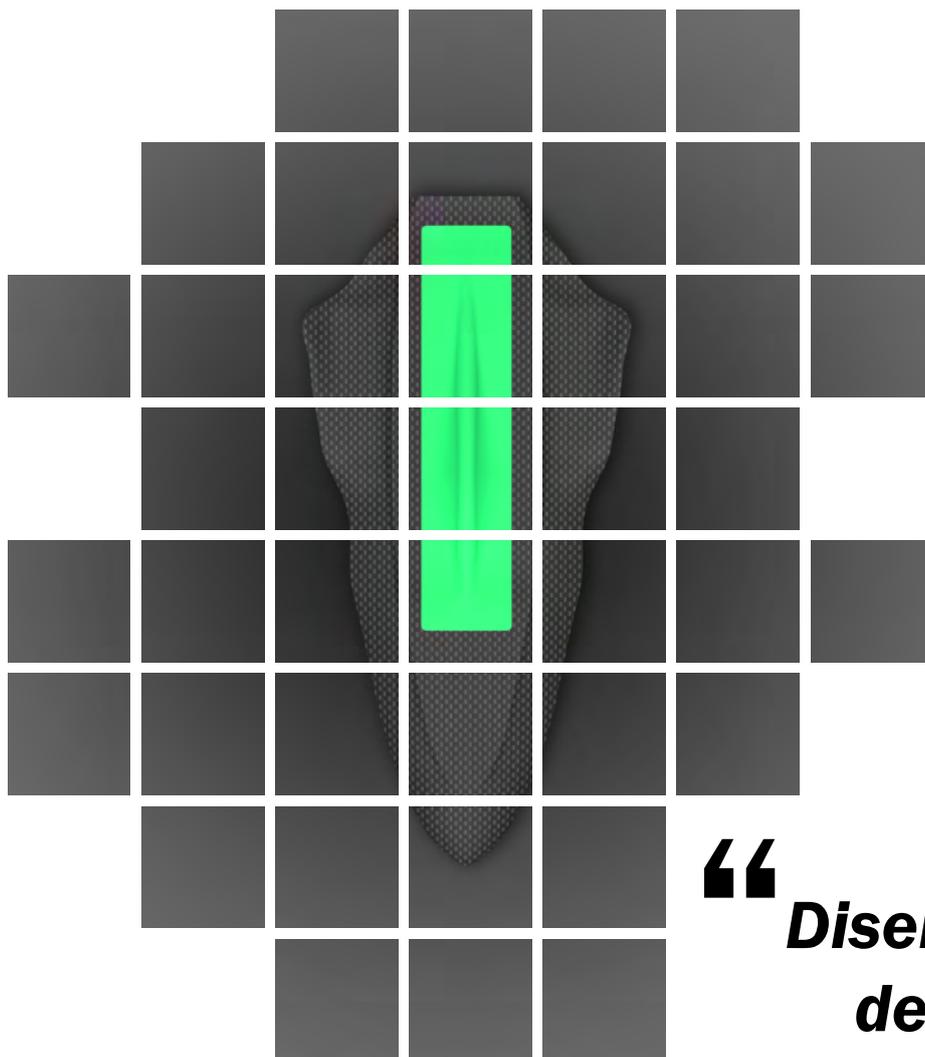




Universidad de **Valladolid**



**“
Diseño del casco
de una lancha
mini-eco de
competición
”**

Julio 2015

Manuel Rodríguez Muñoz



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

Universidad de Valladolid

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto

Tarasca

Diseño del casco de una lancha mini-eco de competición

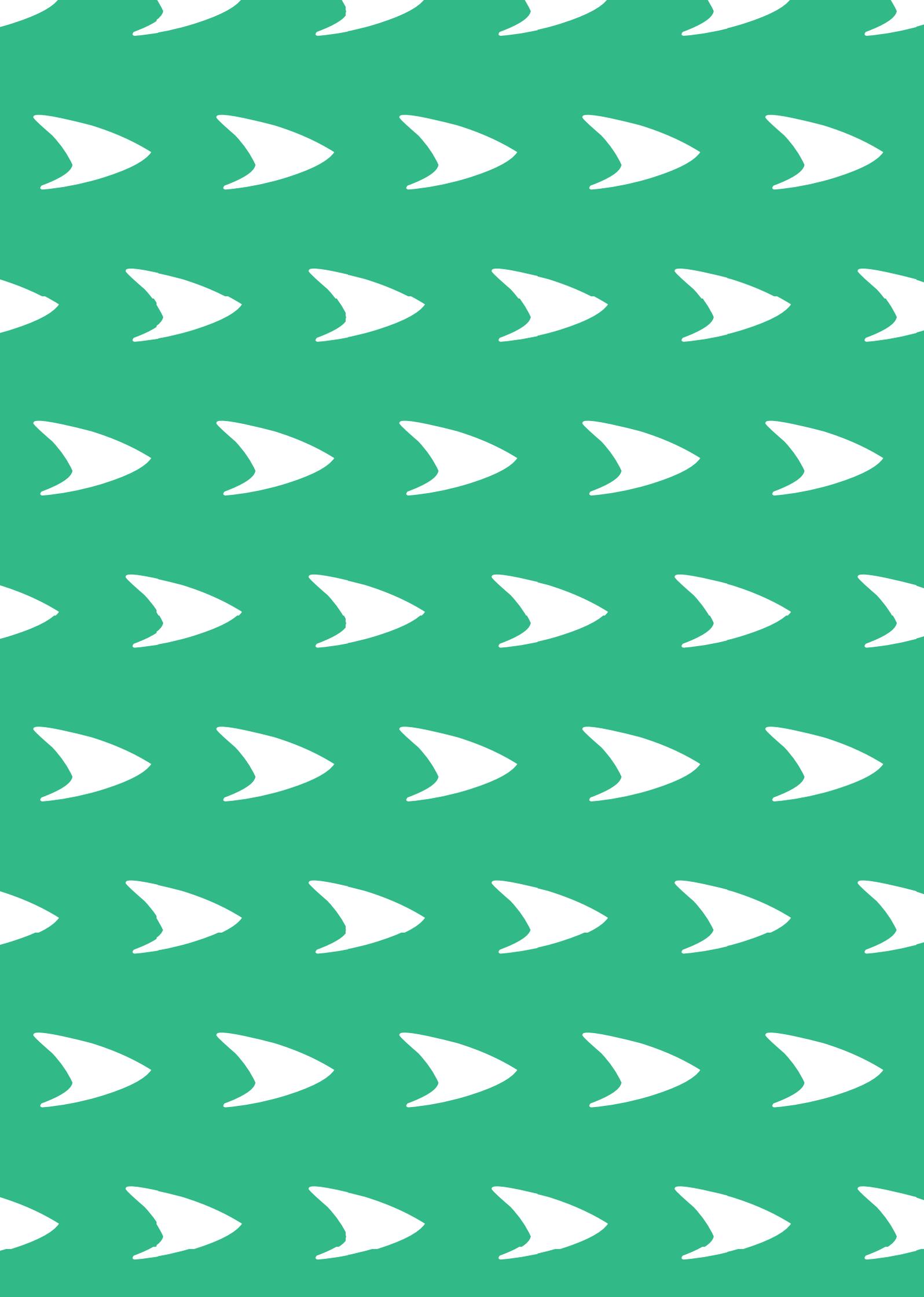
Autor:

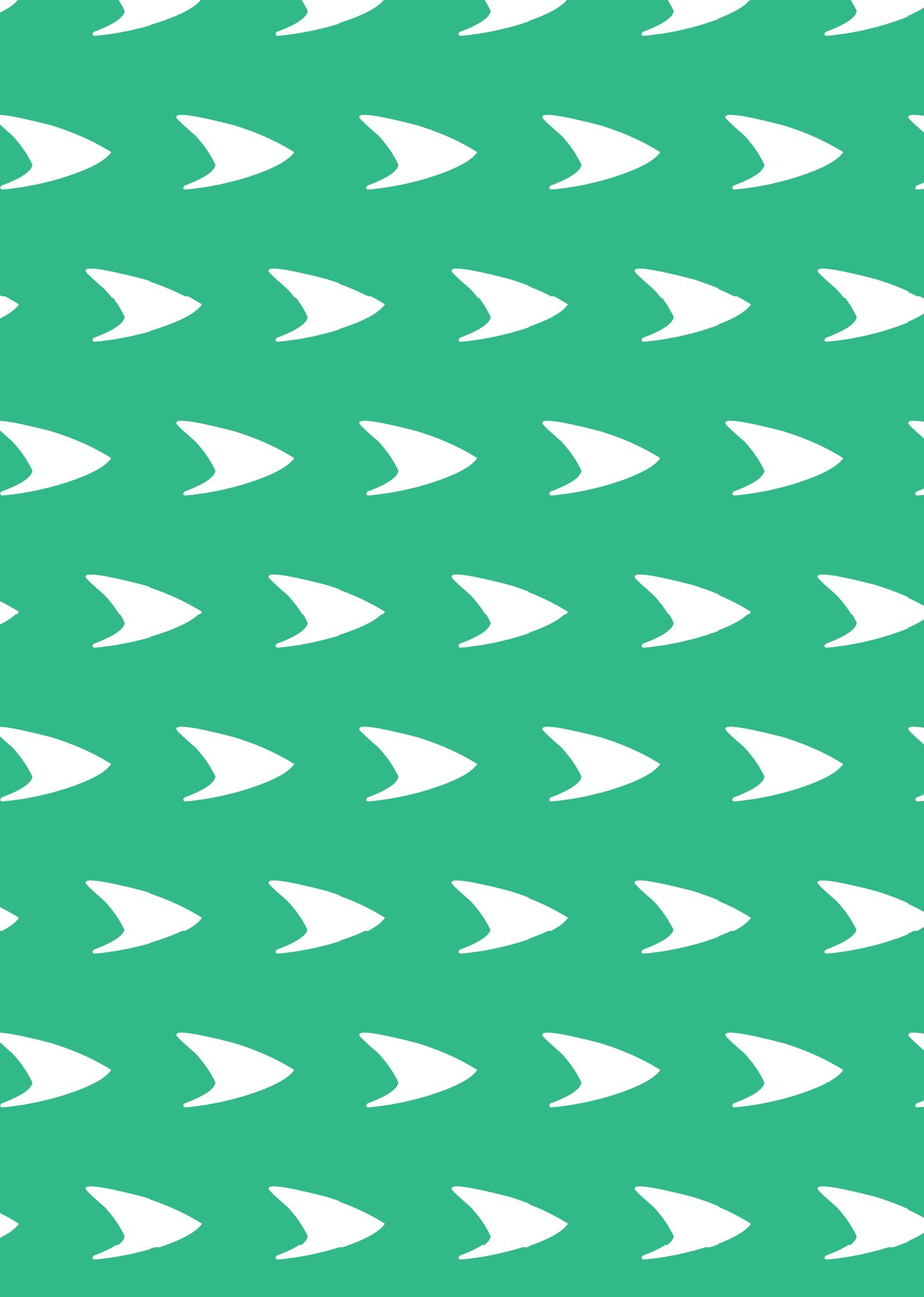
Rodríguez Muñoz, Manuel

Tutor:

**Alarcia Estévez, Esperanza
Dpto. Matemática Aplicada**

Valladolid, Julio de 2015.





RESUMEN

Tarasca es un nuevo modelo de casco MiniEco de competición, preparado para la competición con la normativa Española y que cumple estrictamente con la normativa Naviga que rige a nivel internacional esta competición.

El nuevo modelo se ha diseñado pensando en la comodidad del usuario en la rapidez de preparación en competición y en el fácil acceso a los componentes internos, siendo un proyecto teórico y práctico al cincuenta por ciento.

PALABRAS CLAVE

Casco MiniEco

Competición

Accesible

Hidrodinámico

Nuevas formas

SUMMARY

Tarasca is a new competition hull model of MiniEco (ECO400 Expert), prepared for competition with the Spanish legislation, which strictly complies with the Naviga rules governing international competition.

The new model has been designed with user comfort in the fast preparation for competition and easy access to internal components, with a theoretical and practical project to fifty-fifty percent.

KEYWORDS

ECO400 Expert Hull

Competition

Better Access

Hydrodynamic

New forms

*Si quieres construir un barco, no empieces por buscar
madera, cortar tablas o distribuir el trabajo.
Primero transmite a los hombres y mujeres
que te acompañarán el anhelo del mar libre y ancho."*

Antoine Saint-Exupery

AGRADECIMIENTOS

Durante el desarrollo de este TFG han colaborado directa e indirectamente una gran cantidad de personas e instituciones, a todas ellas va este agradecimiento.

Primero de todo a personas que no han aportado contenido al trabajo pero sí que han sumado en fuerza moral, padres, familia y amigos.

Agradecer a la tutora de este TFG, y al resto de la comunidad educativa de la Universidad de Valladolid las dudas resultas en los últimos meses tras pasa por sus diversas asignaturas.

Usuarios del foro de barcos RC de miliamperios, por responder una gran cantidad de preguntas que me surgían continuamente, especialmente a uno de ellos Carlos Mora Fernández, que de todos ellos es el que más me ha aguantado.

También a Carlos Zapater y al Instituto Trinidad Arroyo de Palencia, los únicos que aceptaron el reto de mecanizar los moldes para poder construir el modelo final. A Jesús Merino que en este momento me prestó la máquina de vacío y sus conocimientos sobre el tratamiento de la fibra, pero que todo lo que llevo aprendido en el modelismo desde hace una década comenzó con él. A “Talleres Jorsan-P” que pintaron el modelo final dándole un acabado excelente. Y a otras muchas personas que fueron aportando poco a poco.

Agradecer también a todos ellos que pusieron alguna zancadilla por el camino, que consiguió que me levantara y siguiera pisando más fuerte por el mismo camino.

**TALLERES
JORSAN-P**



Y sobre todo a ti; I.

| | | | | | | | | | | |
|-----|--------------|--------------------|-------------|--------------|---|--------------|-----|--------------|------------|--------|
| 10 | Introducción | 12 | 13 | 14 | 15 | Comienzo TFG | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | Forma de Trabajo | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
| 32 | 33 | Estudio de Mercado | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 |
| 43 | Briefing | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | Desarrollo | 53 |
| 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 |
| 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | Plano | 74 | 75 |
| 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 |
| 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 |
| 98 | 99 | Construcción | 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 |
| 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 |
| 120 | 121 | 122 | 123 | 124 | 125 | 126 | 127 | 128 | 129 | 130 |
| 131 | 132 | 133 | 134 | 135 |  | 137 | 138 | 139 | 140 | 141 |
| 142 | 143 | 144 | 145 | 146 | 147 | 148 | 149 | Conclusiones | 151 | 152 |
| 153 | 154 | 155 | Presupuesto | 157 | 158 | 159 | 160 | 161 | 162 | 163 |
| 164 | 165 | 166 | 167 | Bibliografía | 169 | 170 | 171 | 170 | 171 | Anexos |
| 173 | 174 | 175 | 176 | 177 | 178 | 179 | 180 | 181 | 182 | |

contenidos

| | |
|--|------------|
| Introducción y Justificación del Proyecto | 11 |
| Competencias sobre las que descansa el TFG | 12 |
| Comienzo del TFG | 16 |
| Caminos sin salida | 18 |
| Forma de trabajo | 26 |
| Terminos a conocer antes de comenzar | 28 |
| Estudio de mercado | 34 |
| Briefing | 44 |
| Inspiración | 46 |
| Desarrollo del producto | 52 |
| Introducción | 53 |
| Relacion del diseño industrial con la construccion de barcos | 54 |
| Estudio de campo | 58 |
| Desarrollo de la forma | 62 |
| Plano de cotas generales | 73 |
| Seleccion de materiales | 74 |
| Calculos de resistencia | 78 |
| Construcción Prototipo | 100 |
| Componentes internos | 116 |
| Diseño de accesorios | 124 |
| Fin de vida util. Gestion de residuos | 128 |
| Mantenimiento | 132 |
| Desarrollo de la marca | 136 |
| Embalaje | 146 |
| Revision de los objetivos. Conclusiones | 150 |
| Presupuesto | 156 |
| Bibliografía | 168 |
| Anexos | 172 |





Imagen de una lancha en plena competición



INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La categoría de lanchas radio control considerada como MiniEco en nuestro país, o bien ECO 400 Estándar o Expert en los países centro europeos, son actualmente desconocidas por la población en general, y también por el resto de aficionados de otras modalidades de modelismo (aviones, coches...).

En el mercado existen diversos modelos pertenecientes a esta categoría, sin embargo todos estos modelos son de origen centro europeo y de la zona de Rusia; todos son construidos directamente por sus diseñadores por encargo.

Con este proyecto, además de crear un nuevo modelo “Made in Spain”, se plantean objetivos de mejora. El primero de ellos es conseguir un mejor acceso a los componentes internos y a su distribución. Otro aspecto importante en el desarrollo es tratar de crear un nuevo sistema de cierre con el que no sea necesario el uso de cinta adhesiva en cada manga de la competición, proponiendo métodos alternativos para que, al menos, el uso de cinta adhesiva no sea imprescindible en su uso, quedando como una mera precaución.

Un aspecto de gran importancia en el desarrollo del proyecto, es que desde sus inicios, la principal finalidad sea la construcción de al menos un prototipo funcional y no dejar el trabajo meramente en papel.

COMPETENCIAS ADQUIRIDAS Y APLICADAS

Las competencias profesionales que se suponen adquiridas durante los estudios, y que en el desarrollo de este trabajo de fin de grado han sido aplicadas son las siguientes:

GENERALES

- CG1. Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- CG2. Capacidad de organización y planificación del tiempo.
- CG3. Capacidad de expresión oral.
- CG4. Capacidad de expresión escrita.
- CG5. Capacidad para aprender y trabajar de forma autónoma.
- CG6. Capacidad de resolución de problemas.
- CG7. Capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico.
- CG8. Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.
- CG10. Capacidad para diseñar y desarrollar proyectos.
- CG11. Capacidad para la creatividad y la innovación.
- CG12. Capacidad para la motivación por el logro y la mejora continua.
- CG13. Capacidad para actuar éticamente y con compromiso social.
- CG15. Capacidad para el manejo de especificaciones técnicas y la elaboración de informes técnicos.

ESPECIFICAS

- CE-F-1 Cultura del proyecto: capacidad de adaptar la creatividad, las herramientas metodológicas y los conocimientos adquiridos a la resolución de problemas de diferente índole, relacionados con el desarrollo de producto.
- CE-F-2 Gestión Proyectual e innovación.
- CE-F-3 Aplicar y dominar conocimientos culturales, tecnológicos y de comunicación.
- CE-F-4 Fundamentos científico-técnicos.



CE-F-5 Comprender y aplicar conocimientos de Tecnologías de la Información.

CE-F-7 Capacidad para extraer de la estética, conocimientos humanísticos e historia del diseño material reflexivo y creativo para el diseño de nuevos productos.

CE-F-8 Capacidad para la comunicación en lenguajes formales gráficos y simbólicos.

CE-B-1 Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica.

CE-B-2 Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre estadística y optimización.

CE-B-3 Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

CE-B-5 Capacidad de visión espacial y conocimiento de las técnicas de representación gráfica, tanto por métodos tradicionales de geometría métrica y geometría descriptiva, como mediante las aplicaciones de diseño asistido por ordenador.

CE-E-1 Transversalidad del conocimiento.

CE-E-2 Capacidad para desarrollar procesos proyectuales.

CE-E-3 Realización de proyectos de diseño y desarrollo industrial.

CE-E-4 Capacidad para planificar las fases de desarrollo de un producto a nivel conceptual.

CE-E-5 Capacidad para determinar los requerimientos formales y funcionales de un diseño y establecer los modelos necesarios para verificarlos.

CE-E-6 Capacidad para planificar las fases de desarrollo de un producto a nivel de detalle.

CE-E-7 Capacidad de proyectar, visualizar y comunicar ideas.

CE-E-8 Conocimiento de herramientas tecnológicas de acceso y difusión de la información.

CE-E-9 Capacidad para aplicar los conocimientos de tecnología, componentes y materiales.

CE-E-10 Dominar los aspectos metodológicos para el diseño de productos.

CE-E-11 Comprender y poseer conocimientos respecto a los procesos de fabricación fundamentales.

CE-E-13 Capacidad de comprensión del espacio tridimensional, los elementos básicos que lo ocupan y las relaciones entre éstos.

CE-E-14 Capacidad para analizar los resultados de un estudio ergonómico, determinar la mejor alternativa y establecer pautas de actuación.

CE-E-15 Reconocimiento de las relaciones material-forma-proceso-coste.

CE-E-17 Capacidad para conocer, comprender y aplicar los principios de la Elasticidad y Resistencia de Materiales.

CE-E-18 Comprensión del funcionamiento y aplicación de los mecanismos.

CE-E-19 Capacidad para diseñar experimentos de verificación de un diseño y extraer los datos útiles para su posterior aplicación al diseño del producto.

CE-E-20 Habilidades en el uso de herramientas para construcción de modelos.

CE-E-21 Habilidades en el uso de herramientas para construcción del prototipo funcional.

CE-N-2 Conocimiento de la realidad industrial.

CE-N-3 Dominar conceptos de aplicaciones del diseño.

CE-N-5 Capacidad para la modelación de costes.

CE-N-8 Capacidad para el mantenimiento de equipos y sistemas relacionados con la especialidad.

CE-N-9 Capacidad para trabajar en un contexto internacional.

CE-N-10 Capacidad para diseñar, redactar y dirigir proyectos relacionados con la especialidad.

CE-N-11 Aplicar normas, reglamentos y especificaciones de obligado cumplimiento.

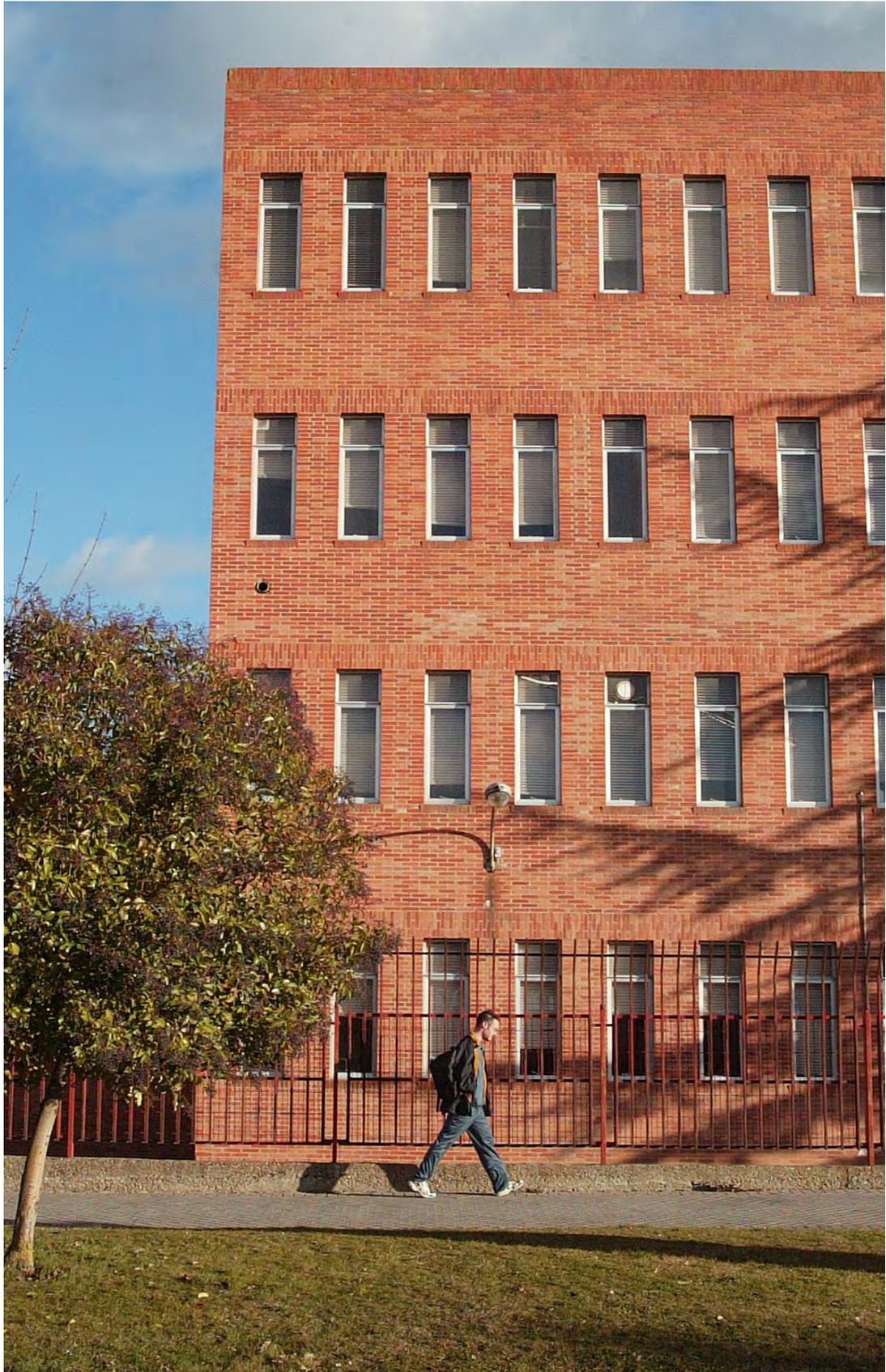


Imagen de la sede Francisco Mendizabal, perteneciente a la EII de la Universidad de Valladolid donde se han cursado estos estudios.



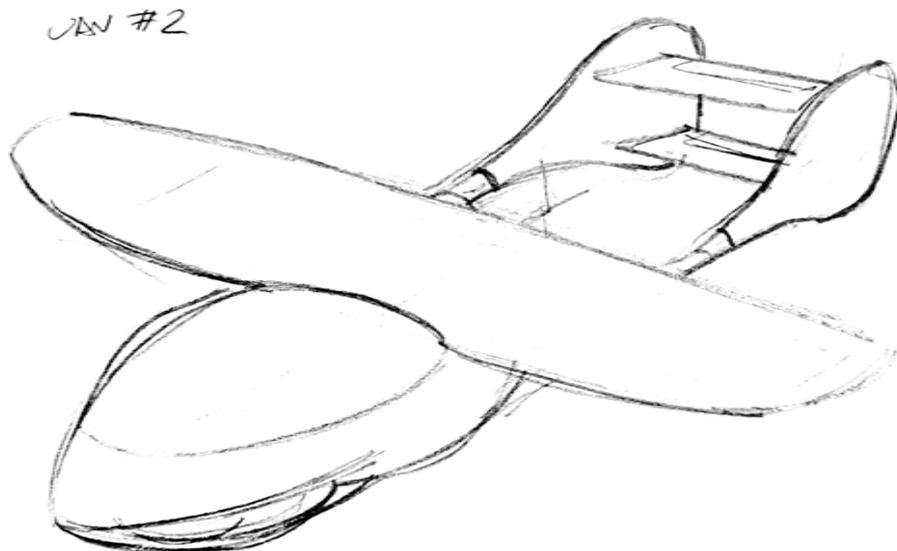
LOS COMIENZOS DE ESTE TFG

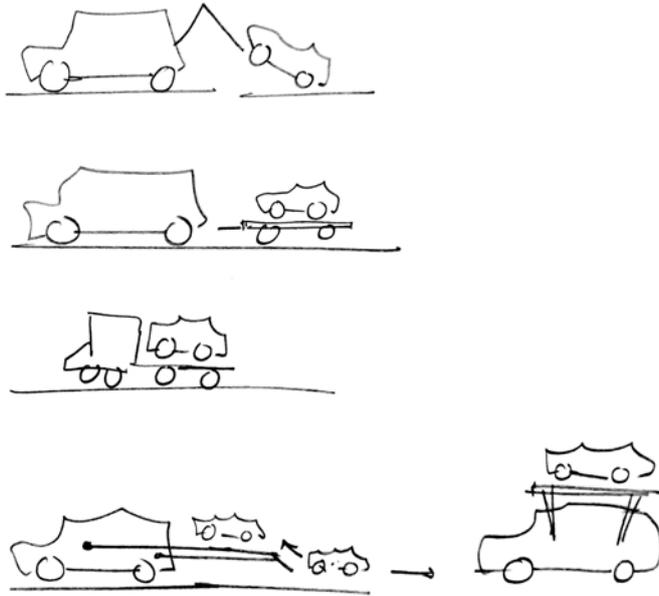
Finalizados los tres cursos del Grado de Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto, llega el momento de tomar una decisión en cuanto a qué trabajo de fin de grado realizar. Las primeras ideas que surgieron se consideraron demasiado futuristas... y otras aunque algo más presentes, prácticamente irrealizables con los conocimientos actuales.

En este punto de indecisión, dentro de los trabajos de fin de grado que son propuestos por cada uno de los departamentos, uno destacó por encima del resto, denominado **“Diseño del casco de una lancha mini-eco de competición”**.

Después de investigar sobre los diversos temas, tantear las opciones y avanzarlas hasta un razonable punto de decisión, se pudo decantar finalmente el trabajo por la propuesta naval, por su delimitación más concreta y por su mayor viabilidad.

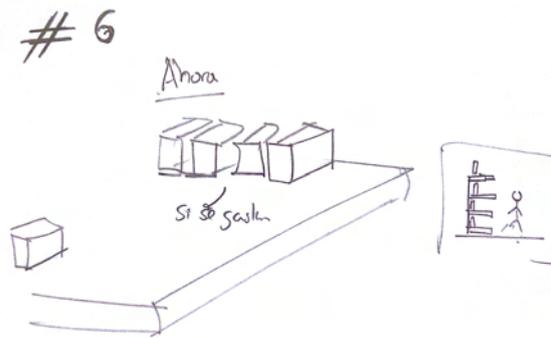
Por ello tras comenzar con el proceso de definición, adquirí un modelo “comercial” de este tipo de lanchas de competición que se preparó con todo lo necesario para llevarla al agua. Siempre con una finalidad didáctica y con la intención de formalizar un nuevo diseño que cumpliera los puntos propuestos.



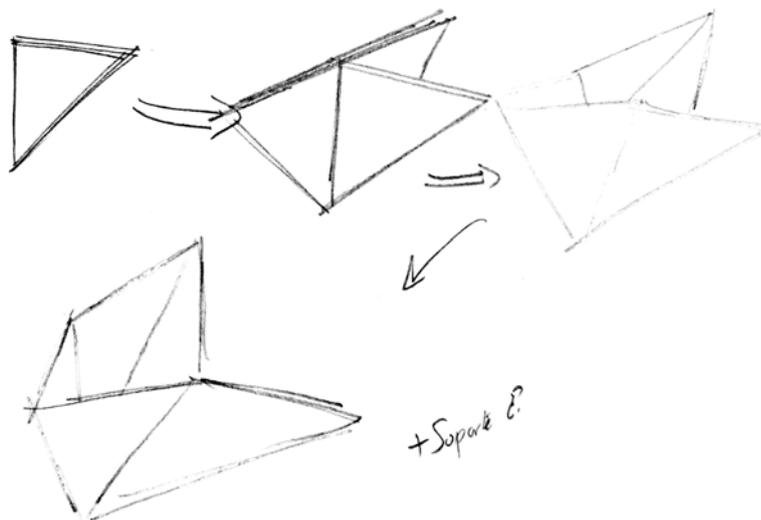


Al rededor de estas líneas se muestran algunos de los bocetos generados en la etapa inicial de elección de TFG. Entre ellas se ve:

- a) Nueva grúa para vehículos
- b) Taza portátil de nuevo material
- c) Nuevos estantes para supermercados
- d) UAV con funciones especiales (imagen en página izquierda)



1



CAMINOS SIN SALIDA

Cuando se aborda un nuevo proyecto, se plantea cuál es el camino más idóneo a seguir. A veces los caminos ideales no son los mejores, pero se aprende en el propio proceso. Esto es lo que se quiere mostrar en este capítulo.

La primera propuesta que se planteó para la realización de este TFG con la perspectiva actual, se puede concluir que resultaba demasiado optimista.

Esta primera opción consistiría en que a partir de la lancha comercial se deberían realizar tanto pruebas reales como simuladas de los diferentes parámetros del casco, para que con los resultados obtenidos se pudieran proponer mejoras en el diseño, realizar un nuevo diseño de casco y ejecutar simulaciones de forma virtual, esperando que los resultados mejoraran a los anteriores, para de esta manera validar la hipótesis anterior y suponer que las posteriores pruebas reales a la fabricación dieran los mismos buenos resultados.

Modelo lineal de desarrollo de un producto



Modelo paralelo de desarrollo de un producto



Considerando que la totalidad de las superficies del modelo son curvas tridimensionales, obtener un modelo espacial dibujándolo manualmente con un software CAD, no acabaría siendo lo suficientemente preciso para realizar los diversos análisis que utilizaríamos para comparar las simulaciones, con los resultados obtenidos en las pruebas reales. Intentando sortear esta dificultad, se ha intentado obtener este modelo virtual escaneando el casco Latazca con un escáner 3D, ya que se consideró que podía ser el método no destructivo más didáctico al que se podría tener acceso.

Para llevar a cabo este escaneo se contó con la colaboración de D. Francisco Javier Santos Martín* y de uno de sus alumnos de TFG (Adrián Bermejo Pulgar) aprovechando que su trabajo consiste en el escaneo en 3D de una pieza para su posterior replicado por impresión 3D.

El software utilizado, del que la Universidad de Valladolid dispone de una licencia, se denomina “David 3D Laserscanner” (<http://www.david-3d.com/en>), en su variante de luz estructurada, ya que también dispone de opciones de escaneo por láser. El funcionamiento de este software es fácil de comprender; el sistema consta de un proyector, que proyecta un haz de luz estructurada y una cámara (webcam), que enfoca al objeto a escanear, y que “ve” como se deforman las franjas de luz sobre el objeto, lo que tras cada rotación del objeto va generando diferentes vistas que al final se fusionarán. Todo esto sobre un marco de calibración, que es el que determinará el tamaño que se escanea.

DAVID[®]
LASERSCANNER



* Prof. Contratado Doctor del Dpto. Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica, Expresión Gráfica en la Ingeniería, Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría, Ingeniería Mecánica e Ingeniería de los Procesos de Fabricación

El proceso de escaneo de la lancha Latazca se desarrolló en dos etapas:

A) En un primer ensayo se intenta realizar el escaneo con una webcam y un proyector (algo antiguos, no de última generación; proyector Panasonic PT-LM1E, y webcam Logitech QuickCam Connect). Se encuentran los siguientes problemas:

- La resolución de la webcam resultó insuficiente para calibrar con facilidad el software.

- De las escasas veces que se consiguió calibrar el sistema, al ser el objeto demasiado grande (400 mm de alto), se debe alejar la cámara, obteniendo como resultado pérdida de calidad.

Como resultado de esta primera etapa, realizada de forma individual y con medios propios, no se obtuvo ningún resultado favorable sobre el escaneo, no consiguiéndose finalmente escanear ni el casco ni ninguna otra pieza.



Arriba, imágenes de los elementos utilizados para el escaneo.

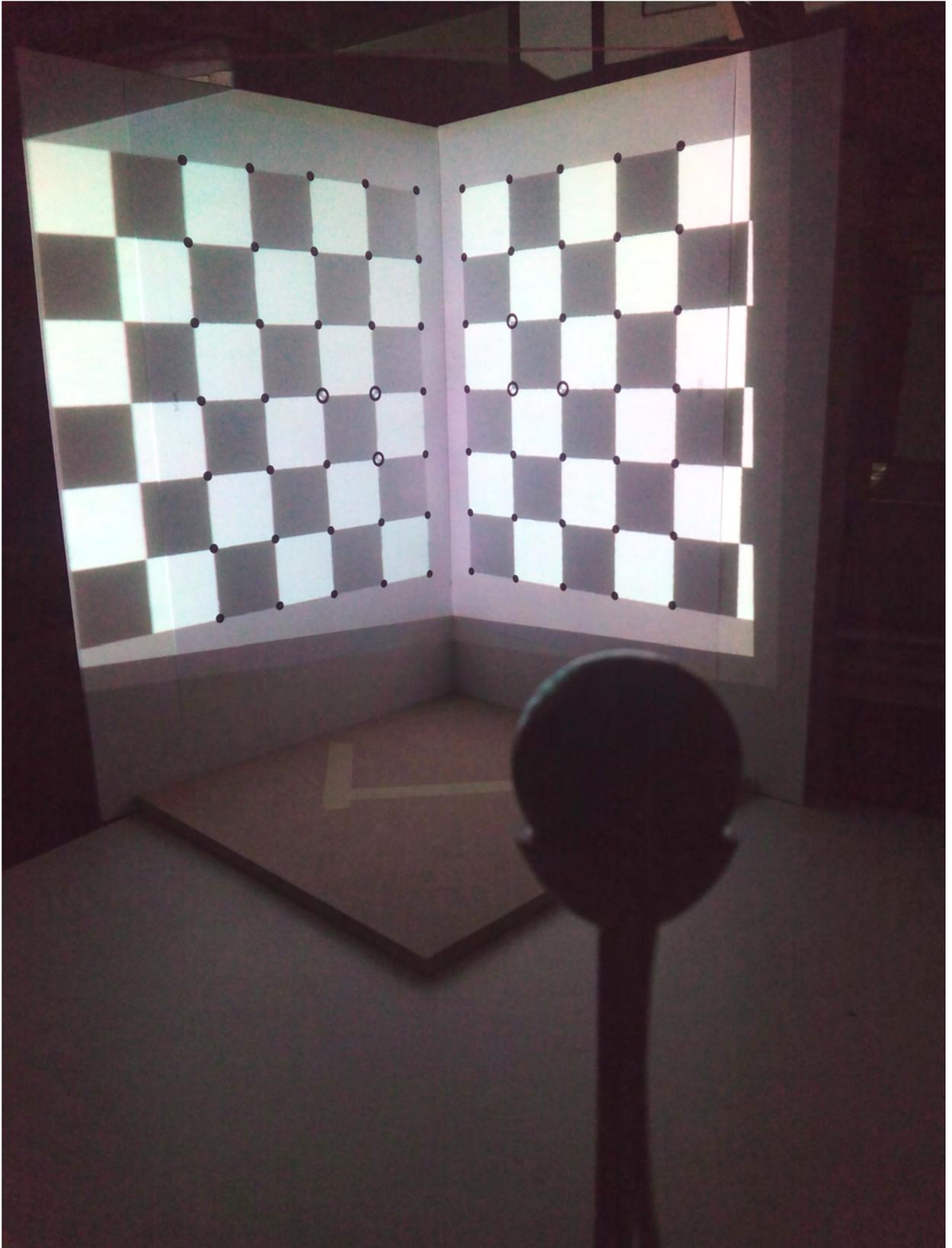


Imagen de un momento de la calibración.



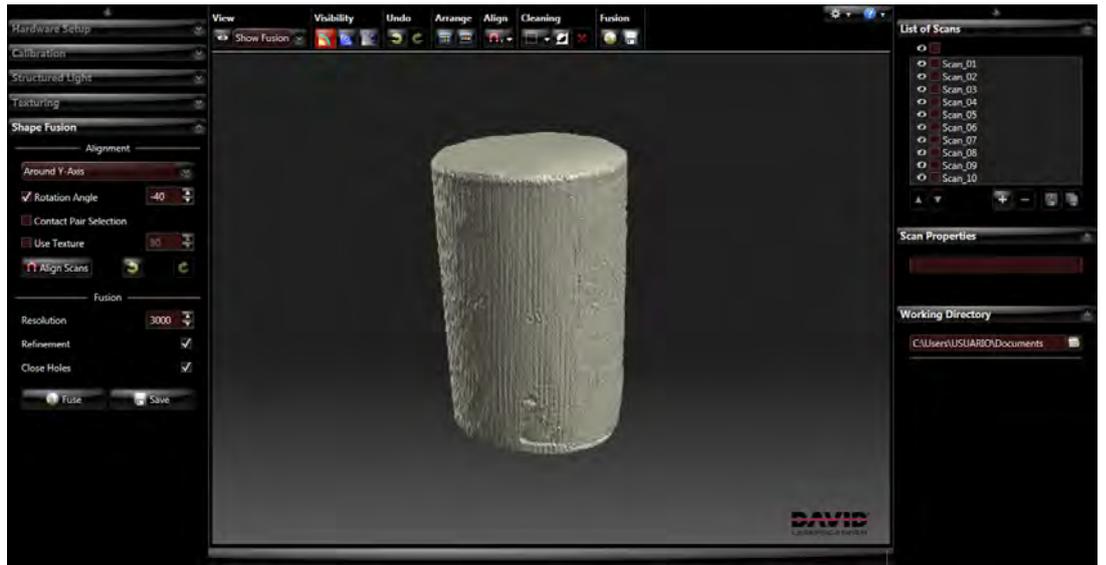
B) La segunda etapa se realiza de forma conjunta con Adrián Bermejo, en un laboratorio de la Universidad con un proyector (Acer Esencial) y una webcam de alta resolución (Logitech HD Webcam C615). La utilización de este hardware genera los siguiente resultados:



Arriba, imágenes de los elementos utilizados para este segundo escaneo.

- La alta resolución de la cámara facilita mucho la calibración del sistema y hace que lo escaneado se note mucho más suavizado.
- Las superficies brillantes del modelo de lancha hacen que el haz de luz estructurada refleje y la cámara no obtenga la geometría deseada.
- Debido al gran tamaño del casco del modelo se hace necesario alejar la cámara, que da como resultado que se aprecie un modelo más pequeño y se genere un escaneo con menos resolución.
- Escaneando a modo de prueba piezas de pequeñas dimensiones de resinas mates se obtiene un modelo tridimensional suficientemente aproximado.

Como resultado de múltiples horas de trabajo, y después de probar el escaneo de diferentes objetos con geometrías y texturas muy variadas, se pudo concluir que con el software utilizado únicamente se obtuvieron dos modelos tridimensionales de piezas sencillas con texturas totalmente mates: un cilindro y un cubo con un casquete esférico en la parte superior cuyo resultado podría ser aceptable a falta de las comprobaciones de las dimensiones finales.



Captura de pantalla del programa con una de las piezas iniciales fusionada.



Disposición de los elementos necesarios en un laboratorio de la universidad.



A la vista de la falta de resultados por este método se puede determinar que el software David 3D Lascerscanner en su modo de luz estructurada no es apto en las siguientes situaciones:

i) Cuando la webcam que vayamos a utilizar tenga resoluciones bajas, ya que se encontrarán problemas en la primera etapa de calibración del sistema.

ii) La superficie del objeto a escanear no ha de ser brillante. El objeto ha de tener una superficie lo más mate posible para evitar los reflejos con el haz de luz estructurada.

iii) Aunque en las propiedades de este software con luz estructurada figura que se pueden realizar escaneos de dimensiones de hasta 500 mm, en objetos como esta lancha, en la que una dimensión es mucho mayor que las otras dos, el programa genera un modelo muy pequeño en la pantalla que impide la generación de un modelo 3D adecuado.

DAVID[®]
LASERSCANNER



Haciendo click sobre la imagen, o capturando con un dispositivo móvil el código QR, se puede acceder a la información completa y a las propiedades básicas de este software, así como a su manual.

A la vista de la imposibilidad de obtener el modelo tridimensional del modo previsto inicialmente se plantea el siguiente método para continuar con el desarrollo del TFG.



El nuevo planteamiento del trabajo consistiría en trabajar de forma paralela el desarrollo del nuevo modelo, con sus simulaciones, sus pruebas reales y el escaneo y análisis del modelo comercial.

A pesar del tiempo transcurrido el problema se mantiene en la misma situación, el escaneo del modelo 3D no da sus frutos, por lo que este aspecto se fue posponiendo, en la esperanza que Adrián Bermejo (alumno que realizaba un TFG sobre escaneo y reproducción 3D) consiguiera avanzar en su trabajo.

Finalmente el diseño del nuevo modelo de lancha MiniEco de competición basado en el modelo comercial se prolonga más de lo previsto en el tiempo sin perspectivas de conseguir los elementos necesarios en plazo, por lo que se decide acometerlo sin basarse en los análisis y simulaciones del modelo Latazca.

FORMA DE TRABAJO

Finalmente, después de todas las etapas de experimentación previas nos encontramos en mediados de Marzo y se comienza a formalizar un modelo 3D de un nuevo casco con Catia basado en bocetos previos realizados a mano.

Con la experiencia de la manipulación del modelo comercial, en esta fase de desarrollo habían surgido muchas ideas que se deberían de encauzar para acabar con el modelo final resultante.



Las principales etapas en el desarrollo de nuevos productos son las siguientes:

- 1) Estudio de mercado, para investigar cuáles son los productos actuales.
- 2) Generación de ideas.
- 3) Filtrado de las ideas.
- 4) Desarrollo y pruebas del concepto.
- 5) Desarrollo de Marketing.
- 6) Desarrollo del producto.
- 7) Mercado de pruebas.
- 8) Comercialización.

En el caso de las lanchas MiniEco de competición, el mercado existente no es lo suficientemente amplio para poder hacer pruebas de negocio, ante todo por que la comercialización se realiza de forma personal, con la fabricación siempre bajo pedido.

El método de trabajo final para este TFG, es como el de cualquier otro producto nuevo que intenta salir al mercado, pero con la diferencia de que el mercado de estos modelos es muy reducido, por lo que a priori no se tendrán en cuenta las estrategias de marketing, distribución... etc.:

1) Estudio de mercado → para concretar cuáles son los productos actuales.

2) Generación de ideas → en base a todos los modelos encontrados en el mercado, surgen una serie de ideas que se deben encauzar para desarrollar el modelo posteriormente.

3) Filtrado de las ideas → de todas las ideas obtenidas anteriormente, no todas son igual de válidas, ya sea por su carácter de irrealizable físicamente, porque la normativa de esta categoría no permita una serie de modificaciones, o bien porque la idea propuesta exceda el ámbito técnico en el que se desarrolla el prototipo.

4) Desarrollo y pruebas del concepto → sobre el producto final ya diseñado, se realizarán diversos ensayos de túnel de viento y resistencia, que determinarán si el diseño en general del nuevo modelo y/o las mejoras introducidas en él, son válidas o no.

5) Desarrollo del producto → una vez validado el modelo, se pasa al proceso de fabricación.

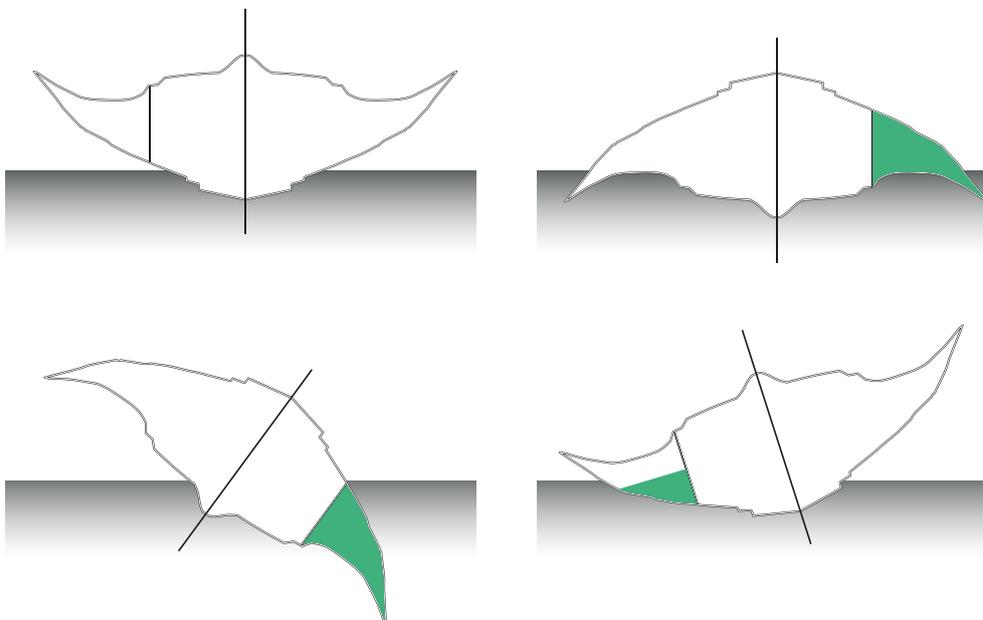
6) Comercialización → El TFG acabaría en el punto anterior, pero en la hipótesis de una correcta construcción, de una estética coherente con el producto, y si el prototipo alcanza el nivel competitivo del resto de modelos de la categoría, no se puede descartar construcción bajo pedido del modelo final.

TÉRMINOS A CONOCER ANTES DE COMENZAR

► Canal de flotabilidad: con este nombre se denomina al espacio interior del casco que está aislado por una pared, denominada mamparo, del resto del modelo y que teniendo diversos orificios, a modo de entrada y salida de agua, hace que estos modelos adquieran la propiedad de “self-righting”. También puede denominarse con el término de “cámara de agua”.

► Mamparo: es el nombre con el que se conoce a la superficie que separa, en el interior del casco, la zona útil para colocar los elementos internos del canal de flotabilidad. Este canal se llena de agua, por lo que este elemento ha de estar perfectamente colocado y sellado para que no existan filtraciones de agua.

► Self-righting: traducido del inglés literalmente como “autoadrizar”. Definimos a la vez adrizar como: Poner derecho o vertical lo que está inclinado, y especialmente la nave. Por lo tanto un casco con self-righting en caso de vuelco, volverá por sí mismo a la posición de origen.



En relación con el “self-righting”, pero ya fuera del agua, nos encontramos con el denominado Gömböc, que es un volumen tridimensional con un único punto de equilibrio estable y un único punto de equilibrio inestable, siendo homogéneo y convexo. Por lo que no importa la manera cómo se deje, que siempre volverá a la misma posición.

La superficie descrita por el matemático ruso Vladímir Arnold (definida como cuerpo “mono-monoestático”) imita la habilidad de los animales con caparazón, como las tortugas o algunos insectos como el escarabajo, para encontrar su punto más estable. Aunque físicamente la superficie matemática, es decir la figura, fue creada por Gábor Domokos y un antiguo alumno suyo: Péter Várkonyi



*Sobre estas líneas imagen de un Gömböc.
En la imagen inferior, una tortuga capaz de volver a su posición si se diera la vuelta.*



▶ Eslora: Longitud. Dimensión de un barco de proa a popa. La distancia se mide paralelamente a la línea de agua del diseño. La teoría de buques distingue entre diversos valores de esloras, pero para este modelo nos es suficiente con el concepto básico de ésta.

▶ Proa: Parte delantera donde se unen todas las superficies de un barco, que al avanzar va cortando las aguas.

▶ Popa: Terminación posterior de la estructura de un barco, parte trasera del buque.

▶ Manga: Anchura. Medida del barco en sentido transversal, es decir de estribor a babor. Se mide en la zona más ancha del barco. De la misma manera que en la eslora, se pueden distinguir diversos tipos de mangas, pero para los conocimientos necesarios para comprender este proyecto es suficiente con el genérico.

▶ Estribor: En cualquier medio marítimo o en un barco, el lado derecho mirando hacia proa.

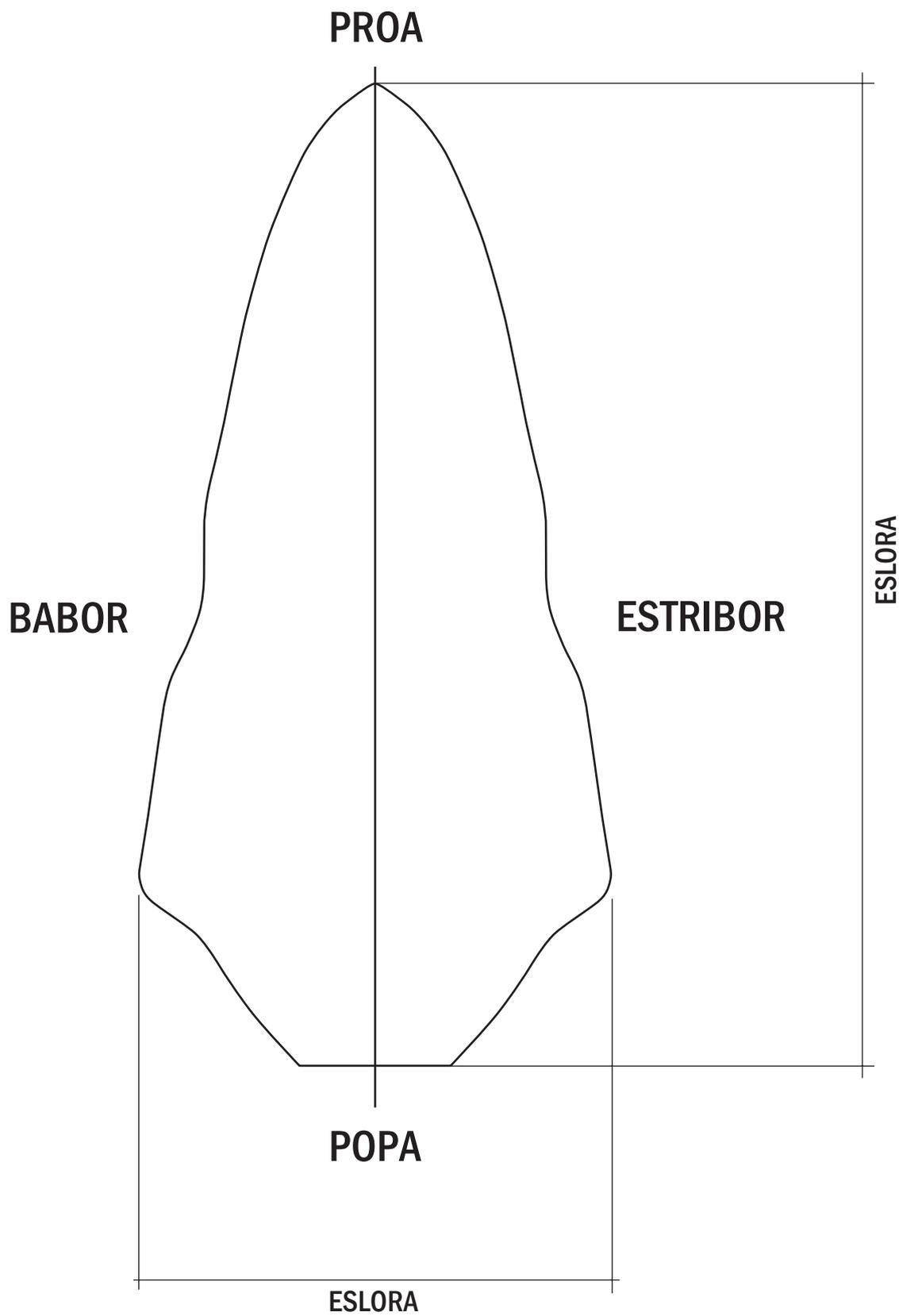
▶ Babor: En cualquier medio marítimo o en un barco, el lado izquierdo en sentido de la marcha, más exactamente; mirando a proa.

▶ Calado: En un barco o buque, es la distancia vertical entre la línea base y la línea de flotación, con el espesor del casco incluido.

▶ Asiento: Diferencia entre los calados de proa y popa. Tanto los modelos de competición MiniEco (ni en parado, ni en marcha), como los barcos reales no tienen el mismo calado en la parte delantera que en la trasera. De este modo cuando el calado de proa es mayor que el de popa tiene asiento negativo o aproante, en caso contrario se dice que tiene asiento positivo o apopante.

El tener asiento negativo puede resultar un inconveniente y llevar a un buque a ser ingobernable por estar más elevado de la zona trasera, pudiendo conllevar esta circunstancia que el timón y/o la/las hélices queden total o parcialmente fuera del agua.



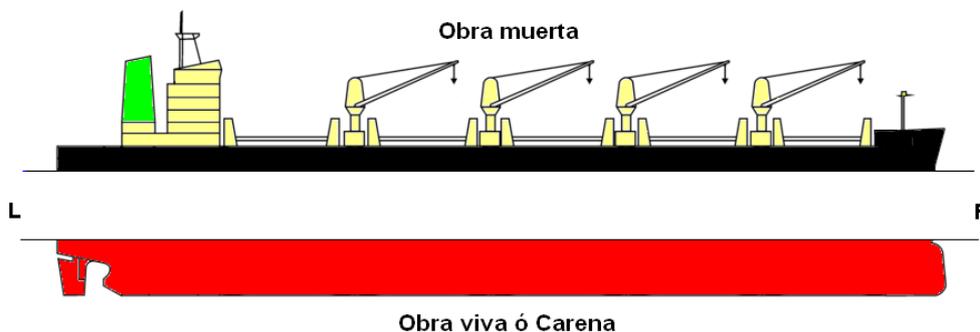


► **Línea de flotación:** Es la línea formada por la intersección en el casco con el plano formado por la superficie del agua, separando la parte sumergida (obra viva) de la que no lo está (obra muerta).

La línea de flotación en los barcos reales es variable en función de la carga, características del agua y otros factores. La línea de flotación de los cascos de esta categoría es variable en función de si el modelo está parado, o si está en movimiento, dado que con las altas velocidades que alcanzan estos modelos la zona sumergida se vuelve mínima, comenzando a planear sobre el agua.

► **Obra muerta:** En un barco, se denomina obra muerta a la parte del casco que esta fuera del agua de forma permanente; medida cuando el barco está en plena carga.

► **Obra viva:** Es la superficie sumergida del casco. También puede recibir el nombre de carena. En los modelos de lanchas MiniEco, que se estudia más adelante, la obra viva es un aspecto determinante para la usabilidad del modelo, ya que con una buena obra viva se mejora en aspectos tan importantes como la estabilidad, la maniobrabilidad, la estela de agua producida...



► **Quilla:** Es la "línea" de la zona central en la base del casco. Puede considerarse como el eje de simetría de la planta de la obra viva, eje o columna vertebral sobre la que se articula el resto de la estructura o esqueleto.

En los modelos reales se construye con materiales resistentes, ya que es una zona donde se acumulan esfuerzos. En el caso de modelos MiniEco es una zona que ha de estar reforzada, de la misma manera que otras líneas quebradas de la obra viva.

► Spoiler. Un spoiler trasero es un apéndice que se alarga desde la superficie del modelo, sin espacios entre el propio spoiler y la carrocería o el casco. Si el spoiler tuviera un espacio entre sí y la carrocería sería un alerón. El propósito de un spoiler es, como sugiere el nombre (spoiler en inglés significa arruinar, estropear), estropear o perturbar el rápido flujo de aire que, desafortunadamente, es la causa de la sustentación positiva, y se encarga de intentar deshacerse de esa perturbación. El aumento de la división del flujo sobre la parte trasera del modelo causa un aumento de la presión sobre esta área. Por lo tanto, esto reduce la sustentación natural creada por el perfil del modelo sin spoilers.

► Cavitación: Es un fenómeno hidrodinámico, que ocurre cuando un fluido en estado líquido e inicialmente homogéneo, pasa a gran velocidad por una arista afilada (que en nuestro caso son los bordes de la hélice) produciendo una descompresión del fluido debido a la conservación de la constante de Bernoulli. Puede ocurrir que esa presión cambie el estado de las moléculas pasando a un estado de vapor formando burbujas, o como se denominan realmente; cavidades. Este fenómeno implica el desgaste de la arista que lo provoca. Este es un fenómeno que generalmente va acompañado por ruido y vibraciones.

► Principio de Bernoulli: Describe el comportamiento, mediante una ecuación, de un fluido moviéndose a través de una corriente de agua; y expresa que la energía que posee un fluido ideal en circulación por un conducto cerrado permanece constante a lo largo de su recorrido.

► Estabilidad: Término llamado en náutica estabilidad transversal. La razón por la que se incluye este término en este punto es porque en el modelo diseñado como desarrollo de este TFG, al igual que en algunos de los modelos que tenemos en el mercado, la superficie del casco genera unas “alas” en ambos laterales con el fin de mantener la estabilidad en tramos rectos a alta velocidad

ESTUDIO DE MERCADO

En primer lugar aclarar que ninguno de los modelos de la categoría MiniEco se encuentra en tiendas, no tiene ni envases ni marcas asociadas. El mercado de este tipo de lanchas es muy escaso, ya que los fabricantes y diseñadores suelen ser los propios competidores que tras años de experiencia van mejorando sus cascos y poniéndoles a la venta, siempre bajo pedido y la gran mayoría, de forma on-line.

Este estudio de mercado pretende ser una búsqueda exhaustiva de todos los modelos que existen para la categoría MiniEco, también llamada ECO400 Standard y ECO400 Expert en países del centro y Este de Europa, donde existe más tradición que en nuestro entorno. La forma de buscar información para estos productos ha sido exclusivamente en internet, en gran cantidad de foros y webs de países como Alemania, Polonia, Rusia... lo que conlleva un proceso de “traducción e interpretación” para de ello obtener los aspectos fundamentales. De esta manera se ha obtenido un análisis completo que proporciona los datos suficientes para intentar aplicar mejoras en el nuevo casco a desarrollar.

Se ha realizado una encuesta (en los anexos se pueden ver los resultados completos) para conocer la opinión de los usuarios expertos, lo que por otra parte ha ayudado a conocer todos los modelos, ya que una pregunta de aquella se indicaba si aparte de los cascos valorados se conocía alguno más que no apareciera, completando así, un estudio de mercado lo más completo y fidedigno posible.

Para no llenar las siguientes páginas con información irrelevante de modelos que no tienen ninguna trascendencia, en base a las valoraciones obtenidas en la encuesta se han separado los cinco modelos mejor calificados, los que se mostrarán más en detalle en este mismo apartado en una tabla elaborada. Mientras que para el resto de modelos se encuentra la descripción completa en los anexos, al final de la memoria,



A continuación se expondrá una “descripción” de los modelos seleccionados que hay en el mercado incluyendo una ligera comparación en relación con lo comprobado los días de competición en Valladolid.

Los siguientes modelos son los encontrados, que se comercializan habitualmente en tiendas on-line y bajo pedido, provenientes de países del Norte y Este de Europa. No son todos los modelos existentes en esta categoría, ya que se tiene la certeza de que muchos de los pilotos de esta categoría en estos países construyen sus propios cascos de los que no se puede encontrar ninguna información. Los precios no son estrictamente comparables ya que cada fabricante y cada lancha están construidas en un material diferente y cada uno puede incluir diferentes accesorios.

Los comentarios críticos que se transcriben más adelante se basan en la experiencia obtenida después de probar la Latazca. A partir de su uso se pudieron sacar las conclusiones para completar estas críticas.

Por lo general ninguna de estas lanchas se comercializa con un envase y una marca determinada. Muchas de ellas son diseños de las mismas personas que compiten en las categorías ECO400 Standard y ECO 400 Expert en el este de Europa que son fabricadas artesanalmente y bajo pedido y enviadas con un papel de burbujas que la protege.



Imagen de los "boxes" en una competición en el Parque de las Norias de Valladolid, donde se aprecia diversos modelos que se verán a continuación.

| Nº | NOMBRE | DIMENSIONES LARGO*ANCHO | PRECIO | COMENTARIO | VALORACION ENCUESTA | IMAGEN |
|----|-------------------|----------------------------|--------|--|------------------------|---|
| 1C | ybele | 429*198 mm | _ * | Lineas excesivamente simples, aspecto muy casero. | 3´40 |  |
| 2 | Ecomaster | 429*193 mm | 110 € | Campeona de casi todo. Modelos que se renuevan. | 7´00 |  |
| 3 | Flea | 380*140 mm | 93 € | Destaca la forma tan abombada que tiene el casco. | 4´20 |  |
| 4 | FOX | 367*138 mm | 105 € | Uno de los mejores modelos para comenzar. | 4´30 |  |
| 5 | Glamour | 430*193 mm | 160 € | Destaca por el cable de seguridad en el exterior. | 7´65 |  |
| 6 | Indy | 450*230 mm | 99 € | Este es el casco con la obra viva más compleja. | 6´25 |  |
| 7 | Latacza | 396*184 mm | 135 € | Uno de los cascos más usados en España. | 7´60 |  |
| 8 | MH (x) | 400*170 mm | 95 € | Actualmente se llega por la version 8 > MH 8. | 7´50 |  |
| 9 | Princess | 430*189 mm | 144 € | La hermana pequeña de los modelos de Kukorelli. | 6´85 |  |
| 10 | Sideon MHZ | 437*180 mm | 98 € | Destaca el escalón que muestra en la parte trasera. | 6´50 |  |
| 11 | Tenshock | 427*175 mm | 166 € | Lineas muy simples, pero muy efectivas dada su trayectoria. | 6´40 |  |
| 12 | Graupner WP Boot | 360*130 mm | _ ** | Descatalogados. No tendría oportunidades con los modelos actuales. | 3´65 |  |
| 13 | Graupner WP Racer | 360*130 mm | _ ** | | 3´40 |  |

Los precios son con todos los componentes incluidos (RTR) excepto equipo R/C y baterías.

_ * No se comercializa, Fabricación propia.

_ ** No se comercializa. Producto descatalogado

Los resultados de la encuesta se valoran sobre 10 puntos.



- Descripción: Una de las lanchas del autor Polaco Kukorelli. Posibilidad self-righting por cámara de agua.

- o Longitud: 430 mm.

- o Anchura: 193 mm.

- o Categoría de competición: Mini Eco

- Precio: 160 €

- Comentario Crítico: Es curioso como en su vista de perfil se marca perfectamente una zona trasera plana, horizontal, que es la que está en contacto constantemente con el agua, manteniendo sumergido hélice y timón; la zona delantera crea una “panza” que mantiene la continuidad del contorno. Dispone de diversos agujeros en toda su longitud. Se pueden ver diversas versiones en las que este modelo lleva un eje de transmisión ligeramente curvado o rígido con bocina. También existen modelos diferentes de la tapa que hace que estéticamente parezcan diferentes. Además este modelo cuenta con un “interruptor de seguridad” que funciona con un cable colocado en la parte exterior. En la obra viva, destacan la zona central, que aparentemente es más ancha que en la mayoría de los modelos, y una protuberancia en la zona exterior que puede servir de apoyo.

- Forma de comercialización (marca, envase...): El Sr. Kukorelli te lo envía bajo pedido.

- Opinión de usuarios expertos: 7.65 sobre 10



LATAZCA

- Descripción: Diseñada por Grzesiek. Posibilidad self-righting por cámara de agua. Cierre de la tapa con cinta adhesiva.
 - o Longitud: 396 mm
 - o Anchura: 184 mm
 - o Categoría de competición: MiniEco
- Precio: 135€
- Comentario Crítico: Este es el modelo sobre el que se basan el resto de comentarios de otras lanchas y sobre el que se ha basado el desarrollo del diseño propuesto y con el que se han realizado las prácticas en agua. Es uno de los modelos más usados en la competición de esta categoría en España. Este modelo se agrupa dentro de los que poseen aletas laterales, que la hacen más estable en los botes que puede dar en recta, pero puede resultar perjudicial en los virajes. En el apartado correspondiente a la obra viva, es de los pocos que la superficie tiene un resalte transversal que generará un colchón de agua/aire sobre el que el planeo de la lancha tendrá menos rozamiento.
- Forma de comercialización (marca, envase...): Envío con plástico de burbujas.
- Opinión de usuarios expertos: 7.60 sobre 10



MH (x) - MH8

- Descripción: El nombre MH proviene de Mini Hawk, y actualmente se llega por el modelo 8 (MH8 – MiniHawk8) Fabricada por un artesano Ruso cerca de Moscú. Posibilidad self-righting por cámara de agua

- o Longitud: 400mm

- o Anchura: 170mm

- o Categoría de competición: MiniEco

- Precio: 95€

- Comentario Crítico: Este es uno de los modelos que más se pueden ver en España, y más concretamente en Valladolid. Dispone de eje rígido. La forma que se le da al fondo para la distribución del agua, es ligeramente diferente al resto de modelos, ya que es “lisa” hasta la mitad del casco, empezando los “queiebros” de la obra viva en el primer tercio.

- Forma de comercialización (marca, envase...): Sin envase, envío envuelto en plástico protector.

- Opinión de usuarios expertos: 7.50 sobre 10



ECOMASTER

- Descripción: Lancha campeona de diversos campeonatos nacionales e internacionales. El modelo v.2007 dispone de ligeras protuberancias en la parte delantera superior del casco que le hacen más resistente. Estos modelos cuentan con conector de seguridad en la parte exterior. Fabricación personalizada con los materiales, colores y accesorios a gusto del solicitante. Todos estos modelos se cierran con cinta adhesiva. Posibilidad self-righting por cámara de agua.

- o Longitud: De 420 a 429 mm dependiendo modelo.

- o Anchura: De 140 a 193 mm dependiendo modelo.

- o Categoría de competición: Mini Eco

- Precio: 110€

- Comentario Crítico: Este es un modelo de gran éxito debido a las continuas mejoras que le da su diseñador, teniendo versiones superiores: ECOMASTER v.2009, ECOMASTER v.2015 resultado lancha ganadora en múltiples campeonatos. Las dimensiones de cada uno de los modelos de esta lancha ECOMASTER se va adaptando a la normativa, siendo cada vez más efectiva. El diseño de todas ellas varía manteniendo siempre una estructura con aletas laterales, con eje siempre rígido, y una obra viva simple pero efectiva dado sus dimensiones y sus resultados en gran cantidad de campeonatos.

- Forma de comercialización (marca, envase...): Sin envase

- Opinión de usuarios expertos: 7´00 sobre 10



PRINCESS

- Descripción: La otra lancha que tenemos aquí del autor Kukorelli. Posibilidad self-righting por cámara de agua.
 - o Longitud: 430 mm.
 - o Anchura 189 mm.
 - o Categoría de competición: MiniEco
- Precio: 144€
- Comentario Crítico: El modelo Princess, al igual que otros de otras categorías de Kukorelli, en el apartado de la forma destaca por la gran “panza” que aparenta en la zona delantera y la parte trasera más estrecha que la media de los demás modelos. De la misma manera, la obra viva tiene gran similitud con otros de sus modelos, siendo una superficie muy simple, con líneas longitudinales.
- Forma de comercialización (marca, envase...): Envío con plástico de burbujas.
- Opinión de usuarios expertos: 6.85 sobre 10



CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE MERCADO

Tras repasar toda esta información ya organizada, podemos concluir con las siguientes conclusiones:

a) Existen dos grandes grupos de cascos para esta categoría: con alas y sin alas.

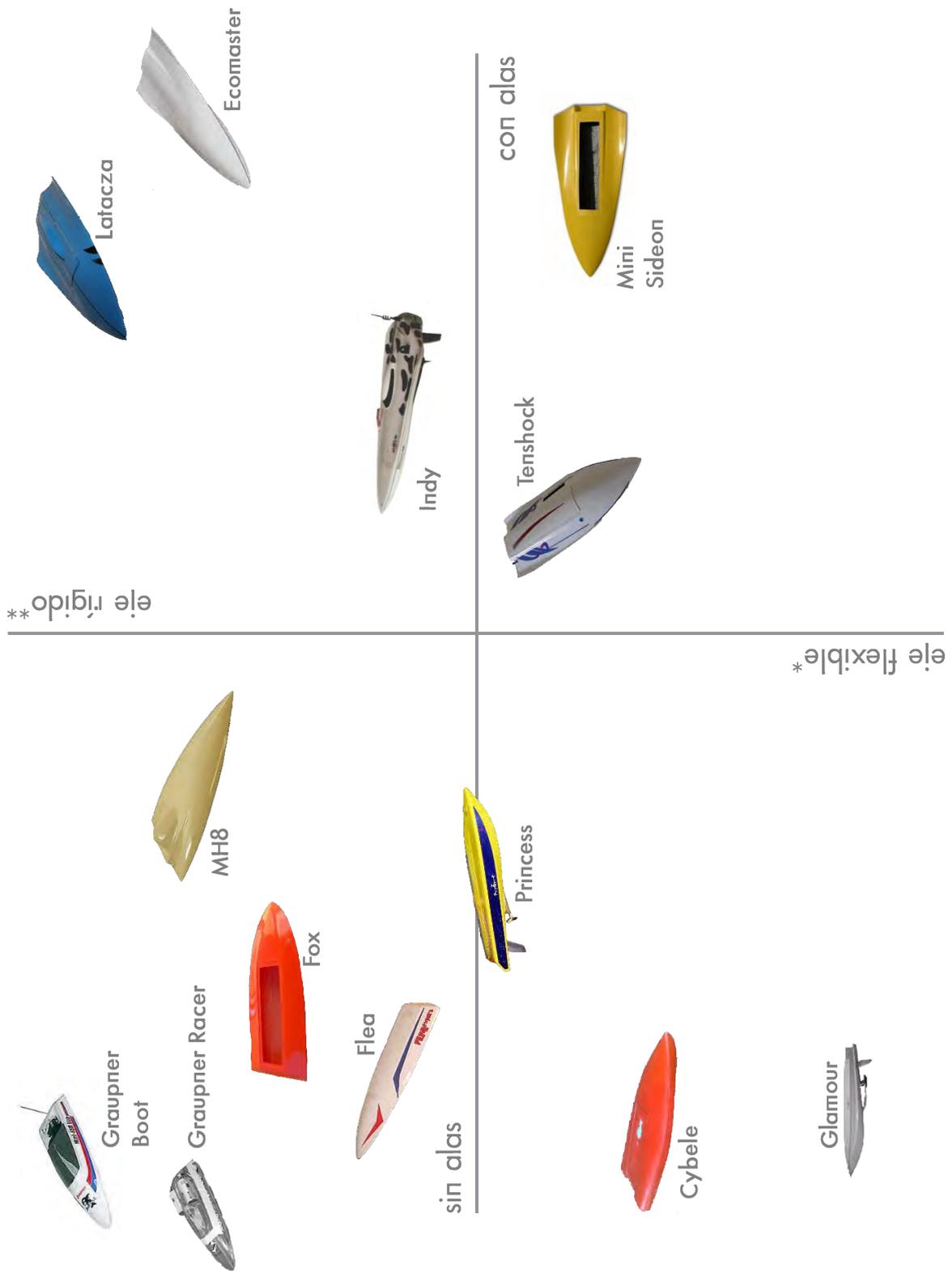
b) Independientemente del apartado anterior, existen dos modos de transmitir la potencia del motor: mediante un eje recto o un eje curvo. Este aspecto no es definitivo, ya que al ser modelos realizados bajo pedido el cliente puede solicitarlo de una u otra manera que siempre se podrá cambiar más adelante.

c) De manera global todos los modelos tienen finalmente una geometría muy similar.

d) Todos los modelos estudiados requieren de poner y quitar cinta adhesiva después de cada manga para acceder al interior (batería, servo, receptor...)

e) Ninguna de ellas se comercializa actualmente con envase y marca propia.

Se puede concluir por tanto que existen aspectos donde poder desarrollar un nuevo diseño, intentando mejorar en los detalles en que estos modelos resultan deficitarios.



*En el estudio aparece con eje flexible

**En el estudio aparece con eje rígido



BRIEFING

OBJETIVOS DEL DISEÑO

Tras ver como son los modelos actuales de esta categoría, los objetivos que se plantean al inicio de este TFG son:

- ◆ Diseño de un nuevo casco que respete la normativa y pueda competir en esta categoría.
- ◆ Diseño de un nuevo sistema de cierre, intentando evitar el uso de cinta adhesiva después de cada manga, o reducir la importancia que tiene actualmente a una mera cuestión de precaución.
- ◆ Diseño del casco pensando en la comodidad del usuario al tratar con los elementos internos con mayor facilidad.
- ◆ Diseño de un nuevo sistema que facilite la colocación de plomos a la hora de configurar el modelo en el agua, teniendo un resultado más estético y haciendo que el modelo mantenga sus propiedades aerodinámicas e hidrodinámicas.
- ◆ Mejora de la posición de la bancada del servo para tener un brazo que realice los mandos requeridos en el mismo plano de forma cómoda.
- ◆ Cambio de posición de la salida de los conductos de refrigeración para intentar crear una presión en la zona trasera del modelo que haga que tanto la hélice y timón vayan el mayor tiempo posible sumergidos para no perder el control del modelo en ningún momento.
- ◆ Intentar bajar el tiempo que tardan los modelos actuales en darse la vuelta gracias al canal de flotabilidad.





Imagen del modelo comercial Latazca en la Dársena del Canal de Palencia, donde se han realizado las pruebas físicas.



INSPIRACIÓN

Al inicio del diseño del nuevo modelo, y una vez conocidas el resto de lanchas que se encuentran en el mercado pertenecientes a esta categoría, para obtener más información visual sobre las formas de las lanchas se decidió investigar sobre las formas que tienen las planeadoras reales.

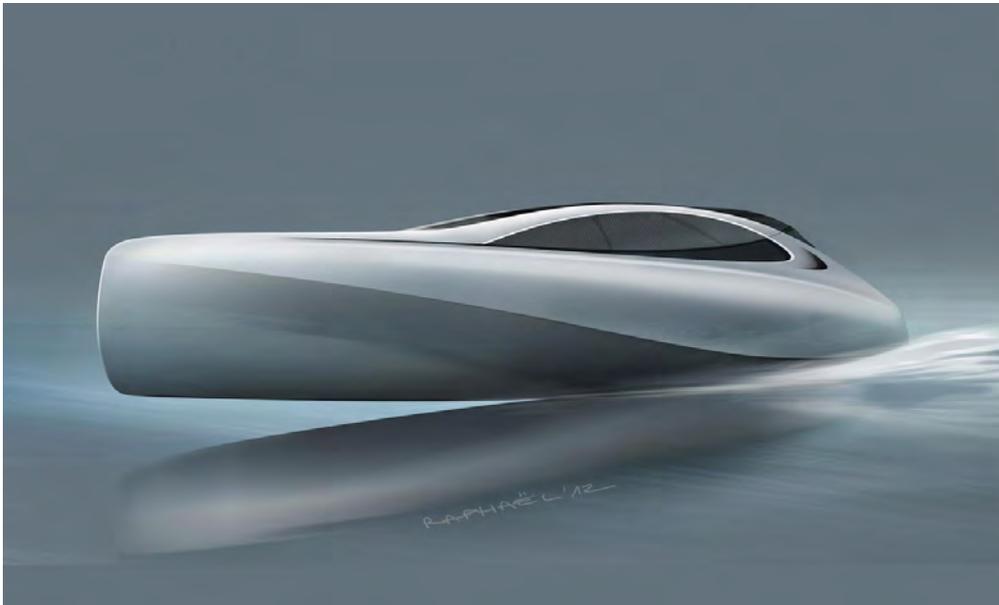
A continuación se muestran las imágenes que se han tenido presentes durante todo el proceso de trabajo.



A)



B)



C)



D)

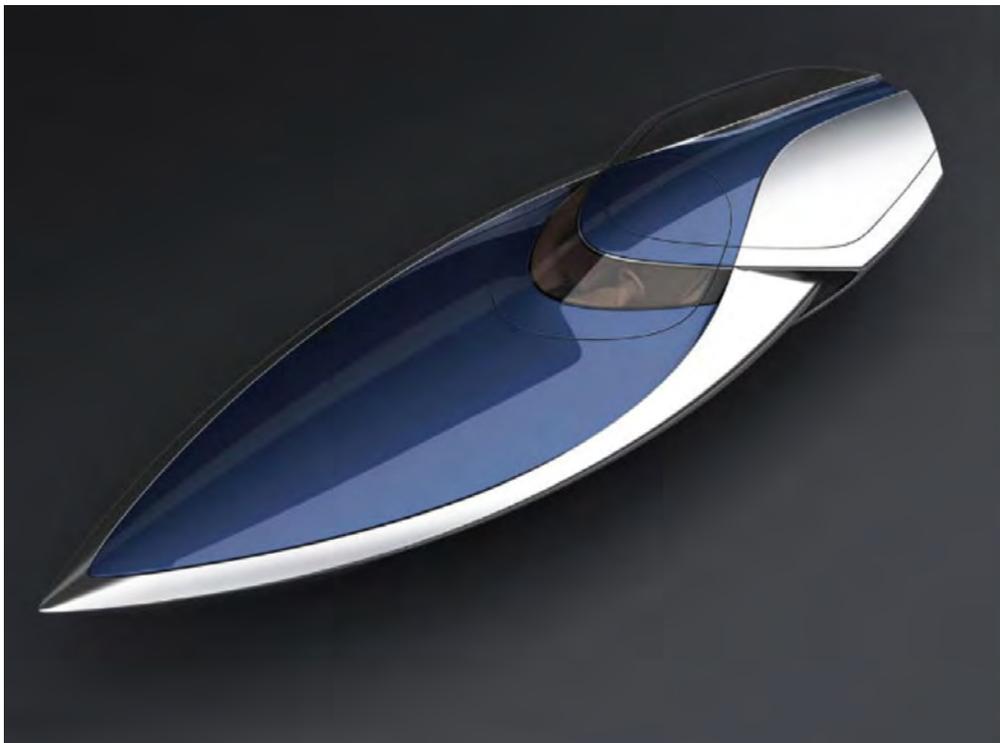


E)





F)



G)





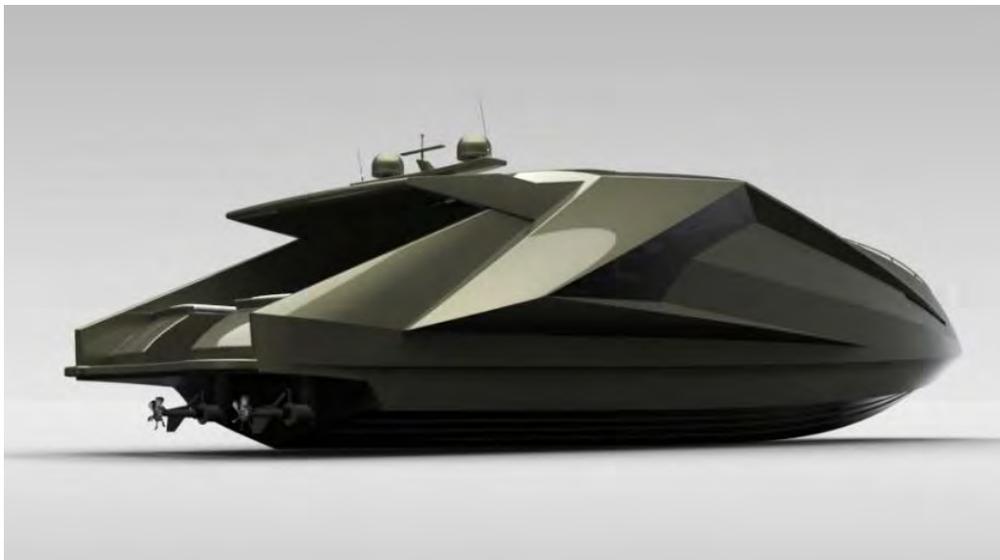
H)



I)

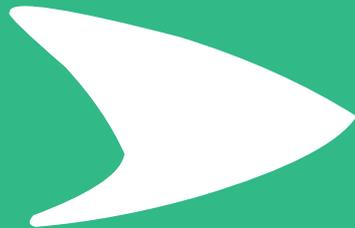


J)



K)

DESARROLLO DEL PRODUCTO



TARASCA

INTRODUCCIÓN

Desde el comienzo del desarrollo de este proyecto se tuvo muy claro que al final de la creación del modelo CAD se debería construir físicamente a tamaño real, navegar con él y comprarle con otros modelos de esta categoría.

Por lo tanto en el método seguido a la hora del diseño de este modelo se han tenido en cuenta la posterior fabricación con sus materiales. Esta es una metodología en paralelo, que se diferencia de la lineal, en la que primero se desarrolla la forma, luego los procesos de fabricación, materiales.... con una realimentación al proceso anterior cada vez que en el siguiente se encuentra problemas no tenidos en cuenta en las primeras fases del diseño.

Modelo lineal de desarrollo de un producto



Modelo paralelo de desarrollo de un producto



RELACIÓN DEL DISEÑO INDUSTRIAL CON LA CONSTRUCCIÓN DE BARCOS

En rasgos muy generales, la forma de los barcos no es algo aleatorio, no viene por el antojo de un diseñador ni mucho menos de un ingeniero naval, sino del conocimiento de los conceptos básicos y principios físicos en los que el diseño de los cascos debe residir. Y con los modelos MiniEco de competición, aún teniendo una escala pequeña ocurre lo mismo. La característica principal del casco de cualquier embarcación es la de su curvatura, la continuidad de dicha superficie curva y su relación con el medio.

La construcción naval no puede permitir concesiones a arrebatos emotivos o ideológicos. No se puede hablar de conceptos artísticos o subjetivos como puede hacerse en otras ocasiones en diversos ámbitos como la arquitectura o el diseño.

En la arquitectura, las superficies curvas han sido uno de los principales retos para los arquitectos e ingenieros de la historia. Desde construcciones prehistóricas usadas entre los años 1200 y 750 a. C. como son la Naveta des Tudons en Menorca (imagen izquierda), hasta la moderna arquitectura de grandes genios de la actualidad como el museo Guggenheim Bilbao (imagen derecha) del canadiense Frank Gehry, pasando por las cúpulas Renacentistas de Miguel Angel, Brunelleschi...



Evolución de la arquitectura desde los Tudons hasta las nuevas superestructuras, manteniendo siempre las formas curvas.

En el campo del diseño pueden ser innumerables los ejemplos que se pueden dar del uso de las formas curvas y las superficies, en autores de distintas épocas y estilos. Aunque se puede destacar por encima del resto los autores de la corriente del “Styling Americano” y en concreto a su estrategia más eficaz, el “Streamline”, que hace referencia a la línea aerodinámica y también a lo moderno y eficaz buscando las formas integrales. En esta corriente podemos destacar alguna obra de Buckminster Fuller, con su vehículo “Dymaxion”, y Norman Bel Geddes, autor del “coche N°9”. Aunque estos coches no llegaron a producirse en masa, influyeron de gran manera a otros diseños muy populares años más tarde como la mítica furgoneta Volkswagen.



En la imagen superior el vehículo Dymaxion, abajo "coche N° 9" de Bel Geddes.

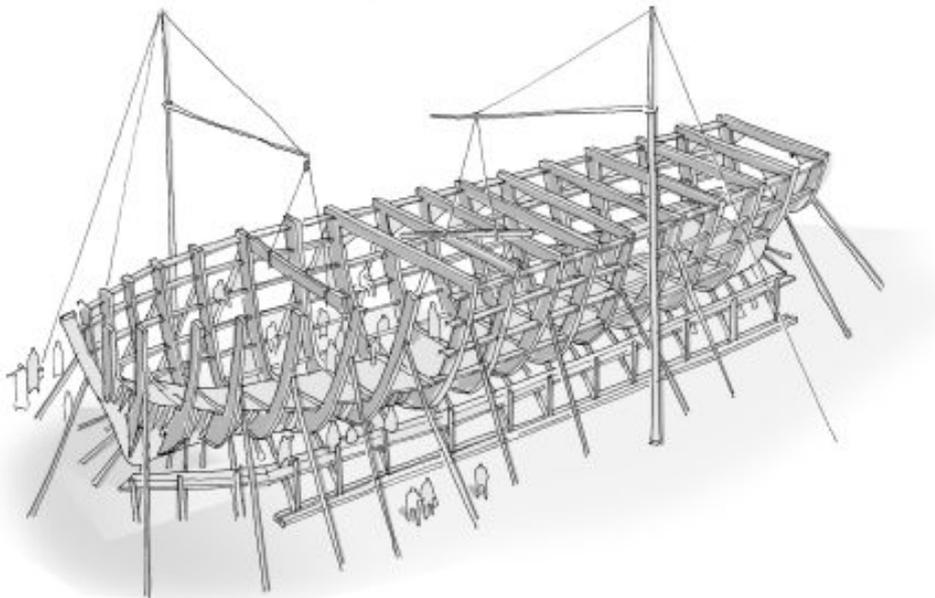


Volviendo a la forma de los cascos, existe una curiosa invariante que se manifiesta en el parecido que existe entre las diferentes soluciones, ya sean de madera, de acero, de cemento o en la actualidad de materiales compuestos; las variantes dependen del uso, de la forma de navegación que tenga dicha embarcación y de las restricciones del material con el que son construidas.

Cualquier embarcación se define por tres medidas principales que corresponden a las tres dimensiones perpendiculares en el espacio. La eslora (longitud del barco), la manga (la anchura con mayor dimensión) y el calado (que corresponde con la profundidad).

Habitualmente el diseño de un casco se define con precisión con el uso de cuadernas transversales. En las embarcaciones reales, cuando su diseño se realizaba íntegramente con lápiz y papel, se solían definir 21 secciones de tal manera que una es superior a las demás, la que determina la manga del casco.

En la construcción clásica de buques hay dos partes inseparables en el casco; la estructura o armazón (constituida por las secciones y listones que unen cada una de ellas dándole rigidez) y el recubrimiento o forro.



Cuanto más control se tenga sobre el diseño, más fácil será introducir posibles cambios de mejora y poder detallar las piezas con las que se construirá el conjunto. Habitualmente, todos los barcos se diseñan a partir de las formas en los tres planos del espacio, representando las diferentes cuadernas y secciones transversales.

El casco de cualquier barco se define, calcula y modifica a partir de las sucesivas secciones. La forma queda determinada por la superficie que genera la totalidad de las secciones longitudinalmente.

LOS BARCOS SE PIENSAN POR SECCIONES



Tanto en la imagen de la página izquierda, como la que se encuentra sobre estas líneas reflejan que siempre se han construido las embarcaciones por secciones.



ESTUDIO DE CAMPO

El estudio de campo se ha realizado en dos momentos concretos, los dos días en que se han celebrado en el estanque del Parque de las Norias de Valladolid la última prueba del Open de España MiniEco/Shark 2014 y la primera prueba del Open de España MiniEco 2015.

► Open de España MiniEco/Shark 2014 → 09/11/2014

En este punto estaba comenzando a buscar las primeras informaciones sobre las lanchas de esta categoría, todo en la web; y este día era la primera toma de contacto con las lanchas en realidad. Día frío de invierno, aunque soleado.

Lo primero, y más importante, que se pudo apreciar fue el buen ambiente y compañerismo que había entre una docena de competidores llegados desde diversos puntos de la geografía nacional, que ante todo son amigos. También resaltar la buena acogida que tuve entre ellos.

La primera enseñanza se concretó en la normativa que debería cumplir cada lancha para poder competir en España en la categoría MiniEco (normativa Naviga ligeramente modificada):

- i) Hélice sumergida (de material no metálico).
- ii) Peso mínimo de la lancha en el agua de 0,5 kg.
- iii) Eslora máxima de 430 mm.
- iv) Baterías Li-Po 2S1P/2S2P/3S1P/3S2P 110g. max.
LiFe-Po 3 cells 18650 2cells 26650.
- v) Motor outrunner Turnigy Typhoon 450H 2215H Heli
Motor 3550k (o motores con la misma potencia).

La razón por la cual todos los corredores están obligados (aquí, en España) a utilizar el motor con potencia limitada (aunque hay un acuerdo para utilizar el mismo motor) y hélice, es intentar igualar la categoría a todos los competidores; evitando de esta manera que las personas con mayores recursos o conocimientos en la materia puedan tener ventaja sobre los que no, copando en las primeras posiciones de cada carrera.

Ese mismo día se pudo comprobar algo que durante la etapa previa de investigación en la red parecía incomprensible. Y es que cuando un mo-



delo a gran velocidad intenta hacer un viraje puede que vuelque, y a los pocos segundos se da la vuelta por si solo, sin acción ninguna. Esto se debe al canal de inundación que poseen en el lado izquierdo que se llena de agua en el momento en que la lancha esta boca abajo y este peso hace que se gire. Por ello los pilotos intentan concentrar todo el peso del modelo hacia este lado para que, con más peso, ejerza de contrapeso. Por otra parte pueden colocarse pesos en la parte exterior para poner a punto cada lancha a gusto de cada piloto.

Algunos de los modelos ese día presentes contaban con una “chapita” en la zona trasera que funcionaba a modo de estabilizador horizontal. Este elemento añadido da estabilidad a la parte trasera de la embarcación y su dimensión ha de ser la necesaria para que todo el conjunto esté dentro del máximo de 430 mm que permite la categoría. Estos estabilizadores también tienen la función de generar más superficie de apoyo, ya que si se gira a bajas velocidades el morro baja y puede que se clave en el agua, sumergiéndose el modelo.



Se puede apreciar la pequeña placa a la que se hacia relación anteriormente, en este caso cuenta con un tornillo que puede hacer presión para regularla.

El motor eléctrico implica el uso de un variador, que es el encargado de regular la potencia que las baterías suministran al motor dependiendo de la posición que el piloto tenga en su emisora R/C. Todos los dispositivos electrónicos que van cerrados dentro del casco se calientan por la pérdida de energía por lo que hay que refrigerarlo. El motor elegido no es refrigerable, pero el variador si, por lo que se le coloca una plaquita por la que pasa agua y enfría el circuito.

Estas lanchas más que navegar se puede decir que planean, alcanzan una velocidad lo suficientemente elevada como para elevarse sobre el agua y mantener una escasa superficie en la zona trasera donde se apoya en el agua, si no es así, la lancha va dando botes y pierde el contacto con el agua.

Que vaya por el aire en vez de por el agua tiene la ventaja de que el aire es menos denso que el agua, por lo que el medio ofrece menos resistencia al avance, pero por otra parte cuando el casco de la lancha esta fuera del agua, no se tiene control sobre ella (la hélice y el timón que estaban sumergidos dejan de estarlo). Por lo que ha de llegarse a un compromiso entre la superficie en contacto con el agua y la que está en el aire.

Los diferentes modelos de lanchas MiniEco presentes en esta competición tienen la obra viva resuelta de diferentes formas con más o menos escalones en el casco. Estos escalones (sobre todo los transversales) lo que provocan es que en su avance por el agua, cada vez que se llega a un escalón, se produzca una emulsión de aire y agua que crea un “colchón” sobre el que momentáneamente se sustenta la lancha haciendo que el rozamiento sea menor.

Para competir es necesario identificar cada embarcación con un número colocado en una “veleta”. Esta veleta es una lámina de material opaco blanco (plástico ABS de 0,8 mm) de 70x70 mm con los números (recortados en aironfix negro) de 60 mm de alto en color negro.

Como conclusión surgen diversas mejoras o propuestas:

a) Que el estabilizador fuera móvil, con un resorte o dispositivo flexible que hiciera que en todo momento estuviera en contacto con el agua. NO PUEDE SER, ya que en esta categoría no se permiten partes móviles de ese estilo, sí que se puede modificar su inclinación entre mangas, fuera del agua.

b) Crear sistema que aproveche las ventajas de los sistemas R/C de 2,4 Ghz usados actualmente, para que, incorporando un sistema de posicionamiento a la lancha, avise al piloto cuando puede girar. LAS NORMAS NO LO RECHAZAN PERO NO LO APLICAMOS A ESTE PROYECTO.

c) Si el canal de inundación es más grande y/o se llena más rápido tardara menos tiempo en darse la vuelta, ya que habrá más peso y lo habrá en menos tiempo.

► Open de España MiniEco/Shark 2015 → 19/04/2015

En este punto se estaba trabajando sobre el diseño de la superficie del nuevo modelo, por lo que se utilizó la visita para realizar consultas sobre este modelo y sobre el posterior método de fabricación.

El proceso de construcción a seguir en este modelo no difiere en nada de productos similares. Después de tener el modelo y su correspondiente molde, éste se pinta con una pintura polimérica, que una vez aplicada sobre el molde se deja secar 24 h. Transcurrido ese tiempo podemos colocar la fibra con la que vayamos a realizar el casco. Para hacer el modelo sea tanto en carbono como en fibra de vidrio con la resina epoxy con la que se realizan los modelos no hace falta, en principio, hacer vacío.

Una vez que tengamos las dos mitades del casco, con los bordes bien afinados (recortados), colocamos una línea de resina en todo el perímetro de ambas mitades del casco colocadas sobre su molde, y juntamos ambas mitades. Para que el ajuste sea exacto ambas mitades han de tener unas perforaciones con unos pasadores para que encajen perfectamente en su sitio. Una vez que retiramos las dos partes del molde con un pincel vamos retocando la costura aplicando más resina (espesada si hiciera falta) y colocando pequeños refuerzos de fibra de vidrio o mechas de carbono.

Al sacarlo del molde la pintura aplicada con horas de antelación se quedará adherida a la superficie de la fibra.

Si deseamos que nuestro modelo tenga canal de inundación, se presenta la pared del canal y se puntea con cianocrilato, se aplica un hilo de resina (espesada de nuevo si hiciera falta) y se va reforzando la unión con pequeñas tiras de fibra.

DESARROLLO DE LA FORMA

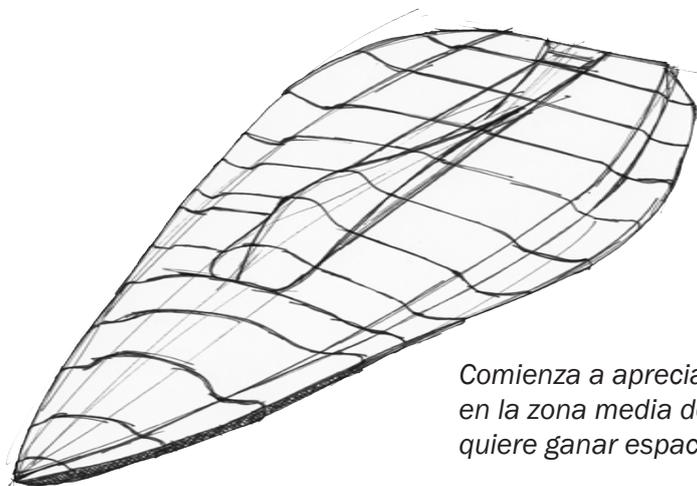
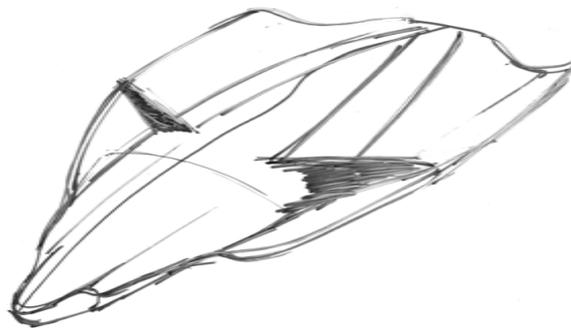
El resultado final es la consecuencia de la evolución en la forma del casco de la lancha, que comenzó con unas líneas muy semejantes a alguno de los modelos actuales, pero en la que con el desarrollo del diseño, se han ido aplicando los puntos base planteados en el briefing hasta llegar al resultado final de la forma más adecuada a su función.

A continuación se muestran una selección de bocetos, ordenados cronológicamente realizados antes y durante el proceso de diseño del nuevo modelo:



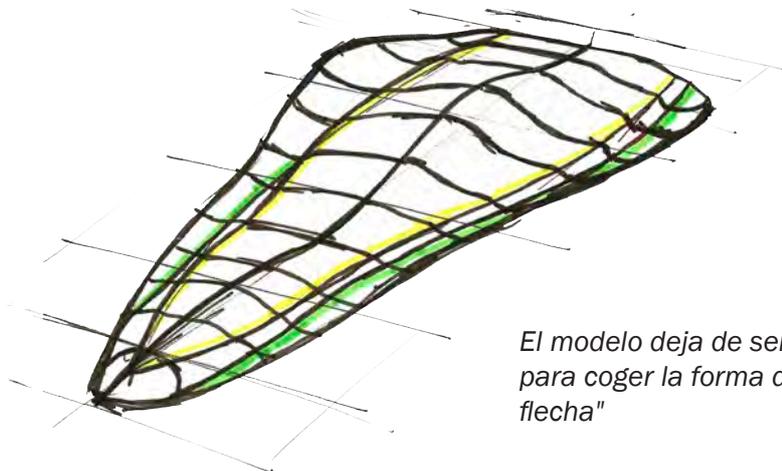
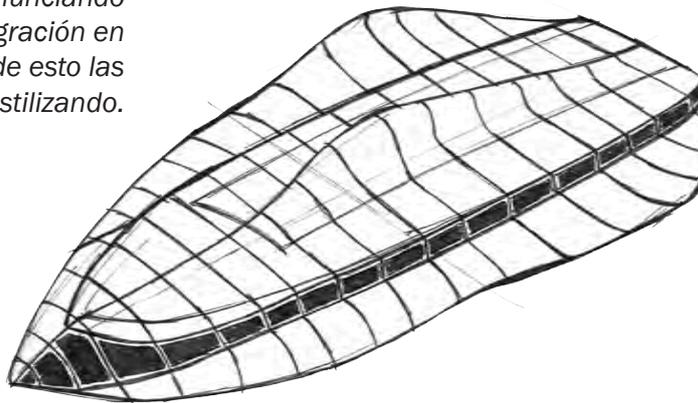
El primero de los bocetos no se diferencia en la forma de los modelos actuales.

Los siguientes bocetos ya comienzan a tener forma propia, siendo la variante con alas la elegida para esta ocasión.

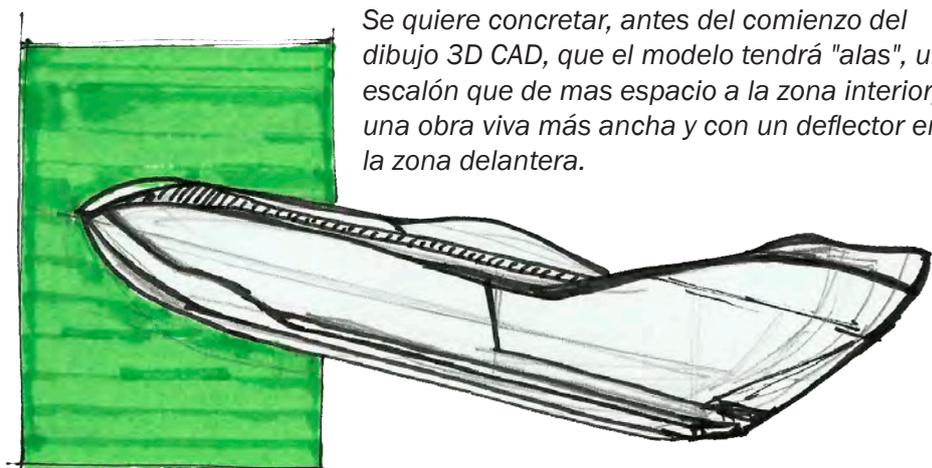


Comienza a apreciarse un escalón en la zona media del casco que quiere ganar espacio en el interior.

Dicho "escalón" se sigue pronunciando generándose una mejor integración en la zona delantera. A parte de esto las formas generales se van estilizando.

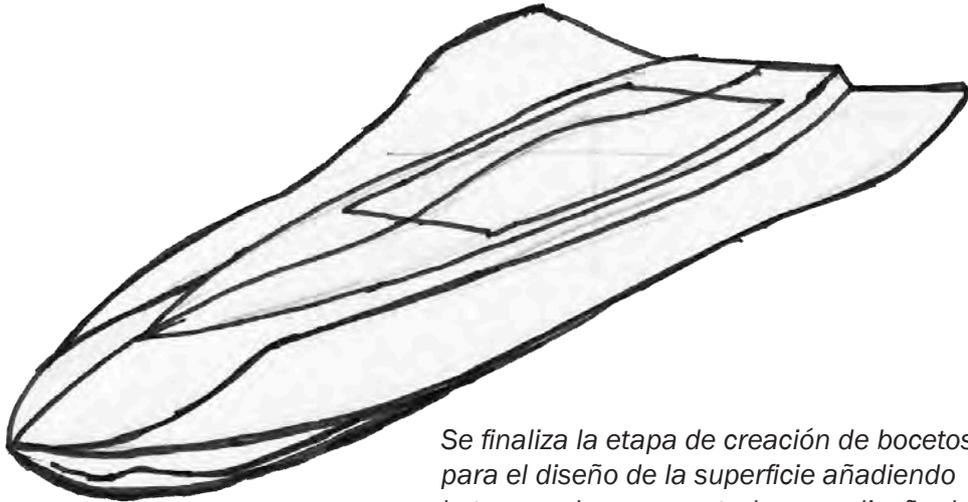


El modelo deja de ser tan "plano" para coger la forma de "punta de flecha"



Se quiere concretar, antes del comienzo del dibujo 3D CAD, que el modelo tendrá "alas", un escalón que de mas espacio a la zona interior, una obra viva más ancha y con un deflector en la zona delantera.





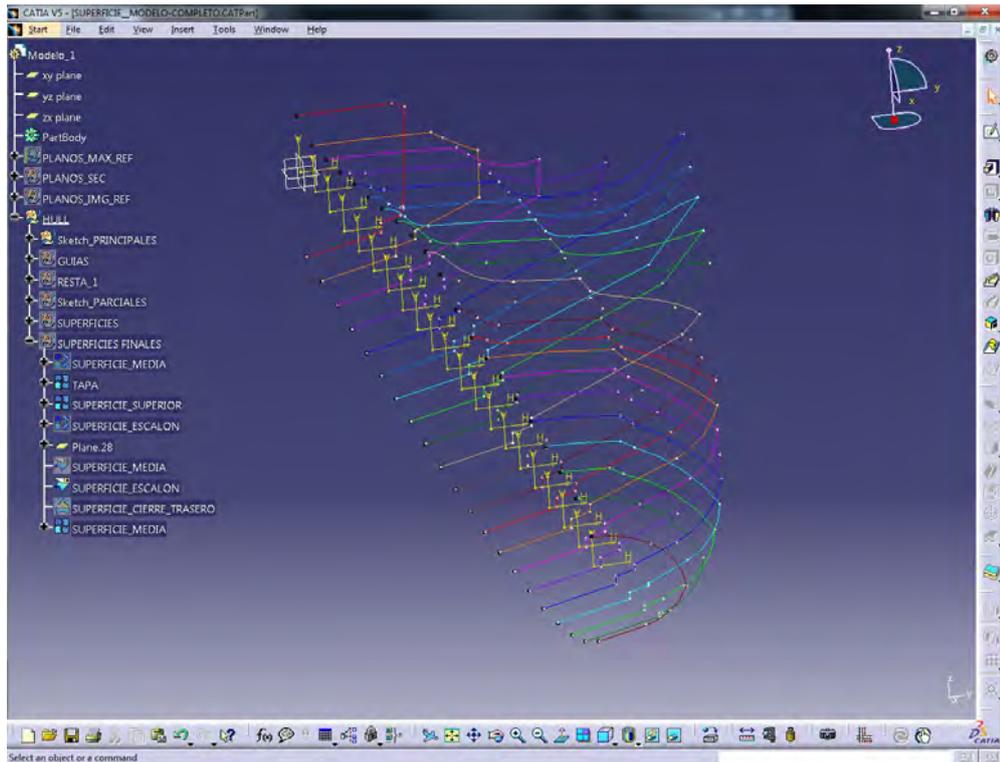
Se finaliza la etapa de creación de bocetos para el diseño de la superficie añadiendo la tapa en la zona central y un rediseño de la zona delantera para tener una geometría limpia en la intersección del "escalón".

La mayor complicación de este diseño es la obra viva, recordemos que es la zona en contacto con el agua y la que hace que un modelo sea más estable y pueda ser mejor en carrera o no.

Sin disponer de grandes conocimientos en aerodinámica e hidrodinámica que permitan valorar con gran precisión la superficie a concretar, se ha contado con la experiencia de competidores que nos han facilitado la labor su ayuda; con esta intervención se ha podido deducir como se podría mejorar la forma: teniendo el "canal" de la zona central ligeramente más ancho que el modelo Latazca.

Para el modelado el software utilizado ha sido Catia, del desarrollador Dassault Systemes, en su versión V5-6R2013, cuyo uso fue aprendido en la asignatura "Diseño Asistido por Ordenador" cursada el segundo año de la titulación (aunque en ese momento utilizamos la versión V5-R21).

A la hora del modelado de las superficies me he basado en lo anteriormente expuesto de "EL BARCO SE PIENSA POR SECCIONES", y el resultado final son 21 secciones unidas que generan la superficie.

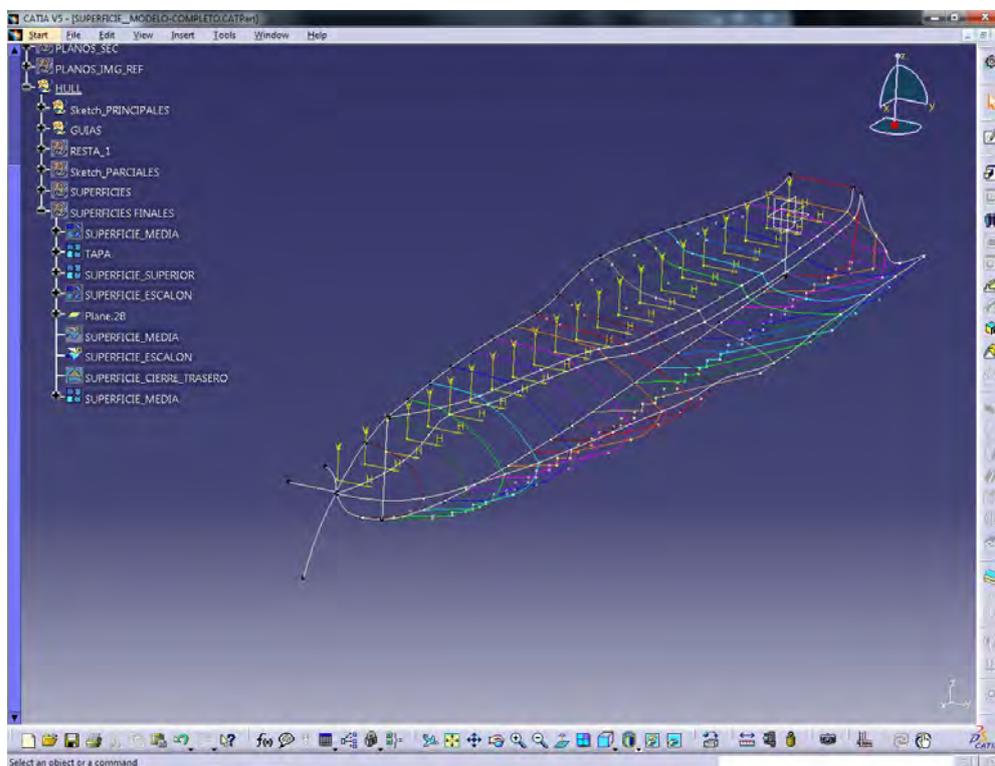


Captura de pantalla del diseño de las secciones con Catia.

Antes de comenzar es preciso indicar que este modelo final se puede englobar dentro del grupo de “con aletas”. Como ya se indicó, esta forma la hace más estable en recorridos rectos, haciendo que en cualquier bamboleo o “bache” que la lancha encuentre, las aletas apoyen y no desestabilicen el modelo. En un primer vistazo, aparte de esta forma clara, se aprecian unas líneas curvas claramente marcadas, tanto en su perfil, como en las superficies de la zona superior e inferior.

Además de las aletas se le han añadido una ligera curva en la zona delantera, en forma de deflector que en los momentos de alta velocidad para la que está diseñada, esta lancha va elevada y no está en contacto con el agua, por lo que su función es distribuir el aire de la zona delantera hacia los laterales y que fluya hacia la parte inferior de las aletas, donde se juntará con el agua y crearán esa emulsión de aire-agua tan beneficiosa para el modelo. Finalmente la hipótesis con la que se diseñó esta zona funciona en las simulaciones realizadas, que aparecen más adelante en esta memoria en el apartado de análisis.

En la solución final se incorpora una forma mucho más elevada en la zona trasera a modo de spoiler (concepto definido en el apartado de terminología) que se encarga de, como su propio nombre indica (spoiler en inglés significa arruinar, estropear), perturbar el rápido flujo de aire que, desafortunadamente, es la causa de la sustentación positiva, y se encarga de intentar deshacerse de esa perturbación. El aumento de la división del flujo sobre la parte trasera del modelo causa un aumento de la presión sobre esta área, lo que conlleva que el modelo se “pegue” al agua en su zona trasera. Considerado esto como una ligera ayuda y una presión no muy fuerte debido a la velocidad del aire que pasa por esa zona y a la superficie por donde incide.

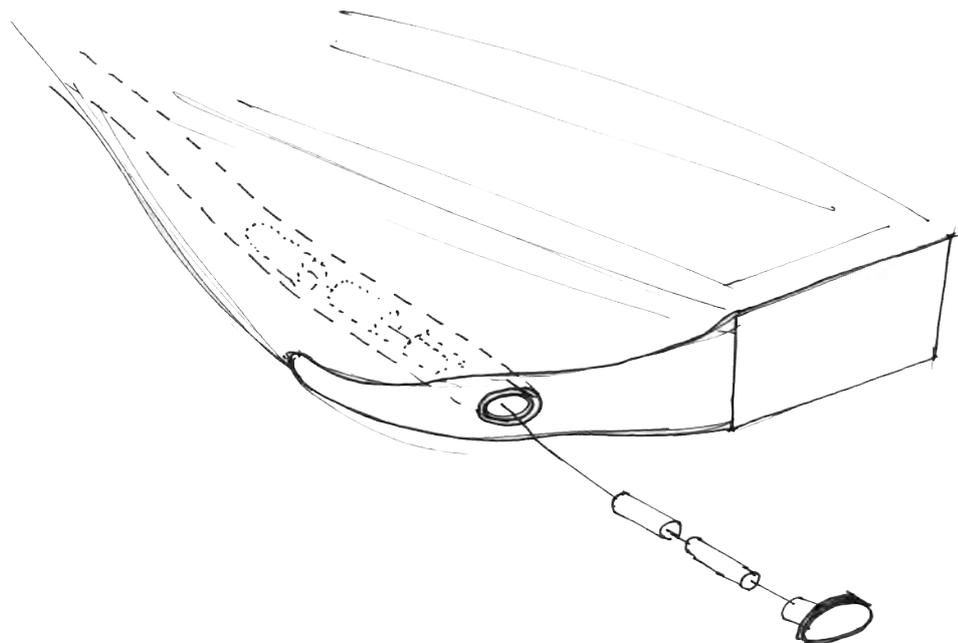


Captura de pantalla del diseño de las secciones con Catia, donde además pueden verse las guías que generarán la superficie final..

El nuevo modelo se caracteriza además por el quiebro o escalón que aparece entre la superficie superior, donde va colocada la tapa y la zona curva de la zona media. Esta geometría con este salto brusco lo que genera es que haya más espacio de trabajo en el interior del modelo, de lo contrario, si fuera más ligera esa bajada disminuiríamos el espacio. Ésta zona acaba en la zona frontal, con el morro de la barca, generando una geometría favorable para la división de los fluidos, sea tanto agua como aire.

Una aportación más de la que se dotaría a este modelo de casco MiniEco es un sistema para colocar la cantidad precisa de plomo (con la función de contrapesar) en el punto que más se adecue al problema que se quiera corregir. Por ejemplo, si aparte de necesitar ciertos gramos en el lado izquierdo, notamos que nuestro casco “pica” demasiado hacia delante, deberemos colocar el peso en la parte trasera; o si por el contrario el morro de nuestro modelo se eleva mucho, perdiendo parte del control, podremos poner la misma cantidad de lastre pero en la zona delantera. Y en ambas opciones sin que afecte a la forma del casco, ya que va por el interior del modelo.

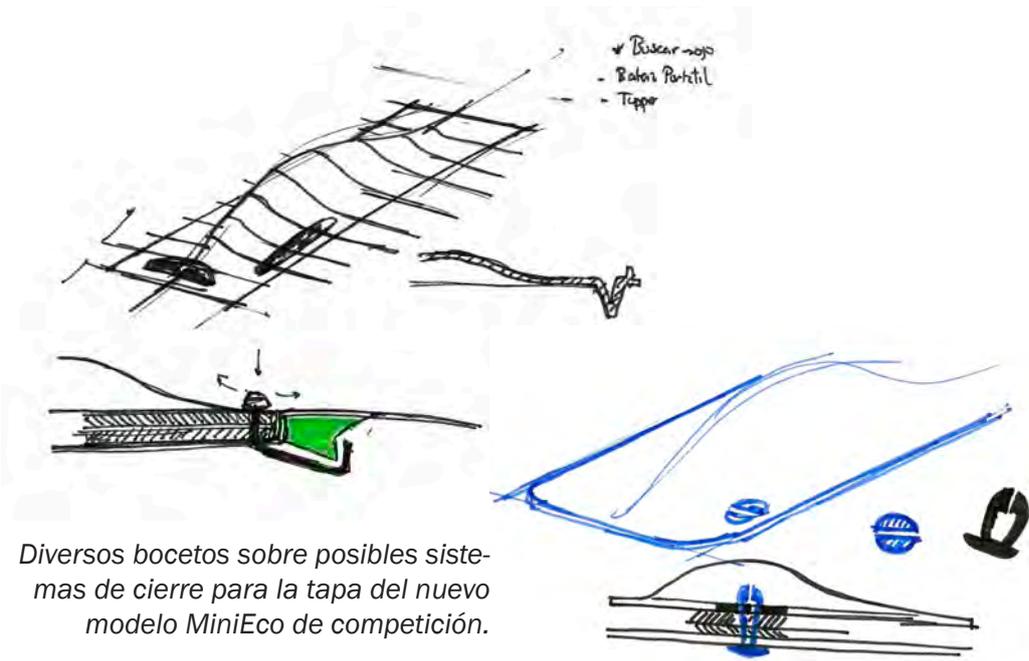
La solución es un conducto de pequeño diámetro, que recorre por todo el borde el canal de inundación del modelo, con salida en la zona trasera. A este conducto se le acompaña de un conjunto de piezas cilíndricas del mismo diámetro que el conducto, perforadas en su eje de revolución. Estas piezas pueden ser pesadas (metal → plomo) o muy ligeras (espuma). Si no se desea ningún lastre para nuestro modelo, rellenaremos el canal con piezas sin peso. Mientras que si queremos colocar algunos gramos en una zona concreta, sustituiremos esas piezas sin peso, por los gramos de peso que consideremos necesario. Todas ellas con un sistema de fácil extracción, ya que van unidas por un alambre muy fino, tirando de esta, salen todas.



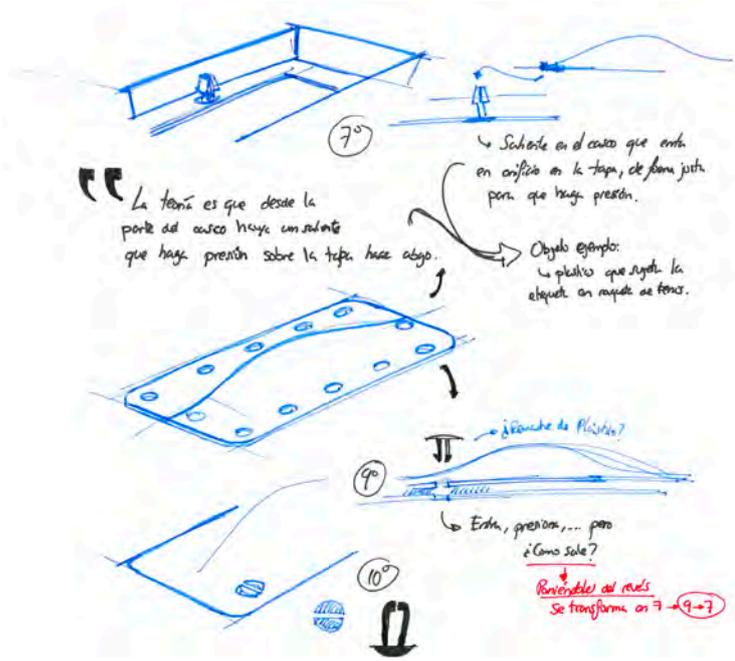
Boceto que muestra el funcionamiento del sistema interno de lastre, en el que poniendo pequeños cilindros de diversos materiales se consiguen variedad de lastres y en la posición justa del casco en la que se necesite.

La superficie de abertura de la tapa se ha incrementado respecto al modelo de prueba (Latazca), favoreciendo así la accesibilidad a los componentes internos ampliamente solicitados para su mantenimiento o sustitución.

Se ha intentado además, dotar de un nuevo sistema de cierre. Este ha sido uno de los puntos clave en el diseño del nuevo modelo, ya que todos los modelos actuales, como se ha visto antes en el estudio de mercado, se cierran con una cinta adhesiva. Inicialmente se comenzaron a realizar bocetos sobre diversos sistemas de cierre, expuestos a continuación.

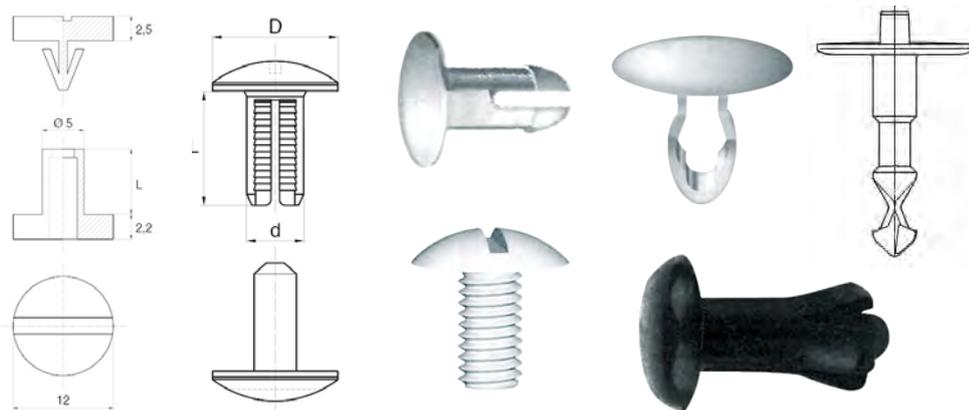


Diversos bocetos sobre posibles sistemas de cierre para la tapa del nuevo modelo MiniEco de competición.



Sobre ellos, se ha realizado un estudio teórico de cuál puede ser el mejor cierre, valorando sistemas que mediante su ejecución crearan una presión entre la tapa y la zona en contacto del casco, colocando una goma a modo de aislante entre medias, siendo los siguientes los elementos encontrados más similares:

- o Cuña interna + más varilla que presiona
- o Cierre móvil – corredero → tapa corredera
- o Tornillos con la cabeza fuera
- o Tornillos invertidos con la rosca/tuerca fuera
- o “Clic” → Pasador que engancha
- o “Llave” (movimiento de) que haga que suba y baje
- o Snap-Clip de arriba a abajo
- o Snap-Clip de abajo a arriba
- o Bridas
- o Velcro



Imágenes de diversos cierres de los mencionados anteriormente.

Antes de continuar con el estudio práctico de cuál puede ser el mejor método para el nuevo sistema de cierre en este tipo de lanchas, se han descartado los dos primeros de la lista anterior por los siguientes motivos:

A) Estos dos métodos no comparten la geometría con los restantes, y dado que el molde del modelo se realiza de forma externa, el modelo que tenemos físicamente no se adaptaría a estos sistemas de cierre.

B) Valorando (subjetivamente) y haciendo pruebas con objetos que tienen cierres similares se ha podido comprobar que puede no acabar siendo 100% fiable.

Aparte de los anteriores también se han de descartar las “llaves” y los Snap-Clips, ya que en el momento de adquirir estos productos para las pruebas reales no fueron encontrados en ningún comercio ni gran superficie o era de un tamaño demasiado grande.

Por ello nos centraremos en las pruebas con los otros métodos encontrados que aportan gran similitud a los anteriores, pero con elementos más cotidianos. Finalmente se han realizado sobre un casco de prueba (que se desechó porque el acabado en su construcción no fue bueno debido a la falta de vacío) que no cuenta con ningún sistema colocado en su interior, los estudios para ver cual de los siguientes métodos finalmente mantiene mejor la estanqueidad del modelo:

- o Velcro
- o Bridas
- o Fasteners encuadernar
- o Tornillos plásticos
- o Tornillos de encuadernar
- o Método tradicional de cinta adhesiva

Apuntar que todas las pruebas se realizan con una goma aislante colocada tanto en el casco como en la tapa, o en algunas ocasiones colocadas únicamente en uno de los lados.

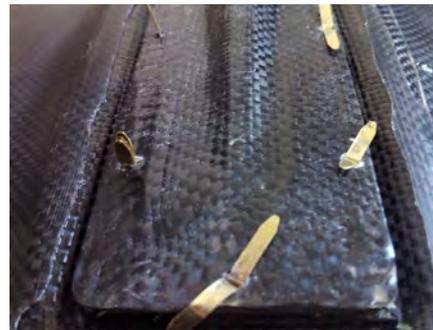
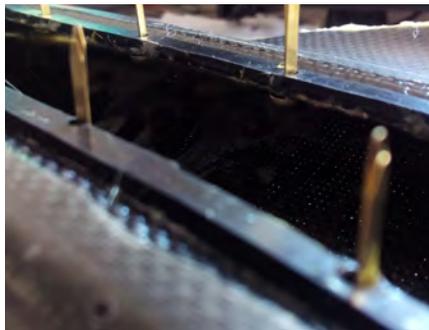
Para comprobar cual de los sistemas es el más acertado en cada uno de los supuestos se ha sumergido totalmente la lancha con la tapa cerrada en agua durante 15 segundos, para de inmediato abrir el modelo y comprobar la cantidad de agua que ha entrado. A continuación se exponen los resultados obtenidos:

i) El primer método probado ha sido el velcro, pegado cada uno de los lados sobre cada una de las gomas; la del casco y la de la tapa. Tras introducirlo en agua, comenzó a entrar agua al instante, estando a los 15 segundos el casco lleno de agua; quedando este modo descartado.

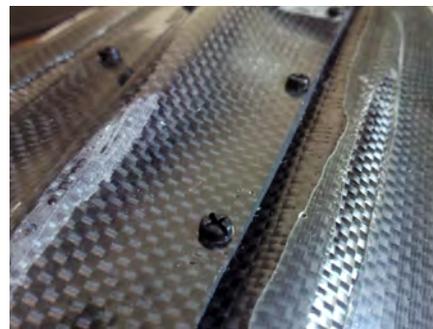
ii) Se continua probando a cerrar la tapa con bridas; con este método se han encontrado diversos problemas, el primero de ello es que su colocación es compleja, no pudiendo introducir

todas las bridas. Aparte de esto, el cierre no aparenta ser totalmente estanco, ya que las bridas no ejercen presión sobre las dos gomas (la de la tapa y la del casco).

iii) Con los fasteners para encuadernar, se pegaron repartidos 12 unidades, con la cabeza en la zona inferior, sobre saliendo la patilla por los orificios realizados en la tapa, y cerrados fuertemente en la zona externa, ha tenido un resultado favorable en la prueba en la que la tapa y el casco tenían goma aislante, entrando una pequeña cantidad de agua tras estar 15 segundos sumergido.



iv) Tras retirar los fasteners de encuadernar se colocaron en la zona interna 12 tuercas de un material plástico, para por los mismos agujeros que teníamos antes introducir unos tornillos plásticos. Para esta prueba se ha utilizado una tapa sin goma aislante, estando esta unicamente colocada en la zona de casco, ya que los tornillos plásticos de los que se disponía no eran lo suficientemente largos para abarcar las dos gomas colocadas. Con esta distribución ha entrado una cantidad de agua ligeramente superior a la que entró en el caso anterior, por un único punto, pudiendo esto ser debido a un fallo de colocación de los tornillos, las tuercas o la goma aislante.



v) Después de retirar los tuercas de plástico de la prueba anterior y hacer más grandes los mismos 12 orificios, se adhieren las partes hembra de los tornillos para encuadernar. Tras colocar la tapa con goma y cerrar con la parte macho, se sumerge en el agua entrando una cantidad considerable de agua, descartando de inmediato este medio. Esto es debido a que estos tornillos tienen una longitud que al cerrar se mantiene constante (no siendo como un tornillo con tuerca al que se puede apretar todo lo que se desee).

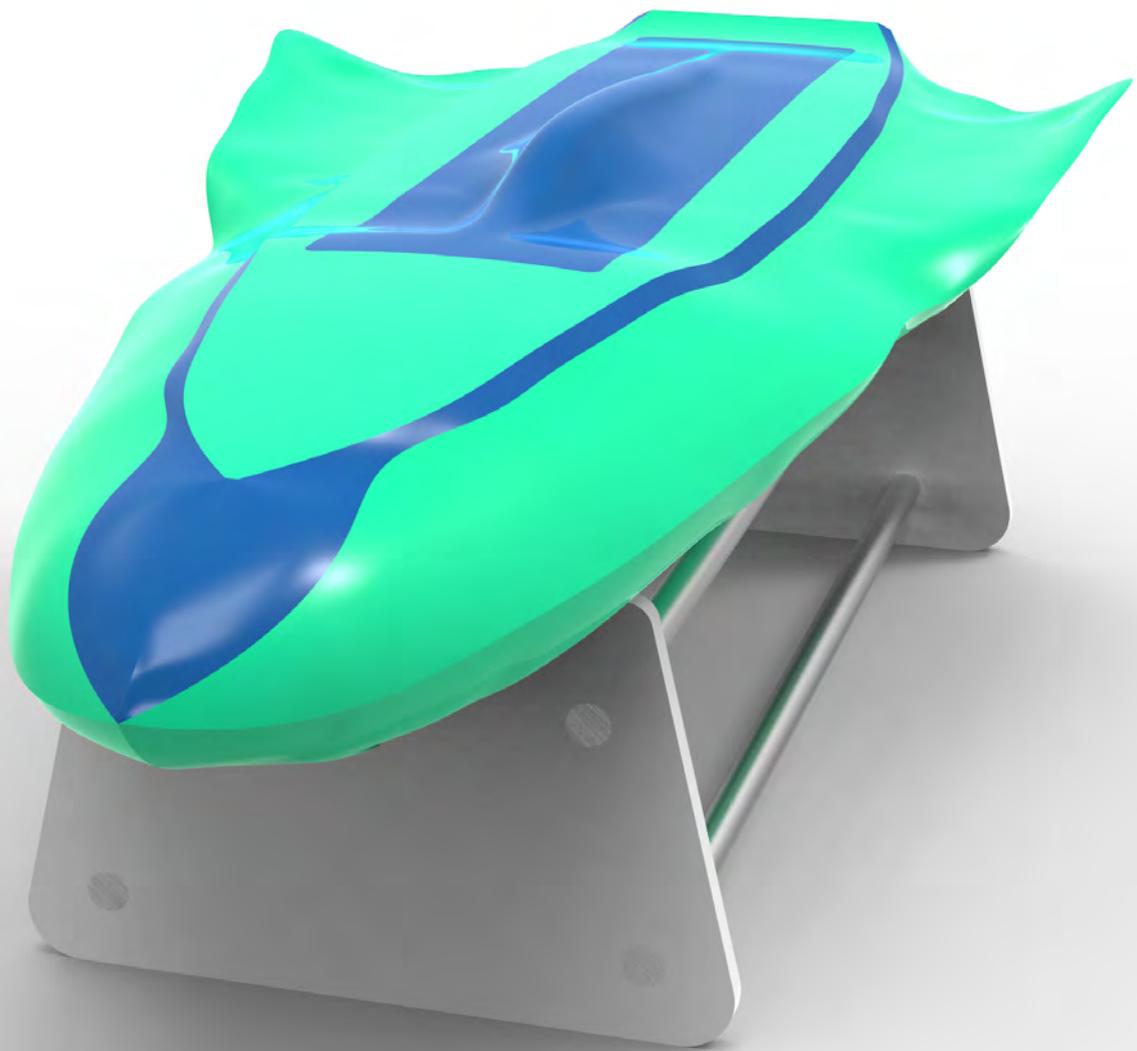


vi) El método tradicional de cierre por cinta adhesiva fue comprobado con el modelo Latazca que es fiable al 90% (poniendo dos tiras de tinta en cada lado). Este sistema tiene el inconveniente de la gran cantidad de cinta adhesiva gastada en cada manga.

La conclusión y el método empleado finalmente se detallará en el apartado de conclusiones¹.

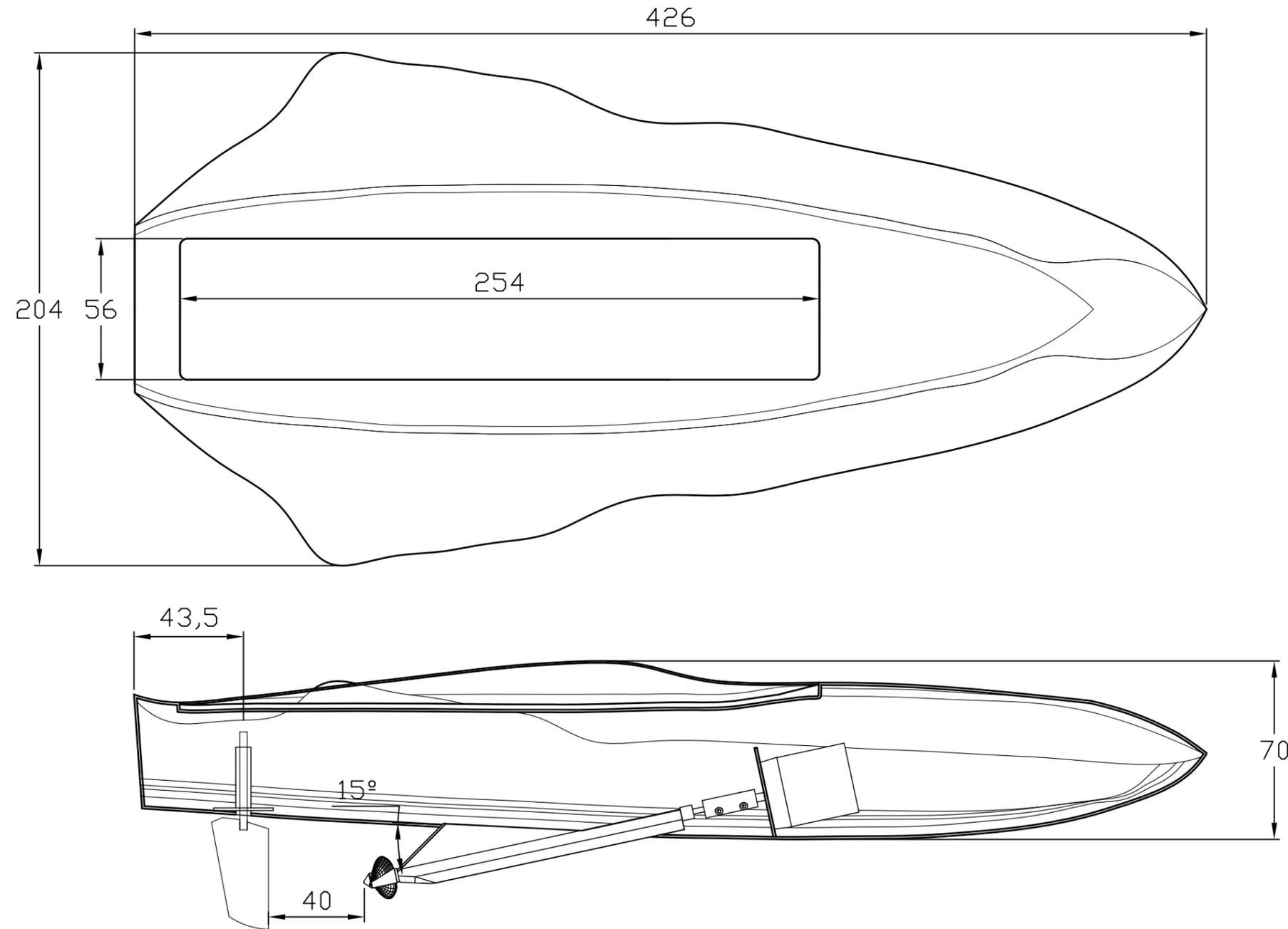
Finalmente los orificios por los que se expulsa el agua tras la refrigeración se colocan en la zona trasera, con el chorro de agua hacia arriba, intentando generar más presión que ayude de nuevo a “pegar” la zona trasera del modelo al agua, ganando estabilidad y mayor control.

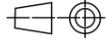
¹ Apartado conclusiones finales, pág. 150.



Haciendo click sobre la imagen, del modelo final, o capturando con un dispositivo móvil el código QR, se puede acceder a un vídeo en el cual se muestra la lancha en sus 360°.





| | | | | |
|---|--|-------------------------|--|------------|
|  | FECHA | Trabajo Fin de Grado | Manuel Rodríguez Muñoz Grado Ingeniería Diseño Industrial y Desarrollo de Producto | |
| | DIBUJADO | | | 27/06/2015 |
| | COMPROBADO | | | 07/07/2015 |
| ESCALA |  TARASCA Plano Cotas generales | |  ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES | |
| 1:2 | | | Nº DE PLANO 1 Nº DE PÁGINA 73 | |

SELECCIÓN DE MATERIALES

El material (o materiales) con el que el modelo será construido ha sido tenido en cuenta desde las primeras etapas de diseño.

Los materiales a elegir quedan reducidos a unos pocos que cumplen las propiedades para ser eficientes en este tipo de competición. Estos materiales son: LEXAN® (Plástico), fibra de vidrio, compuesto de fibra de vidrio-carbono, fibra de carbono, compuesto de fibra de kevlar-carbono. A continuación expondremos las propiedades de cada uno de ellos con las diferentes ventajas e inconvenientes (en relación a la construcción del casco que se plantea) que cada uno presentan.

► **LEXAN®:** Es una resina de policarbonato. Plástico termoplástico técnico amorfo, caracterizado por sus excepcionales propiedades térmicas, eléctricas, ópticas y mecánicas. Es producido por la reacción de Bisfenol A con Fosgeno y fabricado por SABIC Innovative Plastics (Anteriormente General Electric Plastics). Una de las aplicaciones más conocida en pequeñas láminas, es su uso como recubrimiento de interface de usuario en equipos electrónicos que permite hacer que estas interfaces estén protegidas contra agua y polvo.

o Ventajas: Las propiedades pueden ser suficientes para un modelo de lancha de entretenimiento. Como plástico, en una producción en grandes cantidades puede ser más rentable que otros materiales que precisan mayor mano de obra.

o Inconvenientes: En este caso, la fabricación de lanchas MiniEco no se concibe en grandes cantidades, por lo que la infraestructura requerida para su concepción no sería nada rentable. Además, en una competición exigente, puede que no sea el material más adecuado, ya que al ser un mero plástico (aunque más técnico) no deja de ser con el que se fabricaría “un barco de juguete”.



Carcasa de un coche R/C fabricada en Lexan®.

► **Fibra de vidrio:** es un tejido (disponible en formatos como tejido trenzado de diversas densidades, en mechas...) que tiene como base el compuesto sílice, SiO_2 . En su forma pura el dióxido de silicio se comporta como polímero, es decir, no tiene un punto de fusión verdadero pero se suaviza en torno a $1200\text{ }^\circ\text{C}$, punto en el que comienza a descomponerse. Tiene unas buenas propiedades mecánicas. Las principales características de la fibra de vidrio son: elasticidad, solidez y resistencia tanto a agentes químicos como al agua. Este material es el más usado en la construcción de cascos de lanchas MiniEco.

o Ventajas: Puede que sea el material que mejor relación precio-calidad de todos lo que vamos a estudiar.

o Inconvenientes: Es menos resistente que la fibra de carbono y es más pesada.



► **Fibra de carbono:** Varios miles de fibras de carbono están trenzados para formar un hilo, que puede ser utilizado por sí mismo o tejido en una tela. Cada filamento de carbono es la unión de muchas miles de fibras de carbono. Se trata de una fibra sintética porque se fabrica a partir del poliacrilonitrilo. Tiene propiedades mecánicas similares al acero y es tan ligera como la madera o el plástico. Por su dureza tiene mayor resistencia al impacto que el acero. Las propiedades de la fibra de carbono son: alta flexibilidad, alta resistencia, ligereza y buena tolerancia a altas temperaturas.

o Ventajas: Para la construcción de un casco puede favorecernos que sea más ligera.

o Inconvenientes: Tiene un precio más elevado que otras fibras.



► **Fibra de vidrio-carbono:** Al combinar la fibra de vidrio con fibra de carbono, el compuesto resultante ofrece unas cualidades excepcionales con una muy buena resistencia a impactos.

o Ventajas: Aúna las buenas propiedades de cada uno de los materiales anteriores; elasticidad, alta resistencia, ligereza...

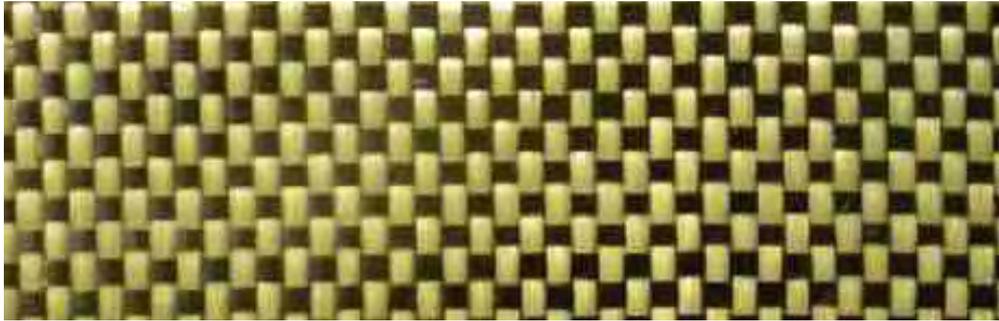
o Inconvenientes: Esta combinación continúa teniendo un precio más elevado que otras fibras utilizables.



► **Fibra de Kevlar-Carbono:** Tejido de altas prestaciones que combina las propiedades de la fibra de carbono y el kevlar; es decir, ligereza, resistencia mecánica, resistencia al impacto, resistencia al fuego, etc.

o Ventajas: Buena absorción de impactos,

o Inconvenientes: Precio superior a la fibra de carbono y no tiene características sustancialmente superiores a la fibra de carbono sola.



La decisión debe depender de la resistencia de cada uno de los cascos, que puede ser calculada en los análisis del apartado siguiente, a la hora de sufrir golpes o choques con otras embarcaciones y con sus partes móviles (hélice, timón). Esto permitirá valorar las diversas alternativas y extraer las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas.

Para el desarrollo del prototipo que se incluye en este TFG se ha decidido realizar el casco en fibra de carbono en su gran mayoría, aunque algunas partes son de fibra de carbono con fibra de vidrio.



CÁLCULOS DE RESISTENCIA

Los diferentes estudios realizados que se muestran a continuación están centrados en el análisis de los esfuerzos a los que se somete el casco diseñado durante unas condiciones extremas, que no son las que suelen darse durante una competición. Este método permite una comprobación teórica del comportamiento de la lancha diseñada en relación a su capacidad de planeo sobre el agua y choque con otras lanchas.

AERO-HIDRODINÁMICA

Como hemos ido viendo en lo que llevamos de desarrollo de este TFG, los modelos de esta categoría van planeando sobre el agua con una zona muy pequeña sumergida. Aunque son dos medios diferentes fue Isaac Newton, el primero en determinar que tanto aire como agua estaban sujetos a leyes similares, y que por lo tanto las fuerzas aerodinámicas como las hidrodinámicas dependían de la densidad y velocidad del fluido y de la forma y tamaño del objeto en movimiento.

La Dinámica Computacional de los Fluidos (DFC, CFD en inglés), es el uso de un ordenador para resolver complejas ecuaciones que han sido desarrolladas para modelar matemáticamente lo que ocurre en un fluido en movimiento. Resolver los problemas relacionados con el flujo laminar puede no parecer muy complicado, pero donde el flujo es turbulento y está separado, las matemáticas se vuelven muy complejas. Y eso es lo que hemos hecho para estudiar este modelo. Con la ayuda del software Autodesk Inventor 2016 y el complemento Autodesk Flow Design se ha conseguido interpretar como se comporta el modelo diseñado cuando está en el seno de un fluido, sea aire o agua. Para el estudio aerodinámico, se suele considerar un triedro de referencia donde el objeto está en reposo y es el aire el que se mueve sobre el cuerpo, en este caso, con una velocidad de 10m/s. El resultado de este estudio son nueve vídeos del casco colocado en diversas posiciones.

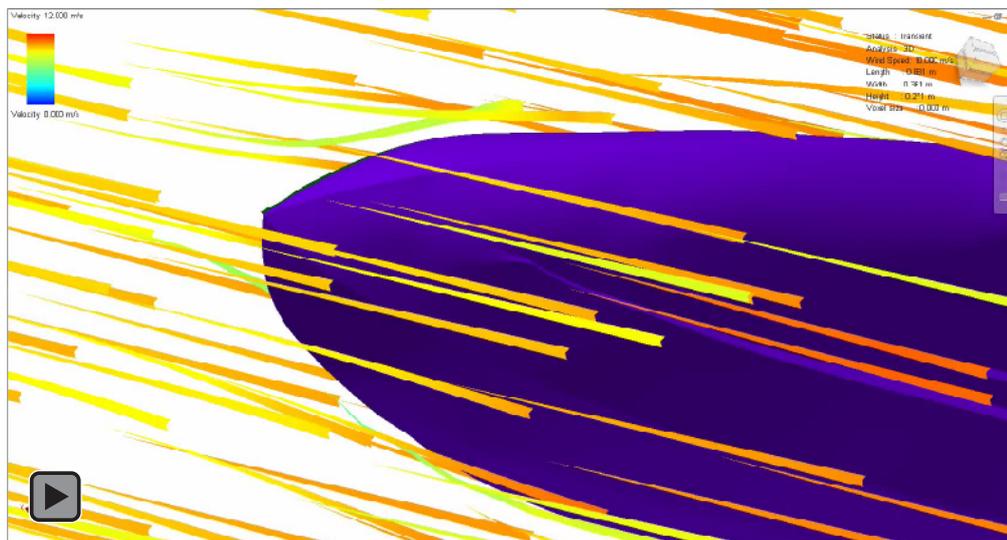


En este análisis, que se simplifica considerando únicamente el comportamiento en el medio “aire”, analizaremos las formas adoptadas en el nuevo diseño, y dónde se encuentra sus puntos fuertes aerodinámicamente hablando.

Estas conclusiones se han obtenido después de analizar las simulaciones desde cada uno de los puntos de vista, por lo que se plasman aquí de idéntica manera:

◆ ZONA 1 – Morro – Vista inferior

Se aprecia como las líneas que muestran el fluido recorren la trayectoria prevista cuando se diseñó la zona delantera, en la que se observa que en las guías de la obra viva se produce un ensanche, para redirigir ligeramente parte de ese fluido más hacia la zona inferior de las aletas laterales, creando un colchón de aire más amplio sobre el que el modelo pueda planear lo más estable posible a altas velocidades.

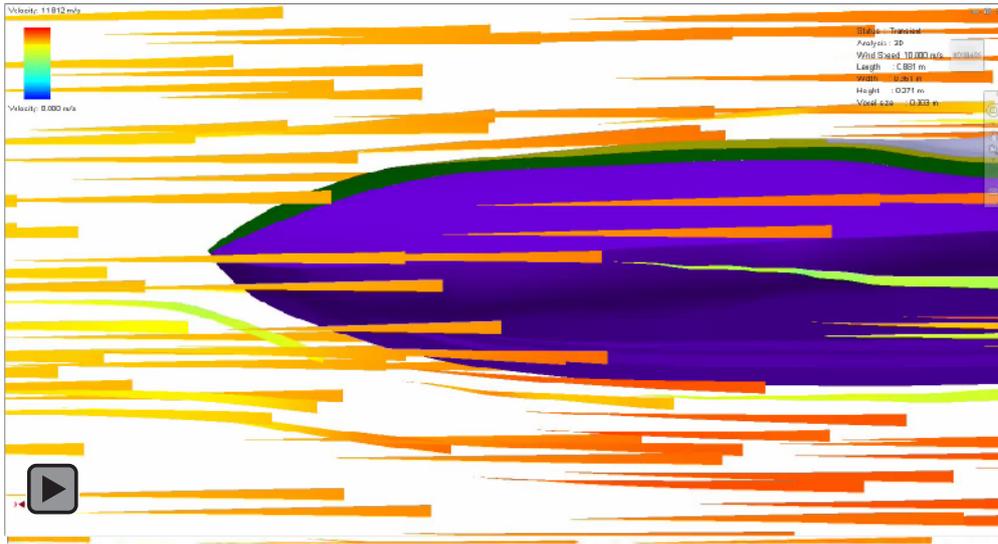


Haciendo click sobre la imagen, o capturando con un dispositivo móvil el código QR, se puede acceder a un vídeo desde este punto de vista.



◆ ZONA 2 – Perfil – Vista parte delantera

Para tener más detalle del perfil del modelo, la imagen se acerca más al casco, y se divide en dos esta simulación del perfil del casco. En este primer fragmento tenemos la zona del morro, donde se aprecia como el pico del morro separa el aire entre la zona superior y la inferior. Se aprecia también que el cambio de superficie verde, que forma el pico con el escalón lateral y la amarilla que forma la parte superior, se juntan perfectamente no saliendo el flujo de aire de la superficie, manteniéndose como “flujo adherido”.



Haciendo click sobre la imagen, o capturando con un dispositivo móvil el código QR, se puede acceder a un vídeo desde este punto de vista.

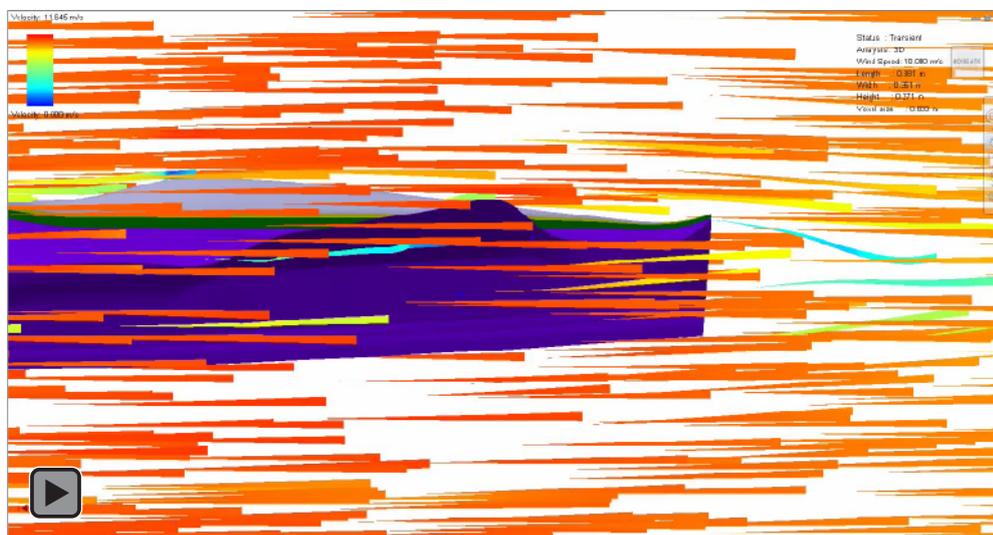
◆ZONA 3 – Perfil – Vista parte trasera

En esta segunda parte del perfil vemos la zona trasera donde hay diversos aspectos que requieren atención.

Primeramente vemos como la superficie simple de la tapa tiene poca resistencia al flujo, ya que se reduce muy poco la velocidad del aire que pase por esa zona.

En la zona trasera, se puede apreciar como el “spoiler” que describimos al inicio cumple su función. Y es que al frenar el flujo de aire que avanza a lo largo del modelo causa un aumento de presión en esta área, ganando adherencia la zona trasera del modelo.

Con este estudio también se puede ver como las aletas también cumplen su función, ya que el aire que pasa bajo ellas, está perdiendo velocidad en ese tramo, lo que hace que se acumule más cantidad de aire, creándose así un colchón de aire entre el casco y la superficie del agua, disminuyendo rozamiento y favoreciendo la estabilidad, ya que con este con este “colchón de aire” cuando el modelo quiera tender a pivotar de un lado a otro éste se lo impedirá.

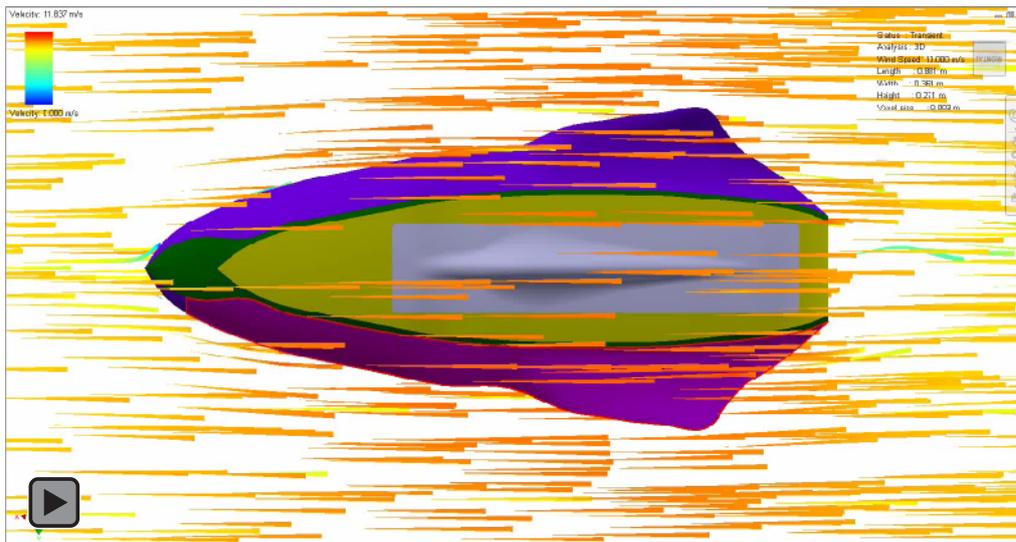


Haciendo click sobre la imagen, o capturando con un dispositivo móvil el código QR, se puede acceder a un vídeo desde este punto de vista.



◆ ZONA 4 – Planta superior

Desde la vista superior se aprecia como en la parte delantera las líneas de flujo se van desplazando de su trayectoria original al llegar al morro, adaptándose a la superficie del casco. En la zona trasera se puede observar como las alas laterales y el “escalón” con el que el casco ha sido diseñado redirigen el flujo a la zona central trasera. También se ve como el flujo rodea, de manera rápida y fluida la cúpula de la tapa.

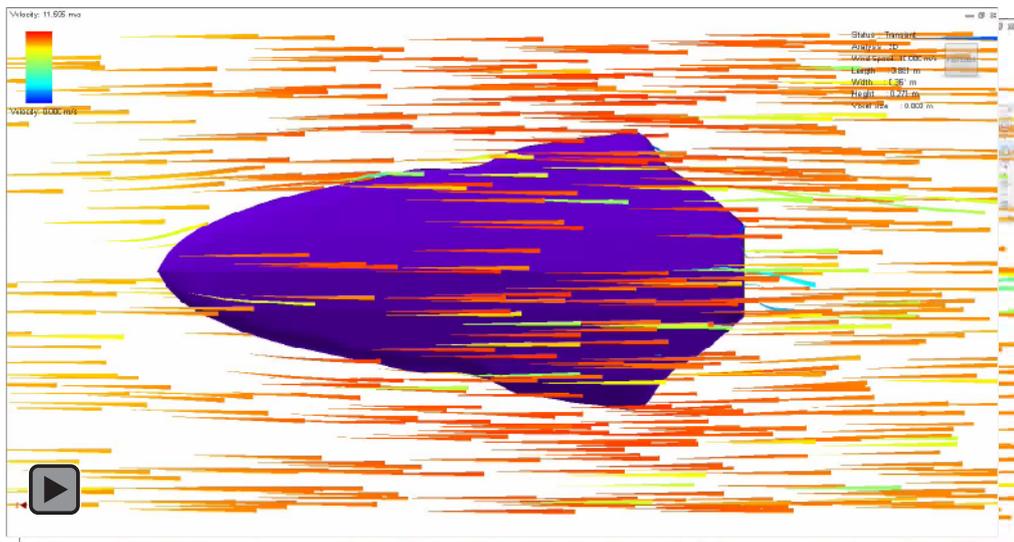


Haciendo click sobre la imagen, o capturando con un dispositivo móvil el código QR, se puede acceder a un vídeo desde este punto de vista.

◆ ZONA 5 – Planta inferior

Desde la parte inferior podemos observar lo mismo que en el punto anterior; primero como se separa el flujo en el morro y al final como se juntan de nuevo las líneas de flujo en la zona trasera. Y también como separamos parte del aire hacia la zona inferior de las aletas visto en el primer punto.

Por otra parte, se puede destacar desde este punto de vista es la trayectoria recta y rápida que siguen las líneas de flujo en la obra viva.



Haciendo click sobre la imagen, o capturando con un dispositivo móvil el código QR, se puede acceder a un vídeo desde este punto de vista.



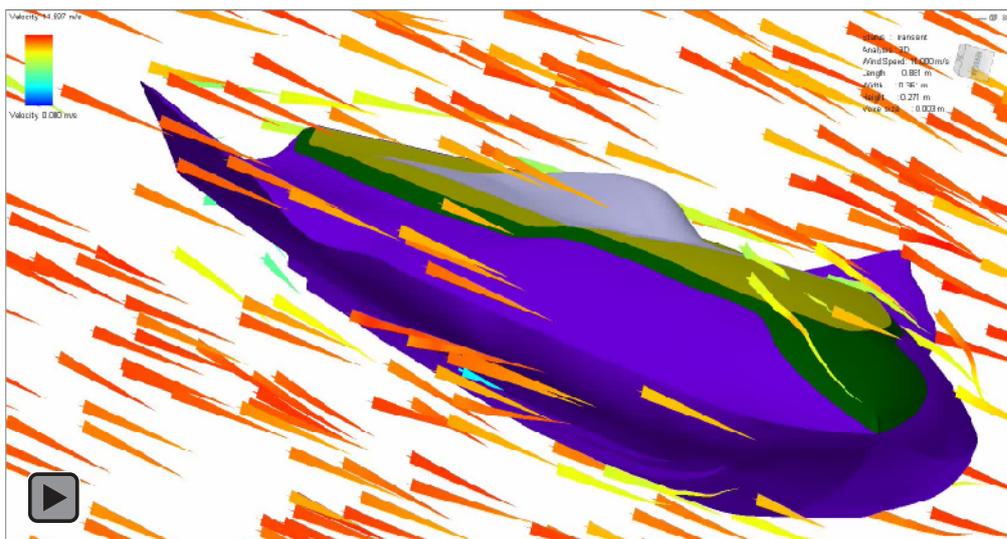
◆ZONA 6 – Aletas laterales – Vista Trasera

Desde esta zona se ve todo lo que hemos mencionado ya anteriormente; como el aire rodea la cúpula de la tapa, como se crea una baja presión al pasar el spoiler con la disminución de velocidad del flujo y como se distribuye el aire al pasar por las aletas laterales.



◆ZONA 7 – Aletas laterales – Vista delantera

A parte de lo que se acaba de decir en el punto anterior, desde esta vista frontal-lateral se aprecia como el morro reparte el flujo de modo fluido.



Haciendo click sobre la imagen, o capturando con un dispositivo móvil el código QR, se puede acceder a un vídeo desde este punto de vista.



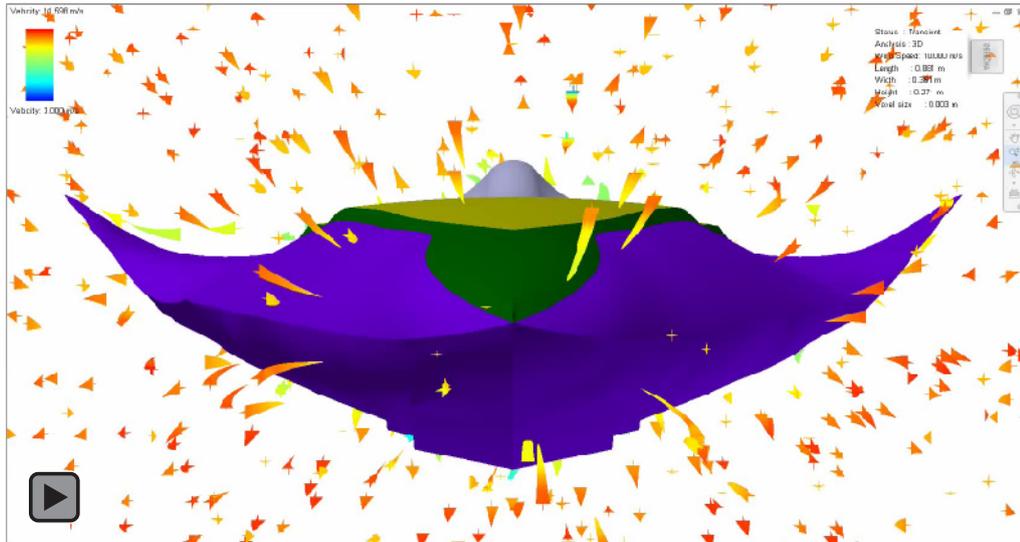
ZONA 6



ZONA 7

◆ZONA 8 – Vista frontal

Desde esta vista frontal es desde donde mejor se aprecia que el flujo de fluido que mantiene rodeado en todo momento al casco diseñado se mantiene siempre pegado a la superficie, asimilándose a flujo laminar, no llega a ser especialmente turbulento, apreciándose como desciende muy ligeramente la velocidad de las líneas de flujo, siendo bajo el rozamiento entre el fluido y la superficie.

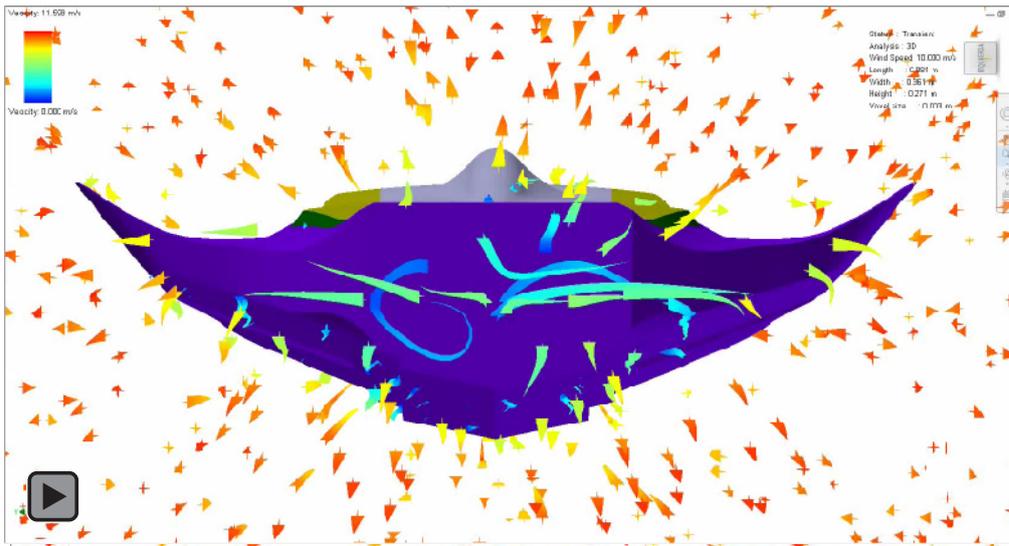


Haciendo click sobre la imagen, o capturando con un dispositivo móvil el código QR, se puede acceder a un vídeo desde este punto de vista.



◆ZONA 9 – Vista trasera

Por último, desde este punto se aprecia la velocidad y la rectitud que traen las líneas de flujo que van “pegadas” a la obra viva. Desde este punto de vista es nuevo el hecho de ver las líneas de flujo provenientes de las aletas, creando, en ciertos momentos algún torbellino en la zona trasera.



Haciendo click sobre la imagen, o capturando con un dispositivo móvil el código QR, se puede acceder a un vídeo desde este punto de vista.

En todos los análisis realizados se puede apreciar como la velocidad del fluido se mantiene elevada, pero no alcanzando la máxima con la que se creó el análisis, ya que siempre existe una pérdida por el rozamiento dependiente de la forma del modelo.

La resistencia provocada por la forma, se entiende como una fuerza resultante que actúa en dirección de la corriente de todas las presiones normales que se ejercen sobre un sólido rodeado por una corriente. Tal resultante se presenta siempre que aparecen zonas muertas al despegarse las corrientes de las paredes del sólido y perderse por ello la simetría de presión existente en las corrientes de fluidos sin rozamiento. La resistencia de forma se aplica siempre

sobre la superficie frontal o transversal del sólido, esto es, al perfil del contorno proyectado sobre la dirección de la corriente, y sobre la presión dinámica de la velocidad de corriente. La resistencia de forma se puede atenuar perfeccionando el perfil adecuado a la corriente. Mientras que la resistencia que depende de la viscosidad y la velocidad del fluido se denomina resistencia de superficie. La capa límite laminar es la zona donde el fluido está en contacto con un sólido pero no es perturbado lo suficiente para ser turbulento.

La resistencia de forma es mínima en las capas límites turbulentas. La resistencia de superficie es mínima en las capas límites laminares. La resistencia de superficie puede, por lo tanto, disminuir si el cambio repentino en la capa límite se impide o al menos no se desplaza lo más posible hacia el borde posterior del perfil del sólido.

La fuerza del aire sobre las estructuras de barcos ha sido objeto de repetidos estudios por cuanto la fuerza ejercida puede ser 20% del arrastre combinado de aire y agua. El coeficiente de arrastre para un barco ultra-aerodinamizado sin partes sobresalientes es de 0,2.

El origen de estas teorías viene del inicio del siglo pasado, cuando Ludwig Prandtl, comenzó a efectuar ensayos experimentales sobre el comportamiento de los flujos. Uno de los resultados más importantes es el que hoy se conoce como capa límite. Pudo demostrar que en un flujo turbulento la velocidad del fluido a muy poca distancia de la pared limítrofe de la corriente alcanza un valor que es muy próximo a la velocidad $v=V^*/A$ del movimiento sin rozamiento. Por otra parte, el fluido se pega a la pared debido al rozamiento de las capas externas y por ello la velocidad se hará nula allí. Según esto, se debe imaginar que en la superficie externa existe una capa de fino tránsito –la así llamada por Prandtl capa límite– en la cual se crea una fuerte disminución de velocidad. Finalmente, esto se puede explicar por la viscosidad del fluido que actúa con preferencia sobre la capa límite, mientras que en el centro del flujo su influencia es prácticamente nula.

Como consecuencia de la teoría de la capa límite también puede explicarse ahora el mantenimiento de la turbulencia que aparecía en el flujo inestable. Debido al rozamiento con las paredes en las superficies externas aparece un consumo de energía y, por tanto, un frenado de las partículas del fluido próximos a la pared.

RESISTENCIA A IMPACTO

El software empleado para estos análisis por el Método de Elementos Finitos es Autodesk Inventor, en su versión 2016, que se estudió su funcionamiento y formas de análisis FEM o MEF en la asignatura de Diseño Mecánico, optativa cursada el primer cuatrimestre del curso académico 2014/2015.

El Método de Elementos Finitos es uno de las metodologías más extendidas en aplicaciones industriales de cálculo de comportamiento físico. La finalidad de estos métodos de análisis es, después de conseguir modelos sólidos muy reales, validar los modelos antes de su fabricación, permitiendo modificar alguna parte de éstos en el caso de que los resultados no sean favorables y detectando fallos antes de que el producto se haga realidad y salga al mercado, ahorrando de esta manera costes.

El proceso interno seguido por un software capaz de realizar análisis FEM, tiene tres procesos internos:

-Preproceso: en este punto es en el que se tiene la geometría definidos, se genera la malla y se aplican las condiciones de contorno necesarias y la asignación de las propiedades de los materiales.

-Calculo: las condiciones de la malla, contornos y materiales creadas en el preproceso generan un sistema de N ecuaciones, con N incógnitas que describen los esfuerzos, pudiendo ser lineal o no lineal, que el proceso de cálculo resuelve con los algoritmos propios de cada software.

-Postproceso: a los valores obtenidos en el paso anterior se le aplican operaciones de suavizado, interpolación e incluso corrección de errores antes de ser interpretados para la comprensión por parte del usuario. Esto consiste en una representación gráfica de los resultados obtenidos (habitualmente en escalas de colores) para determinar los puntos más críticos.

En los procesos anteriores, todas las operaciones se realizan sobre la malla, la geometría simplemente está para la creación del mallado inicial.

En los análisis que se verán a continuación se ven los resultados de las tres tensiones principales, de las deformaciones y de la tensión de Von Mises. Los resultados más característicos pueden considerarse los dos últimos, siendo estos:

-Tensión de Von Mises (Von Mises Stress - $\sigma_{vm,max}$) es una interpretación de las tres tensiones principales, que define la concentración de esfuerzos y que permite visualizar las zonas donde estos esfuerzos son mayores. Según el criterio de la máxima tensión de Von Mises, un material dúctil comienza pasará a un estado crítico de resistencia cuando la tensión de Von Mises sea igual al límite elástico (o límite de tensión). Con este estudio podemos determinar cuáles son las cargas máximas que soporta la geometría con dicho material durante su uso.

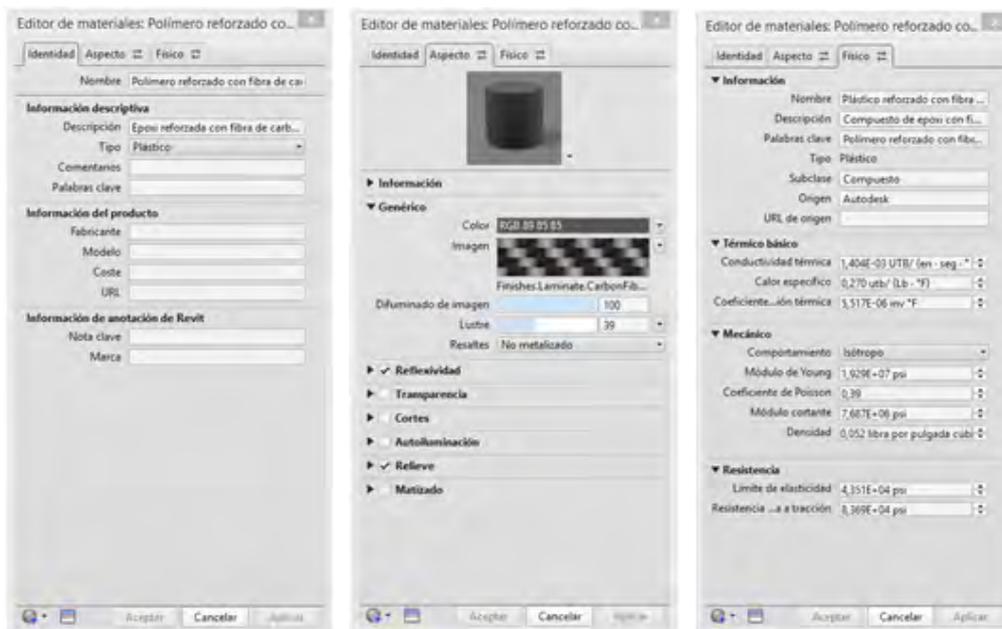
-Deformación (Displacement - $\delta_{x,max}$) representa la deformación que sufre la pieza (en cada uno de los tres ejes) mediante la aplicación de las cargas a las que es sometida. Los análisis que se van a realizar son en condiciones extremas, puede que nunca se den las condiciones dadas en el uso real de estas lanchas en competiciones.

El material elegido para este análisis es el material con el que posteriormente se construirá el modelo, fibra de carbono. La fibra de carbono se encuentra dentro de los materiales compuestos, está formado por el agente reforzante, como fibra de carbono en este caso (aunque también puede ser fibras de vidrio, cuarzo o kevlar) y por una matriz, que suele ser una resina como la epoxy o el poliéster.

De este tipo de fibra hay diversas clases dependiendo de la cantidad de fibras que trenzan cada hilo, de la densidad de hilos, las capas que se pongan de este material y la densidad de cada capa.

El material seleccionado en el software de análisis para realizar los diversos estudios que se aporta a continuación es el denominado "Polímero reforzado con fibra de carbono". Según la base de datos del programa de cálculo tiene las propiedades que aparecen en la tabla de la página siguiente que se dan por válidas por lo que se procede a efectuar el cálculo sin variar ninguna de sus parámetros.

El programa nos da un “límite de fluencia” (término que no era del todo correcto para las versiones anteriores a 2015 de Autodesk Inventor) o “límite de elasticidad” (que es el término correcto corregido en la versión 2016 de este software) para este material de $4 \cdot 351 \cdot 10^4$ psi (equivale a 300 MPa), que admitimos como válido para realizar el análisis pero que conocemos si es exactamente el mismo valor que vamos a obtener al realizar el modelo real con la fibra de carbono y la resina disponibles. La resistencia a la tracción es de $8 \cdot 369 \cdot 10^4$ psi (577 MPa).



◆ Cálculo de choque frontal del modelo

Las fuerzas de choque, se suelen denominar Fuerzas G, y se indican en relación a la fuerza de la gravedad estándar que es de 9.80665 m/s^2 . Para el cálculo de la fuerza de un choque, habitualmente se usan acelerómetros (cualquier instrumento destinado a medir aceleraciones). Dado que estos cálculos están realizados antes de la construcción final del modelo, y que unos posibles ensayos de este tipo podrían llegar a ser destructivos, calcularemos teóricamente esta fuerza de choque considerando que el modelo se desplaza a una velocidad habitual en competición de 10 m/s y que el cuerpo tras un choque brusco contra un punto sólido e inmóvil (como puede ser el borde del estanque del Parque de las Norias de



Valladolid, lugar habitual de esta competición) el casco tarda en detenerse 0,1 segundos.

La expresión "1G= 9,80665 m/s²" significa que por cada segundo que pasa, la velocidad varía en 9,80665 m/s (35,30394 km/h). Desde aquí, es fácilmente deducible, que si como he indicado anteriormente, choca en 0,1 segundos, el modelo sufre una aceleración de 10G ó lo que es lo mismo de 98,0665 m/s² en dirección longitudinal.

Con este valor podemos obtener la fuerza con la que impacta el modelo de forma aproximada, ya que al no tener el modelo final construido, no se conoce la masa exacta. Pero al tener el modelo Latazca completo siempre presente (con batería y todos los sistemas necesarios tiene una masa de 538 gramos) podemos atribuir al nuevo modelo que es ligeramente más grande una masa de 575 gramos.

Convertiremos estos datos en una fuerza en Newtons (N) que es el dato que nos pide el programa como entrada.

*Fuerza F → masa * aceleración*

$$N = \frac{kg * m}{s^2}$$

$$F = m * a = 0.575kg * 98.0665 \frac{m}{s^2} = 56.3882 N$$

Esta fuerza es una aproximación del choque, por lo que vamos a aplicar un coeficiente de seguridad multiplicado por cuatro (4) el valor obtenido anteriormente. Finalmente nos queda que la fuerza que aplicaremos en el análisis es:

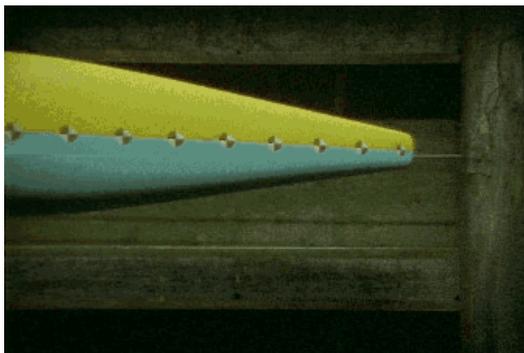
$$F = 56.3882 N * 4 = 225.55N$$

Una vez que tenemos los datos de entrada que aportar al programa nos dispondremos a realizar los diversos análisis. Realizaremos tres pruebas diferentes con tres tipos de mallas diferentes, viendo resultados diversos que posteriormente compararemos.

Después de definir la fuerza, se la aplicaremos al modelo. En este caso no contamos con el modelo del casco completo, ya que en un impacto frontal la fibra va absorbiendo el golpe mientras que se va rompiendo y la parte trasera no se vería afectada, por lo que reducimos la geometría a los primeros 60 mm del modelo (de sobre un total de 420). Teniendo esta geometría aplicamos una restricción en toda la arista de la zona izquierda de la imagen, haciendo que sea como si estuviera el resto del casco colocado en esa zona.



Este procedimiento es el habitual en otras categorías deportivas como la Formula 1. En dicha categoría, cada uno de los diseños del morro (nose) del coche ha de pasar los “crash test” marcados en el reglamento, para lo cual se realizan ensayos destructivos únicamente con esa zona del coche, ya que realizarlos con la zona trasera sería un malgasto de recursos.

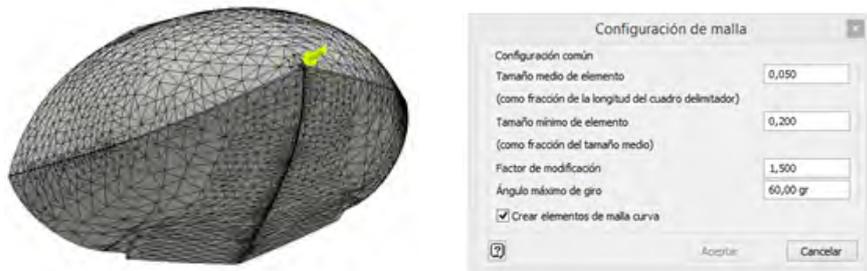


En la imagen izquierda se aprecia un morro de un monoplace de Formula 1 antes del choque. Haciendo click sobre la imagen derecha, o capturando con un dispositivo móvil el código QR, se puede acceder a un vídeo desde este punto de vista.

• La configuración de la malla 1 (que vemos en la imagen a continuación) no es muy fina y es uniforme en toda la superficie. Dejamos todos los valores por defecto.



• La configuración de la malla 2 (que vemos en la imagen a continuación) es como la primera malla; donde únicamente bajamos el valor medio del tamaño del elemento hasta 0´05. Como se puede apreciar en las imágenes, la malla es mucho mas densa.



Los resultados con cada uno de estos mallados se pueden ver en la siguiente tabla:

| | Malla 1 | Malla 2 |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Tipo de elemento utilizado | Tridimensional | Tridimensional |
| Malla utilizada (nº de nodos) | 13617 | 29780 |
| $\sigma_{vm,max}$ (MPa) | 8368 MPa | 8151 MPa |
| $\sigma_{x,max}$ (MPa) | 224 MPa | 74 MPa |
| $\sigma_{y,max}$ (MPa) | 6297 MPa | 71.5 MPa |
| $\sigma_{z,max}$ (MPa) | 5031 MPa | 449.1 MPa |
| $\delta_{x,max}$ (mm) | 0.03 mm | 0.024 mm |
| $\delta_{y,max}$ (mm) | 0.003 mm | 0.001 mm |
| $\delta_{z,max}$ (mm) | 0.016 mm | 0.013 mm |

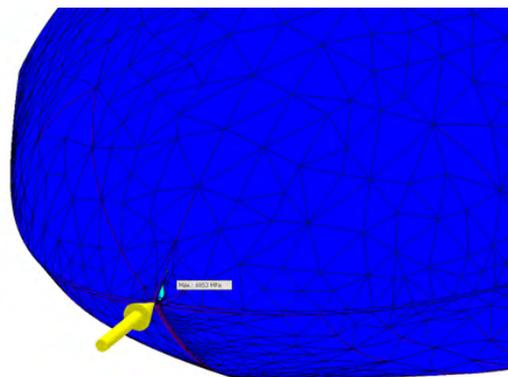


Los efectos de un choque tienen el potencial de dañar, deformar, etc. Las posibles consecuencias de un choque de las características que se ha estudiado son las siguientes:

- Un cuerpo frágil se puede fracturar. Por ejemplo, dos copas de cristal pueden romperse en caso de colisión una contra el otra.
- Un objeto dúctil se puede doblar por una conmoción (deformar). Por ejemplo, una jarra de cobre se puede curvar cuando cae en el suelo.
- Algunos objetos no se dañan por un único choque, pero sí se produce fatiga en el material con numerosas repeticiones de choques de bajo nivel.
- De un efecto de choque puede resultar sólo daños menores, que pueden no ser críticos para su uso. Sin embargo, daños menores acumulados de varios efectos de choques, eventualmente resultarán en que el objeto sea inutilizable.
- Un choque puede no producir daño aparente de inmediato, pero podría reducir la vida útil del producto: la fiabilidad se reduce.

Por el material con el que está construido el casco y por la fuerza del choque lo que ocurrirá será que el morro del modelo se rompa, ya la tensión máxima obtenida en los análisis realizados es mucho mayor que el límite de elasticidad del material, por lo que romperá por esa zona. Dadas las propiedades de este material, el casco se romperá por el morro en el impacto, sin afectar al resto del casco, no propagándose más allá de la zona afectada, que como se ve en la imagen de la tensión máxima de Von Mises es muy pequeña.

En el centro de la imagen se aprecia un pequeño punto de color donde la tensión es máxima. Como se puede apreciar, se desplaza muy poco.



Este estudio no se puede realizar analíticamente ya que la geometría es muy compleja, por lo que se deducirá su fiabilidad por la observación y la experimentación. Que el casco en este tipo de golpes se rompa es normal, y en ningún caso es un fallo de diseño. Las altas velocidades que se alcanzan en carrera junto con el choque contra una pared sólida y totalmente rígida e inelástica hacen que la rotura sea inevitable, pero poco probable dadas las condiciones de las competiciones, ya que la distribución del agua en las zonas perimetrales del plano de agua hace que la lancha salte y no sea un choque totalmente frontal como se ha estudiado.

◆ Cálculo del golpe de una hélice en una zona del casco (en la tapa)

Para este caso conocemos que la hélice tiene un diámetro de 26mm (Ø26mm) y aunque el “canto” de la hélice sea mínimo, le daremos un espesor relativo de 0.5mm. Aparte de esto, para el análisis supondremos una velocidad media de giro de la hélice de 12000 rpm.

Convertiremos estos datos en una fuerza en Newtons (N) que es el dato que nos pide el programa como entrada.

Primeramente con los datos anteriores, veremos a qué velocidad gira la hélice.

$$\text{Velocidad angular} \rightarrow w = \frac{\theta}{t} = \frac{12000 * 2\pi \text{ rad}}{60 \text{ s}} = 400\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\text{Velocidad lineal} \rightarrow v = w * r = 400\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} * \frac{0.026}{2} \text{ m} = \frac{26}{5} \pi \frac{\text{m}}{\text{s}} = 16.34 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Con los valores de la velocidad, y suponiendo que a esta velocidad, en el impacto se detiene la hélice en tres décimas de segundo (0.4 segundos), podemos calcular la aceleración (o deceleración) de la hélice.

$$\text{Aceleración angular} \rightarrow \alpha = \frac{w - w_0}{t} = \frac{0 - 400\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}}{0.4 \text{ s}} = -1000\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

$$\text{Aceleración lineal} \rightarrow a_t = \alpha * r = -1000\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}^2} * \frac{0.026}{2} \text{ m} = -13\pi \text{ m/s}^2$$

La fuerza es una magnitud que mide la intensidad del cambio de movimiento de un objeto. La fuerza se puede definir a partir de la derivada en el tiempo del momento lineal:

$$F = \frac{dp}{dt} = \frac{d(m * v)}{dt}$$

Si la masa en la ecuación permanece constante, se puede alterar la ecuación anterior para convertirla en:

$$F = m * \frac{dv}{dt} = m * a$$

La fuerza es medida en Newtons (N) como se encuentra en el sistema internacional de unidades (SI), se puede definir como la fuerza necesaria para acelerar a 1m/s^2 una masa de 1 kg . Por lo tanto la fórmula de la fuerza nos queda como:

$$N = \frac{\text{kg} * \text{m}}{\text{s}^2}$$

*Fuerza $F \rightarrow \text{masa} * \text{aceleración}$*

Aunque el punto de contacto sea la hélice de otra lancha, el peso se considerará el del modelo completo, ya que la fuerza lleva implícita una cantidad de movimiento, y lo que suele ocurrir en un choque de estas características es que una lancha (la que golpea con la hélice) pasa por encima de otro casco (el que recibe el golpe). Daremos para el análisis una masa de 538 gramos a la lancha que golpea (peso del modelo Latazca).

Esto provoca una fuerza en el impacto de:

$$F = m * a = 0.538 * 13\pi \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 21.97\text{ N}$$

Se puede apreciar que en el cálculo de la fuerza se ha colocado el valor de la aceleración (aunque en este caso es deceleración) en valor absoluto ya que la fuerza ha de tener un valor positivo por ser un impacto.

Esta fuerza es una aproximación, por lo que vamos a aplicar un coeficiente de seguridad de $\times 3$ al valor obtenido anteriormente. Finalmente nos queda que la fuerza que aplicaremos en el análisis es:

$$F = 21.97\text{N} * 3 = 65.92\text{N}$$



Como he indicado anteriormente, este ensayo es de un impacto sobre la superficie de la tapa con una hélice, por lo que el resto del modelo no es necesario que permanezca en el estudio porque consumirá una memoria en el proceso innecesaria.

A esta pieza se la ha restringido el movimiento de tal manera que sea lo mismo que si estuviera colocada en el modelo real.

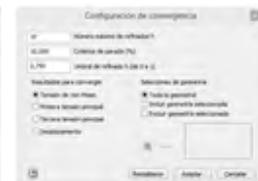
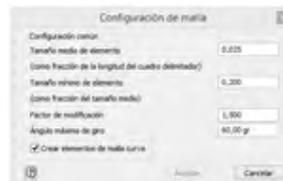


Por lo que para este ensayo tendremos únicamente la tapa, con una mínima superficie donde impacta la hélice, y se utilizarán también dos mallados diferentes que se exponen a continuación:

- La configuración de la malla 1 (que vemos en la imagen a continuación) que mantiene los valores por defecto; donde únicamente bajamos el valor medio del tamaño del elemento hasta 0.05. Como se puede apreciar en la imagen, la malla es bastante densa.



- La configuración de la malla 2 (que vemos en las imágenes a continuación). En la configuración de la segunda malla, además de tener el tamaño medio del elemento algo inferior al valor de la malla 1, se ha modificado los valores de convergencia.



Los resultados con cada uno de estos mallados se pueden ver en la tabla a continuación:

| | Malla 1 | Malla 2 |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Tipo de elemento utilizado | Tridimensional | Tridimensional |
| Malla utilizada (n° de nodos) | 9444 | 22055 |
| $\sigma_{vm,max}$ (MPa) | 58.32 MPa | 60.66 MPa |
| $\sigma_{x,max}$ (MPa) | 37.27 MPa | 37.73 MPa |
| $\sigma_{y,max}$ (MPa) | 47.99 MPa | 49.92 MPa |
| $\sigma_{z,max}$ (MPa) | 25.73 MPa | 24.96 MPa |
| $\delta_{x,max}$ (mm) | 0.0012 mm | 0.0012 mm |
| $\delta_{y,max}$ (mm) | 0.0091 mm | 0.0092 mm |
| $\delta_{z,max}$ (mm) | 0.024 mm | 0.025 mm |





Los resultados que se han obtenido en las dos simulaciones con distintos tipos de malla son muy similares, por lo que tomando cualquiera de ellos como válidos no se estará cometiendo un error apreciable.

Según los valores obtenidos en la simulación, la tensión máxima que sufre la tapa de la lancha aplicando esta fuerza se queda muy lejos del límite elástico del material, por lo que lo habitual será que si ocurre un choque de estas características no se rompa la tapa. Habitualmente en esta competición en España, donde la hélice no puede ser metálica, se rompe antes la hélice plástica en el contacto que la fibra del casco.

Comprobar estos resultados con un cálculo analítico de la tensión, sería como en el caso anterior, extremadamente complicado dada la compleja geometría del elemento. Por lo tanto se debe basar la comprobación de los resultados de nuevo en la experimentación en situaciones reales.

Aunque para introducir los datos en este software se ha dado un espesor a la hélice de 0,2 mm en la realidad el borde de la hélice podría ser mínimo, casi cero y además afilado, valor que no se puede controlar en un análisis de tensión en Autodesk Inventor. Por lo que finalmente se puede determinar que es poco probable que con un choque entre hélice y tapa en estas condiciones la tapa rompa; si el golpe se diera en una posición exacta, la rotura de la fibra sería irremediable.



CONSTRUCCIÓN PROTOTIPO

Desde que se eligió este Trabajo de Fin de Grado, se tuvo muy claro que el objetivo era tener este modelo real, en funcionamiento y en competición, luchando con los actuales pilotos del Open de España de esta categoría.

Como se ha hablado ya anteriormente en esta memoria, por la geometría y materiales utilizados en su construcción, el método de fabricación es el de moldeo de fibra sobre dos moldes (de los dos lados).

DISEÑO DEL MOLDE

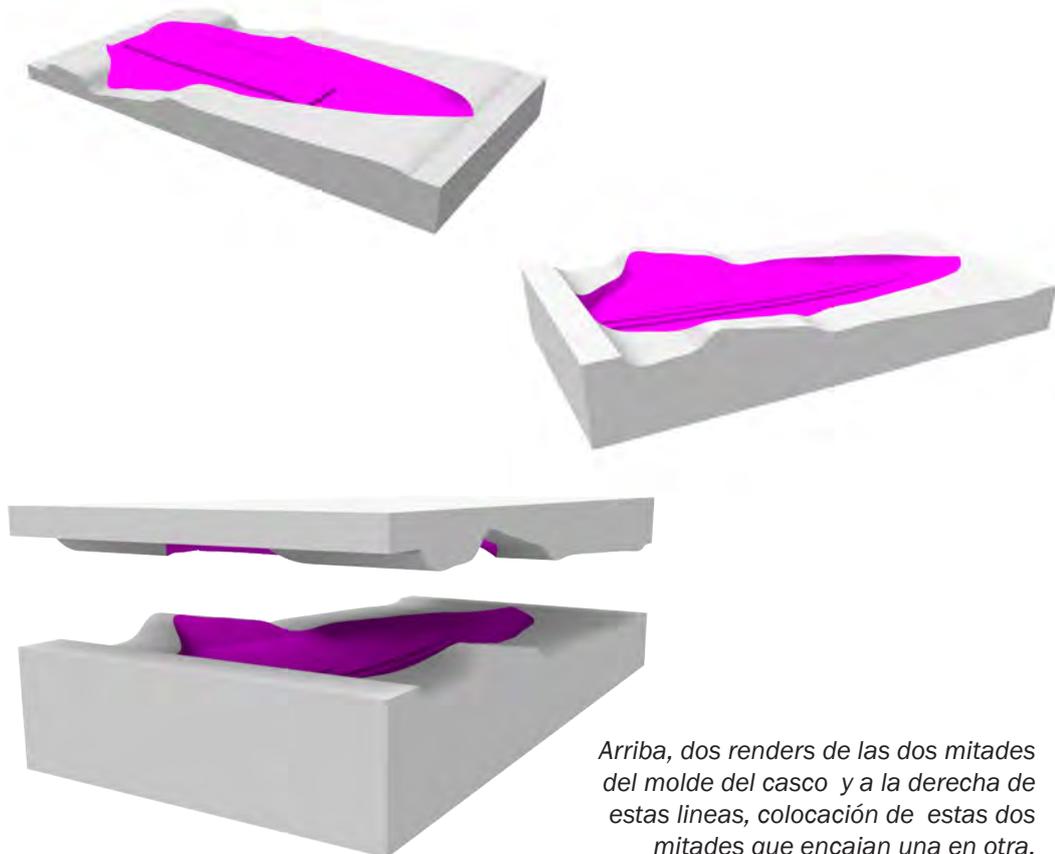
El primer paso para la construcción del modelo real es crear un molde sobre el que colocar la fibra para curarla. Este molde ha de seguir la superficie del modelo lo más fielmente posible. Para lo cual el mejor método para su obtención es el mecanizado de un bloque en bruto.

Dado que en las instalaciones de la Universidad no se ha visto adecuado realizar este molde por ningún medio (ni mecanizado, ni por otros métodos de prototipado rápido), se ha tenido la oportunidad de colaborar con el centro de formación profesional IES Trinidad Arroyo de Palencia, que ha puesto a uno de sus profesores; Carlos Zapater Unceta, su tiempo personal, su maquinaria y a algunos de sus alumnos a trabajar para obtener este molde.

Previamente a ese trabajo por parte de estas personas, personalmente se han tenido que realizar las modificaciones necesarias al modelo para ser finalmente realizable con sus condiciones y sus requerimientos.

A parte de esto también se tuvo que trasladar el modelo diseñado a su negativo, para obtener las dos mitades del molde a mecanizar. A parte de estas dos mitades es necesario la realización de un tercer molde para realizar la tapa del modelo. Este elemento también ha sido realizado en colaboración con el IES Trinidad Arroyo de Palencia.

Las dos mitades del casco, que han de ser complementarias para que una vez colocada la fibra en ellos pueda encajar uno en el otro y terminar de formar el modelo. Lo que he realizado (con el software Catia V5-6R2013, como en todas las operaciones de diseño de este TFG) ha sido sustituir la tapa por una superficie plana que cerrara el hueco y generar un sólido de la lancha. Una vez que tenemos esto, colocamos un bloque de las dimensiones acordadas con el profesor Carlos Zapater y le restamos el casco sólido. Y finalmente una vez que tenemos un sólido vaciado por dentro, generamos una superficie de corte que cubra el bloque completo y que la lancha sea cortada por las dos mitades; superior e inferior para después no tener problemas en el desmoldeo y ya tenemos listo estas dos piezas para procesar el mecanizado.



Arriba, dos renders de las dos mitades del molde del casco y a la derecha de estas líneas, colocación de estas dos mitades que encajan una en otra.



Para el molde de la tapa de este nuevo modelo de lancha MiniEco de competición, no es necesario tener dos mitades, por lo que su realización es mucho más sencilla.

En este caso, ha bastado con realizar una superficie paralela, para que cuando se coloque la fibra, con el grosor que ésta tiene, se llegue a la geometría diseñada. Y a partir de ahí generar un sólido bajo esta superficie, completando un paralelepípedo.

Como se aprecia en este caso es el lado positivo de la tapa, en vez del negativo como era en las dos mitades del casco (es decir que la fibra que quede pegando al molde en este caso será la que vaya por dentro, mientras que en el caso anterior será la parte externa). Esto se ha realizado así para concluir cuál de los dos métodos deja un mejor resultado con el método de fabricación a utilizar.



CONSTRUCCIÓN DEL MOLDE

Una vez que todas las geometrías eran aptas para mecanizar, y ya en las instalaciones del IES Trinidad Arroyo de Palencia, se ha preprocesado estas tres piezas para su mecanizado.

El material con el que se ha realizado los moldes ha sido placas polietileno de diversos tamaños. En las imágenes que se mostrarán a continuación se ve que son de diversos colores, aun así, todo es el mismo material, con las mismas propiedades.

Datos técnicos

Producto POLYSTONE D-NATURAL prens.

| Características, Generales | Datos | Unidad | Método de control |
|--|------------------------|-----------------------|-------------------|
| Densidad | 0,955 | g/cm ³ | ISO 1183 |
| Índice de fluidez (MFR 190/21,6) | 2,0 | g/10 min | ISO 1133 |
| Coefficiente de fricción en deslizamiento | 0,1-0,15 | --- | --- |
| Código Materia prima - PE | PE,GN,50-G022 | --- | DIN ISO 1872-1 |
| Norma materiales semiterminados | TG3 | --- | DIN 16972 |
| Absorción de agua | < 0,01 | % | DIN EN ISO 62 |
| Características, Mecánicas | Datos | Unidad | Método de control |
| Tensión de fluencia | 27 | N/mm ² | ISO 527-1 |
| Alargamiento de fluencia | 10 | % | ISO 527-1 |
| Alargamiento a la rotura | >50 | % | ISO 527-1 |
| Módulo de elasticidad en ensayo de tracción | 1200 | N/mm ² | ISO 527-1 |
| Dureza Shore D | 65 | --- | ISO 868 |
| Resistencia a la abrasión | 250 | --- | SAND-SLURRY |
| Características, Térmicas | Datos | Unidad | Método de control |
| Comportamiento ante el fuego | HB | --- | UL 94 |
| Intervalo de fusión cristalino | 133-138 | °C | DSC |
| Conductividad térmica | 0,4 (*) | W/mK | DIN 52612 |
| Coefficiente de alargamiento lineal entre 20 | 2*10 ⁻⁴ (*) | 1/K | DIN 53752 |
| Temperatura en uso (puntual) | -100...100 (*) | °C | --- |
| Temperatura en uso | -100...80 (*) | °C | DRUCK- UND MEDIE |
| Características, Eléctricas | Datos | Unidad | Método de control |
| Resistencia eléctrica transversal | >10 ¹⁴ | Ohm x cm | DIN VDE 0303 |
| Resistencia eléctrica superficial | >10 ¹⁴ | >10 ¹⁴ Ohm | DIN VDE 0303 |
| Existencia al tracking | CTI 600 | Stufe/Stage/Degré | IEC 60112 |
| Resistencia al arco | L4 (*) | Stufe/degree/degré | DIN VDE 0303 |

Nota:

Los datos mencionados en este informe corresponden a valores medios obtenidos mediante pruebas y controles estadísticos. Los datos arriba mencionados son emitidos a título de información y no deben ser tomados como vinculantes a menos que ello se acuerde específicamente en el contrato de venta.

*) Valores de literatura.



Tabla de propiedades del material empleado para la construcción del molde.

El software utilizado para el procesamiento y mecanizado de las piezas ha sido Siemens Unigraphics NX 6; conocido más ampliamente en el sector simplemente como Unigraphics, es un software CAM/CAD/CAE, desarrollado por Siemens PLM que entre sus usos tiene los que requerimos en este punto de desarrollo del casco MiniEco; Diseño (modelado paramétrico y directo de sólidos/superficies) y manufactura digital para la industria de la maquinaria.



Lo primero a destacar en este momento fue el buen intercambio entre el modelo de Catia a el entorno de Unigraphics en el formato de intercambio .igs. Con este programa Carlos Zapater, realiza las operaciones necesarias para obtener el código ISO que suministrar a la fresadora para realizar los modelos.

La herramienta utilizada para este trabajo ha sido la fresadora, o centro de mecanizado de mayor dimensiones con el que contaban en este centro. De la compañía Haas Automation, fundada en 1983 y de origen norteamericano, con certificación y cumpliendo los estándares de fabricación tanto de Europa como de Estados Unidos, es este modelo Haas Mini Mill. Aun así el recorrido no es el suficiente para poder mecanizar el bloque en bruto que determinamos, ni si quiera la superficie del modelo a realizar; ya que este tiene una longitud de 426mm el bloque en bruto tiene 480mm de longitud y el recorrido de la máquina, en el eje X, es de solo 406 mm (en el eje X que coincide en este caso con el eje longitudinal del casco).

Por lo que Carlos Zapater ha conseguido realizar este mecanizado en cuatro fases cada mitad, siendo las dos primeras de preparación del bloque en bruto realizándole unas aberturas en las cuatro esquinas para poder amarrar la pieza a la mesa y una línea de referencia, que junto con unos útiles especialmente realizados para esta operación delimitaban cuando se debía de mover la pieza entre la tercera y cuarta operación, ya de mecanizado siguiendo la geometría del modelo.

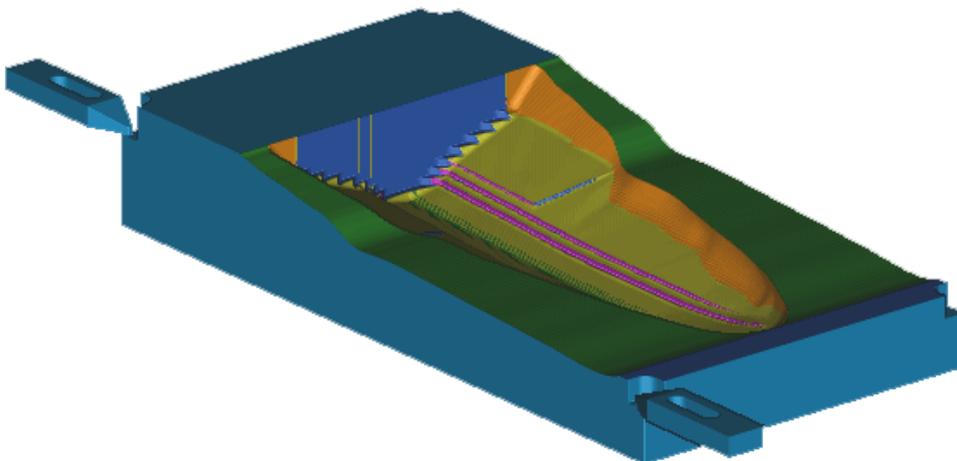


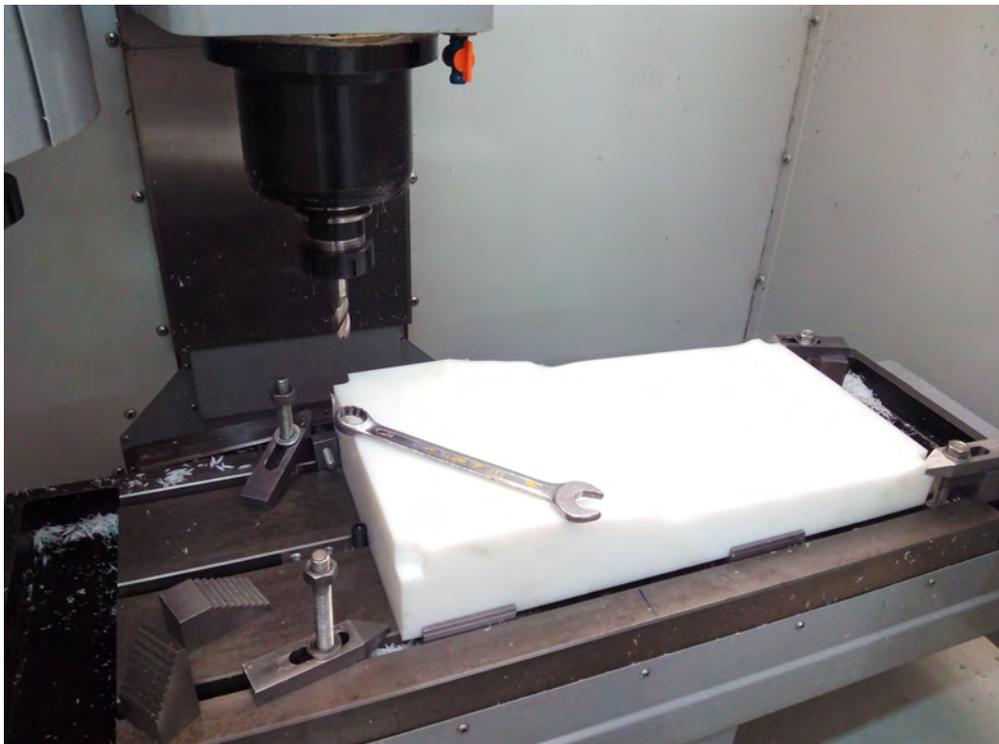
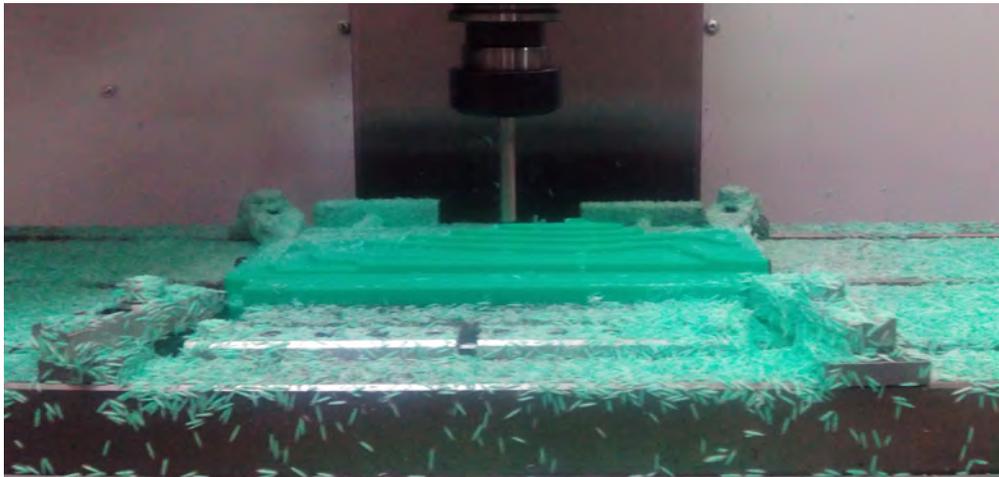
Imagen del software Unigraphics durante el proceso de simulación del mecanizado, donde se aprecia que se realiza el trabajo en diversas fases, además de denotarse por colores el uso de diversas herramientas.

Antes del mecanizado final, se realizan operaciones previas, como pueden ser:

- Adecuación del código ISO a las herramientas de las que dispone la fresadora.

- Preparación del material en bruto para una correcta fijación en la mesa de la fresadora.

Una vez que el programa está listo, se lleva a la herramienta que se encarga de mecanizar el modelo; con el siguiente resultado:



FABRICACIÓN SOBRE EL MOLDE

La fibra de carbono con el que se ha realizado el modelo es Fibra de Carbono de la compañía Ferocast “Tejido 200gr. x 100 cm” que tiene las siguientes propiedades:

| | | | |
|---|-------------------------|--|--|
|  | | FICHA TÉCNICA Revision 10/2007 Página 1 | |
| Identificación de Producto | | | |
| artículo número | 103200000 | | |
| nombre | Fibra de Carbono | | |
| Características técnicas | | | |
| peso | 200 g/m2 +/-4% | | |
| tipo de tejido | plano | | |
| tipo de hilo en urdimbre | 3K 200 Tex | | |
| densidad de urdimbre | 5 y/cm +/-4% | | |
| tipo de hilo en trama | 3K 200 Tex | | |
| densidad trama | 5 y/cm +/-4% | | |
| resistencia al desgarro urdimbre | >400 N/5cm | | |
| resistencia al desgarro trama | <400 N/5cm | | |
| grosor | 0,32 | | |
| Dimensiones | | | |
| largo | 100 m +/-1% | | |
| ancho | 100 m +/-1% | | |
| Packaging | | | |
| Diámetro tubo | 76 mm interior | | |
| Longitud tubo | 105 cm | | |
| <small>Comercial Ferocast S.A. España/Ileto, 11 28010 Madrid Tel: +34 914 481 271 Fax: +34 915 934 956 www.ferocast.com info@ferocast.com</small> | | | |

Para el endurecimiento de esta fibra utilizamos resina epoxy de la casa comercial ORFA S.A. Esta resina es un compuesto bicomponente que se ha de mezclar justo en el momento de aplicar sobre el molde y la fibra en una proporción de 72,5 partes del componente primario A con 27,5 partes del componente B o catalizador. Según las especificaciones del fabricante, esta mezcla, después de aplicarla ha de estar curando 24 horas antes de poder ser utilizado y extraído del molde aunque hasta 7 días después no se alcanza el endurecimiento total.



Dado que el polietileno con el que han sido mecanizadas las tres partes del molde es un material antiadherente, no es necesario aplicar ningún desmoldante antes de comenzar el proceso de trabajo.

El primer casco y las primeras tapas obtenidas de prueba han sido realizado de forma personal y partiendo sin ningún conocimiento sobre la materia, y de nuevo sin ayuda de la Universidad, colaborando únicamente aportando la fibra necesaria.

Primeramente se intentó hacer con los medios propios disponibles para hacer el vacío, que era una máquina de vacío utilizada como menaje del hogar, específica para cocina; Lacor Home, con una potencia de 110 W, alcanzando una presión máxima de 0,3 bares.



Con esta máquina se comenzó a realizar diversas pruebas de la tapa, ya que el molde es más pequeño y manejable. De este modo se realizaron media docena de tapas en las que ninguna de ellas tuvo un resultado excelente, ya que se formaban arrugas donde se quedaba acumulada resina, que al curar marcaba una imperfección. Con este mismo sistema se intentaron realizar las dos mitades del molde, pero la maquina no era capaz de extraer todo el aire y hacer la presión necesaria para que la fibra se pegara contra el molde, por lo que las piezas resultantes no se adaptaron bien a la geometría. Pero estas piezas no son desechadas, si no utilizadas para realizar sobre ellas diversas pruebas.

Tras esto, se consiguió una máquina de vacío más potente, no comercial, construida con cuatro motores de frigorífico invertidos, un calderín de reserva que mantiene el vacío creado, un vacuostato (o interruptor de presión, que activa los motores una vez que la presión ha bajado) y un manómetro que mide la presión. Una vez que se absorbe todo el aire y se alcanza la presión requerida tanto en las bolsas como en el calderín los motores se desactivan por orden del vacuostato, de la misma manera que si la presión sube por encima del límite fijado reactiva momentáneamente los motores volviendo a la presión de vacío inicial.



A partir de este momento la forma de trabajar con la fibra cambió. El proceso que se sigue en este modelo para trabajar la fibra de carbono con la resina es el llamado de “Infusión” (RTI), que se ha realizado untando con un rodillo las porciones de fibra, recortadas previamente para que ajusten a la geometría del molde, con la resina ya combinados sus dos componentes en estado líquido sobre una superficie plana y colocando la tela preimpregnada, ajustando estas porciones el molde con la ayuda de brochas y espátulas. En el caso de este modelo de lancha MiniEco, antes de colocar la fibra de carbono sobre el molde, se ha extendido una fina capa de resina epoxy sobre él y colocado una capa de fibra de vidrio fina (48 g/m^2), con lo que se conseguirá un acabado más fino y uniforme de la superficie final.

Tras esto, para comenzar el proceso de curado o polimerización de la resina se coloca sobre la fibra una primera capa de film plástico muy fino, una capa de plástico de invernadero y un tejido de lana que repartirá la presión una vez dentro de la bolsa de vacío.

Para que la fibra se adapte totalmente a la geometría de los moldes se introduce cada uno de los moldes en una bolsa de vacío. Estas bolsas han sido realizadas con dos láminas de plástico (grueso) de invernaderos cerradas por tres de sus lados con cinta adhesiva de doble cara y el cuarto lado abierto. Después de introducir el molde con la fibra colocada, es necesario cerrar el cuarto lado, para ello colocaremos plegaremos el cuarto lado sobre un tubo (de diámetro exterior 6 mm) y sobre ello introduciremos un tubo con el diámetro interior 6 mm, quedando de esta manera totalmente sellado. A la bolsa se le realiza un pequeño agujero, que se refuerza esa zona del plástico, donde se rosca un pasa-tubos (adquirido en un comercio local de neumática) a modo de válvula por donde se conecta a la bolsa el tubo que hace el vacío desde la propia máquina.

El vacío se ha realizado a una presión máxima de $-0,8$ bares, manteniéndose siempre en un rango de $\pm 0,1$ bares, ya que si sube de esa presión los motores volverían a activarse recuperando la presión inicial.

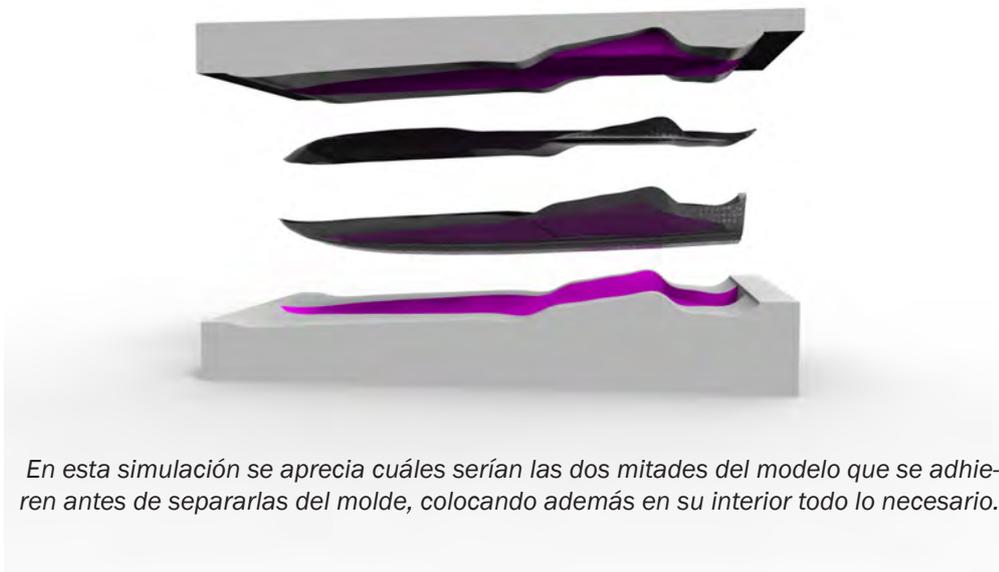
Para ayudar al curado de la resina, el comienzo del proceso de endurecimiento de la resina se ha realizado manteniendo calor sobre el molde. En este caso, se ha colocado para ello una manta térmica eléctrica sobre la superficie donde se ha colocado la fibra.



Imagen de la maquina de vacío, realizando su trabajo sobre las dos mitades del molde a la vez.

Una vez que tenemos las dos partes del casco curadas, sin separarlas del molde se coloca sobre una de ellas el mamparo que separa el canal de inundación de la parte útil del modelo. Este ha sido realizado colocando, sobre la plantilla de su forma, capas de fibra de vidrio con alguna mecha de carbono de refuerzo, y colocado entre dos superficies planas apretadas con gatos para que quede totalmente plana. Sobre la parte inferior del molde también se debe colocar antes de juntar las dos mitades del casco el tubo por el que se guiaran los lastres (que va en el interior del canal de inundación y la bancada del servo, que se ha colocado sobre un apoyo para mantenerla totalmente horizontal.

Con esto preparado, se aplica ayudándose de una jeringuilla, un hilo de resina epoxy espesada con microbalones (o en su defecto harina o polvos de talco), y se coloca la parte contraria del molde sobre ella, siendo necesario juntarlas con presión para que queden totalmente juntas.



En esta simulación se aprecia cuáles serían las dos mitades del modelo que se adhieren antes de separarlas del molde, colocando además en su interior todo lo necesario.



Pasado el tiempo de curado de la resina que ha unido las dos mitades del molde, se introduce una cuña entre las dos mitades del molde, para separarlas y sacar el modelo.

ELEMENTOS ADICIONALES

Una vez que extraemos el casco del molde debemos de colocar en el interior todos los elementos necesarios para la fijación del resto de componentes.

Algunos de estos elementos internos se pueden diseñar y construir realizando variaciones respecto a los mismos elementos de los modelos actuales, mientras que otros no requieren mejoras y pueden ser iguales que los que cumplen la misma funciones en el modelo Latazca que se ha tomado como modelo.

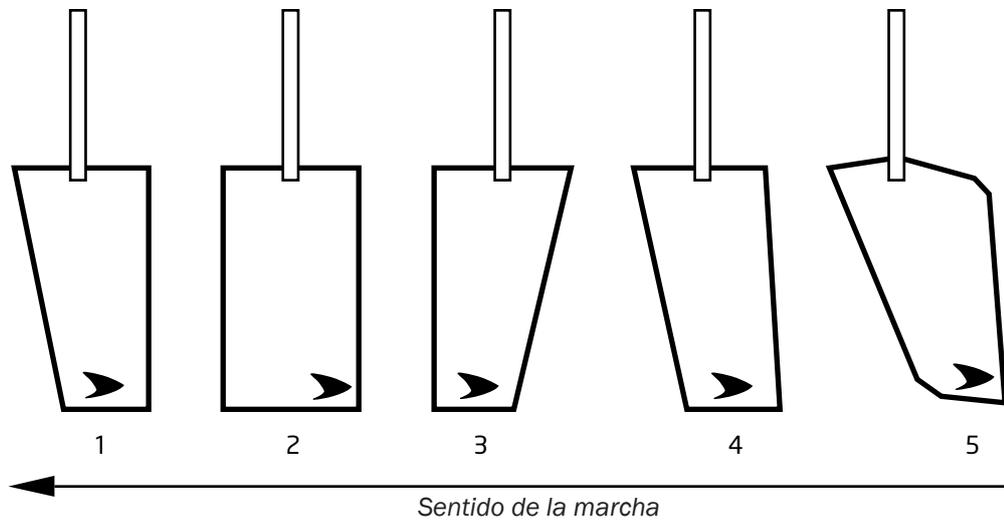
◆ TIMÓN

El timón, es el dispositivo utilizado para manejar el barco, lancha, avión, submarino... que se mueva a través de un fluido. Un timón funciona orientando el fluido produciendo un efecto de giro o de empuje. Un timón funciona reorientando el fluido que pasa en torno al casco o fuselaje, transmitiendo así un movimiento de giro a la nave. En su forma básica, un timón es una tabla plana o una lámina de material fijado con una o varias bisagras a la popa del casco o detrás de ésta. A menudo, los timones se construyen con una forma que reduzca al mínimo la hidrodinámica o resistencia aerodinámica.

De la misma manera que en los barcos reales, en los modelos de la categoría MiniEco, el timón se coloca en la misma línea de la quilla, por detrás de la hélice. Y por la normativa Naviga que regula esta categoría, no se permite que se extienda más allá de la longitud del casco.



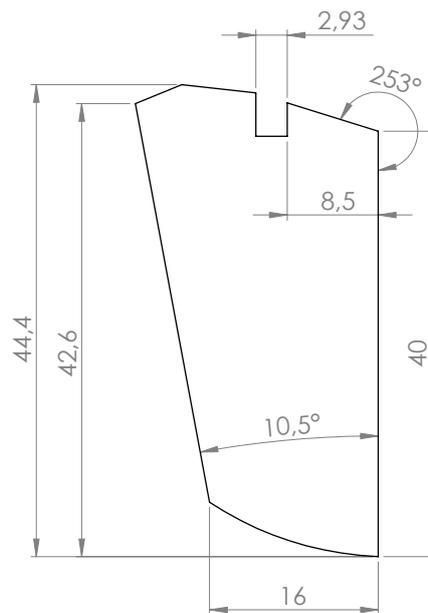
El timón tiene una geometría que puede variar, a continuación se muestran unas imágenes de las diferentes geometrías con las que puede verse un timón para este tipo de lanchas.



Si se toman los timones de los países donde hay gran tradición en esta categoría; el timón "tipo Melchert" (número 5) es el preferido por los alemanes y se caracteriza por llevar el eje echado hacia atrás (4-8° según el casco). Mientras que los rusos siguen prefiriendo llevar el timón recto (similar al número 1), largo estrecho y en disminución.

Cuando un casco de MiniEco recorre la recta del circuito triangular, va planeando con la proa levantada, pero al aproximarse a la boya se reduce la velocidad, por lo que el morro cae y se corre el riesgo de clavar la proa y hacer "un trompo" o "un submarino". El timón tipo Melchert tiene ese ángulo negativo para compensar esto, haciendo bajar la popa por lo que la actitud de la lancha apenas cambia en el viraje.

Para este nuevo casco, inicialmente se va a utilizar el timón tipo Melchert, que es el que ha sido utilizado en el modelo prueba con buenos resultados. El timón realizado para este modelo se ha realizado recortando sobre una placa de carbono la forma que se muestra en la página siguiente, y sobre ella se coloca una varilla con la que se moverá gracias a la acción del servo.



◆ EJE

El eje, con simplemente con ese término, se refiere a una varilla de un material metálico, acero, que va fijada al eje del moto y a la hélice.

Este puede ser considerado como un elemento comercial, pero la “facilidad” de obtención, hace que sea más adecuado una fabricación propia que adquirirlo a un precio más elevado.

Para ello se cuenta con una varilla de acero de 2mm, que se corta a la longitud precisa para atravesar la bocina y poder conectar en los dos extremos.

En el extremo donde se colocará la hélice puede haber variantes debido a como sea la forma del eje de la hélice. Las opciones más comunes en este caso son:

o Que la hélice tenga en su eje una rosca M4. Para lo cual es necesario acoplar un inserto en el extremo del eje para que estas piezas encajen correctamente.

o Que la hélice tenga en su eje una rosca M2. Para lo cual es necesario roscar el eje con una terraja de esta misma métrica.

o Que la hélice no tenga roscas, y en su defecto tengamos el eje vacío, pudiendo acoplar una hembra roscada de lo que se prefiera viendo las variantes anteriores.

En el caso que estamos tratando, las hélices con las que se cuentan tienen una rosca M2, por lo que es necesario roscar el eje con M2. Para ello se cuenta con una terraja de M2 y una varilla de acero de este diámetro en la que se realiza la rosca necesaria para las hélices más comunes.

El eje ha de colocarse, según la opinión de los expertos, de tal manera que la hélice quede a la distancia mínima separada del casco.

◆ BOCINAS

Consideraremos de forma general a la bocina, al “conducto” por donde sale una pieza móvil (habitualmente solo son el eje de potencia y la barra que hace girar el timón) del interior al exterior del casco. Las bocinas suelen incorporar rodamientos para favorecer el giro de los ejes por los que son atravesadas.

En nuestro caso consideraremos dos bocinas diferenciadas.

o **La del eje:** Es un elemento comercial de la casa Graupner, que hay que colocar con precaución para que la distancia entre la hélice y la superficie del casco sea la mínima que permita tener la hélice lo más pegada al casco. Para su colocación sobre el modelo, como veremos a continuación se presenta el conjunto sobre el casco, y cuando está en la posición correcta, se puntea con cianocrilato y se refuerza con fibra y resina epoxy (de la misma utilizada para la construcción del modelo).

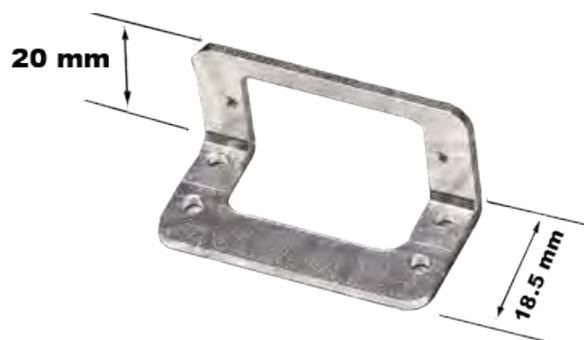


o **La del timón:** La bocina es la pieza que guía al timón desde el punto interior del casco donde se une con el brazo del servo, hasta la superficie externa. Ha sido construida con un tubo de latón colocada verticalmente sobre una placa del mismo material.



◆ BANCADA

o **La del servo:** Para colocar el servo que dirigirá el timón es necesario mantenerlo fijo de manera horizontal. Se ha colocado esta bancada sobre una pieza de madera de balsa cuya base se ajusta al fondo del casco y ambas cosas reforzadas con fibra de vidrio y resina epoxy. La bancada utilizada en este modelo es un modelo comercial construido en aluminio, con menos de 20 gramos de peso, específica para el servo que se utiliza en el modelo.



o **La del motor:** Está construida a medida, formadonse según el fondo del casco resultante. Realizando inicialmente una plantilla, la que se traspasa a una placa de carbono.



MONTAJE FINAL DEL MODELO

Una vez que se disponen todos los elementos está todo listo para el montaje final. A continuación se muestran las imágenes de los pasos clave de este mismo montaje en un modelo similar. Ya que del nuevo modelo MiniEco Tarasca, no se han podido tomar las imágenes homólogas por realizar la entrega antes de que esto se realizará.



Primeramente, sobre una cinta de carroceros, se marcan las cotas de posición de la bocina del eje y del timón y se abre con el disco de corte para estratificados de la dremel.

Los elementos anteriormente indicados se presentan sobre el casco fijándoles momentáneamente con unas gotas de cianocrilato, hasta comprobar que su posición es la correcta y no se impide el movimiento de otras partes móviles.

Finalmente se refuerzan las piezas colocadas con fibra y resina epoxy para mantener totalmente fijadas las piezas y que no sufran daños con las vibraciones y los posibles choques que pueda haber entre las diferentes lanchas durante una competición.



COMPONENTES INTERNOS

Para que el modelo funcione se debe dotarle del resto de componentes que realizan las funciones de emisión y recepción de órdenes, y suministro de dirección y potencia.

MOTOR

Como se ha señalado anteriormente a fecha de hoy en nuestro país la competición en esta categoría restringe los motores a un máximo de potencia. El modelo utilizado es el “Turnigy Typhoon 2215H Brushless 450-Size Heli Motor 3550kv”. En realidad este es un motor indicado para su uso en modelos de helicóptero, pero sus propiedades le hacen idóneo para el uso en todos los modelos de lancha que compiten en el Open MiniEco nacional.

El motor tiene las siguientes propiedades:

- o Dimensiones: 35 x 28 x 51 mm (incluyendo el eje)
- o Peso: 63 g. (sin incluir los conectores)
- o Máximo voltaje: 15 V.
- o Corriente máxima: 28 A.
- o Kv (rpm/v): 3550
- o Diámetro del eje: 3.17 mm
- o Longitud del eje delantero: 16 mm
- o Variador: 40A

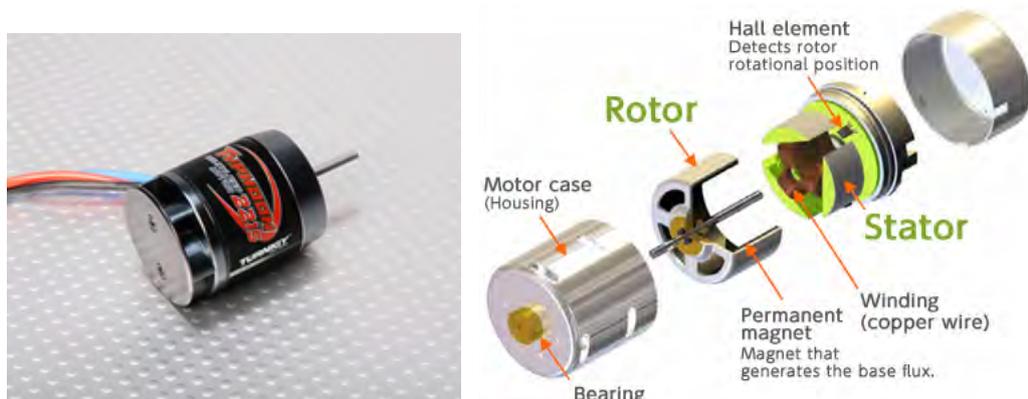
El parámetro kV, aparece junto al número de vueltas del bobinado del motor e indica el número de revoluciones por minuto a las que es capaz de girar el motor por cada Voltio de electricidad que se le aplica. Por ejemplo, las baterías con las que funcionan este tipo de lanchas que tienen un voltaje máximo de 7.4 V, haría que como máximo este motor pueda girar a: $(7.4 * 3550)$ 26270 rpm.

Dentro de la gama de motores eléctricos, el motor autorizado pertenece a la categoría de motores “Brushless”, denominativo que hace referencia a que es un motor eléctrico sin escobillas, es decir que no emplea escobillas para realizar el cambio de polaridad. Esta evolución viene de que los anteriores motores disponían de anillos que disminuían el rendimiento por el rozamiento, produciendo además calor y ruido. Los motores brushless están compuestos por una parte móvil que es el rotor, que es donde se encuentran los imanes permanentes, y una parte fija, denominada stator o carcasa, sobre la cual van dispuestos los bobinados de hilo conductor. La imagen refleja un despiece de uno de estos motores en donde puede verse la disposición de los bobinados y los imanes.

Dicho esto, además de la primera clasificación, se pueden subclasificar de nuevo en “outrunners” e “inrunners” dependiendo la relación de posición entre el rotor y el stator; si el rotor está por fuera del stator se considera outrunner, y por el contrario si el rotor está dentro del stator sería un motor brushless inrunner.

La corriente eléctrica que pasa a través de los bobinados del stator genera un campo electromagnético que interacciona con el campo magnético creado por los imanes permanentes del rotor, haciendo que aparezca una fuerza que hace girar al rotor y por lo tanto al eje del motor.

Para controlar el giro, y la potencia que desarrolla este motor, es necesario un variador electrónico.



VARIADOR

El variador electrónico (en inglés denominado ESC, Electronic Speed Controller) basa su funcionamiento en el análisis de determinar en qué posición se encuentra el rotor en cada momento, para hacer que la corriente que le llegue sea la adecuada para provocar el movimiento de rotación que le corresponde.

Este dispositivo funciona gracias al uso de FET (viene de la expresión inglesa "Field Effect Transistor") que son dispositivos eléctricos capaces de permitir el paso de corriente un número determinado de veces por segundo de manera variable y controlada en función de nuestras órdenes. De este modo se puede controlar la cantidad de energía que va al motor con mucha precisión y muy pocas pérdidas.

El variador para este tipo de lanchas en esta competición no está limitado, como sucedía en el motor descrito anteriormente. La elección del variador se hará en función de la corriente máxima admitida por el motor y del voltaje de las baterías. La oferta no es muy extensa, no llegando a tener más de una decena de opciones. El variador escogido para este modelo, elegido en base a recomendaciones de otros usuarios, tiene las siguientes características:

- o Corriente máxima: 40 A.
- o Corriente máxima bruta: 50 A. (durante 10 segundos)
- o Voltaje de entrada: Baterías de entre 2 y 6 elementos de los derivados de litio (Li-XX) o de entre 6 y 16 elementos en baterías del tipo Ni-MH/Ni-Cd.
- o BEC: 5.5V/5A Switching BEC
- o PWM: 8~16 KHz
- o Máximas RPM: 240.000 rpm (en motor Brushless de dos polos)
- o Dimensiones placa: 50x25x12 mm
- o Peso: 43 g. (Incluyendo conectores)

Al igual que el motor usado en esta categoría, este variador es específico para helicópteros, resultado este un dato sin importancia. Simplemente para su adaptación necesitamos tener este variador refrigerado mediante agua.



BATERÍAS

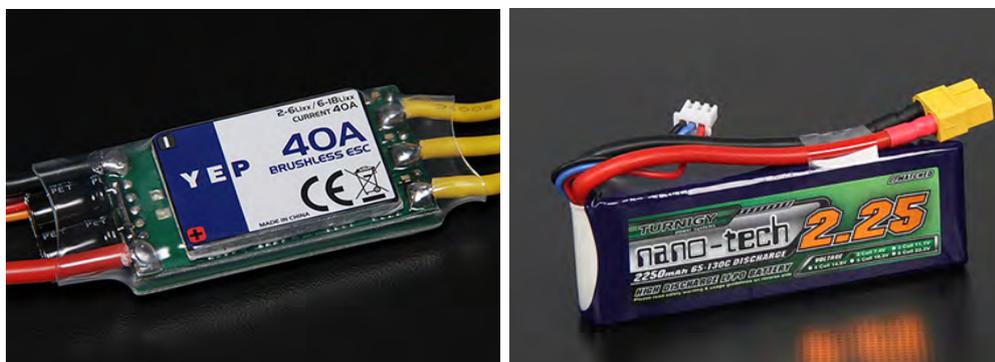
Con el avance que ha sufrido la técnica en los últimos años las baterías no se han quedado atrás, los materiales con los que se han ido desarrollando estos acumuladores han pasado de metales pesados (como Níquel –Metal Hidruro o Níquel –Cadmio) a componentes mucho más livianos como son los polímeros de litio, estas últimas baterías han marcado un antes y un después en el diseño de modelos radiocontrol, ya que su relación entre peso, dimensiones, capacidad de carga y amperaje es de las mejores que podemos encontrar en el mercado.

Las baterías que usa este casco son las que se usan mayoritariamente en esta competición en España, siendo el modelo: “Turnigy nano-tech 2250 mah 2S 65~130C Lipo Pack” la más desarrollada.

Especificaciones del modelo elegido:

- o Capacidad: 2250 mAh.
- o Voltaje: 2S1P (2 células de 7.4V)
- o Descarga: 65C Constante / 130C Brutos
- o Peso: 142g (incluyendo cables y conectores)
- o Dimensiones: 103 x 35 x 19 mm.
- o Conector de balance: JST-XH
- o Conector de carga predeterminado: XT60

La nomenclatura utilizada en su definición indica una S, generalmente de 1S a 4S lo que significa: Li-PO 1S: una celda a 3´7 V, Li-PO 2S: dos celdas a 7´4 V, Li-PO 3S: tres celdas a 11´1 V y Li-PO 4S: cuatro celdas a 14´8 V.



A la izquierda, el variador elegido. En la imagen derecha se aprecia la batería que se adaptará al modelo.

HÉLICE

La hélice convierte la energía rotacional generada por el motor en el empuje que necesita la lancha.

Existen muchos tipos de hélices, pero en relación al número de palas las dos más importantes en esta categoría a nivel mundial son las de dos y tres palas. En el campeonato Open que se celebra en nuestro país únicamente está permitido el uso de hélices de plástico o fibra (nunca de metal) para reducir las posibilidades de daño a otras lanchas durante los choques que pueda haber durante la competición. La más extendida, y la que tiene esta lancha es el modelo Graupner HÉLICE MARINA 2 PALAS M2 SERIE K 26.

Las hélices dependen de:

o Tamaño, que queda definido por dos datos; el diámetro total de la hélice y el paso de sus palas. Generalmente un diámetro pequeño se corresponde con un motor de pequeña potencia, o con un barco diseñado para desplazarse a mucha velocidad. El paso de la hélice se corresponde con el avance teórico que genera la hélice al girar esta una vuelta.

o Número de palas, es necesario tener suficientes palas capaces de distribuir la potencia del motor entre las distintas palas y en consecuencia disponer de una superficie suficiente para desplazar todo el volumen de agua que la potencia del motor permita.

o Materiales: Pueden ser de muchos tipos, entre ellos de aluminio, acero inoxidable, bronce, plástico o materiales compuestos. Pero como se ha indicado anteriormente, en España, para esta categoría no se permite el uso de hélices metálicas.



SERVO

Un servo, conocido técnicamente como servomotor (estos modelos específicamente para modelismo), es un dispositivo actuador que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación y de mantenerse estable en dicha posición. Está formado por un motor de corriente continua, una caja reductora y un circuito de control.

El componente principal de un servo es un motor de corriente continua (donde el tamaño del motor depende de la fuerza que sea capaz de desarrollar el servo), que realiza la función de actuador en el dispositivo: al aplicarse un voltaje entre sus dos terminales, el motor gira en un sentido a alta velocidad, pero produciendo un bajo par. Para aumentar el par del dispositivo, se utiliza una caja reductora, que transforma gran parte de la velocidad de giro en torsión.

El servo elegido para ser el encargado de la dirección de este modelo de casco es el “Turnigy MG90S Digital Metal Gear Servo 1.8kg / 13.4g / 0.10sec” con procesamiento digital, además de las siguientes especificaciones:

- o Peso: 13.4 g.
- o Dimensiones: 22.8*12.2*28.5 mm.
- o Torque: 1.8kg/cm (4.8V) - 2.2 kg/cm (6.0V)
- o Velocidad de operación: 0.10s./60°(4.8v)-0.08s./60° (6.0V)
- o Voltaje en uso: 4.8-6.0 V.
- o Temperatura de funcionamiento: 0- 55 deg.
- o Conector: JR (Funciona con JR y Futaba)



EQUIPO R/C - EMISOR

Una emisora radiocontrol es el elemento que permite controlar a distancia cualquier modelo radiocontrol (como pueden ser coches, aviones, barcos...). Las diferentes emisoras se pueden diferenciar por:

- El número de canales: el mínimo de canales para esta categoría de lanchas de competición son dos, uno para el motor y otro para controlar la dirección. Aunque a partir de ahí se pueden tener hasta 12 - 14 canales dependiendo del modelo de emisora.

- Frecuencia de emisión: Hay diferentes sistemas de emisión en AM, FM y 2.4 ghz y diferentes métodos de codificación PCM y PPM. Actualmente, dada la expansión que están teniendo los smartphones, los modelos pueden ser controlados mediante los estándares Bluetooth o Wi-Fi.

Según para la disciplina a la que vaya dirigida la emisora, pueden considerarse diferentes formatos, pudiendo ser:



Emisoras de sticks



Emisoras de volante

Las diferencias en sus formas están claras y saltan a la vista. Además de lo obvio se ha de añadir que, habitualmente, las emisoras de volante suelen contar con menos canales, ya que normalmente están destinadas a modelos de coches o a este tipo de barcos que no requieren para su uso más de dos o tres canales.

Para el control del nuevo modelo de lancha MiniEco se cuenta con un emisor Futaba modelo FF7, funciona en el rango de frecuencias de 35Mhz, cuenta con siete canales y diferentes modos y configuración totalmente programables en su pantalla retro-iluminada.



EQUIPO R/C - RECEPTOR

Es una pequeña placa electrónica, que puede ir ubicada dentro de una carcasa plástica o no, que contiene la electrónica necesaria para recibir la señal del emisor y que se comunica con el motor, los servos y todos los componentes de los que disponga el modelo conectados a la placa.

Su frecuencia de utilización ha de ser la misma que la del emisor al que esté conectado, pudiendo ser, del mismo modo que los receptores, con sistemas en AM, FM, 2.4ghz, Bluetooth e incluso Wi-Fi.

El receptor elegido para que reciba las señales del piloto en esta lancha es el “Corona 4Ch Single Conv. Rx 35MHz”, un micro receptor, con un tamaño reducido para colocarse dentro de los espacios pequeños que tienen en su interior este tipo de lanchas, con cuatro canales, y funcionando a 35Mhz, en la misma frecuencia que el emisor anteriormente descrito.



Las especificaciones de este modelo son:

- o Dimensiones: 28.5*15*7.4 mm.
- o Peso: 4.7g.
- o Sensibilidad : sobre 2.0µV
- o Selectividad: ±8kHz 65dB.
- o Canales : 4
- o Filtrado: DSP en MCU algoritmo básico
- o Cambio de polaridad: Positiva o negativa
- o Recubrimiento: Plástico transparente retráctil
- o Voltaje en operación : 4.8 V~6.0 VDC
- o Corriente en operación: 11 mA.
- o Modulo: FM/PPM

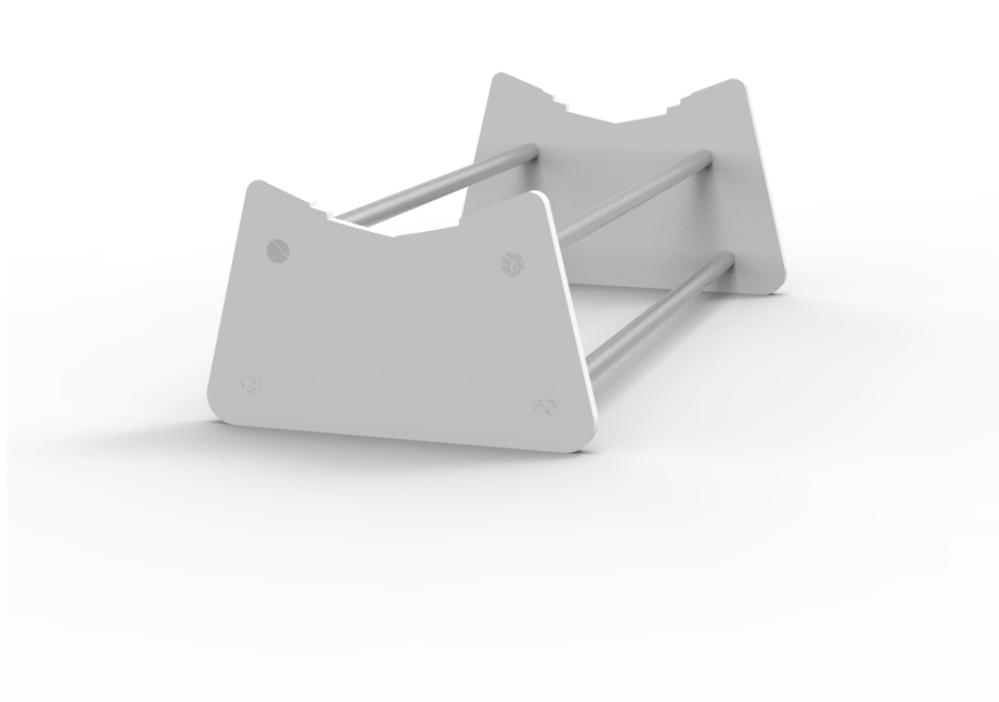


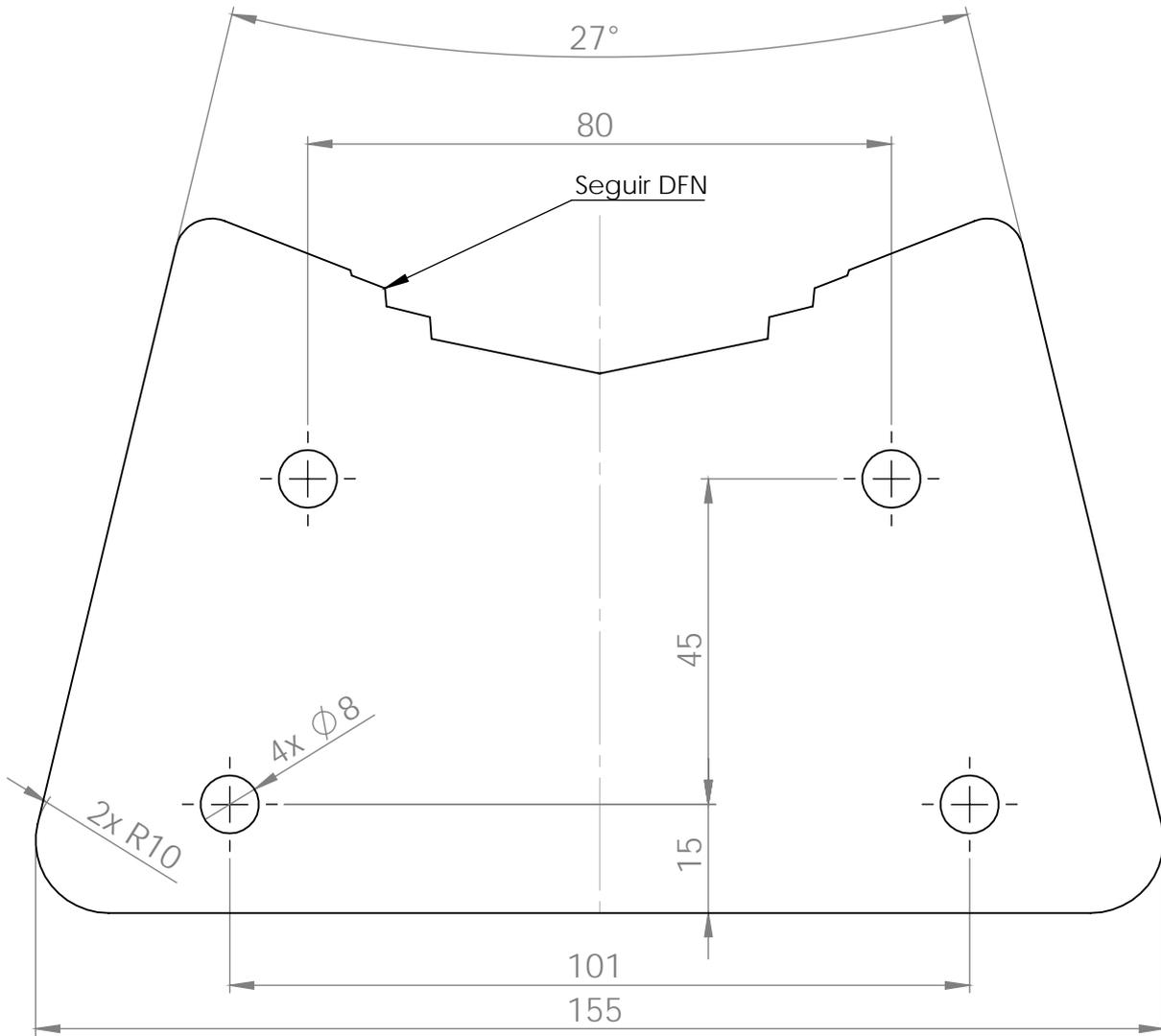
DISEÑO DE ACCESORIOS

Como único accesorio complementario, conteniendo lo necesario para el correcto funcionamiento de este nuevo modelo de casco de MiniEco, se ha considerado el diseño de una base para el apoyo y trabajo sobre el modelo.

Comparando con otras bases que se han probado esta base no tiene el carácter de universal, sino que es propia para este modelo, adaptándose correctamente a su perfil. Además tiene el tamaño y la robustez necesaria para poder trabajar sobre ella y el modelo cómodamente.

Está compuesta por dos planchas que se adaptan en su contorno superior al perfil de la lancha (madera, PVC, ABS... como materiales a elegir) unidas por cuatro barras de acero inoxidable por ejemplo. A continuación se incluyen los planos de estas dos planchas, siendo la distancia que las separa de 275 mm que se adapta a las necesidades de manipulación del modelo. Sobre la parte donde apoya el modelo, se ha colocado una capa de espuma para evitar el traspaso de vibraciones del modelo a la base.





Plano de la superficie trasera de la base.



Render del conjunto donde se aprecia que el resultado final se adapta al contorno del modelo.



FIN DE VIDA ÚTIL.

GESTIÓN DE RESIDUOS.

CUESTIONES MEDIOAMBIENTALES.

Si un modelo sufre daños en el casco puede repararse sin coste excesivo utilizando fibra de carbono o de vidrio con la que se ha construido aplicándolo en forma de parche sobre la superficie dañada y lijando para un acabado uniforme.

Si por el contrario lo que falla son los elementos internos como pueden ser el variador, el motor o el servo se sustituyen con gran facilidad y, al igual que el eje, el timón o la hélice en un día de competición, pueden llegar a romperse varias veces, por lo que habitualmente se disponen de diversas piezas de repuesto para todos estos componentes.

Es un caso extraño que una persona que posee una lancha de estas características quiera deshacerse de ella, pueden darse dos situaciones diferentes:

♦ **Se tira la lancha con todos los sistemas integrados**

Dados los materiales empleados en la fabricación de este producto, así como el resto de componentes internos que necesita para su funcionamiento, se puede considerar al modelo diseñado y fabricado como un juguete. Para conocer la gestión de residuos es necesario la consulta de la Directiva Europea 2002/96/CE sobre la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos que trata de reducir la cantidad y peligrosidad de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, estimular su reciclado y fomentar su reutilización y valorización, cuya séptima categoría (7) de dicha Directiva engloba a los juguetes.

Actualmente no existe a nivel estatal una red extendida de recogida, reparación, reutilización y reciclaje de juguetes fuera de uso, aunque sí existen iniciativas a nivel local/autonómico asociadas normalmente a empresas de inserción social.



Entre los juguetes catalogados como aparatos eléctricos y electrónicos (AEEs), se encuentran todos aquéllos que incorporan luces, sonido, movimiento y cualquier otra aplicación cuyo funcionamiento dependa de baterías o corriente eléctrica y cuenten con componentes eléctricos y electrónicos, por lo que han de gestionarse como Residuo de Aparato Eléctrico y Electrónico (RAEE).

La gestión de estos productos al llegar a su fin de vida, al igual que la del resto de categorías de RAEEs, y en cumplimiento de lo establecido en el RD 208/2005, se ha de realizar a través de Sistemas Integrados de Gestión (SIG). Se trata de entidades constituidas sin ánimo de lucro en las que participan los productores de AEEs y cuyo objetivo principal es la creación de una estructura organizativa que responda a las necesidades de gestión de los RAEEs. Existen diversos SIGs especializados en cada una de las categorías establecidas en la Directiva 2002/96/CE. La tabla a continuación muestra aquéllos autorizados para gestionar la categoría 7 (juguetes).

| SIG | Categoría RAEE | Ámbito geográfico | Sistemas de recogida | Empresas gestoras |
|-------------|--------------------------------|-------------------|--|---------------------------------------|
| Ecoasimelec | Todas las categorías excepto 5 | Nacional | Distribuidores y puntos limpios | n/d |
| Ecolec | Todas las categorías | Nacional | Puntos limpios. Distribuidores y domiciliaria. | ER-TPA, RECILEC, FERROSER, IRECYCLING |
| Ecotíc | Todas las categorías | Nacional | Puntos limpios y distribuidores. | ER-TPA, RECILEC, RECITEL, RAESL |
| ERP | Todas las categorías excepto 5 | Nacional | Puntos limpios. Distribuidores y domiciliaria. | No disponible |
| EcoRAEE'S | Todas las categorías | Nacional | Distribuidores y puntos limpios | No disponible |

Cada SIG cuenta con determinadas empresas gestoras, recicladores o plantas de tratamiento asociadas al mismo. En ellas, los juguetes se clasifican, descontaminan y tratan de acuerdo a procedimientos específicos dependiendo del tipo de residuo y componente que contenga.

♦ Se desmonta la barca y se retira el casco por un lado y los componentes electrónicos por otro.

o Casco de fibra

La fibra de carbono se trata de una fibra sintética que se fabrica a partir del poliacrilonitrilo y la resina que se usa como matriz de este material compuesto igualmente tiene una base polimérica (epoxy), por lo que el casco sin ningún otro componente interno puede colocarse en los contenedores amarillos de plástico. Esta canti-

dad de plástico y su origen, puede englobarse dentro de Residuos Sólidos Urbanos (RSU).

Pero ninguno de los procesos actuales de eliminación de plásticos en vertederos e incineración y más concretamente de CFRP (Carbon Fiber Reinforced Plastic) es óptimo, y las regulaciones ambientales pueden llevar a la prohibición de ambos procesos.

Por ello, y dada la importancia que están comenzando a tener los materiales compuestos en los últimos años se está creando una industria especializada que se dedica al reciclado y reutilización de Composites para su obtención de energía eléctrica. Este uso se conoce como “valorización energética” y es un tratamiento adecuado para plásticos muy degradados, siendo una variante de la incineración en la que la energía asociada con el proceso de combustión es recuperada para generar energía eléctrica.

Aunque actualmente se está trabajando en diversos procesos para poder reutilizar la fibra con diversos procesos. Adherent Technologies Inc. (ATI) es una compañía de Albuquerque, Nuevo México (USA), que lleva trabajando con reciclaje de fibra de carbono desde 1995, que desarrolló la tecnología de conversión catalítica centrada en el proceso de reciclado de fibra de carbono basada en lotes combinando tres diferentes procesos estudiados en la pasada década, cada uno con ventajas y limitaciones específicas.

Otro de estos procesos es la pirólisis en vacío. Es un proceso seco operado a unos 500 °C, que recupera resinas como un líquido comercializable y es escalable a grandes capacidades. A esa temperatura, sin embargo, el producto de fibra puede retener residuos de oxidación o carbonización. El proceso baja a una temperatura de operación de 150 °C y 150 psi produciendo fibra lista para el mercado, pero este proceso no es particularmente tolerante a partículas contaminantes.

o Componentes electrónicos

Cada año aumenta la cifra de toneladas de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) que se generan en el mundo. Estos aparatos tienen sustancias que pueden causar graves daños



al medio ambiente y la salud. Dentro de la categoría de aparatos eléctricos y electrónicos se consideran, por ejemplo, grandes y pequeños electrodomésticos, equipos de informática y telecomunicaciones, aparatos electrónicos de consumo, de alumbrado, herramientas eléctricas o electrónicas, juguetes y equipos deportivos o de tiempo libre, equipos médicos, instrumentos de vigilancia o control o máquinas expendedoras.

Cuando estos aparatos se desechan, se convierten en unos residuos muy contaminantes, han de llevarse a puntos de recogida oficiales y autorizados para su posterior tratamiento.

La inmensa mayoría contiene sustancias como bromo, cadmio, fósforo o mercurio que pueden ser muy dañinos para la salud y el medio ambiente. La recuperación correcta de dichas sustancias ahorra además dinero y recursos en su proceso de extracción, una de las fases más agresivas con el medio ambiente.

Una vez que los residuos llegan a las plantas autorizadas de reciclaje, se les retiran los elementos contaminantes, y el resto de componentes (plástico, aluminio, cobre o vidrio) se procesan para fabricar nuevos productos. La mayor parte de los componentes pueden separarse por medios mecánicos calculándose que el 70% de cada dispositivo puede transformarse en materias primas aprovechables.



Centro de tratamiento de residuos eléctricos y electrónicos.

MANTENIMIENTO

Para un correcto uso de este modelo R/C, tanto en el uso por entretenimiento como en competiciones de alto nivel, se han de tomar las siguientes precauciones para un correcto tratamiento de los componentes internos.

o Utilización de un dieléctrico para proteger los componentes electrónicos del agua y la humedad.

Para cumplir esta función, se han desmontado todos los componentes electrónicos (variador, receptor y servo) y se ha rociado su circuito con el producto comercial WD-40 (es un acrónimo de "Water Displacement - 40th Attempt").

El ingrediente activo del WD-40 es un aceite viscoso volátil, que al aplicarse a ciertos elementos los lubrica y los protege contra la humedad. Este se diluye con un hidrocarburo volátil para obtener un líquido de baja viscosidad que puede ser pulverizado y, por tanto entrar en los pequeños huecos. Un propulsor (dióxido de carbono) es usado para ejercer presión haciendo que el líquido salga por la boquilla del envase para difundirse.

La función principal que nos afecta de este producto es la de DESPLAZAR LA HUMEDAD, puesto que WD-40® es un producto Multi-Usa que desplaza la humedad, seca rápidamente los sistemas eléctricos para evitar los cortocircuitos inducidos por la humedad.

Imagen del producto utilizado como dielectrico para desplazar la humedad de los componentes electrónicos.



o Limpieza y engrase de las partes móviles.

Dentro de partes móviles se consideran el eje (que puede llegar a girar a hasta 25000 rpm) y el timón, que están en constante movimiento lo que hace esencial una buena lubricación.

El engrase es conveniente realizarlo sobre una superficie limpia, por lo tanto antes de aplicar grasa nueva se ha de dejar una superficie limpia del uso anterior.

Una vez limpia, se aplica grasa de manera abundante, ya que además de facilitar el giro se impermeabiliza impidiendo la entrada de agua por estos conductos.

Para el engrase del modelo que se presenta en este TFG, se ha utilizado el siguiente producto; TrackStar Silicone Diff Oil (High Viscosity) 40000cSt.

El producto es un aceite para el engrase de modelos a escala de competición de alta densidad formulado para mayores rendimientos. Con resistencia a las altas temperaturas, la tecnología anti-desgaste y aditivos anticorrosión refinados, estos aceites de silicona TrackStar Diff aseguran menos desgaste, menos ruido y menor resistencia de los ejes en movimiento.



Imagen del producto utilizado como aceite para engrasar los ejes, mejorando el rozamiento y evitando entradas de agua.



o Baterías.

A continuación se exponen las normas básicas que se han de tener en cuenta en todo momento a la hora de tratar con las baterías, en nuestro caso con las de polímeros de litio (LiPo):

- Cerciorarse de utilizar un cargador capaz de cargar baterías de Polímero de Litio. No utilizar otro tipo de cargador.

- Cargar en un contenedor o zona ignífuga. Nunca en el interior del modelo.

- Asegurarse perfectamente de programar de modo correcto el cargador para el pack que se va a cargar tanto en voltaje como en intensidad.

- No cargar las baterías de Polímero de Litio por con intensidad mayor a 1C. (Marcado en el pack) Hacerlo reducirá la capacidad y vida de las baterías con muy poco ahorro en tiempo de carga. Pueden cargarse por debajo de 1C, es incluso recomendable.

- Inspeccionar cuidadosamente el pack, especialmente sí el modelo ha sufrido un accidente. Si esta deformado no utilizarlo y retirarlo del uso, pues podría explotar.

- No golpear, pinchar, doblar o deformar el pack de ningún modo.

- No utilizar ningún elemento/pack que haya incrementado su volumen (se haya hinchado)

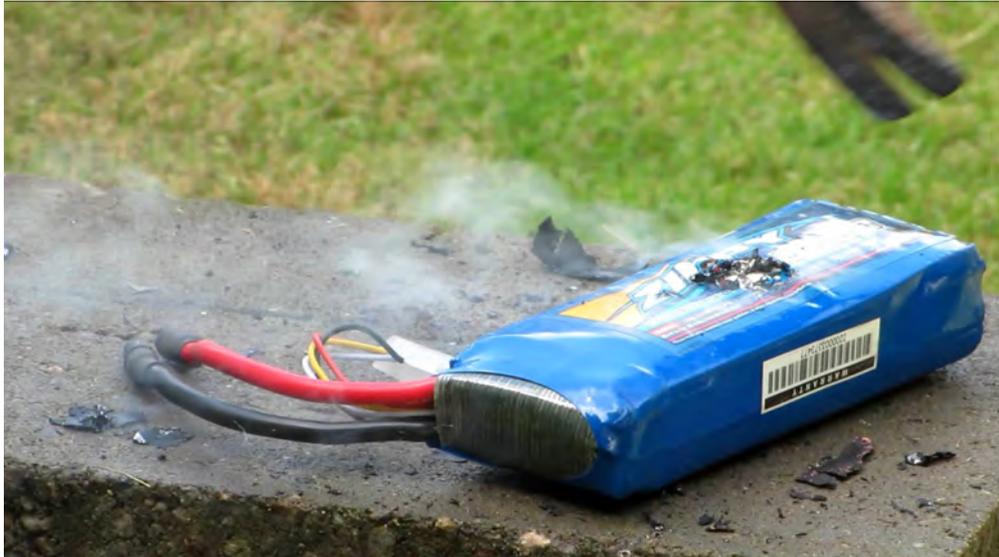
- No descargar los elementos por debajo de 3V durante la descarga, (6V para un pack de 2S, 9V para uno de 3S, etc.); por una sola vez que se supere este límite se pueden causar daños irreparables en el elemento/pack.

- La vida de un pack será mucho más larga si en cada ciclo de descarga/utilización no se llega a descargar completamente el pack.



- La temperatura de las baterías de Lipo no debe exceder de los 60 °C (140 °F) durante su uso, si fuera así indicaría que el pack no es el idóneo.

- Cuando no se vayan a utilizar las baterías de Polímero de Litio guardarlas a media carga (3,7/3,8V), nunca vacías o completamente cargadas.



La imagen superior muestra una batería en proceso de explosión, haciendo click sobre esta imagen, o capturando con un dispositivo móvil el código QR, se puede acceder a un vídeo en el que se aprecia que ocurre cuando se da un mal uso a una batería de este tipo.



DESARROLLO DE LA MARCA

En el estudio de mercado que aparece al principio de esta memoria, se transcribieron los nombres de todos los modelos que se encuentran en esta categoría de competición. La gran mayoría de las lanchas vienen de países del centro y este de Europa como Alemania, Polonia o Rusia. Y sus nombres son o los apellidos de los autores (Gromov, Kukorelli, Grzesiek) o nombres aleatorios con significado en lengua inglesa, desconociéndose si tienen otro significado en las lenguas maternas de sus diseñadores (Cybele, Fox, Glamour, Princess...).

Se ha querido dotar a este nuevo modelo un potente identificador que señale que ha sido totalmente diseñada y fabricada en España, en contra de lo habitual en esta categoría.

“Nuevo casco MiniEco – Made in Spain –”

Para el naming del modelo final, se quiso destacar que es totalmente española, pero más concretamente ha sido concebida a caballo entre Palencia y Valladolid. Por lo que se comenzó a indagar, entre otras posibilidades, en seres de la mitología Castellana.

Posteriormente se plantearon los siguientes nombres:

- HERGÓN
- Muladona → es un ser de la Mitología catalana.
- Martinico → duende de la mitología castellana
- Oblad
- Bianor (Ocno Bianor) → nombre de un héroe mitológico, supuesto fundador legendario de la ciudad de Madrid.
- Tarasca → Criatura que habitaba en Tarascón.
- Vaccea



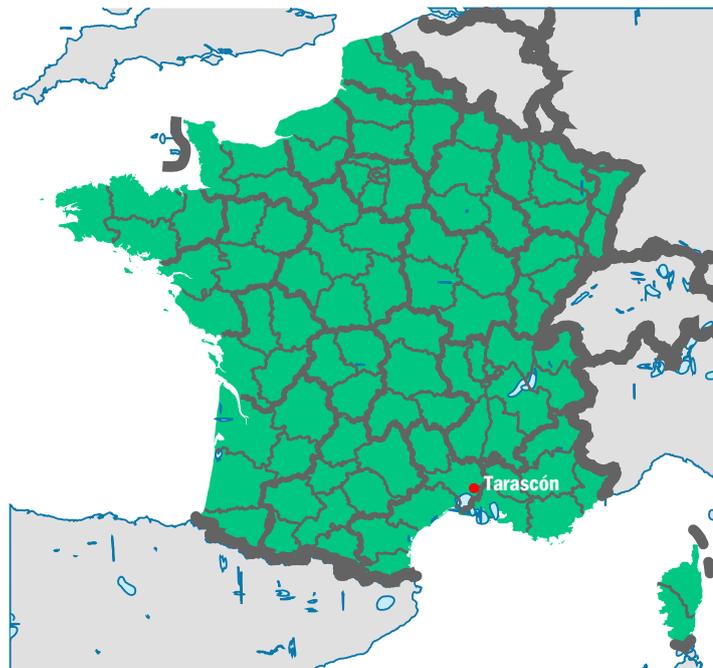
Con estos denominativos se realizaron una serie de pruebas con estos nombres y diversas tipografías para ver que combinaciones aportaban una mejor imagen al imago tipo y al logotipo.



Finalmente el nombre elegido para este nuevo modelo de lancha MiniEco de competición es:

“TARASCA”

Tarasca, según cuenta la leyenda, es una criatura habitaba en Tarascón (pequeña población del sur de Francia, en la región de Provenza-Alpes-Costa Azul, departamento de Bocas del Ródano, en el distrito de Arlés) y devastaba el territorio por doquier.



Este ser describe como una especie de dragón con seis cortas patas parecidas a las de un oso, un torso similar al de un buey con un caparazón de tortuga a su espalda y una escamosa cola que terminaba en el aguijón de un escorpión. Su cabeza era como la de un león con orejas de caballo y una desagradable expresión. La leyenda cuenta que el Rey de Tarascón había atacado sin éxito a La Tarasca con todas sus filas y su arsenal, pero Santa Marta encantó a la bestia con sus plegarias, y volvió a la ciudad con la bestia así domada.



Tanto en el escudo de la villa de Tarascón, como en diversos grabados, se retrata la monstruosidad de esta poderosa criatura.

La “Tarasca” o las “Tarascas” han devenido además como nombres genéricos para la definición de esta y otras criaturas mitológicas que se conocen con esta denominación en diferentes puntos de la geografía nacional.

La definición histórica de esta potente criatura encaja perfectamente con el nuevo modelo de lancha MiniEco para competición; es un casco con unas líneas muy agresivas, que se abre paso ahí por donde vaya, formas orgánicas para un buen flujo de aire y agua, y “un caparazón” robusto que aguantará todas las condiciones adversas de cada “batalla” (manga de carrera).

Con el nombre definido, se plantea continuación el logotipo y logosímbolo propuestos. El símbolo presenta la forma general y simplificada de la zona delantera del modelo. Líneas simples que muestran en el interior de este símbolo el perfil de la estela de agua que estas lanchas dejan a su paso debido a la gran velocidad que alcanzan.

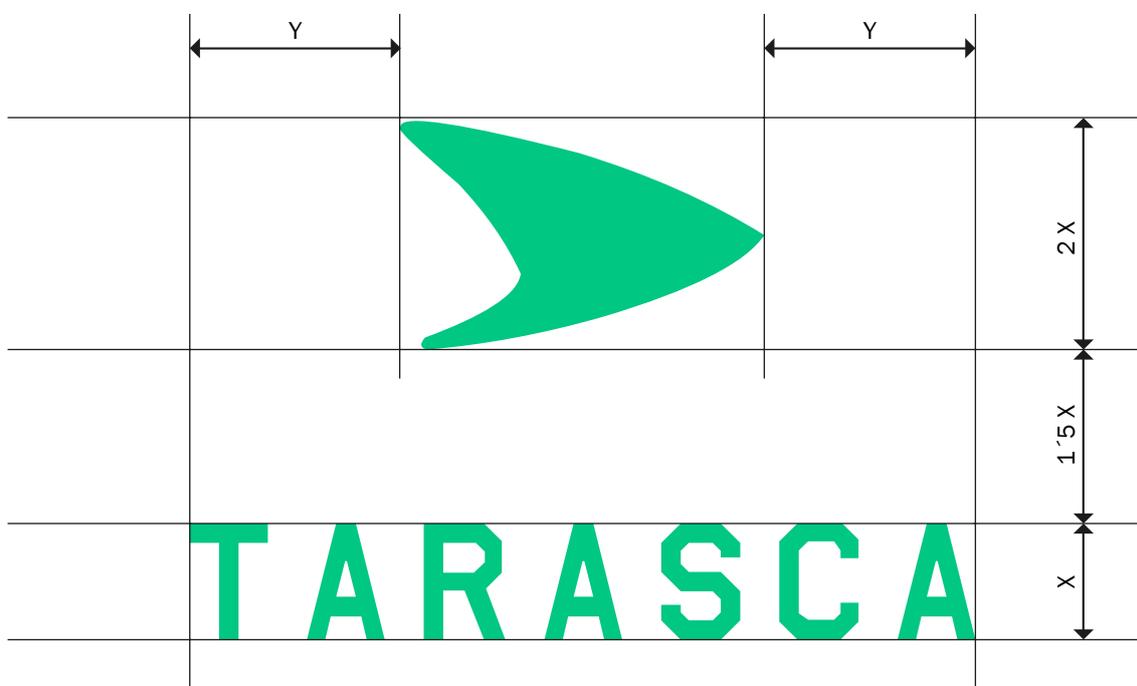


El logotipo es el nombre del modelo con una tipografía ligera (Federation Starfleet Hull 23rd) que no le da peso y al mismo tiempo le hace activa. El conjunto queda agradable con la simplicidad que requiere un logosimbolo actualmente, un diseño sencillo y cuidado en perfecta consonancia con el producto.



TARASCA

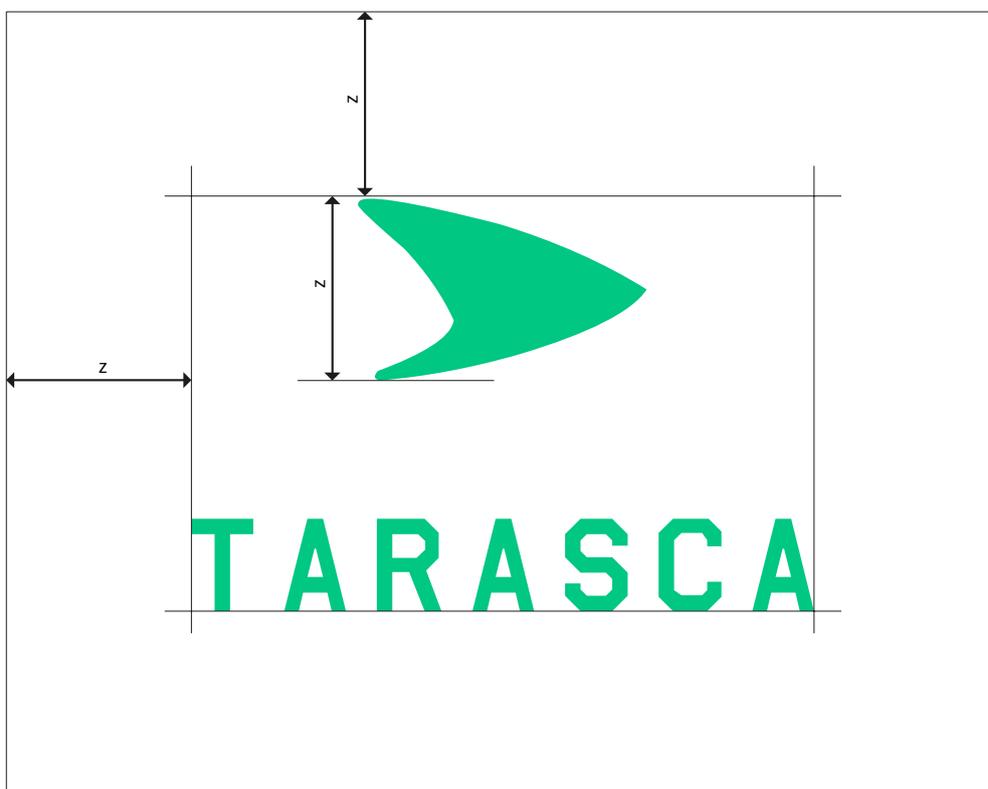
Solo se aplica una variante del logosimbolo, quedando en todo momento restringido a las siguientes proporciones:



No se disponen versiones opcionales del conjunto. Ni cambio de posición entre los elementos ni proporciones.



Se propone además una zona de protección alrededor de la cual no debería colocarse ningún otro elemento perturbador (como pudieran ser otras marcas, gráficos, fotografías, ilustraciones, etc.). En este caso la zona de protección está formada por la distancia “z” en los cuatro sentidos:



Los colores principales que se proponen para la imagen de marca de este modelo son cuatro, verde, blanco, negro y gris:

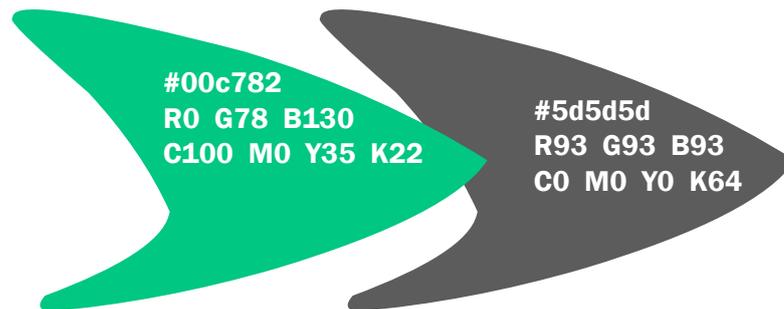


- VERDE

El verde representa emociones relacionadas con la naturaleza (la mayor parte de las veces que estemos compitiendo o entrenando con este u otros modelos estaremos en plano de agua en entornos naturales) y las formas orgánicas.

- GRIS

Con el gris se quiere representar la sofisticación y el valor se da a este modelo.



Además de los definidos se puede considerar aplicar esta imagen en blanco o negro, siendo ambos en su faceta de colores puros completos.

Para las ocasiones en la que se coloque el logotipo sobre fondos complejos, se elegirá el color entre los cuatro anteriormente presentados que mejor encaje. Siendo las opciones blanco y negro las que se apliquen sobre cualquier otro color, y entre ellas la que más contraste provoque.

Como ya se indicó antes, la imagen de marca de este nuevo modelo, se identifica por el logotipo cuya tipografía es “Federation Starfleet Hull 23rd”. Esta es una tipografía que contiene caracteres de letras en mayúsculas, dándole potencia. La tipografía no ha sufrido retoque alguno.

A B C D E F G H I
J K L M N O P Q R
S T U V W X Y Z

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9



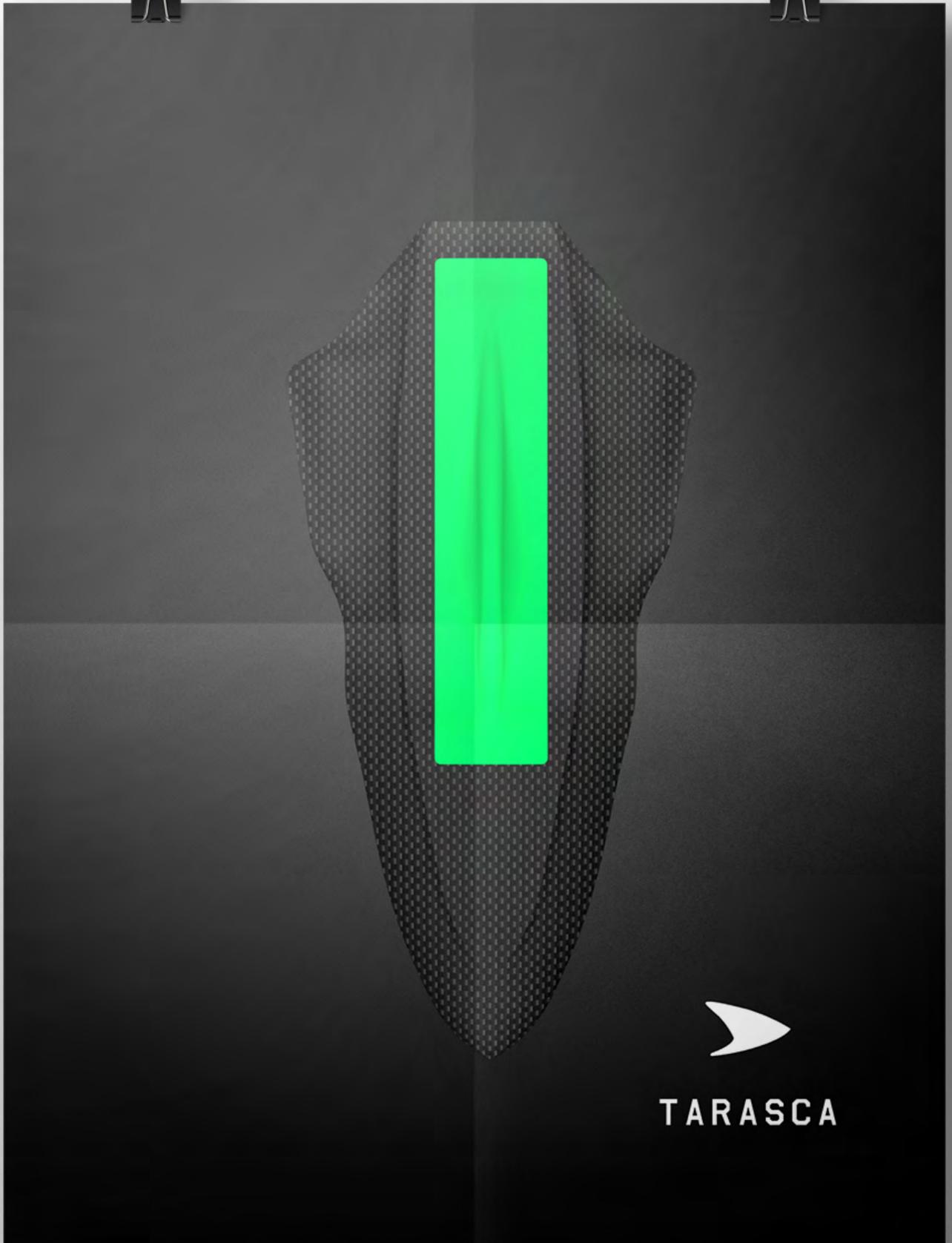
Se presentan a continuación algunas aplicaciones de uso con la imagen creada.



Envase



*App o
Wallpaper*




TARASCA



TARASCA

To:

SUBJECT

Who Is

Nihilibus se plibusd andesequae velest magnam fuga. Et ut et eicium quas et erchil evel eniaepe ritiost volo beatus pa volore, omnimusa de mi, cullorem et odi officip santur? Atemporae volor asi od ut porehent ut officitate poratamus.

Hiliatem adipsumt, que volla quas ea sit laborio reperfe rionet pressim olorepo rumquas molorro magnam veris corepudic tem illiquossit, suntecu sandae ad quam ullis explam il is ea volorit atiant atqui voluptaquo est ea vitati consed erum int officiaerum reptas vent quam inverum que dolo optaspi enihite velectus molorpor asped quam harum rat.

Magnat. Fic te num ipsapero maio. Ed exeribus ressin poribus cone archicidest, coris magnit alit aut alitium que nem quisimusa pa alictotatur ati quia none vende culparum idisciusant volorero que dolecto volupicimus nimendio quo verio tem elestem qui blat exerum volupta tatemolorem qui restis cuptatem es sundi sumquibus eatius rem ius restotatis accum renis qui oditius exceed ut expedis quam, to volum cornihitate ius et asperio tecto blacea quo quam re es dolor alicium remodip suntur asitium vellaborem re seque sum dias ut dolupta eprovitatem volorem con re, arum lante nemquat emporpor moluptassin repudae volo tempore venderaepudi intiis dolorestium as eos aut eos rem is excernam, ut eum adi beribero est, ut quo quae vellaccuscil id ma que nones molupta am etus porendae endis quae nulparuntio.

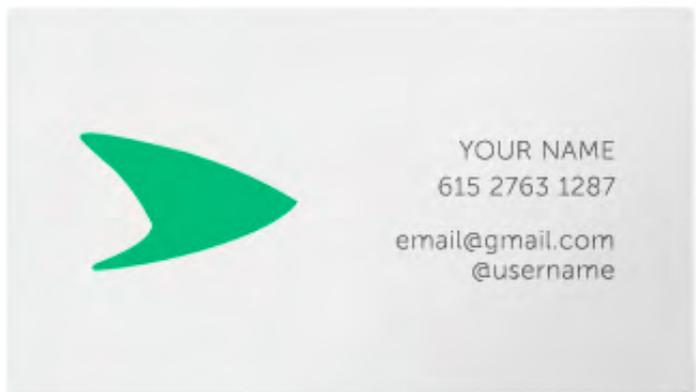
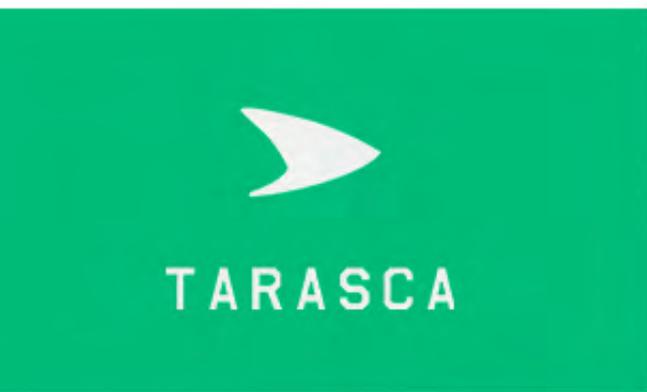
Tiorrum, estotat aspis numquat iberchil int ut ut eatem vellautem endae aliquod iossita similla ndamet quidipideles eos derrovid eatur atiusda cum nullorescia quis reruntu sdanda quo ipsam ducit eosapic aborro vel molupta eost ius net fugitaquia prat es nienia con eos voluptatur?

Best Regards

Your Name

free.com
info@free.com
725 9139 9321





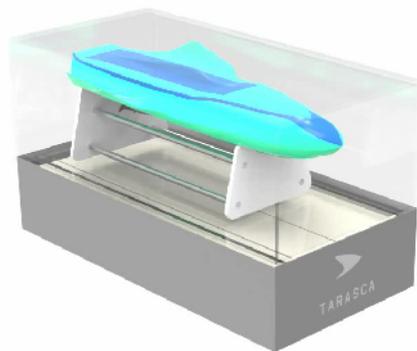
Papelería



EMBALAJE

Si se siguiera la tendencia que tienen los fabricantes de lanchas MiniEco actuales, este modelo no llevaría ningún envase. Simplemente en el envío al cliente iría perfectamente embalada con plástico de burbujas o un material similar que proteja al modelo de los posibles golpes en el traslado.

Esta costumbre no parece aconsejable en las circunstancias actuales de desarrollo de diseño, de marketing y de comercialización. En este caso se realiza una propuesta de envase, que disponga valores estéticos y funcionales que puedan suponer un valor añadido al producto final.

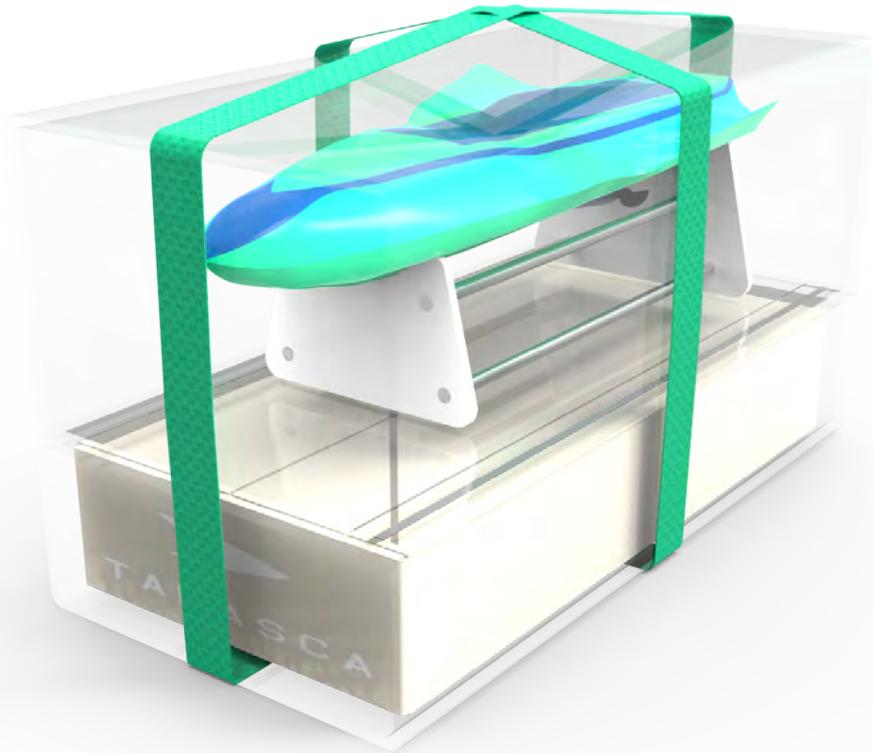


Tras desarrollar diversas ideas para este fin, se propone un envase multifuncional, con un formato basado en un paralelepípedo dividido en dos mitades que encajan, la parte superior donde se puede colocar el modelo horizontalmente encontrándose perfectamente protegido y sirviendo al mismo tiempo de vitrina expositora cuando no está en uso. En la base de esta mitad superior encaja la base del modelo manteniéndose así fija.

Haciendo click sobre la imagen, o capturando con un dispositivo móvil el código QR, se puede acceder a un vídeo explicativo que muestra la apertura de este envase.



Cuando llegue el momento del transporte, sobre esta mitad encajaría la mitad inferior, del mismo material transparente en la que se puede colocar una caja con todos los componentes, herramientas, accesorios....

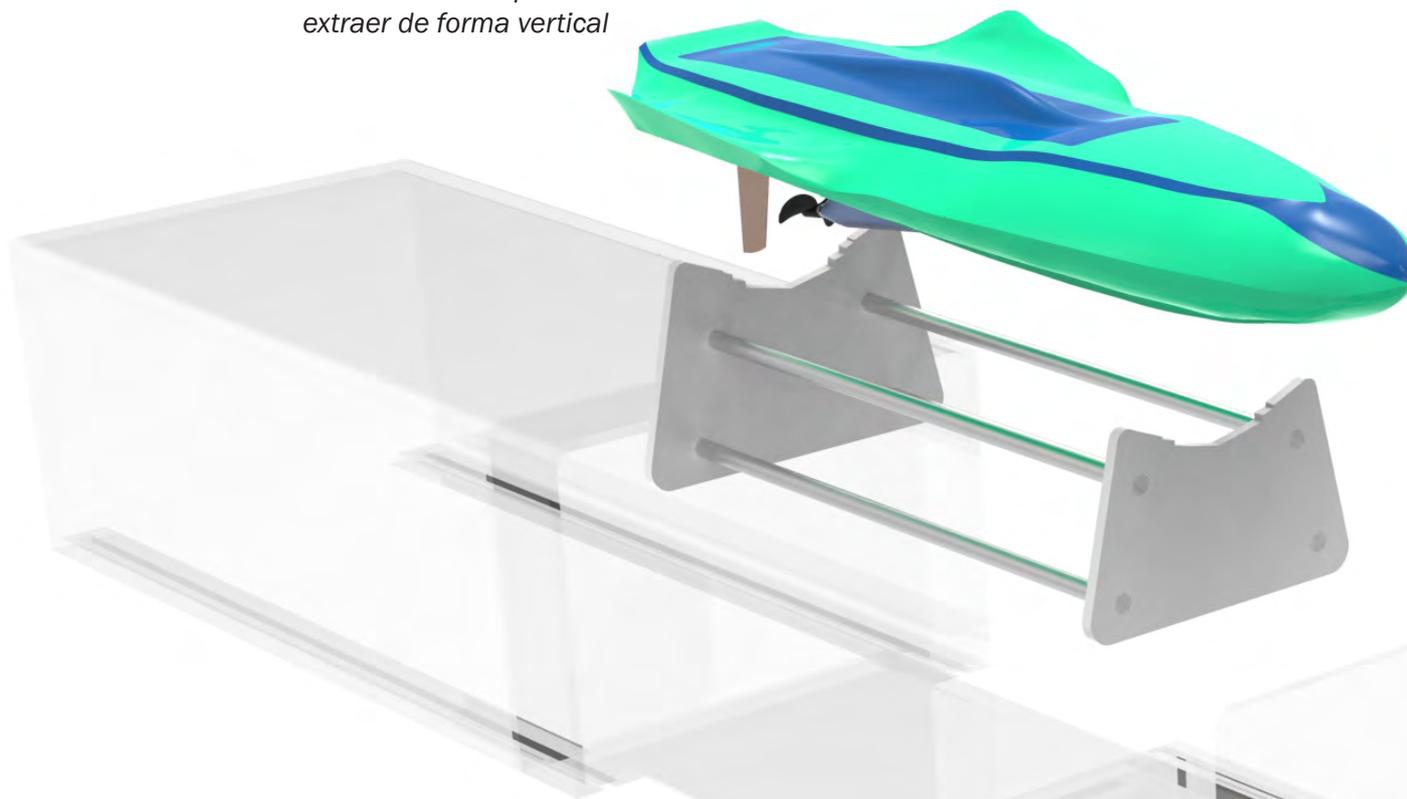


Para la venta, o el primer momento de envío, la zona inferior vendría recubierta con una caja de cartón en la que se indiquen las características y propiedades del modelo, así como el contenido de la caja interna y los datos del fabricante.

A partir de este momento, cuando se realicen transportes al agua, o a competiciones, se colocan las correas (incluidas) y se puede llevar el conjunto unido de las dos mitades con toda seguridad, protegiendo al modelo y al resto de componentes de los posibles golpes o imprevistos.



*El modelo con su base se pueden
extraer de forma vertical*



*La tapa se retira corriéndola en la
dirección longitudinal de la lancha.*



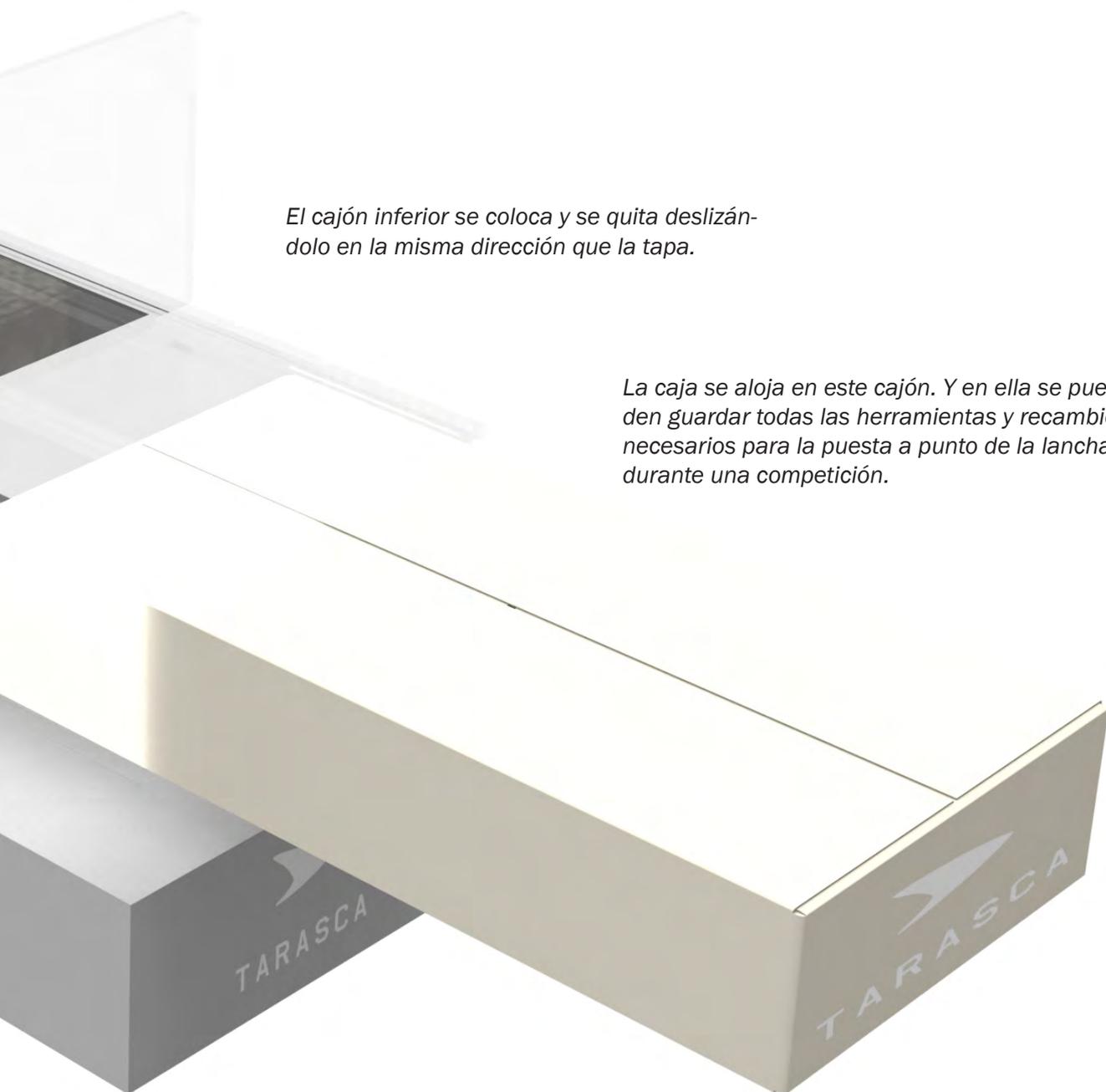
*La caja inferior se retira.
Está únicamente colocada en los puntos
de venta, después es inservible.*



Esta parte superior es la que puede quedar como vitrina expositora cuando la lancha no esté en uso.

El cajón inferior se coloca y se quita deslizando en la misma dirección que la tapa.

La caja se aloja en este cajón. Y en ella se pueden guardar todas las herramientas y recambios necesarios para la puesta a punto de la lancha durante una competición.



REVISIÓN DE LOS OBJETIVOS. CONCLUSIONES

Una vez concluida la construcción del modelo, y conociendo los elementos internos de que se va a dotar (para lo cual es necesario distribuirlos y ubicarlos en el interior del mismo, estudiando las posibles interferencias entre los diferentes elementos y la disposición de los sistemas electrónicos y sus conductos de refrigeración), generando si fuera necesario los planos constructivos necesarios para repetir esa disposición en cada salida al agua y así tener siempre una configuración de los pesos controlada, se pueden revisar los objetivos propuestos en el briefing en el inicio del proyecto.

- Diseño de un nuevo casco que respete la normativa y pueda competir en esta categoría.

El resultado final es un casco que difiere en forma de los modelos que existen actualmente, incorporando diversos detalles que la diferencian. Cumple con todas los puntos de la normativa Naviga que regulan esta categoría, estando dentro de las dimensiones permitidas y teniendo el peso mínimo aceptado. Aparte de esto, el prototipo construido cumple además con las restricciones propias de esta competición en España, quedando restringida la potencia del motor, eligiendo el más extendido en su uso en España y hélice no metálica.

- Diseño de un nuevo sistema de cierre, intentando evitar el uso de cinta adhesiva después de cada manga, o reducir la importancia que tiene actualmente a una mera cuestión de precaución.

Para cumplir con el punto propuesto en el briefing de conseguir un sistema de cierre distinto al actual por cinta adhesiva, o que al menos redujera a esta a una mera cuestión de precaución, se realizaron diversas pruebas con varios métodos (descritos en el punto "Desarrollo de la forma"²) pudiendo concluir finalmente que el método de cierre más ventajoso de los que ha sido posible probar es el cierre mediante tornillos plásticos.

Se tomó la decisión de realizarlo mediante tornillos, pero para lo cual fue necesario la colocación de una junta de goma en la zona

² Desarrollado en el apartado de Desarrollo de la forma, pág. 72.



del casco que sirva de aislante contra el agua al hacer presión los tornillos de la tapa contra el casco. Esta modificación se ha realizado en la etapa final de construcción del prototipo, por lo que el diseño 3D no contaba con este refuerzo, que se ha considerado muy adecuado para el uso final, poniendo por delante la funcionalidad en esta zona, que la superficie propuesta inicialmente.

Aún funcionando este sistema de cerrado, en conversaciones mantenidas con expertos de esta categoría, acostumbrados después años de experiencia, al sistema de cierre tradicional con cinta adhesiva puede que sigan prefiriendo el uso de ésta. La razón de esta preferencia aparenta deberse a que ellos se han familiarizado con el uso de la cinta adhesiva, no a que el nuevo método sea ineficaz.

- Diseño del casco pensando en la comodidad del usuario al tratar con los elementos internos con mayor facilidad.

Dado que las dimensiones principales del nuevo modelo son mayores a las de la mayoría de los modelos comercializados, especialmente en lo que se refiere a la altura que se da en la zona media de la tapa con el escalón que tiene la superficie, se puede concluir que el espacio interno para la colocación de todos los elementos es superior al de la mayoría de modelos. Cumpliendo así con el objetivo propuesto.

- Diseño de un nuevo sistema que facilite la colocación de plomos a la hora de configurar el modelo en el agua, teniendo un resultado más estético y haciendo que el modelo mantenga sus propiedades aerodinámicas e hidrodinámicas.

El resultado final cumple con lo propuesto en el briefing, siendo el conducto interno cerrado por un tapón de goma que sostiene el fino alambre sobre el que se colocan los plomos o las piezas sin peso para de esta manera lastrar o no lastrar el modelo. Y hacerlo en la parte, delantera o trasera, que la lancha necesite en cada competición, sin necesidad de adherirlo en la parte externa estropeando así la estética y la hidrodinámica del modelo.

- Mejora de la posición de la bancada del servo para tener un brazo que realice los mandos requeridos en el mismo plano de forma cómoda.

En comparación con el modelo comercial de referencia, la posición final del servo sobre su bancada es totalmente horizontal teniendo de esta manera un giro limpio en su recorrido con el brazo hasta el timón.

- Cambio de posición de la salida de los conductos de refrigeración para intentar crear una presión en la zona trasera del modelo que haga que tanto la hélice y timón vayan el mayor tiempo posible sumergidos para no perder el control del modelo en ningún momento.

Según se detalla en los anexos el resultado final del calculo analítico de la fuerza vertical que ejercería el chorro en la salida del agua por el conducto de refrigeración tendría un valor máximo de 81.80 N (8.34 kgf), Considerando que durante gran parte del tiempo el casco se desplazaría planeando sobre la superficie del agua, esta cuestión merecería un estudio mas detallado en laboratorio, quedando el punto propuesto en el briefing a falta de comprobar empíricamente.

- Intentar bajar el tiempo que tardan los modelos actuales en darse la vuelta gracias al canal de flotabilidad.

Este punto propuesto en el briefing no se ha podido comprobar físicamente antes de entregar este documento, pero se puede suponer de forma correcta que sí que se reduce el tiempo de “auto-adrizar”. Este fenómeno se debe a que el lado izquierdo se llena de agua ganando peso, por lo tanto, en este modelo que es más grande que los anteriores, cabe más agua, y con diversos orificios se llenará más rápidamente de agua haciendo que vuelva a su posición



inicial en un tiempo menor a lo que lo hacen otros modelos de la categoría, teniendo siempre el modelo Latazca como referencia.

Además de la revisión de objetivos que se acaba de realizar según los expuestos en el briefing se pueden sacar diversas conclusiones o aprendizajes que se han obtenido con la experiencia tenida en el desarrollo y construcción del nuevo modelo MiniEco.

Uno de los puntos donde más se ha aprendido en la realización del trabajo de fin de grado ha sido en la construcción del prototipo funcional. Durante los cuatro años del grado sí que se han realizado maquetas, todas ellas sin salirse del papel, la madera, el metal... Pero el tratamiento de la fibra requiere una técnica que se ha ido adquiriendo durante su construcción que no se tenía anteriormente, y que a base de pruebas se ha perfeccionado hasta el nivel final.

En lo relativo a la construcción de los moldes con la experiencia se podría mejorar el método para facilitar procesos posteriores, ya que si en vez de hacerse ajustando el modelo como se ha hecho, se hubieran realizado con una superficie mayor, con los bordes externos aplanados, hubiera sido suficiente colocar ahí el plástico en una única capa en vez de tener que introducir cada molde en una bolsa para hacer el vacío.

Por otra parte se puede concluir que a la hora de realizar un molde para realizar cualquier pieza en fibra de carbono, como ha sido este caso, es necesario tener la zona negativa, es decir lo que hemos tenido en las dos mitades del casco y no en la tapa. Ya que por este proceso el lado con mejor acabado es el que está en contacto a presión (por el vacío) con la superficie del molde que la da la forma. En el otro caso, en la tapa, el acabado interior es muy bueno mientras que la zona externa quedan palpables los hilos de la fibra.

Más adelante se podrían dar diversas ampliaciones de este proyecto para mejorar algunos puntos, como puede ser un sistema de cierre, más rápido que el actual de cinta adhesiva.



TARASCA

PRESUPUESTO

Dentro de este apartado de presupuesto, vamos a considerar dos fases, la primera de ellas, corresponde al coste de realización del primer prototipo.

En una segunda fase, ya con todos los materiales necesarios fabricados y disponibles, se presentará el presupuesto del coste de realización de cada uno de los cascos fabricados a partir del primer prototipo y considerando que se fabricarán una serie de 40 unidades con los moldes realizados para la primera prueba, que es la cantidad que se estima como apropiada para que la calidad de los modelos no disminuya con el deterioro de los moldes.

Las cantidades obtenidas en este presupuesto son las supuestas partidas necesarias para la construcción final. En el caso de este TFG, muchas de estas partidas no han supuesto un coste real, ya han sido realizadas en colaboración de distintas personas externas a la Universidad, que gracias a su trabajo o aportaciones altruistas, han permitido que se pudiera construir el primer prototipo funcional de este modelo de lancha MiniEco. Dentro de estas partidas sin coste se podrían englobar, entre otros, todos los costes asociados al centro de mecanizado y los generados al uso de una máquina de vacío.



Imagen del taller de mecanizado del IES Trinidad Arroyo donde se han realizado los moldes.

LISTADO DE UNITARIOS

| Nº | UD | DESCRIPCION | Precio/UD |
|----|------------|--|-----------|
| 1 | ud | Placa polietileno 50x126x283 mm | 12,64 |
| 2 | ud | Placa polietileno 80x240x480 mm | 65,34 |
| 3 | ud | Placa polietileno 60x240x480 mm | 50,82 |
| 4 | m2 | Fibra de Carbono -Tejido- 200gr. | 50 |
| 5 | kg | Resina epoxi para laminados | 23,958 |
| 6 | ud | Bocina eje | 15 |
| 7 | ud | Motor Turnigy Typhoon 450H 2215H Heli Motor 3550kv | 13,38 |
| 8 | ud | Bateria Turnigy nano-tech 2250mah 2S 65~130C Lipo Pack | 15,86 |
| 9 | ud | Variador YEP 40A (2~6S) SBEC Brushless Speed Controller | 18,02 |
| 10 | ud | Servo Turnigy MG90S Digital Metal Gear Servo 1.8kg / 13.4g / 0.10sec | 6,37 |
| 11 | ud | Receptor Corona 4Ch Single Conv. Rx 35MHz | 14,56 |
| 12 | metro lin. | Tubo silicona refrigeración | 3,8 |
| 13 | metro lin. | Tubo latón tomas de agua | 6,85 |
| 14 | ud | Timón | 7 |
| 15 | ud | Eje | 5 |
| 16 | ud | Helice | 3,85 |
| 17 | ud | Brazo timón | 2,5 |
| 18 | ud | Tornillo - Tuerca cierre tapa | 0,2 |
| 19 | ud | Bancada servo | 1,25 |
| 20 | metro lin. | Goma aislante | 1,35 |
| 21 | kg. | Cola de contacto | 35 |

LISTADO DE MANO DE OBRA

| Nº | UD | DESCRIPCION | Precio/Ud |
|----|----|------------------------|-----------|
| 1 | h | Oficial montador | 18,52 |
| 2 | h | Trabajador sistema CAM | 60 |
| 3 | h | Técnico Fibra | 24,2 |
| 4 | h | Tecnico electronica | 18,95 |

CUADRO DE MAQUINARIA

| Nº | UD | DESCRIPCION | Precio/Ud |
|----|----|---|-----------|
| 1 | h | Maquina multiherramienta (DREMEL® 200 Series) | 15,85 |
| 2 | h | Herramientas intercambiables maquina multiherramienta | 4,56 |
| 3 | ud | Aplicadores resina | 1,8 |
| 4 | h | Centro de mecanizado Haas MiniMill | 50 |
| 5 | h | Maquina vacío | 4,58 |
| 6 | h | Herramientas básicas | 2,5 |



CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

| Nº | Ud. | Descripción | Precio/UD | Total |
|----|----------|---|-----------|----------------|
| 1 | ud | Realización del molde para la construcción de la parte superior del modelo. | | |
| | 1 ud | Placa polietileno 80x240x480 mm | 65,34 | 65,34 |
| | 1,3 h | Trabajador sistema CAM | 60 | 78,000 |
| | 1,8 h | Centro de mecanizado Haas MiniMill | 50 | 90,000 |
| | 2 % | Medios auxiliares | | 4,667 |
| | 3 % | Costes indirectos | | 7,000 |
| | | TOTAL | | 245,007 |
| 2 | ud | Realización del molde para la construcción de la parte inferior del modelo. | | |
| | 1 ud | Placa polietileno 60x240x480 mm | 50,82 | 50,82 |
| | 1,8 h | Trabajador sistema CAM | 60 | 108,000 |
| | 2,3 h | Centro de mecanizado Haas MiniMill | 50 | 115,000 |
| | 2 % | Medios auxiliares | | 5,476 |
| | 3 % | Costes indirectos | | 8,215 |
| | | TOTAL | | 287,511 |
| 3 | ud | Realización del molde para la construcción de la tapa del modelo. | | |
| | 1 ud | Placa polietileno 50x126x283 mm | 12,64 | 12,64 |
| | 1,25 h | Trabajador sistema CAM | 60 | 75,000 |
| | 2,3 h | Centro de mecanizado Haas MiniMill | 50 | 115,000 |
| | 2 % | Medios auxiliares | | 4,053 |
| | 3 % | Costes indirectos | | 6,079 |
| | | TOTAL | | 212,772 |
| 4 | ud | Conformado de la fibra sobre los moldes | | |
| | 0,926 m2 | Fibra de Carbono -Tejido- 200gr. | 50 | 46,3 |
| | 0,175 kg | Resina epoxi para laminados | 23,958 | 4,19265 |
| | 1,25 h | Técnico Fibra | 24,2 | 30,25 |
| | 1 ud | Aplicadores resina | 1,8 | 1,8 |
| | 26 h | Maquina vacío | 4,58 | 119,08 |
| | 2 % | Medios auxiliares | | 4,032 |
| | 3 % | Costes indirectos | | 6,049 |
| | | TOTAL | | 211,704 |
| 5 | ud | Recorte de material sobrante | | |
| | 0,4 h | Oficial montador | 18,52 | 7,408 |
| | 0,3 h | Maquina multiherramienta (DREMEL® 200 Series) | 15,85 | 4,755 |
| | 0,25 h | Herramientas intercambiables maquina multiherramienta | 4,56 | 1,14 |
| | 2 % | Medios auxiliares | | 0,266 |
| | 3 % | Costes indirectos | | 0,399 |
| | | TOTAL | | 13,968 |

| | | | | | |
|-----------|----|--|---|--------|---------------|
| 6 | ud | Unión de las dos mitades del molde | | | |
| | | 0,025 kg | Resina epoxi para laminados | 23,958 | 0,59895 |
| | | 0,65 h | Oficial Montador | 18,52 | 12,038 |
| | | 1 ud | Aplicadores resina | 1,8 | 1,8 |
| | | 2 % | Medios auxiliares | | 0,289 |
| | | 3 % | Costes indirectos | | 0,433 |
| | | | TOTAL | | 15,159 |
| 7 | ud | Montaje del sistema de cierre | | | |
| | | 0,59 m | Goma aislante | 1,35 | 0,7965 |
| | | 0,002 kg | Cola de contacto | 35 | 0,07 |
| | | 0,75 h | Oficial montador | 18,52 | 13,89 |
| | | 0,5 h | Maquina multiherramienta (DREMEL® 200 Series) | 15,85 | 7,925 |
| | | 0,35 h | Herramientas intercambiables maquina multiherramienta | 4,56 | 1,596 |
| | | 8 ud | Tornillo - Tuerca cierre tapa | 0,2 | 1,6 |
| | | 2 % | Medios auxiliares | | 0,486 |
| | | 3 % | Costes indirectos | | 0,728 |
| | | | TOTAL | | 27,091 |
| 8 | ud | Instalación de cuadernas y bancadas interiores | | | |
| | | 0,01 m2 | Fibra de Carbono -Tejido- 200gr. | 4,58 | 0,0458 |
| | | 1 ud | Bancada servo | 1,25 | 1,25 |
| | | 0,025 kg | Resina epoxi para laminados | 23,958 | 0,59895 |
| | | 1,1 h | Técnico Fibra | 24,2 | 26,62 |
| | | 1 h | Aplicadores resina | 1,8 | 1,8 |
| | | 2 % | Medios auxiliares | | 0,606 |
| | | 3 % | Costes indirectos | | 0,909 |
| | | | TOTAL | | 31,830 |
| 9 | ud | Instalación de los conductos para refrigeración | | | |
| | | 0,09 m | Tubo latón tomas de agua | 6,85 | 0,6165 |
| | | 0,008 kg | Resina epoxi para laminados | 23,958 | 0,191664 |
| | | 0,2 h | Oficial montador | 18,52 | 3,704 |
| | | 0,15 h | Maquina multiherramienta (DREMEL® 200 Series) | 15,85 | 2,3775 |
| | | 0,05 h | Herramientas intercambiables maquina multiherramienta | 4,56 | 0,228 |
| | | 2 % | Medios auxiliares | | 0,142 |
| | | 3 % | Costes indirectos | | 0,214 |
| | | | TOTAL | | 7,474 |
| 10 | ud | Instalación de los sistemas internos eléctricos y electrónicos | | | |
| | | 1 ud | Bocina eje | 15 | 15 |
| | | 1 ud | Motor Turnigy Typhoon 450H 2215H Heli Motor 3550kv | 13,38 | 13,38 |
| | | 1 ud | Bateria Turnigy nano-tech 2250mah 2S 65~130C Lipo Pack | 15,86 | 15,86 |
| | | 1 ud | Variador YEP 40A (2~6S) SBEC Brushless Speed Controller | 18,02 | 18,02 |

| | | | | |
|-----------|--------|--|-------|----------------|
| | 1 ud | Servo Turnigy MG90S Digital Metal Gear Servo 1.8kg / 13.4g / 0.10sec | 6,37 | 6,37 |
| | 1 ud | Receptor Corona 4Ch Single Conv. Rx 35MHz | 14,56 | 14,56 |
| | 0,85 m | Tubo silicona refrigeración | 3,8 | 3,23 |
| | 1 ud | Brazo timón | 2,5 | 2,5 |
| | 2,5 h | Tecnico electronica | 18,95 | 47,375 |
| | 1 h | Herramientas básicas | 2,5 | 2,5 |
| | 2 % | Medios auxiliares | | 2,776 |
| | 3 % | Costes indirectos | | 4,164 |
| | | TOTAL | | 145,735 |
| 11 | ud | Instación de los elementos externos | | |
| | 1 ud | Timón | 7 | 7 |
| | 1 ud | Eje | 5 | 5 |
| | 1 ud | Helice | 3,85 | 3,85 |
| | 0,2 h | Oficial montador | 18,52 | 3,704 |
| | 0,15 h | Herramientas básicas | 2,5 | 0,375 |
| | 2 % | Medios auxiliares | | 0,399 |
| | 3 % | Costes indirectos | | 0,598 |
| | | TOTAL | | 20,925 |
| 12 | ud | Puesta a punto del conjunto | | |
| | 0,75 h | Técnico electrónica | 18,95 | 14,2125 |
| | 0,15 h | Herramientas básicas | 2,5 | 0,375 |
| | 2 % | Medios auxiliares | | 0,292 |
| | 3 % | Costes indirectos | | 0,438 |
| | | TOTAL | | 15,317 |

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CAPITULO UNICO

| Nº | DESCRIPCION | MEDICION | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|----|---|----------|----------|------------|---------|
| 1 | Realización del molde para la construcción de la parte superior del modelo. | 1 | 1,00 | 245,007 | 245,007 |
| 2 | Realización del molde para la construcción de la parte inferior del modelo. | 1 | 1,00 | 287,511 | 287,511 |
| 3 | Realización del molde para la construcción de la tapa del modelo. | 1 | 1,00 | 212,772 | 212,772 |
| 4 | Conformado de la fibra sobre los moldes. | 1 | 1,00 | 211,703783 | 211,704 |
| 5 | Recorte de material sobrante. | 1 | 1,00 | 13,96815 | 13,968 |
| 6 | Unión de las dos mitades del molde. | 1 | 1,00 | 15,1587975 | 15,159 |
| 7 | Montaje dl sistema de cierre. | 1 | 1,00 | 27,091375 | 27,091 |
| 8 | Instalación de cuadernas y bancadas interiores. | 1 | 1,00 | 31,8304875 | 31,830 |
| 9 | Instalación de los conductos para refrigeración. | 1 | 1,00 | 7,4735472 | 7,474 |
| 10 | Instalación de los sistemas internos eléctricos y electrónicos. | 1 | 1,00 | 145,73475 | 145,735 |
| 11 | Instalación de los elementos externos. | 1 | 1,00 | 20,92545 | 20,925 |
| 12 | Puesta a punto del conjunto. | 1 | 1,00 | 15,316875 | 15,317 |

RESUMEN DE PRESUPUESTO DEL PROTOTIPO

COSTE TOTAL

1234,49 €



LISTADO DE UNITARIOS

| Nº | UD | DESCRIPCION | Precio/UD |
|----|------------|--|-----------|
| 1 | m2 | Fibra de Carbono -Tejido- 200gr. | 50 |
| 2 | kg | Resina epoxi para laminados | 23,958 |
| 3 | ud | Coste moldes | 745,29 |
| 4 | | Amortización de los moldes (supuesto 40 usos) | 18,63225 |
| 5 | ud | Bocina eje | 15 |
| 6 | ud | Motor Turnigy Typhoon 450H 2215H Heli Motor 3550kv | 13,38 |
| 7 | ud | Batería Turnigy nano-tech 2250mah 2S 65~130C Lipo Pack | 15,86 |
| 8 | ud | Variador YEP 40A (2~6S) SBEC Brushless Speed Controller | 18,02 |
| 9 | ud | Servo Turnigy MG90S Digital Metal Gear Servo 1.8kg / 13.4g / 0.10sec | 6,37 |
| 10 | ud | Receptor Corona 4Ch Single Conv. Rx 35MHz | 14,56 |
| 11 | metro lin. | Tubo silicona refrigeración | 3,8 |
| 12 | metro lin. | Tubo latón tomas de agua | 6,85 |
| 13 | ud | Timón | 7 |
| 14 | ud | Eje | 5 |
| 15 | ud | Hélice | 3,85 |
| 16 | ud | Brazo timón | 2,5 |
| 17 | ud | Tornillo - Tuerca cierre tapa | 0,2 |
| 18 | ud | Bancada servo | 1,25 |
| 19 | metro lin. | Goma aislante | 1,35 |
| 20 | kg. | Cola de contacto | 35 |
| 21 | ud | Bolsa plástico flexible para vacío | 1,8 |

LISTADO DE MANO DE OBRA

| Nº | | DESCRIPCION | Precio/Ud |
|----|---|---------------------|-----------|
| 1 | h | Oficial montador | 18,52 |
| 2 | h | Peón montador | 12,3 |
| 3 | h | Técnico Fibra | 24,2 |
| 4 | h | Técnico electrónica | 18,95 |

CUADRO DE MAQUINARIA

| Nº | | DESCRIPCION | Precio/UD |
|----|----|---|-----------|
| 1 | h | Maquina multiherramienta (DREMEL® 200 Series) | 15,85 |
| 2 | h | Herramientas intercambiables maquina multiherramienta | 4,56 |
| 3 | ud | Aplicadores resina | 1,8 |
| 4 | h | Maquina vacío | 4,58 |
| 5 | h | Herramientas básicas | 2,5 |
| 6 | ud | Consumibles desechables de maquina de vacío | 1,2 |

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

| Nº | Ud. | Descripción | | Total |
|----|-----|--|----------|----------------|
| 1 | ud | Impregnación de los diversos moldes con resina Epoxi | | |
| | | 0,03 kg Resina epoxi para laminados | 23,958 | 0,719 |
| | | 0,02 h Técnico Fibra | 24,2 | 0,484 |
| | | 1 ud Aplicadores resina | 1,8 | 1,800 |
| | | 0,015 h Herramienta básicas | 2,5 | 0,038 |
| | | 1 ud Amortización de los tres moldes (supuesto 40 usos) | 18,63225 | 18,632 |
| | | 2 % Medios auxiliares | | 0,433 |
| | | 3 % Costes indirectos | | 0,663 |
| | | TOTAL | | 22,050 |
| 2 | ud | Colocación, sobre los moldes anteriormente impregnados, la tela de fibra de carbono y aplicación de la resina de forma uniforme sobre la superficie. | | |
| | | 0,926 m2 Fibra de Carbono -Tejido- 200gr. | 50 | 46,300 |
| | | 0,09 kg Resina epoxi para laminados | 23,958 | 2,156 |
| | | 0,95 h Técnico Fibra | 24,2 | 22,990 |
| | | 0,2 h Oficial montador | 18,52 | 3,704 |
| | | 2 ud Aplicadores resina | 1,8 | 3,600 |
| | | 0,6 h Herramienta básicas | 2,5 | 1,500 |
| | | 2 % Medios auxiliares | | 1,605 |
| | | 3 % Costes indirectos | | 2,408 |
| | | TOTAL | | 84,263 |
| 3 | ud | Realización de vacío sobre los tres moldes para el curado de la resina | | |
| | | 3 ud Bolsa plástico flexible para vacío | 1,8 | 5,400 |
| | | 3 ud Consumibles desechables de maquina de vacío | 1,2 | 3,600 |
| | | 0,8 h Técnico Fibra | 24,2 | 19,360 |
| | | 26 h Maquina de vacío | 4,58 | 119,080 |
| | | 0,5 h Herramientas básicas | 2,5 | 1,250 |
| | | 2 % Medios auxiliares | | 2,974 |
| | | 3 % Costes indirectos | | 4,550 |
| | | TOTAL | | 156,214 |
| 4 | ud | Recorte de material sobrante | | |
| | | 0,4 h Oficial montador | 18,52 | 7,408 |
| | | 0,3 h Maquina multiherramienta (DREMEL® 200 Series) | 15,85 | 4,755 |
| | | 0,25 h Herramientas intercambiables maquina multiherramienta | 4,56 | 1,140 |
| | | 2 % Medios auxiliares | | 0,266 |
| | | 3 % Costes indirectos | | 0,407 |
| | | TOTAL | | 13,976 |
| 5 | ud | Unión de las dos mitades del molde | | |
| | | 0,025 kg Resina epoxi para laminados | 23,958 | 0,599 |
| | | 0,65 h Oficial Montador | 18,52 | 12,038 |

| | | | | |
|----------|-----------|---|--------|---------------|
| | 2 ud | Aplicadores resina | 1,8 | 3,600 |
| | 2 % | Medios auxiliares | | 0,325 |
| | 3 % | Costes indirectos | | 0,497 |
| | | TOTAL | | 17,059 |
| 6 | ud | Montaje del sistema de cierre | | |
| | 0,59 m | Goma aislante | 1,35 | 0,797 |
| | 0,002 kg | Cola de contacto | 35 | 0,070 |
| | 0,75 h | Oficial montador | 18,52 | 13,890 |
| | 0,5 h | Maquina multiherramienta (DREMEL® 200 Series) | 15,85 | 7,925 |
| | 0,35 h | Herramientas intercambiables maquina multiherramienta | 4,56 | 1,596 |
| | 8 ud | Tornillo - Tuerca cierre tapa | 0,2 | 1,600 |
| | 2 % | Medios auxiliares | | 0,518 |
| | 3 % | Costes indirectos | | 0,792 |
| | | TOTAL | | 27,187 |
| 7 | ud | Instalación de cuadernas y bancadas interiores | | |
| | 0,01 m2 | Fibra de Carbono -Tejido- 200gr. | 50 | 0,500 |
| | 1 ud | Bancada servo | 1,25 | 1,250 |
| | 0,025 kg | Resina epoxi para laminados | 23,958 | 0,599 |
| | 1,1 h | Técnico Fibra | 24,2 | 26,620 |
| | 1 ud | Aplicadores resina | 1,8 | 1,800 |
| | 2 % | Medios auxiliares | | 0,615 |
| | 3 % | Costes indirectos | | 0,942 |
| | | TOTAL | | 32,326 |
| 8 | ud | Instalación de los conductos para refrigeración | | |
| | 0,09 m | Tubo latón tomas de agua | 6,85 | 0,617 |
| | 0,008 kg | Resina epoxi para laminados | 23,958 | 0,192 |
| | 0,2 h | Oficial montador | 18,52 | 3,704 |
| | 0,15 h | Maquina multiherramienta (DREMEL® 200 Series) | 15,85 | 2,378 |
| | 0,05 h | Herramientas intercambiables maquina multiherramienta | 4,56 | 0,228 |
| | 2 % | Medios auxiliares | | 0,142 |
| | 3 % | Costes indirectos | | 0,218 |
| | | TOTAL | | 7,478 |
| 9 | ud | Instalación de los sistemas internos eléctricos y electrónicos | | |
| | 1 ud | Bocina eje | 15 | 15,000 |
| | 1 ud | Motor Turnigy Typhoon 450H 2215H Heli Motor 3550kv | 13,38 | 13,380 |
| | 1 ud | Batería Turnigy nano-tech 2250mah 2S 65~130C Lipo Pack | 15,86 | 15,860 |
| | 1 ud | Variador YEP 40A (2~6S) SBEC Brushless Speed Controller | 18,02 | 18,020 |
| | 1 ud | Servo Turnigy MG90S Digital Metal Gear Servo 1.8kg / 13.4g / 0.10sec | 6,37 | 6,370 |
| | 1 ud | Receptor Corona 4Ch Single Conv. Rx 35MHz | 14,56 | 14,560 |

| | | | | |
|-----------|--------|---------------------------------------|-------|----------------|
| | 0,85 m | Tubo silicona refrigeración | 3,8 | 3,230 |
| | 1 ud | Brazo timón | 2,5 | 2,500 |
| | 2,5 h | Técnico electrónica | 18,95 | 47,375 |
| | 1 h | Herramientas básicas | 2,5 | 2,500 |
| | 2 % | Medios auxiliares | | 2,776 |
| | 3 % | Costes indirectos | | 4,247 |
| | | TOTAL | | 145,818 |
| 10 | ud | Instalación de los elementos externos | | |
| | 1 ud | Timón | 7 | 7 |
| | 1 ud | Eje | 5 | 5 |
| | 1 ud | Hélice | 3,85 | 3,85 |
| | 0,2 h | Oficial montador | 18,52 | 3,704 |
| | 0,15 h | Herramientas básicas | 2,5 | 0,375 |
| | 2 % | Medios auxiliares | | 0,399 |
| | 3 % | Costes indirectos | | 0,610 |
| | | TOTAL | | 1,383 |
| 11 | ud | Puesta a punto del conjunto | | |
| | 0,75 h | Técnico electrónica | 18,95 | 14,213 |
| | 0,15 h | Herramientas básicas | 2,5 | 0,375 |
| | 2 % | Medios auxiliares | | 0,292 |
| | 3 % | Costes indirectos | | 0,446 |
| | | TOTAL | | 15,326 |

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CAPITULO UNICO

| Nº | DESCRIPCION | MEDICION | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|----|--|----------|----------|---------|---------|
| 1 | Impregnación de los diversos moldes con resina Epoxi | 1 | 1,00 | 22,050 | 22,050 |
| 2 | Colocación, sobre los moldes anteriormente impregnados, la tela de fibra de carbono y aplicación de la resina de forma uniforme sobre la superficie. | 1 | 1,00 | 84,263 | 84,263 |
| 3 | Realización de vacío sobre los tres moldes para el curado de la resina | 1 | 1,00 | 156,214 | 156,214 |
| 4 | Recorte de material sobrante | 1 | 1,00 | 13,976 | 13,976 |
| 5 | Unión de las dos mitades del molde | 1 | 1,00 | 17,059 | 17,059 |
| 6 | Montaje del sistema de cierre | 1 | 1,00 | 27,187 | 27,187 |
| 7 | Instalación de cuadernas y bancadas interiores | 1 | 1,00 | 32,326 | 32,326 |
| 8 | Instalación de los conductos para refrigeración | 1 | 1,00 | 7,478 | 7,478 |
| 9 | Instalación de los sistemas internos eléctricos y electrónicos | 1 | 1,00 | 145,818 | 145,818 |
| 10 | Instalación de los elementos externos | 1 | 1,00 | 1,383 | 1,383 |
| 11 | Puesta a punto del conjunto | 1 | 1,00 | 15,326 | 15,326 |

RESUMEN DE PRESUPUESTO

COSTE TOTAL

523,08 €



En las imágenes se puede observar como se ha realizado el modelo, en concreto este punto de trabajo sería el punto 5 del Cuadro de precios descompuestos del nuevo modelo MiniEco Tarasca, con el que se obtiene el casco al unir las dos mitades del molde.



BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN

BIBLIOGRAFÍA

ALLEN, John E.: Aerodinámica, Barcelona: Editorial Labor, 1969.

CAPELLA, JULI: Los objetos esenciales del diseño Español, Barcelona: Lunwerk, 2010.

ESTEBAN OÑATE, Antonio: Aerodinámica práctica, Madrid: Paraninfo, 1994.

KALIDE, Wolfgang: Introducción a la hidrodinámica técnica, Bilbao: Ediciones Urmo, 1969.

KRASNOV, Prof. N.F.: Aerodinámica en preguntas y problemas, Moscú: Editorial Mir, 1985.

LAFITA BABIO, Felipe: Aerodinámica aplicada, Madrid: Nuevas Gráficas, 1946.

McBEATH, Simon: Aerodinámica del automóvil de competición, Barcelona: Ediciones CEAC, 2000.

MESEGUER RUIZ, José y Ángel Sanz Andrés: Aerodinámica Básica, Madrid: Garceta Grupo Editorial, 2011.

ORDÓÑEZ ROMERO-ROBLEDO, Carlos: Aerodinámica, México: UTEHA, 1963.

WEB_GRAFÍA

Ordenada por los apartados seguidos en esta memoria:

- **CONCEPTOS**

Fechas de consulta entre 18 y 26 de Abril de 2015.

<http://es.wikipedia.org/wiki/G%C3%B6mb%C3%B6c>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Eslora>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Proa>



<http://es.wikipedia.org/wiki/Popa>
[http://es.wikipedia.org/wiki/Manga_\(n%C3%A1utica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Manga_(n%C3%A1utica))
<http://es.wikipedia.org/wiki/Estribor>
<http://es.wikipedia.org/wiki/Babor>
<http://es.wikipedia.org/wiki/Calado>
http://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADnea_de_flotaci%C3%B3n
http://es.wikipedia.org/wiki/Obra_muerta
http://es.wikipedia.org/wiki/Obra_viva
<http://es.wikipedia.org/wiki/Carena#/media/File:Carena.PNG>
<http://sailandtrip.com/estructura-de-un-barco/>
<http://es.wikipedia.org/wiki/Cavitaci%C3%B3n>
http://www.sofmmoo.com/espagnol/bonneau_cavitacion.pdf
http://es.wikipedia.org/wiki/Principio_de_Bernoulli
http://es.wikipedia.org/wiki/Estabilidad_transversal

• ESTUDIO DE MERCADO

Fechas de consulta entre 27 de Diciembre de 2014 y el 24 de Marzo de 2015.

<http://es.wikipedia.org/wiki/G%C3%B6mb%C3%B6c>
http://ecomaster.torgg.com/rc_boat/eco_mini_boat/%D0%BB%D0%BE%D0%B4%D0%BA-%D0%B0_ECO_mini_2007
http://ecomaster.torgg.com/rc_boat/eco_mini_boat/MINI_2009_ARTR
http://ecomaster.torgg.com/rc_boat/eco_mini_boat/MINI2015
<http://www.hydrorcmania.it/FleaExp.htm>
<http://raschmodellbau.eu/Boote/Indi-Mini-Eco>
http://www.modelteam.com.pl/porady_teknika/budowa_eco400/eco400budowa.html
<http://www.rcshop.hu/index.php?name=termek&id=1321>
http://hydromarine.de/product_info.php?products_id=1306
<http://www.hydrorcmania.it/MiniSideon.htm>
<http://shop.graupner.de/webuerp/servlet/AI?ARTN=2043&PIC=1>
<http://shop.graupner.de/webuerp/servlet/AI?ARTN=2026>

• DESARROLLO DEL PRODUCTO

Fechas de consulta entre 13 de Marzo y 19 de Mayo de 2015.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Lexan>
<http://blog.padel.decathlon.es/846/%C2%BFcarbono-o-fibra-de-vidrio>
http://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_de_vidrio
<http://blog.padel.decathlon.es/846/%C2%BFcarbono-o-fibra-de-vidrio>
http://www.resinascastro.es/spa/gran_almacen_catalogo.asp?var1=Tejidos%20kevlar/carbono&var2=Tejido%20de%20kevlar/carbono%20sarga%202/2%20de%20215%20g/m2&nar1=24&nar2=87&Page=
http://www.feroca.com/es/fibra-de-carbono/47-fibra-de-carbono-tejido-200gr.html#/capacidad-1_2_m2
[http://es.wikipedia.org/wiki/Tim%C3%B3n_\(dispositivo\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Tim%C3%B3n_(dispositivo))
http://www.tripadvisor.com.ar/LocationPhotoDirectLink-g445028-d532292-i42380197-Chateau_de_Tarascon-Tarascon_Bouches_du_Rhone_Provence.html
<http://todoproductividad.blogspot.com.es/2010/05/la-nueva-industria-del-reciclado-de.html>
http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2012/09/10/212515.php

FUENTES DE INFORMACIÓN

BÚSQUEDA DE PATENTES

Ningún resultado relacionado con cascos de este tipo de lanchas en Invenes (buscando con el término “MiniEco”).

Ningún resultado relacionado con cascos de este tipo de lanchas en Google Patents (buscando con los términos “MiniEco” y “ECO 400 Expert”

TÉRMINOS EMPLEADOS EN LAS BÚSQUEDAS

Tanto en Google como en Youtube



Micro Eco
Micro Eco Boat
Micro Eco Hull
Mini Eco
Mini Eco Boat
Mini Eco Hull
ECO400 Standard
ECO400 Standard boat
ECO400 Expert
ECO400 Expert boat

CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS

Todas las imágenes que figuran en la memoria y no se encuentran recogidas a continuación son de producción propia.

- pág 10: http://www.eco-idc.de/idc2011/lauf3/ECO-IDC_5442.jpg
- pág 15: http://aa.eii.uva.es/quienes_somos.html
- pág 19: http://wiki.david-3d.com/david3_user_manual/structured_light
- pág 20: http://www.bhphotovideo.com/c/product/583962-REG/Logitech_960_000217_QuickCam_Connect_USB_Webcam.html
<http://www.tipidpc.com/viewitem.php?iid=14825815>
- pág 22: <http://www.acer.es/ac/es/ES/content/series/projectors-value>
<http://www.logitech.com/es-es/product/hd-webcam-c615?crd=34>
- pág 29 <http://es.wikipedia.org/wiki/G%C3%B6mb%C3%B6c>
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/77/Indian_Star_Tortoise_Tennoji.jpg/701px-Indian_Star_Tortoise_Tennoji.jpg
- pág 32 <http://es.wikipedia.org/wiki/Carena#/media/File:Carena.PNG>
- pág 35 <http://www.miliamperios.com/foro/barcos-radiocontrol-f1/open-espana-2014-mini-eco-shark-t228768-60.html?highlight=Mini%20Eco%20Mini%20Eco%202014>
- pág 37 <http://www.rcgroups.com/forums/showthread.php?t=2273350>
- pág 39 <http://www.miliamperios.com/foro/barcos-radiocontrol-f1/micro-lanchas-t54398-480.html#p951829>
- pág 40 http://ecomaster.torgg.com/rc_boat/eco_mini_boat/%-D0%BB%D0%BE%D0%B4%D0%BA%D0%B0_%-D0%9C%-D0%98%D0%9D%D0%98_ECO_2007_%-D1%83%D0%B3%D0%BE-D0%BB%D1%8C%D0%BD-D0%B0%D1%8F
- pág 41 <http://www.miliamperios.com/foro/barcos-radiocontrol-f1/micro-lanchas-t54398-480.html#p951829>
- pág 46 <https://megaricoss.files.wordpress.com/2014/06/aeroboat-3.jpg?w=1112>
- pág 47 B) <http://elegancemarine.fr/ru/product/van-dutch-40/>
C) <http://nguyentienquang-huongtram.blogspot.com.es/2013/09/yacht.html>



- pág 48 D) <http://www.oem.com.mx/esto/notas/n2314941.htm>
E) <http://4.bp.blogspot.com/-kwBSiKUf6Hc/Twm40v8qULI/AAAAAAAAAEY/U0Z4stKDoRQ/s1600/vivace26-01.jpg>
- pág 49 F) <http://www.fearlesslyachts.com/>
G) <http://www.dsgnr.cl/wp-content/uploads/2011/05/Bugatti-Veyron-Sang-Bleu-lancha-Concept-Ben-Walsh-2.jpg>
- pág 50 H) http://nauta360.expansion.com/2012/01/04/muy_exclusivo/1325714508.html
I) <http://fastcars2013.blogspot.com.es/2011/06/audi-design-student-creates-trimaran.html>
- pág 51 J) http://estaticos04.nauta360.expansion.com/imagenes/2012/08/02/muy_exclusivo/1343909041_0.jpg
K) http://noticias.coches.com/wp-content/uploads/2011/08/lamborghini_reventon_barco.jpg
- pág 54 <http://www.anarquico.com/2014/05/04/4-de-mayo-del-2014-naveta-des-tudons-torre-trencada/>
<http://images.guggenheim-bilbao.es/src/uploads/2012/05/eesghery-guggenheim-bilbao12.jpeg>
- pág 55 <http://graphics8.nytimes.com/images/2013/05/28/automobiles/dymaxion-2/dymaxion-2-blog480.jpg>
<http://www.20minutos.es/noticia/1591770/0/norman-bel-geddes/disenio/futurama/>
- pág 56 <http://www.hiru.com/historia/el-sector-naval>
- pág 57 https://voyageaddicted.files.wordpress.com/2014/01/barco-en-construccion-mechuque_jose-ferri.jpg
- pág 69 <http://www.bulte.com/pushin-clips->
<http://www.bulte.com/snap-inclip-d12-for-assembly->
<http://www.boellhoff.com/static/pdf/downloadcenter/EN/QUICKLOC-EN-0600.pdf>
<http://www.rivit.it/ecm/faces/public/guest/?portal:-componentId=RicercaCatalogoGuest&portal:type=action&portal:isSecure=false&.view-id=/jsp/catalogo/CatalogoCercaFigure.jsp>
- pág 72 http://es.harrisonproducts.net/Images/Products/241/01_16-1902.jpg
- pág 75 <http://www.rccartips.com/bmw-mini-coopers-rc-car.htm>
- pág 76 <http://www.mundo-surf.com/es/refuerzos/68-refuerzos-hibridos-carbono-fibra-de-vidrio.html>
- pág 92 <https://albrodpulf1.wordpress.com/2014/12/07/analisis-tecnico-crash-test/>
- pág 107 <http://tienda.friodel.com/es/pequena-maquinaria/112-ensasadora-de-vacio-home-lacor.html>
- pág 110 http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Brosen_propelersterntychy.jpg
- pág 113 http://www.biltihobby.com/catalog/product_info.php?c-Path=22_83_237&products_id=22248
- pág 114 http://www.hobbyking.com/hobbyking/store/_11775__Aluminum_Mounting_Bracket_for_9g_Servos_1pc_.html
<http://www.miliamperios.com/foro/post1301335.html#p1301335>
- pág 115 <http://www.miliamperios.com/foro/post1301335.html?hilit=Montaje%20shark#p1301335>
- pág 117 http://www.hobbyking.com/hobbyking/store/_9021__Turnigy_Typhoon_450H_2215H_Heli_Motor_3550kv_450_class_.html
<http://www.nidec.com/en-NA/technology/capability/brushless/>
- pág 119 http://www.hobbyking.com/hobbyking/store/_37947__Hobbyking_Pack_EU_Warehouse_.html
http://www.hobbyking.com/hobbyking/store/_32739__Turnigy_nano_tech_2250mah_2S_65_130C_Lipo_Pack_EU_Warehouse_.html
- pág 120 http://www.biltihobby.com/catalog/product_info.php?c-Path=22_83_105_520&products_id=21834&osCsid=c7a81a932496c74c-37c614e0a0c41188
- pág 121 http://www.hobbyking.com/hobbyking/store/_31550__Turnigy_MG90S_Digital_Metal_Gear_Servo_1_8kg_13_4g_0_10sec_EU_Warehouse_.html
http://en.wikipedia.org/wiki/File:Exploded_Servo.jpg
- pág 122 <http://www.futaba-rc.com/sys-tems/air.html>
- pág 123 http://www.hobbyking.com/hobbyking/store/_7508__Corona_4Ch_Single_Conv_Rx_35MHz_incl_10_Rx_Crystal_.html
- pág 131 http://www.portalinformatico.com/newsbook/en_profundidad/el-compromiso-del-canal-clave-para-cumplir-con-los-nuevos-objetivos-de-reciclaje-de-raee-2014012030785.htm
- pág 132 <http://www.team.ie/images/WD-40-Can-200ml.jpg>
- pág 133 http://www.hobbyking.com/hobbyking/store/_24449__TrackStar_Silicone_Diff_Oil_High_Viscosity_40000cSt_50ml_.html
- pág 135 <https://www.youtube.com/watch?v=QjKW3KUz5uo>
- pág 138 [http://commons.wikimedia.org/wiki/File%3ABlason_de_la_ville_de_Tarascon_\(13\).svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File%3ABlason_de_la_ville_de_Tarascon_(13).svg)
http://www.viajesconmitia.com/wp-content/uploads/2010/10/viajes_gargyles_latarasca_tarancon.jpg
- pág 170 https://en.wikipedia.org/wiki/File:Google_Patent_Search_Logo.png
http://logok.org/wp-content/uploads/2014/08/YouTube_logo.png
- pág 182 http://rcpilot.hu/index.php?page=view_gall&gall_id=9931&user_id=178
- pág 183 <http://www.hydrorcmania.it/FleaExp.htm>
- pág 184 <http://www.modelteam.com.pl/forum/viewtopic.php?t=920>
- pág 185 http://gundert.de/epages/756a8de5-bbe2-4d27-b2c7-3373f4710844.sf/de_DE/?ObjectPath=/Shops/756a8de5-bbe2-4d27-b2c7-3373f4710844/Products/1008
- pág 186 <http://www.hydrorcmania.it/MiniSideon.htm>
- pág 187 <http://www.rcgroups.com/forums/showthread.php?t=1989648>
- pág 188 A) <http://shop.graupner.de/webuerp/servlet/AI?ARTN=2043&PIC=1>
B) <http://shop.graupner.de/webuerp/servlet/AI?ARTN=2026>

ANEXOS

contenidos

| | |
|-----------------------------|--------|
| Cronograma | ...173 |
| Cálculo chorro de agua | ...173 |
| Resultados de las encuestas | ...174 |
| Estudio de mercado completo | ...180 |
| Normativa Naviga | ...187 |

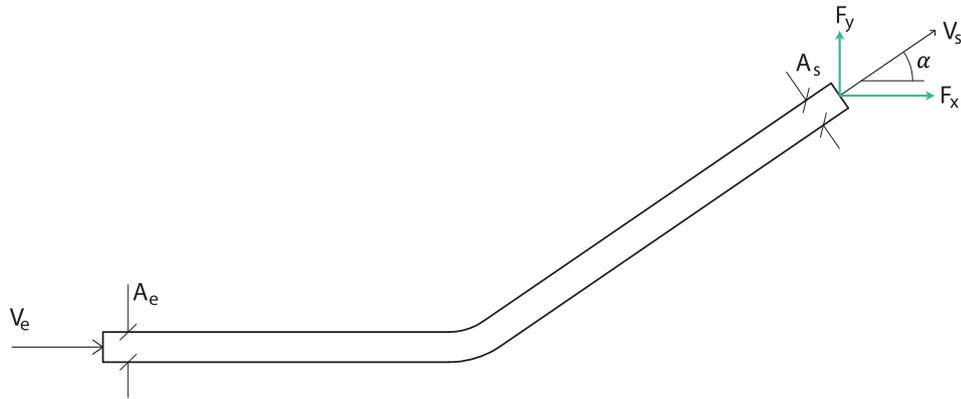


CRONOGRAMA

| ACTIVIDAD | FECHA | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-------------------|-----------|-------|---------|-------|---------------|------|-------|-------|---|
| | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | 2014 Noviembre | Diciembre | Enero | Febrero | Marzo | 2015 Abril | Mayo | Junio | Julio | |
| Comienzo | Reflexion sobre otros TFG's | █ | █ | █ | | | | | | | | | | | |
| | Elección final TFG_Casco MiniECO | | | █ | | | | | | | | | | | |
| | Competiciones OPEN ESPAÑA MINIECO | | | | | █ | | | | | █ | | | | |
| CAMINOS ABANDONADOS | Posible Copia Latazca | | | | | | | █ | | | | | | | |
| | Intento de scanner 3D_Individual | | | | | | | | | █ | | | | | |
| | Intento de scanner 3D_Conjunto | | | | | | | | | | █ | █ | | | |
| ITINERARIO DE TRABAJO | Adquisición de modelo de referencia | | | | | | | █ | | | | | | | |
| | Montaje y primeras pruebas modelo referencia | | | | | | | | █ | █ | | █ | | | |
| | Estudio de Mercado | | | | | | | █ | █ | | | | | | |
| | Estudios de las formas | | | | | | | | █ | █ | | | | | |
| | Estudio aerodinamico e hidrodinámico | | | | | | | | | █ | █ | █ | | | |
| | Generación de Ideas y bocetos | | | | | | | | | | █ | █ | | | |
| | Generación de modelo CAD | | | | | | | | | | | █ | █ | | |
| | Generacion de moldeo CAD del molde | | | | | | | | | | | | █ | █ | |
| | Construccion del molde (IES Trinidad Arroyo Palencia) | | | | | | | | | | | | | █ | █ |
| | Construccion del prototipo | | | | | | | | | | | | | █ | █ |
| | Memoria TFG | | | | | | | | | | | | | █ | █ |
| Presentación TFG | | | | | | | | | | | | | █ | █ | |

CÁLCULO CHORRO DE AGUA

Basándose en la teoría de la Ecuación de la conservación de la Cantidad de Movimiento, y suponiendo nulo el rozamiento en el interior del tubo con el fluido, manteniéndose una velocidad de entrada y salida iguales, reducimos la siguiente expresión:



$$V_e * A_e = V_s * A_s$$

$$\rho * V_e * (-V_e) * A_e + \rho * V_s * \cos \alpha * V_s * A_s = F_x$$

$$\rho * V_e * (-V_e) * A_e + \rho * V_s * \cos \alpha * V_e * A_e = F_x$$

$$\rho * V_s * \sin \alpha * V_s * A_s = F_y$$

$$\rho * V_s^2 * \sin \alpha * A_s = F_y$$

Para conocer la fuerza con la que el chorro empuja la lancha contra la superficie del agua solo nos interesa conocer la componente “y” de la fuerza. Para ello se continúa suponiendo una velocidad de la lancha de 10m/s como se realizó en el apartado de análisis, aparte de esto el tubo por el que sale el agua tiene un diámetro interno de 3.6 mm, lo que hace que el área sea de 10.18 mm², la densidad del agua se puede considerar como de 0.982 kg/l y el ángulo de salida del agua es de 60° respecto la horizontal.

$$0.928 \frac{kg}{l} * \left(\frac{10m}{s}\right)^2 * \sin 60 * 10.18 \text{ mm}^2 =$$

$$\frac{0.928kg/l}{0.001l/m^3} * \left(\frac{10m}{s}\right)^2 * \sin 60 * (10^{-4} * 10.18m^2) = 81.814 \text{ N}$$

$$\frac{81.814}{9.80665} = 8.342 \text{ kgf}$$

RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS



Se puede acceder a la encuesta realizada haciendo click o capturando con un dispositivo móvil el código QR. Los resultados completos de la encuesta son los siguientes, viéndose a continuación gráficamente, y al final de los resultados una tabla con la información completa.

CYBELE

20 de 20 personas han respondido esta pregunta



3.40
Puntuación media

ECOMASTER

9 de 20 personas han respondido esta pregunta

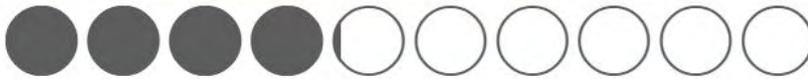


7.00
Puntuación media



FLEA

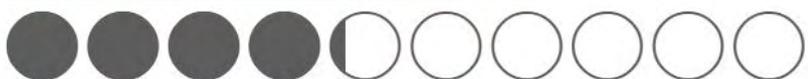
20 de 20 personas han respondido esta pregunta



4.20
Puntuación media

FOX

20 de 20 personas han respondido esta pregunta



4.30
Puntuación media



GLAMOUR_ Kukorelli

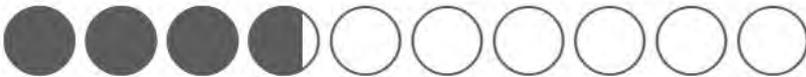
20 de 20 personas han respondido esta pregunta



7.65
Puntuación media

Graupner MiniECO Boat

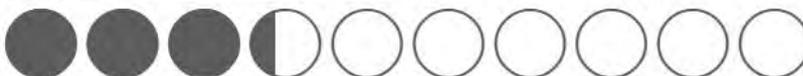
20 de 20 personas han respondido esta pregunta



3.75
Puntuación media

Graupner WP MiniEco RACER

20 de 20 personas han respondido esta pregunta



3.40
Puntuación media



INDY

20 de 20 personas han respondido esta pregunta



6.25
Puntuación media

LATACZA

20 de 20 personas han respondido esta pregunta



7.60
Puntuación media

MH5

20 de 20 personas han respondido esta pregunta



7.50
Puntuación media



Princess _ Kukorelli

20 de 20 personas han respondido esta pregunta



Sideon MHZ

20 de 20 personas han respondido esta pregunta



Tenshock

20 de 20 personas han respondido esta pregunta





TARASCA

| | ECO MASTER | FLEA FOX | GLAMOUR Kukorelli | Graupner MiniECO Boat | Graupner WP MiniEco RACER | INDY LATACTA | MHS | Princess Kukorelli | Sideon MHZ | Tenshock | Sexo | Localidad | Fecha de envío |
|----|---------------|-------------|----------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------|-----|-----------------------|---------------|----------|-------|-----------------|----------------|
| 1 | 5 | 4 | 6 | 9 | 5 | 7 | 9 | 7 | 10 | 9 | Varón | Santander | 09/04/2015 |
| 2 | 7 | 5 | 5 | 7 | 4 | 6 | 8 | 7 | 7 | 7 | Varón | Palencia | 09/04/2015 |
| 3 | 1 | 2 | 5 | 10 | 2 | 1 | 5 | 7 | 7 | 5 | Varón | Norte de europa | 09/04/2015 |
| 4 | 4 | 7 | 6 | 8 | 4 | 3 | 8 | 9 | 8 | 8 | Varón | valdeluz | 09/04/2015 |
| 5 | 3 | 4 | 5 | 9 | 5 | 4 | 6 | 7 | 8 | 6 | Varón | Madrid | 11/04/2015 |
| 6 | 4 | 6 | 8 | 9 | 7 | 6 | 8 | 9 | 8 | 9 | Mujer | Palencia | 11/04/2015 |
| 7 | 1 | 5 | 1 | 7 | 7 | 7 | 1 | 8 | 1 | 1 | Varón | Málaga | 11/04/2015 |
| 8 | 1 | 1 | 4 | 6 | 1 | 3 | 5 | 10 | 9 | 6 | Varón | Valladolid | 12/04/2015 |
| 9 | 1 | 3 | 6 | 10 | 3 | 4 | 8 | 9 | 9 | 9 | Varón | Valladolid | 13/04/2015 |
| 10 | 1 | 2 | 2 | 10 | 8 | 3 | 7 | 9 | 10 | 10 | Varón | Santander | 13/04/2015 |
| 11 | 4 | 6 | 2 | 6 | 3 | 3 | 5 | 9 | 4 | 5 | Mujer | Palencia | 17/04/2015 |
| 12 | 4 | 8 | 5 | 8 | 3 | 4 | 7 | 7 | 6 | 6 | Varón | Cuencua | 06/05/2015 |
| 13 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 | 7 | 1 | 1 | Varón | Valladolid | 07/05/2015 |
| 14 | 5 | 7 | 1 | 8 | 5 | 5 | 6 | 8 | 7 | 6 | Varón | MALAGA | 07/05/2015 |
| 15 | 2 | 9 | 5 | 4 | 3 | 2 | 7 | 7 | 7 | 7 | Varón | Leon | 14/05/2015 |
| 16 | 4 | 8 | 5 | 7 | 3 | 2 | 7 | 8 | 6 | 7 | Varón | Palencia | 24/05/2015 |
| 17 | 4 | 7 | 5 | 4 | 3 | 2 | 6 | 8 | 7 | 7 | Varón | Leon | 01/06/2015 |
| 18 | 4 | 6 | 7 | 4 | 1 | 2 | 7 | 8 | 6 | 6 | Varón | Quiroga | 02/06/2015 |
| 19 | 6 | 8 | 4 | 5 | 2 | 1 | 6 | 7 | 8 | 8 | Mujer | Santiago | 02/06/2015 |
| 20 | 6 | 9 | 6 | 7 | 5 | 6 | 6 | 7 | 8 | 5 | Mujer | Oviedo | 02/06/2015 |



ESTUDIO DE MERCADO COMPLETO

CYBELE

- Descripción: Fabricación propia de un usuario. No se comercializa. En palabras de su diseñador, este barco ha sido construido de la nada, no es una copia. Sin ningún modelo informático, solo con sus propias ideas modeladas en un trozo de espuma.

- o Longitud: 429 mm
- o Anchura: 198 mm
- o Categoría de competición: MiniEco

- Precio: No esta a la venta

- Comentario Crítico: Al ser un modelo realizado a mano, las superficies de la zona inferior son bruscas. La obra viva de este modelo es muy simple y sin grandes detalles hidrodinámicos. En cuanto al canal de flotabilidad, este constructor/piloto ha decidido realizar más agujeros de lo normal para la entrada de agua. Por otra parte la veleta en este modelo va colocada en la parte superior del modelo. La tapa, no rectangular, es cerrada con cinta adhesiva. Eje de transmisión flexible.

- Forma de comercialización (marca, envase...): No se comercializa.
- Opinión de usuarios expertos: 3.40 sobre 10.



- Descripción: Embarcación Mini-ECO de MHZ diseñada por corredor conocido Sr. L. Machan. Fabricada en de fibra de vidrio y epoxy. Lancha sin alas y con un cuerpo bastante alto, con una forma muy abombada, distinta a la tendencia actual.

- o Longitud: 380 mm

- o Anchura: 140 mm

- o Categoría de competición: MiniEco

- Precio: 93 €

- Comentario Crítico: La zona inferior en contacto con el agua, la obra viva, no es tan detallada como en otros modelos que se comercializan. Eje recto con inclinación. Apparently the model comes without the perforations for the entry of water in the channel of buoyancy.

- Forma de comercialización (marca, envase...): No tiene envase. Comercializado por www.hydromania.it.

- Opinión de usuarios expertos: 4.20 sobre 10.



FOX

- Descripción: En países de la zona norte y este de Europa donde este tipo de embarcaciones son muy populares entre los aficionados al modelismo naval, este casco estaba considerado como el mejor casco para la categoría allí denominada ECO400 Standard. El autor de este casco es el mismo que el de la lancha Latazca.

- o Longitud: 367 mm
- o Anchura: 138 mm
- o Categoría de competición: MiniEco

- Precio: 105 €

- Comentario Crítico: En la competición que se da en nuestro país de esta categoría incluye a su vez a este modelo y a la Latazca, aunque en Polonia de donde vienen estas lanchas esta pertenece a la categoría ECO400 Standard y la Latazca a ECO400 Expert. Puede que su simplicidad en las líneas del casco la hagan más fácil de pilotar. La silueta de la forma inferior la hace aparentemente estable. La obra viva destaca, ya que llama la atención que en este modelo la línea de la quilla sea algo más picuda y pronunciada que en el resto. En contra solo se aprecia la zona de unión de las dos mitades que aparenta demasiada brusquedad.

- Forma de comercialización (marca, envase...): No tiene envase.
- Opinión de usuarios expertos: 4.30 sobre 10.



• Descripción: El casco mini-eco está fabricado de fibra de vidrio y resina epoxy reforzada. Este modelo dispone de un espacio para el canal de inundación por lo que tiene posibilidad self-righting por cámara de agua. El modelo INDY está diseñado para la clase MINI-ECO-EXPERT.

o Longitud: 450 mm

o Anchura: 230 mm

o Categoría de competición: MiniEco

• Precio: 99 €

• Comentario Crítico: La obra viva tiene mucho más trabajo; lo que, a priori sugiere una mejor distribución del agua. En palabras de su autor “El diseño logra una velocidad muy alta por baja fricción en el agua”. Confiando en que las propiedades encontradas en la investigación sean correctas, la dimensión de la eslora superaría la máxima permitida en la categoría.

• Forma de comercialización (marca, envase...): No tiene envase.

• Opinión de usuarios expertos: 6.25 sobre 10.



SIDEON (MINI)

- Descripción: Rediseñada y desarrollada por L. Machan y Z. Fischer Class World Champion 2008. Aparentemente según las dimensiones obtenidas supera las permitidas por la normativa, que inicialmente era de 400 mm de longitud y la tendencia está llevando a la categoría a una longitud de 430 mm. Posibilidad self-righting por cámara de agua.

- o Longitud: 437 mm
- o Anchura: 180 mm
- o Categoría de competición: MiniEco

- Precio: 98 €

- Comentario Crítico: Estéticamente parece de los modelos más atractivos. Se encontraría dentro de la subcategoría de lanchas con alas. Posee en la parte superior dos carriles que la diferencian del resto y un “escalón” en la parte trasera. La obra viva de este modelo tiene muchos detalles, a destacar, el salto transversal en la zona delantera (no tan centrado como en el modelo Latazca) y el morro levantado del resto de la superficie también. Estos detalles puede que no sean tan útiles como puedan aparentar ya que esta zona en carrera, a altas velocidades esta elevada y no está en contacto con el agua.

- Forma de comercialización (marca, envase...): No tiene envase.

- Opinión de usuarios expertos: 6.50 sobre 10.



TENSHOCK

- Descripción: Posibilidad self-righting por cámara de agua. Es uno de los modelos más caros que se han encontrado, además de ser el más extendido por la red.

- o Longitud: 427 mm
- o Anchura: 175 mm
- o Categoría de competición: MiniEco

- Precio: 166 €

- Comentario Crítico: Parte inferior simple pero efectiva con una única línea a lo largo de todo el casco. Eje rígido. Podemos considerar este modelo un modelo “con alas” aunque en este caso no son tan pronunciadas como en otros modelos que hemos visto anteriormente. Como ya es costumbre en este estudio, la tapa se cierra con cinta adhesiva. Aparentemente estable a altas velocidades.

- Forma de comercialización (marca, envase...): No tiene envase.

- Opinión de usuarios expertos: 6.45 sobre 10.



GRAUPNER WP MINI ECO BOOT (A)

• Descripción: Modelo Graupner antiguo, año 2003. No dispone de canal de inundación.

o Longitud: 360 mm

o Anchura: 130 mm

• Precio: Producto Descatalogado.

• Comentario Crítico: Al ser este un modelo antiguo, no merece la pena comprarlo con el resto de los modelos vistos anteriormente. Las dimensiones son mucho más pequeñas que las actuales de la categoría y al estar esta categoría en nuestro país actualmente cerrada a un único motor y hélice, este tendría una potencia desproporcionada para un casco de este tamaño, por lo que previsiblemente sería una lancha ingobernable.

• Opinión de usuarios expertos: 3.65 sobre 10.

GRAUPNER WP MINI ECO RACER (B)

• Descripción: Modelo Graupner antiguo, año 2004. Este modelo es la evolución del modelo anterior Graupner WP MiniECO Boot. Este modelo ya dispone de canal de inundación diseñado para self-righting.

o Longitud: 360 mm

o Anchura: 130 mm

• Precio: Producto Descatalogado.

• Comentario Crítico: Al igual que con el modelo anterior, no es necesaria hacer ninguna comparación. La única diferencia de estos dos últimos modelos respecto a todos los anteriores, es que al ser modelos comerciales de una gran marca de modelismo Alemana, sí que disponían de un envase.

• Opinión de usuarios expertos: 3.40 sobre 10.



(A)



(B)

NORMATIVA NAVIGA



Regulations for the class Mini Eco Expert
Definition

Freely built model racing boats with electric underwater propeller propulsión (Hydro/Mono drive units and surface propeller propulsion that extend beyond the length of the Hull are not permitted) with a minimum weight of 0,5 kg. The model may not exceed a length of 430mm. Overhang from the start number plate are not measured.

Competition objective

Driven on one of the appendix C1 suitable triangular course to achieve the highest possible number of rounds in the given time. A minimum of 3 and a maximum of 8 models take part in each heat. Due to the lack of time the number of models per heat can be raised, after approval from the Platform Judge and the section leader (or main referee) to 9. However, this should not be the norm.

1.1.1 Special construction specifications, regulations and checks in the class ECO Mini Expert.

(1) The size and design of the starting number plate can be found in the general rules and is valid for all classes.

(2) Batteries and runtime, see Appendix A. Only 1 set of batteries is to be used for a heat. The batteries need to be easily accessible for scrutineering. If a receiver pack is used, it should be clearly separate from the propulsion battery.

(3) The used electric motor has no restrictions.

(4) The Drive unit must be able to be switched on and off by the radio control unit, or be fitted with a speed controller.

(5) The model is to be weighed off the water in a ready for launch condition. The total weight including the receiver and Drive unit accumulators plus their respective cables, connections and mounts, may not be less than 500g in the classes ECO Mini Expert. (incl. starting number plate).

1.1.2 Competition rules

(1) The competition is carried out on a triangular course corresponding to the NAVIGA rules, with the exception of the turn buoy. The race direction is anti clockwise.

(2) The start line runs in a straight line to the uppermost buoy. Once the models are in the water, the race begins with an acoustic signal sounded by the landing stage leader. At this time the boat must lie with its stem to the landing stage. If a model has a late start and the rest of the models that started on time have reached

the bottom left buoy, then the late starter must start towards the bottom right buoy. Hindering of other boats must be avoided by the late starter.

(3) There are 3 or 4 heats in a Race. The results of the 2 best heats are added. The 8 competitors with the best results advance to a final heat, where the final result is determined. (Otherwise, see General Requirements C No. 4)

(4) Runtime see Appendix A.

(5) During a race, boats that have broken down can be picked up by the recovery boat at the end of the heat, apart from when a boat sinks or might sink.

(6) If a buoy is passed on the wrong side, the competitor has the right to turn his model and drive around the buoy on the right side, provided that he thereby does not hinder the other competitors. If this does not happen, the lap is not counted.

(7) Also after a heat / race the model must correspond to the construction specifications of his class. The Platform Judge can check this at any time, also after a heat / race.



Reglamento para la clase MINI_ECO
Definición

Construcción de los barcos de competición libre con propulsión eléctrica sumergida. No estando permitido el uso de ejes y hélices que se extienden más allá de la longitud del casco. Peso mínimo del modelo en funcionamiento de 0,5 kg. El modelo no puede exceder una longitud de 430 mm. Sin considerar la veleta que marca el número de participante en competición.

Objetivos de la competición

La competición tendrá lugar en un circuito triangular (como se especifica en el apéndice C1) con el mayor número de tandas posibles, con un mínimo de 3 y un máximo de 8 embarcaciones en cada manga. Debido a la posible falta de tiempo el número máximo de embarcaciones por tanda puede subirse a nueve si el juez de la competición así lo determina. Sin embargo, esto no debe ser la norma.

1.1.1 Especificaciones especiales para construcción, reglamentos y controles de la clase Mini-Eco

(1) El tamaño y el diseño de la veleta del número de participante se puede encontrar en las normas generales y es válido para todas las clases.

(2) Solo un juego de baterías se usaran en cada manga. Las baterías deben de ser de fácil acceso para las verificaciones técnicas. Si se usa un paquete de bate-



rías para el sistema receptor, este debe de ser claramente separado de la batería de propulsión. Más información sobre Baterías y tiempos en el Apéndice A.

(3) El motor no tiene restricciones eléctricas.

(4) La unidad de accionamiento debe ser capaz de tener un encendido y apagado con el sistema de radio y/o dispondrá de un regulador de velocidad.

(5) El modelo debe de ser pesado fuera del agua en el estado listo de funcionamiento. El peso total con todo el sistema eléctrico, baterías, regulador...etc. no podrá ser inferior a 500g. incluyendo la veleta de número de participante.

1.1.2 Reglas de competición

(1) La competición se lleva a cabo en un circuito triangular siguiendo las normas NAVIGA, con la excepción de la boya de giro. La dirección de la carrera es en sentido anti horario.

(2) La salida se realiza en línea recta hasta la boya superior (cruzando el triángulo). Una vez que los modelos están en el agua, la carrera comienza con una señal acústica dada por el juez de la competición. En este momento las lanchas han de estar en el agua (en la línea de salida). Si una lancha tiene un retraso en la salida y el resto de modelos (que ha salido a tiempo) han llegado a la boya inferior izquierda, el rezagado deberá ir hacia la boya inferior derecha, estando prohibida la obstaculicen de otras embarcaciones por la salida de esta última.

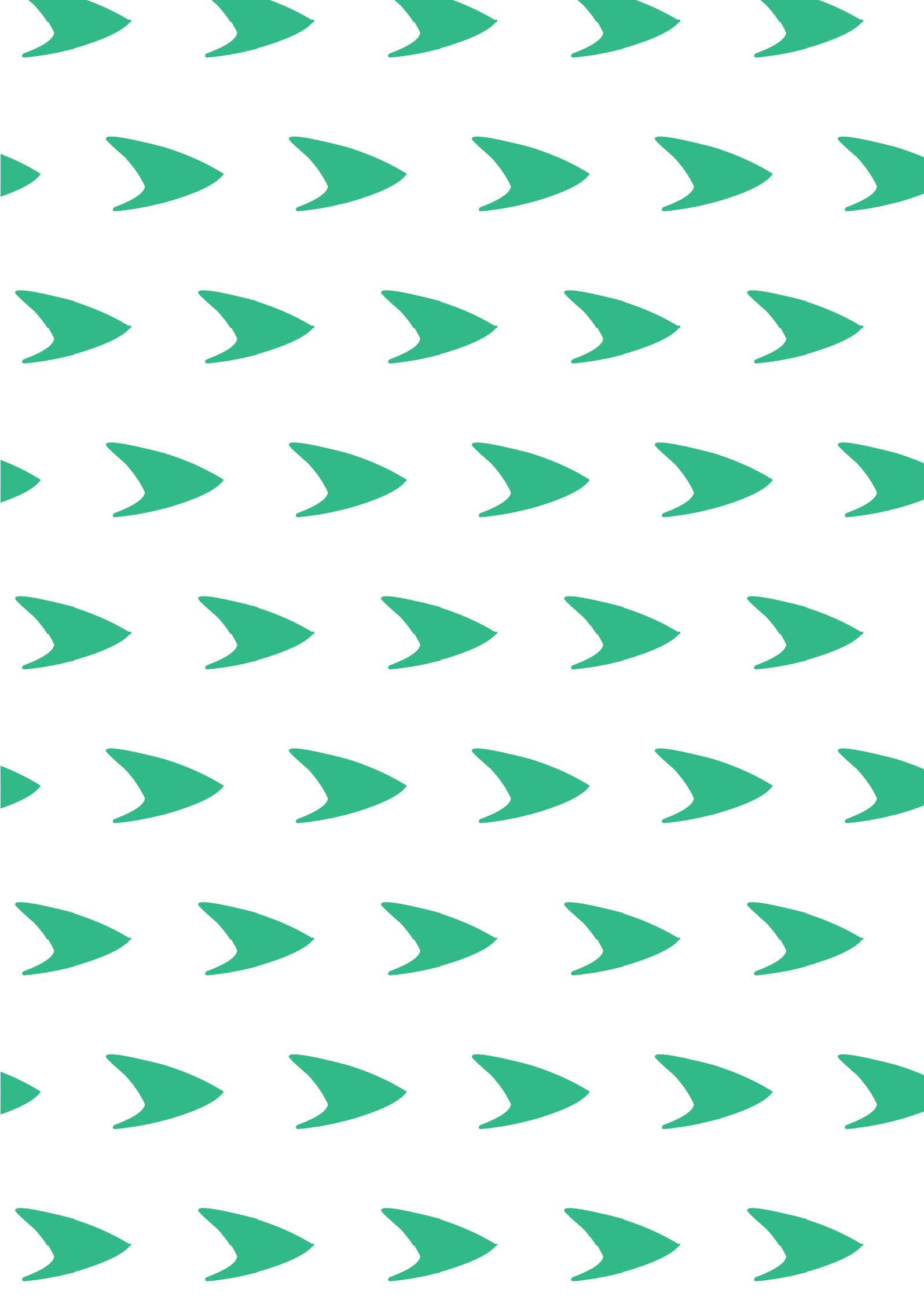
(3) Hay tres o cuatro mangas en una carrera. Los dos mejores resultados se contabilizan y los 8 mejores competidores pasan a la siguiente manga o manga final. Donde el resultado final será el determinante. (De lo contrario, consulte los requisitos Generales C No. 4).

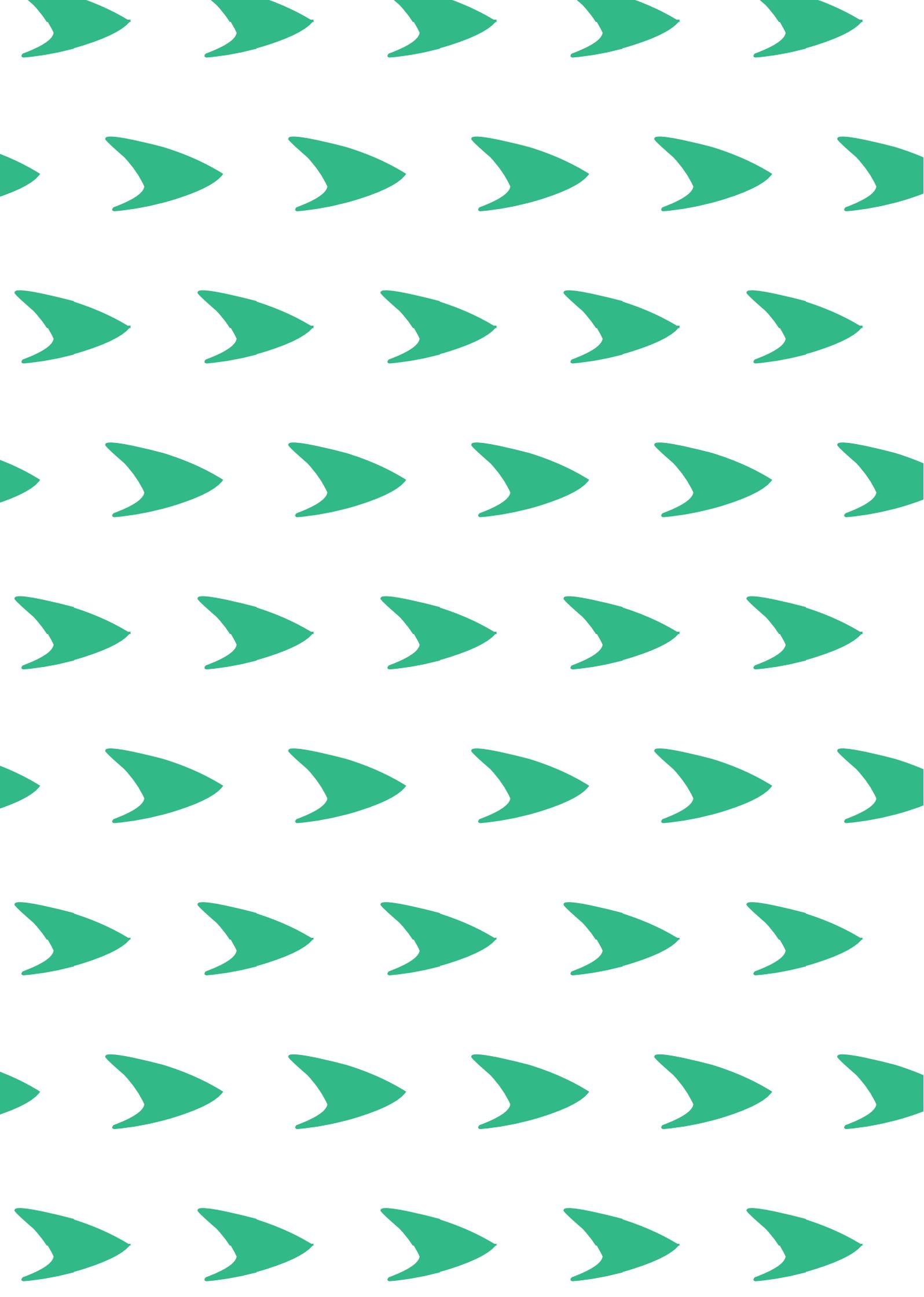
(4) "Runtime" ver Apéndice A.

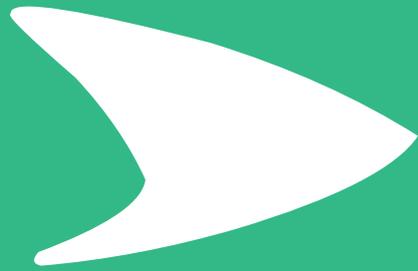
(5) Durante la carrera, los barcos averiados o con problemas pueden ser recogidos por el barco de recuperación al final de la manga. Cuando el barco se hunda o pueda hundirse se actuará de la misma manera.

(6) Si una lancha pasa una boya por el lado equivocado, el competidor tiene derecho a volver a pasarla por el lado correcto, siempre que con ello no impida al resto de competidores. Si esto no sucede (no se retrocede para pasar por el lado correcto) la vuelta no se cuenta.

(7) Al acabar cualquiera de las mangas la lancha ha de cumplir las especificaciones de construcción de cada una de las clases. El juez de la competición puede comprobar cualquier parámetro en cualquier momento, incluso al terminar una manga.







TARASCA