

Universidad Politécnica de Cartagena
Departamento de Ingeniería
Técnica naval



INGENIERÍA TÉCNICA NAVAL PROYECTO DE FIN DE CARRERA

DIGITALIZACIÓN Y DOCUMENTACIÓN
HISTÓRICO-TÉCNICA DE BARCOS
TRADICIONALES DEL MEDITERRÁNEO

AUTOR: FRANCISCO MONTOYA GALIANA
TUTOR: FRANCISCO BLASCO LLORET

OCTUBRE 2012





Resumen

El Departamento de Ingeniería Técnica Naval propone realizar un estudio sobre los barcos de vela latina que se utilizaban en la costa mediterránea. Además sugiere recopilar información sobre las técnicas utilizadas y funciones a las que se dedicaban los barcos.

Después de reuniones mantenidas con el personal encargado de la dirección del proyecto, se solicita estudiar tres tipos de barcos de los inicios del siglo XX y seleccionar el más apropiado para su digitalización y obtención de planos de formas.

Finalmente se propone hacer una recreación del proceso de construcción del barco seleccionado.

Abstract

The Naval Technical Engineering Department proposes to launch a study on the lateen sail boats which were used on the Mediterranean Coast. It also suggests to compile information about the techniques used and the functions of the boats.

After meetings with the staff responsible for the management of the project, it was concluded to launch a study on three types of boats of the 20th century and choose the most appropriate for scanning and to draw up form plans.

Lastly, a recreation of the construction process of the chosen boat will be made.



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1. MOTIVACIÓN PERSONAL.....	8
1.2. OBJETO DEL PROYECTO.....	8
1.3. METODOLOGÍA.....	9
2. VELA LATINA DEL MEDITERRÁNEO.....	10
2.1. ORIGEN DE LA VELA LATINA.....	10
2.2. EVOLUCIÓN DE LA VELA LATINA.....	14
2.3. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VELA LATINA.....	18
2.3.1. INTRODUCCIÓN DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN.....	18
2.3.2. TRAZADO Y ARMADO DE CUADERNAS.....	18
2.3.3. MONTAJE Y PUESTA EN QUILLA.....	19
2.3.4. CUBIERTA Y OBRA MUERTA.....	20
2.3.5. FORRADO Y CALAFATEADO.....	21
2.3.6. PINTADO Y ACABADO.....	21
2.4. PARTES DE UNA VELA LATINA.....	22
2.4.1. EL PALO.....	22
2.4.2. LA ENTENA.....	23
2.4.3. LA VELA.....	23
2.4.4. LA DRIZA.....	25
2.4.5. LA TROZA.....	25



2.4.6. EL DAVANT.....	27
2.4.7. LA ORSAPOP.....	27
2.4.8 LA ESCOTA.....	27
2.4.9 LA OSTA.....	28
2.5 MANIOBRAS.....	29
2.5.1. PRELIMINAR.....	29
2.5.2. NAVEGAR CIÑENDO.....	30
2.5.3. NAVEGAR VIENTO A TRAVÉS.....	32
2.5.4. NAVEGAR EN POPA.....	34
2.5.5. TOMAR POR LA LÚA.....	36
2.5.6 TRASLUCHAR.....	38
2.5.7. TOMAR RIZOS.....	39
2.5.8. REMAR CON POCO VIENTO.....	40
2.5.9 CARGAR LA VELA.....	40
2.6. FUNCIÓN DE LOS BARCOS DE VELA LATINA.....	42
2.7. DISTRIBUCIÓN Y EQUIPOS.....	46
3. INGENIERÍA INVERSA.....	48
3.1. DEFINICIÓN.....	48
3.2. ESTACIÓN TOTAL.....	49
3.3. OBTENCIÓN DE DATOS.....	52
3.4. PROGRAMAS INFORMÁTICOS.....	78
3.4.1. MAXSURF.....	78



3.4.2. FASTSHIP.....	81
3.4.3. CATIA V5.....	84
3.5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE DIGITALIZACIÓN.....	87
3.5.1. INTRODUCCIÓN MARCAS.....	87
3.5.2. CREACIÓN SUPERFICIE NURBS.....	87
3.5.3. ALISADO DE LA SUPERFICIE.....	89
4. CONSTRUCCIÓN EN 3D DEL MODELO.....	92
4.1. JUSTIFICACIÓN DE ESCANTILLONADO.....	92
4.2. METODOLOGÍA EN CATIA V5.....	103
4.2.1. ¿QUE ES UN DIEÑO ASOCIATIVO?.....	103
4.2.2 METODOLOGIA DEL DISEÑO ASOCIATIVO.....	105
4.2.2.1. GLOSARIO.....	105
4.2.2.2. LIMITACIONES DEL DISEÑO ASOCIATIVO SIN METODOLOGÍA.....	106
4.2.2.3. DISEÑO ASOCIATIVO DEL CONTEXTO: METODOLOGÍA.....	108
4.2.2.4. MECANISMO DE PUBLICACIÓN.....	110
4.2.2.3. METODOLOGÍA EN EL ESQUELETO Y PASOS A SEGUIR.....	112
4.2.3.1. ORGANIZACIÓN DEL PRODUCTO.....	112
4.2.3.2. DISEÑO ASOCIATIVO DEL USO DEL ESQUELETO DE ARRIBA ABAJO.....	113
4.2.3.3. DISEÑO DETALLADO MULTIDISCIPLINAR.....	114
5. PESOS Y CURVAS HIDROSTÁTICAS DEL PROYECTO.....	123



5.1 PESOS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	123
5.2 CURVAS HIDROSTÁTICAS.....	124



AGRADECIMIENTO

Es de bien nacido ser agradecido, por eso quiero dar mis más sinceros agradecimientos a las personas que han contribuido a la realización de este proyecto, y también a las que de una manera u otra han contribuido a mi desarrollo personal.

Todas estas personas son:

- Mi tutor, Francisco Blasco Lloret, por su ayuda, comprensión y participación en la realización del proyecto.
- El padre de mi tutor, Francisco Blasco, propietario de Astilleros Blasco. Gracias él, he podido obtener parte de la información necesaria para realizar este trabajo y conocer más el mundo náutico.
- Profesores de la universidad, por su ayuda constante que me ha permitido llegar hasta aquí. Su labor de enseñanza es imprescindible porque me ha permitido adquirir los conocimientos necesarios para realizar este trabajo.
- Mi novia Margaux, porque, a pesar de estar la mayor parte del tiempo a distancia, ha estado a mi lado y me ha apoyado en todo momento. Es un pilar fundamental de mi vida.
- Mis padres y mi hermana, que son lo más grande que se puede tener en la vida, que es la familia. Ellos me han permitido tener los estudios que tengo, me han apoyado en todo momento y han contribuido especialmente a mi desarrollo personal. En definitiva, gracias a ellos soy quien soy.
- Y sobre todo, a un familiar, Julio César Galiana Cubí. Esta persona es, en parte, la culpable de que este mundo de los barcos haya entrado en mi vida. Es un referente hacia mí y sin su esfuerzo y dedicación, poco hubiese conseguido. Es por lo que se merece tener un lugar en este apartado.

A todas estas personas, mis más sinceros agradecimientos.



1. INTRODUCCIÓN

1.1. MOTIVACIÓN PERSONAL

Desde el inicio de sus estudios universitarios, al alumno autor del presente proyecto le han venido interesando el mundo de los barcos llegando a la cuestión de cuáles fueron sus inicios.

En la actualidad existe un creciente interés por recuperar todo lo que antiguamente era cotidiano. Como tantas otras cosas del pasado, la navegación a vela, y más concretamente con vela latina, formó parte durante cientos de años del paisaje de nuestras costas mediterráneas y de la vida de los pueblos que las habitaban, dedicadas a la pesca y al comercio. Aquellas viejas barcas y modelos desaparecieron ya que se había perdido aquella forma de entender la vida.

A lo largo de la historia se han escuchado historias que los viejos lobos de mar que no se han casado de repetir. Es así como se entabló amistad con un viejo constructor que fue transmitiendo historias, hechos y conocimientos.

Los conocimientos y los modelos de barco que se pudieron obtener, permitieron realizar la digitalización de un casco de vela latina para conseguir los planos de forma y a su vez recrear el proceso de construcción.

Este trabajo consta de un estudio sobre los orígenes de la vela latina, pasando por una obtención de datos a través de instrumentos, una digitalización del modelo en 3D, un proceso de construcción y a la vez un estudio de la función de esos barcos.

1.2. OBJETIVO

El objetivo del presente Proyecto Fin de Carrera es dar a conocer principalmente los primeros barcos de vela latina de la zona del Mediterráneo y poner de manifiesto las ventajas y beneficios que supone el uso de la tecnología por la que se puede digitalizar un modelo del año 1907.

Gracias a ello se obtienen los planos de forma y se permite hacer una recreación de cómo estaba construido. Finalmente, recopilar información sobre las técnicas utilizadas y funciones a las que se dedicaban los barcos



1.3. METODOLOGÍA

En la elaboración del Proyecto se ha seguido una metodología basada en el desarrollo de las diferentes fases que se relacionan a continuación.

1ª Fase: Obtención de datos sobre los orígenes, construcción, distribución y función de los barcos de vela latina de la costa mediterránea.

2ª Fase: Adquisición de las formas de tres modelos a través de una estación total. Seleccionando el apropiado para realizar el Proyecto.

3ª Fase: Digitalización del modelo seleccionado en 3D con la finalidad de obtener las formas del casco.

4ª Fase: Recreación del proceso de construcción en 3D de la estructura del barco bajo una normativa llamada LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING

5ª Fase: Análisis de los pesos del barco y cálculo de las curvas hidrostáticas.



2. VELA LATINA MEDITERRÁNEA

2.1. ORIGEN DE LA VELA LATINA

El interés por el origen de la vela latina ha dado paso a realizar un considerable trabajo. Se ha hurgado en la historia y en todas aquellas fuentes documentales a nuestro alcance buscando sus orígenes y un conocimiento lo más profundo posible de la vela latina.

Hasta bien entrada la segunda mitad del siglo XX, era comúnmente aceptado que el origen de la vela latina se encontraba en el Océano Índico o el Mar Rojo y que los navegantes árabes habían introducido este tipo de vela en el Mediterráneo tras la conquista musulmana de toda la orilla sur y la península Ibérica. Por lo tanto, se podía argumentar que los viajes de Vasco de Gama y Cristóbal Colón, a bordo de naos aparejadas con velas latinas, no hubieran sido posibles sin este préstamo tecnológico de los árabes (un pueblo que el tópico sitúa en el desierto).

Ciertamente, se puede argumentar que hasta la llegada de los árabes musulmanes al Mediterráneo no hay constancia incuestionable de la existencia de naves de gran tamaño aparejadas con vela latina. Sí que es el caso de los árabes, de los que hay mención escrita de la existencia de mástiles de hasta 20 metros de altura, altura impensable en un buque mediterráneo.

En la historia de roma aparece un hecho bastante significativo. Tras el sometimiento de los piratas del territorio de Liburnia, situado en la costa oriental del Adriático, en el siglo II a. de C. los romanos utilizaron, como embarcaciones auxiliares de su armada las liburnas, pequeñas embarcaciones de propulsión mixta que esos piratas empleaban en sus correrías por el Mediterráneo. Los romanos las utilizaron en combate en la batalla de Farsalia (48 a de C), en la que Cesar derrotó a Pompeyo, y también está documentada su presencia en la batalla naval de actium, contra la flota egipcia de Cleopatra y Marco Antonio, que dio como resultado la famosa pax romana de Octavio Augusto.

Las embarcaciones liburnas se propulsaban principalmente a remo, montaban una vela auxiliar en un mástil dotado de una vela triangular envergada a una pértiga y, como la *supparum* greco-romana, con una sola escota que se cazaba desde la cubierta. Fueron ampliamente representadas en las monedas romanas de la época.

Fue esta vela la que dio lugar a la mayor y más evolucionada vela latina, utilizada como único método de propulsión del barco. Por ello deducimos que, probablemente, se trató de una



innovación técnica de la cultura greco-romana, desarrollada plenamente en los tiempos de Bizancio con el objeto de contar con naves de transporte que pudieran navegar de bolina, con vientos contrarios, a lo largo de la costa de su imperio y sin necesidad de recurrir a la propulsión a remo que, por su costo en factor humano, sólo se utilizaba en combate.

Recientemente se han encontrado muchos pecios (restos submarinos de embarcaciones romanas de transporte) que han sido estudiados cuidadosamente mediante las técnicas arqueológicas más avanzadas, que combinan la arqueología submarina con las otras ramas de esta ciencia, en constante desarrollo. Por desgracia, no se ha recuperado ningún elemento de la jarcia que ofrezca la más mínima pista o elemento de juicio para determinar el tipo de vela que montaban esas embarcaciones.

En esos yacimientos arqueológicos submarinos se han podido estudiar las formas y dimensiones de los cascos, construidos de forma diferente a los más primitivos de su misma clase, lo que les dotaba de mayor capacidad de carga. También se ha podido constatar fehacientemente el tipo de comercio que realizaban y, gracias a las nuevas técnicas arqueológicas, se conoce el tipo de mercancías que transportaban: simientes, vinos, aceite, cerámica, etc.

Paralelamente, se han estudiado yacimientos arqueológicos de tierra adentro, lo que ha permitido establecer con precisión de dónde procedían las piezas de cerámica encontradas en los barcos. Conocidas las procedencias, su colocación en la cala del barco y el contenido de las ánforas, se ha podido establecer con precisión de dónde procedían las piezas de cerámica encontradas en los barcos. Conocidas la procedencia, su colocación en la cala del barco y el contenido de las ánforas, se ha podido establecer con precisión casi matemática la ruta que seguían y cuál era su destino. El análisis del contenido de las ánforas, simientes y alimentos frescos transportados ha permitido determinar con exactitud el siglo, e incluso la época del año, en que se produjo el naufragio.

El conocimiento de los vientos dominantes según la época del año en el litoral mediterráneo hace descartar que estas embarcaciones montaran jarcias que, navegando en ceñida, tuvieran mal rendimiento, ya que esto obligaría a permanecer largos períodos fondeados en espera de vientos favorables, o a remar como posesos para seguir su ruta. Sin lugar a dudas, para seguir su ruta avanzando contra el viento a remo, se debería haber embarcado, dado su desplazamiento, una tripulación numerosa que parece imposible alojar en los cascos estudiados.

Otra solución hubiera sido navegar mar adentro, cosa realmente improbable en aquellos tiempos debido a los primitivos medios de orientación de que disponían: no conocían la brújula y se orientaban por la posición del sol y las estrellas. Navegar mar adentro sin la instrumentación precisa conlleva un grave riesgo, por lo que es de suponer que no lo hacían. No obstante, excepcionalmente, es posible que algún marino se aventurara; pero a buen seguro que el tráfico



de cabotaje se hacía sin perder de vista la costa y dentro de la franja del litoral comprendida entre las 20 y 30 primeras millas. Todos estos datos confirman que la jarcia de esos barcos debía de tener necesariamente un buen rendimiento navegando en ceñida.

Se cree entonces que la vela latina la idearon un grupo de griegos que, huidos de su tierra como los primeros romanos, se establecieron en la costa oriental del Adriático y fundaron Liburnia. Nacida con anterioridad a la era cristiana, la asimiló la cultura romana de los piratas liburnios (descendientes de los griegos clásicos) en el siglo II a. de C. Este convencimiento hace descartar la idea de que sus creadores fueran los pueblos árabes, que se encontraban por entonces en los albores de su historia.

La primera representación gráfica de una vela triangular, colocada de forma inclinada y con uno de sus vértices cercano a la proa, data de unos 150 años a. de C. y aparece en la zona de influencia grecorromana.

Con la decadencia de Bizancio, los árabes asimilaron la tecnología naval bizantina, primero los piratas berberiscos, posteriormente, los árabes de califato de Medina y, a continuación, los turcos del Imperio Otomano. Fueron ellos los que la introdujeron en el mar Rojo, el golfo Pérsico y las costas orientales de África y las occidentales de la India a partir del siglo VIII d. de C.

Sólo hace unos cuantos años surgió la necesidad de saber de dónde procedían aquellas velas triangulares, presentes en nuestras costas y utilizadas principalmente por los piratas berberiscos en sus razias contra los pueblos costeros del mediterráneo norte.

En un pasado más reciente nuestra forma natural de propulsión naval ya era la vela cuadrada, que equipaban los navíos de mayor porte, tanto de combate como de transporte transoceánico. Este y no otro aparejo era el que se asociaba a la modernidad y a la cultura occidental. En ese momento, se desconocía profundamente una gran parte de la historia de pueblos tales como el hindú, el mesopotámico y el egipcio, y gran parte de la historia propia: griegos, romanos, bizantinos, etc.

Durante esta época se formularon multitud de teorías erróneas sobre muchos hechos históricos y se establecieron postulados que paulatinamente se fueron revisando conforme se tenía a mano nueva información, procedente de excavaciones y fondos documentales inéditos. Por el escaso interés que suscita la procedencia de un elemento de ingeniería naval como la vela latina.

Los investigadores de este tema observaron que de todo el mundo occidental, en el Mediterráneo sólo se empleaban algunas velas triangulares, siendo, sin embargo, de uso general en el área del mundo islámico, la costa del norte de África y el océano Índico. Lo natural fue que pensarán que las velas latinas existentes en la orilla norte del Mediterráneo revelaban un



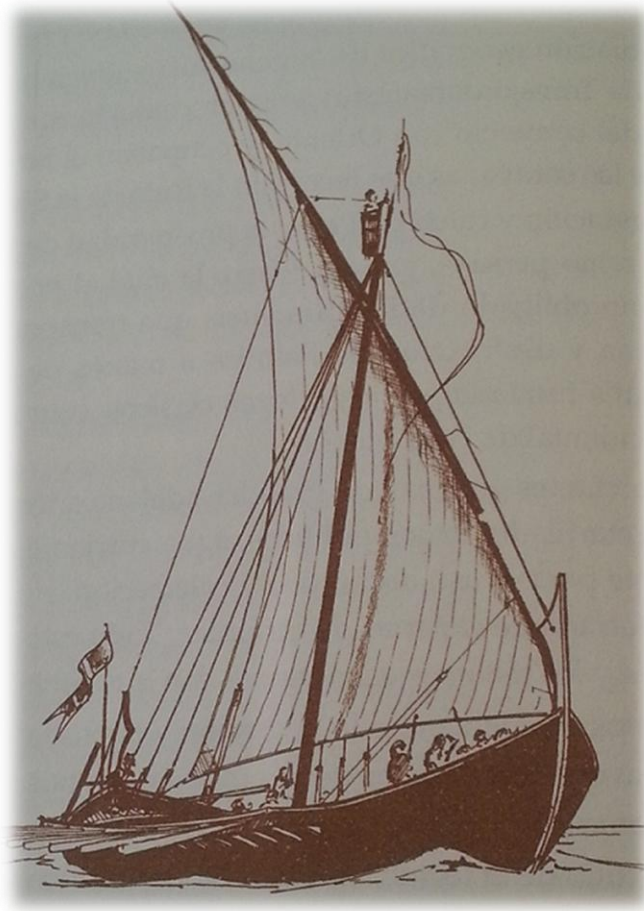
contagio, una imitación de las velas utilizadas por los árabes, los turcos otomanos y los piratas mediterráneos. No pensaron que podía ser al contrario. No se dieron cuenta de que las ya desaparecidas galeras de combate del mundo occidental y sus ancestros, los dromones y las xelandrias bizantinas, que combatieron al turco, la usaban asiduamente.

Todas las naves y naos de transporte del Atlántico, las de la liga Anseática, los grandes transportes y las naves de guerra venecianas en la Italia renacentista, así como los transportes transoceánicos y buques de guerra ingleses, franceses y españoles, equipaban, de antiguo, jarcia redonda.

Se parte, por tanto, de la idea de que sólo cuatro locos del Occidente (los portugueses y los habitantes del litoral mediterráneo) utilizaban esas velas raras y antiguas utilizadas por los odiados piratas berberiscos. En cambio, los árabes montaban la latina en todas sus embarcaciones.

Pero es natural que los habitantes del mundo islámico sólo utilizaran la vela latina, tomada de los bizantinos, pues en lugar de progresar, quedó anclada en lo que se podría llamar una edad oscura. Ello ocurrió tras una brillantísima época de florecimiento cultural y poderío económico, comprendida entre el siglo VII, con el advenimiento de los Omeyas; y la pérdida del califato de Córdoba a manos de los reyes Católicos, en el siglo XV d. de C.

A día de hoy, se piensa que la vela latina fue un invento de la cultura griega, desarrollado por la cultura romano-bizantina y que, adoptado posteriormente por los árabes, la emplearon hasta hoy día.



Nave islámica del siglo XIII

2.2. EVOLUCIÓN DE LA VELA LATINA

La primera presentación de la vela latina, datada de 150 años a. de C., es una embarcación dotada de vela triangular. Se encontró en una lápida funeraria procedente de la orilla occidental de la costa de Asia Menor. La siguiente representación de embarcaciones dotadas de vela latina se encontró en unos manuscritos bizantinos del año 886 d. de C., que actualmente están guardados en la Biblioteca Nacional de Paris. En los manuscritos bizantinos del siglo IX d. de C. se hallan representadas embarcaciones de pequeño porte.



El casco

Presenta las características de los mercantes romanos, con la proa y la popa altas. El gobierno de la embarcación se realizaba por medio de dos espadillas situadas a popa, una a cada lado.

La arboladura

El mástil, ligeramente inclinado a proa, tiene el extremo superior curvado hacia proa, como el mango de un bastón. Unos obenques lo sujetan, arrancan justo por debajo de su encapilladura y se afirman al casco en las regalas de cada costado, ligeramente hacia popa del mástil. Dichos obenques presentan sendas maniobras por lo que podían largarlos cuando quedaban a sotavento.

La vela

Triangular, queda sujeta a una verga inclinada, la entena, compuesta de dos piezas: El car, que es la pieza situada más baja y hacia proa y la pena, más alta y situada hacia popa. Esta verga laboreaba alrededor del mástil por encima del anclaje de los obenques, con lo que la vela quedaba colocada por fuera de los mismos.

La entena y la vela no difieren en absoluto de las actuales.

En estas primitivas embarcaciones, al tener la vela colocada por fuera de los obenques se debían largar los que quedaban a sotavento para poderla cazar al navegar en ceñida al trasluchar o al apagar la vela, lo que hacía muy laboriosa la maniobra. En unos mosaicos de la catedral de San Marcos de Venecia, datados del siglo XII ya se pueden observar cambios sustanciales en la arboladura. Los obenques se anclaban por encima del calcés, lo que permitía navegar con la vela apoyada en el palo.

En los mosaicos de San Marcos aparecen por primera vez, de forma esquemática, barcos de vela latina arbolados con más de un mástil: el trinquete, situado muy a proa con la vela de mayor tamaño; los otros eran el mayor, y el tercero situados hacia popa. Sólo las embarcaciones mayores contaban con un cuarto mástil, el de mesana, como todavía hoy lo llaman los marinos franceses. Todos estos mástiles estaban dotados de velas latinas, siendo la de mayor tamaño la de primera y el resto cada vez menores.

La adopción del timón axial único se produjo en el siglo XIV y supuso una gran mejora. Montado tal y como lo conocemos en la actualidad, sustituyó a las espadillas del gobierno.

Dadas las características del mar Mediterráneo, con frecuentes encalmadas, y los especiales requerimientos de las naves de guerra, en las que la velocidad, maniobrabilidad y estabilidad eran características especiales, fue preciso recurrir a la alternancia de dos tipos de propulsión: la



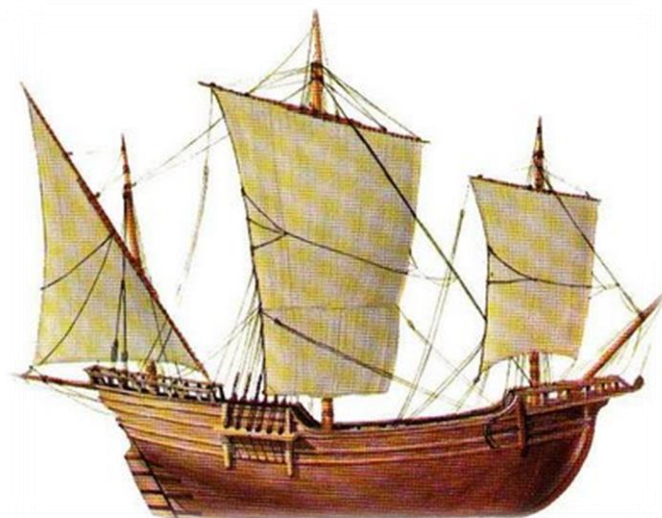
propulsión a remo, que se utilizaba en combate, y la vela, que se utilizaba en los largos desplazamientos para dar descanso a la tripulación.

Las embarcaciones de vela latina navegaban muy bien de bolina y, una vez arriada la vela, presentaban un centro de gravedad bajo. En busca de la mayor estabilidad posible en combate y del óptimo rendimiento al navegar a vela costeando, se adoptó la vela latina en muchas naves de guerra de la época ya que esta cumplía a la perfección con ambos requisitos.

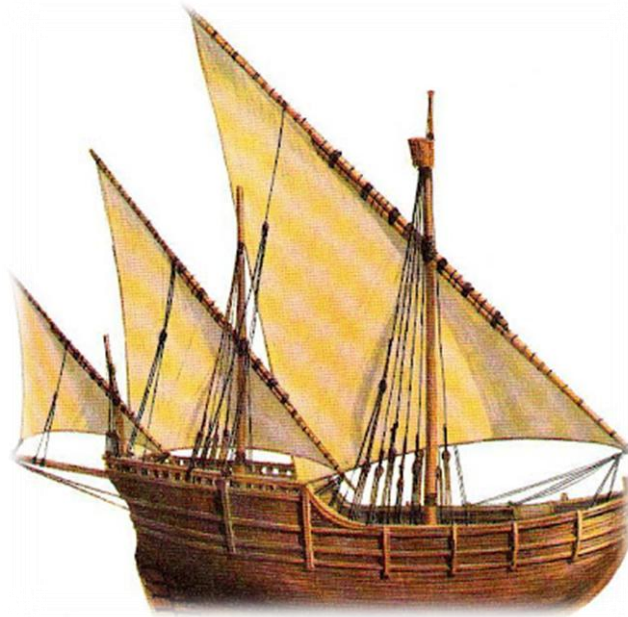
En el Mediterráneo, la vela latina se utilizó hasta el siglo XVI y se mantuvo en la marina de guerra para las embarcaciones ligeras de vigilancia costera, hasta la implantación de la propulsión a vapor, a finales del siglo XIX.

Durante el siglo XIII los portugueses emplearon intensivamente naves de arboladura latina, las carabelas, en sus andanzas por las costas africanas. Estas naves, eran ideales para la exploración de las ensenadas y los desconocidos ríos de las costas africanas, por su poco calado y por su magnífico rendimiento al navegar costeando con vientos contrarios (de bolina).

Cristóbal Colón, en su viaje del descubrimiento, empleó una nao y dos carabelas, la Pinta y la Niña. La Pinta ya salió de palos con vela cuadrada. La Niña, viendo las dificultades que se le presentaban al navegar con vientos de popa, fue rearmada con velas cuadradas en la isla de Gran Canaria. Los vientos alisios que soplan en el atlántico hacen que los barcos naveguen con vientos de popa. En estas condiciones la vela latina requiere mucha más atención del timonel que la vela cuadrada.



La Pinta



La Niña

Es de suponer que esta fue la razón del cambio. En aquella época, todas las embarcaciones de vela cuadrada montaban en la mesana una vela latina para facilitar las viradas. La dificultad del laboreo de una vela cuadrada hace que una nave así arbolada requiera mas tripulación de la necesaria para el manejo de una embarcación de las mismas dimensiones con vela latina.

La vela latina no permite una fácil fragmentación de las velas en un mismo mástil, por lo que la arboladura redonda es empleada con preferencia en los barcos mercantes de gran porte. No obstante, hasta bien entrado el siglo XVIII, el aparejo latino reina en el transporte de cabotaje mediterráneo ya que este se realiza costeando y, por tanto, la mayoría de las veces con vientos contrarios que obligan a las embarcaciones a navegar de bolina contra el viento.

A finales del siglo XIX, parte del cabotaje se hace con barcos dotados de velas cangrejas en todos sus mástiles, los pailebotes. La vela latina resiste este nuevo ataque, aunque ve restringida su área de influencia al pequeño cabotaje entre pueblos y ciudades carentes de puerto pero protegidos contra los frecuentes temporales del Mediterráneo. Por esta razón, solo se conservarán aquellas embarcaciones latinas que por su pequeño tonelaje sea posible izar a la playa, como las barcas de mitjana, tartanas y escampavías de la armada, así como todas las barcas del litoral.

La vela latina resiste, en las embarcaciones de pesca hasta la implantación del motor de combustión interna, entre los años 30 y 50 del siglo XX. El empleo del vapor en la propulsión de barcos no significó un grave peligro para la vela latina, por lo que coexistieron en armonía.



En la actualidad la presencia de una vela latina en el horizonte constituye una grata sorpresa. Las últimas velas latinas de nuestro litoral están en manos de encomiables aficionados que cuidan con gran esmero y cariño de esas ya octogenarias embarcaciones que antaño se dedicaron al duro y rudo trabajo de la pesca o el cabotaje.

2.3. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LOS BARCOS DE VELA LATINA

2.3.1. INTRODUCCION DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

En la construcción de un barco lo primero que hay que hacer es diseñarlo. Cuando se tengan las formas, se hace un análisis de cómo se va a construir y que materiales son los necesarios. Después procederíamos a su construcción y más tarde a su armamento.

Los barcos antiguamente eran todos iguales. Su construcción era similar pero en lo que se diferenciaban cada uno era en su armamento. Como ejemplo, los barcos de cerco se diferenciaban de los demás en que su francobordo era inferior ya que tenían que subir las redes a mano por el costado.

La construcción se hacía entera de madera. El inicio de la construcción comenzaba con la fabricación de las cuadernas.

El método artesanal y tradicional del “trazado” lo utilizaban hace siglos nuestros antepasados y consiste en construir una pequeña maqueta a escala, de la cual sacaremos a tamaño real todas las piezas del barco. En la actualidad el método es el mismo, solo cambian algunas de las herramientas utilizadas, por ejemplo, la barrena ha dado paso al taladro o el serrucho a la sierra de calar eléctrica.

2.3.2. TRAZADO Y ARMADO DE CUADERNAS

Se comienza construyendo una maqueta a escala. Dicha maqueta nos permitirá obtener las formas del barco mediante la tablilla de trazados. Cuando se tienen las formas del barco, se llevan a la sala de gálibos donde se dibujan las líneas longitudinales, las líneas de agua, las líneas inclinadas y la caja de cuaderna a escala real.



En el plano longitudinal, se marcan las cuadernas, de ahí se podrán colocar en la caja de cuadernas y sacar todas las plantillas. Con las plantillas se obtienen las cuadernas y una vez cortadas, empezaremos a unir pieza a pieza hasta armar la cuaderna, y así sucesivamente hasta armar todas y cada una de ellas. Se componen de tres piezas, una varenga central, y otras dos llamadas estemaneras fijadas a cada costado de la primera. La unión de las cuadernas se hacía mediante solapes de unos 60 centímetros, que nos admitiese colocar 2 clavos, por lo que al final obteníamos una cuaderna doble. El material utilizado era olivo, pino Carrasco o roble.

2.3.3. MONTAJE O PUESTA EN QUILLA

Una vez armadas todas las cuadernas, pasamos a la quilla, que debemos procurar que sea de una pieza y de madera dura (iroko, roble, eucalipto, etc.). Si la quilla tuviese dos piezas, se debe colocar la parte más larga en la zona de popa. Esta pieza irá fijada al suelo completamente a nivel. Se ensambla a la misma la roda, también a nivel y de una sola pieza. Si la roda es muy recta o perpendicular se necesita hacer la unión con un pie de roda, por el contrario si es muy lanzada no hará falta el pie de roda y se realizará con un empalme.

En la parte del codaste la unión se hace por medio de una cola de milano y además de esto, todas las uniones se ayudan de tornillos. Todas estas piezas llevan refuerzos en cada una de sus partes, como una contrarroda en proa, una sobrequilla y un contracodaste en popa, unidos todos con pernos, y en el codaste lleva un perno diagonal que pasa por la cola de milano.

A continuación se coloca la cuaderna “maestra” (llamada así porque es la que sirve de referente a la hora de trazar y dividir el barco por la mitad) y luego las restantes, teniendo siempre en cuenta que estas tendrán que estar a nivel. Las cuadernas van todas colocadas entre la quilla y sobrequilla, donde previamente se han realizado sus cajoneras para que se encajen y que indican el plano de crujía para la correcta colocación.

Para obtener la buena inclinación y sostenerlas se utilizan puntales y se unen todas ellas con unos listones para hacerlas firmes. Posteriormente se quitará una vez se haya colocado la estructura interna para dar paso a las tracas del costado. La separación entre cuadernas es entre 25 y 35 centímetros.

Todas estas piezas se intentaran obtener de una única pieza. Si no pudiese ser así se tendrá que realizar con varias piezas y uniéndolas con empalmes.



2.3.4. CUBIERTA Y OBRA MUERTA

Una vez terminado con las cuadernas, se procede a colocar las tracas de cinta, que son los listones que están en la parte superior del costado. Gracias a ellas, se permitirá ubicar los durmientes. Estos son refuerzos longitudinales de proa a popa, que se sitúan en la parte interior superior de las cuadernas y que se unen a estas y a las cintas con tornillos.

Por lo anterior citado, se procede a instalar los baos, que son las vigas transversales que van de un extremo del durmiente al otro y que se unen a ellos por medio de colas de milano. Para reforzar esta unión entre la cuaderna y el bao, se colocaba una curva de madera en las zonas de proa, popa y en la bancada del mástil. Los primeros baos irán colocados al principio y al final de las escotillas, los demás irán colocados a una distancia de 40 centímetros entre ellos. Si las escotillas son muy largas, se utilizarán medios baos.

Estos llevan una inclinación en forma de arco que permiten, una vez colocada las tracas, andar por cubierta cuando el barco se escora a causa de la navegación. El material de estos refuerzos es el mismo que el de las cuadernas.

En el momento que se obtiene la estructura principal del barco, se procedería a reforzarlo con elementos internos como los palmejares que van desde la roda hasta el codaste o los longitudinales de cubierta que se sitúan al ras de las escotillas.



Estructura casco



2.3.5. FORRADO Y CALAFATEADO

Cuando los baos están situados, se procedía a tapar el barco por la parte superior ya que la construcción se realizaba al aire libre y en tiempos malos impedía la construcción. Se comienza por las tracas de crujía y de trancanil. Estas al ser las más importantes tendrán un espesor mayor que las demás. La traca de trancanil se unía al bao a través de una cola de milano y la de crujía al igual que las demás tracas con tornillos al bao.

Con respecto al costado, las tracas de cinta ya estarían colocadas, por lo que las siguientes son las que están en el pantoque y las de aparadura que son las tracas contiguas a la quilla y que además, tendrán un carril en la quilla para encajar la primera. Todas estas tendrán un espesor superior al resto de tracas y dependiendo de la eslora se variará el número y el espesor de la traca.

Finalmente, se terminara de tapar el barco con las tracas sencillas, todas ellas siempre de proa a popa. Todas las tracas tienen que entrar a presión, ya que una mala colocación podía dar lugar a una entrada de agua. Tienen que entrar de tal forma que las tracas por el interior estén unidas y por el exterior tengan una pequeña separación para que permitan introducir la estopa.

Una vez forrada la embarcación, se procede a calafatear el barco tanto en cubierta como en el costado. Este proceso consiste en meter en cada junta o apego de tabla un hilo de estopa (hilo de cáñamo impregnado de brea) mediante una maza y los hierros de calafatear.

El trabajo se hacía en tres pasos, el primero era abrir la junta, el segundo, introducir la estopa con los hierros y la maza y el tercero hundir la estopa. Una vez calafateado se procede a tapar cada junta con masilla de aceite de linaza, que una vez seca dejará el casco listo para proceder a su lijado y posterior pintado.

2.3.6. PINTADO Y ACABADO

Al terminar el proceso de construcción, para mejorar su mantenimiento, se procedía a pintar el barco. La zona interna se pintaba con petróleo. La obra viva se utilizaba el galipote y la obra muerta pintura de aceite. En la cubierta asfalto con arena, que producía una rugosidad y hacía de antideslizante.

Con respecto al acabado, se colocaba el mástil, las velas, el timón, se armaba los ranchos y se preparaba la bodega. El mástil iba colocado a 1/3 de la eslora, más cerca de proa, por lo que parte de él iba dentro de la bodega.



Casco acabado

2.4. PARTES DE UNA VELA LATINA

2.4.1. EL PALO

Tiene una longitud aproximadamente igual a la eslora. Es robusto respecto a su tamaño, ya que debe resistir sin obenque ni estay. La driza y la troza pueden utilizarse a modo de burda volante.

En su parte inferior una mecha o saliente encaja con la carlinga. En su parte superior lleva un agujero por cuyo interior rueda una roldana; a este conjunto se le denomina cajera; por ella pasa una driza. También puede pasar simplemente por un agujero pulido.

La parte superior más delgada se denomina espiga. Sirve de tope al palo una pieza circular denominada galleta.

La carlinga se sitúa hacia la mitad de la barca. El árbol se instala inclinado unos 18° hacia la proa para facilitar la maniobra denominada traslucha y reduce el ángulo de la entena con la vertical para ceñir mejor.

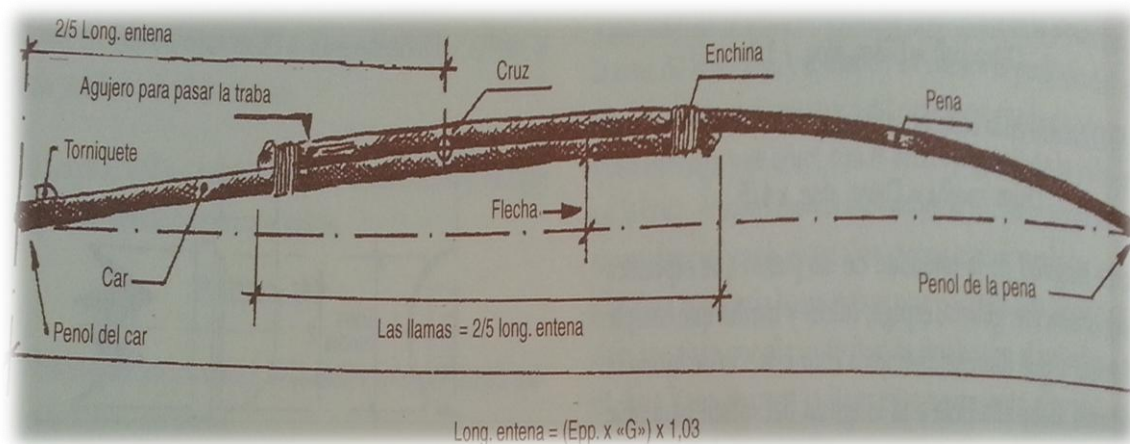


2.4.2. LA ENTENA

Formada por dos perchas unidas por unas ligaduras. La percha inferior, el car, es más gruesa que la superior, la pena. Tanto una como otra tienen forma de huso.

El car, terminado en punta delante, tiene aproximadamente una longitud igual a la eslora. La pena, más larga que la eslora, ha de ser más delgada para que pueda arquearse cuando se envergue la vela. Tanto el car como la pena están cepilladas en su superficie de unión. Ambos trozos se unen con ligaduras a la longitud exigida por el grátil de la vela. Es preferible tener una entena un poco larga porque el cruce de car y pena condiciona la superficie de velamen. Siempre se puede reducir cruzando más el car y la pena. Parece razonable que la longitud de la entena sea 1,5 veces la eslora de la embarcación.

La entena es uno de los elementos más importantes del aparejo latino. De ella depende el rendimiento de la vela. Debe ser lo más ligera posible para evitar cargar en exceso la parte superior del aparejo, ya que acrecentaría los movimientos cuando se navega empopando (sobre todo con mar gruesa). También ha de ser flexible, especialmente la pena, para que la vela pueda adoptar una forma de ala.



Car y pena

2.4.3. LA VELA

La vela latina es triangular. Está formada por paños de tela de algodón u otros tejidos modernos más finos, cosidos unos con otros. La base o lado paralelo a la cubierta es el pujamen. Es cóncavo para poder remar con la vela izada. EL grátil, más largo aferrado a la entena, es



convexo para respetar la flexibilidad de la entena. La caída, del lado de popa, se denomina baluma y forma con el grátil un ángulo de unos 37 grados.

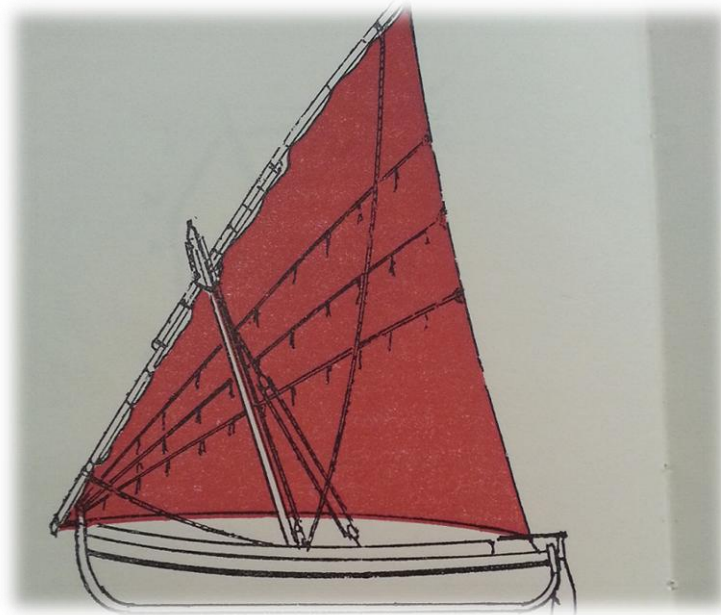
Los ángulos de las velas se llaman puños, que toman, además, el nombre de donde radican. Puño de Pena, el superior. Puño de amura, en el extremo inferior del car. Puño de Escota, el que va unido a la escota en la popa.

La relinga del grátil, cabo que sirve para reforzar la vela, no es indispensable. En cambio, sí lo son los ollaos dispuestos a lo largo del grátil, que permiten unir la vela a la entena mediante envergues o culebras.

La faja de rizos consiste en unos cabitos, dispuestos desde el punto de amura hasta la caída, que sirven para disminuir la superficie de vela.

Para envergar, primero se amarra el puño de pena a la extremidad de la pena para que la vela esté en la posición más alta una vez izada la entena. Luego se ata el puño de amura, tensando para acentuar el alunamiento. Por último, se la amarra a lo largo de la entena.

Para izar y asegurar la entena se utilizan dos cabos, la driza y la troza.



Perfil vela



2.4.4. LA DRIZA

La driza es un cabo cuya longitud es el doble de la del árbol y se amarra a la entena, a menos de su mitad, con dos vueltas y dos cotes. Pasa por el interior del palo por una cajera y desciende por la parte posterior del palo directamente, o por un aparejo en el caso de una entena pesada. De manera tradicional, la driza también se amarra a la entena mediante una cabilla, situada en su extremidad, que pasa por una gaza situada en la entena.

El punto en que se amarra la driza a la entena es muy importante, puesto que determina el centro vélico con relación al centro de deriva o de resistencia lateral.

Si retrocedemos el punto de emplazamiento de la driza en la entena, la vela avanza respecto al barco y, por consiguiente, respecto al centro de resistencia lateral. La barca tendrá tendencia a arribar, es decir, a separar la proa del viento. Obtendremos el efecto contrario si lo adelantamos.

Hay que tener en cuenta que la longitud entre el punto de driza y la parte inferior del car ha de ser inferior a la altura entre la cajera y el puente para poder trasluchar.

Cada vez que se tome un rizo se cambiará el punto de driza para mantener el equilibrio de la embarcación. Es conveniente tener localizados los distintos puntos de driza para cada rizo.

2.4.5. LA TROZA

La troza es un cabo cuya función es impedir que la entena se separe del árbol. Sin este elemento, la driza soportaría todo el esfuerzo con el evidente riesgo de ruptura.

La componen, por una parte, un estrobo que rodea el palo, la entena y su driza. Por otra parte, un aparejo simple, sujeto a una cornamusa, con una cabilla en el otro extremo que la une al estrobo.

Un dispositivo más sencillo consiste en hacer un as de guía por seno con un cabo simple. La troza se tensa una vez se ha izado la entena y se rectifica cada vez que se arregla la driza.

La driza y la troza sirven normalmente de burdas. Para ello la embarcación debe contar con cornamusas correctamente situadas a lo largo de la orla.

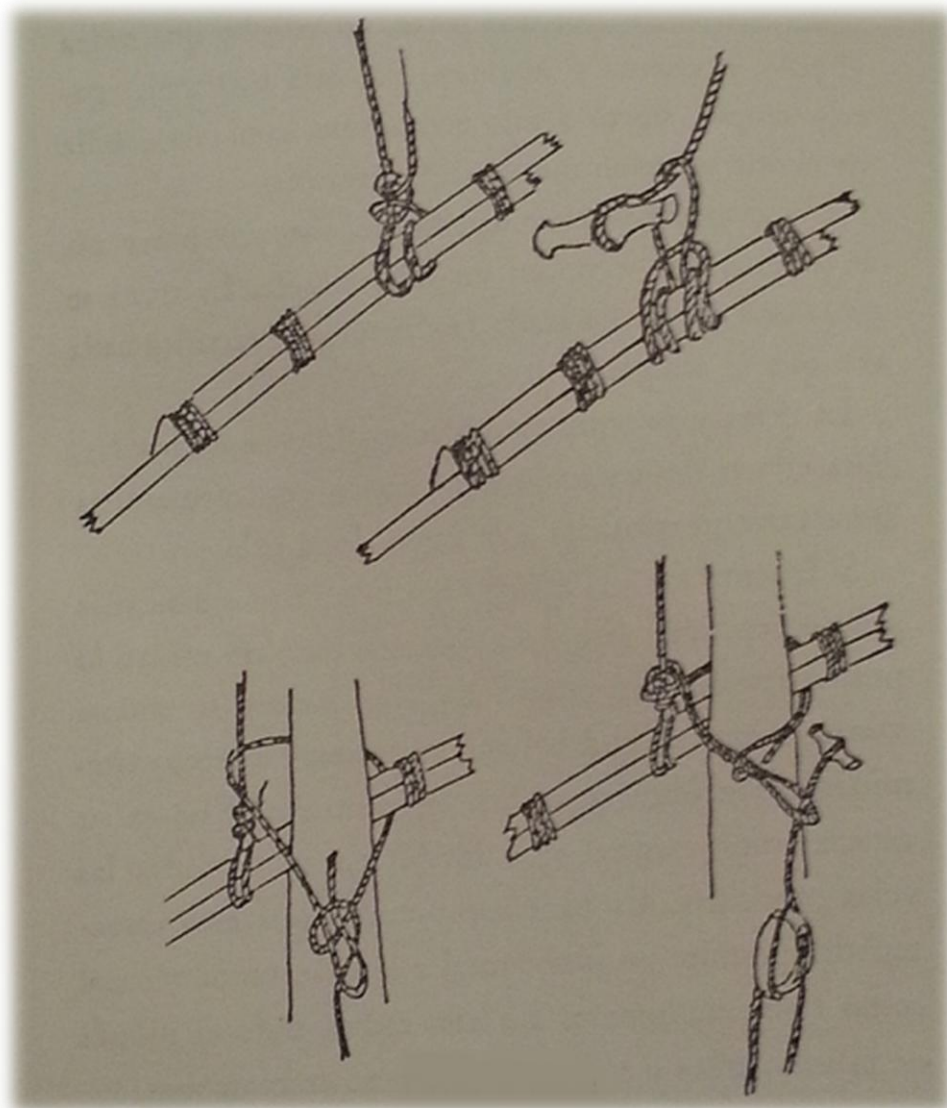
Si la parte fija del aparejo latino se reduce a su más simple expresión (árbol sin jarcia firme), no ocurre lo mismo con la parte móvil. La vela latina y su entena sólo se sostienen al árbol en un punto. Sus tres extremidades son libres y se han de controlar. Esta es su característica esencial que la diferencia de todas las velas conocidas. Es fácil comprender que esta característica permite un



juego total a la vela, tanto vertical como horizontalmente. En ello radica todo el interés de la vela latina y toda su delicadeza de maniobra.

La jarcia de labor se compone de cuatro cabos, davant, orsapop, escota y osta, que permiten orientar convenientemente la vela en el espacio y darle forma.

Aunque el buen rendimiento de la vela depende del equilibrio de todos los cabos, se puede asignar un papel específico a cada uno.



Driza y troza



2.4.6. EL DAVANT

Este cabo tiene una longitud un poco mayor que la del pujamen. Encapillado en la parte inferior del car, pasa por un motón (o cualquier otro dispositivo como grillete, gaza, etc.) de la roda de proa y va hacia el palo donde se amarra a una cornamusa.

Determina el ángulo de incidencia de la vela con el viento y modifica la posición del centro vélico en sentido horizontal. Esta función corresponde a la escota del aparejo Marconi.

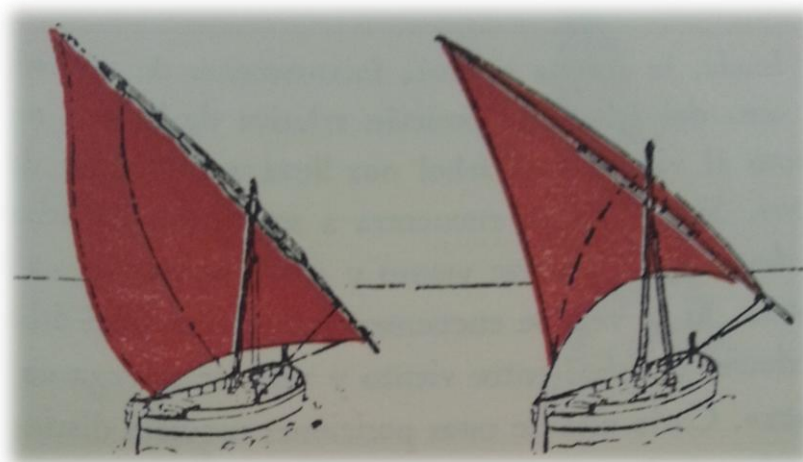
2.4.7. LA ORSAPOP (ORZA A POPA)

Cabo de la misma longitud que el davant. Encapillado también en el extremo de proa de la entena, va hacia el interior de la embarcación, donde se amarrará en puntos distintos según de la manera de recibir el viento.

Modifica la inclinación de la entena y, por consiguiente, la posición del centro vélico, especialmente en el plano vertical.

2.4.8. LA ESCOTA

Cabo de longitud igual a la del pujamen. Sirve para llenar o vaciar más o menos la vela, es decir, para dar forma a la vela. Su maniobra no tiene nada que ver con la de su homónimo del aparejo Marconi. También sirve para desplazar el centro vélico longitudinalmente.



Función de la escota

2.4.9. LA OSTA

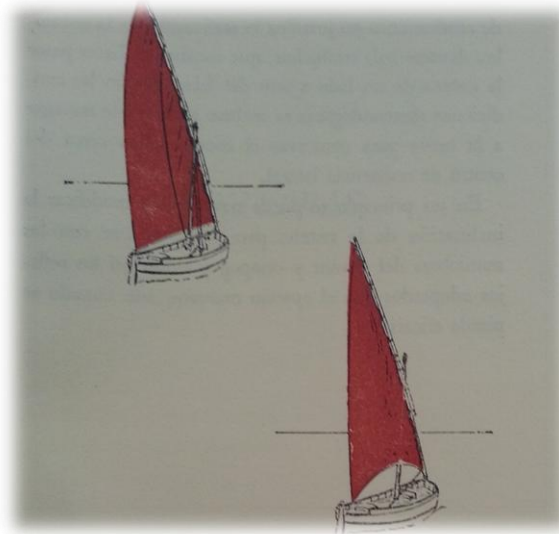
Cabo fino, amarrado en la parte superior de la pena, va hacia el pie del árbol cuando no se utiliza. Conviene atarlo lo más alto posible para que pueda pasar de un lado a otro de la vela.

Asegura la posición de la entena, determinada por el davant y el orsapop, cuando los movimientos provocados por el mar balancean la entena.

Izada, la entena se sitúa forzosamente de un lado u otro del árbol. La posición relativa de la vela respecto al viento y al árbol nos lleva a considerar dos casos. Si la vela se encuentra a sotavento del árbol, es decir, la vela se encuentra a sotavento del árbol, es decir, la vela entre viento y árbol, se navega "a la bona". Si la vela se encuentra a barlovento del árbol, es decir, el árbol entre viento y vela, se navega "a la bruta". Cada una de estas posiciones requiere distintos arreglos de la vela.

Teóricamente navegar a la bona proporciona un mejor rendimiento a la vela. Sin embargo, la pérdida de rendimiento no justifica la realización de la maniobra denominada trasluchar, que consiste en hacer pasar la entena de un lado a otro del árbol. Según las condiciones meteorológicas es incluso aconsejable navegar a la bruta para conservar el centro vélico cerca del centro de resistencia lateral.

En un principio se puede navegar sin modificar la inclinación de la entena para familiarizarse con las maniobras del davant y orsapop y evitar así los reflejos adoptados con el aparejo Marconi, aun cuando se pierda eficacia.



Bona y bruta

2.5. MANIOBRAS

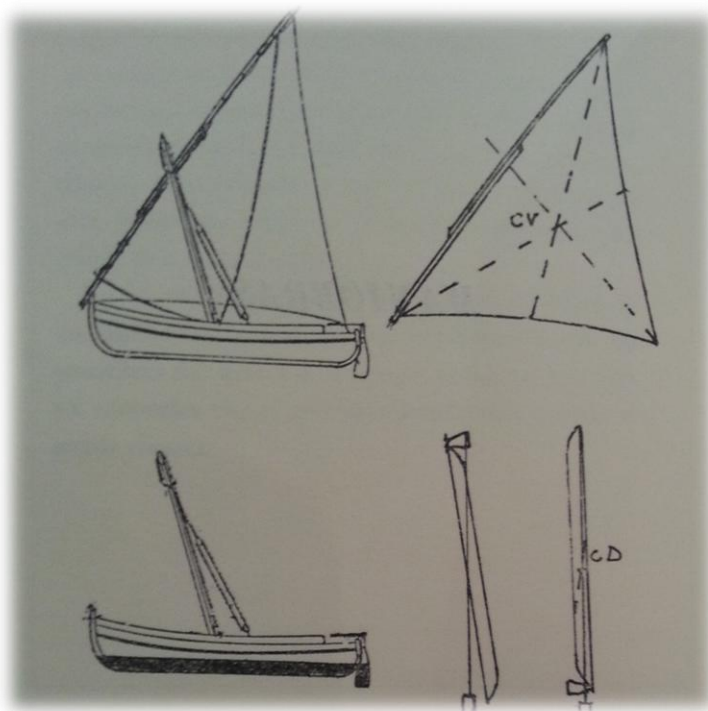
2.5.1. PRELIMINAR

La fuerza de propulsión que el viento ejerce sobre la superficie de la vela se aplica en el centro de gravedad de dicha superficie. Se denomina centro vélico. En el caso de la vela latina, triangular, corresponde al punto de intersección de las medianas.

La fuerza que ejerce el agua sobre el casco se aplica en el centro de gravedad del plano de la obra viva. Este punto se denomina centro de resistencia lateral.

Teóricamente una embarcación estará equilibrada cuando la proyección de los centros, vélico y de resistencia lateral, estén confundidos y cuando las fuerzas aero e hidrodinámicas, que se aplican respectivamente en los puntos citados, estén opuestas en fuerza y dirección.

En la práctica no es cierto. En realidad, la embarcación, al navegar a vela, escora desplazando el centro vélico a sotavento de la embarcación y disminuyendo el plano de resistencia lateral, lo que la obliga a orzar. Por este motivo, el centro vélico se sitúa a proa del centro de resistencia lateral.



Centro vélico y de deriva

2.5.2. NAVEGAR CIÑENDO

Cuando se navega tratando de ganar todo el camino posible hacia dónde viene el viento, se va ciñendo.

Para navegar ciñendo la entena debe estar izada a tope. En esta posición la vela busca el viento lo más arriba posible y se acerca a la vertical; de este modo se aproxima a la vela de ceñir ideal: alta, estrecha y de grátil vertical. La inclinación del árbol y la posición de la carlinga determinan la posibilidad de colocar la entena más o menos vertical.

A la bona

Con buen tiempo, el davant se caza de tal manera que el car se alinee con el eje de la embarcación. Si el viento refresca, se alargara el davant para aligerar el aparejo, puesto que alineándose en el viento provoca el vaciamiento de la vela en la parte más alta de la pena. El davant tiene un papel similar al de la escota del aparejo marconi.

El orsapop se caza poco, lo suficiente para aligerar el pujamen de la vela. Se amarra en el eje de la barca hacia el mástil. Con brisa floja se puede cazar más para llenar la vela. En efecto, la pena



está inmovilizada por la escota, mediante la caída de la vela, y por la driza, lo que aumenta el alunamiento de la vela y su rendimiento general. La vela no se podrá vaciar en la parte alta en caso de ráfagas de viento. Hay que tener mucho cuidado de no cazar demasiado el orsapop si no queremos romper material.



Ciñendo a la bona

A la bruta

El davant estará más flojo que a la bona, sobre todo con viento fresco, para evitar que la vela haga bolsa a proa y para reducir el esfuerzo que han de soportar árbol y entena.

El orsapop se ajustará como a la bona.

En ambos casos la escota se caza a popa y no se vuelve a tocar mientras se ciñe.

La osta se ata al pie del mástil.

Cambiar de amura no reviste ninguna dificultad.

Como se ha dicho antes, la pérdida de rendimiento no justifica trasluchar. Basta con empujar la caña sin modificar el cazado de los distintos cabos (excepto si el davant está cazado a tope).



Para navegar de vuelta y vuelta se va alternativamente a la bona y a la bruta.



Ciñendo a la bruta

2.5.3. NAVEGAR VIENTO DE TRAVES

De brisa a viento moderado, la entena permanece izada a tope. Con viento fuerte es aconsejable bajar la entena para acercar el centro vélico al casco, lo que disminuye la tendencia a escorar de la embarcación. La orientación de la vela se obtiene de manera distinta según se navegue a la bona o a la bruta.

A la bona

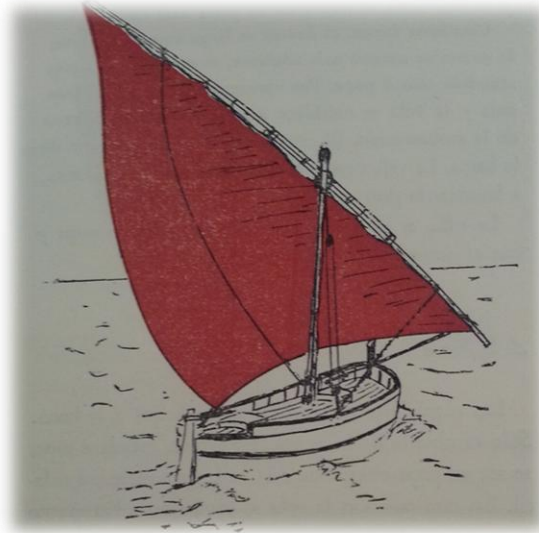
Con viento flojo basta largar el davant y la escota, que sigue amarrada atrás. El orsapop sigue amarrado como ciñendo, a barlovento. El car pasa a barlovento. La entena conserva el mismo ángulo con el mástil y la vela toma el viento en su parte más elevada.

Con brisa fresca, el davant se larga completamente, la escota se amarra más adelante, se amolla el orsapop atándolo más a popa. Por consiguiente, la entena bascula y la vela se establece



a sotavento hacia la proa de la embarcación. El centro vélico se acerca al eje de la barca. La vela tiende a hacer bomba y, por tanto, a levantar la proa.

La osta, si es necesario, se ata también en popa y con el orsapop inmoviliza la entena.



De través a la bona

A la bruta

Las maniobras son casi las mismas que a la bona. Sólo cambia la de la escota. La escota, cazada a tope, se ata en popa obligando a la vela a separarse del mástil. En esta posición la vela se encuentra a barlovento de la barca. El centro vélico se encuentra más cerca del mástil y la embarcación se asienta más en el agua.



De través a la bruta

2.5.4. NAVEGAR EN POPA

Las observaciones sobre la driza del apartado anterior son también válidas aquí. Las maniobras son distintas según se navegue a la bona o a la bruta.

A la bona

Orsapop y osta, amarrados en popa, bracean la entena como se haría con una verga de vela redonda. En efecto, la vela se encuentra horizontal, posición similar a la de una vela cuadrada de la cual deriva.

La escota, muy amollada, se ata a barlovento y muy hacia proa para que la vela haga bomba.

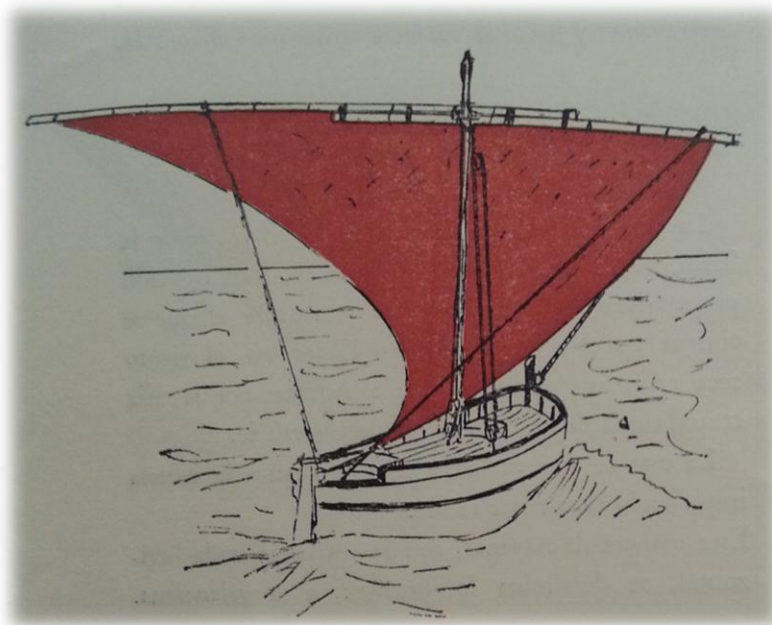
La vela se sitúa completamente delante del mástil, el centro vélico claramente delante del centro de resistencia lateral y cerca del eje de la barca, lo que proporciona a la embarcación una estabilidad de rumbo total. No zigzagueará como con la vela marconi.

Cuanto más a proa se amarra la escota más se hincha la vela, produciendo una fuerza ascensional muy marcada sobre todo con viento fuerte.



Con viento flojo tendremos la parte más ancha de la vela, el grátil, lo más izada posible cazando la mínima brisa.

El davant se lasca para que la entena se sitúe correctamente y luego se vuelve a tensar para afianzarla.



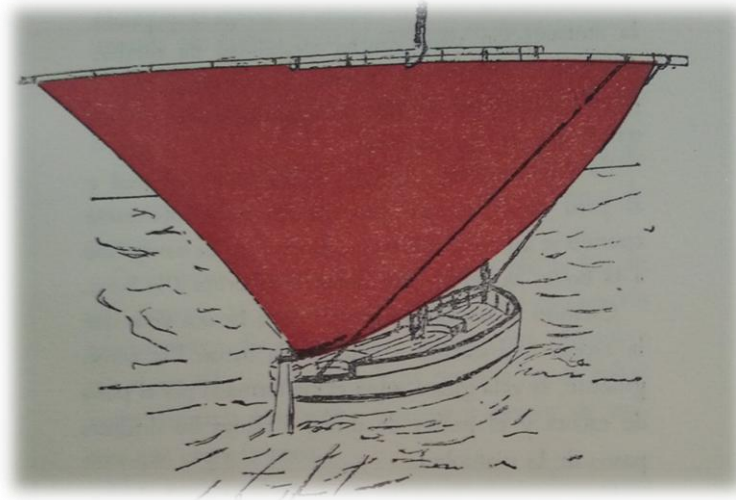
Empopando a la bona

A la bruta

La escota queda cazada en popa y en el eje de la barca, lo cual separa la vela del mástil. Esta posición proporciona un flujo de aire muy superior al que se obtiene en el aparejo marconi. En efecto, el viento toca primero el puño de escota y sube por la vela creando una depresión en toda su superficie.

La osta se amarra hacia proa, y afianza la entena impidiendo tomar por la lúa.

Esta manera de navegar, con la entena cruzada horizontal, se denomina localmente: a la valenciana.



Empopando a la bruta

2.5.5. TOMAR POR LA LÚA

Tomar por la lúa es cambiar de amura cuando se navega viento en popa.

Acabamos de ver que cuando se navega empopando la embarcación tiene mucha estabilidad de rumbo. Además, la entena está trabada; por lo tanto, es imposible tomar por la lúa involuntariamente, a diferencia del aparejo marconi.

Es una maniobra delicada debido a la longitud y al peso de la entena, pero resulta muy interesante cuando se quiere cambiar de amura y seguir navegando a la bona, es decir, para pasar de la bruta a la bona.

Cuando se navega viento en popa hemos visto que la escota está cazada a popa de la barca. Por consiguiente, la vela girará sobre el eje formado por el puño de escota y el punto de driza. Veamos los distintos pasos de la maniobra.

Una persona lasca el orsapop y estira el davant. Simultáneamente otra le ayuda estirando la caída de popa o utilizando la osta.

Es necesario acompañar el movimiento de la entena durante toda su traslación para disminuir el riesgo de sacudida al establecer la vela en la otra amura.

Así, pues, primero se tiene que amollar el orsapop y estira el davant. Luego, una vez que la vela ha tomado por la lúa, cazar el orsapop en la otra amura y alargar el davant. Se puede acompañar el movimiento con la osta, si está atada en la extremidad de la pena.



Es obvio que durante esta maniobra la troza ha de estar amarrada al pie del árbol para dejar paso a la entena.

Con viento fuerte es mejor no tomar por la lúa de esta manera, ya que una falsa maniobra conllevaría mucho riesgo. Es más seguro realizar esta maniobra con el car en alto. Para ello una persona ha de soñar escota mientras otra suelta orsapop y daban de manera que caiga la pena.

Hay que coordinar bien todas las maniobras para evitar que la vela cubra la cabeza del mástil, situación de difícil solución.

El timonel lleva la pena hacia popa estirando la baluma. En esta posición el barco está estable en su rumbo. La vela actúa como una veleta teniendo su mayor superficie en proa. La embarcación se quedará empopando. De este modo el tripulante tiene más tiempo para cambiar el orsapop de amura.

Este procedimiento, además de garantizar un cambio más suave, permite otras posibilidades, como pueden ser llegar a la playa empopando o enfilarse un canal con mucha precisión. En efecto, el barco navega empopando con poca velocidad, se puede alzar la orza y la pala del timón. La vela actúa como timón aéreo.



Tomar por la lúa



2.5.6. TRASLUCHAR

El término trasluchar, o transluchar, se asocia actualmente a la maniobra de tomar el viento por la lúá. Sin embargo, las distintas fuentes consultadas se acordan para establecer que dicha maniobra es específica del aparejo latino. Si queremos pasar de la bruta a la bona sin tomar por la lúá tenemos que trasluchar, es decir. Pasar la entena de un lado a otro del mástil. También se realizará esta maniobra si empopando a la bona queremos seguir navegando a la bona cambiando de amura.

La entena se coloca vertical. El timonel suelta escota y alarga osta. El tripulante suelta el orsapop y con el davant lleva el car al pie del mástil. La entena queda vertical. Luego deja caer el car en el lado opuesto de mástil, vuelve a pasar el davant y el orsapop en la nueva amura. Se cazan todos los cabos según lo requiera el rumbo de la embarcación.

Es imprescindible que la entena esté lo suficientemente alta para pasar por encima del puente.

Esta maniobra se puede realizar en las dos amuras, desde navegando hasta empopando. Sea cual sea la posición del barco al iniciar la maniobra, arribará hasta situarse viento en popa.

Navegando de vuelta y vuelta puede ser interesante que la driza se monte pasando por el lado de popa, ya que permite trasluchar pasando el car detrás del mástil a cada bordada. Esta maniobra no se puede realizar si la driza pasa por el lado de proa.



Trasluchar



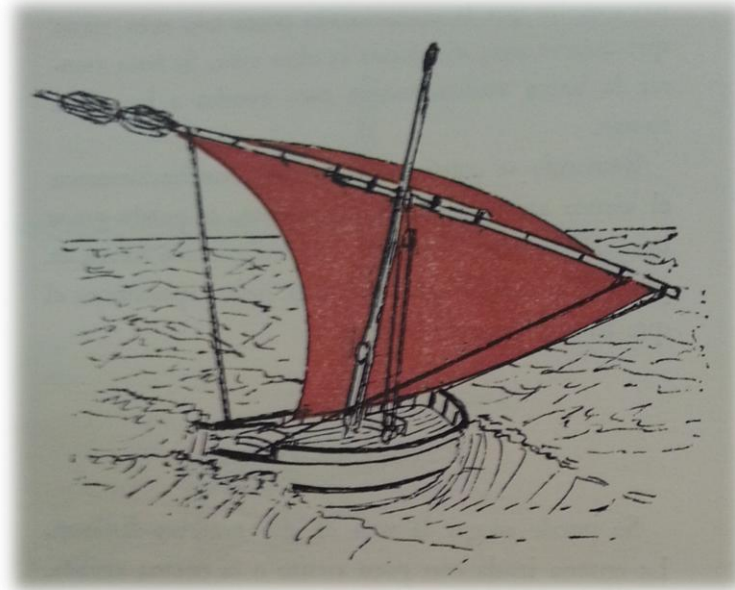
2.5.7. TOMAR RIZOS

Por sus características, la vela latina se puede llevar más tiempo que la vela marconi de igual superficie, con viento fresco. Por una parte su centro vélico está siempre mejor situado respecto al centro de resistencia lateral; por otra parte, al largar el davant, el car se alinea al viento disminuyendo la superficie útil de propulsión y largando la escota la vela se vacía por la parte de la pena. Por último, si bajamos la entena, el centro vélico se acerca al barco y disminuimos la par de fuerza que hace escorar la barca. Estas medidas permiten aguantar unas ráfagas, pero no evitan tomar rizos si se prevé que dure la racha. Antes de iniciar la maniobra el barco debe recibir el viento en popa para que vela y entena no caigan al mar. La técnica ortodoxa consiste en bajar la entena, estirando la pena en popa, asegurar el puño de amura aferrar la tela sobrante a la entena mediante los matafiones y luego cambiar el punto de driza, marcado de antemano. Este nuevo punto de driza es muy importante para el equilibrio de la embarcación. Por último, volver a izar la vela. Bajando la entena el car en alto, la embarcación se mantendrá empopando, el tiempo necesario para amarrar el puño de pena, pero tendremos que bajar el car lo suficiente para atar el puño de amura sin tener que realizar equilibrios peligrosos.

Un método más pragmático, y también más utilizado, consiste en reducir la vela amarrándola en varios puntos, a lo largo de la pena, con cualquier cabo que tengamos a mano (un pañuelo ha servido muchas veces). En este caso se baja sólo la pena. La maniobra resulta ser más fácil y rápida.

Una vez reducida la vela, si la barca tiene tendencia a arribar, se puede reducir la superficie vélica delantera atando del mismo modo la vela al car.

Tomar rizos en la vela latina es una maniobra delicada y larga. De ahí la existencia de dos velas, de verano y de invierno, en las embarcaciones de pesca y la utilización sistemática del pañuelo para reducir la vela.



Tomar rizos

2.5.8. REMAR CON POCO VIENTO

La vela ha de estar izada a tope para que tome el viento lo más arriba posible, donde sopla más fuerte. En caso de que la embarcación posea una orza, tiene que alzarse para disminuir la obra viva. Se hace escorar la barca artificialmente para ayudar a la vela a tomar.

Remando se consigue aumentar considerablemente el viento aparente. Por consiguiente, se puede ganar más al viento y, sobre todo, se consigue una fuerza de propulsión mayor, puesto que el viento aparente es el que hace avanzar los veleros.

2.5.9. CARGAR LA VELA

Se puede cargar la vela de dos maneras distintas. La entena izada con poco viento o la entena arriada. Con poco viento, se lleva el puño de escota sobre el car estirando la baluma. Luego se enrolla la vela sobre sí misma y el huso así obtenido se enrolla en sentido contrario sobre el car.

La escota sirve para inmovilizar todo practicando una vuelta de maniobra.

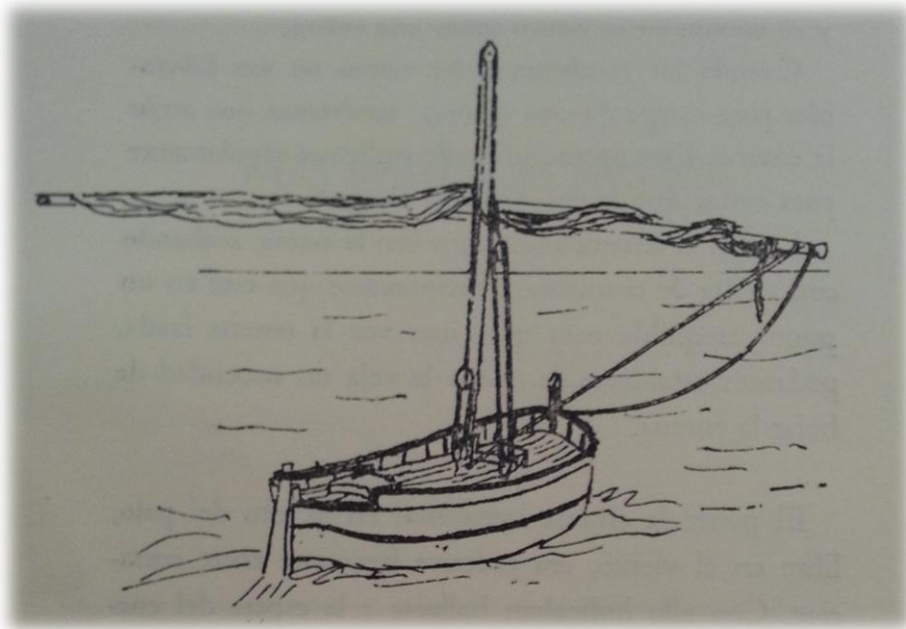
Al largar el davant la entena se coloca horizontal y se orienta en el viento como una veleta.



Cuando las condiciones del viento no son favorables para cargar de esta manera, tendremos que arriar la entena. Esta operación ha de realizarse rápidamente para evitar que la entena caiga al agua.

La vela se amarra a la entena con la escota, acabando con vuelta de maniobra. Procuraremos que esté en un punto asequible para que, una vez la entena izada, podamos establecer de nuevo la vela sin necesidad de bajar la entena.

El poner la entena horizontal en lo alto del palo, libre en el viento, era práctica frecuente entre corsarios. Con ello indicaban hallarse a la espera del enemigo o dispuestos a salir a su encuentro. Bastaba estirar de la escota para poner a la vela.



Cargar la vela



2.6. FUNCION DE LOS BARCOS DE VELA LATINA EN EL MEDITERRÁNEO

Hasta bien entrado el siglo XVIII, el aparejo latino reina en el transporte de cabotaje mediterráneo. A finales del siglo XIX, parte del cabotaje se hace con barcos dotados de velas cangrejas, es por lo que la vela latina se ve restringida a un pequeño cabotaje entre pueblos.

No obstante la vela latina resiste en las embarcaciones de pesca hasta la implantación del motor de combustión hasta mediados del siglo XX.

Se pueden destacar varios tipos de pesca que se realizaban:

El principal tipo de pesca que se utilizaba en estos barcos era el trasmallo. Es un arte de pesca constituida por tres paños de red colocados superpuestos, de manera que mientras los dos exteriores tienen la misma luz de malla, el central es más tupido y de mayores dimensiones, de manera que al montarse los tres conjuntamente sobre las relingas se forman bolsas en el paño central, en las que quedan atrapados los peces (se "enmallan"). En los extremos de cada una de las piezas existen los correspondientes matafiones, que sirven para engarzar unas piezas a otras.

Es un arte típicamente de fondo. Las piezas exteriores son de unos 60 m y la central de unos 100 m y la altura de unos 2 m, 4 la central, aunque pueden montarse trasmallos de mayor altura, hasta unos 8 m. La malla central, más tupida, tiene una luz de unos 20 a 30 mm, siendo de 15 a 20 cm en los laterales. Antiguamente se tejían los trasmallos con algodón, aunque actualmente son de nylon, al igual que las relingas. Se montan 60-70 flotadores por pieza y plomos de 6 a 7 kg por pieza.

El montaje es delicado, se colocan primero las piezas externas perfectamente superpuestas y luego la pieza central repartida uniformemente para que las bolsas que se formen sean regulares en toda la red. Luego se colocan los tres paños conjuntamente sobre las relingas. El tamaño de las bolsas depende de la captura que se pretenda realizar y del fondo marino; se usarán bolsas pequeñas en fondos sucios y ásperos y bolsas grandes en fondos limpios. Los trasmallos se calan en muchas ocasiones cerca de la costa, siempre sobre el fondo, al anochecer para levantarlos al amanecer. Se suelen disponer en línea ondulada, formando un semicírculo o un círculo completo. En la parte terminal del calamento se disponen los correspondientes gallos de señalización y una gruesa piedra o un ancla para fijar el arte al fondo. Aunque generalmente es un arte de tipo artesanal algunas grandes pesquerías como las del salmón del Pacífico norte, realizadas por grandes barcos rusos y japoneses, emplean grandes series de trasmallos.



La pesca con trasmallo se basa en que los peces en sus desplazamientos no perciben la red con lo que al tropezar con ella empujan el paño tupido formando bolsas de las que ya no pueden salir. Con el trasmallo se pescan diversas especies de fondo como los espáridos (pageles, doradas, sargos, salmonetes y lubinas). También los langostinos se suelen pescar con este arte aunque en este caso de día y sin entintar (algodón). Dependiendo de la especie que se pretende capturar el trasmallo presenta ligeras variaciones que en ocasiones dan lugar a nombres particulares. Tanto en España como entre otras grandes pesquerías internacionales es el arte de mayor uso entre las artes costeras artesanales.

También se utilizaba mucho otro tipo pesca en el que se utilizaban las nasas.

La nasa es una red de pesca pasiva, consistente en una forma de cilindro que se va estrechando (forma de embudo invertido), de forma que cuando la presa (un pez) entra en la red, ve dirigido su recorrido, cayendo en un depósito del que le es imposible salir. Se usa con un cebo que incite a los peces o mariscos a introducirse.

La estructura base consiste en un esqueleto de madera, cuya base es de mayor tamaño que su parte superior y estas se encuentran unidos por varillas colocadas en sentido vertical. Dicha estructura se encuentra forrada por varillas del mismo material pero de menor espesor, colocadas en sentido longitudinal en cada plano.

La nasa presenta en su parte superior la tapa construida también de madera la que lleva incorporada la boca de entrada confeccionada en plástico. El vaciado de este tipo de nasas se hace por la tapa.

Se fabrica no sólo con red si no también con otros materiales como juncos. El diseño utilizado para estas nasas es de forma troncocónica, conformado por una estructura rígida de metal que da forma a la nasa y paño de red que cubre esta estructura. La estructura base consiste en dos aros de metal, unidos por varillas también metálicas colocadas en sentido vertical las que le dan una altura determinada. Uno de los aros cumple la función de base circular, mientras el otro aro de menor tamaño que el anterior conforma la parte superior de la nasa.

Había otras nasas especializadas en morenas.

Se puede destacar la pesca de la almadraba. Es un arte para la pesca del atún, la más simple de las cuales consiste en situar dos barcos a cierta distancia entre los que se cala una red somera sujeta con un palangre en la que se recogen los peces, atunes y otros que puedan llegar. Gracias a que hasta que se suben al barco siguen vivos, en el acto se pueden seleccionar y descartar las piezas pequeñas o inútiles. Entre los barcos y sobre la red bajan los pescadores más experimentados que se dedican a seleccionar los atunes que pueden pesar unos 200 kilos. La pieza elegida es desangrada y luego sus compañeros sobre el barco le clavan arpones y entre tres o



cuatro hombres es subido a bordo, esto se repite con cada pieza. Una vez extraídos (pescados) los atunes se sigue con las especies de menos porte.

Para este tipo de pesca se necesitaba mucha mano de obra. La isla de Tabarca era uno de los sitios donde más se utilizaba esta técnica. Se utilizaban botes o lauds de 10 o 12 metros de eslora. Al final de la playa se descargaba todo lo que se pescaba y mediante palos al hombro se trasladaba. Era similar pero a la vez más complicado que el arte del cerco. Este arte era la más utilizada en la isla.

Otro método de la época en la costa mediterránea era la pesca de la jibia.

Se captura una jibia hembra, o se tiene previamente en vivero, y se engarza (sin daño) en una línea. El proceso es tan simple como ir haciendo desplazarse (arrastrando) a la jibia viva a lo largo del muro "pantalán" del puerto y sobre el fondo. No importa si el fondo es de escasos centímetros (20 o 30 cm.).

Al pasar nuestra jibia por algún sitio en el que se encuentre otra jibia macho, ésta será atraída por la nuestra y se "abrazará" tan fuertemente que podremos izar ambas jibias y sacarlas del agua sin que se suelten. De todas formas tendremos la precaución de introducir las en el zalabar por si acaso.

Pesca del curricán

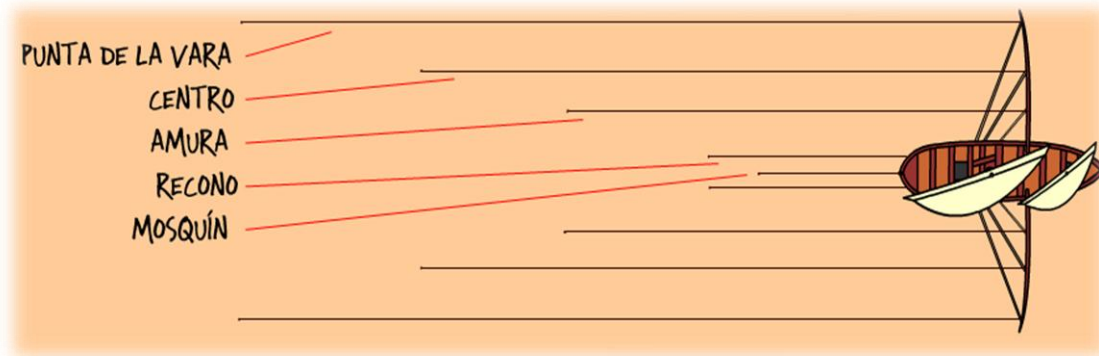
El Curricán es, sin duda, uno de los sistemas de pesca más atractivos, permitiendo la captura de especies de alta calidad y tamaño. Se denomina también Cacea y, básicamente, el sistema está basado en la pesca con caña, en la que los anzuelos son remolcados por una embarcación a velocidades que son función de las especies a capturar, ya que éstas persiguen a los anzuelos, los cuales van preparados con cebos naturales o artificiales, e incluso señuelos con cintas o cucharillas, que llaman su atención y los atraen.

El curricán en sí está constituido por un cordel de cáñamo de 10 a 15 mm de diámetro y unos 25 a 50 m de largo por término medio, terminando en un alambre de latón u otro material resistente a la corrosión a cuyo extremo va empatado un anzuelo cuyo tamaño depende del de los ejemplares que pretendan capturarse. En la patilla se amarra el cebo artificial de forma que las plumas o los trapos envuelvan desordenadamente el anzuelo; caso de emplearse cuchara, ésta se coloca ente el anzuelo y el alambre.

La faena consiste en remolcar desde el buque diversas líneas con anzuelos, utilizando hiladores y varas para separar las líneas de la embarcación, cada una de estas varas es portadora de tres o cuatro curricanes. Para que el anzuelo se hunda tras los buques que navegan a cierta velocidad, o bien cuando la especie perseguida nada entre dos aguas, se dispone en la línea un



plomo de uno o dos Kg con lo cual se consigue hundir suficientemente el aparejo. En algunos países de técnicas avanzadas, hoy en día en lugar del plomo se colocan unos alerones de aluminio, cuyo ángulo de ataque puede graduarse para que el aparejo descienda a la profundidad deseada. Tanto la velocidad de remolque como la profundidad del anzuelo deben tenerse muy en cuenta para un mejor rendimiento, pues si el anzuelo salta del agua no es visto por los peces y si, por el contrario, se mueve muy despacio no los atrae.



Pesca al curricán

Pesca de arrastre

Esta pesca comenzó a usarse con barcos a vela. Se utilizaba cabestrantes verticales que nos permitían recoger el cabo pero no servían para enrollarlo. Se pescaba siempre con dos veleros para conseguir más potencia a la hora del arrastre ya que en esa época no existían los motores.

El arte de arrastre fue utilizado, en un principio, para la pesca de los organismos que viven en el fondo o demersales; sin embargo, además de este uso, en los últimos años se ha ensayado, con mucho éxito, para capturar en la profundidad media los densos cardúmenes de peces pelágicos que ahí se localizan y que se escapaban de las redes de cerco, especialmente las caballas, el jurel, y la alacha. Los resultados han sido tan espectaculares que su utilización progresa con rapidez.

Es necesario remolcar o arrastrar las redes de arrastre con una velocidad calculada, para hacer más eficiente su forma de embudo cónico y lograr que los organismos se concentren en su extremo posterior, es decir, en el llamado "copo" o "bolso".



2.7. DISTRIBUCIÓN Y EQUIPOS

El buque en su interior se dividía de la siguiente manera. En la zona de proa era donde se encontraba el rancho, lugar en el que dormían los marineros. En la zona inferior del rancho se fabricaban unos cajones que permitían a los marineros guardar sus pertenencias.

La ropa de la gente se llevaba con una caja marinera, similar a un cofre. Estos cajones fabricados en el barco tenían que tener las medidas necesarias para que pudiesen entrar los cofres. Cada marinero le correspondía dos cajones.

Las literas eran de 55 o 60 centímetros de ancho ya que el espacio era mínimo y en el rancho tenían que estar todos los marineros.

En el pique de proa y debajo del piso del rancho se almacenaba el carbón y la sal.

La zona de la bodega era la más próxima al rancho. Este compartimento se construía para almacenar el pescado. Al ser el compartimento más grande del barco esta debía estar en dos partes ya que la distancia entre mamparos era inferior a la longitud que se le dedicaba a la bodega. Los mamparos de la bodega iban con aislamiento de corcho negro.

Más adelante con la aparición de la fibra de vidrio se hacía el aislamiento con ello. Su construcción dependía de las dimensiones de las cajas que iban a entrar que solían ser 80x60. La separación de cada caja debía ser de 1 centímetro para que pudiese almacenarse el hielo.

Con la aparición de los motores, las bodegas pasaron a tener un único compartimento ya que debían de dejar espacio para la sala de máquinas. Estaba compuesta por un motor y multitud de tanques de gas-oil. Estos iban rodeando al motor que estaba situado en el centro. Se necesitaba tanto combustible ya que si la bodega no estaba llena, el buque no regresaba a puerto. Contiguo a la cámara de máquinas, se situaba el camarote de los motoristas.

En un principio, no había un mamparo que separaba el camarote de la cámara de máquinas pero más tarde debido al ruido se construyó. Se armaba con una litera para los dos motoristas, un armario y unos tanques de aceite para el motor de reserva.

Finalmente, en popa se encontraba un pequeño compartimento donde se colocaba el timonel. En esta zona estaba el patrón dirigiendo el barco. No estaba cubierto por nada por lo que cuando venía una ola o había mal tiempo no estaba protegido.

Los tripulantes de la única forma que se protegían eran con la ropa de agua. Era ropa de lona, lona gorda, mojada con alquitrán. Cuando se mojaba, había que tenderlo al sol para que se secara



hasta que aparecieron los plásticos y dejaron de usarse. Para la cabeza utilizaban unos gorros de lona con visera, para los pies utilizaban zuecos de madera y para los gemelos cámaras de coche unidas a los zuecos con clavos para que no entrase el agua.

En cubierta se encontraban todos los accesos para entrar a los compartimentos interiores.



3. INGENIERÍA INVERSA

3.1. DEFINICIÓN

El objetivo de la ingeniería inversa es obtener información o un diseño a partir de un producto accesible al público, con el fin de determinar de qué está hecho, qué lo hace funcionar y cómo fue fabricado.

Hoy en día (principios del siglo XXI), los productos más comúnmente sometidos a ingeniería inversa son los programas de computadoras y los componentes electrónicos, pero, en realidad, cualquier producto puede ser objeto de un análisis de Ingeniería Inversa.

El método se denomina así porque avanza en dirección opuesta a las tareas habituales de ingeniería, que consisten en utilizar datos técnicos para elaborar un producto determinado. En general, si el producto u otro material que fue sometido a la ingeniería inversa fue obtenido en forma apropiada, entonces el proceso es legítimo y legal. De la misma forma, pueden fabricarse y distribuirse, legalmente, los productos genéricos creados a partir de la información obtenida de la ingeniería inversa, como es el caso de algunos proyectos de Software libre ampliamente conocidos.

El programa Samba es un claro ejemplo de ingeniería inversa, dado que permite a sistemas operativos UNIX compartir archivos con sistemas Microsoft Windows. El proyecto Samba tuvo que investigar información confidencial (no liberada al público en general por Microsoft) sobre los aspectos técnicos relacionados con el sistema de archivos Windows. Lo mismo realiza el proyecto WINE para el conjunto de API de Windows y OpenOffice.org con los formatos propios de Microsoft Office, o se hace para entender la estructura del sistema de archivos NTFS y así poder desarrollar drivers para la lectura-escritura sobre el mismo (principalmente para sistemas basados en GNU/Linux).

La ingeniería inversa es un método de resolución. Aplicar ingeniería inversa a algo supone profundizar en el estudio de su funcionamiento, hasta el punto de que podamos llegar a entender, modificar y mejorar dicho modo de funcionamiento.

Pero este término no sólo se aplica al software, sino que también se considera ingeniería inversa el estudio de todo tipo de elementos (por ejemplo, equipos electrónicos,



microcontroladores, u objeto fabril de cualquier clase). Diríamos, más bien, que la ingeniería inversa antecede al nacimiento del software, tratándose de una posibilidad a disposición de las empresas para la producción de bienes mediante copiado¹ desde el mismo surgimiento de la ingeniería.

En el caso concreto del software, se conoce por ingeniería inversa a la actividad que se ocupa de descubrir cómo funciona un programa, función o característica de cuyo código fuente no se dispone, hasta el punto de poder modificar ese código o generar código propio que cumpla las mismas funciones. La gran mayoría del software de pago incluye en su licencia una prohibición expresa de aplicar ingeniería inversa a su código, con el intento de evitar que se pueda modificar su código y que así los usuarios tengan que pagar si quieren usarlo.

La ingeniería inversa nace en el transcurso de la Segunda Guerra Mundial, cuando los ejércitos enemigos incautaban insumos de guerra como aviones u otra maquinaria de guerra para mejorar las suyas mediante un exhaustivo análisis.

3.2. ESTACIÓN TOTAL

Se denomina estación total a un aparato electro-óptico utilizado en topografía, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica. Consiste en la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico.

Algunas de las características que incorpora, y con las cuales no cuentan los teodolitos, son una pantalla alfanumérica de cristal líquido (LCD), leds de avisos, iluminación independiente de la luz solar, calculadora, distanciómetro, trackeador (seguidor de trayectoria) y en formato electrónico, lo cual permite utilizarla posteriormente en ordenadores personales. Vienen provistas de diversos programas sencillos que permiten, entre otras capacidades, el cálculo de coordenadas en campo, replanteo de puntos de manera sencilla y eficaz y cálculo de acimutes y distancias.

Vista como un teodolito; una estación total se compone de las mismas partes y funciones. El estacionamiento y verticalización son idénticos, aunque para la estación total se cuenta con niveles electrónicos que facilitan la tarea. Los tres ejes y sus errores asociados también están presentes: el de verticalidad, que con la doble compensación ve reducida su influencia sobre las lecturas horizontales, y los de colimación e inclinación del eje secundario, con el mismo comportamiento que en un teodolito clásico, salvo que el primero puede ser corregido por software, mientras que en el segundo la corrección debe realizarse por métodos mecánicos.



El instrumento realiza la medición de ángulos a partir de marcas realizadas en discos transparentes. Las lecturas de distancia se realizan mediante una onda electromagnética portadora (generalmente microondas o infrarrojos) con distintas frecuencias que rebota en un prisma ubicado en el punto a medir y regresa, tomando el instrumento el desfase entre las ondas. Algunas estaciones totales presentan la capacidad de medir "a sólido", lo que significa que no es necesario un prisma reflectante.

Este instrumento permite la obtención de coordenadas de puntos respecto a un sistema local o arbitrario, como también a sistemas definidos y materializados. Para la obtención de estas coordenadas el instrumento realiza una serie de lecturas y cálculos sobre ellas y demás datos suministrados por el operador. Las lecturas que se obtienen con este instrumento son las de ángulos verticales, horizontales y distancias. Otra particularidad de este instrumento es la posibilidad de incorporarle datos como coordenadas de puntos, códigos, correcciones de presión y temperatura, etc.

La precisión de las medidas es del orden de la diezmilésima de gonio en ángulos y de milímetros en distancias, pudiendo realizar medidas en puntos situados entre 2 y 5 kilómetros según el aparato y la cantidad de prismas usada.



Estación total



3.3. OBTENCIÓN DE DATOS

Para realizar el proyecto, se ha trabajado con tres modelos de cascos de vela latina. Estos modelos se construyeron sobre los años 1900.

En la obtención de las formas de estos se procedió a utilizar una estación total. Los modelos se colocaron a una distancia de 3 metros ya que eran de pequeño tamaño.

La estación realizó la medición de ángulos mediante ondas de distintas frecuencias que rebotaban sobre el objeto solido, permitiendo la obtención de coordenadas de puntos. Para la obtención de estas coordenadas el instrumento realiza una serie de lecturas y cálculos.

Al utilizar la estación total se tuvo que ajustar la máquina. Esta debe estar en perfecto equilibrio ya que un pequeño desnivel produciría errores en las marcas.

Una vez obtenido los datos de los tres modelos se procedió a seleccionar el más apropiado para el proceso de ingeniería inversa.

A continuación se muestran las tablas de las marcas junto a los modelos correspondientes

Modelo 1



Modelo construido en el año 1902



Marcas modelo 1

Point Id	Easting	Northing	Elevation	Code
1	1.167	-1.262	0.566	
2	1.176	-1.270	0.570	
3	1.185	-1.278	0.574	
4	1.197	-1.289	0.579	
5	1.209	-1.300	0.585	
6	1.220	-1.310	0.589	
7	1.233	-1.322	0.596	
8	1.246	-1.334	0.601	
9	1.256	-1.344	0.605	
10	1.245	-1.344	0.605	
11	1.237	-1.340	0.601	
12	1.233	-1.339	0.600	
13	1.224	-1.332	0.596	
14	1.216	-1.323	0.592	
15	1.207	-1.315	0.588	
16	1.199	-1.308	0.585	
17	1.190	-1.299	0.581	
18	1.184	-1.294	0.578	
19	1.175	-1.286	0.575	
20	1.169	-1.280	0.573	
21	1.161	-1.273	0.569	
22	1.145	-1.286	0.569	
23	1.153	-1.295	0.573	
24	1.159	-1.302	0.576	
25	1.166	-1.310	0.581	
26	1.174	-1.320	0.585	
27	1.183	-1.329	0.590	
28	1.189	-1.336	0.596	
29	1.194	-1.342	0.605	
30	1.197	-1.344	0.615	
31	1.198	-1.346	0.624	
32	1.200	-1.348	0.632	
33	1.205	-1.354	0.646	
34	1.131	-1.299	0.569	
35	1.138	-1.307	0.573	
36	1.144	-1.313	0.577	
37	1.152	-1.322	0.582	
38	1.160	-1.332	0.587	
39	1.166	-1.338	0.592	
40	1.170	-1.343	0.598	
41	1.173	-1.347	0.605	
42	1.175	-1.349	0.611	
43	1.176	-1.350	0.618	
44	1.176	-1.350	0.623	
45	1.177	-1.351	0.629	
46	1.178	-1.353	0.638	



47	1.180	-1.355	0.646
48	1.185	-1.361	0.658
49	1.116	-1.310	0.569
50	1.122	-1.317	0.573
51	1.128	-1.325	0.577
52	1.135	-1.333	0.582
53	1.141	-1.340	0.586
54	1.147	-1.346	0.592
55	1.151	-1.351	0.600
56	1.153	-1.354	0.606
57	1.155	-1.356	0.616
58	1.155	-1.357	0.625
59	1.156	-1.357	0.634
60	1.157	-1.359	0.642
61	1.159	-1.361	0.651
62	1.161	-1.363	0.658
63	1.163	-1.365	0.664
64	1.166	-1.369	0.668
65	1.099	-1.323	0.568
66	1.100	-1.324	0.569
67	1.104	-1.330	0.573
68	1.109	-1.336	0.577
69	1.115	-1.343	0.581
70	1.121	-1.351	0.586
71	1.126	-1.356	0.590
72	1.130	-1.360	0.598
73	1.132	-1.363	0.606
74	1.132	-1.364	0.613
75	1.134	-1.365	0.635
76	1.135	-1.367	0.647
77	1.137	-1.369	0.658
78	1.139	-1.372	0.666
79	1.144	-1.378	0.676
80	1.073	-1.345	0.569
81	1.081	-1.355	0.575
82	1.085	-1.361	0.579
83	1.092	-1.369	0.586
84	1.096	-1.375	0.595
85	1.098	-1.377	0.603
86	1.099	-1.378	0.614
87	1.099	-1.378	0.624
88	1.099	-1.379	0.636
89	1.100	-1.380	0.648
90	1.101	-1.381	0.655
91	1.103	-1.384	0.666
92	1.107	-1.389	0.676
93	1.112	-1.394	0.683
94	1.043	-1.371	0.569
95	1.049	-1.379	0.575
96	1.055	-1.387	0.582
97	1.059	-1.393	0.590
98	1.061	-1.396	0.598
99	1.062	-1.397	0.608
100	1.063	-1.398	0.617



101	1.063	-1.397	0.630
102	1.063	-1.398	0.641
103	1.063	-1.398	0.651
104	1.064	-1.399	0.660
105	1.066	-1.402	0.669
106	1.069	-1.406	0.676
107	1.072	-1.410	0.682
108	1.076	-1.415	0.686
109	1.011	-1.396	0.569
110	1.017	-1.404	0.575
111	1.021	-1.409	0.580
112	1.024	-1.413	0.586
113	1.026	-1.416	0.594
114	1.027	-1.418	0.605
115	1.027	-1.418	0.616
116	1.027	-1.418	0.625
117	1.027	-1.417	0.636
118	1.027	-1.418	0.647
119	1.028	-1.419	0.657
120	1.031	-1.423	0.669
121	1.035	-1.429	0.678
122	1.041	-1.437	0.685
123	0.982	-1.420	0.569
124	0.988	-1.429	0.576
125	0.992	-1.434	0.583
126	0.993	-1.437	0.590
127	0.995	-1.439	0.599
128	0.995	-1.439	0.611
129	0.995	-1.438	0.625
130	0.995	-1.438	0.638
131	0.995	-1.439	0.650
132	0.997	-1.441	0.662
133	1.001	-1.447	0.672
134	1.005	-1.454	0.679
135	1.009	-1.459	0.683
136	0.952	-1.445	0.569
137	0.956	-1.452	0.575
138	0.959	-1.457	0.581
139	0.961	-1.459	0.589
140	0.962	-1.461	0.598
141	0.962	-1.461	0.607
142	0.962	-1.461	0.618
143	0.962	-1.461	0.628
144	0.962	-1.461	0.638
145	0.963	-1.462	0.649
146	0.965	-1.465	0.657
147	0.968	-1.469	0.665
148	0.971	-1.473	0.670
149	0.976	-1.482	0.678
150	0.920	-1.469	0.569
151	0.924	-1.476	0.574
152	0.929	-1.483	0.590
153	0.929	-1.483	0.596
154	0.930	-1.484	0.605



155	0.930	-1.484	0.614
156	0.930	-1.484	0.621
157	0.930	-1.485	0.627
158	0.931	-1.485	0.635
159	0.932	-1.488	0.645
160	0.933	-1.489	0.650
161	0.935	-1.492	0.655
162	0.938	-1.497	0.660
163	0.941	-1.502	0.665
164	0.946	-1.509	0.671
165	0.888	-1.495	0.568
166	0.892	-1.502	0.574
167	0.894	-1.505	0.580
168	0.895	-1.508	0.590
169	0.896	-1.509	0.597
170	0.896	-1.509	0.606
171	0.897	-1.510	0.614
172	0.898	-1.511	0.623
173	0.899	-1.513	0.631
174	0.901	-1.517	0.640
175	0.903	-1.520	0.644
176	0.905	-1.524	0.648
177	0.908	-1.529	0.653
178	0.911	-1.535	0.658
179	0.914	-1.540	0.662
180	0.859	-1.514	0.564
181	0.863	-1.520	0.569
182	0.866	-1.525	0.576
183	0.867	-1.527	0.583
184	0.868	-1.529	0.590
185	0.869	-1.530	0.597
186	0.869	-1.532	0.605
187	0.871	-1.534	0.614
188	0.872	-1.536	0.621
189	0.874	-1.540	0.629
190	0.876	-1.544	0.633
191	0.879	-1.548	0.637
192	0.881	-1.552	0.640
193	0.884	-1.558	0.644
194	0.889	-1.567	0.651
195	0.844	-1.526	0.565
196	0.848	-1.533	0.570
197	0.850	-1.536	0.574
198	0.851	-1.538	0.580
199	0.852	-1.540	0.586
200	0.853	-1.541	0.591
201	0.854	-1.543	0.597
202	0.855	-1.545	0.604
203	0.857	-1.548	0.612
204	0.859	-1.551	0.619
205	0.862	-1.557	0.626
206	0.865	-1.562	0.630
207	0.869	-1.569	0.635
208	0.872	-1.576	0.639



209	0.876	-1.583	0.644
210	0.847	-1.531	0.568
211	0.835	-1.541	0.568
212	0.837	-1.545	0.572
213	0.838	-1.548	0.578
214	0.840	-1.550	0.586
215	0.841	-1.552	0.593
216	0.843	-1.556	0.603
217	0.846	-1.561	0.612
218	0.849	-1.566	0.618
219	0.853	-1.575	0.624
220	0.856	-1.581	0.628
221	0.860	-1.587	0.632
222	0.864	-1.596	0.637
223	0.819	-1.553	0.568
224	0.822	-1.560	0.576
225	0.823	-1.563	0.583
226	0.826	-1.567	0.593
227	0.828	-1.572	0.601
228	0.832	-1.578	0.608
229	0.836	-1.586	0.613
230	0.840	-1.593	0.616
231	0.844	-1.601	0.621
232	0.848	-1.608	0.625
233	0.850	-1.613	0.627
234	0.800	-1.570	0.568
235	0.803	-1.575	0.575
236	0.804	-1.579	0.581
237	0.806	-1.583	0.586
238	0.809	-1.587	0.592
239	0.811	-1.591	0.594
240	0.814	-1.597	0.598
241	0.818	-1.606	0.602
242	0.822	-1.613	0.606
243	0.826	-1.620	0.609
244	0.829	-1.628	0.612
245	0.832	-1.634	0.615
246	0.780	-1.588	0.568
247	0.782	-1.593	0.572
248	0.785	-1.597	0.577
249	0.787	-1.602	0.581
250	0.791	-1.610	0.585
251	0.796	-1.620	0.589
252	0.800	-1.629	0.592
253	0.805	-1.639	0.595
254	0.809	-1.646	0.597
255	0.813	-1.656	0.600
256	0.767	-1.606	0.569
257	0.770	-1.613	0.573
258	0.774	-1.621	0.576
259	0.779	-1.632	0.579
260	0.785	-1.644	0.583
261	0.794	-1.663	0.587
262	0.761	-1.617	0.567



263	0.765	-1.621	0.571
264	0.772	-1.631	0.576
265	0.780	-1.643	0.580
266	0.789	-1.656	0.585
267	0.798	-1.669	0.588
268	0.800	-1.672	0.590
269	0.792	-1.728	0.590
270	0.746	-1.711	0.576
271	0.695	-1.683	0.560
272	0.715	-1.625	0.551
273	0.808	-1.705	0.588
274	0.800	-1.694	0.584
275	0.789	-1.678	0.579
276	0.778	-1.662	0.573
277	0.767	-1.643	0.567
278	0.761	-1.624	0.560
279	0.761	-1.614	0.558
280	0.765	-1.607	0.557
281	0.769	-1.602	0.557
282	0.775	-1.596	0.556
283	0.780	-1.588	0.555
284	0.786	-1.583	0.555
285	0.792	-1.576	0.555
286	0.798	-1.569	0.554
287	0.804	-1.561	0.554
288	0.811	-1.555	0.554
289	0.818	-1.550	0.553
290	0.825	-1.543	0.553
291	0.832	-1.537	0.553
292	0.837	-1.531	0.554
293	0.845	-1.525	0.554
294	0.852	-1.522	0.554
295	0.859	-1.515	0.554
296	0.867	-1.509	0.554
297	0.874	-1.503	0.554
298	0.883	-1.495	0.554
299	0.901	-1.481	0.554
300	0.915	-1.469	0.554
301	0.934	-1.453	0.554
302	0.954	-1.438	0.555
303	0.977	-1.418	0.554
304	0.996	-1.401	0.555
305	1.012	-1.389	0.555
306	1.025	-1.379	0.555
307	1.046	-1.361	0.555
308	1.059	-1.350	0.555
309	1.076	-1.337	0.555
310	1.091	-1.323	0.556
311	1.106	-1.311	0.556
312	1.130	-1.292	0.556
313	1.151	-1.275	0.556
314	1.167	-1.262	0.556
315	1.192	-1.238	0.557
316	1.275	-1.255	0.577



317 1.316 -1.284 0.591

Modelo 2



Modelo construido en el año 1912

Marcas modelo 2

	Point Id	Easting	Northing	Elevation	Code
318	1.367	-1.253	0.596		
319	1.366	-1.253	0.595		
320	1.349	-1.267	0.608		
321	1.342	-1.260	0.603		
322	1.337	-1.255	0.595		
323	1.333	-1.252	0.588		
324	1.327	-1.286	0.621		
325	1.315	-1.275	0.614		



326	1.311	-1.270	0.608
327	1.306	-1.266	0.602
328	1.301	-1.261	0.597
329	1.294	-1.254	0.591
330	1.286	-1.246	0.585
331	1.278	-1.238	0.580
332	1.269	-1.230	0.575
333	1.261	-1.222	0.571
334	1.255	-1.216	0.564
335	1.267	-1.219	0.567
336	1.284	-1.233	0.574
337	1.301	-1.244	0.580
338	1.317	-1.249	0.585
339	1.300	-1.304	0.634
340	1.289	-1.293	0.630
341	1.285	-1.289	0.624
342	1.281	-1.285	0.619
343	1.276	-1.280	0.613
344	1.271	-1.275	0.609
345	1.266	-1.270	0.604
346	1.259	-1.263	0.599
347	1.254	-1.258	0.595
348	1.248	-1.252	0.590
349	1.241	-1.245	0.585
350	1.234	-1.238	0.580
351	1.230	-1.233	0.575
352	1.226	-1.230	0.570
353	1.223	-1.227	0.559
354	1.240	-1.217	0.561
355	1.252	-1.216	0.563
356	1.210	-1.234	0.559
357	1.199	-1.243	0.558
358	1.200	-1.244	0.559
359	1.200	-1.244	0.568
360	1.203	-1.248	0.577
361	1.206	-1.250	0.582
362	1.211	-1.255	0.589
363	1.215	-1.259	0.594
364	1.221	-1.266	0.600
365	1.226	-1.271	0.604
366	1.231	-1.277	0.608
367	1.238	-1.284	0.615
368	1.245	-1.291	0.621
369	1.250	-1.296	0.626
370	1.257	-1.303	0.634
371	1.263	-1.309	0.641
372	1.280	-1.327	0.643
373	1.286	-1.315	0.640
374	1.259	-1.334	0.651
375	1.247	-1.342	0.656
376	1.233	-1.327	0.653
377	1.230	-1.324	0.649
378	1.227	-1.320	0.645
379	1.222	-1.315	0.640



380	1.217	-1.309	0.635
381	1.211	-1.303	0.629
382	1.206	-1.298	0.624
383	1.200	-1.292	0.618
384	1.194	-1.286	0.613
385	1.189	-1.280	0.607
386	1.187	-1.278	0.604
387	1.185	-1.275	0.601
388	1.182	-1.273	0.597
389	1.181	-1.271	0.593
390	1.179	-1.269	0.589
391	1.177	-1.267	0.585
392	1.176	-1.266	0.579
393	1.175	-1.265	0.574
394	1.173	-1.263	0.566
395	1.173	-1.263	0.558
396	1.187	-1.250	0.558
397	1.147	-1.281	0.557
398	1.148	-1.282	0.565
399	1.150	-1.284	0.576
400	1.151	-1.286	0.587
401	1.153	-1.288	0.595
402	1.155	-1.290	0.603
403	1.159	-1.294	0.611
404	1.163	-1.298	0.618
405	1.167	-1.303	0.623
406	1.173	-1.310	0.630
407	1.178	-1.315	0.635
408	1.184	-1.322	0.642
409	1.189	-1.328	0.647
410	1.195	-1.335	0.653
411	1.200	-1.341	0.659
412	1.206	-1.347	0.665
413	1.217	-1.359	0.666
414	1.238	-1.355	0.659
415	1.205	-1.367	0.670
416	1.190	-1.375	0.674
417	1.179	-1.363	0.672
418	1.174	-1.356	0.666
419	1.169	-1.350	0.661
420	1.165	-1.346	0.657
421	1.161	-1.342	0.654
422	1.158	-1.338	0.650
423	1.154	-1.334	0.647
424	1.152	-1.331	0.643
425	1.148	-1.327	0.639
426	1.145	-1.323	0.635
427	1.142	-1.319	0.631
428	1.138	-1.315	0.626
429	1.135	-1.312	0.621
430	1.133	-1.309	0.615
431	1.131	-1.307	0.609
432	1.130	-1.306	0.603
433	1.129	-1.304	0.595



434	1.128	-1.304	0.588
435	1.128	-1.303	0.582
436	1.127	-1.303	0.575
437	1.126	-1.301	0.569
438	1.124	-1.299	0.558
439	1.138	-1.289	0.557
440	1.110	-1.311	0.557
441	1.093	-1.322	0.557
442	1.094	-1.324	0.563
443	1.096	-1.326	0.569
444	1.097	-1.328	0.576
445	1.098	-1.328	0.584
446	1.098	-1.329	0.593
447	1.098	-1.329	0.600
448	1.099	-1.330	0.609
449	1.100	-1.331	0.617
450	1.101	-1.333	0.624
451	1.104	-1.335	0.632
452	1.108	-1.340	0.639
453	1.112	-1.346	0.646
454	1.118	-1.353	0.653
455	1.124	-1.360	0.660
456	1.129	-1.366	0.665
457	1.136	-1.375	0.672
458	1.144	-1.384	0.678
459	1.171	-1.417	0.675
460	1.181	-1.391	0.675
461	1.159	-1.414	0.678
462	1.147	-1.424	0.680
463	1.127	-1.398	0.683
464	1.121	-1.391	0.678
465	1.114	-1.383	0.673
466	1.110	-1.378	0.668
467	1.106	-1.373	0.664
468	1.102	-1.368	0.660
469	1.099	-1.364	0.657
470	1.096	-1.360	0.653
471	1.092	-1.356	0.648
472	1.089	-1.352	0.644
473	1.087	-1.349	0.638
474	1.085	-1.347	0.633
475	1.084	-1.345	0.627
476	1.082	-1.344	0.621
477	1.082	-1.343	0.613
478	1.082	-1.343	0.607
479	1.082	-1.343	0.601
480	1.082	-1.343	0.595
481	1.081	-1.342	0.587
482	1.081	-1.342	0.579
483	1.080	-1.340	0.570
484	1.077	-1.337	0.556
485	1.087	-1.329	0.556
486	1.055	-1.356	0.556
487	1.047	-1.362	0.556



488	1.048	-1.365	0.566
489	1.050	-1.367	0.573
490	1.051	-1.369	0.583
491	1.051	-1.369	0.591
492	1.051	-1.369	0.599
493	1.051	-1.368	0.610
494	1.051	-1.368	0.619
495	1.051	-1.368	0.627
496	1.052	-1.370	0.634
497	1.054	-1.372	0.643
498	1.056	-1.374	0.649
499	1.059	-1.379	0.656
500	1.062	-1.383	0.660
501	1.067	-1.389	0.666
502	1.072	-1.396	0.671
503	1.080	-1.406	0.678
504	1.086	-1.414	0.683
505	1.093	-1.423	0.688
506	1.109	-1.443	0.687
507	1.085	-1.455	0.690
508	1.071	-1.436	0.689
509	1.061	-1.423	0.682
510	1.055	-1.414	0.677
511	1.052	-1.410	0.674
512	1.048	-1.406	0.671
513	1.044	-1.400	0.667
514	1.042	-1.397	0.664
515	1.040	-1.394	0.660
516	1.038	-1.392	0.657
517	1.036	-1.390	0.653
518	1.035	-1.388	0.648
519	1.034	-1.386	0.643
520	1.033	-1.385	0.638
521	1.032	-1.384	0.632
522	1.032	-1.384	0.627
523	1.032	-1.385	0.622
524	1.032	-1.384	0.616
525	1.033	-1.385	0.610
526	1.033	-1.385	0.604
527	1.033	-1.385	0.598
528	1.033	-1.385	0.593
529	1.033	-1.385	0.584
530	1.032	-1.384	0.574
531	1.028	-1.378	0.555
532	1.037	-1.370	0.557
533	1.010	-1.396	0.557
534	1.001	-1.404	0.557
535	1.003	-1.407	0.567
536	1.005	-1.410	0.577
537	1.005	-1.410	0.589
538	1.005	-1.410	0.600
539	1.005	-1.410	0.610
540	1.004	-1.409	0.618
541	1.004	-1.409	0.629



542	1.004	-1.409	0.640
543	1.005	-1.410	0.648
544	1.007	-1.413	0.657
545	1.009	-1.416	0.662
546	1.012	-1.420	0.668
547	1.017	-1.427	0.673
548	1.022	-1.434	0.678
549	1.028	-1.443	0.683
550	1.033	-1.449	0.687
551	1.053	-1.478	0.692
552	1.036	-1.500	0.691
553	1.018	-1.474	0.691
554	1.010	-1.463	0.687
555	1.003	-1.453	0.681
556	0.996	-1.443	0.674
557	0.991	-1.435	0.667
558	0.988	-1.431	0.662
559	0.986	-1.428	0.656
560	0.985	-1.427	0.648
561	0.984	-1.426	0.640
562	0.984	-1.426	0.634
563	0.985	-1.426	0.627
564	0.985	-1.427	0.619
565	0.985	-1.428	0.608
566	0.986	-1.428	0.598
567	0.986	-1.428	0.592
568	0.986	-1.428	0.584
569	0.985	-1.427	0.575
570	0.982	-1.423	0.566
571	0.979	-1.418	0.557
572	0.949	-1.445	0.555
573	0.953	-1.451	0.569
574	0.956	-1.455	0.583
575	0.956	-1.456	0.593
576	0.956	-1.455	0.606
577	0.955	-1.455	0.617
578	0.955	-1.454	0.628
579	0.955	-1.453	0.641
580	0.955	-1.454	0.650
581	0.957	-1.457	0.661
582	0.959	-1.461	0.667
583	0.964	-1.468	0.675
584	0.971	-1.478	0.681
585	0.978	-1.489	0.687
586	0.988	-1.504	0.693
587	1.011	-1.539	0.688
588	0.988	-1.552	0.689
589	0.969	-1.522	0.693
590	0.963	-1.512	0.690
591	0.958	-1.506	0.688
592	0.954	-1.499	0.684
593	0.950	-1.493	0.681
594	0.946	-1.486	0.677
595	0.943	-1.481	0.672



596	0.941	-1.478	0.668
597	0.939	-1.475	0.664
598	0.938	-1.473	0.659
599	0.937	-1.472	0.654
600	0.936	-1.471	0.647
601	0.936	-1.471	0.641
602	0.936	-1.471	0.634
603	0.937	-1.471	0.628
604	0.937	-1.472	0.622
605	0.937	-1.472	0.616
606	0.938	-1.473	0.610
607	0.938	-1.473	0.605
608	0.938	-1.473	0.599
609	0.938	-1.473	0.592
610	0.938	-1.473	0.585
611	0.937	-1.472	0.578
612	0.936	-1.470	0.572
613	0.933	-1.465	0.566
614	0.930	-1.461	0.557
615	0.899	-1.485	0.555
616	0.903	-1.491	0.566
617	0.906	-1.497	0.573
618	0.908	-1.499	0.579
619	0.909	-1.501	0.587
620	0.909	-1.502	0.596
621	0.910	-1.502	0.604
622	0.909	-1.502	0.613
623	0.909	-1.501	0.622
624	0.908	-1.500	0.632
625	0.908	-1.500	0.640
626	0.908	-1.500	0.649
627	0.909	-1.501	0.655
628	0.910	-1.503	0.663
629	0.912	-1.506	0.669
630	0.916	-1.512	0.676
631	0.920	-1.519	0.681
632	0.925	-1.527	0.685
633	0.930	-1.535	0.688
634	0.935	-1.545	0.692
635	0.950	-1.569	0.692
636	0.931	-1.595	0.689
637	0.914	-1.567	0.692
638	0.909	-1.558	0.689
639	0.906	-1.553	0.687
640	0.902	-1.546	0.684
641	0.899	-1.541	0.681
642	0.896	-1.536	0.677
643	0.894	-1.531	0.674
644	0.892	-1.528	0.670
645	0.890	-1.525	0.665
646	0.889	-1.523	0.660
647	0.888	-1.522	0.654
648	0.888	-1.521	0.647
649	0.888	-1.521	0.640



650	0.888	-1.522	0.632
651	0.888	-1.522	0.624
652	0.889	-1.523	0.615
653	0.889	-1.524	0.608
654	0.889	-1.523	0.601
655	0.889	-1.523	0.592
656	0.888	-1.522	0.586
657	0.887	-1.520	0.580
658	0.885	-1.517	0.573
659	0.883	-1.513	0.568
660	0.881	-1.509	0.563
661	0.877	-1.503	0.555
662	0.854	-1.522	0.555
663	0.858	-1.529	0.563
664	0.863	-1.537	0.572
665	0.865	-1.542	0.580
666	0.867	-1.544	0.587
667	0.868	-1.546	0.596
668	0.868	-1.546	0.604
669	0.868	-1.546	0.612
670	0.868	-1.546	0.622
671	0.867	-1.545	0.630
672	0.867	-1.545	0.639
673	0.867	-1.545	0.648
674	0.868	-1.546	0.656
675	0.869	-1.548	0.663
676	0.871	-1.552	0.670
677	0.874	-1.558	0.676
678	0.879	-1.567	0.682
679	0.886	-1.579	0.688
680	0.893	-1.591	0.691
681	0.908	-1.617	0.688
682	0.883	-1.642	0.686
683	0.865	-1.608	0.688
684	0.859	-1.597	0.684
685	0.854	-1.588	0.679
686	0.850	-1.581	0.673
687	0.848	-1.577	0.666
688	0.846	-1.574	0.659
689	0.845	-1.572	0.652
690	0.845	-1.572	0.645
691	0.845	-1.572	0.637
692	0.845	-1.572	0.629
693	0.845	-1.572	0.620
694	0.846	-1.573	0.611
695	0.845	-1.573	0.603
696	0.845	-1.572	0.596
697	0.844	-1.570	0.588
698	0.842	-1.567	0.581
699	0.840	-1.563	0.575
700	0.837	-1.558	0.569
701	0.834	-1.551	0.564
702	0.829	-1.543	0.554
703	0.804	-1.564	0.556



704	0.810	-1.575	0.565
705	0.815	-1.586	0.574
706	0.820	-1.595	0.584
707	0.822	-1.599	0.594
708	0.823	-1.601	0.606
709	0.823	-1.601	0.617
710	0.822	-1.600	0.631
711	0.823	-1.600	0.644
712	0.823	-1.602	0.657
713	0.826	-1.608	0.670
714	0.831	-1.618	0.680
715	0.842	-1.639	0.687
716	0.862	-1.678	0.681
717	0.843	-1.697	0.679
718	0.825	-1.661	0.685
719	0.817	-1.646	0.683
720	0.813	-1.636	0.677
721	0.810	-1.630	0.672
722	0.808	-1.627	0.665
723	0.807	-1.625	0.659
724	0.806	-1.623	0.653
725	0.806	-1.623	0.645
726	0.806	-1.623	0.638
727	0.806	-1.623	0.631
728	0.806	-1.623	0.621
729	0.806	-1.623	0.611
730	0.806	-1.622	0.602
731	0.804	-1.619	0.593
732	0.802	-1.615	0.585
733	0.800	-1.611	0.578
734	0.797	-1.604	0.572
735	0.792	-1.595	0.567
736	0.785	-1.580	0.556
737	0.758	-1.604	0.555
738	0.763	-1.615	0.564
739	0.770	-1.629	0.570
740	0.776	-1.642	0.578
741	0.779	-1.649	0.587
742	0.782	-1.654	0.595
743	0.783	-1.657	0.604
744	0.784	-1.658	0.613
745	0.784	-1.658	0.622
746	0.783	-1.658	0.633
747	0.783	-1.657	0.646
748	0.784	-1.658	0.657
749	0.784	-1.660	0.665
750	0.786	-1.664	0.672
751	0.789	-1.669	0.677
752	0.796	-1.684	0.682
753	0.810	-1.713	0.679
754	0.798	-1.751	0.671
755	0.799	-1.752	0.671
756	0.775	-1.700	0.679
757	0.770	-1.689	0.674



758	0.768	-1.685	0.667
759	0.767	-1.683	0.659
760	0.767	-1.682	0.651
761	0.767	-1.683	0.643
762	0.767	-1.683	0.634
763	0.768	-1.685	0.625
764	0.768	-1.685	0.616
765	0.768	-1.685	0.607
766	0.767	-1.683	0.599
767	0.765	-1.679	0.591
768	0.763	-1.673	0.585
769	0.760	-1.666	0.579
770	0.755	-1.657	0.573
771	0.750	-1.646	0.568
772	0.745	-1.635	0.564
773	0.739	-1.620	0.555
774	0.711	-1.644	0.554
775	0.718	-1.660	0.562
776	0.726	-1.678	0.568
777	0.734	-1.696	0.574
778	0.740	-1.711	0.580
779	0.745	-1.722	0.587
780	0.747	-1.726	0.595
781	0.747	-1.727	0.605
782	0.746	-1.726	0.615
783	0.746	-1.724	0.626
784	0.745	-1.723	0.638
785	0.745	-1.721	0.651
786	0.745	-1.722	0.662
787	0.747	-1.728	0.673
788	0.767	-1.772	0.670
789	0.755	-1.815	0.660
790	0.729	-1.753	0.667
791	0.729	-1.752	0.659
792	0.731	-1.758	0.672
793	0.729	-1.752	0.655
794	0.729	-1.753	0.646
795	0.730	-1.754	0.635
796	0.731	-1.757	0.623
797	0.732	-1.759	0.613
798	0.733	-1.761	0.601
799	0.733	-1.763	0.593
800	0.732	-1.761	0.586
801	0.737	-1.744	0.583
802	0.740	-1.738	0.582
803	0.735	-1.724	0.578
804	0.730	-1.711	0.574
805	0.722	-1.693	0.568
806	0.714	-1.678	0.563
807	0.707	-1.664	0.559
808	0.702	-1.651	0.554
809	0.727	-1.778	0.588
810	0.727	-1.778	0.601
811	0.725	-1.774	0.615



812	0.724	-1.771	0.630
813	0.723	-1.768	0.642
814	0.722	-1.767	0.653
815	0.722	-1.767	0.662
816	0.723	-1.770	0.669
817	0.752	-1.841	0.652
818	0.732	-1.836	0.654
819	0.713	-1.790	0.660
820	0.713	-1.789	0.652
821	0.713	-1.790	0.643
822	0.714	-1.792	0.631
823	0.715	-1.795	0.621
824	0.717	-1.799	0.610
825	0.718	-1.802	0.600
826	0.718	-1.803	0.592
827	0.712	-1.826	0.596
828	0.711	-1.824	0.607
829	0.708	-1.817	0.620
830	0.707	-1.815	0.631
831	0.706	-1.813	0.643
832	0.707	-1.813	0.650
833	0.728	-1.868	0.641
834	0.726	-1.886	0.627
835	0.721	-1.884	0.620
836	0.716	-1.876	0.615
837	0.711	-1.864	0.609
838	0.708	-1.853	0.603
839	0.707	-1.842	0.598
840	0.711	-1.829	0.596
848	1.293	-1.310	0.594
849	1.309	-1.284	0.590



Modelo 3



Modelo construido en el año 1907

Marcas modelo 3

Point Id	Easting	Northing	Elevation	Code
841	0.721	-1.821	0.597	
842	0.807	-1.769	0.602	
843	0.772	-1.692	0.578	
844	0.726	-1.720	0.575	
845	1.248	-1.265	0.580	
846	1.277	-1.294	0.587	
847	1.310	-1.327	0.600	
850	1.224	-1.347	0.589	
851	1.212	-1.339	0.584	
852	1.199	-1.330	0.580	



853	1.182	-1.319	0.574
854	1.166	-1.308	0.569
855	1.153	-1.299	0.564
856	1.141	-1.292	0.560
857	1.136	-1.289	0.557
858	1.170	-1.310	0.570
859	1.179	-1.320	0.576
860	1.188	-1.331	0.582
861	1.195	-1.338	0.588
862	1.199	-1.343	0.597
863	1.201	-1.345	0.606
864	1.222	-1.369	0.607
865	1.223	-1.357	0.599
866	1.193	-1.361	0.630
867	1.181	-1.348	0.626
868	1.180	-1.346	0.618
869	1.179	-1.345	0.610
870	1.178	-1.344	0.601
871	1.176	-1.342	0.593
872	1.172	-1.338	0.585
873	1.167	-1.331	0.579
874	1.159	-1.323	0.574
875	1.151	-1.313	0.569
876	1.143	-1.304	0.565
877	1.132	-1.292	0.557
878	1.114	-1.307	0.557
879	1.117	-1.311	0.562
880	1.123	-1.318	0.565
881	1.130	-1.326	0.569
882	1.136	-1.333	0.573
883	1.142	-1.340	0.579
884	1.146	-1.345	0.585
885	1.149	-1.348	0.594
886	1.149	-1.349	0.602
887	1.149	-1.349	0.611
888	1.150	-1.349	0.618
889	1.150	-1.350	0.627
890	1.151	-1.351	0.634
891	1.153	-1.353	0.642
892	1.157	-1.357	0.648
893	1.171	-1.374	0.646
894	1.146	-1.377	0.657
895	1.135	-1.363	0.656
896	1.132	-1.360	0.650
897	1.130	-1.358	0.644
898	1.129	-1.356	0.637
899	1.128	-1.355	0.630
900	1.128	-1.355	0.622
901	1.128	-1.355	0.613
902	1.129	-1.355	0.605
903	1.128	-1.355	0.596
904	1.127	-1.354	0.588
905	1.125	-1.351	0.582
906	1.120	-1.345	0.575



907	1.115	-1.339	0.570
908	1.108	-1.331	0.566
909	1.099	-1.319	0.563
910	1.092	-1.320	0.558
911	1.098	-1.309	0.560
912	1.082	-1.333	0.557
913	1.088	-1.340	0.564
914	1.094	-1.347	0.568
915	1.100	-1.354	0.574
916	1.104	-1.359	0.579
917	1.106	-1.362	0.586
918	1.107	-1.363	0.593
919	1.108	-1.364	0.603
920	1.107	-1.363	0.615
921	1.107	-1.363	0.625
922	1.107	-1.363	0.635
923	1.108	-1.364	0.643
924	1.109	-1.366	0.651
925	1.114	-1.371	0.660
926	1.129	-1.390	0.662
927	1.108	-1.397	0.666
928	1.097	-1.383	0.666
929	1.093	-1.378	0.660
930	1.090	-1.374	0.654
931	1.088	-1.372	0.647
932	1.087	-1.371	0.640
933	1.087	-1.370	0.634
934	1.087	-1.371	0.629
935	1.087	-1.371	0.622
936	1.088	-1.371	0.615
937	1.088	-1.372	0.607
938	1.088	-1.372	0.599
939	1.089	-1.372	0.593
940	1.088	-1.372	0.587
941	1.086	-1.370	0.581
942	1.083	-1.366	0.575
943	1.079	-1.360	0.569
944	1.073	-1.353	0.564
945	1.067	-1.345	0.556
946	1.048	-1.361	0.557
947	1.052	-1.366	0.563
948	1.059	-1.375	0.570
949	1.062	-1.379	0.575
950	1.065	-1.383	0.583
951	1.066	-1.384	0.590
952	1.066	-1.384	0.598
953	1.065	-1.383	0.608
954	1.064	-1.382	0.615
955	1.064	-1.382	0.623
956	1.063	-1.381	0.631
957	1.064	-1.381	0.638
958	1.064	-1.382	0.646
959	1.066	-1.384	0.652
960	1.068	-1.388	0.659



961	1.072	-1.392	0.665
962	1.081	-1.404	0.670
963	1.060	-1.420	0.670
964	1.049	-1.405	0.664
965	1.046	-1.401	0.659
966	1.044	-1.398	0.654
967	1.042	-1.395	0.648
968	1.041	-1.394	0.642
969	1.041	-1.393	0.636
970	1.041	-1.394	0.630
971	1.041	-1.394	0.622
972	1.042	-1.395	0.615
973	1.042	-1.396	0.608
974	1.043	-1.396	0.601
975	1.043	-1.397	0.594
976	1.043	-1.396	0.587
977	1.042	-1.395	0.580
978	1.040	-1.393	0.574
979	1.037	-1.389	0.569
980	1.033	-1.383	0.563
981	1.029	-1.377	0.556
982	1.005	-1.397	0.556
983	1.010	-1.404	0.565
984	1.013	-1.408	0.572
985	1.015	-1.411	0.579
986	1.016	-1.413	0.586
987	1.016	-1.413	0.593
988	1.016	-1.412	0.603
989	1.015	-1.411	0.612
990	1.015	-1.410	0.623
991	1.014	-1.410	0.631
992	1.014	-1.410	0.640
993	1.016	-1.412	0.647
994	1.019	-1.416	0.655
995	1.022	-1.421	0.662
996	1.027	-1.427	0.666
997	1.041	-1.447	0.664
998	1.010	-1.467	0.661
999	0.998	-1.449	0.662
1000	0.994	-1.444	0.659
1001	0.991	-1.440	0.656
1002	0.989	-1.436	0.652
1003	0.987	-1.433	0.647
1004	0.986	-1.431	0.643
1005	0.985	-1.430	0.636
1006	0.985	-1.430	0.631
1007	0.984	-1.429	0.624
1008	0.985	-1.430	0.618
1009	0.985	-1.430	0.611
1010	0.986	-1.431	0.604
1011	0.986	-1.432	0.597
1012	0.986	-1.432	0.590
1013	0.986	-1.432	0.583
1014	0.985	-1.431	0.577



1015	0.984	-1.428	0.571
1016	0.981	-1.425	0.565
1017	0.978	-1.419	0.556
1018	0.947	-1.444	0.555
1019	0.950	-1.448	0.564
1020	0.952	-1.451	0.571
1021	0.953	-1.453	0.580
1022	0.954	-1.454	0.588
1023	0.953	-1.453	0.598
1024	0.953	-1.453	0.608
1025	0.953	-1.453	0.617
1026	0.953	-1.453	0.625
1027	0.954	-1.455	0.633
1028	0.956	-1.457	0.640
1029	0.959	-1.461	0.646
1030	0.962	-1.466	0.651
1031	0.966	-1.473	0.655
1032	0.982	-1.496	0.652
1033	0.961	-1.532	0.639
1034	0.938	-1.495	0.646
1035	0.935	-1.490	0.642
1036	0.932	-1.485	0.637
1037	0.929	-1.480	0.632
1038	0.927	-1.478	0.627
1039	0.926	-1.476	0.621
1040	0.926	-1.475	0.615
1041	0.925	-1.475	0.609
1042	0.925	-1.474	0.602
1043	0.925	-1.474	0.595
1044	0.925	-1.474	0.588
1045	0.925	-1.474	0.582
1046	0.924	-1.473	0.575
1047	0.923	-1.472	0.569
1048	0.920	-1.467	0.556
1049	0.899	-1.485	0.556
1050	0.900	-1.486	0.562
1051	0.901	-1.489	0.569
1052	0.902	-1.490	0.577
1053	0.903	-1.491	0.585
1054	0.903	-1.491	0.593
1055	0.903	-1.492	0.601
1056	0.904	-1.493	0.609
1057	0.905	-1.495	0.616
1058	0.907	-1.498	0.622
1059	0.910	-1.502	0.627
1060	0.913	-1.507	0.631
1061	0.916	-1.513	0.636
1062	0.930	-1.536	0.637
1063	0.908	-1.558	0.627
1064	0.896	-1.538	0.626
1065	0.892	-1.531	0.622
1066	0.889	-1.525	0.618
1067	0.886	-1.519	0.613
1068	0.883	-1.515	0.607



1069	0.882	-1.512	0.601
1070	0.880	-1.510	0.594
1071	0.880	-1.509	0.587
1072	0.879	-1.508	0.581
1073	0.879	-1.508	0.575
1074	0.878	-1.506	0.568
1075	0.876	-1.503	0.555
1076	0.852	-1.524	0.555
1077	0.853	-1.525	0.563
1078	0.854	-1.527	0.571
1079	0.855	-1.528	0.579
1080	0.856	-1.530	0.587
1081	0.859	-1.535	0.594
1082	0.862	-1.540	0.600
1083	0.865	-1.547	0.605
1084	0.869	-1.553	0.609
1085	0.873	-1.561	0.613
1086	0.888	-1.588	0.612
1087	0.874	-1.612	0.600
1088	0.859	-1.586	0.605
1089	0.854	-1.577	0.601
1090	0.849	-1.567	0.597
1091	0.845	-1.559	0.592
1092	0.841	-1.552	0.587
1093	0.838	-1.547	0.581
1094	0.836	-1.543	0.573
1095	0.835	-1.540	0.566
1096	0.834	-1.538	0.555
1097	0.819	-1.551	0.555
1098	0.820	-1.552	0.564
1099	0.822	-1.555	0.570
1100	0.825	-1.561	0.576
1101	0.828	-1.567	0.582
1102	0.831	-1.572	0.585
1103	0.834	-1.579	0.588
1104	0.838	-1.586	0.591
1105	0.842	-1.594	0.594
1106	0.846	-1.601	0.597
1107	0.856	-1.620	0.594
1108	0.838	-1.634	0.586
1109	0.828	-1.613	0.585
1110	0.831	-1.620	0.588
1111	0.823	-1.605	0.582
1112	0.818	-1.595	0.579
1113	0.813	-1.584	0.575
1114	0.810	-1.578	0.572
1115	0.807	-1.572	0.568
1116	0.804	-1.568	0.563
1117	0.803	-1.565	0.555
1118	0.795	-1.576	0.555
1119	0.797	-1.579	0.563
1120	0.803	-1.592	0.570
1121	0.809	-1.604	0.574
1122	0.814	-1.614	0.577



1123	0.820	-1.625	0.580
1124	0.828	-1.642	0.581
1125	0.821	-1.644	0.577
1126	0.812	-1.639	0.573
1127	0.805	-1.629	0.570
1128	0.798	-1.618	0.566
1129	0.791	-1.607	0.562
1130	0.786	-1.600	0.560
1131	0.784	-1.594	0.558
1132	0.788	-1.585	0.556
1133	0.791	-1.589	0.562
1134	0.797	-1.603	0.567
1135	0.803	-1.614	0.570
1136	0.807	-1.623	0.572
1137	0.814	-1.637	0.574
1138	0.817	-1.642	0.575
1139	0.800	-1.676	0.579
1140	0.736	-1.633	0.557
1141	0.861	-1.482	0.546
1142	1.151	-1.246	0.550
1143	1.241	-1.250	0.569

Después de los datos obtenidos se procedió a seleccionar el modelo más idóneo, basándose en la mejor captación de marcas, para realizar el proyecto. El modelo elegido fue el tercero que fue construido en el año 1907.

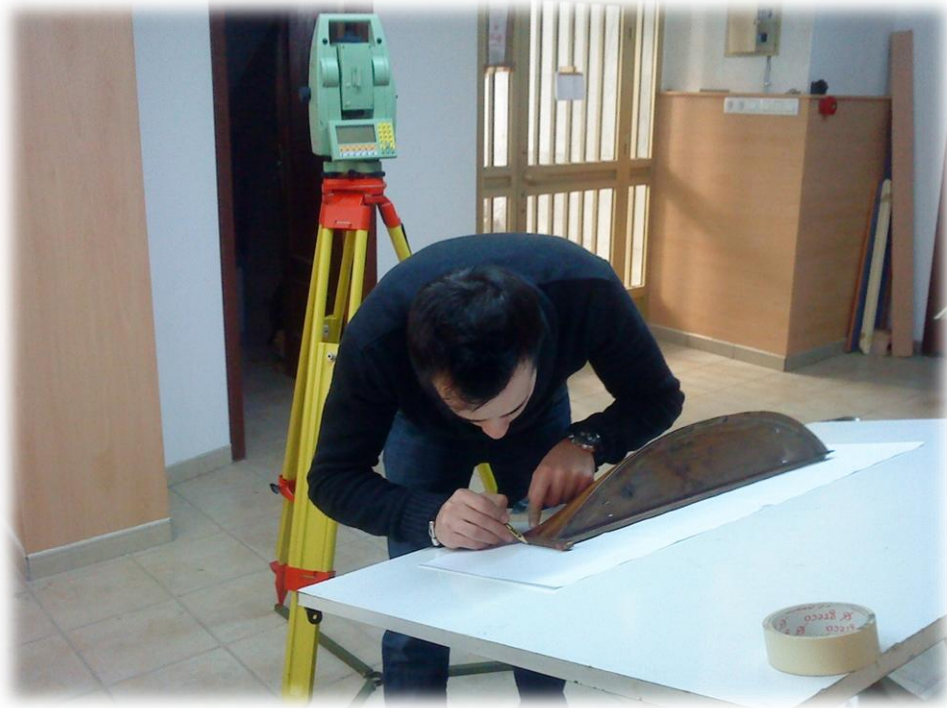
A continuación se introdujeron las marcas en el PC para que a través de programas informáticos se pudiera obtener las formas del barco.



Obtención marcas modelo 1



Obtención marcas modelo 2



Obtención marcas modelo 3

3.4. PROGRAMAS INFORMÁTICOS

Un programa informático es un conjunto de instrucciones que una vez ejecutadas realizarán una o varias tareas en una computadora. Sin programas, estas máquinas no pueden funcionar. Al conjunto general de programas, se le denomina software, que más genéricamente se refiere al equipamiento lógico o soporte lógico de una computadora digital.

Para realizar el proyecto se han utilizado los siguientes programas:

3.4.1. MAXSURF

Maxsurf ofrece herramientas altamente especializadas para modelar cascos, apéndices y superestructuras usando superficies NURBS trimadas. También incluye herramientas de



transformación paramétricas y análisis instantáneos de cálculos hidrostáticos y evaluación de curvaturas.

Maxsurf - Diseño del Casco, Superestructura y Apéndices

- Aprender y dominar la interfaz gráfica rápidamente
- Modelar geometrías de casco complejas con superficies trimadas
- Generar superficies suaves usando una amplia gama de herramientas de evaluación de curvaturas
- Visualizar cambios en la forma del casco mediante actualizaciones dinámicas e interactivas
- Obtener los parámetros del nuevo casco deseado usando transformaciones paramétricas
- Extraer los datos de diseño a través de curvas, tablas de puntos, características hidrostáticas o la curva de áreas.

Características de Maxsurf

- Número ilimitado de las superficies tipo NURBs
- Trimado dinámico de superficies
- Superficies desarrollables
- Superficies cónicas
- Transformación de la forma del casco
- Escalado proporcional del modelo
- Intersección de superficies
- Cambio dinámico del contorno de superficies
- Visualización coloreada de las curvaturas de las superficies
- Visualización de la curvatura de cualquier línea en cualquier superficie
- Rotación tridimensional dinámica del modelo
- Movimiento interactivo de los puntos de control
- Unión, agrupación y enmascarado de entidades de diseño
- Múltiples vistas dinámicas
- Edición gráfica o numérica
- Combinar varios modelos
- Cálculo de área superficiales y volúmenes
- Curva interactiva de áreas
- Importación y exportación vía DXF e IGES
- Copiar y pegar desde y a Microsoft Office

Maxsurf proporciona una rápida, flexible e intuitiva manera de modelar todo tipo de cascos, superestructuras y apéndices. Un número ilimitado de superficies trimadas de tipo NURBS se



pueden utilizar para modelar cualquier tipo de buque, desde veleros hasta las embarcaciones más grandes que existen.

El módulo de diseño de Maxsurf, provee al ingeniero, arquitecto, constructor o diseñador naval, las herramientas de diseño necesarias para crear formas suaves y optimizadas, de manera rápida, precisa y con poco tiempo de entrenamiento. Cualquier número de superficies NURBs puede ser unido, cortado y manipulado para crear un modelo completo listo para el análisis hidrostático o generar planos de detalles constructivos.

Una gama de comandos facilita la manipulación interactiva directa de la forma de la superficie con el ratón o el teclado. Maxsurf permite la transformación automática de la forma del casco para obtener las dimensiones y las características hidrostáticas deseadas. Los puntos de control se pueden arrastrar con el ratón, ajustar numéricamente, o manipular con una variedad de comandos de suavizado.

Las superficies suaves y precisas son críticas para el funcionamiento óptimo de la embarcación y la facilidad de construcción. Maxsurf proporciona una variedad de herramientas flexibles para evaluar la curvatura tanto de la superficie completa como también a lo largo de un contorno de superficie específico como ser una línea de flotación o una diagonal.

Cada diseño de Maxsurf se almacena en un único archivo que es usado directamente por otros módulos para el análisis, la construcción y la predicción del funcionamiento. Los cambios realizados en Maxsurf se actualizan automáticamente cuando el diseño se usa en otros módulos. El archivo de diseño extremadamente compacto haciéndolo ideal para el envío a otros diseñadores o a constructores vía email.

El entorno gráfico interactivo de Maxsurf es compatible con el estándar del Microsoft Windows y permite aprender y dominar muy rápidamente las varias herramientas de diseño disponibles. Las ventanas múltiples se utilizan para visualizar y modificar el modelo así como para ver las tablas de los datos del diseño. Otras ventanas permiten verificar en forma instantánea la curva de áreas, los cálculos hidrostáticos y la tabla de puntos.

El intercambio de datos es un requisito muy importante en la oficina de diseño moderna y Maxsurf es compatible con una amplia gama de los formatos estándar de la industria naval e informática. Copiar y pegar tablas numéricas a y desde Microsoft Excel permite cálculos y formatos de presentación personalizados. El copiado y pegado de todas las vistas también permite crear los materiales para presentaciones e informes. La importación y la exportación de los archivos estándar de la industria DXF e IGES, permite intercambiar puntos, líneas o datos de superficies con otros sistemas CAD/CAM.

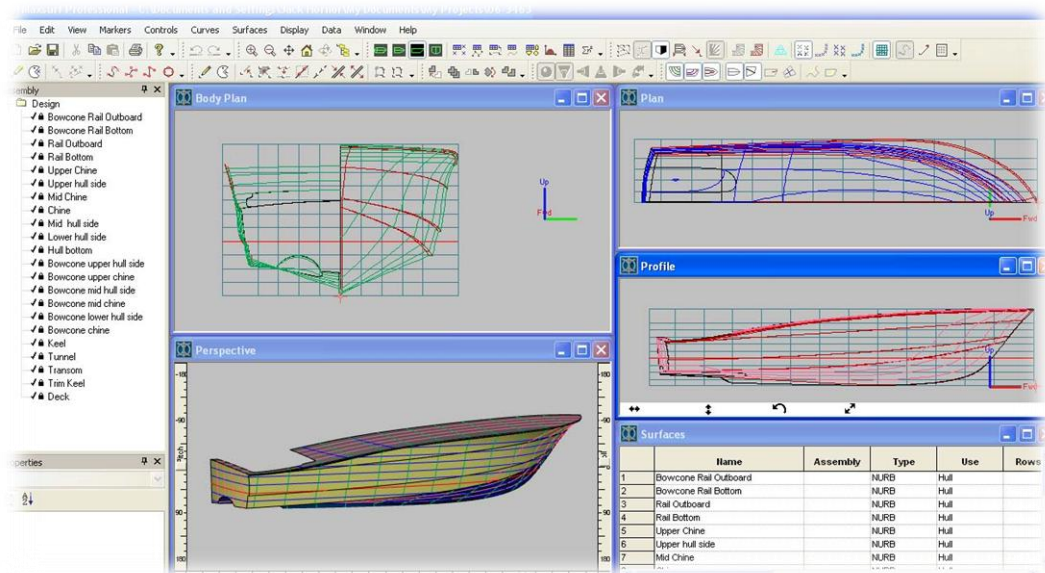
Las capacidades únicas de trimado dinámico de superficies de Maxsurf permiten modelar los complejos bordes superficiales mientras se mantiene la suavidad de las superficies del resto del casco. Un control visual interactivo de las intersecciones superficiales permite crear las formas requeridas incluso con configuraciones complejas tales como secciones curvas, cantoneras,



apéndices y tubos de hélices de proa. El trimado de superficies se actualiza automáticamente mientras se ajustan las superficies en el diseño permitiendo crear el modelo superficial de la mayor calidad posible.

Maxsurf proporciona todas las capacidades requeridas para el diseño del casco, apéndices y superestructura. Para los usuarios con un presupuesto limitado, el Maxsurf Plus, el Maxsurf/T y el Maxsurf/S proporcionan las mismas capacidades de modelado, con menor cantidad de superficies a un costo reducido. La función de transformación paramétrica está solamente disponible en Maxsurf Pro.

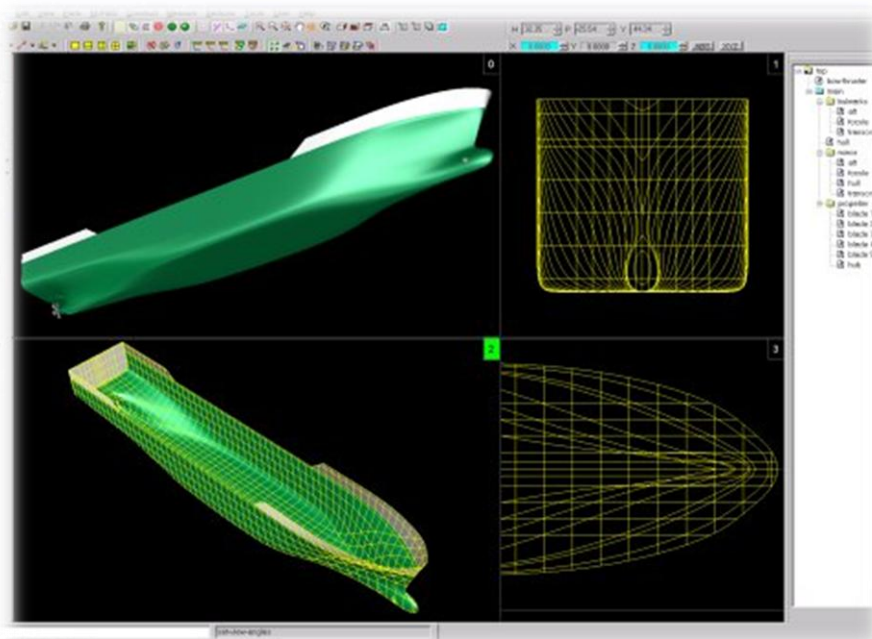
La interfaz "COM" en Maxsurf permite realizar modificaciones a un diseño de Maxsurf desde un programa externo tal como Visual Basic, Excel o por otros medios.



Programa Maxsurf

3.4.2. FASTSHIP

FastShip es una herramienta fácil de usar. Es un programa potente para el diseño de cascos, superestructuras, apéndices y otras estructuras marinas, con la capacidad de diseñar superficies justo con rapidez y precisión. FastShip permite representar cualquier forma de casco, y características, como bossings, arcos con bulbo, twin skegs, chines, broken sheerlines, y circuito de achique se incorporan fácilmente en el modelo.



Programa Fastship

FastShip se utiliza en el diseño de todos los tipos de cascos, y puede producir automáticamente nuevos cascos a través de un conjunto de parámetros, tales como tipo de buque, dimensiones totales, el desplazamiento, LCB, y coeficientes de la forma de los cascos matrices incluidas en el sistema. Esto da la posibilidad de personalizar el programa para trabajar con su biblioteca existente de las formas del casco. Múltiples superficies se pueden crear en FastShip; intersecciones entre ellos, y la parte de una superficie en un lado de la intersección puede ser recortada. Esta capacidad facilita la creación de skegs adjuntas y tuneles de hélice.

FastShip puede exportar archivos DXF de AutoCAD para crear una visión tradicional de 3 líneas de dibujo o para apoyar la creación de un plano de disposición general. También tiene la capacidad de importar y exportar archivos de Rhino 3 y 4, incluyendo la preservación de las curvas de intersección y de recorte. Otras salidas son archivos IDF de desplazamiento que pueden ser utilizados por Visual SMP y GHS, así como nativo GHS formato "GF" y IGES 128 para su uso en el modelado de sólidos.

Comenzando en la fase de diseño conceptual, las nuevas formas de casco pueden ser rápidamente creados y analizados por FastShip y otros programas. El casco puede entonces ser refinado durante las etapas posteriores del diseño, todo el camino a través de carenado final para la producción. FastShip tiene la capacidad de ser utilizado a lo largo del proceso de diseño. Aprovecha en gran medida el trabajo realizado en las primeras etapas, y reduce el número de programas diferentes que deben ser aprendidos y mantenidos por el equipo de diseño.



Por primera vez en 1983, FastShip utiliza racionales no uniformes, B-splines matemáticas superficiales, o NURBS, para permitir al diseñador interactivo "esculpir" el casco en la pantalla. Como puntos de control se mueven con el ratón, los cambios en la forma del casco en tiempo real en la pantalla. Las secciones, los mamparos y líneas de agua son dibujados de forma dinámica, dando información inmediata al diseñador, dando una flexibilidad sin precedentes y la productividad. Dado que los cambios de forma del casco se hacen tan fácilmente, se es libre de explorar más posibilidades, con objeto de optimizar su diseño.

El proceso de comenzar un nuevo diseño en FastShip puede tomar uno de los cuatro enfoques básicos:

- Casco Wizards: con casco wizard, cascos de planeo y cascos de tipo portacontenedores, se pueden generar en cuestión de segundos, proporcionando la información básica sobre los parámetros generales del casco.
- Variación paramétrica de un casco principal: Usando el FastGen un casco puede ser modificado para adaptarse a una serie de parámetros, incluyendo la ubicación LCB, coeficiente de bloque, la longitud de cuerpo central paralelo, dimensiones máximas, y más.
- Diseño de cero: Por supuesto, un nuevo diseño puede ser creado simplemente comenzando con una superficie NURBS plana, y luego modificar la red de control en la deseada forma tridimensional. Muchas herramientas de edición de FastShip y visualización en tiempo real de la superficie hacen que este enfoque sea sorprendentemente rápido.
- Montaje de un conjunto existente: Si el usuario desea volver a crear un casco existente, los desplazamientos del casco se pueden introducir en FastShip en varios formatos. Por ejemplo, las curvas de la estación en formato DXF se puede traducir en el formato de las FDI, y luego leer en FastShip. Una vez que los desplazamientos se leen, la superficie se puede generar usando uno de los métodos anteriores, y a continuación, de forma manual o semi-automática adaptarse a los desplazamientos.

FastShip puede analizar la forma del casco, mediante el cálculo y la visualización de la curvatura de una sección o una curva 3D. La curvatura de la superficie también se puede mostrar como un mapa de colores a través de mínimo, máximo, media y Gauss.

A medida que el casco se desarrolla, FastShip también se puede utilizar para determinar las características hidrostáticas. FastShip puede calcular la hidrostática de varias maneras:

- Hidrostática intacta en uno o más líneas de agua, incluyendo la curva de área de la sección;



- Flotación libre hidrostática, donde el diseñador suministra un desplazamiento, centro de gravedad, y, opcionalmente, uno o más pesos y sus centros de gravedad, y FastShip determina la condición de flotación de equilibrio;
- Rollover hydrostatics, donde los brazos adrizantes se calculan en una serie de ángulos de escora;
- Cálculo MaxVCG, donde se calcula el VCG máximo permitido de acuerdo con los reglamentos de la OMI;

Para otros tipos de análisis, o para seguir trabajando en un sistema CAD, FastShip tiene un número de interfaces y transferencias de datos. Estos incluyen:

- DXF, tanto en 2D como en 3D, para la transferencia de datos a paquetes CAD;
- IDF, incluidos los datos de la sección, los datos de malla, los datos de superficie NURBS, y datos de los parámetros, para las transferencias a otros programas;
- IGES, para el número Entidad uno-veintiocho superficies NURBS, para la transferencia a muchos programas CAD como Intergraph ISDP, MicroStation, AutoCAD Mechanical Desktop, y otros;
- Salida de la IDF y el archivo de formato GF para VisualSMP y GHS;
- Salida para la SHCP, Pias y otros se apoyan también.

Por supuesto, el resultado principal de FastShip es la forma del casco. Además de transferir datos a otros programas, FastShip directamente puede dar salida a dibujos de líneas a la impresora del sistema, ya sea un plotter o impresora láser. Datos hidrostáticos y tablas de compensación son fácilmente impresos, y también se emiten en un formato de archivo que se incorpora fácilmente en un procesador de texto o un dibujo CAD. Además de estas capacidades exportadoras, FastShip puede importar IGES, IDF, DXF, archivos y GF.

FastShip es una herramienta de probada eficacia para diseñar, modificar y cascos carenado, apéndices y superestructuras. Puede ser utilizado de manera efectiva en todas las etapas de diseño de los buques, desde el concepto hasta la carena final. FastShip constituye la base para un buque completo y diseño de yates.

3.4.3. CATIA V5

CATIA V5, Computer Aided Three-dimensional Interactive Application Version 5, es una aplicación de diseño gráfico aplicado a Ingeniería producida por Dassault Systemes, Francia. Se trata de una solución para la Gestión del Ciclo de vida del Producto (PLM, Product Lifecycle Management), que proporciona un conjunto integrado de aplicaciones de Diseño Asistido por



Ordenador (CAD, Computer Aided Design), Ingeniería Asistida por Ordenador (CAE, Computer Aided Engineering) y Fabricación Asistida por Ordenador (CAM, Computer Aided Manufacturing) para la definición y simulación de productos digitales.

Propiamente dicho, CATIA V5 es un entorno de diseño con altas posibilidades de gestión, no un entorno puramente de gestión, lo cual significa que el tratamiento de la información y los datos generados mostrarán unas características limitadas, estando supeditado el proceso de uso en las organizaciones a la adopción o elaboración de aplicaciones privativas, muchas veces optimizadas ad-hoc, como Enovia o Windchill. Las posibilidades de estas aplicaciones, muchas veces, entrarán en el terreno del secreto industrial, no siendo por lo tanto accesibles ni al público ni a la comunidad investigadora. Un ejemplo de estas aplicaciones sería Primes, Product Relative Information Management Enterprise Systems, nombre por el que se bautizó a la versión personalizada de Windchill que es utilizada por Airbus. Las posibilidades de representación y gestión de la información que proporciona CATIA V5 en bruto, sin el soporte de software adicional, se trata de un núcleo común a toda la comunidad usuaria de CATIA que servirá de base en la ampliación de los gestores. No es objeto del presente trabajo el entrar en detalle sobre las distintas aplicaciones individuales que se utilizarán en cada organización, sino de retratar aquella parte común a todas que servirá como base para la implementación de otros entornos.

También debe quedar patente también que el presente trabajo está enfocado desde la perspectiva de diseño (CAD), no entrando por lo tanto a tratar aspectos como el del control numérico-

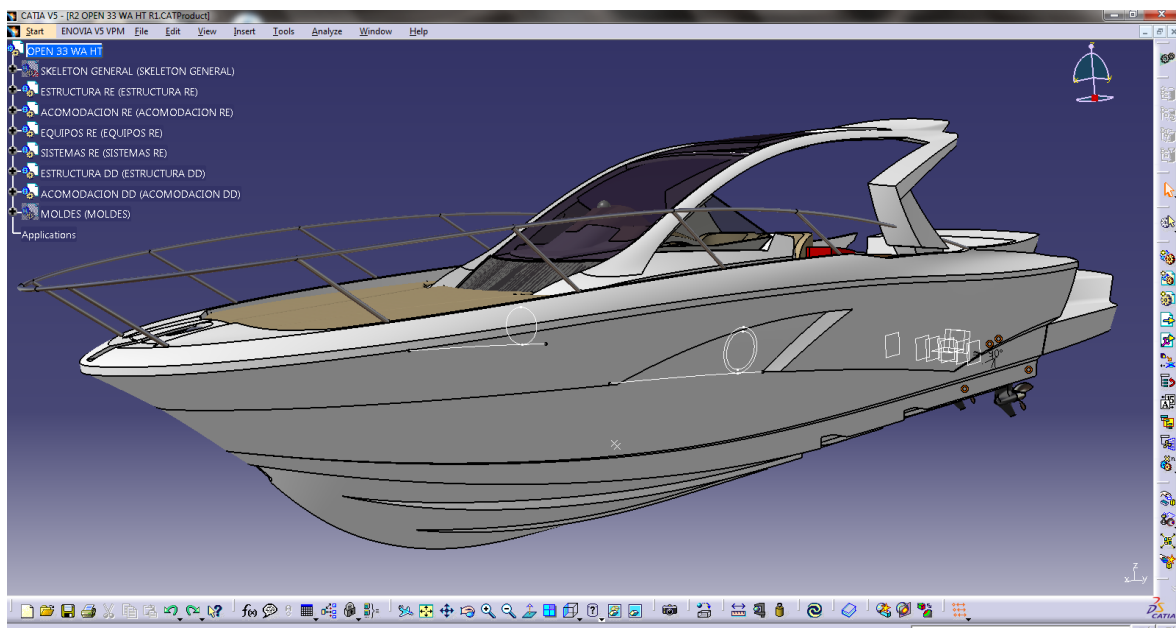
Representación de la información en CATIA V5.

La información en CATIA V5 está distribuida en módulos de trabajo en función de su finalidad. Algunos de los módulos más utilizados en diseño serán Part Design, Assembly Design, y Wireframe and Surface Design, en especial los dos primeros, siendo cada módulo compatible con unos determinados tipos de archivo con extensiones y características diferentes. Utilizando la terminología adaptada por Tickoo al diseño, podrán definirse los módulos como:

- Part Design: entorno paramétrico basado en características en el que se crearán modelos sólidos. Todos los archivos creados tendrán asociada la extensión CATPart.
- Assembly Design: entorno usado para ensamblar componentes utilizando restricciones. Todos los archivos creados tendrán asociada la extensión CATProduct.
- Wireframe and Surface Design: entorno paramétrico basado en características en el que se crearán modelos alámbricos y de superficie. Todos los archivos creados también tendrán asociada la extensión CATPart.



La representación de la información en todos los módulos de diseño se realizará a través de un espacio tridimensional y una estructura de árbol. La estructura de árbol, cuando se aplica a un CATPart, mantiene una traza de todas las operaciones realizada durante el diseño, un sistema de ejes coordenados, y una representación de todos los tipos soportados por el módulo Part Design activos. La estructura de árbol, aplicada a un CATProduct, se compone de un registro jerárquico con las localizaciones de todos los CATParts y/o CATProducts del diseño, manteniendo propiedades de herencia para algunas características de los elementos, de forma que si se cambia el valor de alguna de ellas se modificará en cascada la de los pertinentes. La raíz del árbol en estos módulos siempre debe ser un CATProduct, pudiendo tener n_0, n_1, \dots, n_k hijos, tanto las hojas del árbol como los hijos de un CATProduct podrán ser del tipo CATPart o CATProduct con la única restricción de que un CATPart nunca podrá tener hijos. Durante el proceso de diseño, en todo momento podrá cambiarse las opciones de navegación entre los distintos CATParts o CATProducts siendo la actualización de los elementos asíncrona y manual.



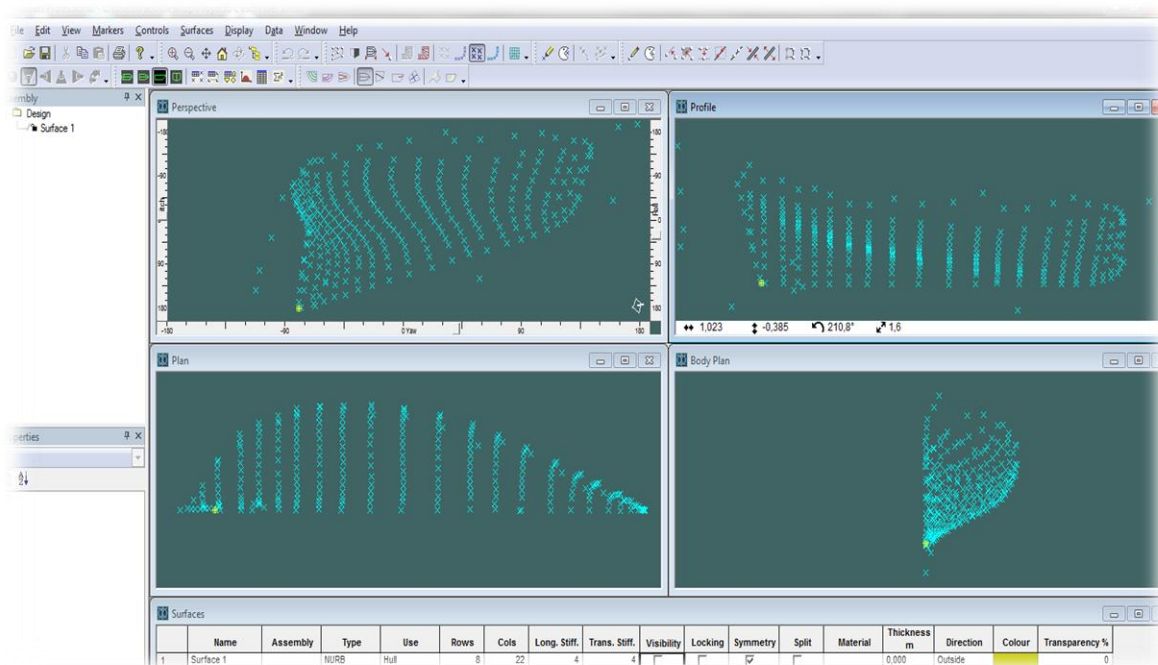
Programa Catia V5



3.5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE DIGITALIZACIÓN

3.5.1. INTRODUCCIÓN MARCAS

Una vez obtenidas y seleccionadas las marcas del modelo a digitalizar, se procede a introducir las mismas al programa en el cual vamos a obtener las formas del casco. Este programa se le denomina maxsurf.

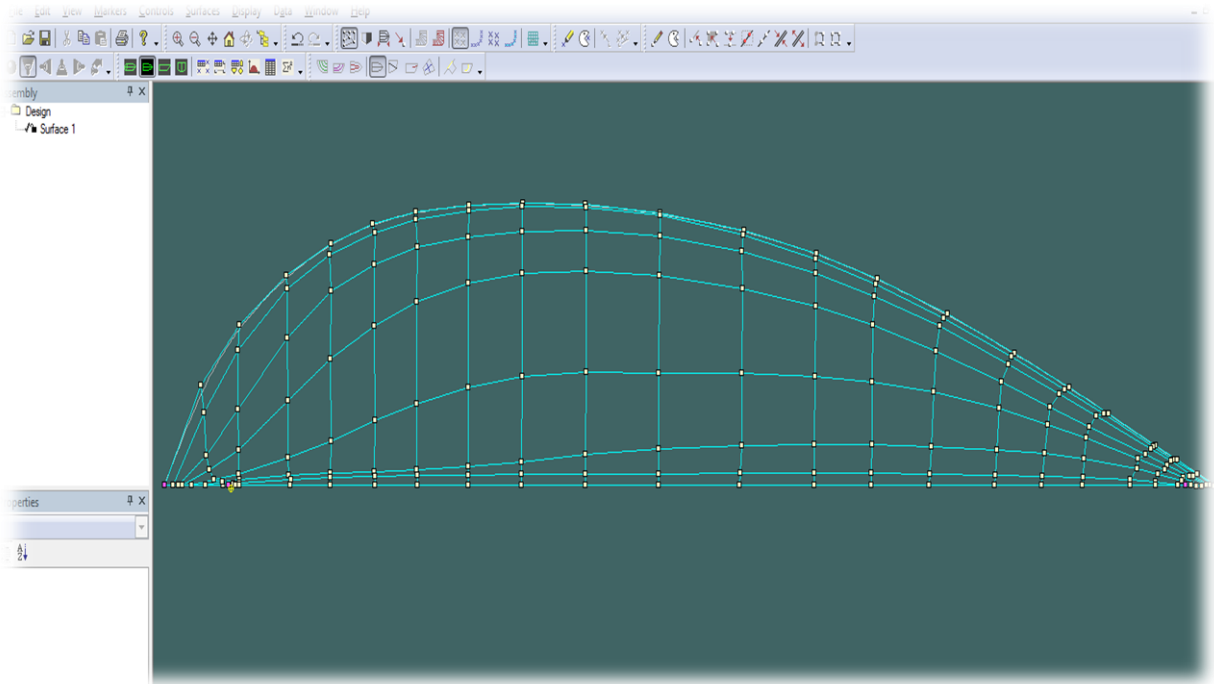


Vista de las marcas del modelo

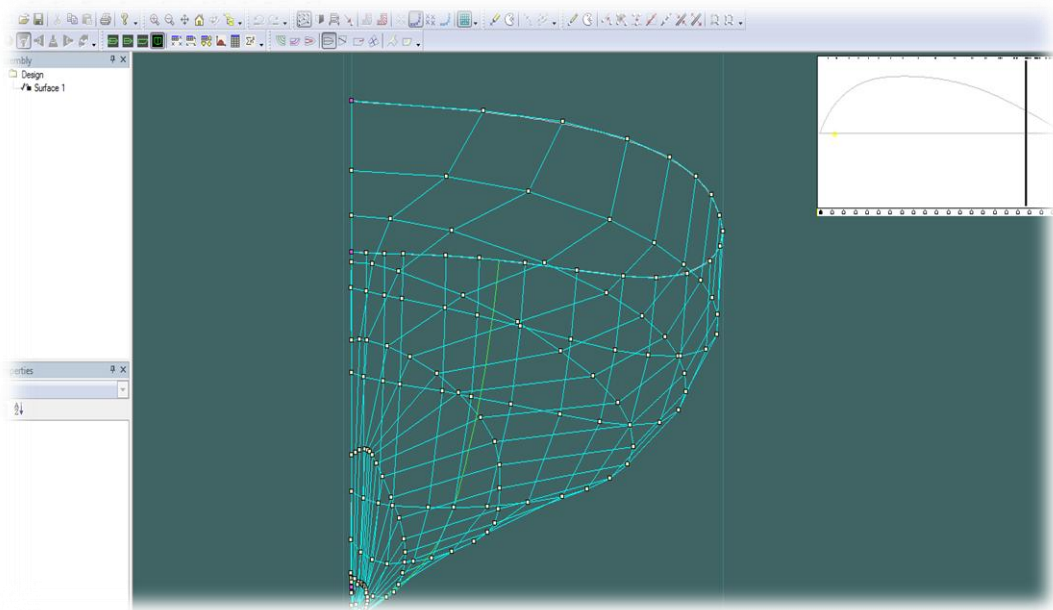
3.5.2. CREACIÓN SUPERFICIE NURBS

Al colocar las marcas se generó una superficie por defecto en la que se comenzó a dar forma para conseguir que esta coincidiese con las marcas obtenidas.

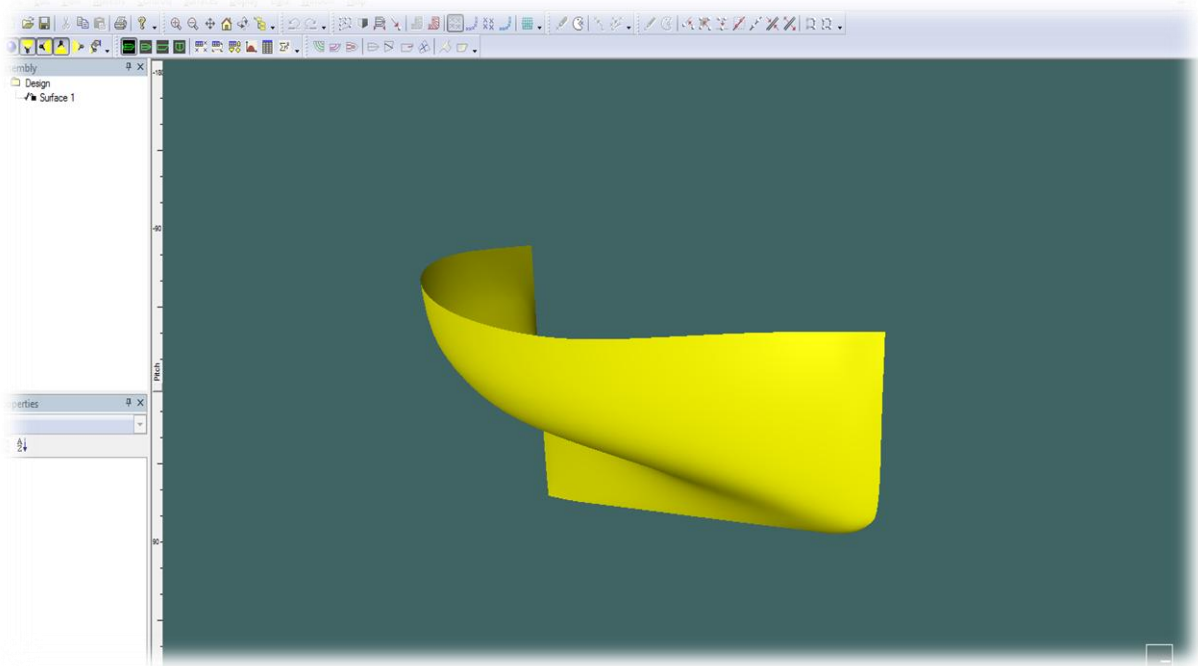
Después de varias horas modelando la superficie se consiguió unas primeras formas del casco. A continuación se pueden ver imágenes del casco sin alisar ya que este proceso se realiza más tarde con otro programa informático llamado CATIA V5.



Vista de la planta de la superficie NURBS



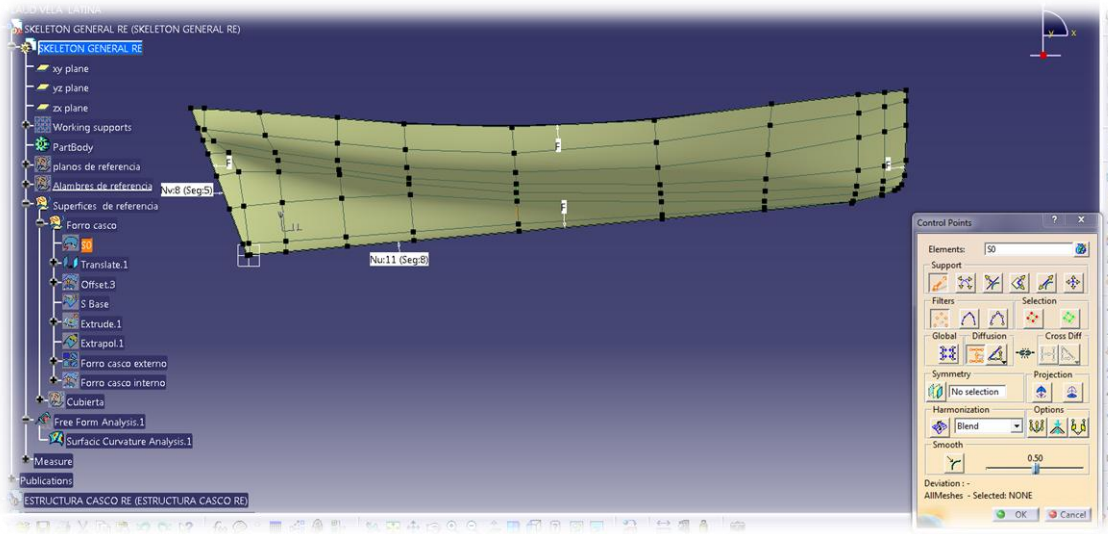
Vista caja de Cuadernas de la superficie NURBS



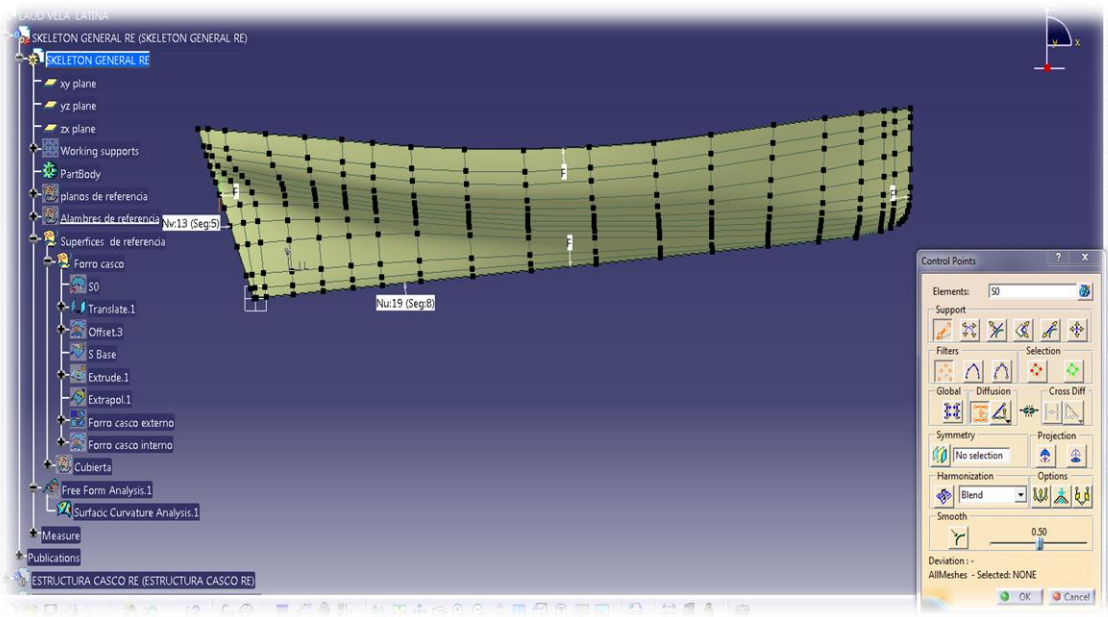
Vista en 3D de la superficie NURBS

3.5.3. ALISADO DE LA SUPERFICIE NURBS

Una vez obtenidas las formas se introduce el modelo en el programa CATIA V5, el cual nos va a permitir suavizar las formas del casco. Este proceso se complicó al tener en la superficie una gran cantidad de nodos ya que dificultaba el alisado. Para solucionar el problema se eliminaron filas y columnas de nodos sin modificar la superficie base.

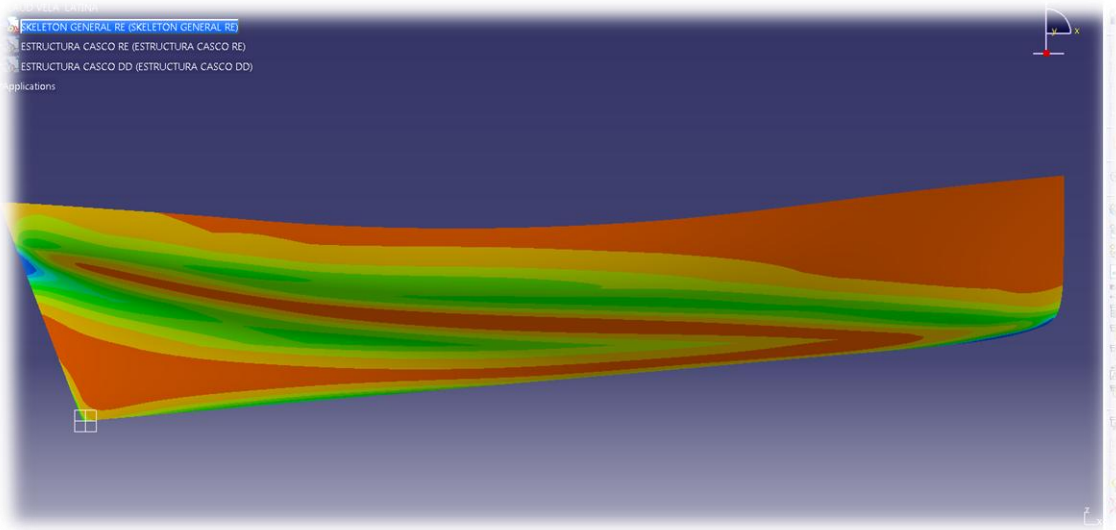


Superficie nodos base

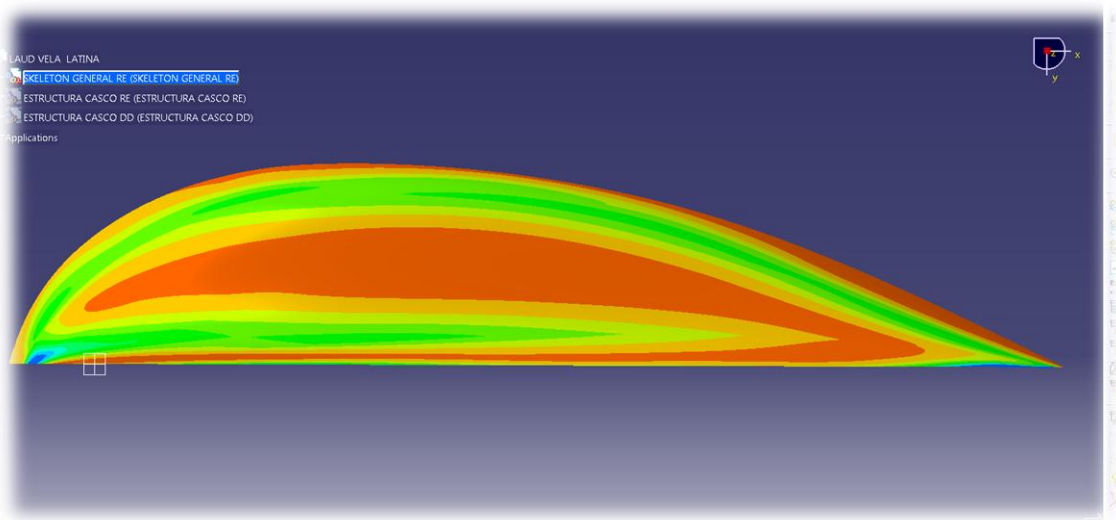


Superficie nodos simplificada

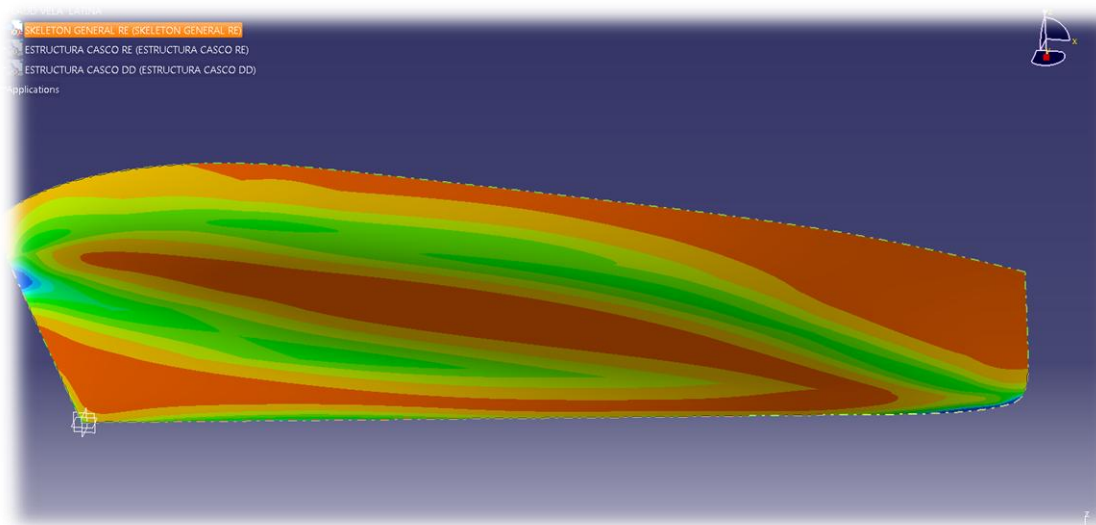
Una vez simplificada, se comienza a alisar el modelo. Esto consiste en modificar los nodos con la finalidad de disminuir los máximos y mínimos producidos por la segunda derivada de la curva formada en el casco. El alisado debe ser muy preciso, por lo que la tolerancia se realizó al milímetro y en ocasiones a la decima de milímetro.



Vista alisado 1



Vista alisado 2



Vista alisado 3



4. CONSTRUCCIÓN EN 3D DEL MODELO

4.1. JUSTIFICACIÓN DEL ESCANTILLONADO

El escantillonado de esta embarcación ha sido estudiado siguiendo las Reglas y Regulaciones para la Clasificación de Yates y Pequeñas Embarcaciones del “LLOYD’S REGISTER OF SHIPPING”, en su capítulo dedicado a la construcción de embarcaciones de madera y sus compuestos.

Las dimensiones generales de la embarcación objeto de éste estudio, son las siguientes:

Eslora total.....	10.15 m.
Eslora entre perpendiculares.....	9.88 m.
Eslora de escantillonado (L).....	10.01 m.
Manga fuera de forros (B).....	3.81 m.
Puntal de construcción (D).....	1.50 m.
Velocidad máxima (V).....	6 nudos.

El escantillonado se comprobará por las diferentes ecuaciones de este Reglamento, que están basados en las densidades estándares de las maderas utilizadas en las diferentes partes de la embarcación, con un contenido en humedad del 15%.



Estas densidades son:

varengas	}	720 kg/m ³
cuadernas		
quilla	}	640 kg/m ³
roda		
codaste		
codaste proel		
bovedilla		
forro del casco	}	560 kg/m ³
durmientes y contradurmientes		
vagras		
baos y codillos		
costados de cabina	}	430 kg/m ³
forro de cubierta		

En el caso de que se utilicen maderas de diferentes densidades a las indicadas, los valores de los espesores que se obtengan se modificarán según el párrafo 3.2.2. de éste Reglamento.

El sistema constructivo que se piensa utilizar es el transversal a base de cuadernas principales.

PIEZAS PRINCIPALES

1. QUILLA

El escantillonado de la quilla viene dado por la tabla 4.4.1., que para la eslora de la embarcación, da una sección de 190 cm².



En la embarcación se va a colocar una quilla de una sola pieza de Iroko de densidad superior a 650 kg/m^3 . y de una sección de 120 mm de anchura por 220 mm de altura que da un área de sección de 264 cm^2 , dando el mínimo exigido.

Table 4.4.1 Keel, hog, stem, sternpost and fastenings for motor, sailing and auxiliary craft

Length, <i>L</i> , m	Moulding and siding of keel				Siding and moulding of stem at heel, mm		Siding and moulding of stem at head and sternpost, mm		Diameter of bolts, mm, in	
	Sailing and auxiliary		Motor		Sailing and auxiliary	Motor	Sailing and auxiliary	Motor	Centreline structure	Keel scarph
	Moulding, mm	Siding, mm	Minimum siding of keel, mm	Sectional area of keel or keel and hog, cm^2						
6	75	150	70	80	90	75	75	75	10	8
8	90	185	80	130	105	90	90	85	10	8
10	110	220	90	190	120	110	100	95	12	8
12	125	255	105	250	140	125	115	105	14	10
14	140	285	115	310	155	140	125	115	14	12
16	160	320	125	380	170	160	140	125	16	12
18	175	355	140	450	190	175	150	140	18	12
20	195	385	150	520	205	195	165	150	20	14
22	210	410	165	600	220	210	175	160	20	14
24	230	435	180	690	240	230	190	170	20	14
26	245	455	190	770	255	245	200	180	20	14
28	260	470	205	860	270	260	215	190	20	16
30	280	480	220	950	290	280	230	200	22	18

Normativa tabla 4.4.1

2. RODA Y CODASTE

Desde el pie de roda hasta la cubierta, la roda tendrá una sección tanto en su parte inferior como en su parte superior de 120 x 120. En el codaste tendrá una sección constante de 100 x 100. La gambota continuará con la misma sección, aunque puede ir disminuyendo hasta un 75% al final de la misma. Esta sección es superior a las exigidas en la tabla 4.4.1.

En los escarpes de unión de la roda y codaste a la quilla, se utilizarán pernos de unión ó cabillas galvanizadas de 12 mm. de diámetro. La longitud del escarpe será superior a 6 veces la altura de la quilla (720 mm).



3. CUADERNAS

Las cuadernas serán del tipo armadas y con madera similar a la utilizada para los elementos estructurales anteriores.

Las cuadernas que se utilizaran están fabricadas con piezas de 60 x 65 mm. con una clara entre de cuadernas de 345 mm. y una distancia de eje a eje de las mismas de 400 mm., manteniendo su sección desde la quilla al trancanil.

Según el Reglamento que se está utilizando, el tipo de cuaderna a utilizar debe ser del tipo 1 armadas, según se indica en el párrafo 5.2.1. y 5.2.3. , ya que la embarcación, objeto del estudio, tiene un puntal menor de 2,7 m.

Siguiendo el mismo Reglamento , el escantillonado de la cuaderna y la separación entre las mismas, viene dado en la tabla 4.5.1.. En este caso y teniendo en cuenta que, el puntal de la embarcación es menor de 1,5 m., la sección mínima de la cuaderna sería de 24 x (31-24) mm. para una separación entre cuadernas de 205 mm.

Table 4.5.1 Frames for motor, sailing and auxiliary craft (see continuation)

Depth, D, m		Type 1 Bent wood frames only			Type 2 Grown frames only				Type 3 Laminated frames only		
Motor	Sailing and auxiliary	Siding, mm	Moulding, mm	Frame spacing, mm	Siding, mm	Moulding, mm		Frame spacing, mm	Siding, mm	Moulding, mm	Frame spacing, mm
						at heel	at head				
1,5	1,8	24	19	155	24	31	24	205	25	25	205
1,8	2,1	34	25	170	34	40	31	230	31	34	230
2,1	2,4	40	30	185	42	50	37	255	37	43	255
2,4	2,7	48	36	200	52	61	46	280	43	51	280
2,7	3,0	56	40	215	62	74	55	305	50	61	305
3,0	3,3	65	45	230	72	87	65	330	57	74	330
3,3	3,6	—	—	—	81	100	80	355	62	87	355
3,6	3,9	—	—	—	90	117	98	380	69	105	380
3,9	4,2	—	—	—	100	140	117	405	78	126	405

Tabla normativa 4.5.1



Debido a que la separación entre cuadernas propuesta para la embarcación es de 345 mm., la sección de la misma, deberá modificarse según el párrafo 5.3.2., el cual se tendrá que:

$$\text{Actual (sm}^2\text{)} = \text{Tabla (sm}^2\text{)} \times \frac{\text{espaciado actual}}{\text{espaciado tablas}}$$

Donde, s y m son el ancho y el alto de la cuaderna, respectivamente.

Según esto:

$$(24 \times 19^2) \times \frac{345}{155} = 19.28$$

La cuaderna propuesta, daría un (sm²)= 254.

Del mismo modo, y debido a que en las tablas la sección propuesta se basa en una madera de densidad de 720 kg/m³., y dado que se utilizará una madera de densidad 560 kg/m³., se debe modificar según el párrafo 3.2.2.

$$\text{requerido (sm}^2\text{)} = \text{tabular (sm}^2\text{)} \times \frac{\text{densidad standar}}{\text{densidad propuesta}}$$

Por lo que:

$$(24 \times 19^2) \times \frac{720}{560} = 111.39$$

Se desprende, que la cuaderna propuesta es suficiente en cualquier caso. El tipo de cuaderna propuesta se mantendrá a todo lo largo de la eslora, por lo tanto cumple con el párrafo 5.3.5.



4. VARENGAS

Se comprueba que la varenga en la zona de la quilla cumple, según la tabla 4.6.1., que su sección es suficiente.

En este caso el puntal de la embarcación es menor de 1,5 m., según esta tabla, la sección mínima requerida es de 25 x 55 mm., que según el párrafo 3.2.2., al tener diferente densidad la madera utilizada daría:

$$(25 \times 55^2) \times \frac{720}{650} = 83,762$$

Por lo tanto, la varenga 55 mm. x 150mm. de teca propuesta en esta zona también cumple.

La unión de las cuadernas a la quilla se realizará con pernos galvanizados de un diámetro mínimo de 8 mm.

Table 4.6.1 Floors for motor, sailing and auxiliary craft

Depth, D, m		Floors on grown or laminated frames							Floors on bent wood frames		
		Length of arms, mm		Strap floors, mm		Wood floors at middle line		Steel angle bars, mm	Length of arms, mm	Strap floors, mm	
Motor	Sailing and auxiliary	For $\frac{1}{3}L$ amid-ships	Beyond $\frac{1}{3}L$ amid-ships	At throat	At point	Moulding, mm	Siding, mm			At throat	At point
1,5	1,8	380	250	25 x 10	20 x 10	55	25	30 x 30 x 5	250	25 x 6	15 x 6
1,8	2,1	430	300	35 x 13	30 x 10	75	35	35 x 35 x 5	300	25 x 9	17 x 6
2,1	2,4	480	350	45 x 16	40 x 10	95	45	45 x 45 x 5	350	25 x 12	19 x 6
2,4	2,7	530	390	50 x 19	45 x 10	115	55	50 x 50 x 5	390	27 x 12	21 x 6
2,7	3,0	580	430	55 x 22	50 x 12	135	62	55 x 55 x 6	430	29 x 15	24 x 6
3,0	3,3	630	480	62 x 25	53 x 14	155	70	65 x 65 x 7	480	32 x 16	26 x 6
3,3	3,6	680	530	70 x 28	56 x 16	170	80	75 x 75 x 7	530	35 x 17	29 x 6
3,6	3,9	730	570	75 x 31	60 x 18	185	90	80 x 80 x 7	—	—	—
3,9	4,2	780	620	80 x 31	63 x 20	200	100	90 x 75 x 7	—	—	—

Normativa tabla 4.6.1



5. DURMIENTES

Los durmientes que se piensan colocar tienen una sección de 230 x 40 mm. en madera de teca de una densidad superior a 560 kg/m³. El área de dicha sección sería igual a 92 cm²., que es superior a lo indicado en la tabla 4.7.1. de éste Reglamento.

Los durmientes se sujetarán a las cuernas con pernos de 8 mm. de diámetro.

Table 4.7.1 Beam shelf and bilge stringer scantlings and fastenings for motor, sailing and auxiliary craft

Length, <i>L</i> , m	Cross-sectional area of beam shelf, cm ²		Cross-sectional area of bilge stringer, cm ²		Diameter of bolts, mm, in			Steel side keelson and bilge stringer angles, mm
	Sailing and auxiliary	Motor	Sailing and auxiliary	Motor	Arms of breast hooks	Beam shelf stringers	Hanging knees	
6	29	32	25	22	8	6	6	—
8	40	40	32	29	8	6	6	—
10	50	50	40	35	8	6	6	—
12	70	60	50	50	10	8	8	—
14	90	80	65	60	12	8	8	60 × 60 × 4,0
16	110	100	80	70	12	8	8	60 × 60 × 5,5
18	130	110	90	85	12	10	10	65 × 65 × 6,5
20	150	130	105	100	14	12	12	75 × 65 × 5,5
22	170	150	120	110	14	12	12	75 × 65 × 6,5
24	190	170	140	125	14	12	12	75 × 65 × 7,0
26	220	190	160	140	14	12	12	90 × 65 × 5,5
28	250	210	175	150	16	12	12	90 × 65 × 6,0
30	280	240	190	165	18	14	14	90 × 65 × 6,5

Normativa tabla 4.7.1

6. FORRO DEL CASCO

Se ha pensado en un forro simple a base de tablones de 200mm. de ancho por 30 mm. de espesor en madera de pino escandinavo de una densidad superior a 560 kg/m³.



El espesor del forro simple, viene determinado por la tabla 4.9.1., que para nuestra embarcación indica un espesor básico de 24 mm.

Rectificación por aumento de clara entre cuadernas. Al cambiar de 205 a 345 mm de espacio entre claras y al utilizar madera tallada... cada 38mm de aumento se suma un 1,5 mm de espesor por lo que el reglamento indica un espesor de 29.5mm

Table 4.9.1 Outside and deck planking for motor, sailing and auxiliary craft

Length, <i>L</i> , m	Basic thickness, mm	Length, <i>L</i> , m	Basic thickness, mm
6	19	20	41,5
8	21,5	22	43,5
10	24	24	45,5
12	28	26	47,5
14	32	28	50
16	36	30	52
18	39		

Normativa tabla 4.9.1

Dado que el tipo de madera que utilizaremos no difiere de la básica indicada en dichas tablas, no se modificará este espesor por este concepto.

Los topes de las tablas deberán estar espaciados, como mínimo, 1,2 m. y debe haber tres tablas de separación, como mínimo, para coincidir dos topes en el mismo eje transversal.

Los topes y las juntas deben ser calafateados y se procurará que los topes coincidan en una cuaderna. Se sujetarán a las cuadernas con al menos tres clavos galvanizados en cada tope de 6,5 mm. de diámetro.



7. BAOS

Los baos se construirán en madera de pino escandinavo de una densidad superior a 560 kg/m³. de una sola pieza y de una sección constante de 60 x 90 mm. la longitud del bao en la cuaderna maestra es de aproximadamente de 3.6 m. Se modificarán los baos 13 y 15 con una sección de 140 x 90 y en madera de teca debido a la fognadura.

La separación entre baos es de 400 mm. de centro a centro de cada bao.

Según la tabla 4.10.1. de este Reglamento, para un bao de 3.6 m. de longitud, se requiere una separación entre baos de 400 mm. y una sección de bao , en el centro , de 59 x 83 mm., para una densidad similar a la dada.

Por lo tanto, el bao propuesto cumple con los mínimos establecidos.

La cabeza de los baos deberá ser convenientemente unida a los durmientes con cola de milano ó espiches.

Table 4.10.1 Beams and hanging knees for motor, sailing and auxiliary craft (see continuation)

Length of beam, m	Spacing of ordinary beams centre to centre, mm	Ordinary beams for $\frac{1}{2}L$ amidships				Ordinary beams beyond $\frac{1}{2}L$ amidships, half beams throughout			
		At middle		At ends		At middle		At ends	
		Siding mm	Moulding mm	Siding mm	Moulding mm	Siding mm	Moulding mm	Siding mm	Moulding mm
1,8	250	30	45	30	30	26	33	26	26
2,1	275	36	53	36	36	32	40	32	32
2,4	300	41	60	41	41	36	45	36	36
2,7	325	46	66	46	46	40	50	40	40
3,0	350	51	72	51	51	43	54	43	43
3,3	375	55	78	55	55	46	58	46	46
3,6	400	59	83	59	59	50	63	50	50
3,9	425	62	88	62	62	53	66	53	53
4,2	450	66	94	66	66	56	70	56	56
4,5	475	69	99	69	69	58	74	58	58
4,8	500	72	103	72	72	61	78	61	61
5,1	525	75	108	75	75	63	82	63	63
5,4	550	79	112	79	79	65	86	65	65
5,7	575	82	117	82	82	67	91	67	67
6,0	600	85	121	85	85	69	96	69	69
6,3	625	88	125	88	88	70	100	70	70
6,6	650	91	130	91	91	71	105	71	71
6,9	675	96	137	96	96	73	112	73	73
	700	102	145	102	102	75	120	75	75

Normativa tabla 4.10.1



8. FORRO DE CUBIERTA

Se ha pensado en un forro simple a base de tablonces de 200 mm. de ancho por 30 mm. de espesor en madera de pino escandinavo de una densidad superior a 430 kg/m^3 .

El espesor del forro simple, viene determinado por la tabla 4.9.1., que para nuestra embarcación indica un espesor básico de 29.5 mm.

Dado que el tipo de madera a utilizar es superior a la básica indicada en dichas tablas, no modificaremos este espesor por este concepto, y como, la separación entre baos es inferior a la exigida, tan poco se necesitará modificarlo por este concepto.

Los topes de la tablas deberán estar espaciados, como mínimo, 1,2 m. y debe haber tres tablas de separación, como mínimo, para coincidir dos topes en el mismo eje transversal.

Los topes y las juntas deben ser calafateados y se procurará que los topes coincidan en un bao. Se sujetarán a los baos con al menos tres clavos galvanizados en cada tope de 5 mm. de diámetro.

4.2 METODOLOGÍA EN CATIA V5

Una vez obtenidas las medidas necesarias para la construcción del barco, se comienza a generar los refuerzos en 3D. El programa que servirá para dicho proceso será el llamado CATIA V5. Este programa tiene multitud de opciones de trabajo para este proceso utilizaremos el diseño asociativo.

4.2.1 ¿QUÉ ES UN DISEÑO ASOCIATIVO?

Hay tres tipos principales de diseño. Estos pueden ser mezclados.

- Partes para ensamblaje.
- En contexto, sin asociativa.
- En contexto, con asociativa



Partes para ensamblaje

Cada parte se diseña por separado, y se inserta en el conjunto. El posicionamiento se realiza entonces con las restricciones del ensamblaje. Este enfoque se prefiere para montajes mecánicos (motores, sistemas mecánicos...). La ventaja principal es la posible recopilación de componentes estándar en un catálogo.

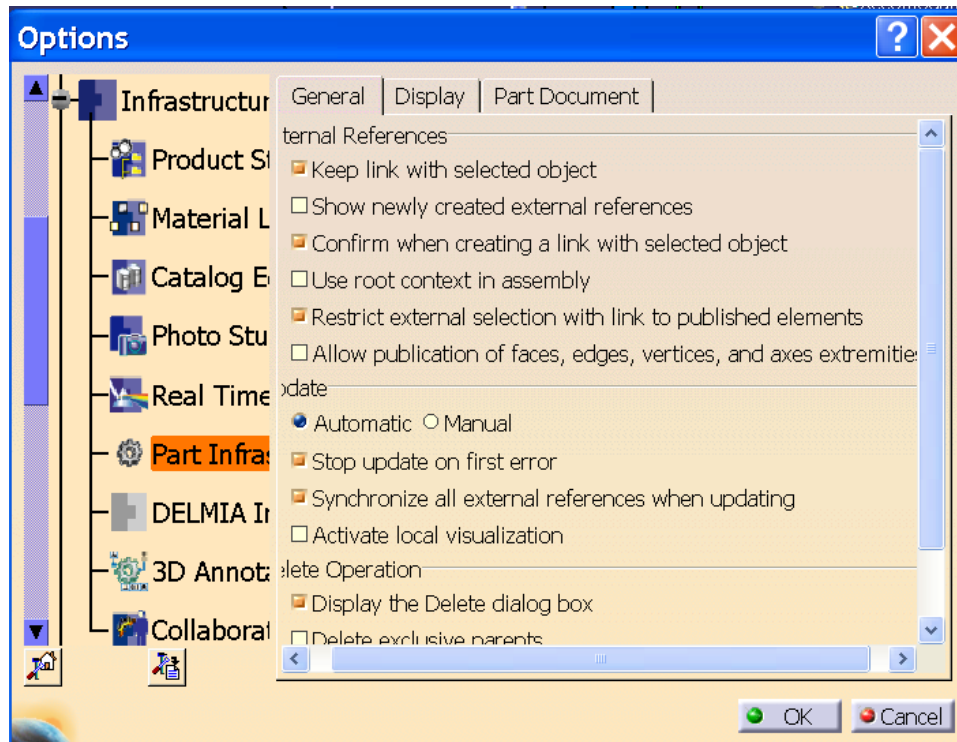
El diseño en contexto sin asociatividad

Las piezas se han diseñado en el contexto del ensamblaje. Las referencias de las limitaciones de bocetos, los límites para extrusiones, cortes... provienen del conjunto existente. Sin embargo, las geometrías no están enlazadas. Esto significa que se aconseja crear restricciones de ensamblaje, para asegurar las posiciones de los componentes, y que en caso de modificaciones, los componentes diseñados en contexto no se actualizan.

El diseño en contexto con asociatividad

Las piezas se han diseñado en el contexto del ensamblaje. Las referencias de las limitaciones de bocetos, los límites para extrusiones, cortes... provienen del conjunto existente. Debido a los vínculos entre las geometrías, las limitaciones mecánicas se definen automáticamente entre los componentes, y en caso de modificaciones del ensamblaje, las posiciones y formas de los componentes diseñados en contexto son asociativas.

Para activar este modo, es necesario establecer las siguientes opciones.



Ventana opciones CATIA V5

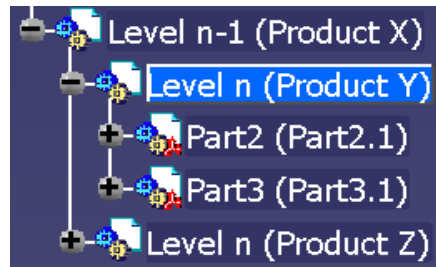
1. la activación de diseño en contexto con enlaces.
2. No mostrar las geometrías importadas.
3. Confirmación de la hora de crear enlaces externos.
4. Activar el producto abierto como contexto.
5. Restringir las referencias enlaces a geometrías funcionales.
6. Evite b-rep acceso al publicar sólo los elementos geométricos simples.

4.2.2. METODOLOGÍA DEL DISEÑO ASOCIATIVO

4.2.2.1. GLOSARIO

- Nivel de montaje

En este documento, el nivel de “n” del conjunto será un subconjunto del nivel “n-1”.
Las partes del nivel de ensamblado “n” son de nivel “n+1”.



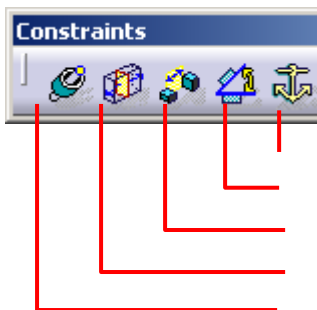
Nivel de montaje

- Grado de libertad “y restricciones

El movimiento posible de un componente puede ser:

Traslaciones: a lo largo de X, Y, Z y Rotaciones: alrededor de X, Y, Z. Cada uno de estos movimientos 6 posibles se llama “grado de libertad” (DOF)

Es posible restricción de los componentes de bloquear uno o más grados de libertad



Solución: Bloquear los 6 GDL.

El ángulo entre dos caras: Bloque 1 de traslaciones y rotaciones 2

Distancia entre 2 caras: Bloque 1 traslaciones y la rotación de 2

Superficie de contacto: Depende de la forma de la cara

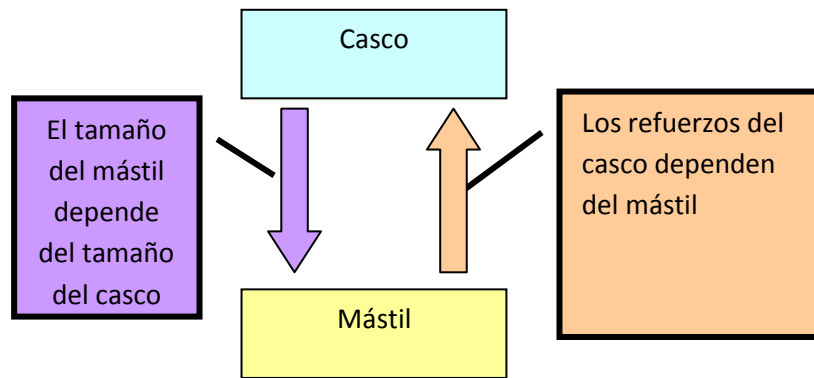
La coincidencia del eje: Bloque 2 traslaciones y la rotación de 2

.....

No es posible más que un componente de restricción. Esto significa que no es posible el bloqueo de más de 6 GDL.

- Bucles de diseño

Diseño con vínculos asociativos, significa tener un comportamiento heredado de la permanente referencia a la parte de diseño. Se crea un bucle si la referencia tiene que ser modificado a partir de la parte diseñada.

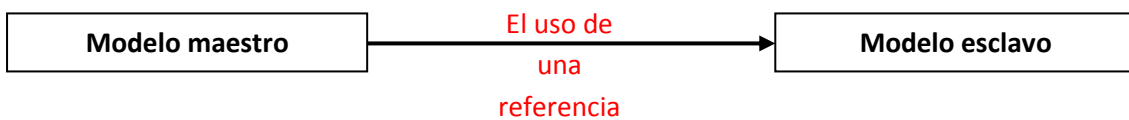


Bucles de diseño

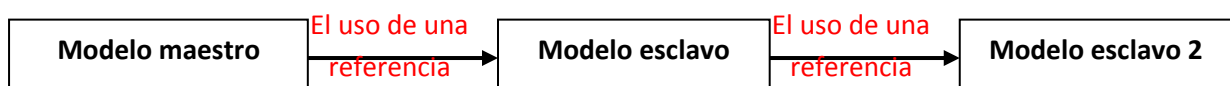
4.2.2.2. LIMITACIONES DEL DISEÑO ASOCIATIVO SIN METODOLOGÍA

- La complejidad de los vínculos de diseño dentro de un ensamblaje

Es muy fácil de controlar la influencia de los enlaces de diseño entre dos componentes, cuando sólo una referencia geométrica del modelo maestro es utilizada por el modelo de esclavo.

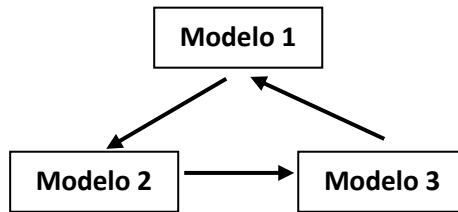


Se mantiene simple en caso de enlaces de cadena, en un ensamblaje lineal.

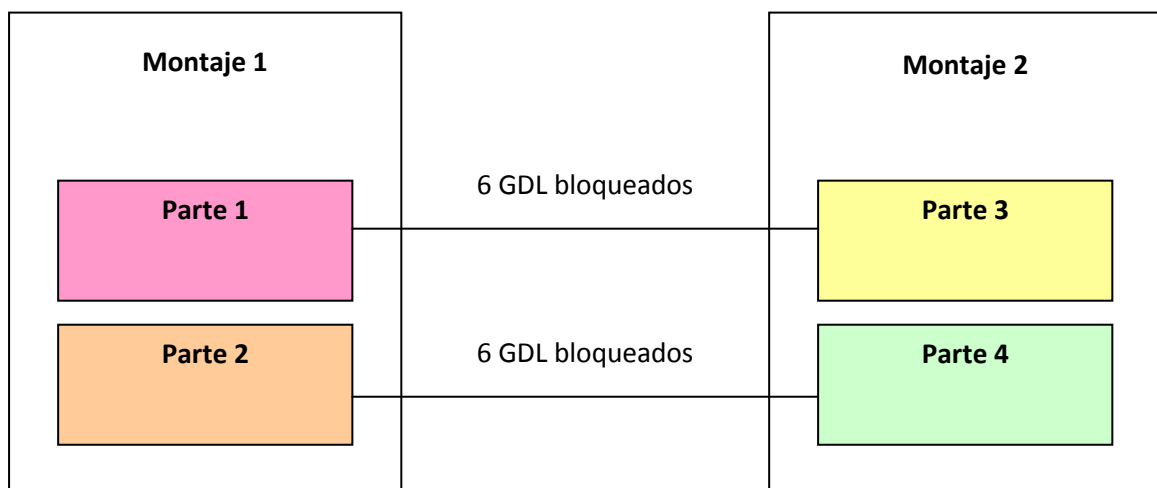




Los riesgos de bucles debidos a los vínculos de diseño crecer si los enlaces no son lineales y única entre los componentes.

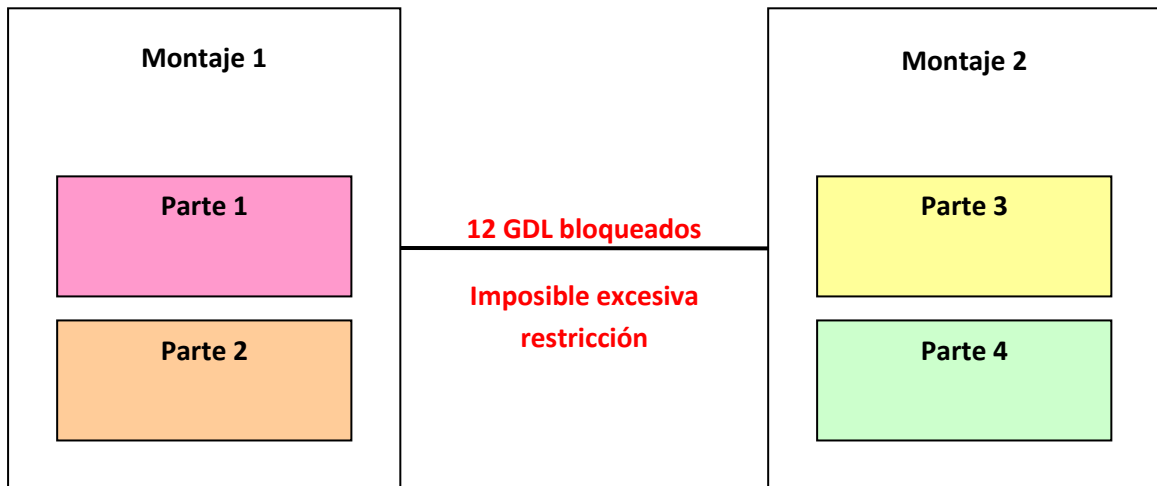


- Restricciones de ensamblaje entre dos subconjunto





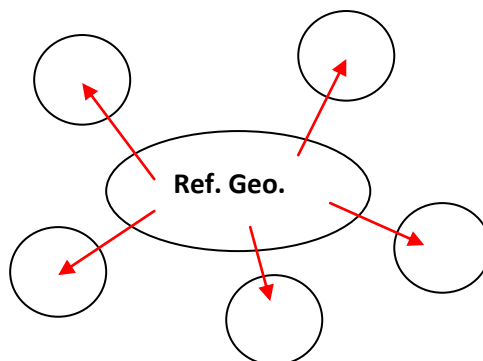
Equivalente a:



4.2.2.3. DISEÑO ASOCIATIVO DEL CONTEXTO: METODOLOGÍA

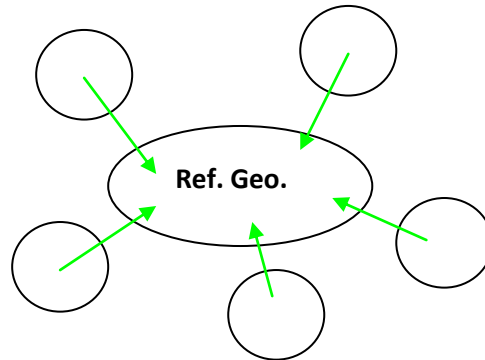
La metodología consiste en:

La centralización de la información de conducción en una parte de cada conjunto, para facilitar la comprensión de la estructura, y evitar los bucles de diseño entre las piezas de un ensamblaje. Todos los enlaces vienen de la parte misma referencia.

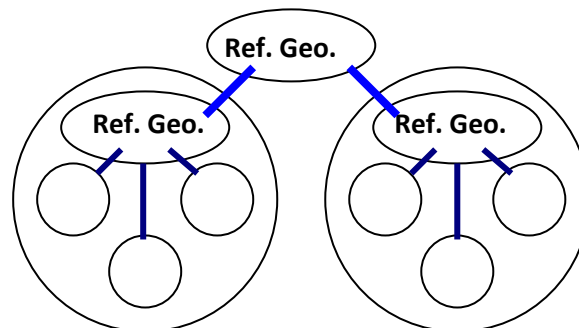




Preferir las restricciones de ensamblaje dentro de un conjunto único con la parte del ensamblado que contiene la conducción y geometrías de referencia. Así se evitará el exceso de restricciones de los componentes dentro de un conjunto.



Los conjuntos de nivel n se ven limitados por vínculos de diseño o restricciones de ensamblaje en las geometrías de referencia (n-1) de nivel.



La geometría de referencia es una parte que contiene todas las geometrías funcionales o parámetros de conducción del conjunto dedicado / sub-conjunto. Cada conjunto tiene una referencia propia parte geometrías, llamada “esqueleto”. Los esqueletos de nivel n heredan la información (por copiar / pegar con enlaces) del esqueleto de nivel (n-1).



4.2.2.4. MECANISMO DE PUBLICACIÓN.

- Definición de publicación.

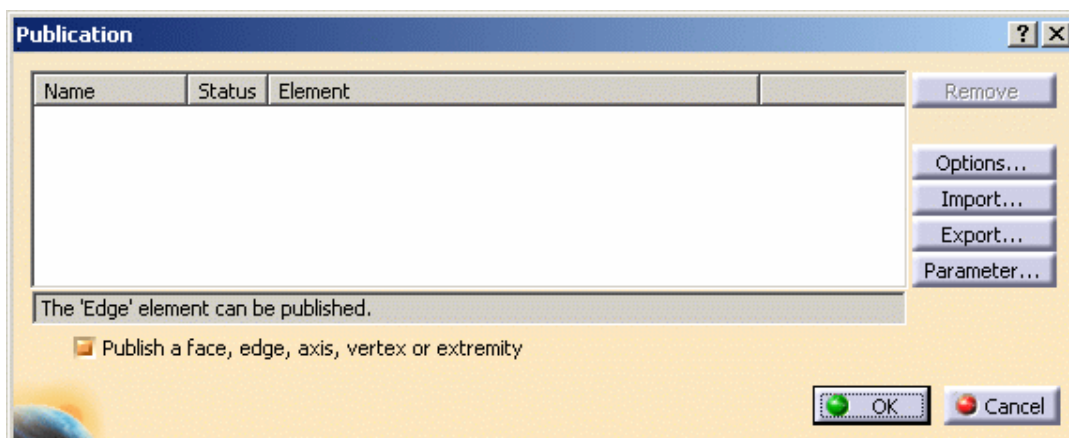
Es posible publicar los siguientes elementos:

- Puntos, líneas, curvas, planos.
- Bocetos.
- Cuerpos (Seleccionando las características del cuerpo al que pertenece).
- Formas generadas características del diseño (superficies extruidas, las compensaciones, uniones, etc.).
- Parámetros.
- Los sub-elementos de elementos geométricos: cuando está encendido, la opción Publicar una cara, arista, vértice o punta le permite seleccionar directamente las caras, aristas, vértices, ejes, extremidades. (Definitivamente no es recomendable).
- Características de las partes de los cuerpos.

La publicación se asigna un nombre único en la entidad publicado, que será su identificador único. Este identificador obtendrá automáticamente el lugar que se utiliza, en el contexto de un conjunto (nivel de ensamblado, nombre de la pieza, el nombre de instancia...). Se hace este identificador totalmente único en un ensamblaje.

- Como publicar un elemento

Seleccionar Tools/Publication.



Ventana publicación



Seleccione el elemento geométrico a publicar y editar el nombre predeterminado dado al elemento publicado.

- Publicación del valor añadido

Reconstrucciones automáticas de enlaces y restricciones de ensamblaje, publicado en el elemento de los componentes sustituidos.

Muy fácil de reconstruir enlaces en caso de cambios en el contexto del diseño (copiar / pegar en una nuevo ensamblaje)

Fácil manejo de múltiples entidades (volúmenes sólidos son múltiples superficies entidades o geometrías B-Rep).

A su lado, las publicaciones permiten almacenar en un lugar identificado en el árbol, toda la información funcional, entonces tener un conocimiento muy fácil del modelo.

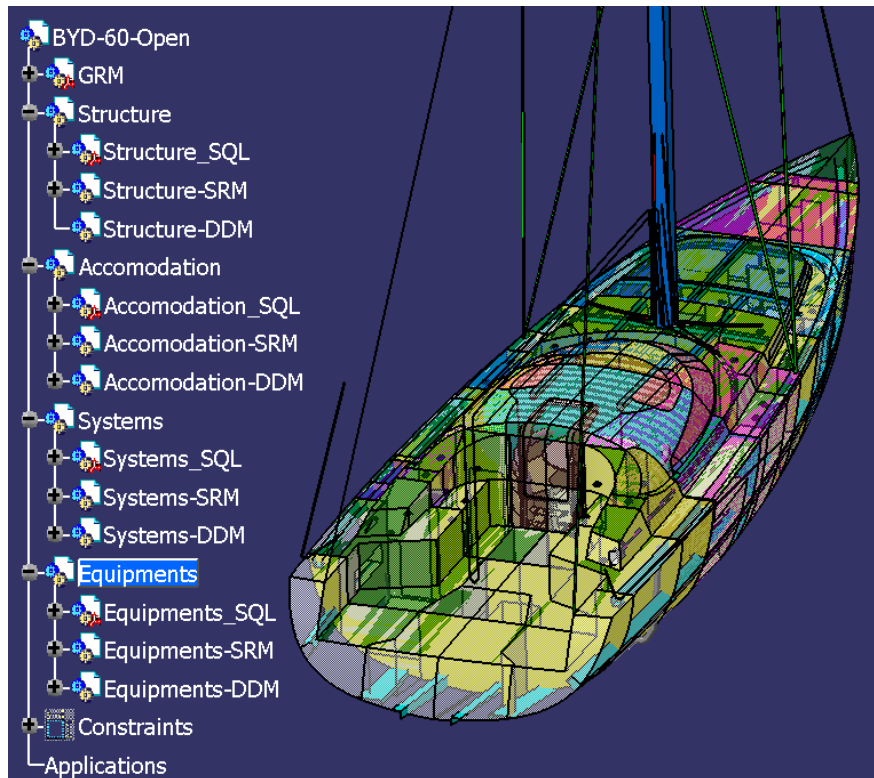
- Publicación y metodología del esqueleto

Es aconsejable publicar todos los elementos de los esqueletos señalado por el diseño de enlaces contextuales.



4.2.3. METODOLOGÍA EN EL ESQUELETO Y PASOS A SEGUIR.

4.2.3.1. ORGANIZACIÓN DEL PRODUCTO



Vista organización

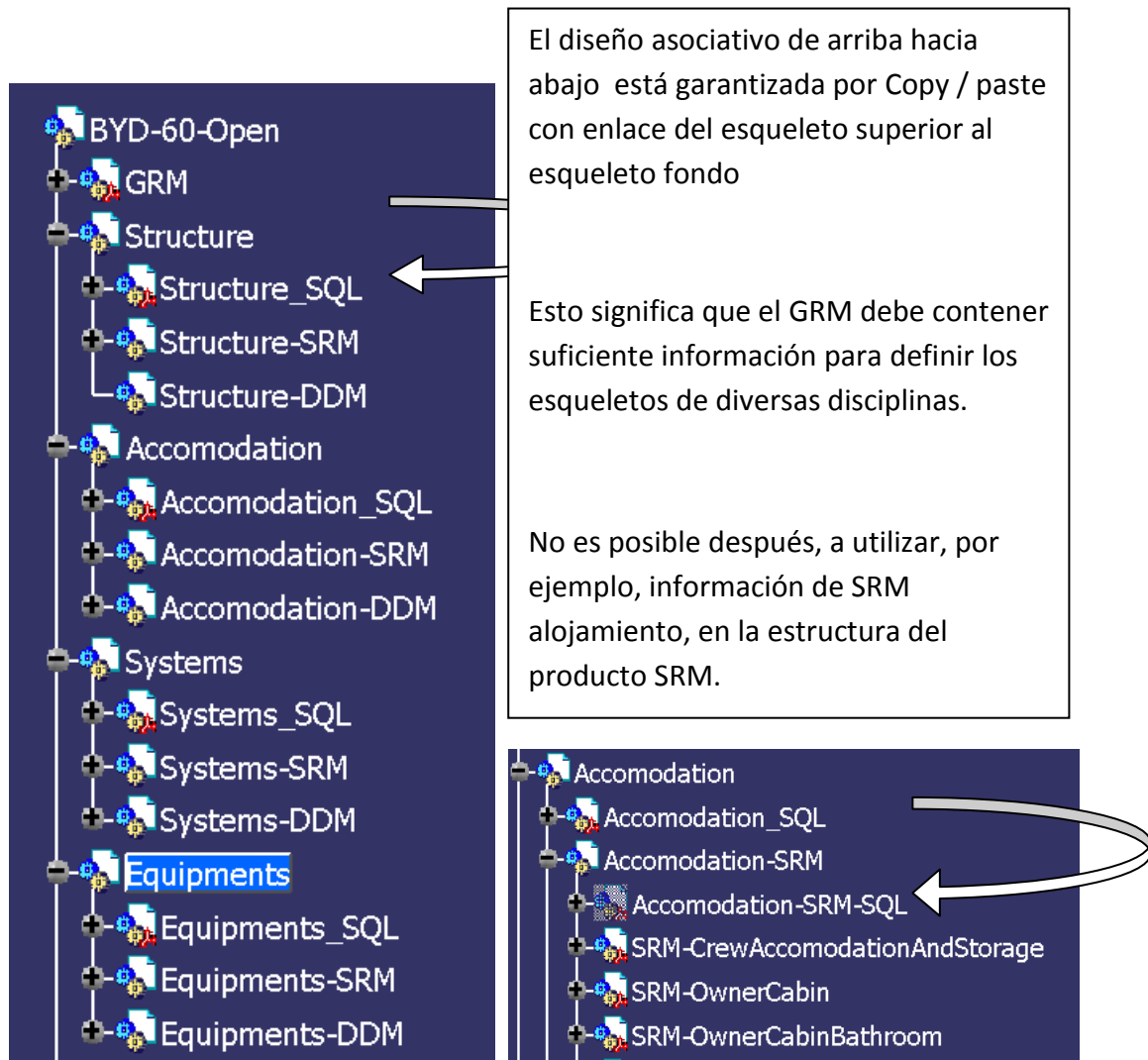
Teniendo en cuenta las necesidades del proyecto maduran progresivamente, y el diseño de las necesidades de la metodología de contexto, se hace necesario seguir estrictamente la estructura del proyecto anterior.

La madurez progresiva del proyecto comienza con la definición de las referencias geométricas, construido en una sola pieza, conduciendo todo el conjunto. Esta parte es la única GRM que es de hecho el esqueleto proyecto.



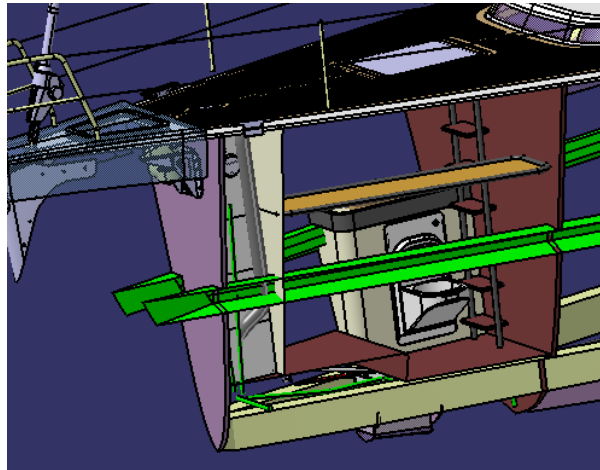
4.2.3.2. DISEÑO ASOCIATIVO PARA EL USO DEL ESQUELETO DE ARRIBA ABAJO.

Entonces cada subconjunto (la mayoría de las veces, Estructura, Diseño, Sistemas y Equipos), se divide en dos subconjuntos, uno que contiene las reservas de espacio, y el otro el diseño detallado. Estos dos subconjuntos se definen en su esqueleto ensamblaje padre.





4.2.3.3. DISEÑO DETALLADO MULTIDISCIPLINAR.



Vista diseño detallado

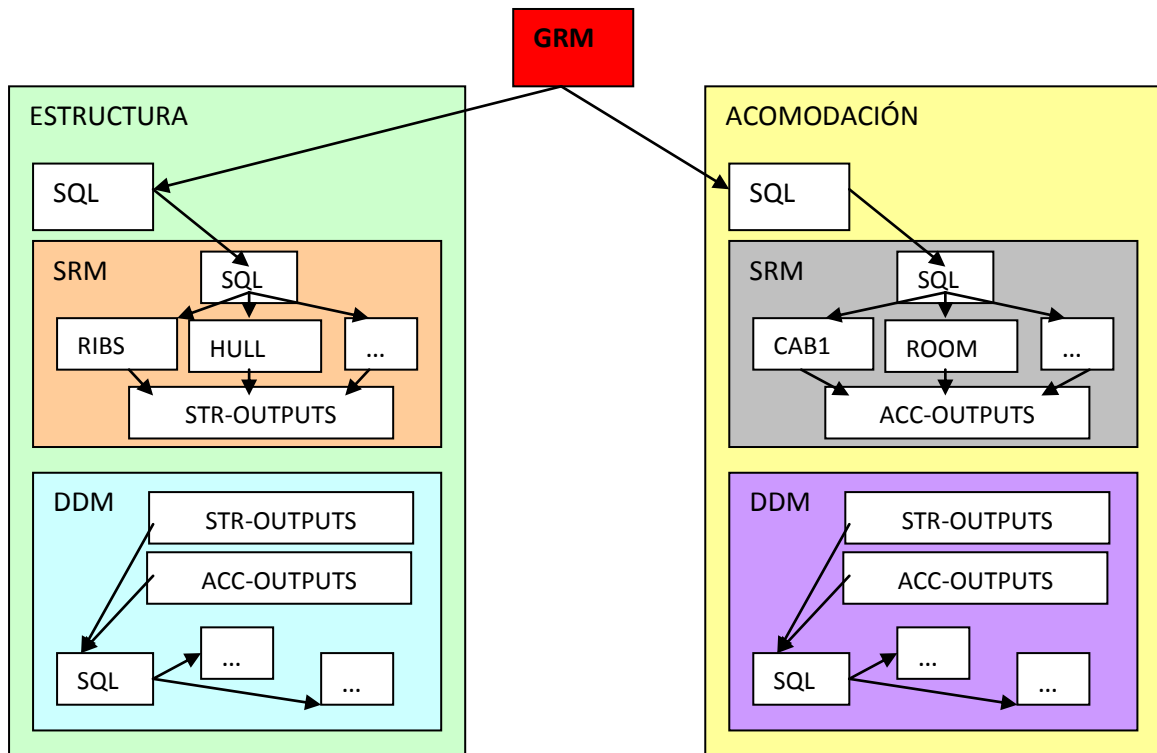
El diseño detallado a nivel local va a utilizar información procedente de la estructura, los sistemas, equipos, alojamiento

Por ejemplo, un tubo puede ir a través de la madera contrachapada. Y esta madera contrachapada sigue la forma de los nervios de la estructura.

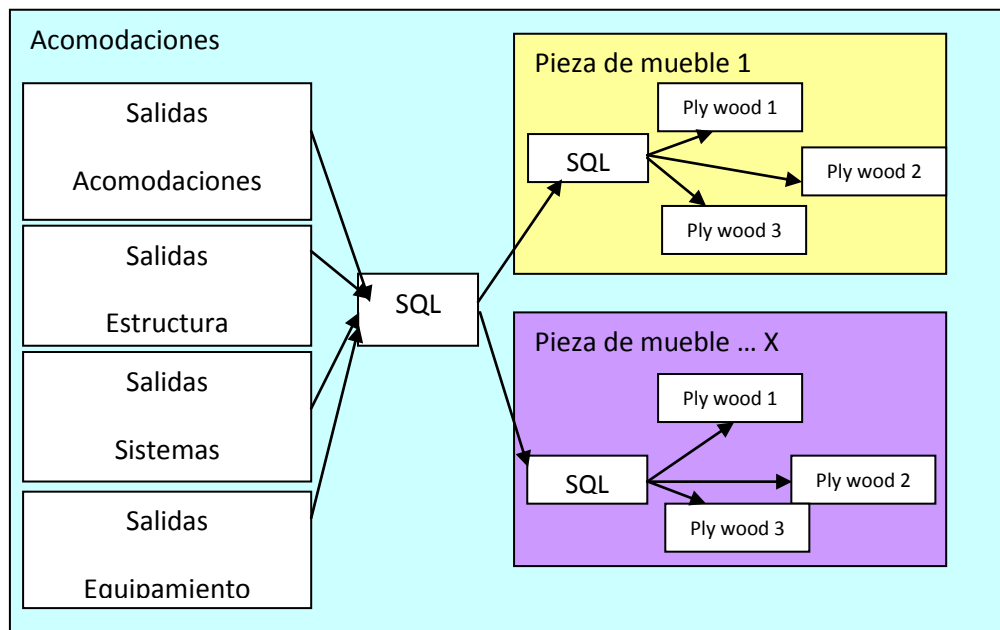
En este caso, la inicial de arriba hacia abajo no es compatible, debido a los vínculos transversales multidisciplinares. (Es posible, con un GRM muy complejo, pero no es industrial).

La solución es crear una "salida" parte en todos los productos SRM, donde se copian todas las salidas de la SRM.

Luego, en cada producto DDM, una copia de estas piezas salidas se hará, y el esqueleto de cada producto DDM se hará de copias de estos productos.



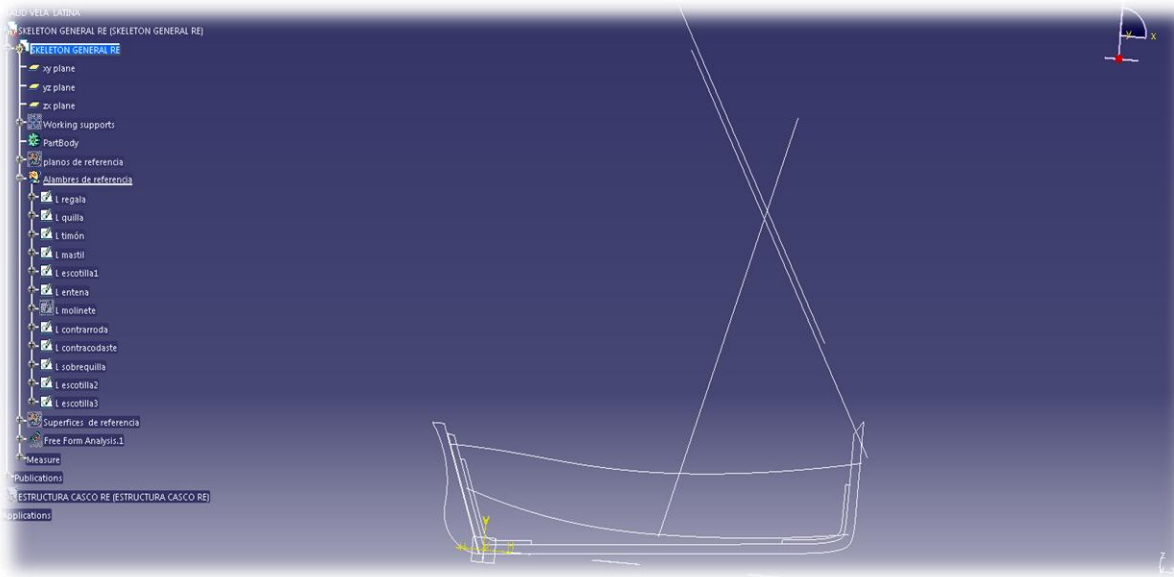
Finalmente el DDM tendrá la siguiente estructura, por ejemplo para el alojamiento:



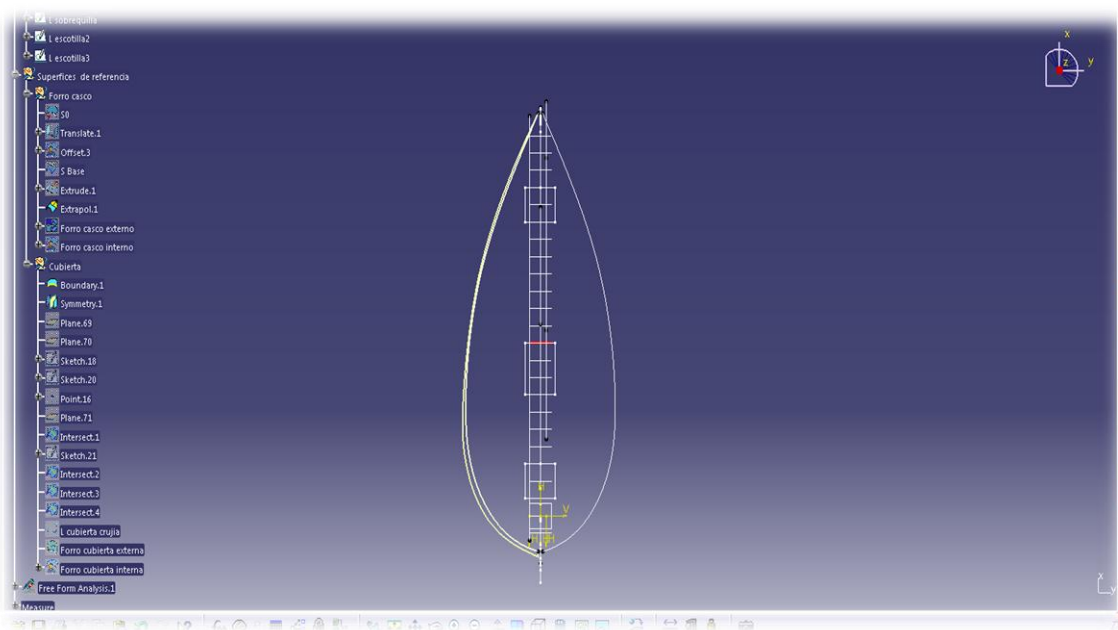


Existen multitud de formas de realizarlo. Se ha optado por utilizar una metodología en la que destacan tres pasos importantes.

1º Creación de un producto llamado “ESQUELETO GENERAL”, en el que se muestran las líneas, planos y superficies que servirán de guía para la construcción de los distintos elementos.



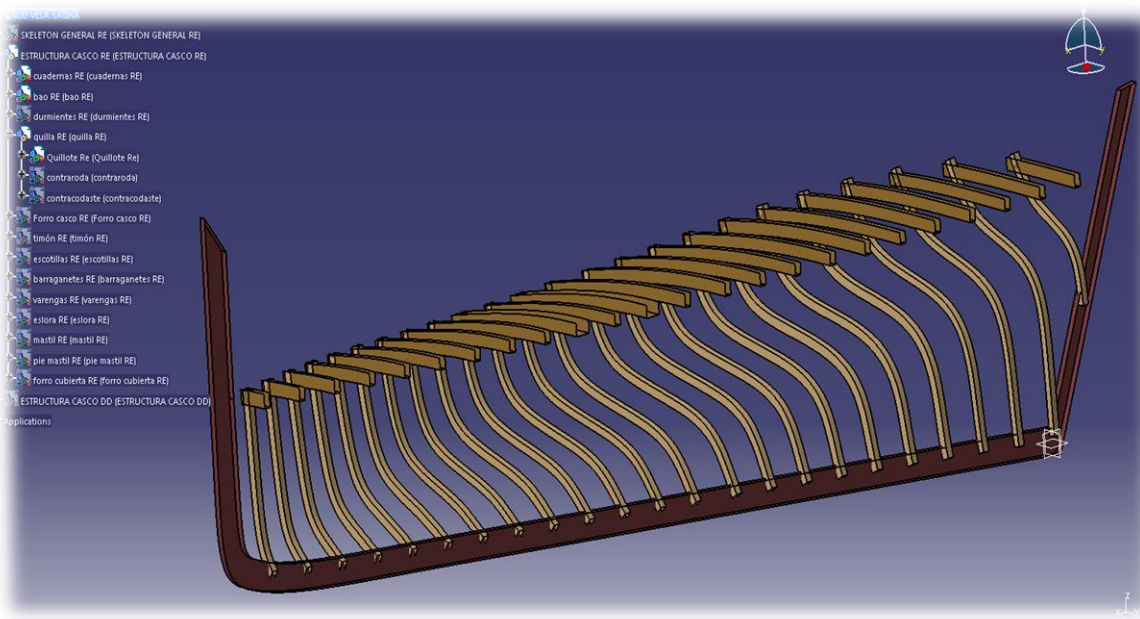
Vista esqueleto general 1



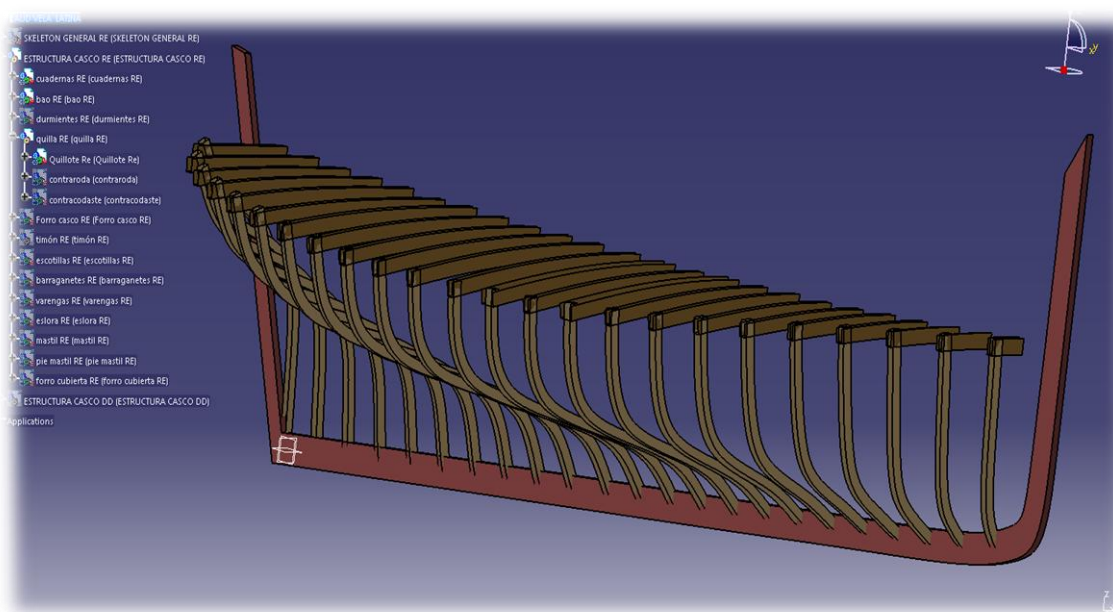
Vista esqueleto general 2



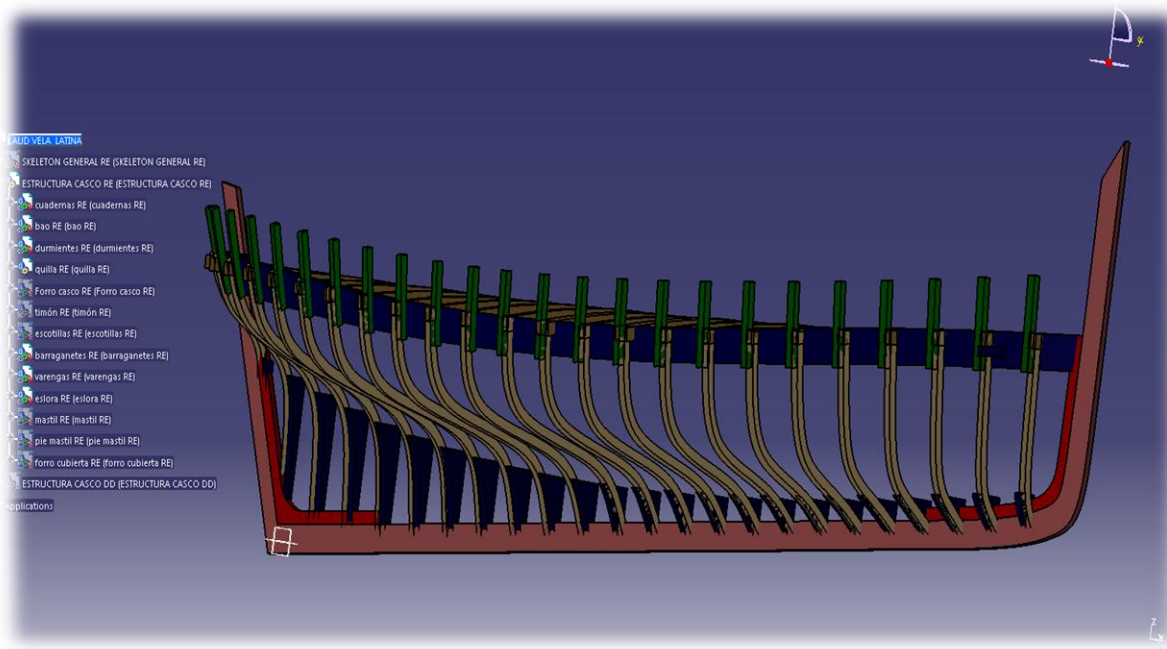
2º Creación de un producto llamado “ESTRUCTURA CASCO RE”, donde por medio del esqueleto general se comienza a generar las reservas de espacio de los refuerzos con extrusiones o comando semejantes. Otra opción más correcta hubiera sido crear un esqueleto de referencia propio pero debido a que se carece de otras disciplinas (habilitación, tuberías, etc.) no es necesario.



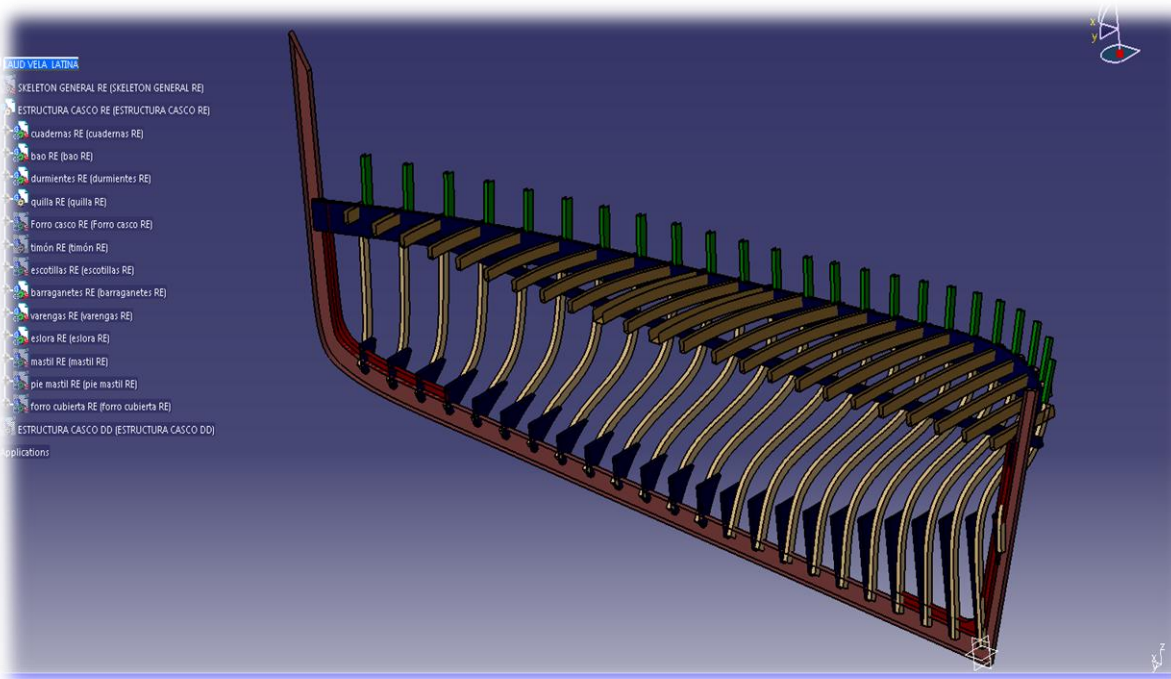
Vista estructura casco RE 1



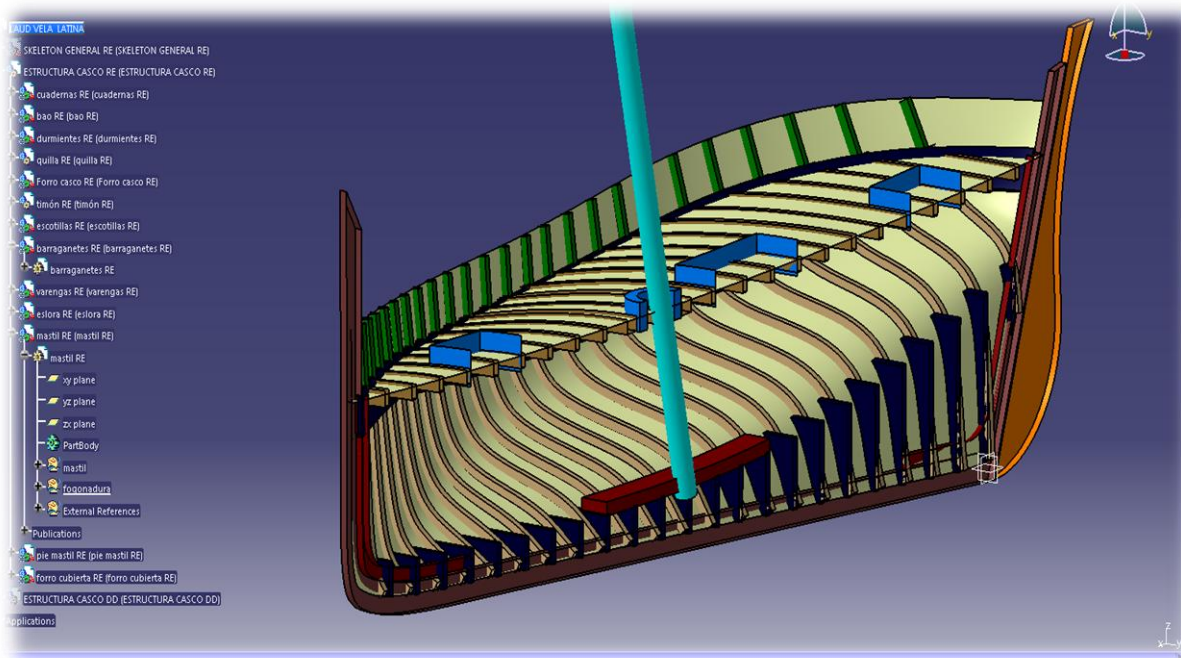
Vista estructura casco RE 2



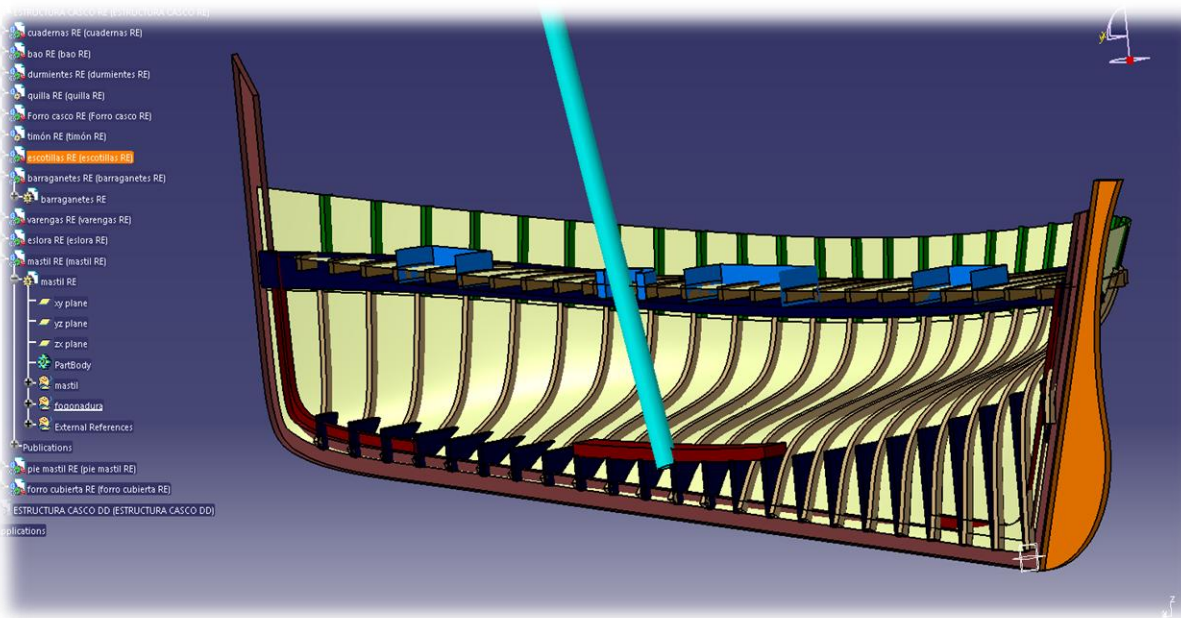
Vista estructura casco RE 3



Vista estructura casco RE 4



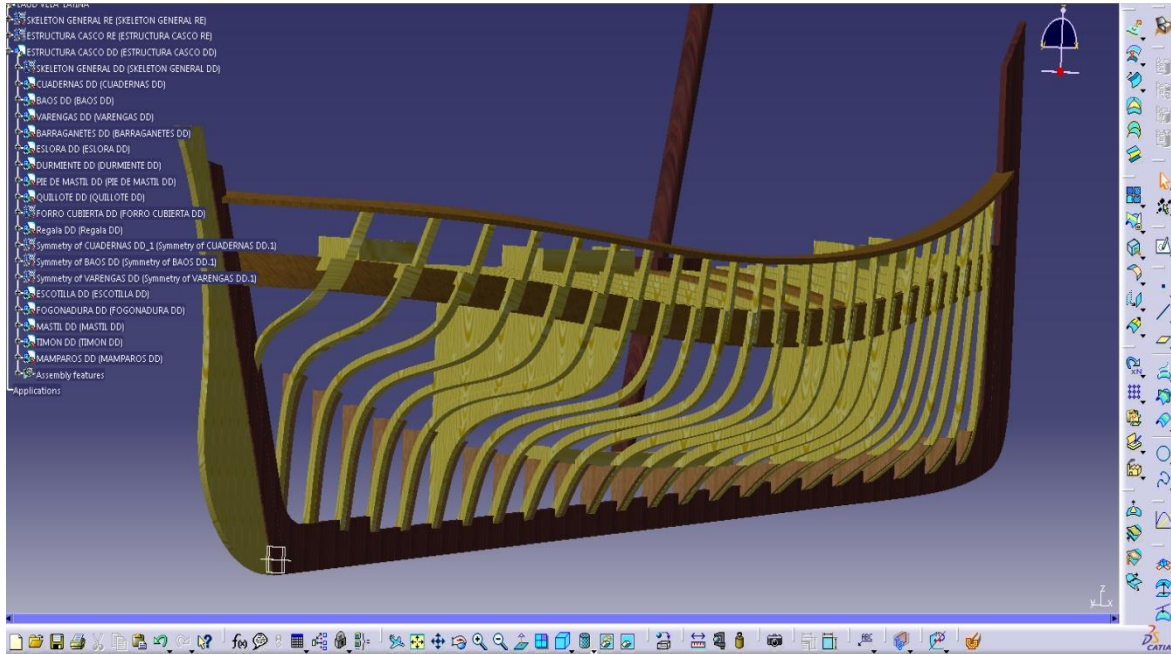
Vista estructura casco RE 5



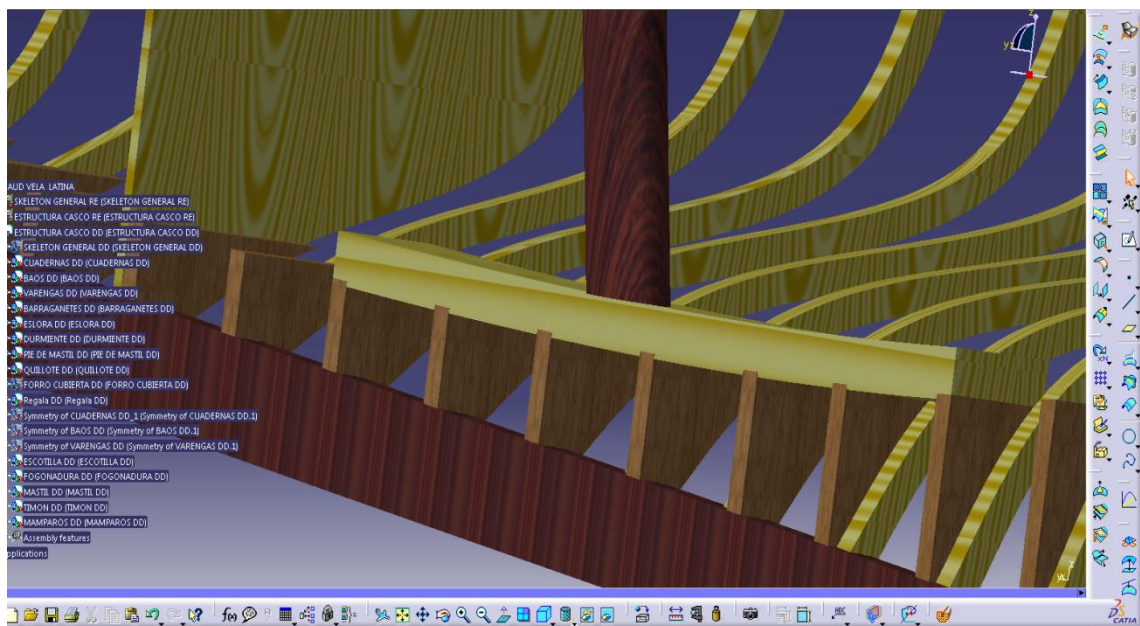
Vista estructura casco RE 6



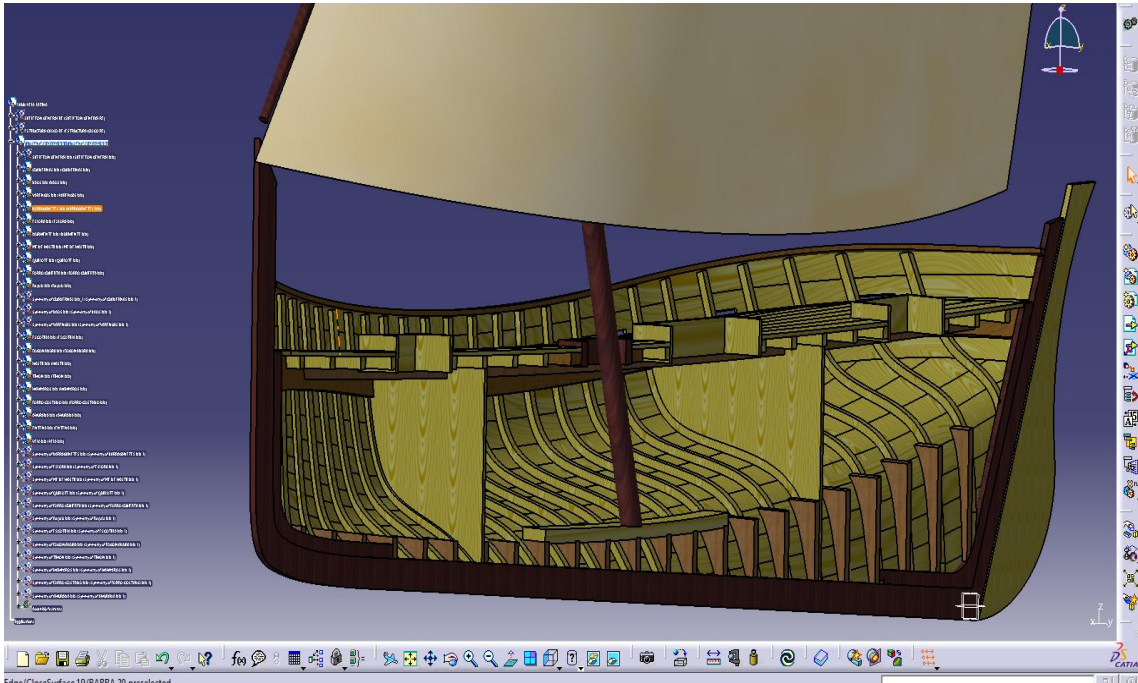
3º Creación de un producto llamado “ESTRUCTURA CASCO DD”, en el que se utilizan los elementos publicados de la estructura casco RE y se realizan las uniones entre ellos. Este proceso se le denomina diseño detallado, y finaliza con la formación de sólidos.



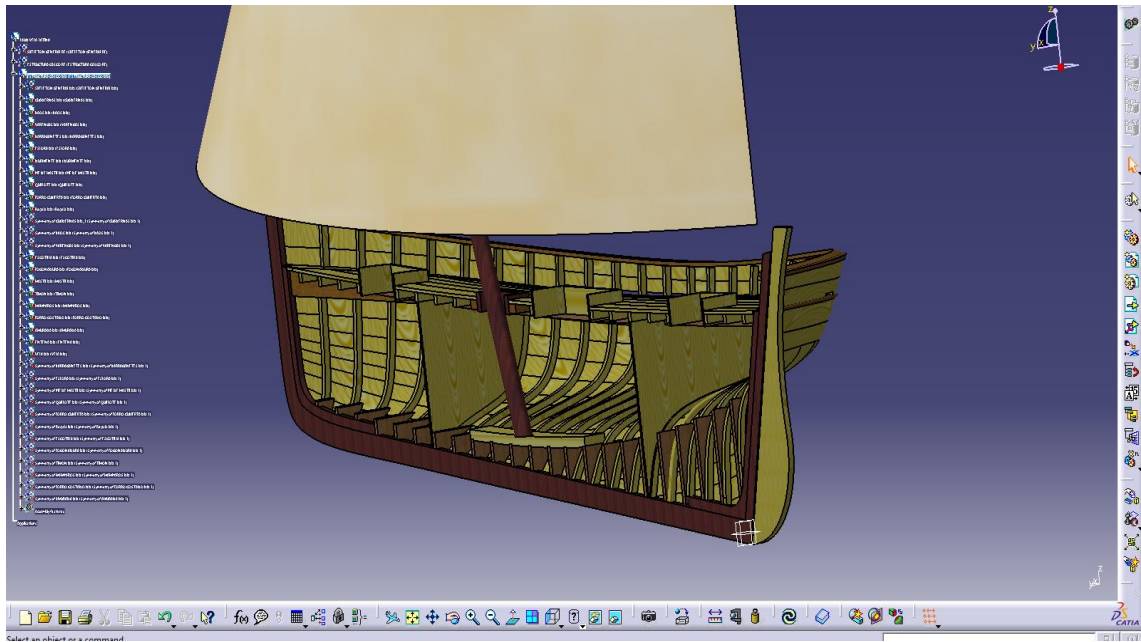
Vista estructura casco DD 1



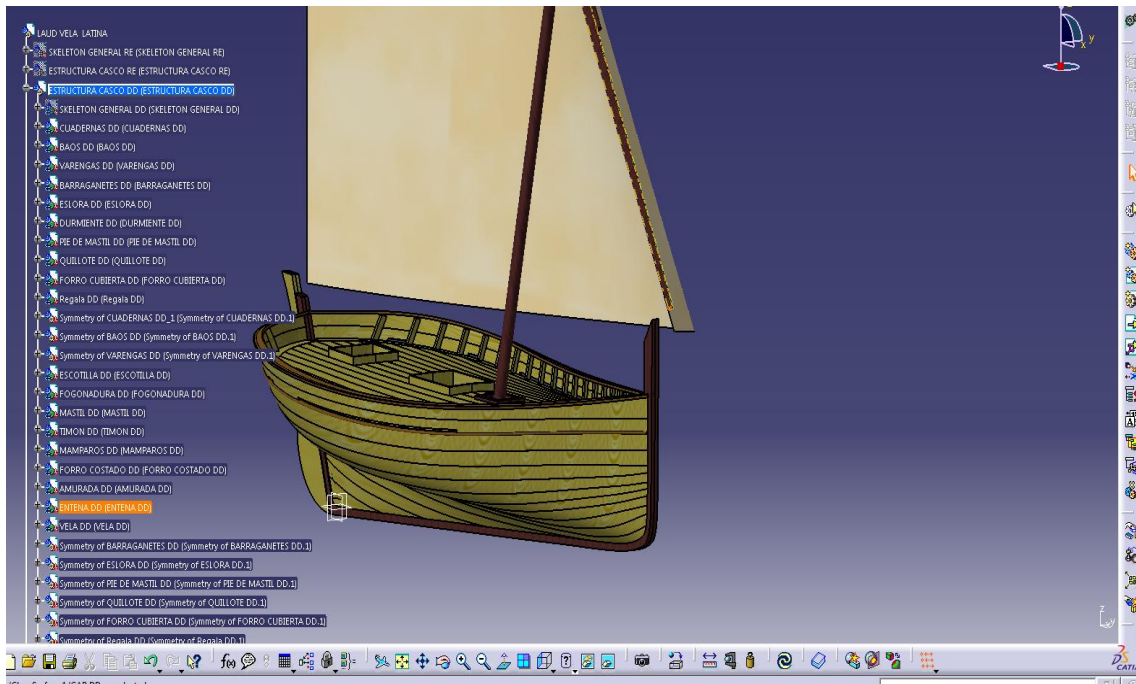
Vista estructura casco DD 2



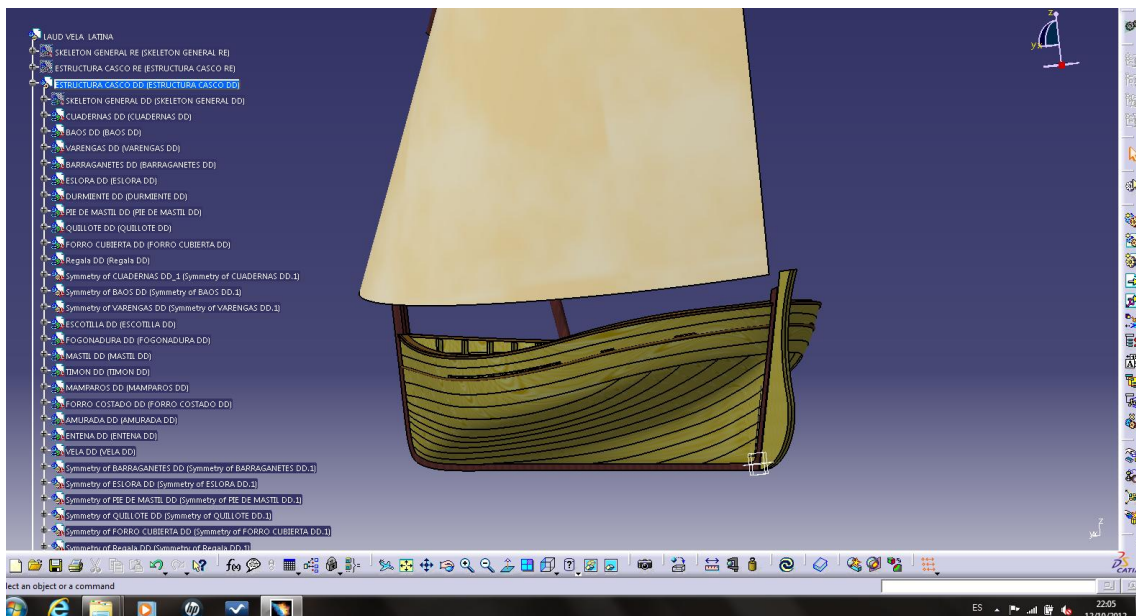
Vista estructura casco DD 3



Vista estructura casco DD 4



Vista estructura casco DD 5



Vista estructura casco DD 6



5. PESOS Y CURVAS HIDROSTÁTICAS DEL PROYECTO

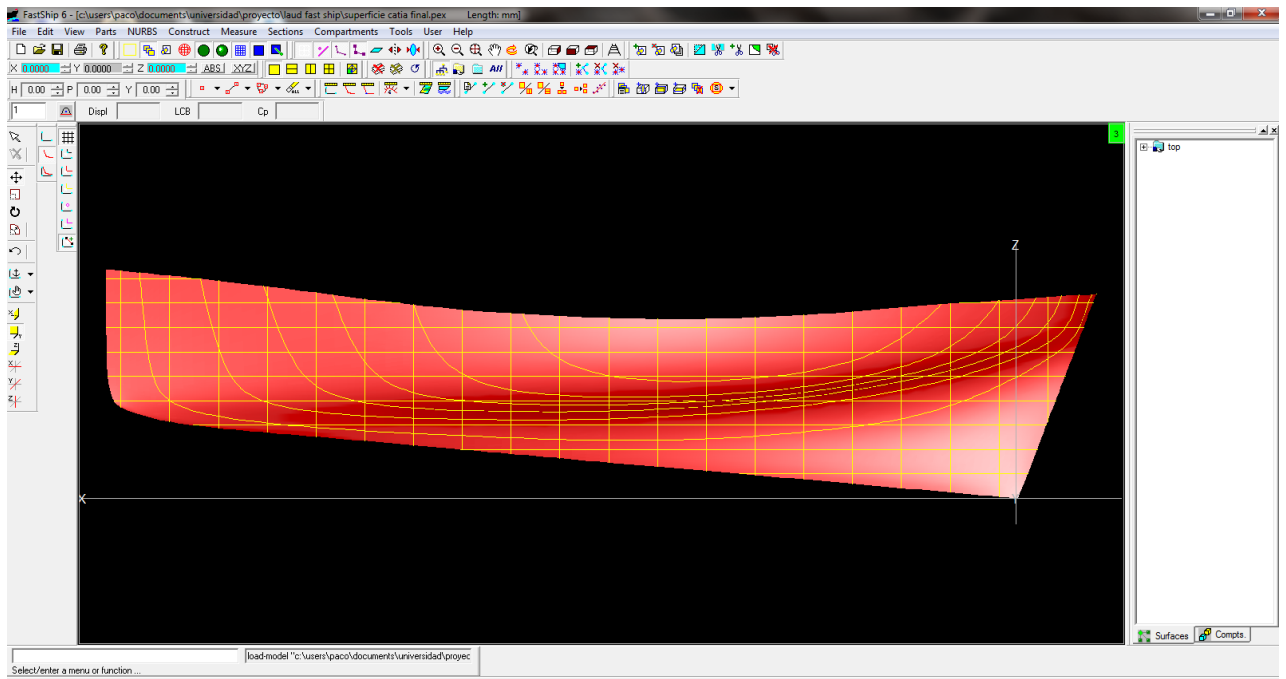
5.1. PESOS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

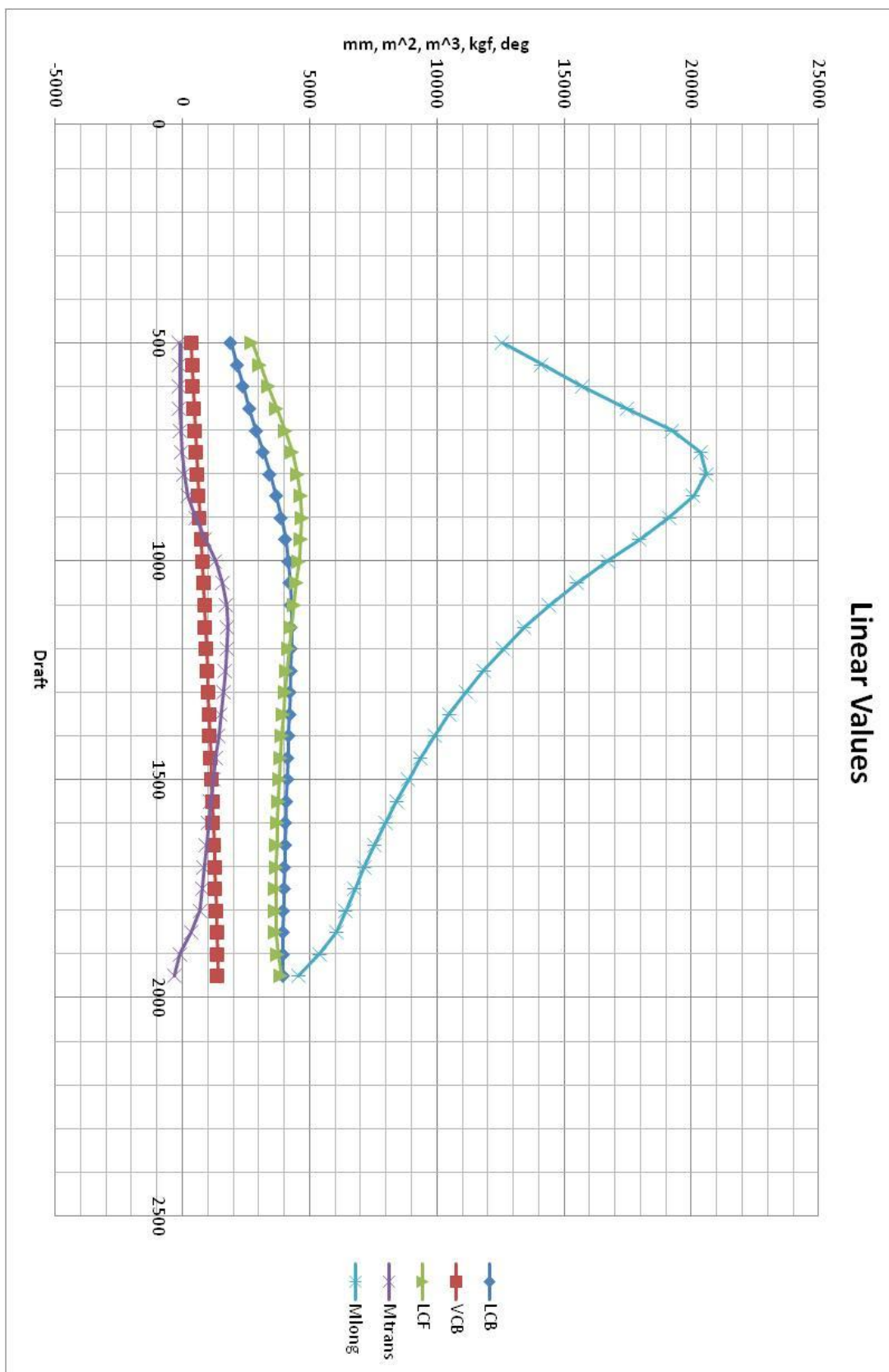
ELEMENTOS	PESOS (Kg)
Cuadernas	186,288
Varengas	124,43
Baos	207
Quillote	311,462
Barraganetes	42,35
Regala	82,178
Durmiente	126,506
Eslora	62
Escotillas	38,22
Fogonadura	20
Forro cubierta	415,526
Forro costado	794,71
Timón	70,922
Mástil	166,653
Entena	257,886
Pie de mástil	56,622
Mamparos	78,544
Forro amurada	120,068
Total Peso barco	3161,365

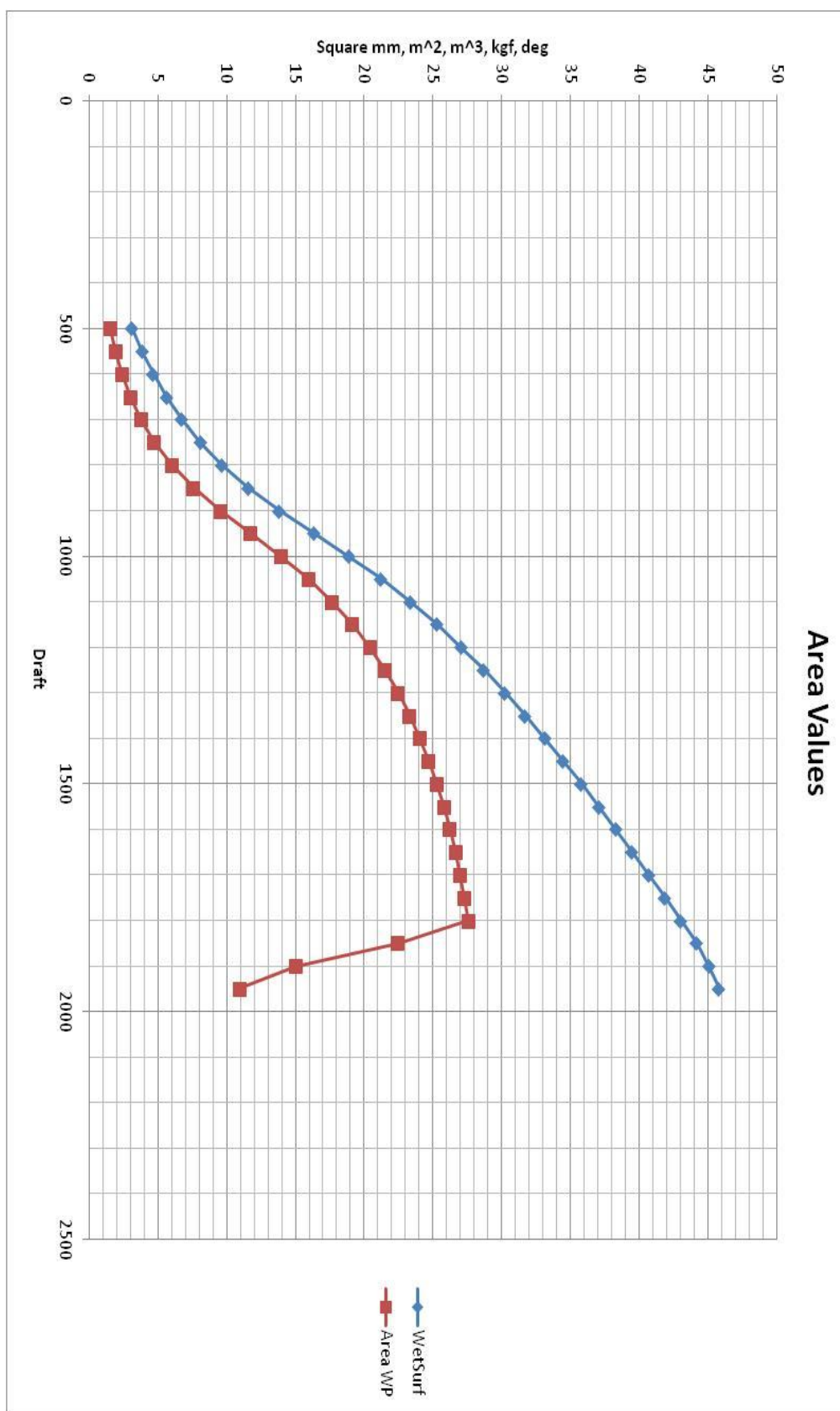


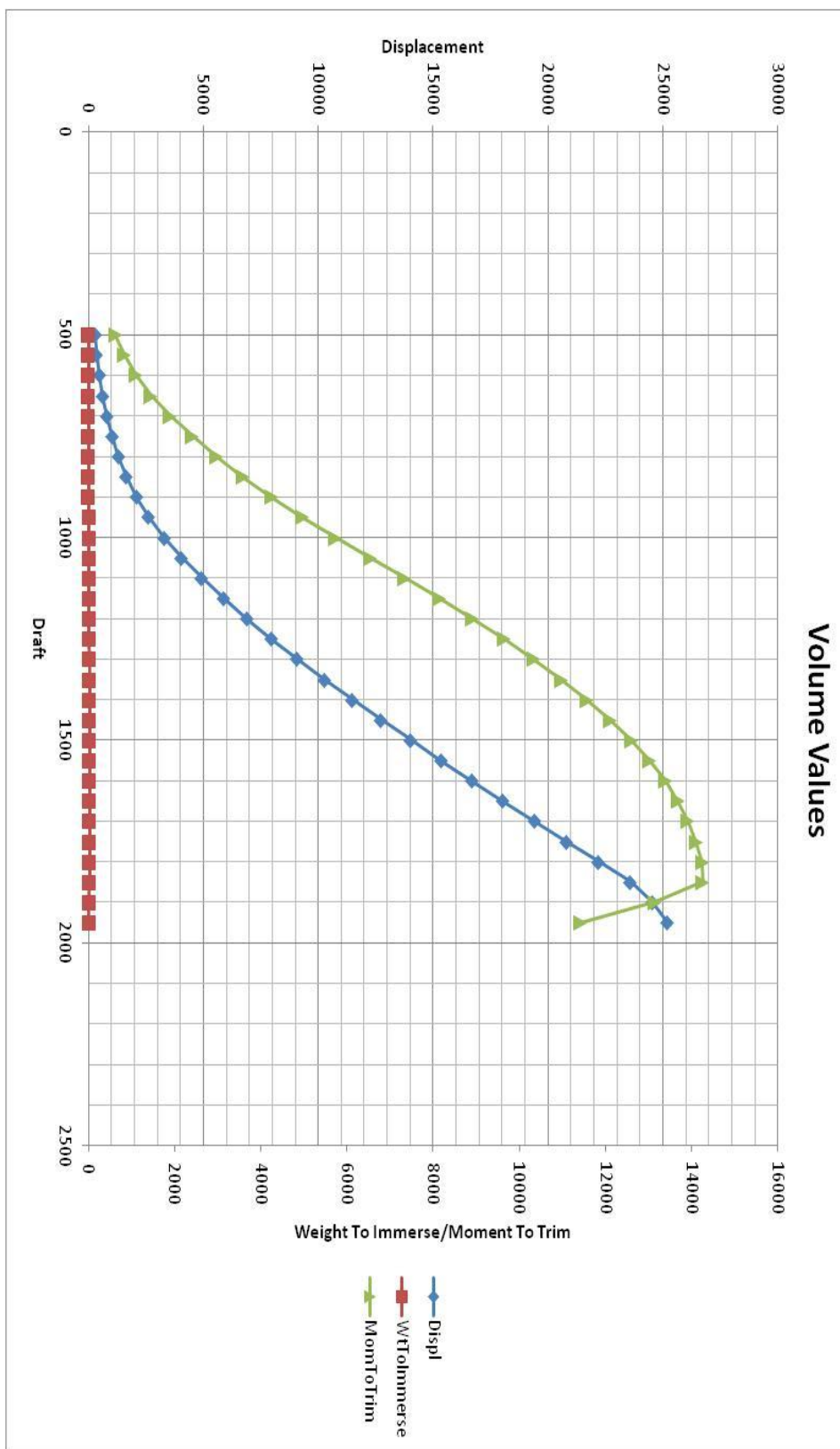
5.2. CURVAS HIDROSTÁTICAS

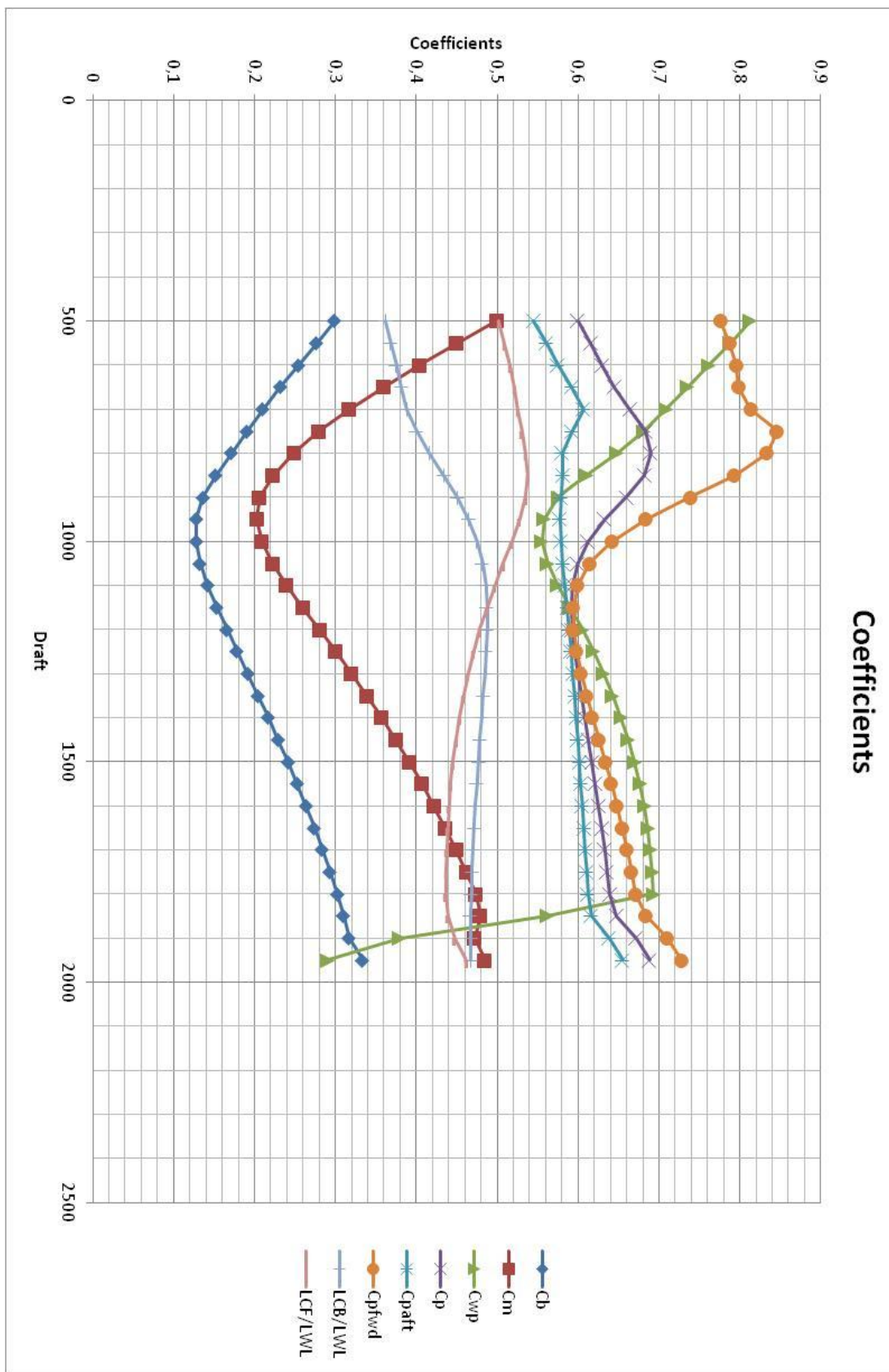
Para calcular las curvas hidrostáticas se ha optado por utilizar el programa FastShip. Introduciendo la superficie IGES, se ha obtenido la siguiente información.

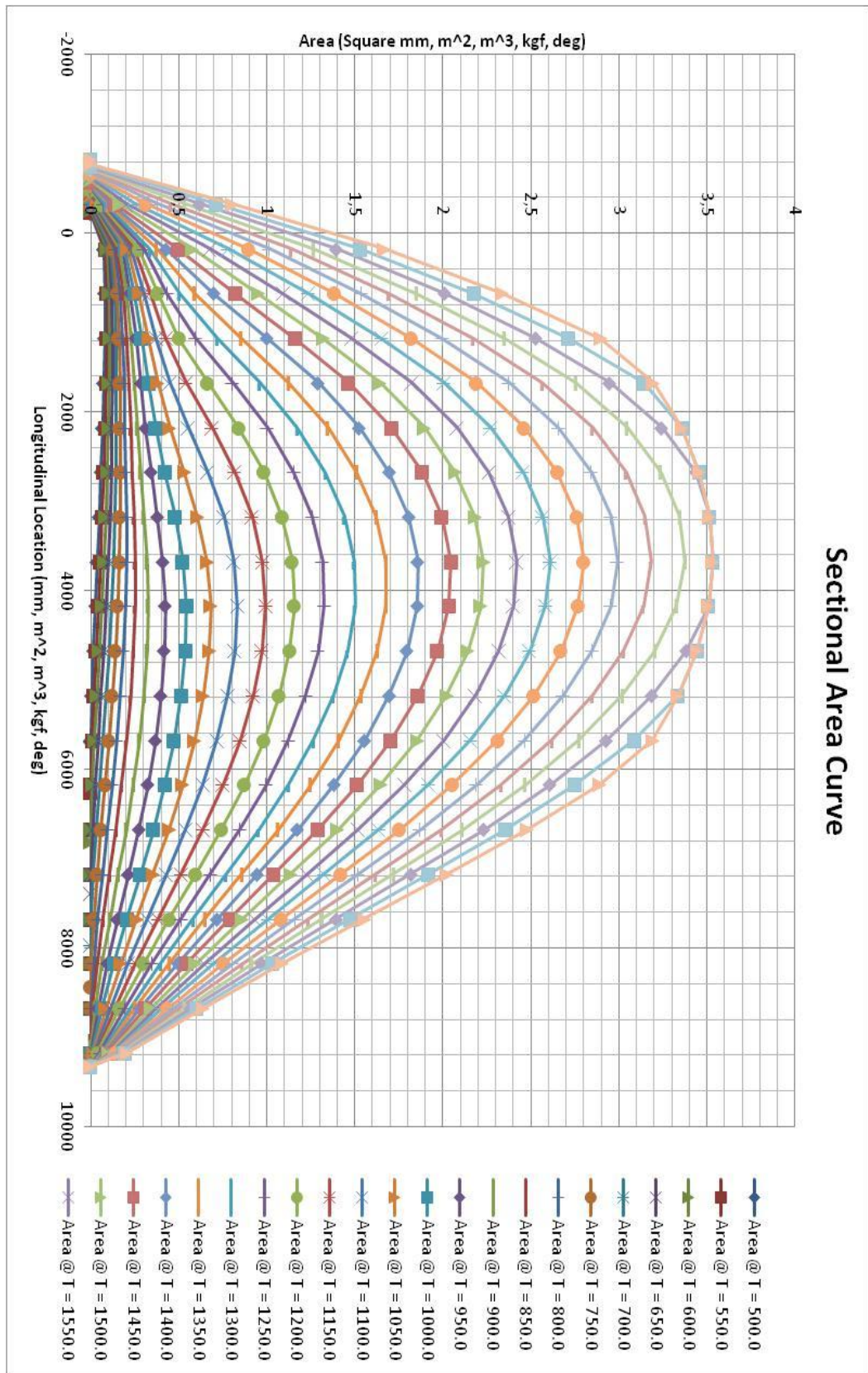


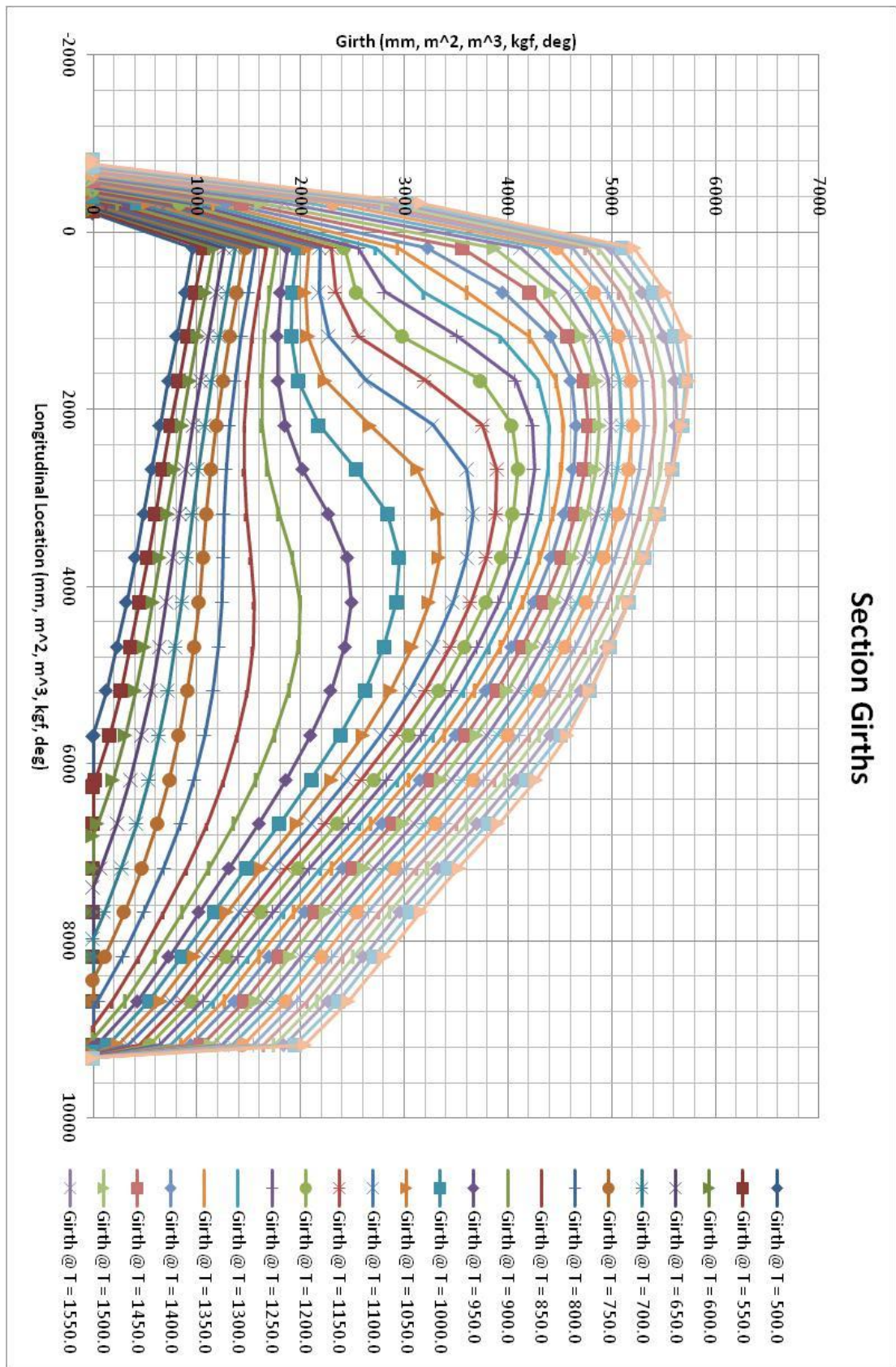














6. BIBLIOGRAFÍA

Programas Informáticos:

- Maxsurf pro 13.
- FastShip
- Catia V5

Reglamentación:

- Lloyd's Register of Shipping. Rules and Regulations for the Classification of Yachts and Small Craft.
- Norske Veritas. Rules 1970 for the Construction and Classification of Wooden Ships

Libros Consultados:

- A vela latina. G. Llecha. Editorial Llagut.
- Nuestra vela latina. Francisco Oller y Vicente García Delgado. Editorial Juventud.
- Expertise1.B - General_Product_Organization. CATIA V5
- Aplicación de metadatos Dublin Core a los principales módulos CAD de CATIA V5
- Apuntes de la asignatura Programas informáticos navales.
- Apuntes de la asignatura Hidrostática y estabilidad
- Apuntes de la asignatura Fundamentos de la construcción naval.

Páginas Webs Consultadas:

- www.maxsurf.com
- www.proteusengineering.com/fastship.htm
- www.3ds.com/products/catia
- www.wikipedia.org
- www.mgar.net/mar/tecnica.htm
- www.elcarpinteroderibera.net/trabajos.html

