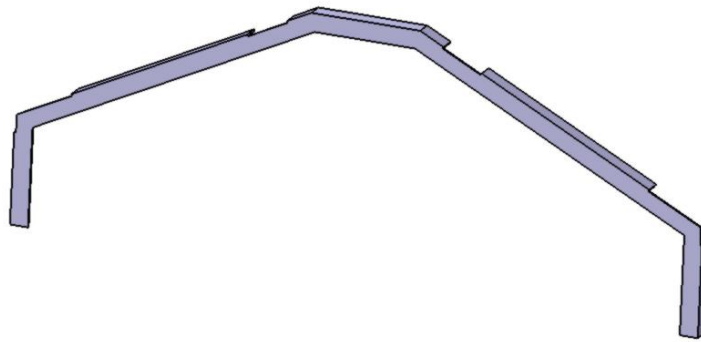





Figura 4.39: Escuadra del contorno de la lumbrera.

Además, fijándonos nuevamente en la vista de la Figura 4.36, notamos como en el vértice se introduce, perpendicularmente al plano en el que estamos trabajando, un nuevo angular, para lo cual se recorta el que hemos realizado. Aquí nos apoyamos para optar por esa solución en el caso comentado anteriormente. En la Figura 4.39 podemos ver como quedó finalmente la pieza explicada.

A la hora de llevar a cabo su realización lo hicimos por partes, es decir, hicimos un tramo tras otro apoyándonos en el anterior haciendo uso de la herramienta  *Rib*. El hecho de hacer los tramos por separado está justificado por el hecho de que la trayectoria definida no puede tener vértices, debe ser una curva suave, lo que imposibilita la recreación exacta de lo que vemos en el plano. Por este motivo se realizó en primer lugar el tramo vertical, apoyándonos en ese realizamos el oblicuo y finalmente el tramo horizontal, definido hasta el eje de simetría.

Tras esto hicimos un  *Pocket* para llevar a cabo el recorte del ala del perfil en los lugares correspondientes por donde debían pasar tanto la pletina como el angular y finalmente utilizamos el comando  *Mirror* para obtener la parte simétrica de lo que teníamos diseñado, dando como resultado la pieza de la Figura 4.39.

4.6.1.4 Montaje de la estructura de la lumbrera de la sala de máquinas.

Para montar la estructura de la lumbrera de la sala de máquinas, únicamente necesitamos las piezas que hemos ido desarrollando con anterioridad, colocadas repetidamente en sus lugares correspondientes. Para poder ir colocándolas en sus sitios correspondientes por repetición, nos encontramos con la dificultad de la curvatura longitudinal del contorno, ya que, puesto que las alturas de los elementos estaban tomadas desde el contorno, necesitábamos no solamente desplazar las piezas longitudinalmente, sino que también necesitábamos poder

referenciarlas en esta nueva posición al contorno.

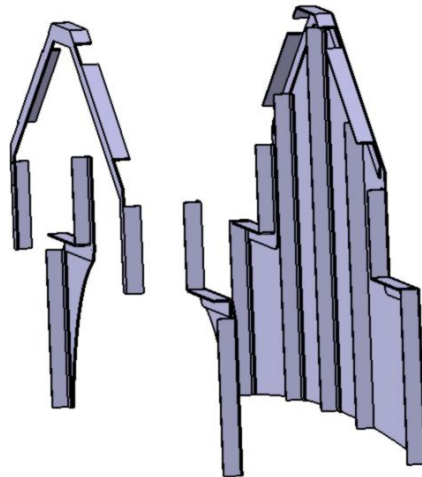



Figura 4.40: Tres primeros elementos en sus posiciones.

En cada uno de los elementos anteriores, obtuvimos los puntos de intersección del plano en el que trabajamos con la línea de contorno mediante el comando  *Intersect*, eligiendo la opción de guardar todos los subelementos, como vemos en la Figura 4.41. De este modo, para solventar la dificultad comentada con anterioridad, obteníamos un plano a la distancia correspondiente donde tuviésemos que colocar el elemento, imponiendo entonces la coincidencia de los puntos de intersección obtenidos en cada elemento con estos obtenidos recientemente. Así conseguíamos situar cada elemento en su lugar correspondiente.

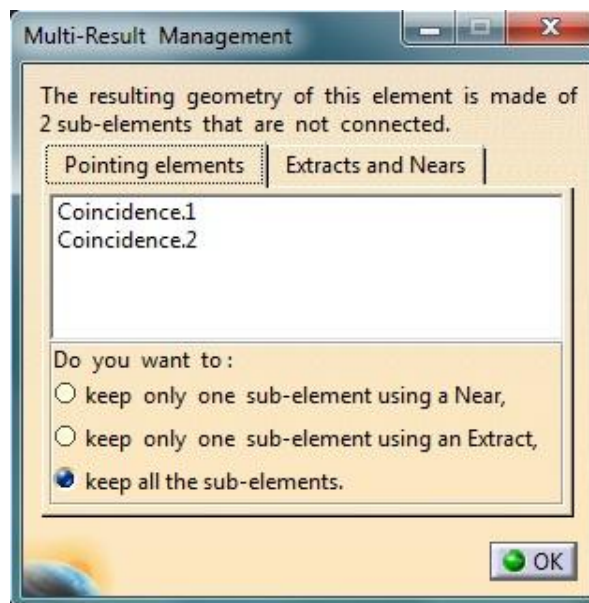


Figura 4.41: Cuadro de gestión de los resultados de la intersección.

El hecho de obtener los puntos de intersección nos permitió también ser capaces de girar el mamparo para poder colocarlo cerrando la estructura de la lumbrera de máquinas en el extremo opuesto que el diseñado originalmente. En la Figura podemos ver el montaje de todos los elementos que conforman la estructura de la lumbrera.

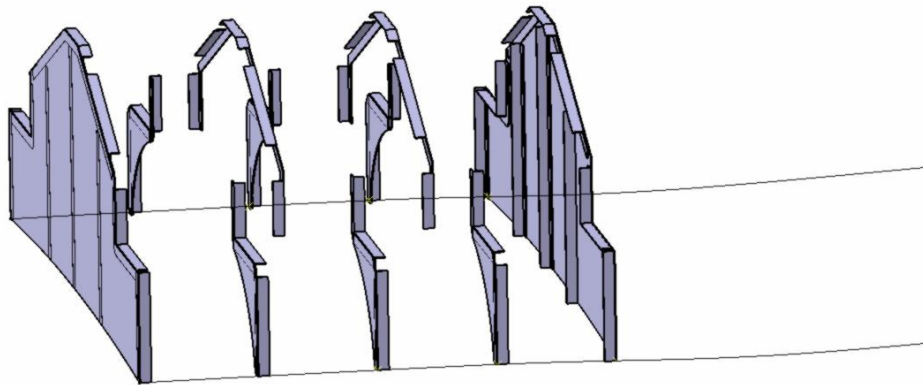




Figura 4.42: Estructura de la lumbrera.

4.6.1.5 Ángulos longitudinales superiores.

Estos angulares se encuentran colocados longitudinalmente desde un mamparo a otro a la altura del vértice de la escuadra del contorno que comentamos cuando explicamos el desarrollo de la misma. De aquí en adelante fue cuando nos encontramos con el mayor inconveniente de la curvatura longitudinal del contorno del guarda-calor, ya que tanto los angulares como las pletinas y posteriormente los recubrimientos, deben acoplarse a los elementos que los sostienen y por tanto esto hay que tenerlo en cuenta a la hora de su definición.

Debido a que los elementos están referenciados a la línea del contorno, sus posiciones describen esa misma trayectoria curvilínea. Por tanto el problema venía a la hora de diseñar la trayectoria que debía seguir el perfil puesto que debía ser paralela a aquellos elementos a los que iría remachada y además debía unir los elementos mediante una línea continua y suave. También había que tener en cuenta que estos cuerpos (angulares y pletinas) deberían soportar los recubrimientos, por lo que debían adoptar la forma que posteriormente fuese a adquirir dicho recubrimiento.

La solución por la que optamos fue realizar un  *Spline* que uniese cada elemento, imponiendo la tangencia al segmento rectilíneo al que se unía en cada extremo de la curva y a continuación crear una trayectoria continua uniendo los segmentos rectilíneos de cada elemento con los spline realizados entre elemento y elemento mediante la herramienta  *Join*, consiguiendo de este modo una trayectoria suave que se adaptase a los tramos en que debían coincidir dos elementos. Esta trayectoria podemos verla en la Figura 4.43.

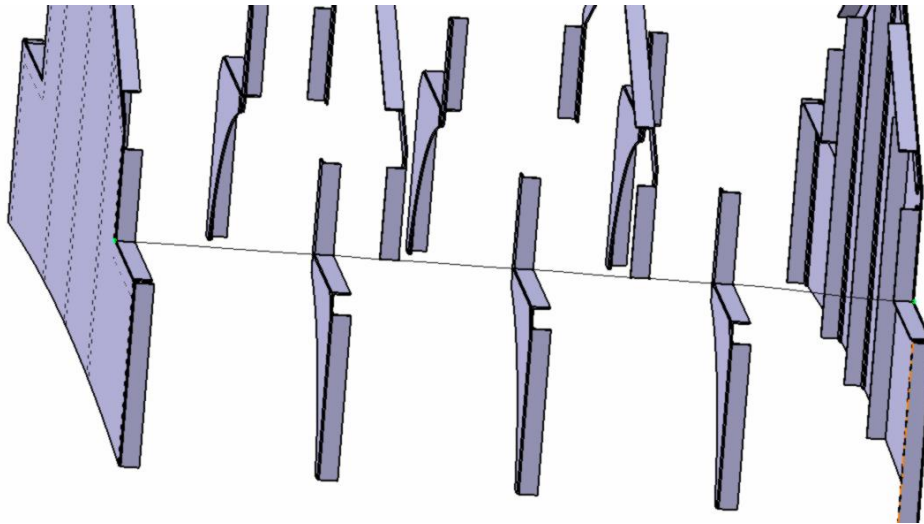







Figura 4.43: Detalle de la trayectoria definida.

Una vez definida la trayectoria, la realización del angular no era más que repetir una vez más los pasos hechos en multitud de ocasiones durante todo el proyecto, definir la forma y posición del mismo mediante un  *Sketch* y hacerlo recorrer la trayectoria definida utilizando el comando  *Rib*. Debido a que la trayectoria utilizada se definió tras varios intentos y pruebas, finalmente quedó definida en el archivo de los recubrimientos, por lo que el perfil estaba definido desde la cara externa de un mamparo hasta la externa del otro, lo que nos obligó a eliminar el material sobrante de los angulares mediante el comando  *Remove* utilizando la intersección de estos con los mamparos.

4.6.1.6 Pletinas longitudinales para la unión de los recubrimientos.

Una vez definida la trayectoria que seguirían tanto los angulares como las pletinas, el diseño y realización de estas fue casi instantáneo. Únicamente tuvimos que definir las dimensiones y posición mediante un  *Sketch* y llevar a cabo el  *Rib* y, al igual que en el caso de los angulares anteriores, eliminar el material resultante coincidente con los mamparos.

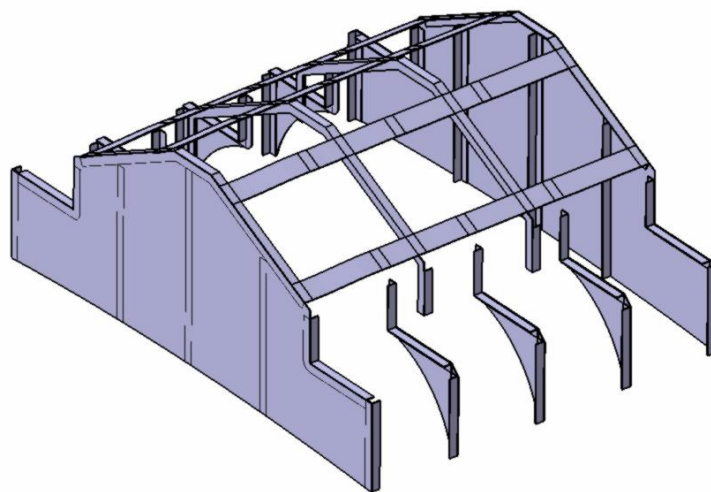



Figura 4.44: Vista de las pletinas longitudinales sobre la estructura.

Posteriormente, a la hora de la colocación de las ventanas en la lumbrera tuvimos que modificar las pletinas para hacer el hueco de dichas ventanas. Esto lo hicimos realizando un  *Pocket* con la forma en planta que observamos en la Figura 4.35, obteniendo el resultado que mostramos en la Figura 4.45.

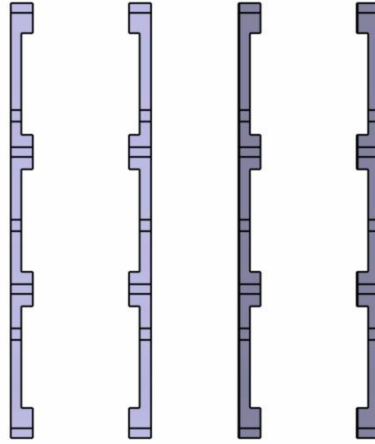


Figura 4.45: Vista en planta de las pletinas.

4.6.1.7 Ángulos longitudinales inferiores.

Estos angulares son similares a los superiores realizados anteriormente, por lo que no vamos a detallar su diseño. Solamente pondremos una imagen donde podamos ver toda la estructura de la lumbrera antes de colocar los recubrimientos, ya que este es el último elemento que incluimos.

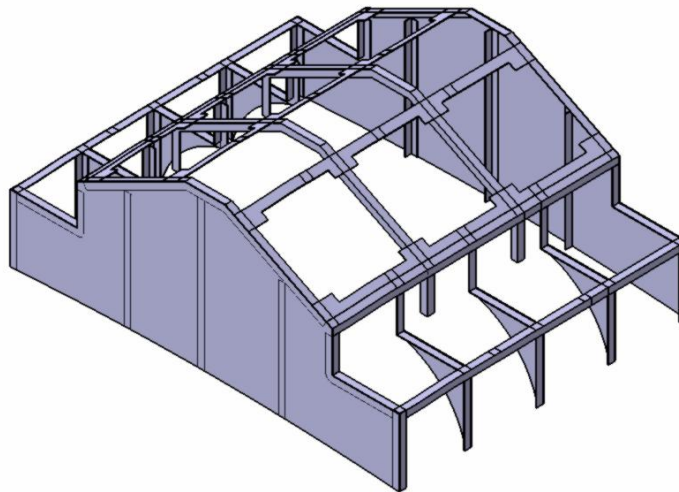




Figura 4.46: Estructura completa de la lumbrera.

4.6.1.8 Recubrimientos.

Si nos fijamos en la vista inferior de la Figura 4.36 nos percatamos que el recubrimiento de la lumbrera está compuesto por cinco piezas, dos de ellas que van desde la cubierta hasta la primera pletina, otras dos situadas entre pletinas y la última que cierra por arriba la lumbrera. Para la realización de todas ellas procedimos de igual manera, es decir comenzamos definiendo la forma de cada una de ellas apoyándonos en la geometría del mamparo, asegurándonos así la unión entre el recubrimiento y el contorno del mamparo. Al definir la geometría impusimos también el espesor de las planchas.

La forma de ejecución para obtener los recubrimientos fue la misma que venimos enumerando continuamente, utilizando el comando  *Rib*. Además, cuando explicamos la realización de los angulares longitudinales superiores, dijimos que a la hora de definir la trayectoria teníamos en cuenta que tanto las pletinas como los angulares sujetan los recubrimientos a la estructura, por lo que debían amoldarse a la forma que tuviesen que adoptar estos.

Por ello, cuando se definió la trayectoria se tuvieron en cuenta los segmentos rectos correspondientes a las partes de la estructura en los que el recubrimiento tiene que estar en contacto con la misma para ser remachado. De esta manera, para realizarlos no necesitamos definir nuevamente una trayectoria ya que podíamos seleccionar la misma utilizada en los casos de los angulares y las pletinas.

Tras obtener los recubrimientos situados entre las pletinas realizamos, del mismo modo que en el caso de estas, un  *Pocket* con la forma en planta de las ventanas, obteniendo así los huecos de la lumbrera. Después de todo esto la lumbrera luce como muestra la Figura 4.47.

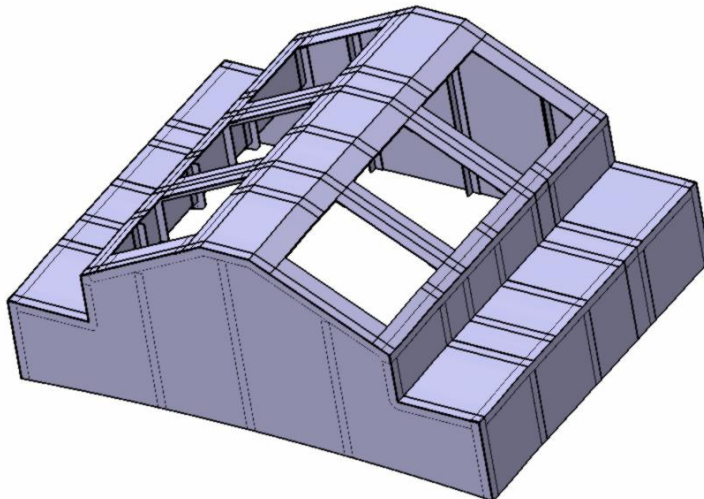








Figura 4.47: Lumbrera con los recubrimientos colocados.

4.6.1.9 Ventanas.

Los datos para poder llevar a cabo el último componente de la lumbrera los encontramos en los planos de la reforma del guarda-calor de máquina y caldera. Analizando dichos planos llegamos a la conclusión de que las ventanas podíamos suponerlas compuestas por tres elementos, el contorno, la ventana en sí y el ojo de buey. Comenzamos diseñando el contorno por medio de un  *Rib*, para lo que tuvimos que realizar dos  *Sketch* distintos, uno correspondiente con el contorno de la ventana que haría de trayectoria y otro con la forma de dicho contorno.

Tras la realización del contorno llevamos a cabo la ventana en sí. En este caso realizamos un  *Pad* con las dimensiones exteriores de la ventana y a continuación vaciamos material por medio de un  *Pocket*, quedándonos la carcasa de la ventana. Una vez obtenida la carcasa redondeamos las aristas externas de la misma haciendo uso de la herramienta  *Edge Fillet*. Por último le realizamos un orificio a la carcasa en el que diseñamos el ojo de buey.

El ojo de buey lo realizamos como un cuerpo de revolución, definiendo el perfil que se muestra en la Figura 4.48. Tras obtener el cuerpo de revolución le hicimos uno de los orificios que servirían para su anclaje en la realidad, obteniendo los 7 restantes por medio de la herramienta  *Circular Pattern*. Además diseñamos lo que sería el cristal que permitiría la entrada de luz a través de la lumbrera. Para caracterizarlo aumentamos la transparencia del cuerpo al máximo, dándole el mayor realismo posible, y permitiendo simular aproximadamente un cristal.

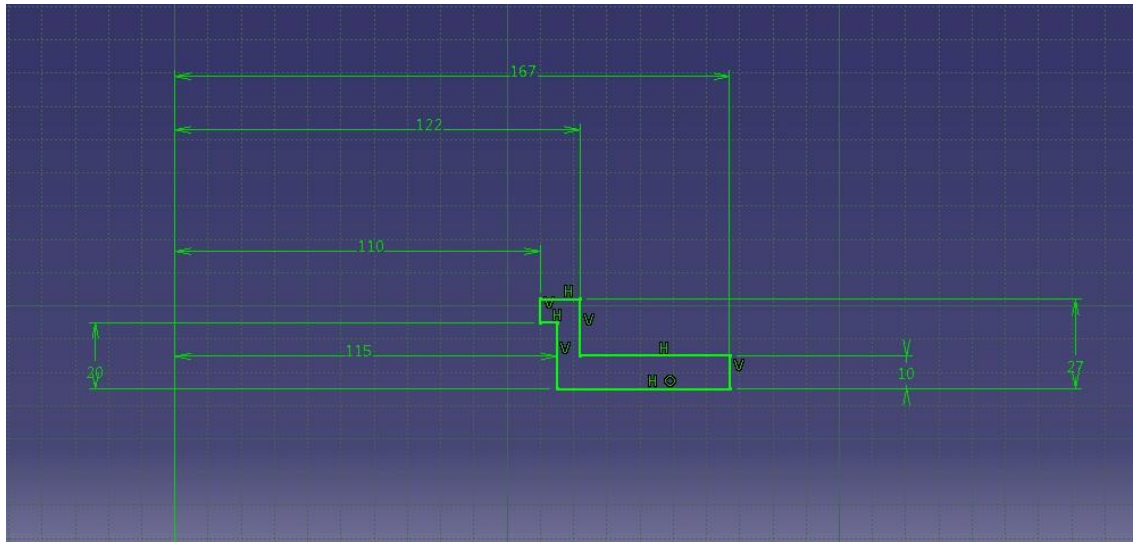


Figura 4.48: Perfil del ojo de buey.

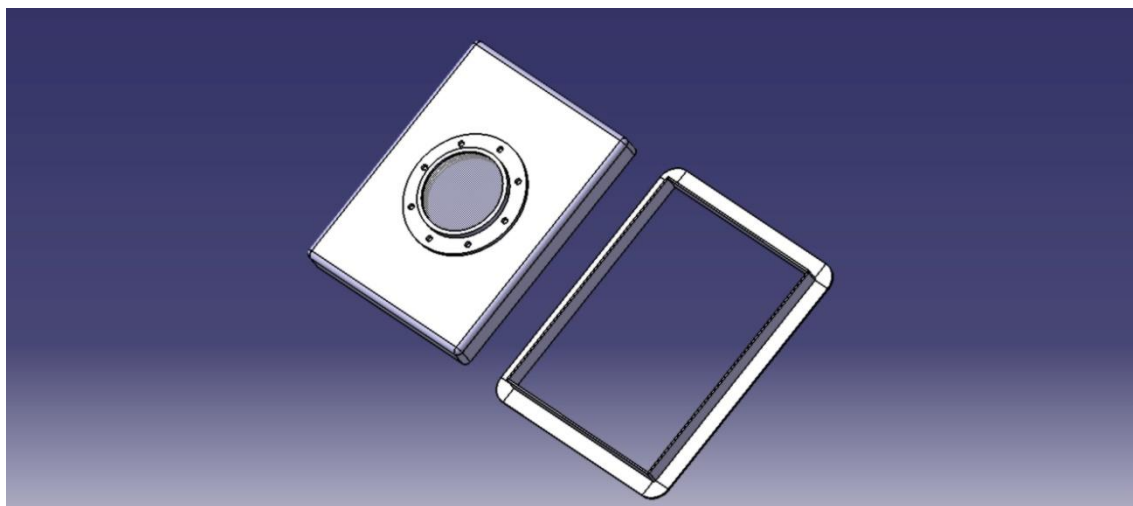


Figura 4.49: Vista de la ventana, ojo de buey y contorno.

4.6.1.10 Resultado final.

Tras unir todos los elementos e insertar y colocar las seis ventanas completas dimos por finalizada la lumbrera de máquinas, obteniendo el resultado que observamos en la Figura 4.50.

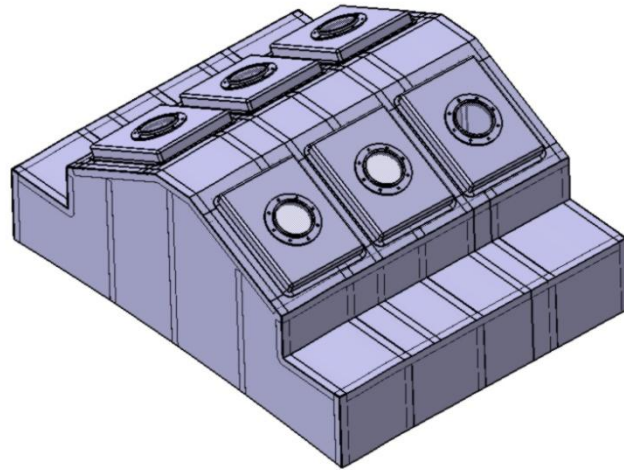




Figura 4.50: Vista final de la lumbrera.

4.6.2 Sala caldera.

Esta es la segunda parte en que se divide el guarda-calor y está situada en la zona de la caldera. Para su desarrollo nos fijamos tanto en la Figura 4.34 como en la 4.36 y al igual que sucediera en el caso de la lumbrera de máquinas, nos encontramos con la dificultad añadida de la curvatura longitudinal del contorno, aunque ya tenemos establecido un mecanismo para mitigar sus efectos.

Analizando los planos observamos que, al contrario que la lumbrera, esta parte del guarda-calor está formada por tres elementos diferentes, es decir, realizando tres elementos distintos y repitiendo aquellos que sean necesarios podemos montar la estructura de esta parte a falta de cubrirla. Estos elementos son el mamparo de separación, la sección de la sala de la caldera y la sección de la sala de la caldera reforzada.

4.6.2.1 Mamparo de separación.

Este mamparo se encuentra en contacto con el mamparo de la lumbrera, haciendo entre ambos de separadores. Para su definición, en primer lugar realizamos la chapa del mamparo, definiendo su forma en un  *Sketch* y dándole el espesor deseado mediante un  *Pad*. Sobre esto nos apoyamos a la hora de definir el contorno y la guía del angular que aporta la rigidez al mamparo. En la siguiente Figura observamos dicho mamparo.

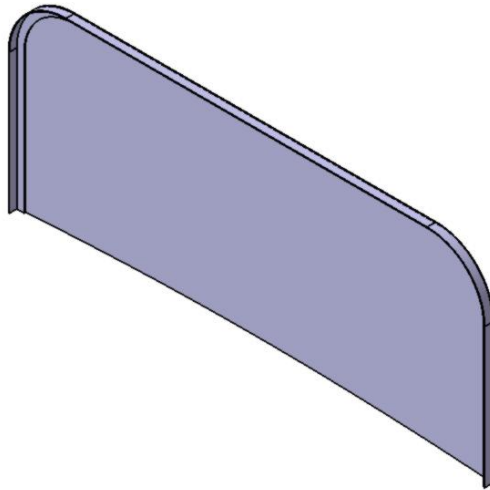


Figura 4.51: Mamparo de la sala de la caldera.

4.6.2.2 Sección del guarda-calor sobre la sala de la caldera.

El angular que define la sección sobre la sala de la caldera es idéntico al definido en el caso anterior del mamparo, solo que este no lleva plancha incorporada, por tanto su realización fue similar. Al igual que en el caso de las secciones de la lumbrera obtuvimos los puntos de corte de los planos donde trabajamos con el contorno para después poder situar las demás secciones consiguiendo así definir y cerrar el guarda-calor.

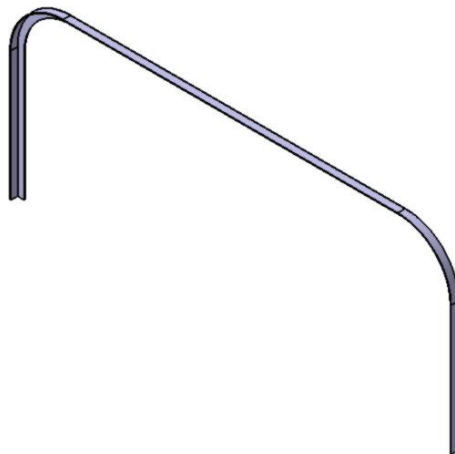


Figura 4.52: Vista del angular que define la sección del guardacalor sobre la sala de la caldera.

4.6.2.3 Sección del guarda-calor sobre la sala de la caldera reforzada.

Observando los planos nos damos cuenta que uno de los perfiles que definen la sección del guarda-calor está reforzado, para ser más exactos el correspondiente a la cuaderna 26. Llegamos a la conclusión de que se trata de un refuerzo ya que en la vista en planta vemos que tiene un angular adherido y además, en la vista de la “sección del guarda-calor por la cámara de caldera” se ve la forma del refuerzo así como su disposición.

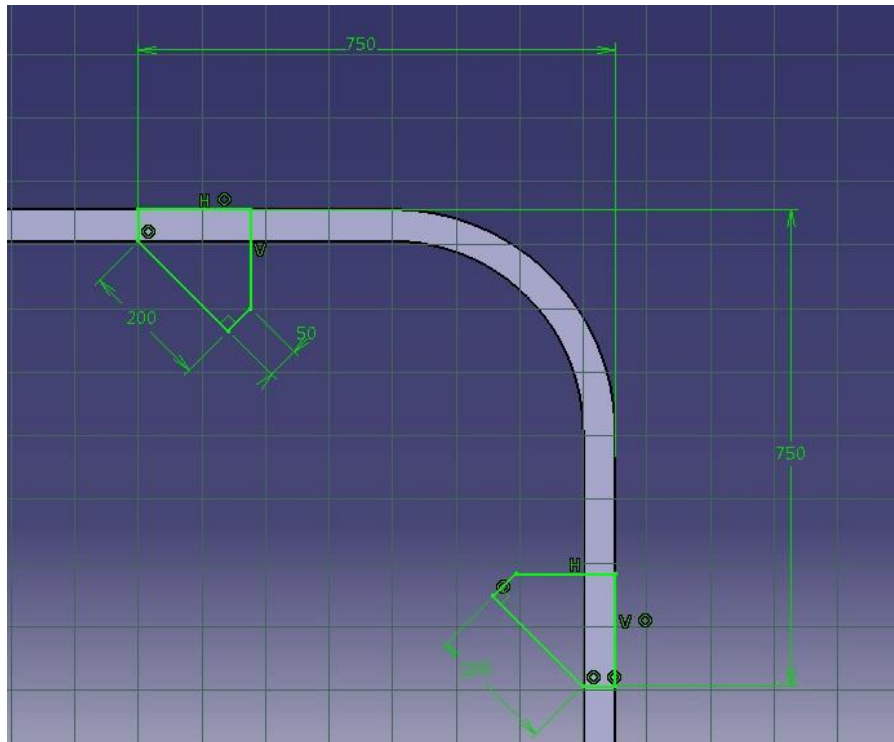



Figura 4.53: Diseño geométrico de los anclajes de los refuerzos.

Para su realización primeramente llevamos a cabo la sección como en los casos anteriores y apoyándonos sobre esta definimos el anclaje, tal y como podemos apreciar en la Figura 4.53. No hemos comentado que, aunque para la forma de las secciones nos hayamos fijado sobre todo en el plano primitivo del guarda-calor, a la hora de las dimensiones de los angulares tomamos las medidas del plano posterior, es decir del plano de la reforma. Este cambio lo hicimos debido a que en el primer plano las dimensiones que debía tener el angular eran de 80x80x10, pero, sin embargo, en el plano de la reforma los angulares de los perfiles eran de 50x50x5, decidiendo utilizar estas dimensiones al igual que habíamos hecho con todas las secciones.

Esto hace que los anclajes definidos en la Figura 4.53 no se correspondan del todo con los definidos en la Figura 4.34, ya que hemos buscado que tuvieran la anchura justa del angular, intentando respetar las mayores medidas posibles. Después de hacer los anclajes definimos los refuerzos, teniendo que definir dos planos para poder realizarlos mediante un  Pad y conseguir la terminación deseada con una sola operación. De esta manera el resultado obtenido es el mostrado en la Figura 4.54.

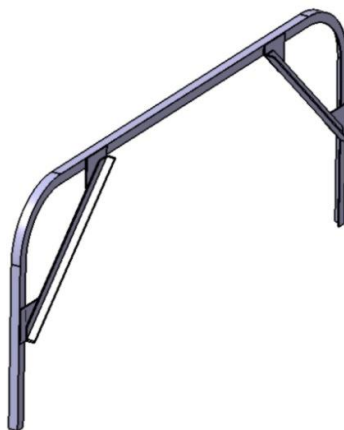


Figura 4.54: Vista de la sección del guarda-calor con refuerzos.

4.6.2.4 Montaje de la estructura.

Para terminar de construir la estructura de esta segunda parte del guarda-calor tuvimos que insertar siete secciones más y colocarlas en sus lugares correspondientes. Para colocarlas realizamos el mismo proceso que en el caso de la lumbrera: definimos un plano en el lugar correspondiente de la sección, obtuvimos los puntos de intersección con el contorno e hicimos coincidir los puntos de intersección obtenidos al definir el contorno con los obtenidos recientemente, quedando la sección en su posición final.

Hay que señalar que algunas secciones van colocadas al revés, es decir, con el ala del perfil mirando hacia el lado contrario, como se desprende de la Figura 4.34. Por tanto las secciones correspondientes a las cuadernas de la 28 a la 31 tuvimos que rotarlas antes de colocarlas, situándolas “mirando hacia atrás”.

Por último, para cerrar el guarda-calor se necesitaba un mamparo, pero dicho mamparo estaba diseñado de la primera parte del proyecto ya que formaba parte del Mamparo 32, valga la redundancia. Así pues, para cerrar el guarda-calor introdujimos dicho mamparo, llevándonos la sorpresa de que no encajaba.

Tras estudiar la pieza, llegamos a la conclusión de que el problema era causa de una incongruencia de medidas provocada por la gran diversidad de planos que existen, debido a las diversas modificaciones que se realizaron del proyecto inicial del barco, antes incluso de la finalización de su construcción. Todo ello unido al hecho de que en la primera parte del proyecto apenas se recogieron planos suficientes de la superestructura como para cotejar dichas informaciones, pues no era el objeto del mismo.

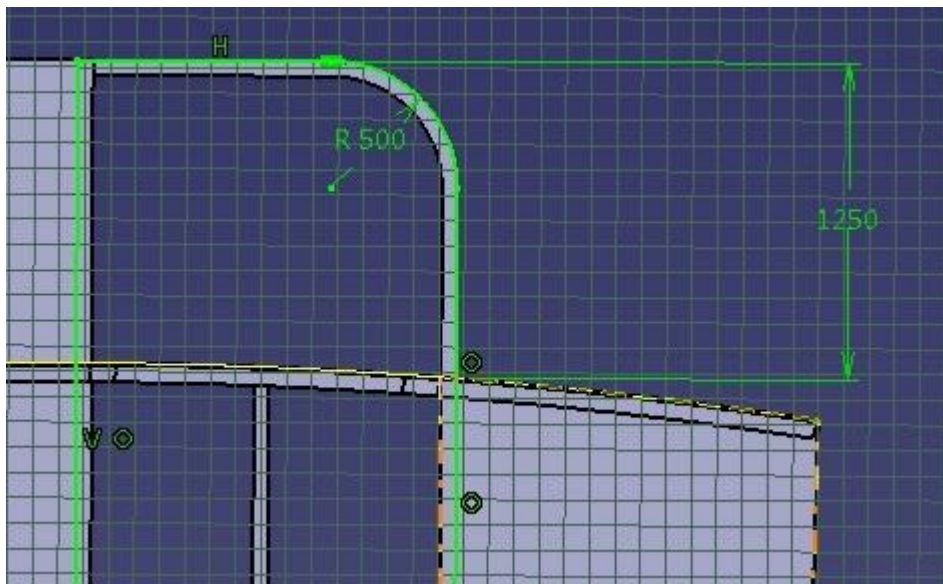


Figura 4.55: Medidas de la parte superior del Mamparo 32 antes de la modificación.

En la Figura 4.55 podemos observar las dimensiones de la parte superior del Mamparo 32 antes de realizar su modificación. Si comparamos estos datos con los de las secciones del guarda-calor en la sala de máquinas sacados de la Figura 4.36, vemos que la no concordancia de las geometrías se debe a que las secciones del guarda-calor realizadas tiene un radio de 300 mm por los 500 mm del Mamparo 32 y que la cota máxima es de 1200 mm frente a los 1250.

Tras modificar este elemento, las medidas de los elementos eran concordantes. En la Figura 4.56 vemos la

estructura de esta parte del guarda-calor antes de ser cubierta. Hay que señalar que la sección correspondiente a la cuaderna 25 tuvo que ser recortada debido a que a posteriori debe introducirse la chimenea.

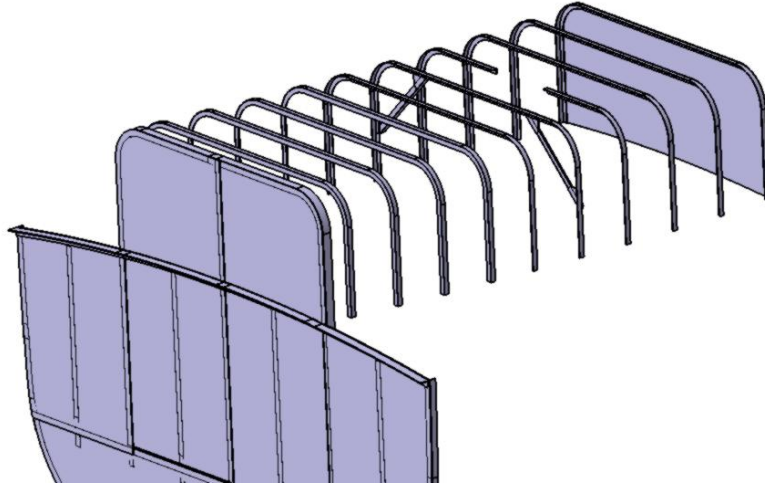






Figura 4.56: Vista de la estructura completa del guarda-calor sobre la sala de la caldera.

4.6.2.5 Recubrimientos

Por último y para finalizar el guarda-calor, realizamos los recubrimientos del mismo. Como comentamos al inicio, nuevamente nos topamos con la dificultad que nos viene acompañando a lo largo de todo el desarrollo del guarda-calor, la curvatura longitudinal del contorno. Los recubrimientos los llevamos a cabo del mismo modo que hicimos en el caso anterior con la lumbrera. Por tanto necesitaremos crear la guía que seguiría la geometría del recubrimiento al realizar el  *Rib*, para lo cual repetimos los pasos realizados entonces ya que habíamos obtenido buenos resultados.

Por tanto entre sección y sección del guarda-calor definimos un  *Spline* imponiendo la tangencia a los segmentos rectilíneos entre los que lo definimos. Para completar la curva fuimos uniendo los segmentos rectilíneos con las curvas creadas recientemente mediante la herramienta  *Join*. Al incluir estos segmentos rectilíneos en la curva nos aseguramos que cuando creemos el recubrimiento superior y el curvo, van a estar en contacto con los angulares a los que deberán ir remachados. En la Figura 4.57 podemos ver la trayectoria definida.

Si nos fijamos en la Figura 4.36, podemos observar como el recubrimiento de la parte del guarda-calor situado sobre la sala de la caldera está compuesto por 5 elementos, dos inferiores, dos curvos que solapan a los inferiores, y uno central que solapa a los curvos. Para llevarlos a cabo definimos cada una de las geometrías en un  *Sketch*, apoyándonos en la geometría del mamparo. Comenzamos por los inferiores, pues eran los más sencillos y además nos iban a servir para apoyarnos a la hora de diseñar el solape de los curvos. Sobre estos últimos definimos la geometría del recubrimiento central. En la Figura 4.58 vemos un detalle del diseño de los solapes.

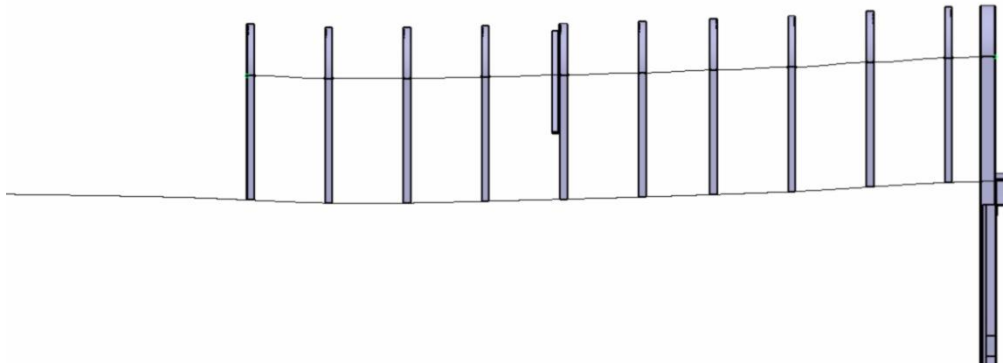


Figura 4.57: Vista de la curva utilizada para la realización de los recubrimientos.

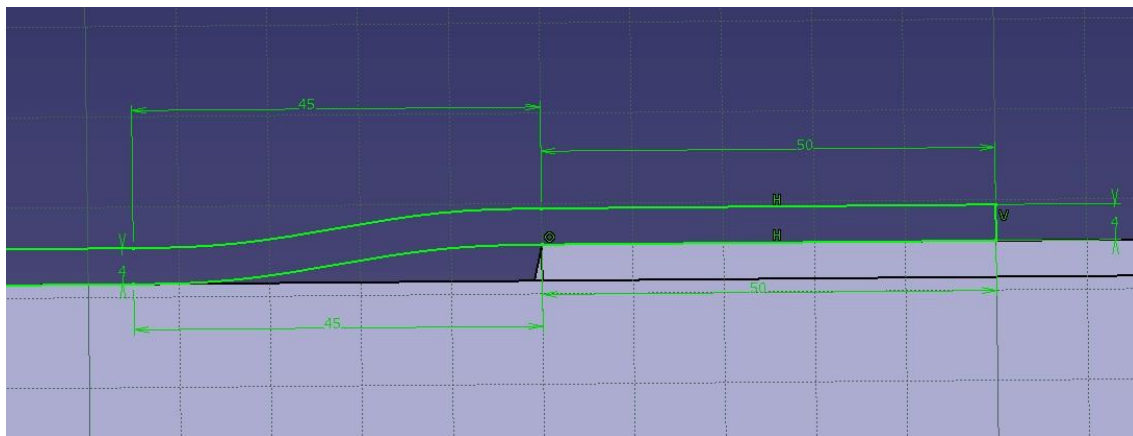





Figura 4.58: Detalle del diseño del solape del recubrimiento central.

Una vez realizados los recubrimientos tuvimos que hacer los huecos donde irían colocados los ventiladores y la chimenea. Los ventiladores afectaban a los recubrimientos curvos, y en este caso obtuvimos el orificio mediante un  *Pocket*, situándolo más o menos donde viene en el plano de la Figura 4.35. Decimos más o menos ya que no hay ninguna cota que nos indique su lugar exacto. Para el orificio de la chimenea el procedimiento que seguimos fue distinto ya que no era una circunferencia exacta.

Por tanto, decidimos realizarlo una vez colocada la chimenea utilizando en primer lugar el comando  *Remove* para eliminar del recubrimiento el material coincidente con la chimenea y a continuación el comando  *Remove Lumps* para eliminar las partes de recubrimiento central que quedaban en el interior de la chimenea.

4.6.2.6 Resultado final.

Finalmente, tras montar todos los elementos y realizar los orificios correspondientes a los lugares de los ventiladores y de la chimenea el resultado es el que vemos a continuación:

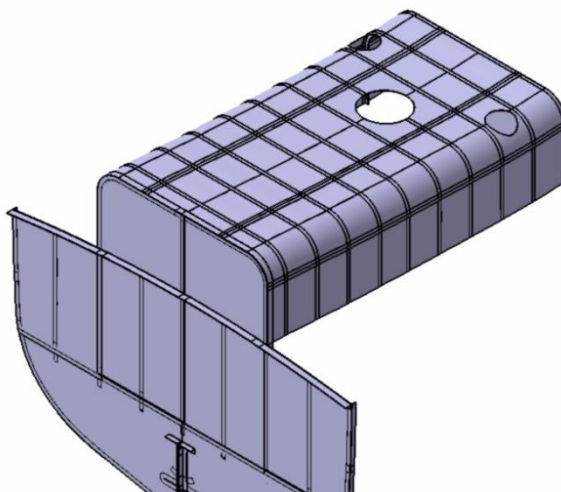


Figura 4.59: Vista de la parte del guarda-calor correspondiente a la sala de la caldera.

4.6.3 Vista final del Guarda-calor de máquina y caldera.

Tras todo lo expuesto, ya tenemos el guarda-calor terminado. Su aspecto final lo vemos en la Figura 4.60.

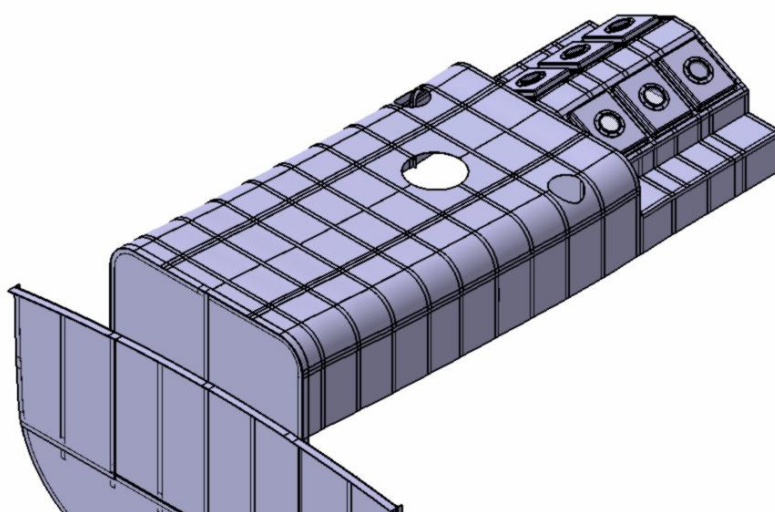


Figura 4.60: Guarda_calor de maquina y caldera.

4.7. Caseta de mandos.

La caseta de mandos nos supuso un reto inicialmente ya que no contábamos con ningún plano específico, únicamente teníamos las fotografías de las Figuras 1.1 y 3.2 en que podíamos apreciarla y el plano de la vista general (Figura 3.3) en que se podía vislumbrar algo debajo de los trazos realizados sobre la misma. Indagando un poco más y hablando con el director del museo supimos que en una de las primeras remodelaciones, entre otras cosas, se introdujo una caseta más grande, manteniendo esta caseta original, que fue colocada encima.

Con esta información caímos en la cuenta de que en la vista general utilizada en la primera parte del proyecto encontrábamos esta disposición de las casetas, por lo que consultamos también este plano, Figura4.61. Además, buscando entre los planos utilizados por el compañero pudimos encontrar más información a cerca de la caseta, una vista frontal de la misma (Figura 4.63) y una vista de la planta (Figura 4.62).

Para su diseño comenzamos por definir las medidas de la base, para ello nos fijamos en las líneas discontinuas que podemos observar sobre la vista del techo en la Figura 4.62. Las medidas las obtuvimos midiendo con la regla sobre el plano y extrapolando con un elemento adyacente cuyas dimensiones conocíamos. La medida que tomamos como referencia fue el ancho de la caseta grande, es decir a 71 mm medidos con la regla en el plano le correspondían 3200mm . Utilizando esta relación obtuvimos las siguientes medidas que definen la base de nuestra caseta.

Cota	Distancia medida (mm)	Medida obtenida (mm)	Medida definitiva (mm)
Ancho	42	1892.95	1892
Longitud comienzo arco	29	1307.04	1307
Longitud máxima	32	1442.25	1442

Tabla 2: Medidas caseta de mandos.

Una vez definidas las dimensiones de la base, diseñamos el número de angulares verticales con los que iba a contar la caseta. Finalmente fueron 10 angulares repartidos de la siguiente forma, 4 en la parte trasera, 4 en la parte delantera y 2 intermedios. Además contaría con un angular transversal colocado en el suelo a la altura de los dos angulares verticales intermedios. Todos los angulares utilizados en la realización de la caseta tendrían las mismas dimensiones 50x50x5.

Debido a que la realización de la estructura de la caseta no presenta novedad alguna respecto a lo hasta ahora desarrollado durante el documento puesto que son angulares rectilíneos o contornos cerrados recorridos por un angular, nos centraremos más en la descripción de la distribución de cada uno de los elementos así como de las medidas tomadas, para facilitar su futura fabricación si algún día llegase a realizarse.

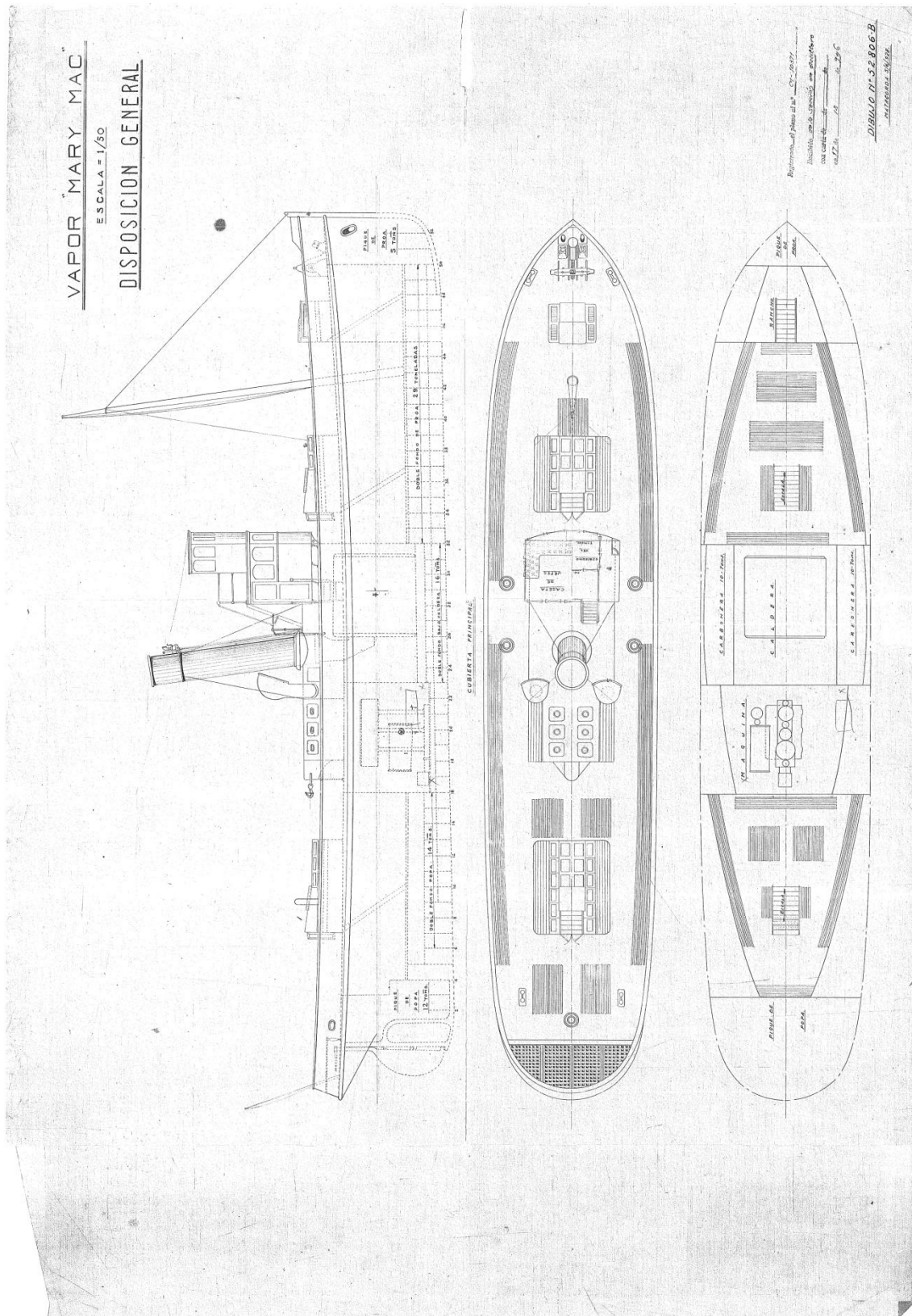


Figura 4.61: Vista general utilizada en la primera parte del proyecto.

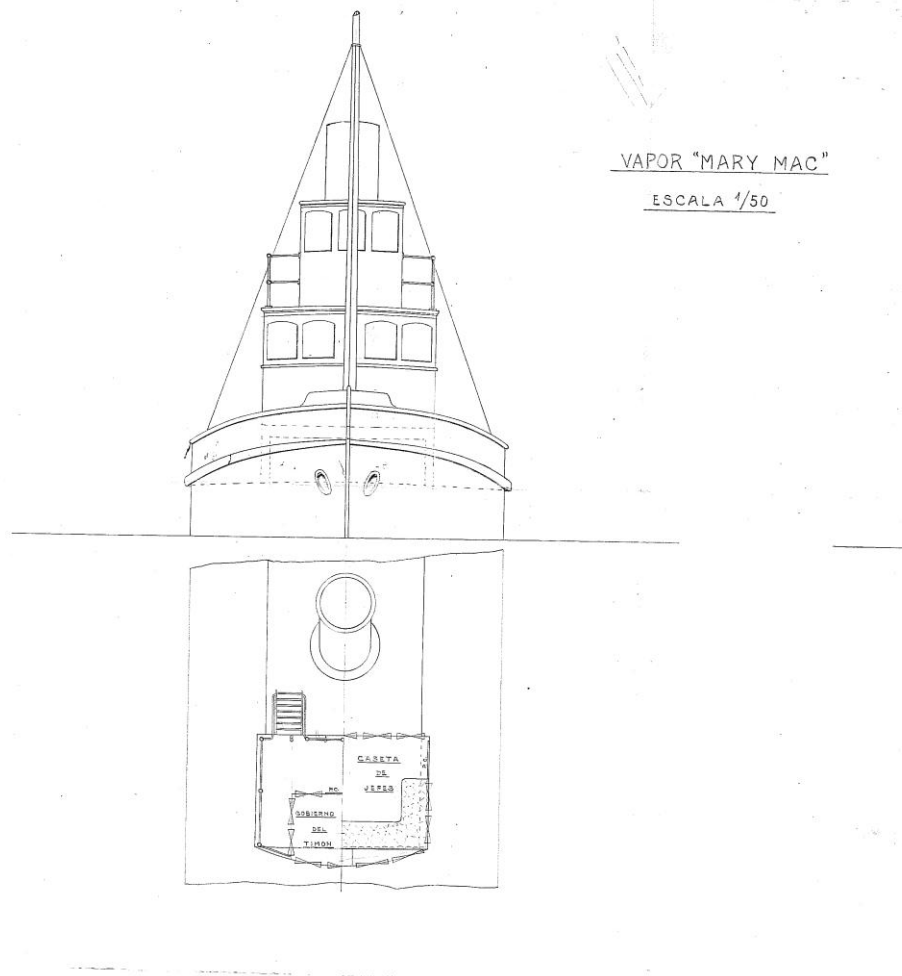


Figura 4.63: Vista frontal de la caseta de mandos.

Se tomó la decisión de que la altura de la caseta sería de 2000 mm y que las planchas que definen las paredes y el techo tendrían un espesor de 5 mm. Además, la puerta contaría con una anchura de 650 mm, lo que nos condicionaría la colocación de los angulares traseros, pues se quisieron colocar de tal manera que estuviesen centrados entre dos elementos, ya sea entre puerta y ventana o entre ventanas. En la Figura 4.64 podemos ver la distribución de los angulares así como algunas medidas de referencia.

Señalar que las medidas están tomadas desde los límites de la caseta, es decir, desde la cara externa del contorno, que es la que define las medidas indicadas en la Tabla 2. El refuerzo central transversal que podemos observar es un refuerzo en T con unas dimensiones de 95x50x5, al que tuvimos que eliminar parte del material que interfería con el contorno del suelo de la caseta. Los angulares tienen una longitud de 1990 mm. Además, entre los angulares intermedios de los laterales se colocó en la parte superior otro angular que hacía las veces de refuerzo, dándoles consistencia transversal a estos angulares verticales a la hora de soportar las paredes.

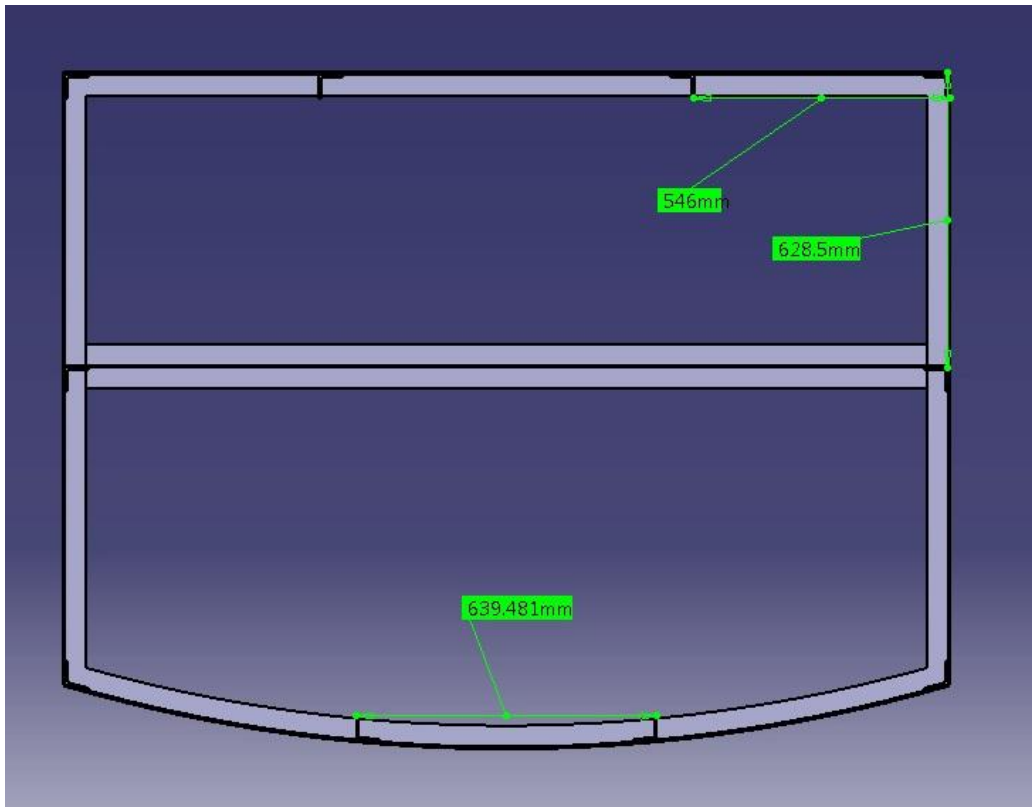


Figura 4.64: Planta de la caseta con algunas cotas.

Una vez obtenida la estructura de la caseta, que podemos ver en la Figura 4.65, diseñamos las paredes, donde tuvimos en cuenta que debían adaptarse al escalón de 5 mm existente entre el contorno inferior y las superficies de los angulares a las que debían remacharse.

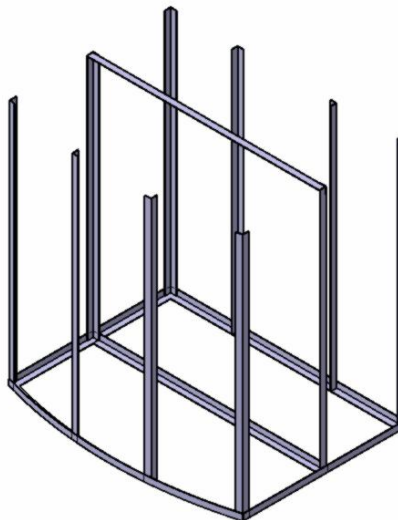



Figura 4.65: Estructura de la caseta.

Para la realización de las ventanas contábamos con el plano que se muestra en la Figura 4.67, influyendo sus dimensiones en la colocación de los angulares del modo que comentamos anteriormente. Simplemente realizamos un  *Pocket* con la forma de las mismas sobre las planchas de las paredes. En la Figura 4.66, podemos ver la distribución de las ventanas delanteras diseñada para su realización. Una vez colocadas las

paredes se incluyó un contorno superior para dar consistencia a la unión de estas con los angulares, sirviendo además como soporte del techo de la caseta.

El techo lo diseñamos de tal forma que sobresaliese 20 mm a todo alrededor del contorno superior de la caseta, es decir, unos 70 mm alrededor de la forma en planta de la misma.

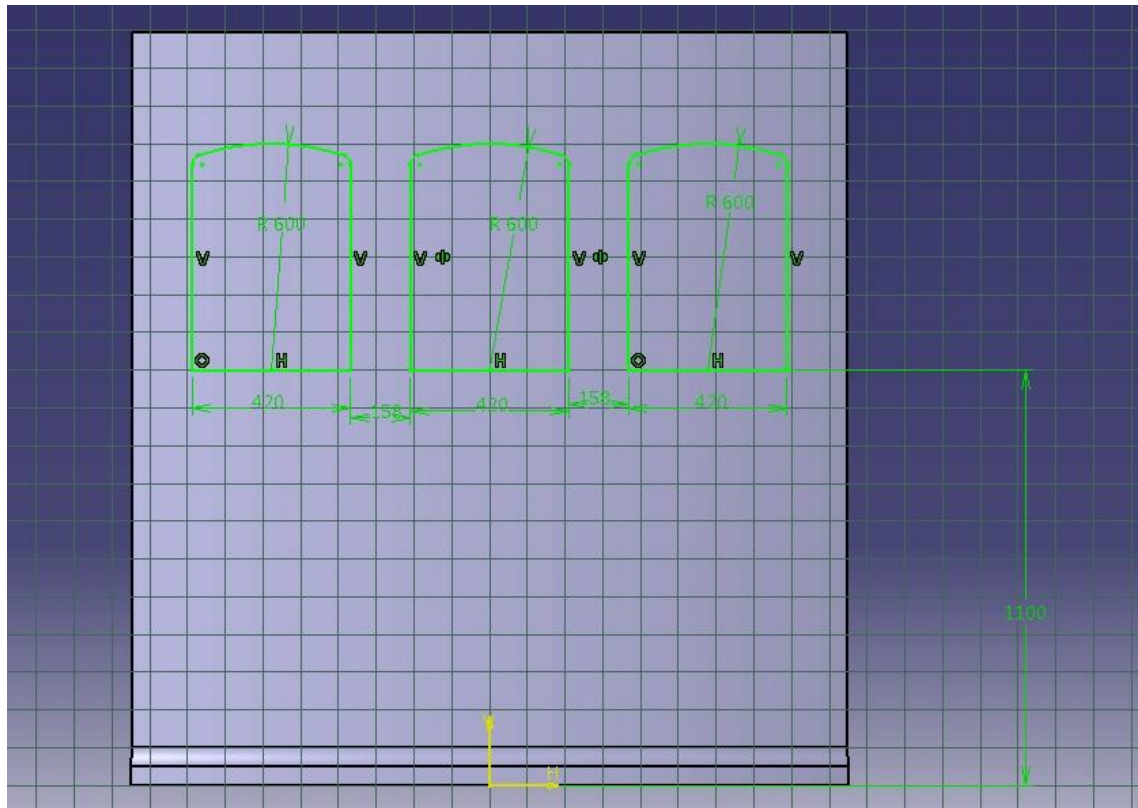


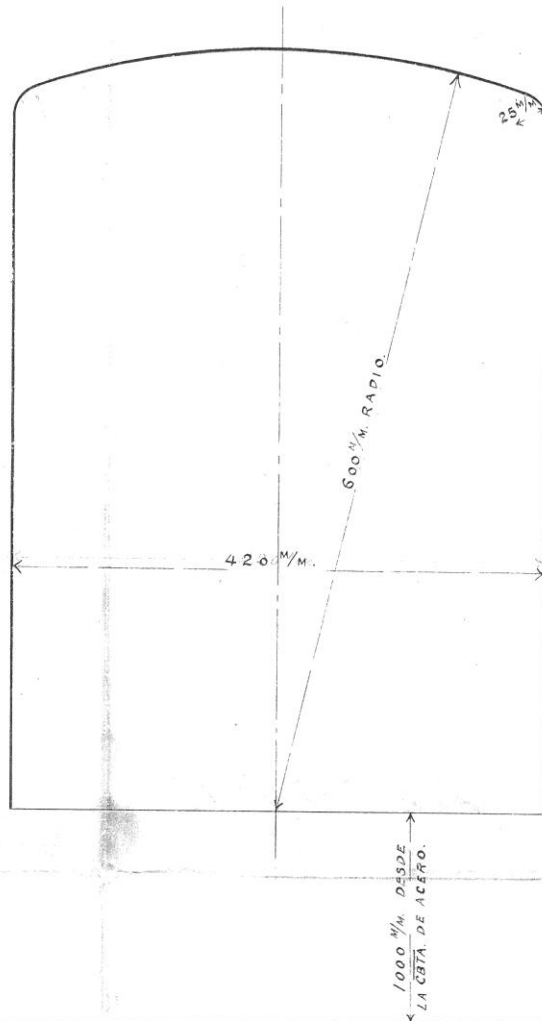
Figura 4.66: Diseño de la distribución de las ventanas delanteras.

Para dar por finalizado el diseño de la caseta de mandos realizamos los tablones que forman el suelo, colocando un total de 10 tablones de 45 mm de espesor, 5 en la parte trasera de la caseta y los otros 5 en la delantera. A los tablones que tropezaban en los angulares se les eliminó esa parte de material para que quedaran bien colocados.

c/50 y 51/54

DETALLE DE LAS VENTANAS DE LAS
CONSTRUCCIONES A Y B.

ESCALA 1/3



DIBUJO N° 48557-R.

Figura 4.67: Plano de las ventanas.

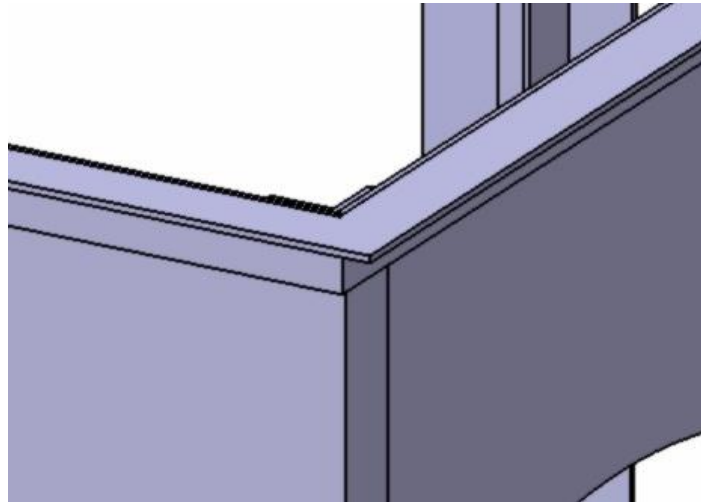


Figura 4.68: Detalle contorno superior.

4.7.1 Árbol de los elementos constituyentes de la caseta.

En la siguiente Figura mostramos la lista de componentes que conforman la caseta de mandos.



Figura 4.69: Lista de componentes de la caseta de mandos.

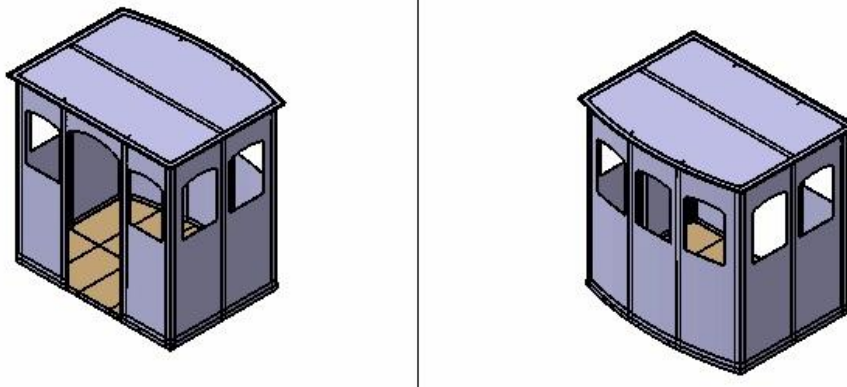


Figura 4.70: Vista del resultado final de la caseta de mandos.

4.8. Montaje del conjunto Guarda-calor con chimenea, ventiladores y caseta.

Una vez terminados cada uno de los elementos que constituyen esta parte importante de la superestructura de nuestro barco debíamos ensamblarlos para ir finalizando el trabajo. El montaje de los ventiladores sobre el guarda-calor no fue tedioso, pues únicamente tuvimos que hacerlos coincidir con el hueco preparado para ellos y fijarlos en su posición final orientándolos hacia delante. La chimenea resultó algo más compleja debido a la inclinación, pero igualmente se colocó relativamente fácil.

Para colocar la caseta debimos diseñar el soporte sobre el que la colocaríamos. Decidimos que dichos soporte estuviese formado por tres vigas en forma de I remachadas a través del techo a las secciones del guarda-calor correspondientes a las cuadernas 30 y 31. Nuevamente nos encontramos con que si uníamos directamente contra el techodel guarda-calor, la caseta quería inclinada hacia atrás, por lo que decidimos realizar también unas pletinas de suplemento para equilibrarla.

De este modo tuvimos que diseñar y llevar a cabo varias pletinas para colocarlas sobre el recubrimiento, a la altura de ambas secciones. En la primera sección desde proa tuvimos que colocar una única pletina de 8 mm, pero sin embargo, en la segunda sección tuvimos que colocar 4 pletinas de 8 mm y una de 7 para salvar el desnivel existente. Además, debido al solape del recubrimiento central las pletinas diseñadas no fueron continuas, sino que las dividimos en tres partes, una por viga.

Los refuerzos están colocados de tal forma que los laterales de la caseta apoyen sobre los dos exteriores y que el arco de la misma descanse sobre la viga central que es más larga. Además los situamos de tal modo que la caseta vuele un poco por el extremo del guarda-calor donde se encuentra situada, intentando aproximarnos lo más posible a la imagen de botadura de la embarcación, Figura 1.1.

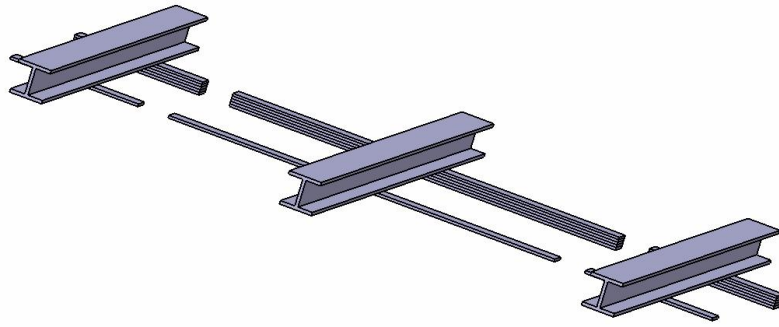


Figura 4.71: Soporte nivelado de la caseta.

Tras nivelar la caseta y con la chimenea y ventiladores colocados el guarda-calor se presenta como en la Figura 4.72.

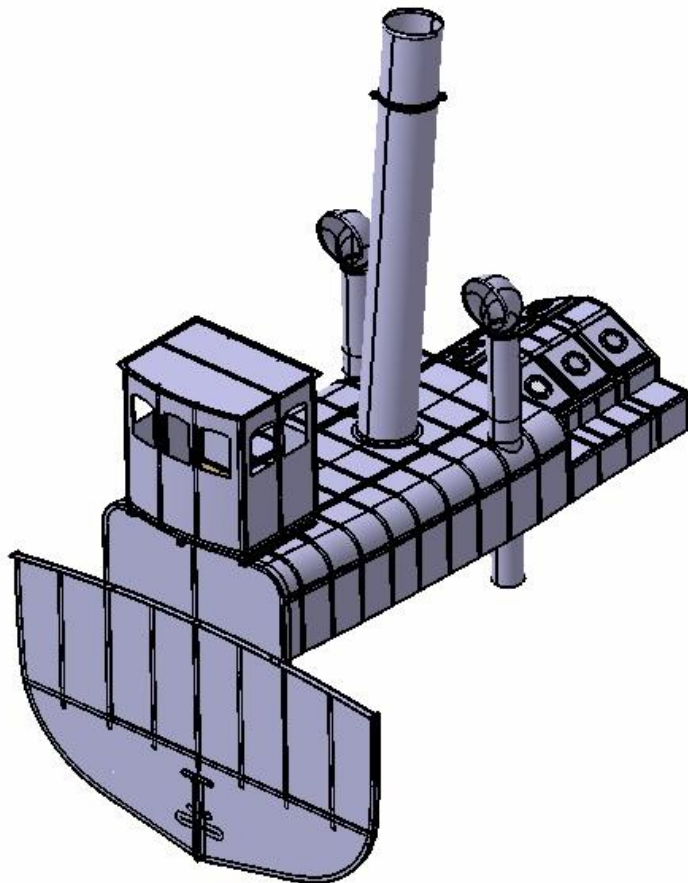


Figura 4.72: Guarda-calor con caseta, chimenea y ventiladores.

5 RESULTADO FINAL DEL PROYECTO

Para poder mostrar el resultado final de estos meses de trabajo aún teníamos que unir cada conjunto que hemos ido desarrollando minuciosamente durante el capítulo anterior con la parte del remolcador digitalizada que habíamos heredado del autor del primer proyecto.

En esta tarea nos ayudó muchísimo el hecho de haber trabajado sobre los contornos de los componentes de la superestructura, ya que al incluirlos en el conjunto total del barco habían sido definidos cada uno de ellos en su lugar correspondiente. Sin embargo, a la hora de imponer restricciones entre cada elemento y el conjunto existente no se nos permitía imponer que el contorno sobre el que habíamos trabajado y el contorno existente en la cubierta ya definida fueran coincidentes. Por este motivo la restricción que impusimos a los elementos fue anclarlos en su lugar de definición.

Debemos señalar que ocultamos el Mamparo 32 existente debido a que en nuestro conjunto del guarda-calor ya lo incluíamos. Así mismo, indicar también que la cubierta correspondiente al pique de proa la cerramos, ya que no se encontraba cerrada.

Como resumen de lo que hemos expuesto, mostramos la disposición de los objetos que hemos ido realizando y su integración con el trabajo realizado por el compañero Juan Antonio Pérez Correa.

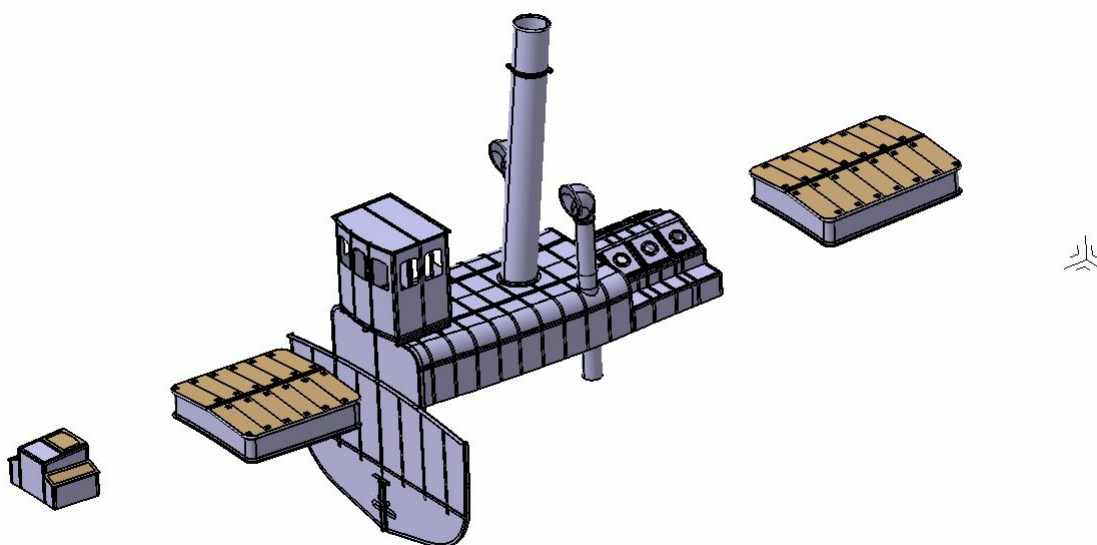


Figura 5.1: Disposición de los elementos realizados durante este proyecto.

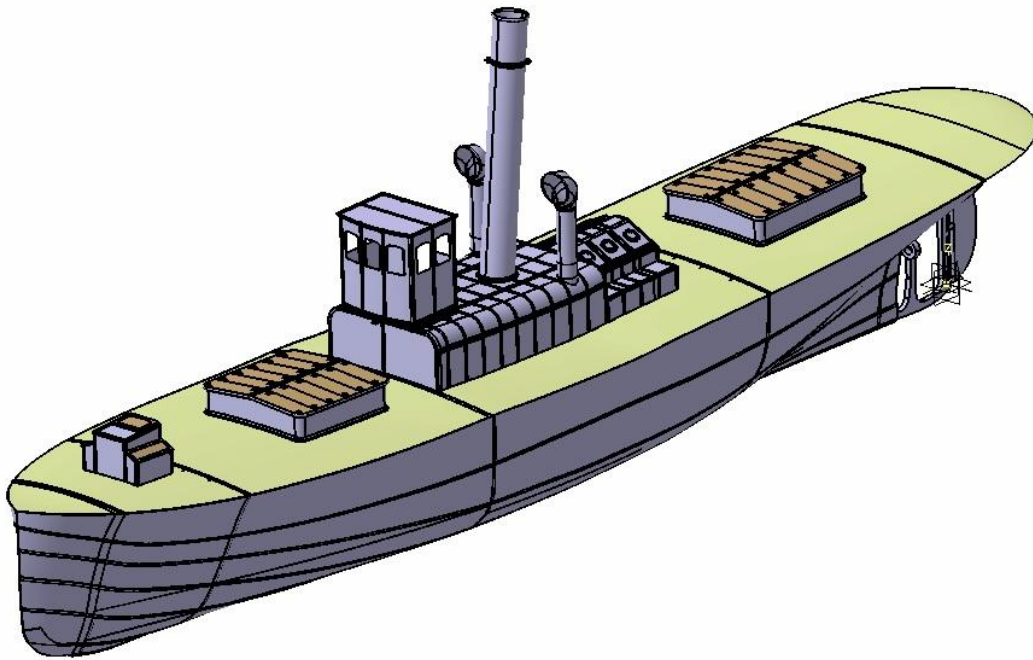


Figura 5.2: Vista de la reconstrucción virtual del Remolcador a vapor Matagorda.

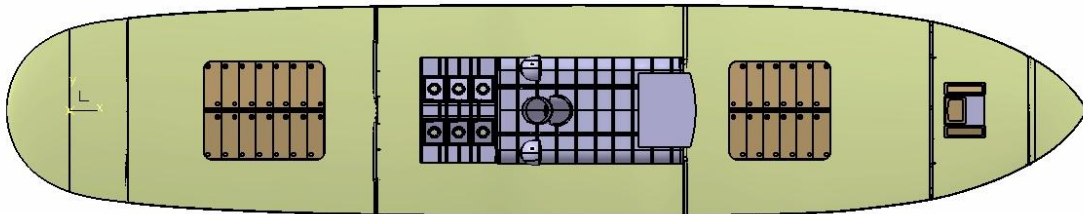


Figura 5.3: Vista en planta de la reconstrucción virtual del Matagorda.

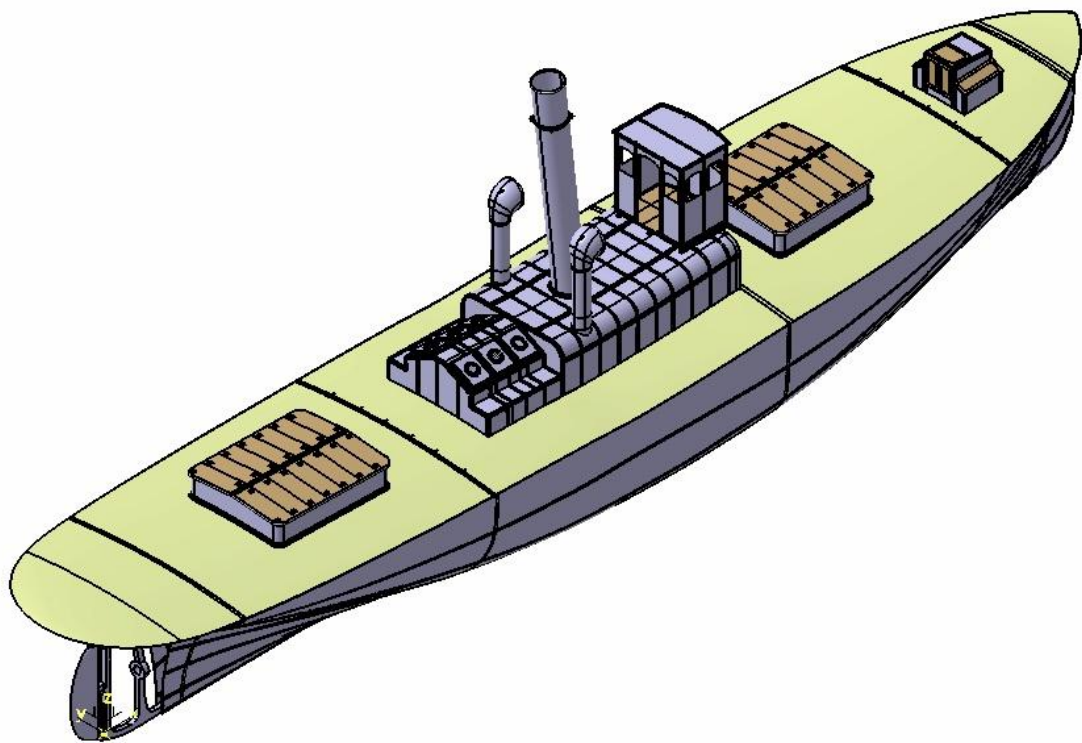


Figura 5.4: Otra vista de la reconstrucción virtual del Matagorda.

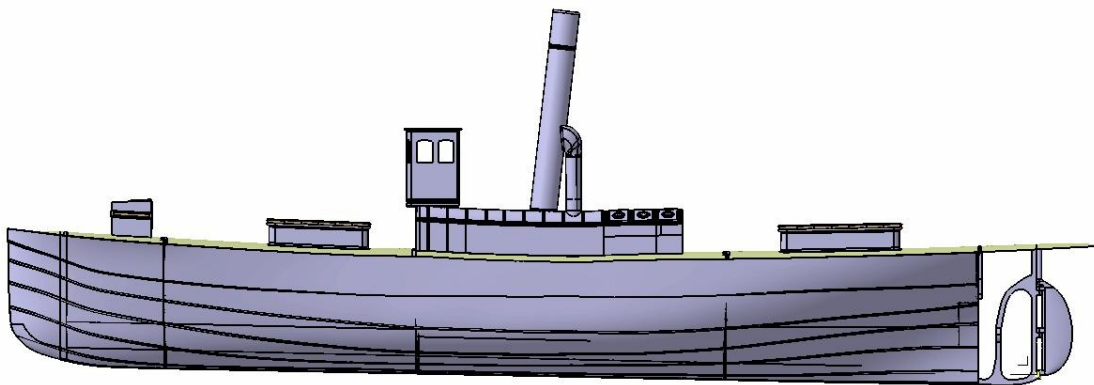


Figura 5.5: Vista lateral de la reconstrucción virtual del Matagorda.

6 POSIBLES CONTINUACIONES

A la hora de plantear posibles continuaciones a este proyecto tenemos varias opciones, por un lado se podría terminar por completo la superestructura del barco, con el mástil, los elementos de remolque, etcétera, así como las barandillas o candeleros. Otra posible continuación podría ser la realización de la hélice y el eje de la hélice, acompañada de la volumetría de la caldera y quizás del grupo motor.

Por otro lado, también se podrían realizar las carboneras así como ir realizando todas las cuadernas por si en algún momento se decide hacer una simulación de cómo fue la construcción del navío aproximadamente para poder mostrarla en el museo. Y ya algunos proyectos quizás más complejos por lo específico podrían ser realizar el grupo motor o la caldera.

Una posibilidad podría ser también la de realizar un proyecto en grupo, con varios componentes, encargándose cada uno de alguna de las propuestas realizadas o de otras propuestas que aquí se nos hayan podido escapar, evitando así que el proyecto se prolongue demasiado en el tiempo corriendo el riesgo de llegar a caer en el olvido, además de facilitar la tarea de diseño ya que se aborda el diseño una gran parte del barco de manera simultánea, llegando a soluciones consensuadas por todas las partes y sabiendo los efectos que tienen en otros elementos.

REFERENCIAS

[]"El libro de Catia V5 : módulos part design, wireframe & surface design, assembly design y drafting".
María Gloria del Río Cidoncha... [et al.]

[]"El gran libro de CATIA". Eduardo Torrecilla Insagurbe.

[]"Reconstrucción del diseño, modelado 3D y documentación del proceso de fabricación del remolcador a vapor Matagorda". Juan Antonio Pérez Correa.