



PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATOLICA
DE VALPARAISO

EMBARCACIÓN RÁPIDA DE ASISTENCIA PARA LOS MARES INTERIORES DE OLA CORTA EN LA PATAGONIA OCCIDENTAL
HABITABILIDAD TRANSFORMABLE EN UNA EMBARCACIÓN MENOR CON HIDROFOIL

CANDIDATO A MAGÍSTER: ANABEL AZUCENA FIERRO TALAMANTES

BECARIA DEL PROGRAMA DE BECAS DE COOPERACIÓN HORIZONTAL

RECIPROCIDAD CHILE -MÉXICO 2012

ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

DIRECTOR DE TESIS: SR. BORIS IVELIC KUSANOVIC

2013

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN ARQUITECTURA Y DISEÑO

MENCIÓN NÁUTICO Y MARÍTIMO

AGRADECIMIENTOS

A Dios

por brindarme la vida, salud y fortaleza para concluir este compromiso

A mi familia

Mamá, papá, abuela, tía, primos y sobrinos

por su infinito amor y apoyo durante este largo camino lejos de casa

A mi esposo

por el amor, paciencia y entrega que mostró al acompañarme en este reto

A mis amigos

Familias. Maturana y Quijada

por acogerme y apoyarme con tanta calidez durante mi estancia en Chile

A mi Profesor Guía

por lo impartido para lograr llevar la habitabilidad al espacio Náutico

A la AGCI

por la confianza otorgada al apoyar mis estudios de posgrado

Gracias

ABSTRACT

ENCARGO

Lancha rápida de asistencia para los habitantes de la Patagonia Occidental, a partir de un casco de 5 mts. facilitado por la empresa Sitecna.

OBJETIVOS

En esta lancha menor, probar el funcionamiento de los perfiles alares a nivel de prototipo, manteniendo las cualidades de: velocidad, polifuncionalidad y acceso a los bordes habitados con y sin infraestructura portuaria.

FUNDAMENTO

Fundar el maritorio a partir de sus embarcaciones: innovando en el acceso, evitando la destructora ola corta y generando una habitabilidad a partir de la “Teoría de las peculiares de los objetos” .

HIPÓTESIS

Agrandar el casco en su eslora, e introducir dos apéndices en la popa, soportando un motor fuera de borda. Perfiles alares curvados en el ángulo diedro, triangulados y giratorios. Rampa triarticulada de acceso. Asientos plegables y planta libre.

METODOLOGÍA

Ensayos de modelo en el canal de pruebas y ensayos en el canal de olas.

RESULTADOS

Aumento de boyantes y capacidad habitable para 8 personas. Rampa triarticulada de 2.70 mts por 0.64. Sustentación con ángulos de 5° en proa y 2° en popa. Motor Yamaha de 100 HP.

CONCLUSIONES

Las cualidades y logros alcanzados en las tesis anteriores de embarcaciones con perfiles alares, son llevados a una lancha menor para pruebas a nivel de prototipo.

CONTENIDO	Representación tridimensional modelo 1	74
CAPÍTULO I. Resumen	7 Demostración estructural modelo 1	75
CAPITULO II. Encargo	9 Estudio de estabilidad casco patrón	77
Origen del encargo	Análisis hidrodinámico modelo 1	90
Actualidad del encargo	Cálculo de potencia modelo 1	98
Importancia de resolver el encargo	Intervención geométrica rcasco patrón	104
CAPÍTULO III. Objetivos	11 Estudio de estabilidad casco intervenido	108
Objetivo General	Análisis hidrodinámico modelo 2	112
Objetivos específicos	Cálculo de potencia modelo 2	116
CAPÍTULO IV Fundamentos de la Tesis	Método SPM	122
A) Fundamento Teórico	14 Habitabilidad en la embarcación	129
B) Fundamento Creativo	23 Rampa triarticulada	146
C) Fundamento Técnico	45 Perfiles hidrodinámicos	151
CAPÍTULO V. Hipótesis	69 CAPÍTULO VII. Resultados	
CAPÍTULO VI. Metodología	Resultados Modelo 1	162
Espiral de Diseño	71 Resultados Modelo 2	163

CAPÍTULO VIII. Conclusiones	165
Discusión Bibliográficas	167
Anexos	
Anexo 1: Nivel de flotación:	171
Anexo 2 : Fichas técnicas y cotización de equipos	173
Anexo 3 : Construcción modelos	176
Anexo 4 : Demostración aerodinámica	178
Anexo 5 : Situaciones de uso	180
Anexo 6 : Reglamento internacional para prevenir abordajes	182
Anexo 7 : Ciudad de aguas	184
Anexo 9 : Laminas de exposición	199
Anexo 10 : Maquetas	202
Anexo 11 : Visualizaciones 3D	204
Anexo 12 : Planimetrías	209

I.-RESUMEN

TÍTULO

Embarcación Rápida de asistencia para los Mares Interiores de Ola Corta en la Patagonia Occidental

SUBTITULO

Habitabilidad Transformable en una Embarcación menor con Hidrofoil

ORIGEN DEL ENCARGO

Continuidad de tesis del diseño de embarcación rápida de asistencia para los habitantes de la Patagonia Occidental. Lancha de menor tamaño, a partir del casco facilitado por la empresa Sitecna, para construcción y pruebas del prototipo.

ACTUALIDAD DEL ENCARGO

Las dificultades que presenta el aislamiento, han generado el abandono de asentamientos en el fiordo.

IMPORTANCIA DEL ENCARGO

Los tiempos de viajes disminuirían solucionando los problemas de transporte, especialmente en emergencias.

OBJETIVO GENERAL

Diseño de embarcación rápida de asistencia dotada de perfiles hidrodinámicos, utilizando casco de 5 mts. de eslora, con capacidad para adaptar su llegada a bordes con y sin infraestructura portuaria.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1. Transformar el casco para aumentar la estabilidad, flotabilidad y habitabilidad.
- 2. Lograr la sustentación sobre los perfiles en modelo del casco de 5 metros de eslora.
- 3. Comprobar viabilidad de motor fuera de borda a través del cálculo de potencia en el

modelo.

- 4. Diseñar la habitabilidad para diferentes situaciones en base a objetos plegables, permitiendo el acceso a cualquier borde, aún sin infraestructura portuaria.

FUNDAMENTO

Teórico: A partir de la teoría de maritorio de fundar el mar patagónico

Creativo: Incorporando el principio de transbordador y aplicando teoría de peculiaridades.

Técnico: Uso de perfiles alares para lograr mayor velocidad y evitar la destructora y molesta ola corta.

HIPÓTESIS

A través de un casco de 5 m de eslora con extensión y apéndices, dotarlo de perfiles curvados y triangulados. Propulsado por un motor fuera de borda de 100 hp. Con objetos plegables en el interior. Con rampa triarticulada para acceder a los bordes.

METODOLOGÍA

A través de modelos para el cálculo de la potencia.

RESULTADOS

- 1. Aumento de flotabilidad y capacidad al intervenir la geometría del casco.
- 2. Diseño de rampa tri-articulada de aluminio de 2.70 m de largo.
- 3. Sustentación del modelo sobre los perfiles con ángulos de 5° en proa y 2° en popa.
- 4. Un motor Yamaha de 100 HP de pata extralarga, cumple con los requerimientos de potencia.

CONCLUSIONES

- 1. Colocar el motor 42.6 cm bajo el nivel de borda para evitar cavitación.
- 2.El modelo 1 desarrolla 35.18 HP 25 nudos. El modelo 2 con super estructura desarrolla 47.80 HP a 23 nudos de velocidad.
- 3. Al intervenir la geometría del casco se logra un acceso a pasajeros de 0.64 m de ancho.
- 4.- La embarcación tiene estabilidad hasta una escora de 40°.

II.- ENCARGO

ORIGEN DEL ENCARGO

El origen del proyecto corresponde a la continuidad de proyectos del Magíster en Arquitectura y Diseño mención Náutico y Marítimo de las tesis en el diseño de una embarcación rápida de asistencia para los habitantes de la Patagonia Occidental con la cual se pretende la introducción de una embarcación que cumpla funciones de asistencia y acercamiento a los bordes no construidos. Embarcación capaz de vencer la ola corta producida en la superficie del agua, misma que dificulta la navegación y daña las embarcaciones utilizadas en la zona.

Con anterioridad fueron proyectadas otras embarcaciones de mayor envergadura, las cuales al poseer mayor espacio albergan otras facilidades como servicios higiénicos por ejemplo. Este proyecto se enfoca en una lancha de menor escala, ya que se trabaja con la colaboración del astillero Sitecna de Puerto Varas, fabricante de lanchas de aluminio, quien proporciona un casco modelo para la construcción y pruebas del prototipo y la experiencia constructiva en el desarrollo de lanchas de alta velocidad.

ACTUALIDAD DEL ENCARGO

Se proyecta para la población de Hornopirén que está ubicada a 109 kilómetros de Puerto Montt, para llegar al pueblo hay que trasladarse por caminos de tierra y cruzar en transbordador el estuario de Reloncaví, lo que demora aproximadamente cinco horas.

Actualmente, de Hornopirén zarpan todas las embarcaciones a las islas aledañas, ya que es el poblado más cercano que cuenta con opciones de abastecimiento. A pesar de esto, el transporte marítimo no tiene el desarrollo adecuado, ya que no hay muelles, ni embarcaciones públicas. Las dificultades que presenta el aislamiento de los colonos, han generado que la población tienda a abandonar sus asentamientos en el fiordo, trasladándose a Hornopirén donde encuentran escuelas, atención básica de salud y supermercado. Esta población ha tenido un importante crecimiento en los últimos años, debido a la instalación de empresas salmoneras por lo que el mar es el único medio con el que se pueden comunicar a los colonos.

IMPORTANCIA DEL ENCARGO

Al introducir una embarcación rápida de asistencia en la zona del Fiordo Comaú, los tiempos de viajes disminuirían considerablemente, solucionando en gran medida los problemas de transporte, especialmente en situaciones de emergencia.

Es de gran importancia para la población contar con una embarcación menor diseñada para responder a la problemática planteada, que aporte innovación a través del diseño en su habitabilidad transformable para los diferentes estados requeridos e impulsar el desarrollo y creación de nuevas tecnologías en cuestión de sistemas náuticos al brindar una mejora en el transporte marítimo para los habitantes de estas zonas ya sean residentes, turistas y/o empresarios.

III- OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar de una embarcación rápida de asistencia dotada de perfiles hidrodinámicos utilizando casco patrón de 5 mts. de eslora suministrada por la empresa SITECNA para pruebas, demostración de funcionamiento y capacidad para adaptar su llegada a bordes de playa e infraestructura portuaria.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Lograr la sustentación adecuada sobre los perfiles del modelo a escala del casco de 5 mts. de eslora.
2. Comprobar la viabilidad en el uso de un motor fuera de borda de pata extra larga de 100 HP para el óptimo funcionamiento del prototipo de embarcación hidrofoil a través del cálculo de la potencia requerida en el modelo de pruebas.
3. Lograr la transformación en habitabilidad para las diferentes situaciones de uso en base a objetos plegables.
4. Dotar el casco con la capacidad de llegar a cualquier borde sin infraestructura portuaria.

IV.- FUNDAMENTOS

A) FUNDAMENTO TEÓRICO

El presente capítulo se centra en los fundamentos ligados a la necesidad de construir una embarcación menor con hidrofoil, sin embargo, por tratarse de un proyecto de continuidad, el actual estudio, mantiene el origen de la embarcación hidrofoil ligado a los fundamentos planteados por la Escuela de Arquitectura y Diseño y la Tesis del Maritorio cuyos conceptos dan origen a esta embarcación desde un punto de vista poético, fundamentos que se exponen detalladamente a partir de una visión global desde el punto de vista del Océano Pacífico en la tesis del alumno Wolfgang Alejandro: “Perfiles Hidrodinámicos en la Náutica” y de manera acotada y sumamente clara en la tesis del alumno Ejidio Jeria: “Embarcación de asistencia con hidroalas para los Habitantes de la Patagonia Occidental”. Así mismo, se presentan los conceptos más importantes referentes al estudio realizado sobre los perfiles hidrodinámicos que han sido rescatados de las tesis de otros alumnos del Magíster Náutico y Marítimo los cuales se exponen en este capítulo y se encuentran referenciados en la discusión bibliográfica.

La tecnología de hidroalas es una de las distintas maneras que existen para desplazarse rápidamente en el mar. Este tipo de embarcaciones se desplazan sustentados sobre perfiles hidrodinámicos sumergidos en el agua, los que permiten elevar el casco sobre el nivel del agua reduciendo el roce, disminuyendo el consumo de combustible y alcanzando velocidades mucho mayores a la de una embarcación tradicional.

Durante los estudios realizados sobre el tema dentro del Magíster Náutico y Marítimo se ha enfatizado en que el hecho de que estas embarcaciones puedan navegar con el casco fuera del agua presenta beneficios adicionales que la hacen apropiada para ser utilizada en las regiones de la Patagonia Occidental, ya que en las zonas del fiordo Comau y sus mares interiores es predominante la ola corta, que daña los cascos de las embarcaciones tradicionales, y genera una navegación incomoda.

“El fiordo Comau, distante 130 Km. de Puerto Montt, frente a Chiloé continental de aproximadamente 70 Km. de extensión y en cuya cabecera está el pueblo de

Hornopirén, lugar donde se interrumpe la carretera Austral y sólo se puede continuar vía marítima.” (1) 1. Varios. “Arquitectura y Urbanismo Territorial y Marítimo del fiordo Comau en el contexto del proyecto experimental de San Ignacio de Huinay”. Valparaíso. 2001.

Las investigaciones sobre los poblados del fiordo Comau muestran que se caracterizan por ser poblados humildes, sin equipamiento, salubridad, aseo y ausencia de Arquitectura. Esta situación hace que una de las principales características de esta zona sea el aislamiento de sus habitantes, ya sea por la falta de caminos, la mala condición de los mismos y el tiempo que se demora en ir de un lugar a otro. En el sector norte del fiordo se ubica el poblado de Hornopirén, donde se realizan las actividades de comercio, abastecimiento y prestación de servicios como policlínico, escuelas, municipalidad, bancos y mercados.

Aunado al déficit en la conectividad terrestre en las comunas del fiordo, las embarcaciones existentes son de uso particular principalmente y de baja velocidad lo cual hace que los tiempos en el traslado sean aún más largos. Otra desventaja que presenta el transporte marítimo actual en el fiordo es la carencia de puertos o muelles de gran envergadura para el arribo de las embarcaciones, por lo que el embarco y desembarco es inadecuado para personas con movilidad reducida o frente a una situación de emergencia lo que representa una situación indigna y de peligro para los pasajeros.

Es así que este estudio se basa principalmente, en la comunicabilidad, en la necesidad de brindar un medio de transporte digno que permita trasladarse y circular de forma rápida y segura.

FIORDO COMAU [42°30' S-73°50'W]

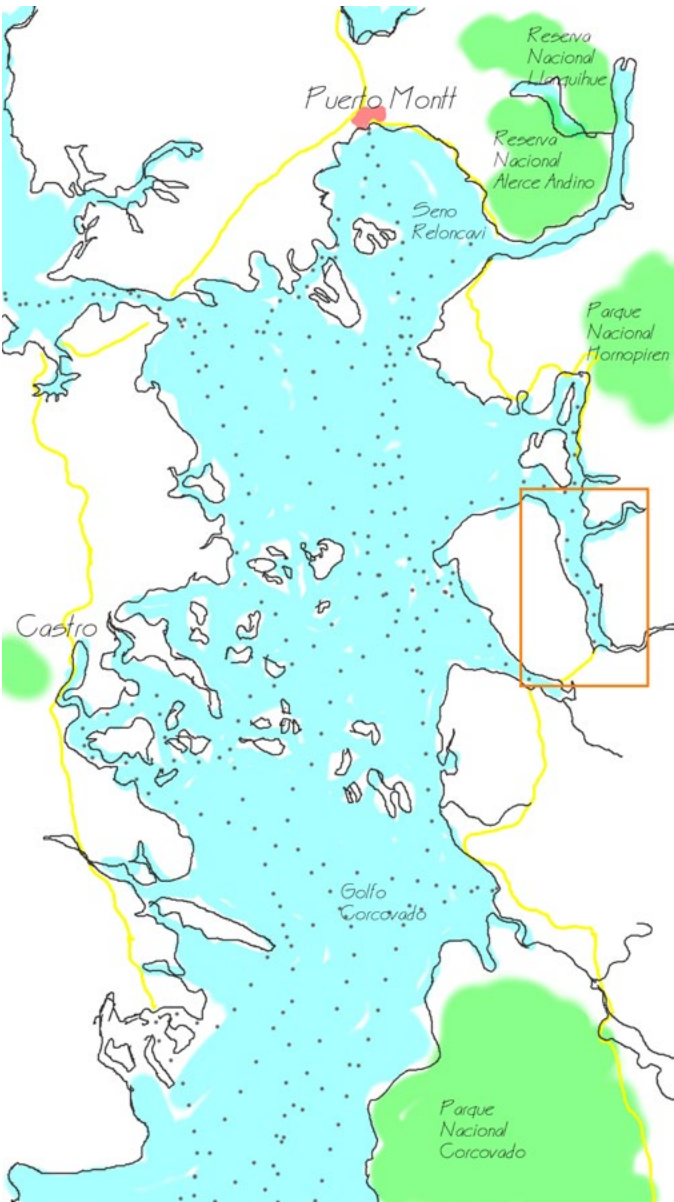


Figura 1.- Ubicación de la zona de estudio. Fuente: Elaboración Propia.

El fiordo Comau es parte de una falla estructural longitudinal de 68 kilómetros que se extiende de Norte a Sur.

Las montañas que rodean el fiordo se elevan a una altitud de 2.000 metros mientras que la máxima profundidad del agua es de 500 metros. El paisaje se caracteriza por laderas con fuertes pendientes, tanto por encima como por debajo del nivel del mar. La costa es muy estructurada y casi todos los tipos de sustratos están representados: marismas de lodo, playas de arena, playas de ripio, playas de bolones y costa rocosa en todas las inclinaciones. El último tipo de costa caracteriza la mayoría de la ribera.

El fiordo tiene gran afluencia de agua dulce con un promedio anual de lluvias que sobrepasan los 6 metros. El clima es de tipo templado con un promedio anual de temperaturas de 10,5° C (50,9° F). En días despejados la fuerte radiación solar refleja la latitud a 42° Sur. Un bosque tupido siempre verde mezclado con coníferas cubre las paredes del fiordo.

El agua del fiordo se caracteriza por la presencia de una capa superficial de salinidad baja que se puede extender por más de 8 metros en profundidad y puede alcanzar salinidades por debajo de 10%. En combinación con una amplitud de marea máxima de 7,5 metros, los primeros 15 metros se encuentran bajo más o menos frecuente influencia de aguas de baja salinidad. Por esto, las comunidades bénticas en los primeros 15 metros son en general más pobres en diversidad de especies y muy distintas de las que se encuentran más abajo. Fuertes patrones de zonificación están bien ejemplificados a través de claras bandas horizontales.

CONDICIÓN OCEANOGRÁFICA DEL FIORDO COMAU

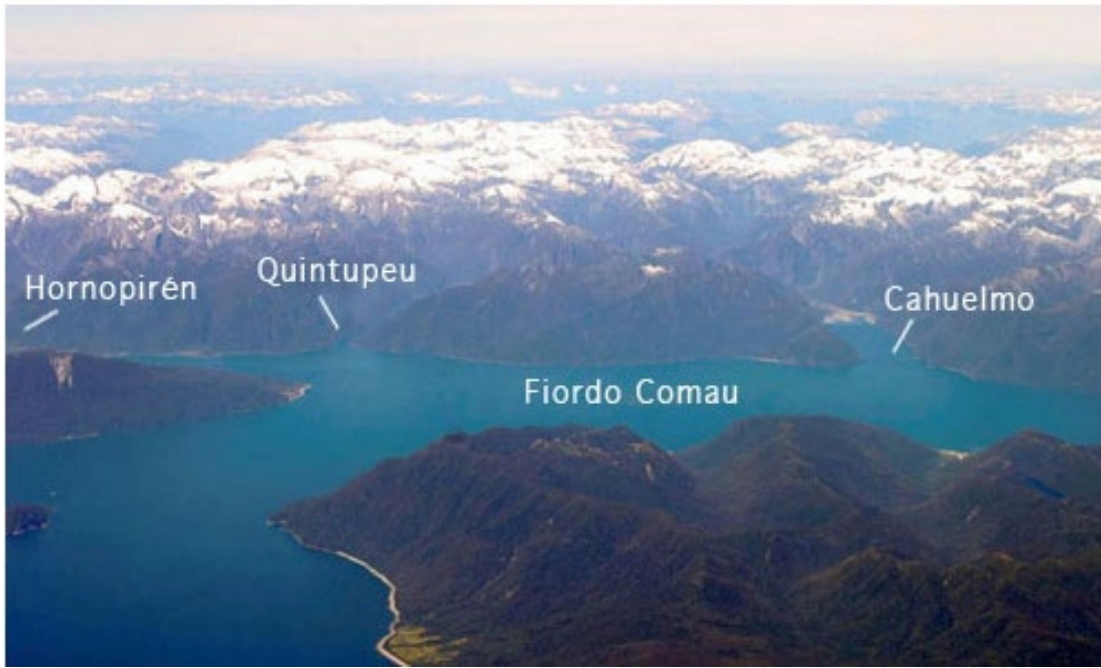


Figura 2.- Ubicación Geográfica del fiordo comau. Fuente: <http://www.huinay.cl/oceanographice.html>

El fiordo comau se caracteriza por poseer diferencias de densidad vertical muy amplias; los gradientes verticales están dentro de los más pronunciados que se encuentran. Se pueden distinguir tres diferentes capas:

- Capa Superficial, generalmente no mayor a 10 metros de profundidad, con estratificación interna que depende del ingreso reciente de agua dulce, calentamiento y enfriamiento local y mezcla por los vientos. La salinidad de esta capa encuentra su mínimo en la cabeza del fiordo, aumentando gradualmente hacia la boca. La variación temporal de las fuerzas locales de viento pueden alterar la profundidad de la capa superficial cerca del final interior hasta en varios metros. Estas perturbaciones se propagan como ondas internas hacia la desembocadura.

- Capa Pícnoclina muy aguda bajo la capa superficial. En invierno es principalmente causada por diferencias en salinidad, y en verano tanto por la temperatura como por la salinidad. Debido a esta fuerte estratificación, las aguas superficiales pueden ser muy cálidas durante el verano sobre 20°C.

- Capa de aguas profundas tienen una temperatura de alrededor de 11°C y una salinidad superior a 32 ppm, similar a la del agua fuera del fiordo, considerando que la profundidad a lo largo de todo el fiordo excede los 400m, esta es la capa de mayor volumen de agua dentro del fiordo. En esta masa de agua las variaciones longitudinales y corrientes son muy reducidas.

La circulación y el intercambio de agua con el área externa al fiordo están gobernados por procesos estuarios, por ejemplo, son impulsados por influjos de agua dulce de ríos y la mezcla a través de la pícnoclina. El agua superficial salobre que sale en la boca es reemplazada por un flujo compensador lento debajo de la pícnoclina y agua dulce. Incluso si el rango de mareas es superior a 7 metros en las mareas Sycigias, en todas partes las corrientes de mareas son débiles debido a la amplia boca y la gran profundidad en todo el fiordo. Solamente en la angosta entrada al pequeño fiordo Quintupeu se nota la corriente de la marea.

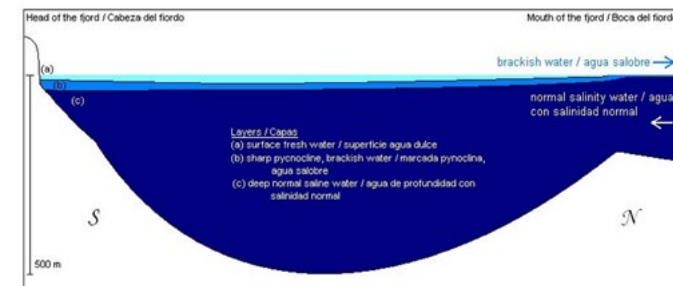


Figura 3.- Esquema simplificado de las capas y movimiento de agua en el Fiordo Comau. Fuente: <http://www.huinay.cl/oceanographice.html>.

Plataforma con laguna costera y decrecimiento vertical



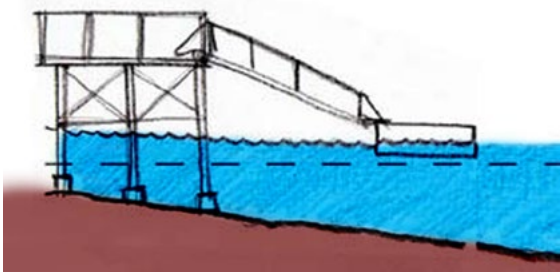
Plataforma con dos ángulos de pendiente



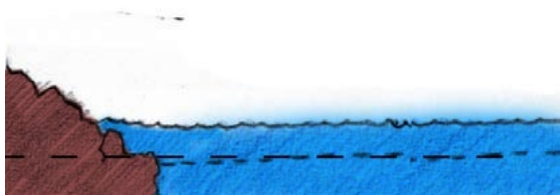
Plataforma con rampa homogénea



Muelles fijos y flotantes



Roqueríos en altura



Rampas de hormigón con y sin peldaños

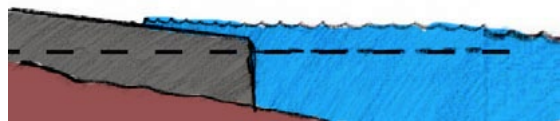


Figura 4 .- Esquemas de los diferentes fondos submarinos en el fiordo Comaú. Fuente : Intervención propia del análisis Egidio Jeria Ramírez. “Embarcación de Asistencia con hidroalas para los Habitantes de la Patagonia Occidental”.

CLIMA DEL FIORDO COMAÚ

Huinay se encuentra bajo la influencia de un clima templado y húmedo. Una estación meteorológica recoge diversos datos meteorológicos como pluviometría, temperatura, radiación solar, humedad ambiental, y velocidad del viento. El comportamiento anual de las lluvias es muy variable, con la posibilidad de 2 a 3 meses generalmente secos en verano (de diciembre a marzo) y lluvia el resto del año. En la región de los fiordos, aumentando considerablemente mientras se acerca a la cordillera de los Andes, el promedio de lluvias anuales sobrepasa los 6.000 mm. El promedio de temperatura anual es aproximadamente 10,5°C (50,9°F). La temperatura diaria puede ser muy variable dependiendo de nubosidad, viento y hora del día.

El viento es un fuerte factor del clima en Huinay, específicamente en los días claros y cálidos cuando se producen corrientes de convección por el calentamiento de las montañas de alrededor. Es normal tener velocidades de viento de 5,4 km/h en esos días. En días con más viento, las ráfagas podrán ocasionalmente exceder los 65 km/h.

Ecosistemas en el Fiordo Comau

El estuario de Huinay y el fiordo Comau en su conjunto suman todas las características generales de los sistemas de fiordos de la Patagonia norte, que incluye:

- a) Extensiones de marismas sedimentarias en las desembocaduras de los ríos, que crean sistemas estuarinos altamente afectados por las mareas.
- b) Aumento precipitado de las profundidades a lo largo de la mayoría de las paredes del fiordo.
- c) Vegetación arbórea siempre verde que alcanza la línea de más alta marea, aportando al mar grandes volúmenes de material orgánico, que rápida y eficientemente es reciclado

por organismos marinos.

d) Ausencia de marejadas oceánicas directas, solo ocurrencia de las olas causadas por el viento.

e) Abundancia de lluvias que causan superávit de agua dulce, que forma una capa superficial de baja salinidad en el fiordo.

Aguas oceánicas con alta salinidad penetran debajo de capas superficiales de aguas mixohalinas, permitiendo el desarrollo de una fauna de aguas tranquilas en ambientes escasamente iluminados. La productividad primaria se concentra en la capa superficial.

La mayoría de las áreas de estudios del fiordo están a lo largo de los bordes, debido a las limitaciones de accesabilidad consecuencia de las profundidades extremas que las paredes de granito alcanzan. Áreas de alta diversidad se encuentran típicamente en el contexto de porciones verticales o sobresalientes, muy probablemente debido a la falta de sedimentación en estas locaciones. También se observa un aumento de la diversidad en las cercanías de la boca del fiordo, donde la capa superficial de agua dulce es mucho más delgada.

Geomorfología costera del fiordo Comau

El fiordo Comau se encuentra entre el lado este de la península Huequi y la costa continental oeste, representando una extensión del mar de 46 km de largo, variando en su ancho de 1 a 3 km. Corre principalmente de sur a norte, girando hacia el oeste en el canal Comau donde se conecta con el Golfo de Ancud. El promedio de profundidad del fiordo es mayor a 250 m, con un máximo de 490 m en su centro. En la boca del fiordo las profundidades disminuyen y son similares las del Golfo de Ancud Adyacente.



Figura 5.- Entrada al Canal Comau desde Hornopirén. Fuente: Propia.

Aparte de las que se encuentran en la boca del canal Comau, no hay islas en el interior del fiordo. Tampoco existen arrecifes o bancos en el interior del fiordo, ni siquiera cerca de la costa. En general, la línea costera sobre el mar de este estuario rápidamente aumenta en altitud más de 1900 m. Esta batimetría es continuada bajo agua, con muros empinados que rápidamente aumentan en profundidad. Los constantes acantilados que bordean el fiordo son ocasionalmente interrumpidos por barrancos o valles con una pequeña bahía producida por el flujo de un estero o río caudaloso.

El Centro Científico Huinay se sitúa cerca del afluente de los Ríos Lloncochaigua y Huinay que convergen a 1 km de la costa para desembocar en la pequeña ensenada frente a Huinay.

Aunque no esté disponible una batimetría detallada del fiordo Comau entero, muchos sondeos exploratorios parciales llevados a cabo por los barcos del Instituto Oceanográfico Naval de Chile muestran las profundidades de casi todo el fiordo. Esta información está disponible como cartas de navegación en la página del SHOA.

Por otro lado, la Fundación San Ignacio del Huinay llevó a cabo un estudio batimétrico detallado de la ensenada Huinay donde se forma una marisma local. Estos estudios determinaron las mareas más altas y más bajas medidas durante las fases lunares más fuertes ese mes, y se realizaron sondeos que determinaron líneas isobatas mostrando el relieve submarino en el área.

Como resultado de estos sondeos, se detectó un montículo creciente en el sector norte de la ensenada. Al mismo tiempo, el límite este de la pendiente del montículo corre en dirección general norte-sur con una pendiente similar en toda su extensión, alcanzando rápidamente profundidades extremas. Hacia el sur, donde se encuentra el pueblo de Huinay, el relieve de la costa es suave y accesible. Sin embargo, estas condiciones cambian drásticamente a lo largo del fiordo, donde se encuentran diferencias notables en las condiciones del borde costero.

La conectividad del fiordo Comau se reduce a una carretera que posee un limitado alcance, se extiende desde Hornopirén pasando por caleta Cholgo hasta terminar en Pichanco, consta de una vía terrestre de unos 20 Km que no cuenta con infraestructura portuaria.

Es entonces que las principales vías de transporte son las náuticas. El principal centro urbano es Hornopirén ubicado al norte del fiordo, es aquí donde se realizan las actividades de comercio, abastecimiento y prestación de servicios como políclínico, escuelas, municipalidad, banco y mercado para los habitantes. Las vías del fiordo son principalmente cubiertas por las distintas embarcaciones del lugar que realizan trayectos de forma continua.

En Hornopirén se encuentra una posta en tierra a la que llegan los habitantes del fiordo. Cuenta con una rampa de hormigón armado de 7 m de ancho, 30 m de largo y un ángulo de inclinación de 7°. La rampa se ubica al noroeste de la desembocadura del

Río Blanco, se encuentra a cargo de la Capitanía de Puerto de Río Negro/Hornopirén. Durante la mayor parte del año se utiliza para la carga y desembarco de insumos para las salmoneras y transporte de pasajeros.



Figura 6.- Rampa de Hormigón para embarco /desembarco en Hornopirén. Fuente: Propia.

Cuenta también con un muelle flotante de la Empresa Multiexport, consiste en una estructura de pilotes de acero y madera. Tiene 4 m de ancho, 35 m de largo y 8 m de alto. Este muelle está ubicado al costado oeste de la rampa de Hornopirén y se extiende sobre la playa. Este muelle es de uso exclusivo de la empresa de Salmones Multiexport S.A.



Figura 7.- Muelle de madera con extensión flotante en Hornopirén. Fuente: Propia.

Tomando Hornopirén como primer lugar de análisis es posible destacar su importancia urbana para el Fiordo, es una ciudad enfrentada hacia el mar, cuya misión es abrir la continuidad de la carretera austral por la vía náutica. En Hornopirén se encuentra un lugar constituido para prestar arribo de los servicios básicos para facilitar la navegación por la zona. Por estas razones es en Hornopirén donde se inicia dando cabida real a la propuesta de la embarcación hidrofoil, ya que es aquí donde surge la aproximación al puerto de salida hacia cualquier orilla dentro del fiordo Comaú.

Un segundo lugar de gran importancia en el la zona es Huinay, corresponde a una de las localidades con mayores recursos en infraestructura náutica en el Fiordo. La Fundación San Ignacio del Huinay ubicada al este, ha dotado de una serie de adelantos tecnológicos, dentro de ellos se encuentra una planta hidroeléctrica capaz de generar 200k W de potencia. Parte de la electricidad generada por la Fundación es entregada en forma gratuita a los habitantes de Huinay, que suman 6 familias (unas 25 personas). Además, dentro de este proyecto se considera el consumo de la Escuela Pública de Huinay sin costo para apoyar el desarrollo de la educación de los niños de la zona.



Figura 8.- Traslado de enfermos / equipo “Rondas Médicas en Huinay”. Fuente: <http://www.huinay.cl/medicale.html>.

La localidad cuenta también con un pequeño centro médico para el tratamiento de emergencias en la escuela Huinay. Regularmente se realizan traslados gratuitos de equipo médico del policlínico de Hornopirén para la realización de “Rondas Médicas” que incluyen atención de enfermos y tratamiento de enfermos crónicos.

La Fundación cuenta con cinco embarcaciones en la estación Huinay:



Mytilus

Eslora: 10 m
 Carga Máxima 1.500 kg
 Motor: 50 hp Yamaha 4 tiempos
 Velocidad máxima: 50 kph



Lancha San Ignacio

Eslora 7,5 m
 Carga máxima: 2.500 kg
 Motor: 2 x 90 hp Yamaha 4 tiempos
 Velocidad máxima: 50 kph



Llonco

Eslora: 4,5 m
 Carga máxima: 1.000 kg
 Motor: Yamaha 25 hp cuatro tiempos
 Velocidad máxima: 16 kpn



Zodiac “Benthos“

Eslora: 5,5m
 Carga máxiama: 1.200 kg
 Velocidad máxima: 50 kph



Lanchas pescadores (datos variables)

Eslora: 9 m
 Carga máxima: 2.000 kg
 Velocidad promedio: 20 kph

Figura 9.- Embarcaciones en la Estación Huinay. Fuente: <http://www.huinay.cl/boatse.html>.

Además de las embarcaciones propias de la estación, muchas veces se emplean lanchas de los pescadores del lugar, para resolver conflictos de itinerario y apoyar la economía local.

B) FUNDAMENTO CREATIVO

DE LA OBSERVACIÓN

En el marco de la habitabilidad surge la observación como un fenómeno directamente vinculado con el diseño de todo lo que se relaciona con la embarcación y permite la conexión del mar con la tierra, así como la relación con los habitantes.

Para ello tomamos el documento Observación de Flabio Cruz (1972) en una charla impartida en la PUCV. En la que menciona que el hombre está obligado a hacer y rehacer el mundo. a re- inventarlo una y otra vez, nos dice que puede cumplir esta obligación porque tiene la posibilidad de ver el mundo, verlo como por primera vez. (Flabio Cruz, Observación) :

“Observar sería entonces esa actividad del espíritu(y del cuerpo) que nos permite acceder, una y otra vez, a una nueva, inédita, visión de la realidad“.

Considerando esto, menciona que a través de la Observación se espera tener una suerte de “Videncia“ de algún o algunos aspectos de la realidad. El nos dice que se trata de algo que no se puede garantizar, un regalo o don, asegura que no es un procedimiento ni un método. Sin embargo juega un papel importante en el proceso creativo de una obra al ubicarse al inicio del proceso. (Flabio Cruz, Observación) :

“ Por la observación lo aparentemente conocido, lo ordinario, lo trivial, lo cotidiano, sale de lo neutro y homogéneo y COBRA SENTIDO, vale decir cobra UN sentido “.

Es así que a través de la observación y viendo la embarcación como una gran obra de diseño es importante resaltar las características que posee, así como las situaciones a las que se ve expuesto. Con el propósito de lograr definir la obra de diseño, se hace énfasis en el uso de espacios habitables móviles como buses y embarcaciones, ya que podemos decir que los tiempos y momentos se pueden asemejar al ir en un automóvil o algún

otro vehículo que permita el traslado de pasajeros y carga.

En los autos por ejemplo, un interior flexible es muy útil para que pueda adaptarse a diversos pasajeros y las situaciones de carga. Se pueden buscar asientos adicionales que se pliegan cuando no están en uso incrementando así la capacidad de carga en el interior.

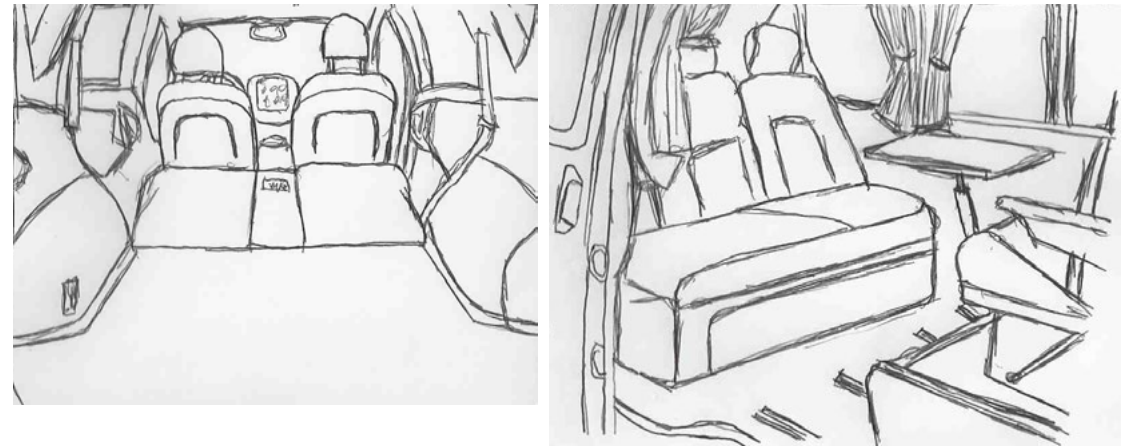


Figura 10.- Interior en un automóvil tipo Wagon, situación de los objetos interiores. Fuente: Elaboración propia.

También conocidas como Micro-Bus desde 1950 hasta 2003, el Camper Volkswagen Westfalia es uno de los mejores ejemplos de vehículos que buscan la amplitud de su interior. Equipada con varios asientos plegables que se convierten en camas, paneles interiores de contrachapado, gabinetes de madera para almacenaje, hielera, lava platos, cortinas, conexiones eléctricas y mesa plegable. Además de otros equipos opcionales que el cliente puede solicitar para su vehículo en particular.



Figura 11.- Vehículo Volkswagen Westfalia, Fuente: <http://www.cs.rochester.edu/u/jag/vw/gen/living.html>.

Observando el gesto del hombre cuando se encuentra en viajes largos de más de 3 horas, los pasajeros cambian de posición constantemente buscando la comodidad en el estar a bordo, reclinan los respaldos constantemente y buscan la amplitud de los espacios sin sacrificar la privacidad de su lugar.

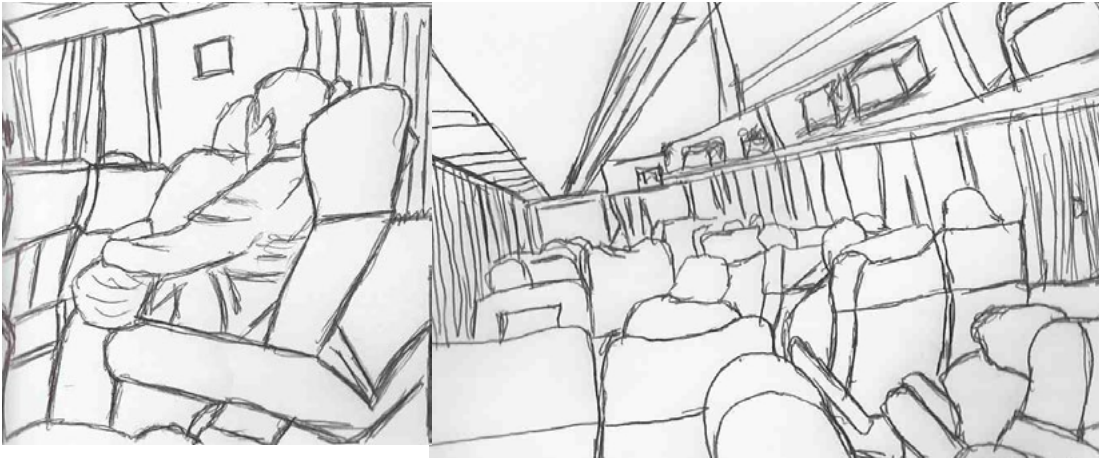


Figura 12.- Interior de bus interurbano ruta: Arica, Chile- La Paz, Bolivia. Fuente: Elaboración propia, agosto 2012.

La habitabilidad en el “ir” por su parte, se puede observar durante recorridos cortos en los que los pasajeros trasladan equipaje y bultos pequeños, mercadería, etc. Generalmente colocan los bultos a su lado u ocupando los lugares que estén vacíos aunque les resulte un tanto incomodo ya que la prioridad en este caso es el “ir”, trasladarse de manera rápida a su destino, por lo que no se busca mayor comodidad que la de ir sentado y llevar sus pertenencias a la mano para poder bajar del bus lo más rápidamente.

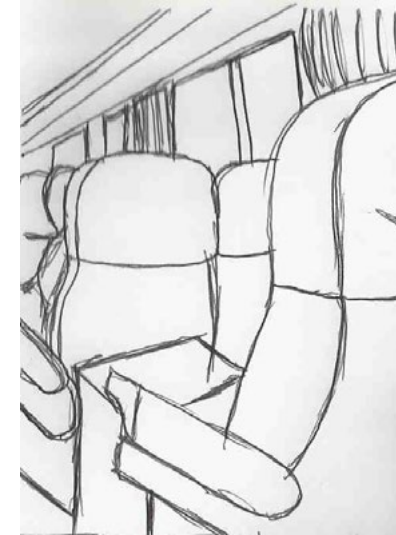


Figura 13.- Interior de bus interurbano ruta: La Paz-Huatajata, Bolivia. Fuente: Propia, agosto 2012.

HABITABILIDAD EN EMBARCACIONES

El espacio habitable de una embarcación se genera desde su exterior, existe gracias a la macrohabitabilidad. Pero es la microhabitabilidad la que le permite ser habitado en plenitud. Son los objetos que existen en este espacio y las funciones que estos presentan, las que lo hacen un espacio habitable.

“La peculiaridad ha de ser “evidenciada” por el objeto. Ha de “mostrarse”, ha de “resplandecer”. 20. Ivelic, Boris. “Peculiaridades, cualidades intrínsecas de los objetos.” Tesis. Escuela de Arquitectura y Diseños Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2007 / 21. Ibid / 22. Ibid

Todas estas peculiaridades tienen en común el aparecer y desaparecer, esta condición de los objetos de tener una doble cualidad, de darse en dos momentos: en el ir y en el estar.

Los objetos de la embarcación deben ser capaces de aparecer y desaparecer de acuerdo a la función que se le dé esta y por lo mismo le otorgarán una temporalidad al espacio habitable no solo en el ir, sino también en el estar.

Estos dos momentos de la embarcación, se conjugan con la función específica que ella presentará como vehículo de emergencia, lancha de velocidad, vehículo de carga o unidad habitable, creando así la microhabitabilidad de la misma. Es entonces que esta transición generada al viajar consituye un cambio constante tanto en el ambiente como en las personas. Así como la embarcación va en movimiento, todo dentro y fuera de ella lo está también durante la navegación. Los lugares y paisajes van cambiando, se descubren constantemente y nuevos elementos aparecen a la vista.

EMBARCACIONES CON HIDROFOIL -LAGO TITICACA

Partiendo de la visita a la empresa Crillon Tours en Bolivia se logra realizar un estudio de las embarcaciones hidrofoil utilizadas en el lago Titicaca para la conectividad turística, dicha empresa cuenta con seis embarcaciones de gran capacidad para recorridos largos y una embarcación con capacidad para 6 pasajeros, la cual solo realiza recorridos de 40 minutos en una sección determinada del lago.

El objetivo principal de la visita es la observación de macro y micro habitabilidad en las embarcaciones, cubriendo con esto las dimensiones generales del interior, acceso, asientos, ya que algunos parámetros de diseño deben ser considerados para el desarrollo del proyecto.

Macrohabitabilidad

Lo primero que surge ante nuestros ojos al llegar al Puerto de Huatajata, son esas estructuras reposadas en el agua apuntando en dirección al lago. Cuatro embarcaciones llamadas “flechas” tres de ellas atracadas en el puerto y una más a unos metros en el interior del lago. Esta última es de mayor dimensión, mayor capacidad, por ende mayor calado. La primera de las embarcaciones atracadas en el puerto es la Flecha de Bolivia, con una capacidad para 40 pasajeros, la segunda Flecha del Titicaca con una capacidad para 30 pasajeros y la tercera Flecha de Copacabana con capacidad para 18 pasajeros.

Se nos permitió acceder al puerto para observar las embarcaciones más de cerca y realizar un levantamiento respecto al diseño y dimensiones exteriores de cada una.

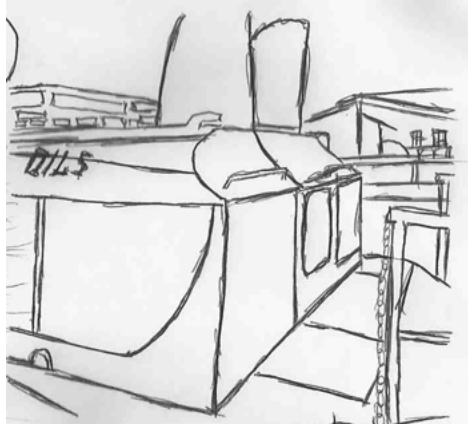


Figura 14.- Acceso al interior por Popa. Fuente: Elaboración propia. Puerto Crillon Tours Huatajata, Bolivia Agosto 2012.

El único acceso a las embarcaciones se encuentra en popa, esto permite que el acceso de los pasajeros sea fluido ya que al ingresar por un pasillo central que induce hasta el frente de la embarcación, por lo que los pasajeros ocupan los asientos desde el frente hacia atrás.

A simple vista, el pórtico de acceso parece muy pequeño, sin embargo una vez que se abre, se amplía y que cuenta con tres peldaños los cuales permiten el acceso de manera cómoda sin tener que agacharse.



Figura 15.- Pórtico de acceso embarcación Flecha Copacabana. Fuente: Elaboración propia. Puerto Crillon Tours Huatajata, Bolivia Agosto 2012.

Por otra parte el Puerto de Huatajata cuenta con un único muelle de embarco y desembarco, contruido por los mismos mecánicos de la compañía con tablones de madera, se puede observar que el que fue construido inicialmente no se encuentra a la altura conveniente, por lo que se ha colocado una segunda rampa desde el borde para mayor seguridad y comodidad de los pasajeros y tripulantes.

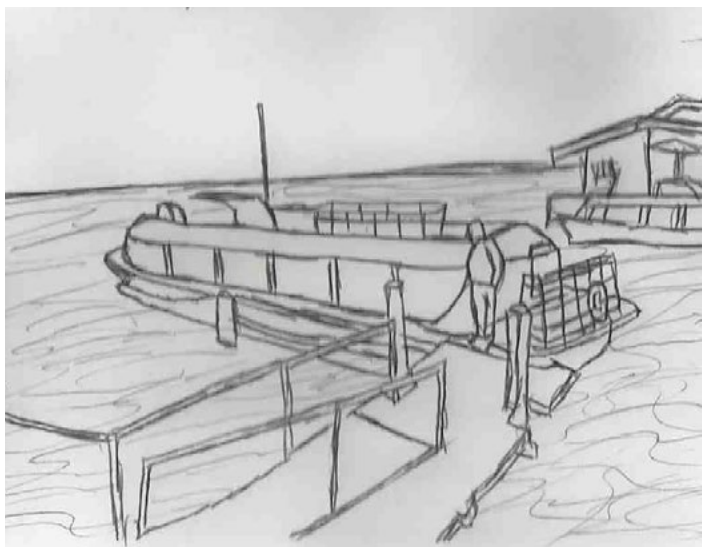


Figura 16- Muelle de embarco y desembarco Puerto Crillon Tours Huatajata, Bolivia Agosto 2012. Fuente: Elaboración propia.

En la proa de todas las embarcaciones se encuentra un espacio libre en cubierta para las maniobras de atraque que realizan los tripulantes en el muelle.

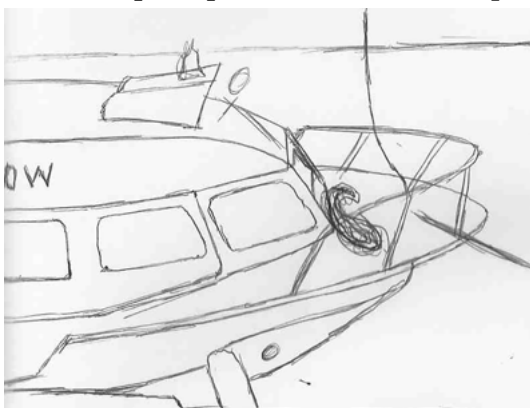


Figura 17.- Cubierta de proa embarcación Flecha Copacabana. Puerto Crillon Tours Huatajata, Bolivia Agosto 2012. Fuente: propia.

Las embarcaciones cuentan con zonas estancas o de almacenaje en la popa, su ubicación es bajo cubierta por lo que son discretos a la vista y no presentan impedimento al transitar sobre ellas.

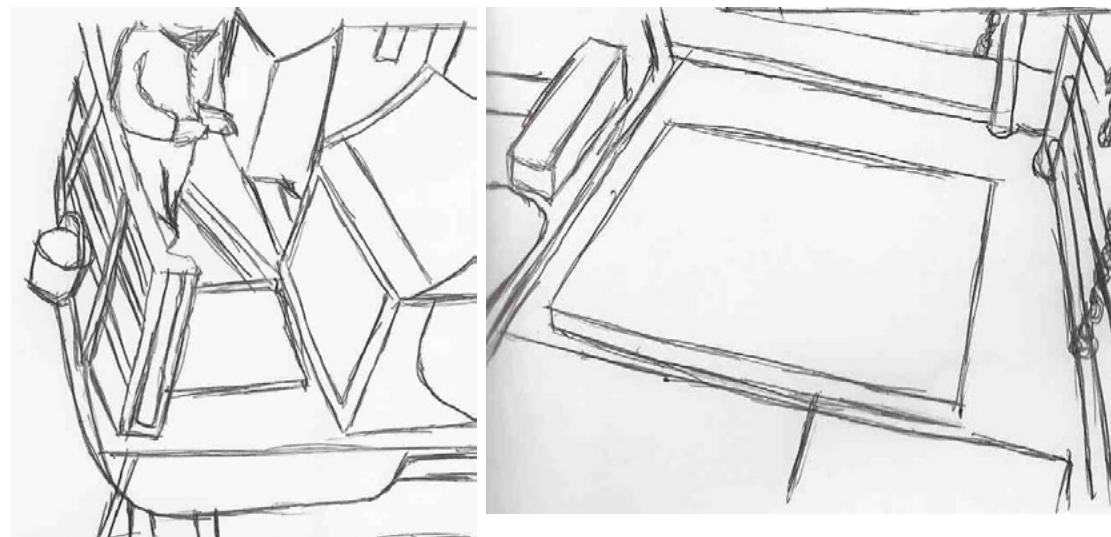


Figura 18 .- Zonas estancas en popa. Fuente: Elaboración propia.

Otro aspecto de observación es la sujeción de los perfiles alares, ya que se pretende descubrir de que manera pueden ser adaptados a la embarcación menor que será diseñada. Las embarcaciones Crillon atracan de forma perpendicular a los muelles y en zonas con suficiente profundidad por lo que la ubicación de los perfiles no afecta las maniobras de acercamiento al borde. Los perfiles estan fijos al casco y sujetos con pernos para poder ser retirados cuando se requiera cambiarlos o repararlos. Están hechos de aluminio y son fabricados en el astillero de la empresa Crillon en Huatajata .

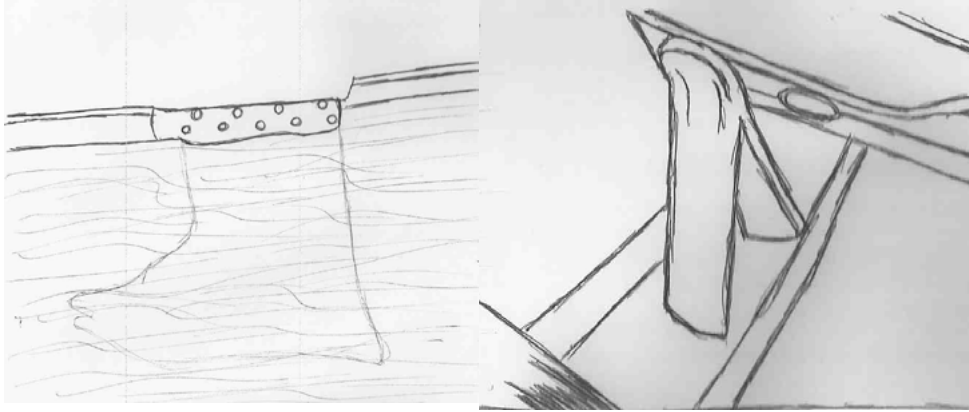


Figura 19.- Sujeción de Perfiles alares.ubicación forma y dimensión de perfil. Fuente: Elaboración propia.

Otro elemento característico en las embarcaciones son las pasarelas laterales que permiten que los tripulantes se trasladen desde proa a popa por el exterior de la embarcación para realizar diferentes maniobras durante la navegación o al llegar a puerto. Son de aluminio, su forma y acabado es aerodinámico para disminuir el roce con el viento, y por tanto disminuir la resistencia de la embarcación. En cuanto a dimensiones, el largo está dado por la eslora de la embarcación, mientras que el ancho corresponde a 15 cm.

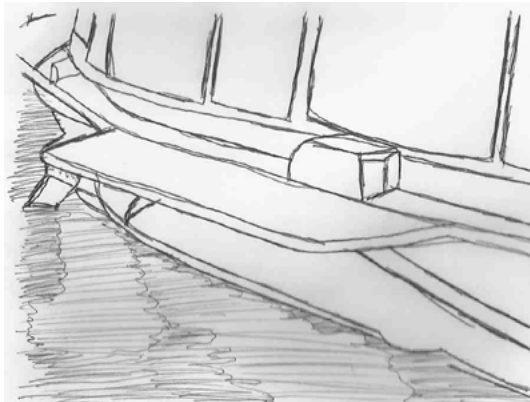


Figura 20.- Pasarelas laterales. Embarcación Hidrofoil Crillon, Bolivia. Fuente: Elaboración propia.

Microhabitabilidad

Acompañados de uno de los mecánicos, se nos permitió el acceso a la Flecha de Copacabana con lo cual se logró obtener un panorama del hueco o espacio habitable.

El acceso a la embarcación se realiza a través de cuatro escalones ubicados en un pasillo central. La configuración en el interior corresponde a cuatro filas de asientos orientados hacia la proa de la embarcación y un pasillo central, bajo cada una de las plazas se encuentra el chaleco salvavidas, en la parte superior de los asientos un espacio designado para equipaje o bultos pequeños. Cada una de las plazas cuenta con asiento y respaldo acojinados, también con un reposa brazo.

La embarcación cuenta con servicio de bar por lo que se utiliza una pequeña superficie para colocar lo necesario para servir las bebidas a bordo. Cabe mencionar que dicha superficie cuenta con perforaciones que sirven para insertar los objetos y evitar su movimiento durante la navegación.

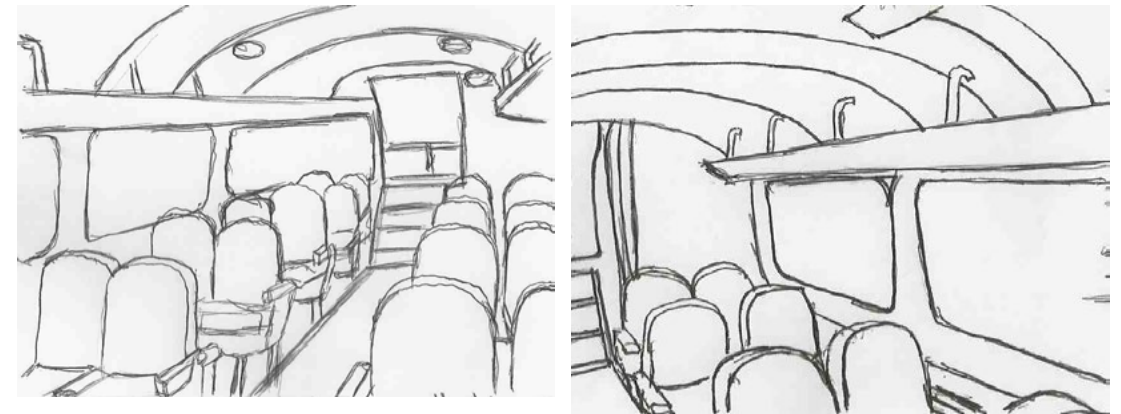


Figura 21 .- Interior habitable embarcación Flecha Copacabana, Crillón Tours, Bolivia. Bolivia Agosto 2012. Fuente: propia.



Figura 22 .- Asientos embarcación Flecha Copacabana, Crillón Tours, Bolivia. Bolivia Agosto 2012.
Fuente: propia.

Una vez que la embarcación se encuentra en vuelo y la navegación es estable y es posible ponerse de pie dentro e incluso salir a la cubierta de popa. Durante la navegación es común observar que los pasajeros que permanecen sentados giran sus cuerpos hacia el exterior de la embarcación para observar el paisaje a través de las ventanas. Otros pasajeros se ponen de pie y salen a la cubierta de popa donde se puede apreciar la inmensidad del Lago y también el funcionamiento de la embarcación en modalidad hidrofoil.



Figura 23 .- Pájaros a bordo del Flecha Copacabana, Crillón Tours, Bolivia. Bolivia Agosto 2012.
Fuente: Elaboración propia.



El área de proa esta totalmente designado para la conducción de la embarcación, es aquí donde se ubica la cabina de mando y los controles de navegación. Cuenta con un solo asiento para el capitán. El parabrisas permite visibilidad panorámica al navegar, sobre el techo se encuentra una puerta pivotable, la cual es utilizada por el capitán para dar instrucciones al tripulante sobre las maniobras para atracar en el muelle. La cabina se encuentra separada del resto de la embarcación a través de un muro vertical que corresponde al ducto de ventilación del motor, el cual se encuentra en la parte posterior al asiento del capitán. Se puede notar que esta ubicación resulta favorable ya que indirectamente crea una separación de los espacios interiores de la embarcación.

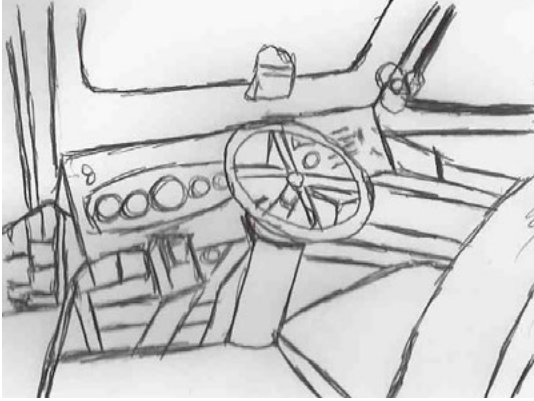


Figura 24.- Cabina de mando Flecha Copacabana, Crillón Tours, Bolivia. Bolivia Agosto 2012. Fuente: Elaboración propia.

Como toda embarcación debe cumplir con las normas establecidas por las autoridades que regulan las actividades marítimas, por lo que cuenta con equipo de asistencia para emergencias y extintor de incendios. Estos se encuentran en un espacio designado para el servicio a bordo provisto por el tripulante.

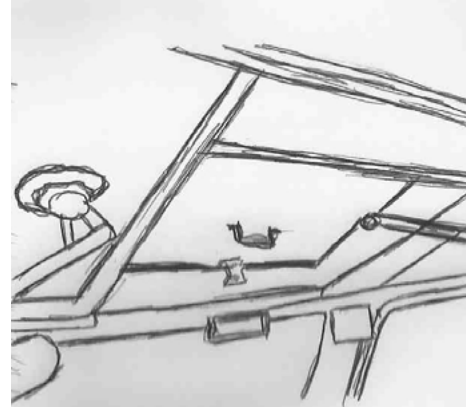


Figura 25.- Equipo de asistencia. Flecha Copacabana, Crillón Tours, Bolivia. Bolivia Agosto 2012. Fuente: Elaboración propia.

Dichas normativas señalan también que ciertas embarcaciones, dependiendo de la eslora, deben contar con servicios higiénicos a bordo para uso de los pasajeros. Todas las embarcaciones hidrofoil cumplen con esta normativa. El espacio para dicho servicio se ha designado en la popa de la embarcación, a la altura del acceso hacia babor.



Figura 26.- Servicios Higienicos. Flecha Copacabana, Crillón Tours, Bolivia. Bolivia Agosto 2012. Fuente: propia.

Habitabilidad en una embarcación menor con Hidrofoil de uso turístico

Existen ciertos factores relevantes que pueden relacionar esta embarcación con la nuestra, una de ellas es la dimensión y la capacidad. Sin embargo en el caso específico de la embarcación a diseñar se pretende dar lugar por medio de la plegabilidad a los diferentes escenarios del habitar a los cuales dará respuesta. Para lograr un mejor panorama de la embarcación y la navegación en ella, se realizó una navegación de 40 minutos en el lago Titicaca .

La embarcación Glassnost, como se identifica en la empresa Crillon, tiene 7,70 m de eslora y 2,10 m de manga aproximadamente. Su capacidad es de 7 personas a bordo incluyendo al capitán. Esta embarcación solo realiza recorridos cortos por su alto consumo en gasolina.

Macrohabitabilidad

El casco y la superestructura que conforman la embarcación son de aluminio, así como los perfiles alares. El largo de la superestructura se encuentra notablemente reducido con respecto a la eslora total pues tiene un largo habitable de 4 m. En su mayoría la cabina se encuentra dotada de ventanas hacia babor y estribor. También cuenta con un amplio parabrisas al frente y unas ventanas corredizas en la parte de popa. Un detalle interesante que presenta ésta embarcación es el acceso hacia el interior, cuenta con dos ventanas pivotables (en babor y estribor) las cuales amplian el hueco de acceso al deslizar las ventanas horizontales hacia popa.

Se puede observar también que cuenta con un área libre en proa, desde ahí se pueden realizar maniobras de atraque, en el espacio bajo la cubierta se encuentra el tanque de gasolina cuyo acceso es desde el interior de la embarcación.

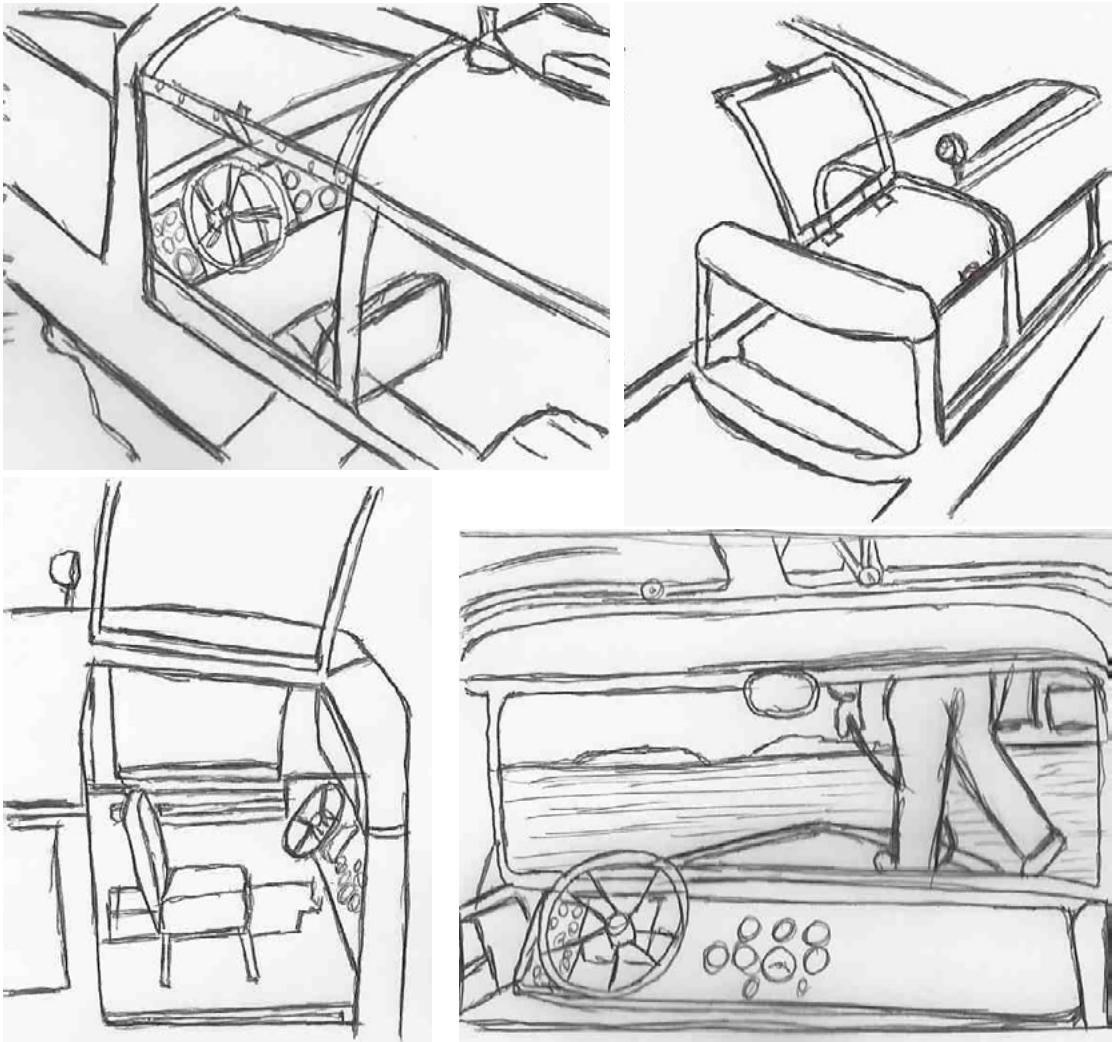


Figura 27 .- Embarcación Glassnost. Crillón Tours. Bolivia. Fuente: Elaboración propia.

Microhabitabilidad

Al entrar en la embarcación lo primero que aparece en el interior es el lugar del capitán, conformado por un asiento y el tablero de controles. A través de un pasillo central se conduce a los pasajeros a las dos filas de asientos que se encuentran en dirección a proa. El pasillo central es de 30 cm de ancho y el espacio libre frente a cada uno es de 50 cm. El asiento del capitán es igual al de los pasajeros, las dimensiones son estándar, pues tiene 47 cm de alto, 40 cm en altura de respaldo y profundidad del asiento.

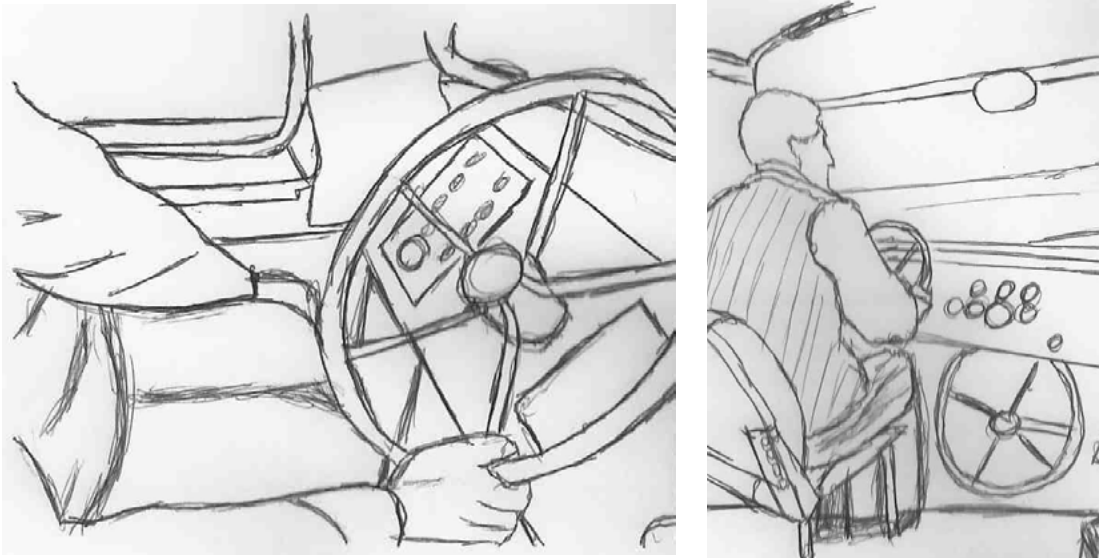


Figura 28.- Tablero de control embarcación Glassnost, Crillón Tours. Bolivia Fuente: Elaboración propia.

Es importante destacar que la altura habitable de la embarcación Glassnost es de 1,52 m, es reducida para estar de pie en el interior, pero favorece la estabilidad de la nave ya que todos los centros de gravedad se encuentran bajos. Los asientos se encuentran fijos en su posición por lo que no hay posibilidad de cambiar la configuración de los mismos, al igual que las embarcaciones de mayor eslora cuenta con botiquín para emergencias

menores y extintor de incendios a bordo, estos se encuentran visibles en la parte de proa cerca de las ventanas de acceso.

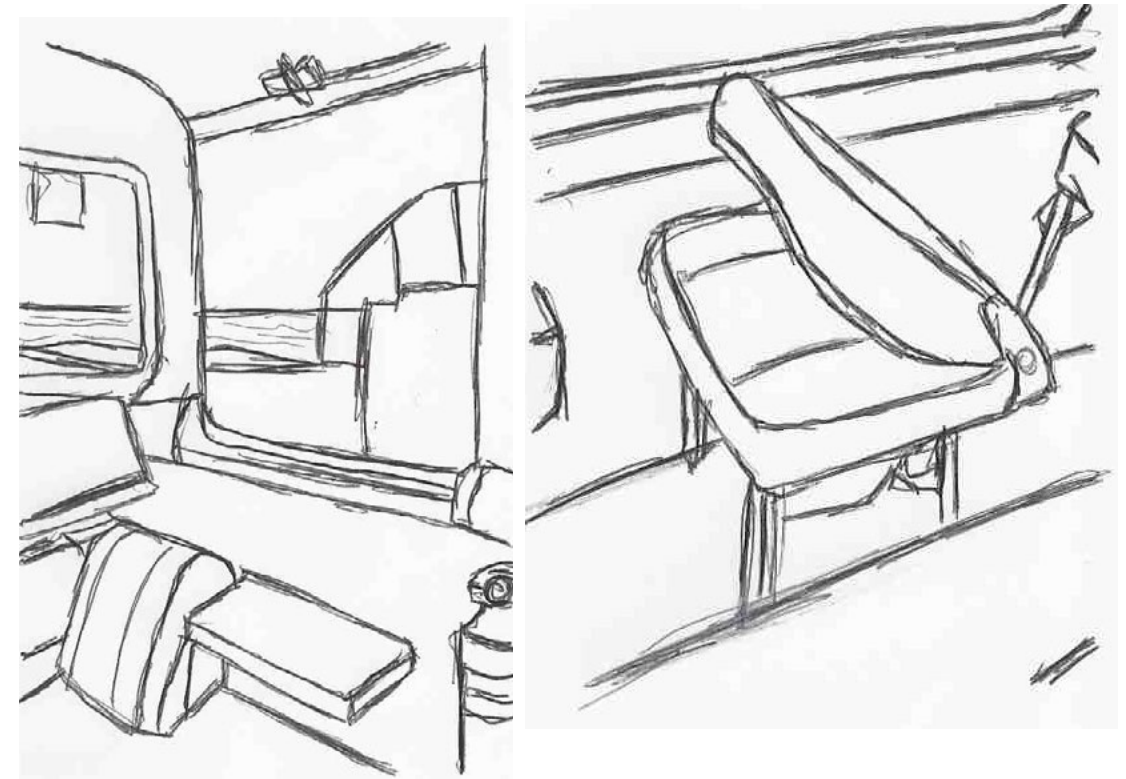


Figura 29 .- Interior embarcación Glassnost. Crillón Tours. Bolivia. Fuente: Elaboración propia.

La visita a la empresa Crillón Tours resulta de gran aporte para la presente investigación, un logro importante ha sido el navegar en embarcaciones hidrofoil, experimentar su comportamiento al navegar, observar las facilidades que se encuentran en su interior y la importancia que éstas representan con respecto a la conectividad en el Lago Titicaca.

NAVEGACIÓN Y EMBARCACIONES EN EL FIORDO COMAÚ

Esta sección trata los diferentes modos de ir durante la travesía realizada en el mes de Octubre por vías marítimas. Es a través de esta experiencia que se logra observar que el viaje esta determinado por diversos factores, como el oleaje, el viento, las corrientes y la geografía entre otros. Al navegar, diferentes condiciones y actos toman lugar en una embarcación, dependiendo de los diferentes momentos que se experimentan al ir a un destino cualquiera.

Navegando en el fiordo es notable la aparición de pequeñas comunidades en los bordes, la existencia y ubicación de estas se debe al continuo tránsito en las embarcaciones que genera comunicabilidad y trabajo entre los bordes a lo largo del fiordo dando cabida a la navegación como un modo de continuidad de bordes. Es entonces, que esta continuidad de suelos se convierte en el acto del trasbordo, una actividad cotidiana para los colonos al abordar una embarcación en la orilla.

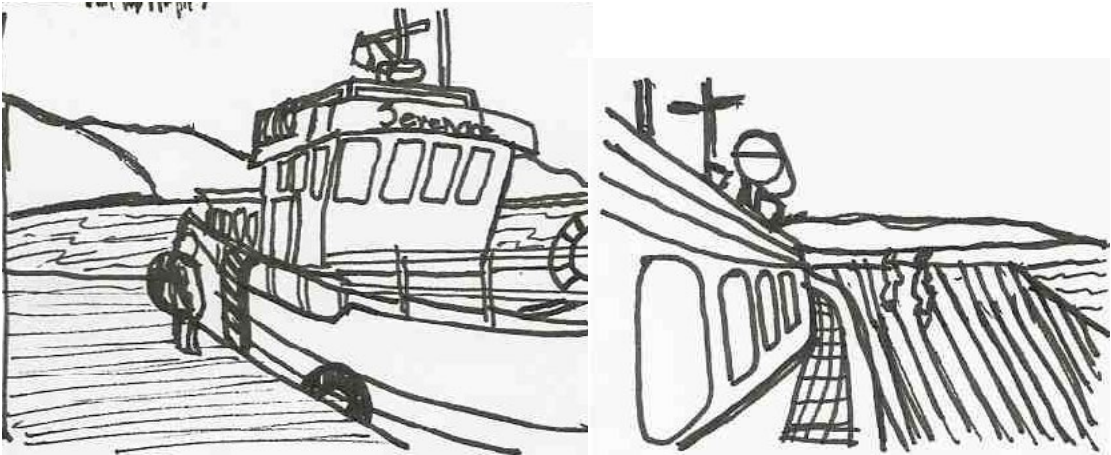


Figura 30.- Embarcación Serenade, Hornopirén. Fuente: Elaboración propia.

Al abordar la embarcación Serenade, se puede observar que su habitabilidad es similar a la de un bus, equipada con 20 butacas robustas en dirección a proa. En la parte central un pasillo que conduce hacia popa donde se encuentra el servicio higiénico. Si bien cumple con su principal objetivo que es el traslado de pasajeros desde Hornopirén al interior del fiordo, sin embargo es fácil notar que no se encuentra acondicionada para trasladar a un enfermo o accidentado, en caso de ser necesario. En la parte de proa, bajo cubierta, cuenta con otra área destinada para pasajeros con asientos, sin embargo, es en

ésta área donde usualmente se colocan los bultos y carga de los pasajeros por lo que se encuentra desordenada e inhabilitada para pasajeros.



Figura 31.- Habitabilidad en la embarcación Serenade, iniciando navegación en Hornopirén. Fuente: Elaboración y toma propia.

Durante la navegación realizada es en este espacio de la embarcación donde se toman los alimentos ya que cuenta con una superficie tipo mesa donde se pueden colocar los elementos a utilizar, es así como la disposición y transformación de los elementos permiten adaptar la habitabilidad para el momento de “estar” a bordo. En el mismo nivel de la embarcación se encuentra el área designada como dormitorio para la tripulación a bordo, consiste en un hueco contenido bajo la cabina de mando equipada con camarotes.



Figura 32 .- Espacio de dormitorios tripulación Embarcación Serenade. Fuente: Propia.

A pesar de la compleja conectividad marítima que enfrentan los colonos, tienen poca o nula conciencia de lo adverso que les resulta trasbordar. No ven la dificultad en sus muelles o en sus embarcaciones. Una de las situaciones que se presentan durante la travesía, es al desembarcar en las termas porcelana, que al carecer de muelle se hace uso de una escala de aluminio que se coloca en la proa de la embarcación para permitir el descenso de los pasajeros.



Figura 33 .- Desembarco en las termas de Porcelana. Fuente: Propia.

Al internarse más en el fiordo se encuentra Vodudahue, lugar donde se presenta una situación de mayor complejidad, pues el descenso debe ser de forma rápida ya que la marea baja drásticamente y el regreso de la embarcación se ve comprometido. El borde en Vodudahue está compuesto de roca principalmente y aunque el Sr. Oscar Barril, dueño de las cabañas en el lugar, ha dispuesto de un muelle de madera, este solo puede ser usado cuando la marea se encuentra entre seis y siete metros, en caso contrario el desembarco se realiza bajando por una escala metálica que se ancla a la borda de la embarcación, la cual trata de acercarse lo más posible al borde para facilitar el descenso.



Figura 34 .- Condición del borde costero en Vodudahue. Fuente: Propia.



Figura 35.- Situación de desembarco en Vodudahue. Fuente: Propia.

En el viaje de regreso la embarcación se acerca al pequeño muelle que tiene la población de Porcelana Chico, donde sube algunos pasajeros, nuevamente el ascenso a la embarcación se realiza usando de la escalera metálica. A través de estos casos se puede observar la dificultad en el acceso, debido a las condiciones del muelle y la embarcación. Ciertamente es que las embarcaciones cumplen la función principal de conectividad en las poblaciones

a lo largo del fiordo, sin embargo, carecen notablemente de facilidades y/o comodidades que le permitan realizar esta función con mayor eficiencia. Aspectos como el subir y bajar de la embarcación resultan actos complejos e inseguros para los que hacen uso de ellas continuamente.



Figura 36.- Muelle de embarco/desembarco Porcelana Chico. Fuente: Propia.



Figura 37 .- Máxima cercanía de la embarcación al muelle en Porcelana Chico. Fuente: Propia.



Figura 38.- Dificultad en el acceso en proa, embarcación Serenade. Muelle Porcelana Chico. Fuente: Propia.

En el recorrido de regreso a Hornopirén la embarcación se detiene en Huinay, otra de las poblaciones dentro del Fiordo Comaú. En la comunidad se encuentra la Fundación San Ignacio del Huinay, esta fundación ha construido un muelle flotante de alta densidad HDPE y metal galvanizado, el muelle es propiedad de la fundación, sin embargo está abierto al uso de la comunidad. Ante esta situación la dificultad para abordar la embarcación sigue estando presente, ya que dicho muelle resulta útil solamente al abordar embarcaciones pequeñas, como lanchas tipo “zodiac” entre otras cuyo puntal sea menor a un metro.



Figura 39 .- Muelle flotante en Huinay. Fuente: Propia.

Al observar en variadas ocasiones la dificultad que representa lograr la conexión entre el borde en tierra y la embarcación se piensa en la continuidad de bordes, se habla entonces de una continuidad de suelos como la que brinda un trasbordador al llevar con-

sigue su propio muelle, despliega la rampa para construir ese suelo que vincula ambos suelos. Es este gesto de abrir el que invita al interior de forma cómoda, segura y digna. Un transbordador presenta una nueva condición de acceso al romper la simetría en su casco, misma que se cierra nuevamente para continuar la navegación, posee distintos estados, ya que se cierra durante la navegación, se abre al desembarcar y despliega su rampa para vincular el borde en tierra con la embarcación.

“Justamente para eso son las barcazas de desembarco, para desembarcar donde no hay puerto. Ellas llevan su propio muelle consigo-como el tanque lleva su propio camino, o el gaucho su casa. En verdad las barcazas son más bien puente. Se sienten bien justamente en la orilla, son de la orilla” (3) 3. Varios Autores. “Amereida volumen 2”. Taller de Investigaciones .Gráficas. Escuela de Arquitectura UCV, 1986.

La versatilidad en el arribo de este tipo de embarcaciones minimiza los obstáculos habituales a los que están expuestos los pobladores. Es una embarcación que se extiende a las orillas del territorio, generando la continuidad del suelo, encontrando cada orilla con su propia realidad, con sus condiciones ya sean favorables o no, un transbordador es capaz de dar continuidad al habitar en sí mismo.

En el interior se tienen también diferentes estados, los espacios están dispuestos para lograr el máximo espacio, esta situación es semejante a la que aparece en los autos, al tener un área designada para los pasajeros y otra para carga.

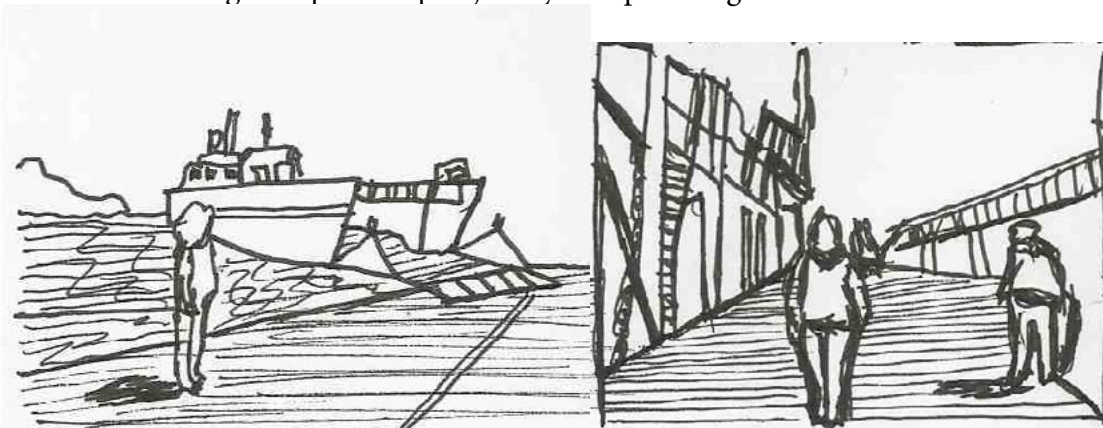


Figura 40.- Apertura de rampa y acceso de Transbordador La Arena-Hornopirén. Fuente: Elaboración

propia.

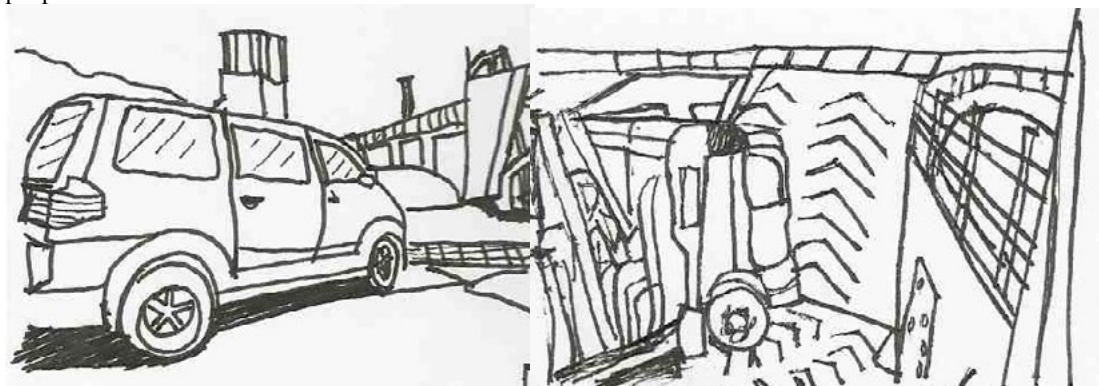


Figura 41.- Ingreso de vehículos hacia el interior del Transbordador La Arena-Hornopirén. Fuente: Elaboración propia.

El transbordador cuenta con un área comedor para pasajeros donde se pueden consumir alimentos o simplemente navegar de forma cómoda en el interior, resguardados del clima y con vista panorámica hacia el exterior.

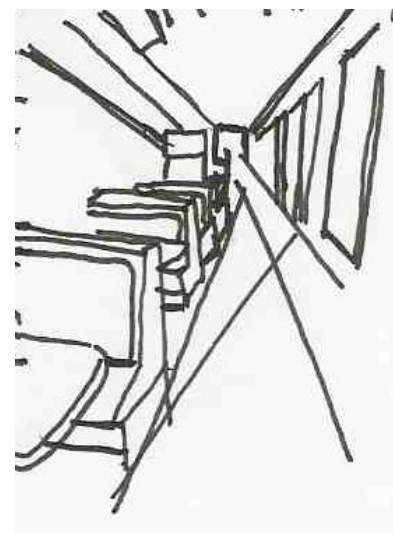


Figura 42 .- Área comedor en el Transbordador La Arena-Hornopirén. Fuente: Elaboración propia.

Al igual que un trasbordador, cualquier embarcacion debe ser considerada como un objeto náutico de permanencia, en el que existen objetos relacionados con el cuerpo, ya sea al mover equipaje, sentarse, comer o incluso dormir a bordo. Los objetos aparecen de forma dinámica en el hueco generado por la macrohabitabilidad.

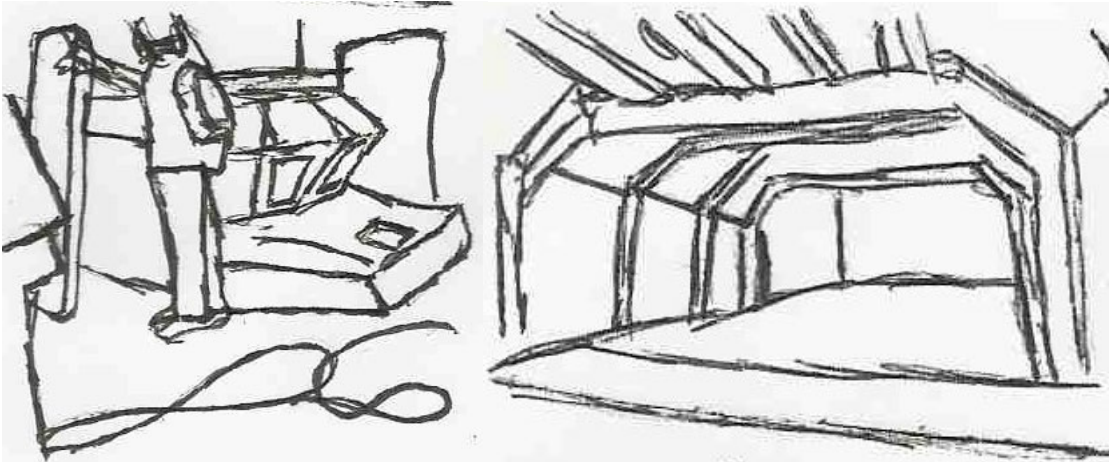


Figura 43 .- Superestructura de aluminio Astillero Seaplast. Fuente: Elaboración propia.

La función principal de cualquier embarcación es transportar pasajeros y el equipaje o carga de los mismos, para esto, el objeto está dotado de espacios integerados y ocultos que generan un modo de habitar, en definitiva es la misma embarcación la que resuelve la habitabilidad desde el exterior.

El espacio habitable esta dado por la hidrodinámica del casco y la super estructura, la forma esta dictada por la velocidad que se pretende lograr, por lo tanto, los pasajeros deben adecuarse al espacio. El interior debe garantizar la seguridad y comodidad de los pasajeros tanto en el “ir” como en el “estar“. En el primer momento (el “ir“) la embarcación se compacta para lograr mayor velocidad, mientras que en el “estar“, el espacio habitable se amplia y transforma para cubrir las necesidades específicas de los pasajeros.

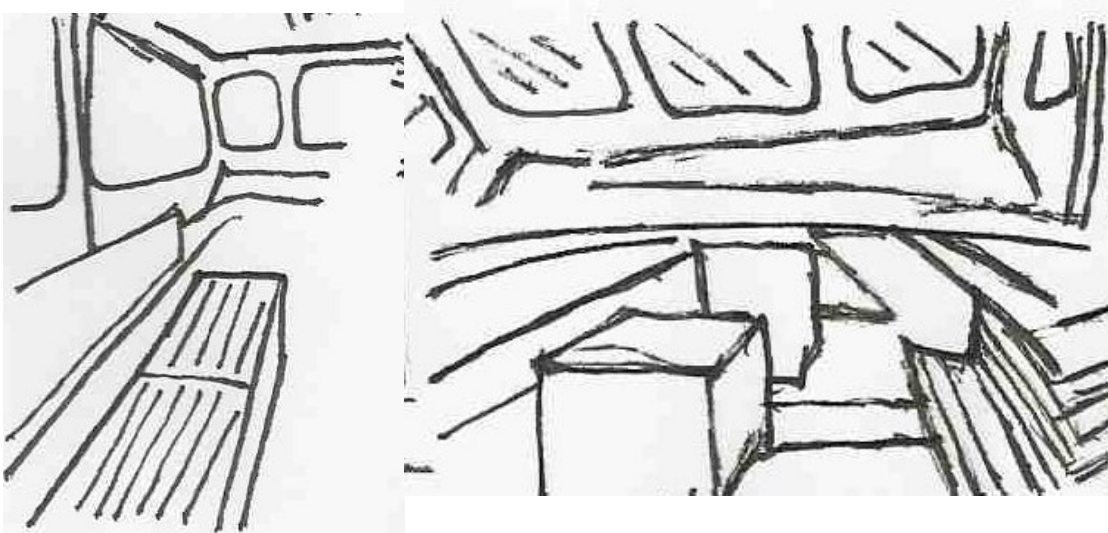


Figura 44 .- Habitabilidad en una lancha rápida de HDPE, Astillero Seaplast. Fuente: Elaboración propia.

En su mayoría las lanchas rápidas fabricadas en el Sur de Chile son menores, su capacidad varia entre los 8 y 10 pasajeros. En el aspecto de habitabilidad se puede observar que la configuración en el interior esta dispuesta en dos filas de asientos continuos en dirección hacia el centro de la embarcación. Estos mismos, cumplen la función de almacenar objetos en su interior, maximizando el espacio para el transporte de bultos y carga.



Figura 45 .- Polifuncionalidad de los asientos, espacio para guardado en su interior. Fuente: Elaboración propia.

En el caso de embarcaciones mayores donde el “estar” es más prolongado, se cuenta con servicios de cocina, comedor y áreas para dormir. Todos los espacios están dispuestos para que los pasajeros realicen las actividades dentro de la embarcación de manera sencilla y segura sobre todo en el área de la cocina. El mobiliario está diseñado para cumplir con varias funciones, también cuenta con elementos de seguridad para el guardado e inmovilidad de objetos como loza, ollas, etc. En los asientos, mesas y cualquier otro mobiliario los bordes están redondeados para evitar algún daño o accidente al hacer uso de ellos.

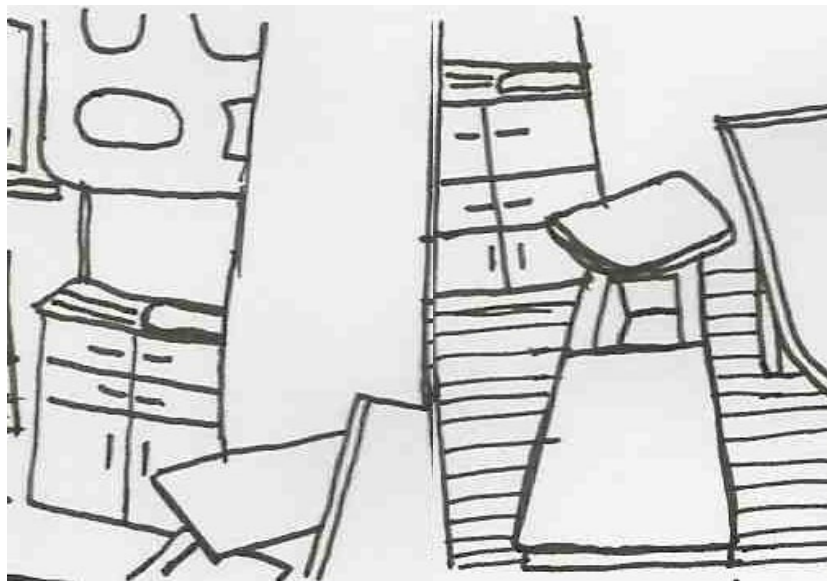


Figura 46.- Habitabilidad en embarcación de madera. Astillero San Juan, Chiloé. Fuente: Elaboración propia.

Las puertas de los espacios de guardado tienen seguros que se mantienen cerrados ante cualquier movimiento repentino de la embarcación al navegar, solamente se liberan con la presión ejercida por el pasajero al momento de tomar algún objeto del interior.

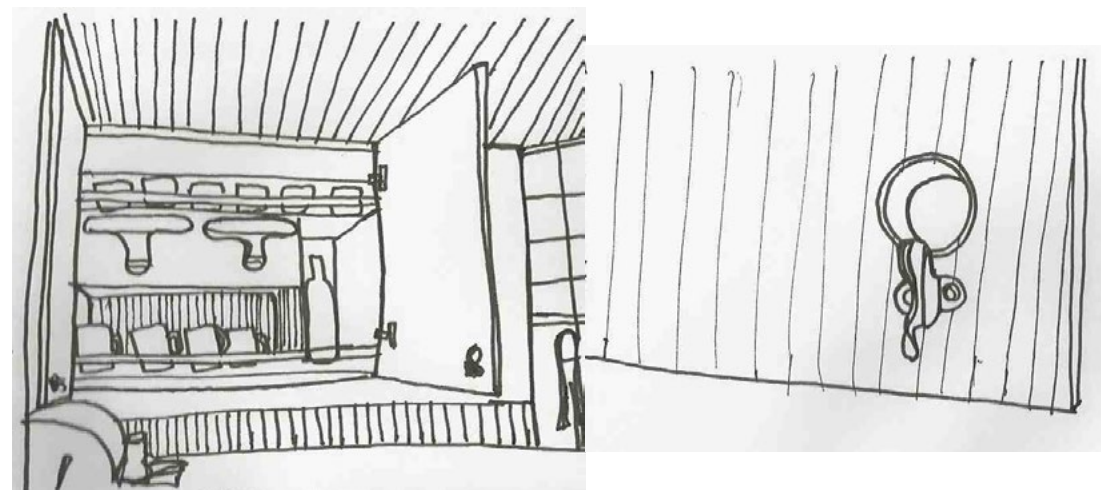


Figura 47 .- Mobiliario para guardado en el área de comedor y cocina. Fuente:Elaboración propia.

Identificar la micro y macrohabitabilidad en una embarcación a través de la experiencia permite entender la relación del cuerpo, el tiempo y los objetos. Las peculiaridades de los objetos que aparecen con el cuerpo y las funciones que estos presentan lo que hacen un espacio habitable.

Es entonces que los objetos en una embarcación deben trascender su función, tener un sentido, aparecer y desaparecer, tener una dualidad para esos dos momentos que se presentan al navegar el “ir” y el “estar”. Ser capaces de transformarse de acuerdo a la temporalidad y función que se presenta en el momento que en el caso de este proyecto corresponde a una lancha rápida con funciones diversas como transporte de pasajeros, traslado de carga y asistencia en caso de emergencia.

PECULIARIDADES INTRINSICAS DE LOS OBJETOS

Asientos plegables, abatibles, escamoteables y bajo suelo

Como diseñador es imposible desligarse de la relación que tienen el Diseño náutico y el Diseño industrial; al tomar el encargo, tuve presente que habría que partir pensando en el espacio disponible en el casco de aluminio facilitado por Sitecna, para luego situar los objetos de diseño que permitirían la habitabilidad: Lo que implicó iniciar las propuestas buscando homogenizar el espacio interior y exterior. Esto fue dando formas que permitieron armonizar el interior de la embarcación y sobre ellas pensar los objetos de diseño acordes con lo ya construido. Esto contribuyó a que en el momento en que hubo que situar los objetos de diseño (asientos, mobiliario, espacios), se configuró un espacio perfectamente armónico, donde la relación de diseño fue manejada desde el la habitabilidad.

“Cada obra y especialmente la embarcación tiene un lugar (espacio) de construcción, es transformable para ser transportable (se amolda al espacio)”. Ubilla, Mario. Tesis. Escuela de Arquitectura y Diseños Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2007.

Es importante saber que las obras de diseño como la embarcación, puede pensarse y repensarse para así hacerla habitable. Con esto queda claro que los objetos necesitan dirección en el espacio.



Figura 48.- Interior de automóvil tipo Wagon. Fuente: <http://www.edmunds.com/photoflipper/?year=1999&make=Saab&model=9>

“Desde el momento en que es habitable el espacio, hay Diseño industrial”.

“Si en el futuro, se llegara a la fabricación de naves espaciales que transportaran miles de personas (“ciudades móviles”), estas deberían ser obras de Diseño; primero porque tendrían que ser espacialmente óptimas para vivir por mucho tiempo y a la vez móviles, transformables y controlables (manejables), cualidad propia de los objetos de diseño, oficio capaz de producir una obra donde la coordenada común fuera la habitabilidad en lo móvil...”. Ubilla, Mario. Tesis. Escuela de Arquitectura y Diseños Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2007.

Es importante entonces ver el barco como un gran objeto de diseño cuyo interior contiene objetos de diseño que van con el cuerpo y en muchos casos se desplazan con él. Objetos que normalmente ocupan múltiples lugares y son trasladados para que el cuerpo habite con ellos. Los objetos nos dicen de una temporalidad y de un acontecer.

En un automóvil, en un tren, en un bus, en un avión, en un barco, su espacio interior está rodeado de objetos que lo hacen habitable. Su función básica es el ir, por lo que su forma exterior queda definida por una forma aerodinámica e hidrodinámica. El casco de un barco, nace de la hidrodinámica y es en ese espacio que hay que adecuar el habitar a través de los objetos.

Por ello es importante hacer un distinguo entre la Macro y la Microhabitabilidad, siendo esta última la que permite que el espacio sea habitado en plenitud y donde se pueden aplicar todos los conocimientos en diseño.

Conocimientos que han enriquecido al estudiar el texto “Peculiaridades, cualidades intrínsecas de los objetos” documento desarrollado por la Escuela de Arquitectura y Diseño de la PUCV. En el que se hace especial énfasis en que el Diseño concibe objetos para que otras disciplinas ejerzan su oficio, para que el hombre realice su vida cotidiana.

Definiendo entonces “lo peculiar” como la característica propia de los objetos desde que el hombre necesitó de ellos para desarrollar sus actividades. Y es así como este oficio establece relaciones con otras disciplinas para dar “sentido” a los objetos, es decir que posean utilidad lo que permite y demanda su existencia.

“La peculiaridad ha de ser “evidenciada” por el objeto. Ha de “mostrarse”, ha de “resplandecer”. Ivelic, Boris. “Peculiaridades, cualidades intrínsecas de los objetos.” Tesis. Escuela de Arquitectura y Diseños Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2007 / 21. Ibid / 22. Ibid

Martín Heidegger en “Ciencia y Técnica” (3) nos trae a presencia los 4 modos del hacer aparecer. Las 4 causas para que algo, un objeto por ejemplo exista.

1. Causa material: la materia de un objeto.
2. Causa formal: la forma, la figura en la que introduce la materia.
3. Causa eficiente: que produce el efecto, el objeto realizado. ;
4. Causa final: el fin del objeto, su sentido.

“La obra sin sentido, es meramente una herramienta, un medio para otro fin, cumplido ese fin deja de tener existencia propia como nos lo plantea Guardini. La obra sin eficiencia o utilidad se vuelve un objeto superfluo, decorativo”. Ivelic, Boris. “Peculiaridades, cualidades intrínsecas de los objetos.” Tesis. Escuela de Arquitectura y Diseños Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2007 / 21. Ibid / 22. Ibid

Es por ello que se plantean cinco hipótesis llamadas “peculiaridades” de los objetos las cuales poseen un propósito en común, aparecer y desaparecer cuando se les necesita.

La plegabilidad se define como la capacidad de un objeto de aumentar o disminuir su dimensión. Capacidad que hace que un objeto aparezca y desaparezca según sus requerimientos.

El abrir y cerrar es la capacidad de un objeto de hermetizar y deshermetizar, hacer aparecer y desaparecer el objeto allí guardado o las personas allí protegidas.

La adosabilidad, capacidad de los objetos de unirse a otros. Aparecen aumentando su magnitud, desaparecen al apilarse tanto en horizontal como en vertical.

Tridimensionalidad responde a la capacidad de un objeto de ocupar las 3 dimensiones del espacio, a partir de su vinculación a algún plano dirigido.

La polifuncionalidad por su parte, es la capacidad de los objetos de cumplir dos o más

funciones.

Todas estas peculiaridades tienen en común el aparecer y desaparecer, esta condición de los objetos de tener una doble cualidad, de darse en dos momentos: en el ir y en el estar. “Peculiaridades, cualidades intrínsecas de los objetos.” Tesis. Escuela de Arquitectura y Diseños Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2007 / 21. Ibid / 22. Ibid

Los objetos de la embarcación deben ser capaces de aparecer y desaparecer de acuerdo a la función que se le dé a esta y por lo mismo le dará una temporalidad al espacio habitable no solo en el ir, sino también en el estar.

Estos dos momentos de la embarcación, se conjugan con la función específica que ella presentará como vehículo de emergencia, lancha de velocidad, vehículo de carga o unidad habitable, creando así la microhabitabilidad de la misma.

Esta cualidad admirable aportada por el diseñador para facilitar las actividades del hombre, se logra a través de un gesto sencillo que permite que el objeto muestre el acto y el diseño tenga voz propia. Con ello se pretende diseñar una lancha que el hombre pueda habitar y que muestre que la condición del mundo es inagotable.

La habitabilidad interior de la embarcación está concebida para brindar la posibilidad de obtener una planta libre sin objetos para carga, y ser adaptada para pasajeros a través de objetos que aparezcan y desaparezcan a la vista. En el exterior la rampa de acceso se abre para recibir y los perfiles alares pivotean para las maniobras de atraque.

Es entonces que se realiza un análisis sobre interiores habitables en vehículos, observando las “peculiaridades” que desean aplicarse a los objetos en la embarcación hidrofoil, que en este caso corresponden a plegabilidad y abrir y cerrar.



Figura 49.- Asientos plegables en el interior de un automóvil. Fuente: <http://www.edmunds.com/photoflipper/?year=1999&make=Saab&model=9>



Figura 50.- Espacios de almacenamiento bajo suelo. Fuente: <http://www.edmunds.com/photoflipper/?year=1999&make=Saab&model=9>

A través de asientos plegables, es posible aumentar el espacio y capacidad de carga en los vehículos, esa cualidad de desaparecer y aparecer cuando se desea, permite innovar en el diseño del espacio habitable.



Figura 51.- Asientos plegables bajo suelo. Fuente: <http://www.edmunds.com/photoflipper/?year=1999&make=Saab&model=9>



Figura 52.- Configuración interior de asientos. Fuente: <http://www.edmunds.com/photoflipper/?year=1999&make=Saab&model=9>



Figura 53.- Asientos abatibles bajo suelo. Fuente: <http://www.edmunds.com/photoflipper/?year=1999&make=Saab&model=9>



Figura 55.- Asientos plegables bajo suelo. Fuente: <http://www.edmunds.com/photoflipper/?year=1999&make=Saab&model=9>



Figura 54.- Configuraciones de asientos plegables. Fuente: <http://www.edmunds.com/photoflipper/?year=1999&make=Saab&model=9>



Figura 56.- Espacio de almacenamiento bajo suelo. Fuente: <http://www.edmunds.com/photoflipper/?year=1999&make=Saab&model=9>



Figura 57.- Interior con asientos plegables. Fuente: <http://www.edmunds.com/photoflipper/?year=1999&make=Saab&model=9>



Figura 58.- Interior con asientos plegables. Fuente: <http://www.edmunds.com/photoflipper/?year=1999&make=Saab&model=9>



Figura 59.- Interior con asientos plegables. Fuente: <http://www.edmunds.com/photoflipper/?year=1999&make=Saab&model=9>



Figura 60.- Interior con asientos plegables. Fuente: <http://www.edmunds.com/photoflipper/?year=1999&make=Saab&model=9>

C) FUNDAMENTO TÉCNICO

En este capítulo se ha profundizado en los campos más importantes que competen el presente estudio: Principios de flotabilidad, oleajes, construcción de embarcaciones en aluminio, perfiles hidrodinámicos, sistemas de propulsión, teoría de modelos, sistemas mecánicos .

ESTABILIDAD NAVAL

Principio de Arquímedes -Flotabilidad de una nave

“Todo cuerpo que se encuentra en un medio fluido pierde, aparentemente, tanto peso como sea el peso del fluido desplazado por el cuerpo”.

Este principio se cumple para cuerpos que están en un medio líquido y en un medio gaseoso.

Supongamos que tenemos un modelo que pesa 2.000 grf. La vasija contiene agua dulce, estando totalmente llena, lista para rebalsar en un envase que está sobre una balanza.

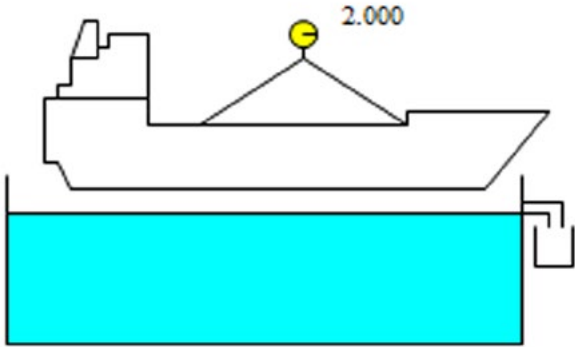


Figura 61.- Esquema principio de Arquímedes situación 1. Fuente: Apuntes de flotabilidad 2003. Profesor Ing. Boris L. Guerrero.

Si se sumerge una parte del modelo tendremos:

El peso del agua desplazada (1.200 gr) será igual a la pérdida aparente del peso de la nave.

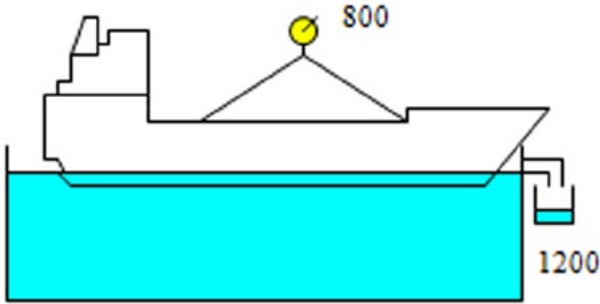


Figura 62.- Esquema principio de Arquímedes situación 2. Fuente: Apuntes de flotabilidad 2003. Profesor Ing. Boris L. Guerrero.

Si se deja flotando el modelo tendremos:

La vasija contiene agua dulce, cuyo peso será de 2.000 gramos, o sea el peso del líquido desplazado será igual al peso de la nave.

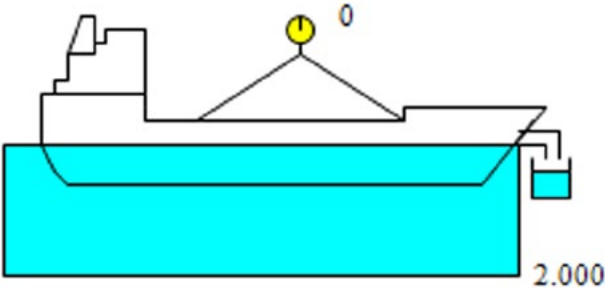


Figura 63.- Esquema principio de Arquímedes situación 2. Fuente: Apuntes de flotabilidad 2003. Profesor Ing. Boris L. Guerrero.

	Densidad	Peso Específico	Gravedad Específica
Agua Dulce	1,000 kg/dm ³	1,000 kgf/dm ³	1,000
Agua Mar	1,025 kg/dm ³	1,025 kgf/dm ³	1,025
Acero	8,0 kg/dm ³	8,0 kgf/dm ³	8,0
F.O.	0,95 kg/dm ³	0,95 kgf/dm ³	0,95
D.O.	0,85 kg/dm ³	0,85 kgf/dm ³	0,85
Aluminio	2,70 kg/dm ³	2,70 kgf/dm ³	2,70
Concreto	2,40 kg/dm ³	2,40 dm ³	2,40

Figura 64.- Densidad de los materiales. Fuente: Apuntes de flotabilidad 2003. Profesor Ing. Boris L. Guerrero.

Puntos importantes de una nave

Reserva de Flotabilidad: Es el espacio que queda en el casco estanco sobre el plano de flotación. Puede expresarse en términos de volumen o en base al peso que podría agregarse para que se sumerja totalmente, o sea, el volumen sobre el plano de flotación multiplicado por el peso específico.

Francobordo: Es la distancia entre el plano de flotación y la borda, en la sección media.

Área de plano de flotación: Es el área que se genera al cortar el casco por la superficie

del mar.

Superficie mojada: Es el área del casco en contacto con el líquido.

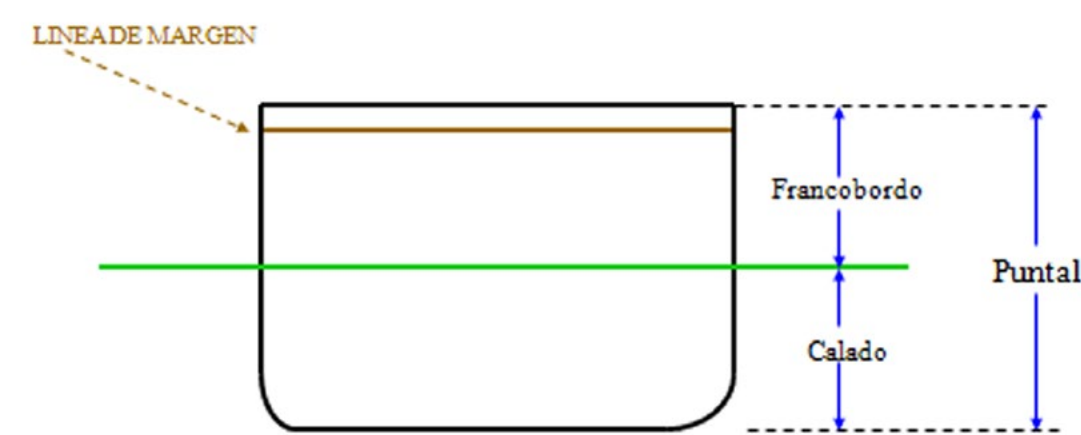


Figura 65.- Secciones de una nave. Fuente: Apuntes de flotabilidad 2003. Profesor Ing. Boris L. Guerrero.

La Línea de Margen se considera dibujada 7,5 cm (3”) debajo de la cubierta de flotabilidad. En caso de avería el nivel del agua no debe sobrepasarla.

Centro de gravedad G

Es el punto de aplicación de la resultante de todos los pesos que conforman la nave. Es conveniente operar con la fuerza resultante, que es una sola, en vez de trabajar con las innumerables fuerzas que representan a cada peso de la nave.

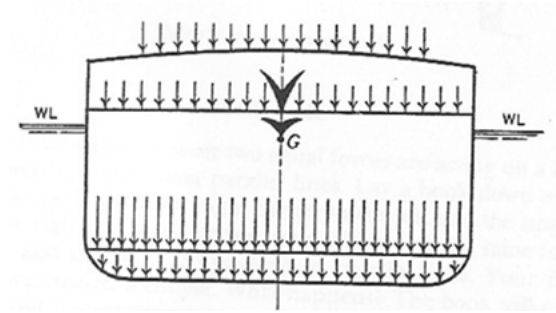


Figura 66- Centro de gravedad G. Fuente: Apuntes de flotabilidad 2003. Profesor Ing. Boris L. Guerrero.

Centro de boyantez o de carena B

Es el punto de la aplicación de la resultante de todas las fuerzas de flotación, o empuje, que actúan en el casco sumergido. Está ubicado en el centro geométrico del volumen sumergido. Si la nave está a flote, ambas resultantes son iguales y contrarias.

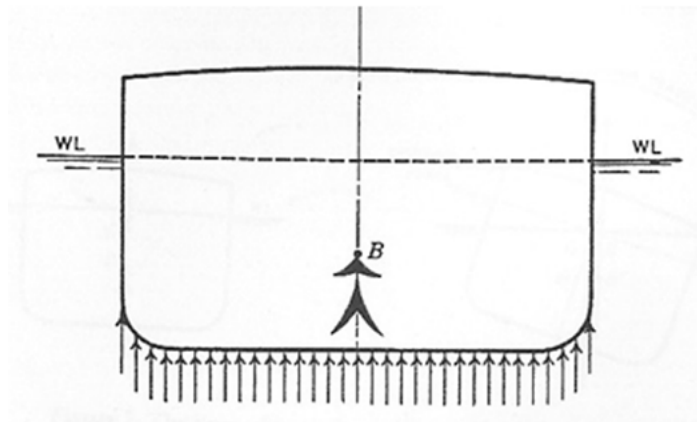


Figura 67.- Centro de boyantez B. Fuente: Apuntes de flotabilidad 2003. Profesor Ing. Boris L. Guerrero.

Metacentro transversal

Es la intersección de la vertical que pasa por el centro de boyantez B con el plano de crujía, siendo el ángulo de escora inferior a unos 5° . A la distancia BM se le llama radio metacéntrico transversal.

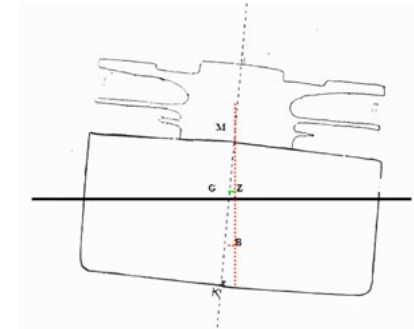


Figura 68.- Metacentro transversal. Fuente: Apuntes de flotabilidad 2003. Profesor Ing. Boris L. Guerrero.

Movimiento del centro de boyantez al escorarse la nave

Al escorarse la nave cambia la forma del volumen sumergido, por lo que también cambia la posición del centro geométrico. La capacidad de B de moverse lateralmente permite que la nave tenga estabilidad, o sea, capacidad para recuperar la posición original.

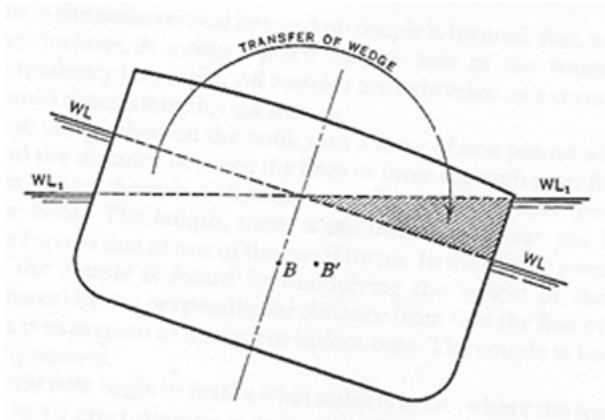


Figura 69.- Metacentro transversal. Fuente: Apuntes de flotabilidad 2003. Profesor Ing. Boris L. Guerrero.

Influencia de la manga de la nave

Si la manga de la nave es relativamente ancha, la nave será estable, Si la manga es reducida con respecto al puntal, la nave no tendrá estabilidad.

Se generará un momento o par adrizante, cuya distancia entre las fuerzas es el brazo de adrizamiento GZ .

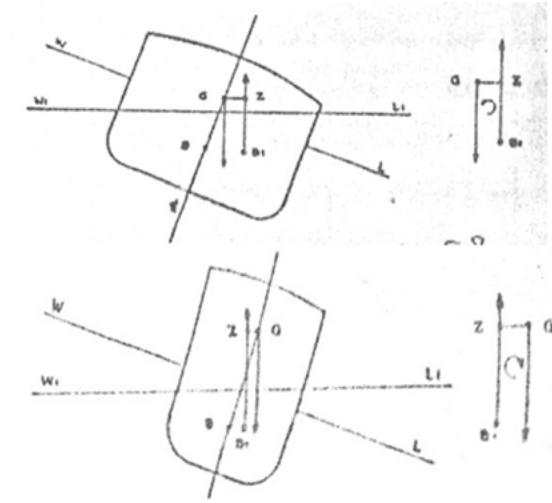


Figura 70.- Brazo de adrizamiento en una nave. Fuente: Apuntes de flotabilidad 2003. Profesor Ing. Boris L. Guerrero.

A medida que la nave se escora, GZ , aumenta y luego disminuye. Se genera así la curva de estabilidad estática.

Incidencia de KG en la estabilidad

Si se analizan tres posiciones del centro de gravedad G , en que se producen tres brazos de adrizamiento, uno rojo, el otro verde y el tercero azul, es evidente que cuanto más baja sea la posición de G , mayor será el brazo de adrizamiento, mayor será el momento de adrizamiento y mayor será la estabilidad.

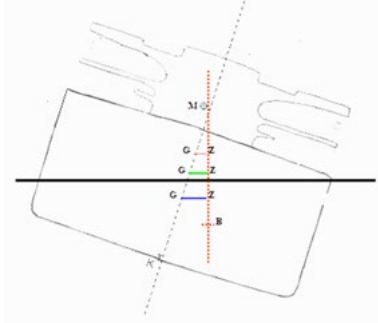


Figura 71.- Brazos de adrizamiento. Fuente: Apuntes de flotabilidad 2003. Profesor Ing. Boris L. Guerrero.

Generación de la curva de estabilidad estática

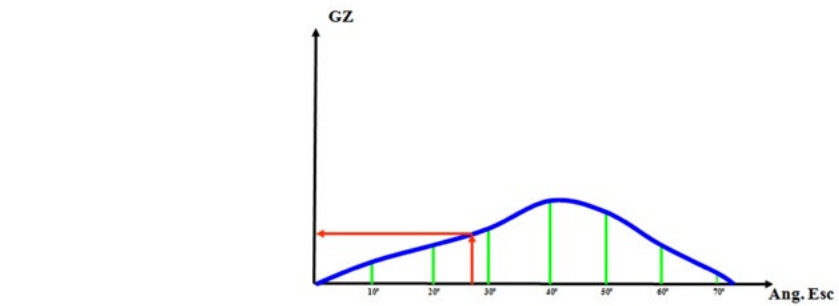
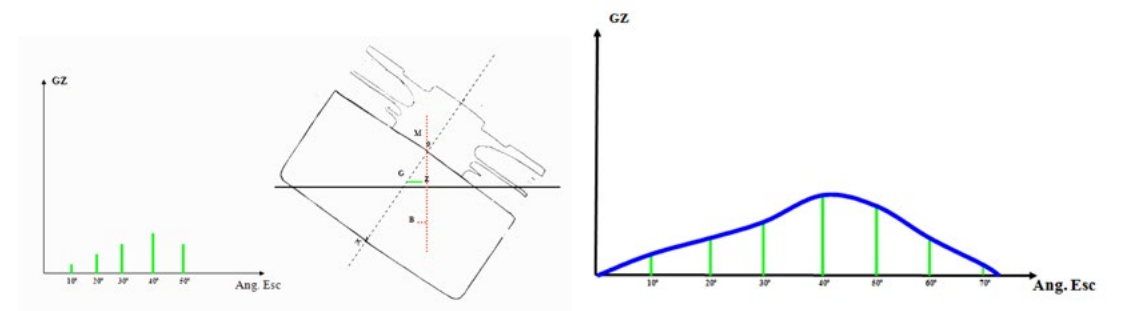
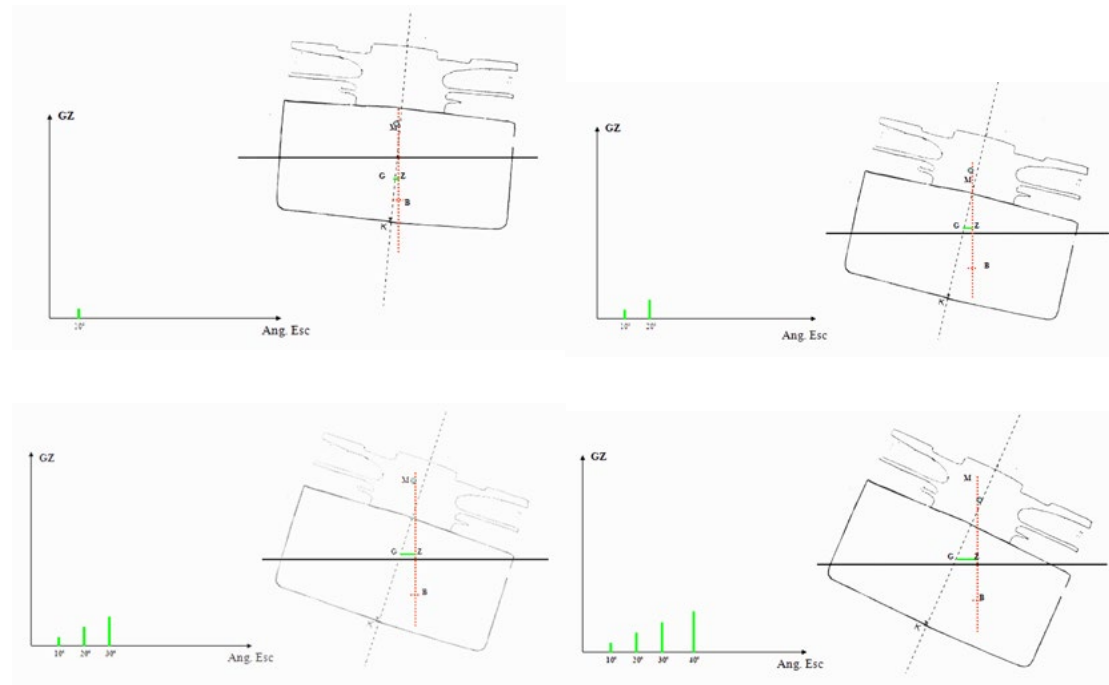


Figura 72.- Proceso curva de estabilidad. Fuente: Apuntes de flotabilidad 2003. Profesor Ing. Boris L. Guerrero.

La información que se obtiene de la curva de estabilidad estática es la siguiente:

- 1.- Brazo de adrizamiento GZ para cualquier ángulo de escora.
- 2.- Angulo (s) de escora correspondiente (s) a un cierto Go Z.
- 3.- Máximo GoZ.
- 4.- Ángulo para máximo GoZ.
- 5.- Ángulo de volcamiento (limite de estabilidad)

6.- Áreas bajo la curva (indicadores de estabilidad dinámica)

7.- GoM gráfico

Curvas Hidrostáticas

La forma de los cascos no sigue ecuaciones ni formas geométricas comunes, por lo que calcular información que se necesita para resolver problemas de estabilidad no es fácil. Por ejemplo, calcular el volumen sumergido de una nave para unos ciertos calados, como determinar la posición de sus centro geométrico. para obtener en forma rápida informaciones complejas de la nave, los astilleros proporcionan dicha información, en forma gráfica o tabular, en las llamadas curvas hidrostáticas.

Dentro de los valores que pueden obtenerse se encuentran:

MID B: Posición del centro de boyantez B con respecto a la sección media. Si se mide con respecto a la perpendicular de popa se denomina LCB.

MID F: Posición del centro de flotación F. LCF.

MTC: Momento para cambiar el asiento en 1 cm

TPC: Toneladas por centímetro de inmersión.

KB: Posición vertical de B

TKM: Posición vertical del metacentro transversal

LKM: Posición del metacentro longitudinal

Curvas Cruzadas

Son un gráfico plano (o bidimensional) que contiene la proyección de un gráfico

tridimensional que indica el valor del brazo de adrizamiento KN en función del desplazamiento W y el ángulo de escora. Se considera que el centro de gravedad está fijo en un punto elegido por el constructor de las curvas cruzadas. Algunas curvas cruzadas consideran al G inicial más arriba de la quilla K, lo que debe ser claramente indicado en las curvas cruzadas.

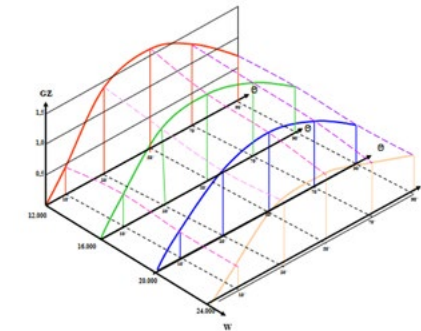


Figura 73- Gráfico curvas cruzadas tridimensional. Fuente: Apuntes de flotabilidad 2003. Profesor Ing. Boris L. Guerrero.

El mismo gráfico tridimensional se verá de forma bidimensional y es lo que se conoce como curvas cruzadas. Las líneas de trazos son los lugares geométricos de todos los brazos de adrizamiento para un mismo ángulo de escora.

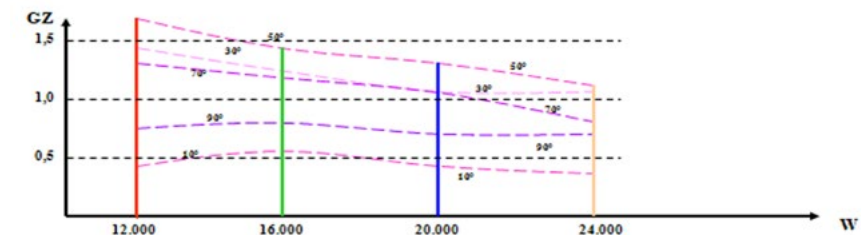


Figura 74- Gráfico curvas cruzadas bidimensional. Fuente: Apuntes de flotabilidad 2003. Profesor Ing. Boris L. Guerrero.

Curva de estabilidad

La curva de estabilidad inicial deberá ser corregida, ya que se ha supuesto la posición del centro de gravedad justo sobre la quilla. Deberá efectuarse una corrección por una supuesta subida de G, como se describe a continuación.

KR es la disminución del brazo de adrizamiento.

$KR = KG \sin \theta$

Cada brazo de adrizamiento de la curva de estabilidad estática inicial deberá disminuirse $KG \sin \theta$

Por eso se dice que se le efectuará una corrección en base a la curva seno.

$GZ = KN - KG \sin \theta$

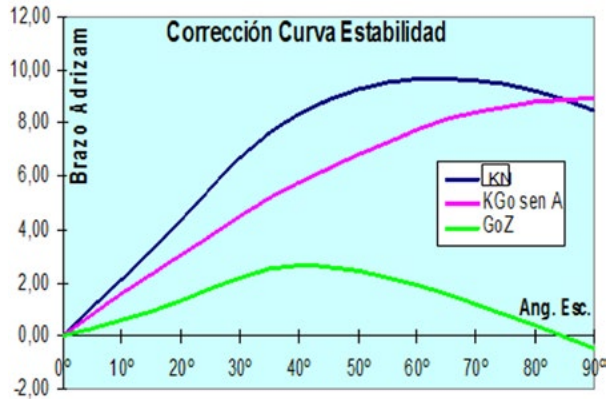


Figura 75- Corrección de la curva. Fuente: Apuntes de flotabilidad 2003. Profesor Ing. Boris L. Guerrero.

Altura metacéntrica (GoM) gráfico

Para determinar el GoM gráfico debe trazarse la tangente a la primera parte de la curva final de estabilidad estática. Posteriormente se traza una vertical en 57.3° (1 radián).

El GoM gráfico será el trozo de la vertical, desde el eje de las abscisas y la tangente a la curva de estabilidad. Para obtener una mayor exactitud en el cálculo de GoM gráfico se puede hacer una proporción de triángulos.

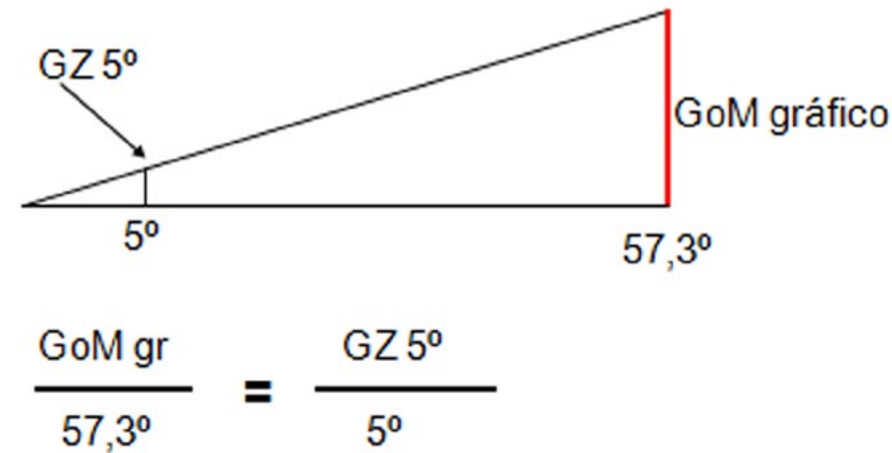


Figura 76.- GoM gráfico. Fuente: Apuntes de flotabilidad 2003. Profesor Ing. Boris L. Guerrero.

Cuadro de carga

Es una disposición de cálculo muy importante para determinar la principal información de la estabilidad de una nave. Entrega la siguiente información.

- a) Desplazamiento W
- b) Posición longitudinal del centro de gravedad G

c) Posición vertical del centro de gravedad G

El cuadro de carga debe re-calcularse cada cierto tiempo, ya que normalmente va aumentando, al agregarse nuevos equipos, pinturas, etc. Ello se nota al existir diferencia entre los calados calculados y los calados observados.

Método de modelación tridimensional de un casco en Autocad y su uso en el cálculo de las curvas hidrostáticas

1.- Plano de líneas de la embarcación

Partiendo del plano de líneas del casco se dibujan las cuadernas con líneas simples (L), para simplificar el proceso se recomienda usar media cuaderna, una vez dibujada la cuaderna y cerrado el polígono, con el comando BO (región) se creará una región o área con solo pinchar dentro del área de la cuaderna, esto es necesario para el levantamiento 3D, repetimos este proceso con cada cuaderna o áreas de cambio en la geometría (cuadernas en color rojo) donde la misma cuaderna podrá tener dos perfiles

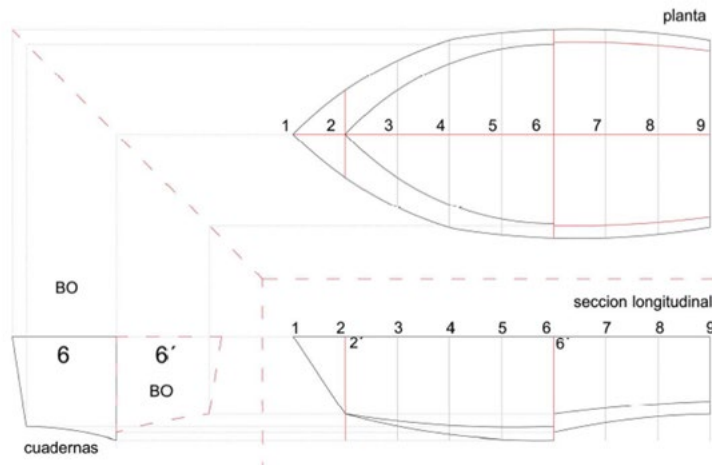


Figura 77.- Modelación casco paso 1. Fuente: Apuntes de flotabilidad 2003. Profesor Ing. Boris L. Guerrero.

2.- Levantamiento espacial

Una vez que todas las cuadernas sean áreas las ubicaremos espacialmente en su posición correspondiente según el sistema de coordenadas definido para el caso, para esto primero debemos dibujar un eje base o matriz (en el plano X, Y) en el cual identificando los distintos puntos de calce y donde se pondrán las cuadernas, y luego debemos girar (con el comando 3D rotate) tridimensionalmente nuestras cuadernas al plano Z, para todas estas operaciones es recomendable ejecutarlas en vista isométrica (seleccionando el comando name view).

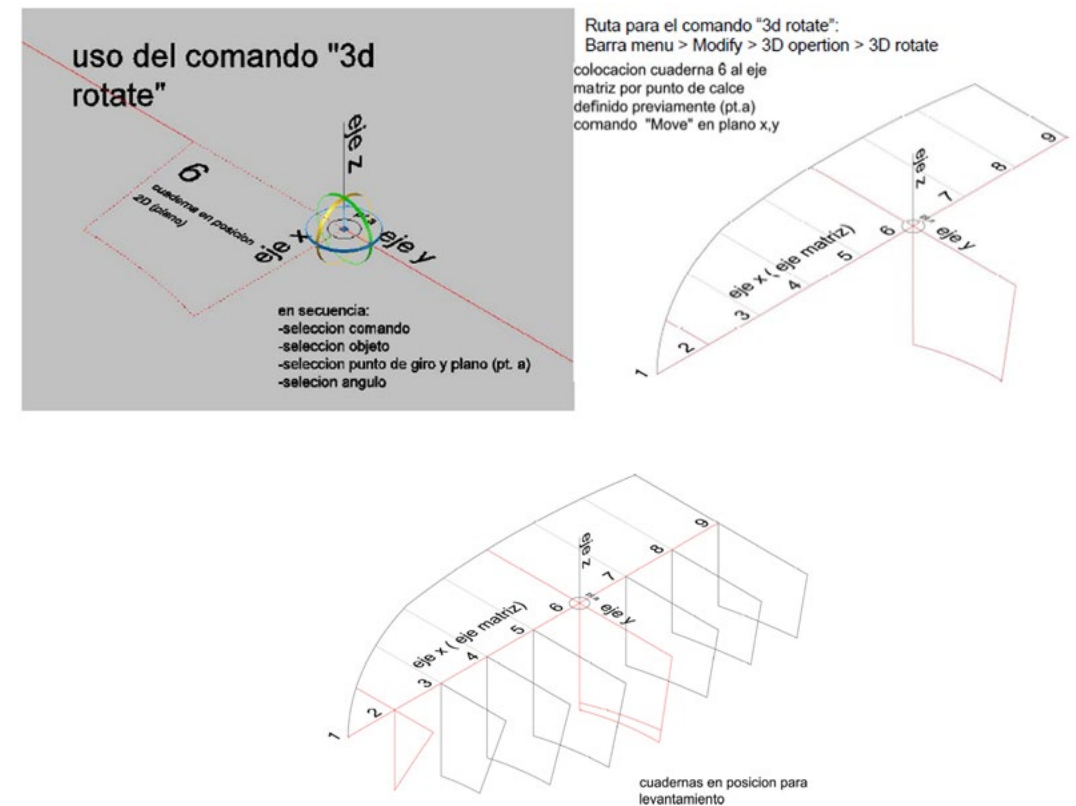


Figura 78.- Modelación casco paso 2. Fuente: Método de modelación tridimensional en Autocad. Hernán Villalón, 2010.

Creación del sólido

Con la trama geométrica 3D levantada y en su posición empezamos a generar el sólido para esto usamos el comando “loft” que crea superficies o sólidos a partir de líneas o secciones, en nuestro caso se trata de secciones para generar un sólido. Nota: “loft” solo funciona con regiones BO. Además esta etapa puede resultar dificultosa por las capacidades de interpretación del computador en relación a la trama y la forma que queremos lograr, un buen truco es crear el objeto según la afinidad de los perfiles y diferenciando claramente los cambios de la forma en el plano de líneas.

Una vez generada una mitad, con el comando “mirror” en el plano X, Y se completa la forma.

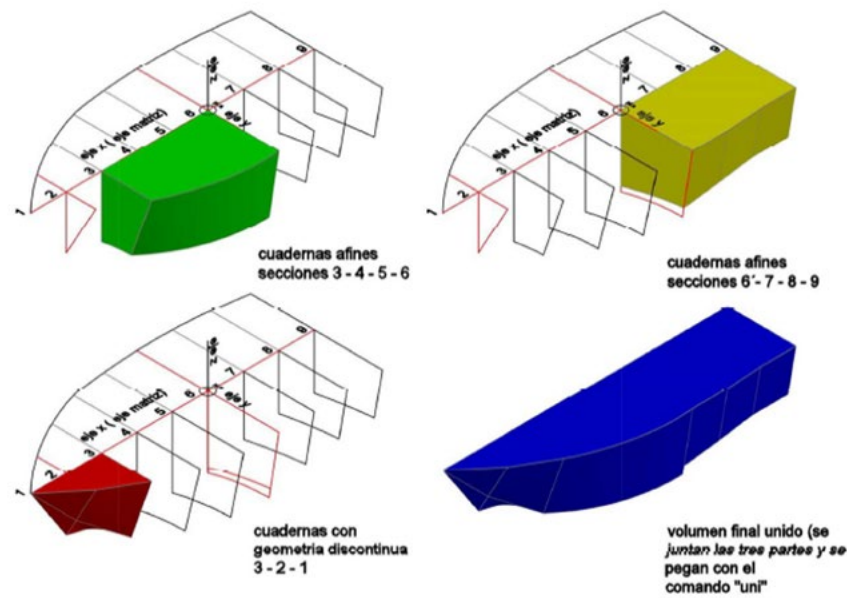


Figura 79- Modelación creación del solido. Fuente: Método de modelación tridimensional en Autocad. Hernán Villalón, 2010.

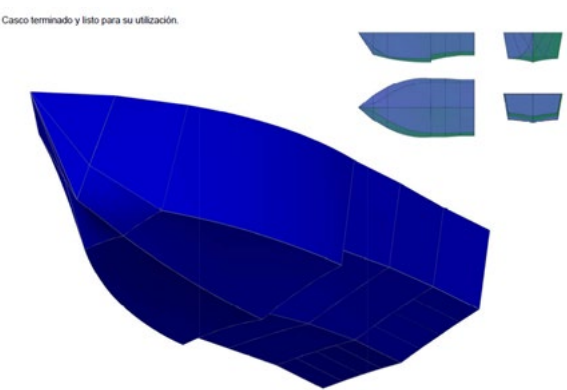


Figura 80.- Modelación casco sólido. Fuente: Método de modelación tridimensional en Autocad. Hernán Villalón, 2010.

3.- Utilización del modelo para las curvas hidrostáticas,

Con el casco terminado podemos saber las propiedades de este, como: Volumen/masa, posición espacial del centroide, área de plano de flotación entre otras propiedades. El primer paso consiste en ubicar un punto de referencia X,Y, Z = 0,0,0 para el casco entre la intercepción del eje longitudinal con la perpendicular de popa (eje X,Y) y el punto K (eje Z,X), este punto será igual para todos los cortes del casco. Para poder fijar el punto 0,0,0 identificaremos este punto en nuestro modelo para luego configurar el punto en Autocad usando el comando “UCS”.

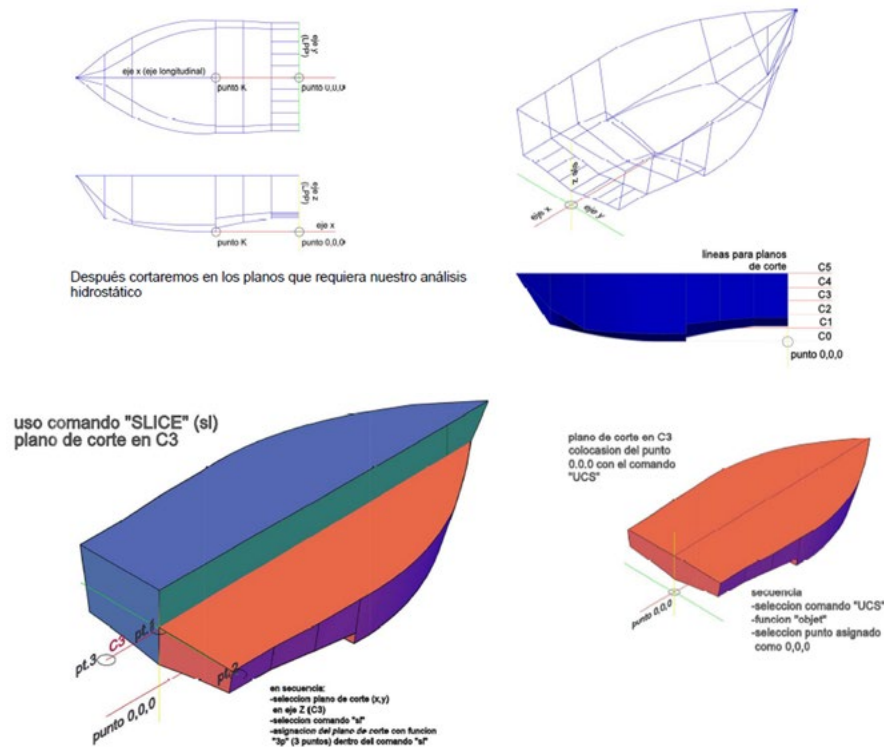


Figura 81.- Cortes a diferentes calados. Fuente: Método de modelación tridimensional en Autocad. Hernán Villalón, 2010.

Posteriormente se utiliza la herramienta "massprop" para obtener al información.

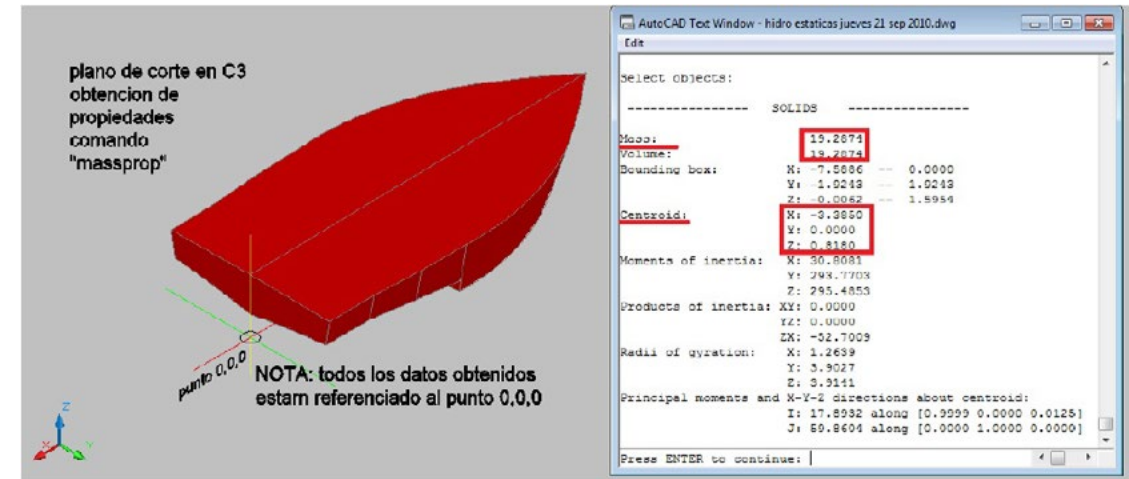


Figura 82.- Herramienta "massprop". Fuente: Método de modelación tridimensional en Autocad. Hernán Villalón, 2010.

Para obtener el área del plano de flotación para C3 se debe descomponer el objeto en superficies con el comando "Explode" el cual separa las superficies por sus vértices, se borran después todas las superficies innecesarias y por último con el comando "área" obtendremos el área y perímetro de la superficie.

Para obtener el centro de gravedad CG del plano de flotación se corta un segmento muy delgado cercano al plano y se repite el procedimiento descrito previamente. El proceso deberá repetirse para cada uno de los calados (cortes del casco) requeridos para la obtención de las curvas hidrostáticas y curvas cruzadas de cualquier casco.

Teoría de olas

Para el entendimiento del tema, es preciso aclarar el significado de una ola, Las olas son ondas que se desplazan por la superficie de mares, océanos, ríos, lagos y canales.

Las olas del mar son movimientos de un medio material, se trata de un vaivén con una componente vertical, de arriba a abajo, y otra longitudinal, la dirección de propagación de la onda. El fenómeno es provocado por el viento, cuya fricción con la superficie del agua produce un cierto arrastre, dando lugar primero a la formación de ondas u olas capilares, de solo unos milímetros de altura. Cuando la superficie pierde su lisura, el efecto de fricción se intensifica y las pequeñas olas capilares dan paso a olas de gravedad.

El oleaje generado por el viento en alta mar llega a la costa en forma, generalmente, de un conjunto de ondulaciones (olas) que avanzan en un sentido y que tienen una serie de características. Estas características definitorias de cada ola, son:

La **altura** (H), distancia vertical entre el seno y la cresta de cada ondulación.

El **periodo** (T), tiempo que transcurre desde que un punto de la superficie del agua se encuentra en la cresta de una ola que pasa sobre él hasta que ese mismo punto vuelve a encontrarse en la cresta de la siguiente ola.

La **longitud de onda** (L), distancia horizontal, medida en el sentido de avance de las ondulaciones, entre dos crestas de ola sucesivas.

El oleaje caracterizado por estos parámetros no es un proceso homogéneo ni estacionario, es decir, no todas las olas tienen el mismo periodo, altura, longitud de onda o dirección en cada instante y lugar, sino que cada una tiene sus características propias, que además varían en el espacio y el tiempo.

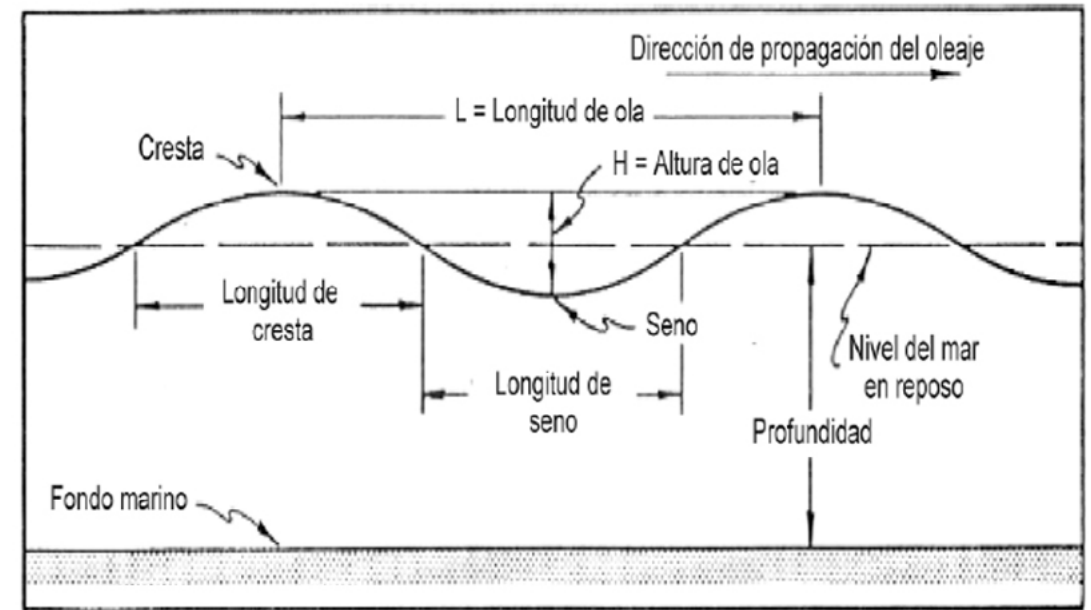


Figura 83.- Características de una ola. Fuente: Jaime Soto, “Introducción a la mecánica de oleaje”.

Aguas profundas:

Se denominan aguas profundas a la zona de costa con profundidad de agua mayor de $L/2$, siendo L la longitud de onda del frente de olas en profundidades muy grandes.

Aguas intermedias:

En esta agua el oleaje comienza a sentir el efecto del fondo y sus características se ven modificadas por la acción del mismo.

Convencionalmente se denominan aguas restringidas a la zona de costa con profundidad de agua menores de $L/2$ y mayores de $L/20$ o $L/25$, siendo L la longitud de onda del

frente de olas que atraviesa.

Aguas someras o de profundidad reducida:

Se definen como la zona sumergida de la costa con profundidades de agua menores de $L/20$ o $L/25$ y donde no se ha producido aún la rotura del oleaje. En este caso L es también la longitud de onda del frente de olas que la atraviesa.

Oleaje:

Un estado del mar es el rango en espacio y en tiempo en el que las propiedades estadísticas y espectrales se conservan. Para la descripción de un estado del mar, es suficiente la determinación de tres parámetros que caracterizan el comportamiento del oleaje: la altura, el periodo y la dirección del mismo.

De esta forma para la representación del oleaje de una zona se pueden utilizar datos medidos directamente en el área de estudio.

Medidas de la Ola

En la práctica se usan 2 escalas para medir la intensidad de las olas:

La Escala Douglas es una escala que clasifica los diferentes estados del mar en 10 grados tomando como referencia el tamaño de las olas.

La Escala de Beaufort es una medida empírica para la intensidad del viento.

La escala tiene dos códigos, uno para estimar el estado del mar y otro para describir la altura de las olas. Esta escala se adoptó internacionalmente recurriendo en la mayoría de los países a los nombres tradicionales que describían los diferentes estados del mar.

Grado	Altura de las olas (m)	Descripción	Estado del mar
0	Sin olas	Mar llana o en calma	La superficie del mar está lisa como un espejo.
1	0 a 0,10	Mar rizada	El mar comienza a rizarse por partes.
2	0,10 a 0,5	Marejadilla	Se forman olas cortas pero bien marcadas; comienzan a romper las crestas formando una espuma que no es blanca sino de aspecto vidroso (ovejas).
3	0,5 a 1,25	Marejada	Se forman olas largas con crestas de espuma blanca bien caracterizadas. El viento marino está bien definido y se distingue fácilmente del mar de fondo que pudiera existir. Al romper las olas producen un murmullo que se desvanece rápidamente.
4	1,25 a 2,5	Fuerte marejada	Se forman olas más largas, con crestas de espuma por todas partes. El mar rompe con un murmullo constante.
5	2,5 a 4	Gruesa	Comienzan a formarse olas altas; las zonas de espuma blanca cubren una gran superficie. Al romper el mar produce un ruido sordo como de arrojar cosas.
6	4 a 6	Muy gruesa	El mar se alborota. La espuma blanca que se forma al romper las crestas comienza a disponerse en bandas en la dirección del viento.
7	6 a 9	Arbolada	Aumentan notablemente la altura y la longitud de las olas y de sus crestas. La espuma se dispone en bandas estrechas en la dirección del viento.
8	9 a 14	Montañosa	Se ven olas altas con largas crestas que caen como cascadas; las grandes superficies cubiertas de espuma se disponen rápidamente en bandas blancas en la dirección del viento, el mar alrededor de ellas adquiere un aspecto blanquecino.
9	Más de 14	Enorme	Las olas se hacen tan altas que a veces los barcos desaparecen de la vista en sus senos. El mar está cubierto de espuma blanca dispuesta en bandas en la dirección del viento y el ruido que se produce es fuerte y ensordecedor. El aire está tan lleno de salpicaduras, que la visibilidad de los objetos distantes se hace imposible.

Figura 84.- Clasificación de las olas. Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Escala_Douglas

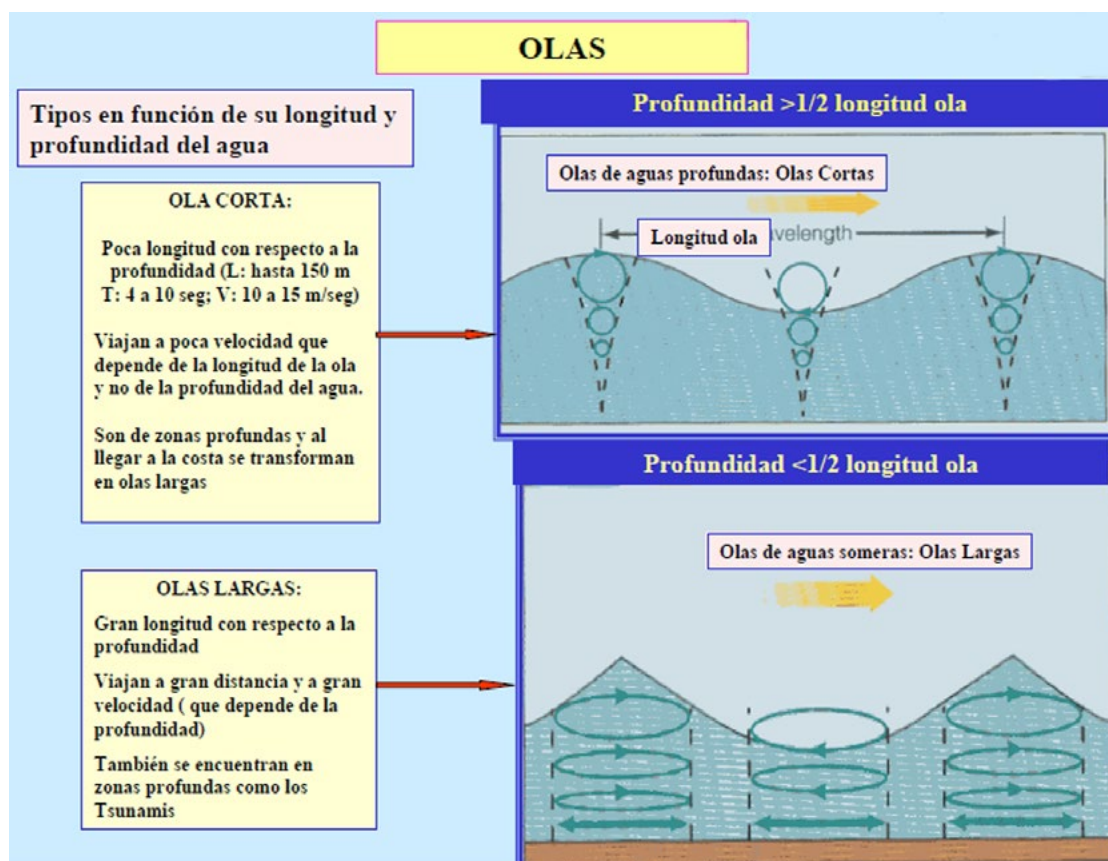


Figura 85.- Tipos de olas. Fuente : Ma. Luisa Villegas Cuadros, Movimientos del agua. Biología Marina. Universidad de Oviedo España.

CONSTRUCCIÓN NAVAL

El método constructivo correspondiente al casco experimental adopta los métodos y normativas aplicadas en la construcción de embarcaciones de aluminio por la empresa Sitecna Alumas. Por lo que es preciso detallar las principales características constructivas aplicadas en las lanchas de alta velocidad construidas por esta empresa, la cual construye embarcaciones para uso comercial y deportivo, diseñadas para un ámbito laboral riguroso. El diseño de las embarcaciones se basa en la estandarización de los cascos de sus modelos de lanchas, para otorgar buen rendimiento hidrodinámico, máxima eficiencia y rendimiento propulsivo.

El material empleado es aluminio naval de las series 5000 y 6000. Se utilizan estas series por ser excelentes para trabajar y soldar, además de su alta resistencia a la corrosión al contener una capa anodizada transparente y más liviana. Las dimensiones de las planchas son de 6000 mm y 2000 mm. Los espesores de las planchas varían de acuerdo a su ubicación en la embarcación. Para el fondo del casco tiene un espesor entre 5 y 6 mm. Para los costados un espesor entre los 3 y 4 mm.

En la industria naval el uso del aluminio está dado por sus propiedades mecánicas, economía y la facilidad de trabajo. Factores como el envejecimiento, mantenimiento y pérdidas por el paso del tiempo, hacen del aluminio un material muy ventajoso en la industria naval.

Comparado con la fibra es de mayor resistencia, esto se traduce en menos averías (no tiene problemas de osmosis, ni fisuración), por lo tanto menor gasto de mantenimiento. Gracias a su ductilidad, es uno de los metales que menos se fracturan y no da problemas de fisuración.

La reparación del aluminio es muy sencilla (similar a los automóviles) un golpe en el casco se puede reparar en horas, cortando la plancha y soldando una nueva, devolviendo la embarcación a su estado original con total garantía de resistencia del casco. Como es un material liviano comparado a la fibra, siendo aún mayores las diferencias al aumentar el tamaño de la embarcación. Esto supone mejor maniobrabilidad y lo que es más importante, menor consumo de combustible.

Los cascos fabricados en aluminio y también en acero, al realizarse mediante soldaduras de todas sus piezas estructurales y estas con las chapas de recubrimiento adopta una estructura totalmente compacta que produce rigidez estructural, traducándose en menores fatigas de material y por lo tanto mayor seguridad para estados de mar más duros.

El aluminio como la fibra y el acero es igual de impermeable, pero los cascos de acero y aluminio permiten soldar los elementos de la cubierta o del interior directamente a la estructura, de esta manera se evitan perforaciones a las cubiertas o elementos estructurales, al disminuir las perforaciones disminuye proporcionalmente las posibilidades de perder estanqueidad.

El aluminio no se quema, es un material ignífugo, contrario a lo que sucede con la fibra como material. Gracias a la ductilidad del aluminio y baja fragilidad, se deforma y no se fisura, por lo que no hay vía de agua posible. Para romper el aluminio el golpe tiene que ser especialmente violento.

El aluminio no se deteriora por la exposición permanente a los rayos solares. Tampoco sufre los efectos de la ósmosis, y resiste mucho mejor la incrustación de algas y lapas cuando la embarcación lleva mucho tiempo inactiva. El transporte en remolque acaba fisurando la fibra, no así el aluminio. Esto supone que después de los años, las embarcaciones de aluminio mantienen sus condiciones iniciales, o lo que es lo mismo, están más nuevas que las de fibra. Y por ello, el valor de segunda mano es mayor, y la depreciación, menor.

EMPRESA SITECNA I + D

Sitecna Alumas construye y diseña embarcaciones de aluminio de alto rendimiento, para ser usadas tanto en salmoneras como por particulares y con fines deportivos.

El diseño de las embarcaciones se basa en la estandarización en los cascos de sus modelos de lanchas para otorgar buen rendimiento hidrodinámico para máxima eficiencia y rendimiento propulsivo.

La construcción se realiza acorde con las reglas de certificación y equipamiento según el American Boat And Yacht Council; las cuales otorgan estándares de producción en las normas de seguridad para la construcción de barcos y su reparación.

Algunos de los requerimientos principales que certifica la organización son:

- Seguridad de la embarcación
- Fiabilidad de las instalaciones (electricidad y servicios)
- Resistencia estructural
- Estabilidad
- Control ambiental durante la construcción
- Protección contra incendios
- Utilización de materiales y Aplicaciones del aluminio según norma.



Figura 86.- Galpón empresa Sitecna, Puerto Varas. Fuente: Propia.

Los beneficios de utilizar aluminio es que es 1/3 más ligero y no es necesario pintarlo para evitar la corrosión. El tipo de aleación a utilizar depende de la relación entre ductibilidad y corrosión.

Proceso constructivo:

Para la construcción de lanchas rápidas utilizan aluminio naval de las series 5000 y 6000. Se utilizan estas series por ser excelentes para trabajar y soldar además de su alta resistencia a la corrosión al contener una capa anodizada transparente y más liviana. Las

dimensiones de las planchas son de 6000 mm y 2000 mm. Los espesores de las planchas varían de acuerdo a su ubicación en la embarcación. Para el fondo del casco tiene un espesor entre 5 y 6 mm. Para los costados un espesor entre los 3 y 4 mm.

1) El diseño de la estructura se realiza por medio de programas CAD-CAM; lo que permite definir las piezas que componen el casco. Todo el proceso de diseño es digital, no se construyen modelos.

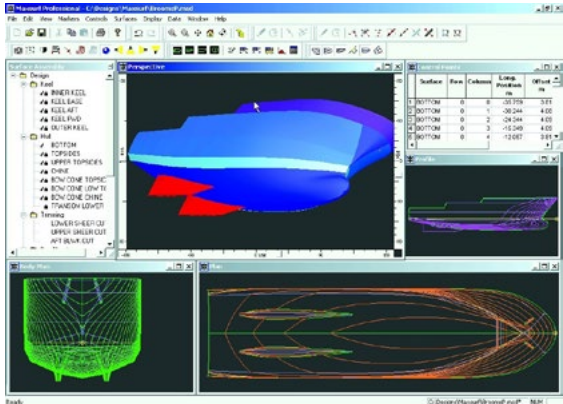


Figura 87- Diseño de casco en el programa Maxsurf. Fuente: http://www.maxsurf.com.ar/jpgs/01_broompepscreen.jpg

2) Una vez definidas las piezas, se cortan con plasma por medio de control numérico.



Figura 88.- Corte de planchas de Aluminio con plasma. Fuente: Egidio Jeria Presentación “Visita Sitecna”

3) Se construye de afuera hacia adentro. Primero se arma el forro a través de planchas de aluminio, utilizando bandas y paredes laterales y luego se sueldan las cuadernas. Esto acelera el proceso constructivo.



Figura 89.- Construcción de forro a través de planchas de aluminio. Fuente: Egidio Jeria Presentación “Visita Sitecna”.

4) Las planchas son cortadas planas y toman la curvatura del casco al ser soldadas. Se sueldan la quilla y las vigas longitudinales, estructuras por medio de perfil en L. El tipo de soldadura empleado es la soldadura MIG.



Figura 90.- Soldando con MIG. Fuente: <http://foros.pesca.org.mx/cgi-bin/Blah.pl?m-1151539548/s-250/>

5) Luego de obtener la estructura del casco, se construyen las zonas estancas y la superestructura.



Figura 91.- Superestructura en Aluminio. Fuente: <http://www.seaalum.cl/>

6) Posteriormente se instalan los diferentes sistemas; bombas, motores, sistemas eléctricos, etc.

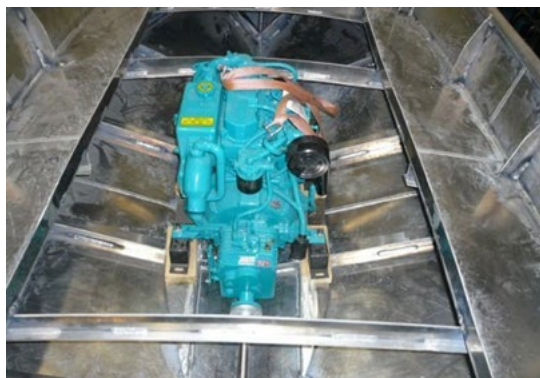


Figura 92.- Motor estacionario en lancha de aluminio. Fuente: http://www.mundoanuncio.com/anuncio/ivermon_fabricantes_de_botes_en_aluminio_1169122309.html

7) Finalmente se construye e instala la habitabilidad de la embarcación.



Figura 93.- Habitabilidad en lancha de Aluminio. Fuente: Egidio Jeria Presentación “Visita Sitecna”.

Consideraciones de Diseño

La quilla tiene 1 cm de espesor, este diseño garantiza la robustez y resistencia de la embarcación y su favorable comportamiento frente al medio marino.

En las lanchas de más de 7 m de eslora, las vigas longitudinales se construyen a partir de placas continuas y se estructuran al ser soldadas en su espesor una pletina que les confiere la estructuración de viga rígida.

Para lanchas aún más grandes de 10- 14 m de eslora la unión de las bandas con las chapas laterales de embarcación, se utiliza una barra de 20 mm de diámetro que refuerza la soldadura y otorga mayor resistencia a los golpes contra borde al ser arrastrada. Además de garantizar un margen de error mayor que si se soldarán canto con canto.

Las lanchas poseen refuerzos en sus bandas laterales al tener soldados perfiles que otorgan mayor resistencia ante los golpes.

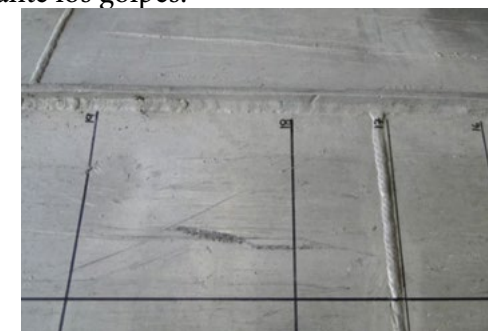


Figura 94.- Quilla de espesor 1 cm en lancha de Aluminio. Fuente: Propia.

Para adentrarnos en materia referente a las embarcaciones hidrofoil es conveniente es-

tablecer claramente que es un perfil hidrodinámico y cuál es su funcionamiento en estas embarcaciones.

PERFILES HIDRODINÁMICOS

Un perfil hidrodinámico funciona igual a un perfil aerodinámico. La mayor diferencia se presenta por el fluido en el que se desplazan los perfiles ya que los perfiles hidrodinámicos al desplazarse en agua, un fluido más denso que el aire, encuentran mayor resistencia. Los perfiles hidrodinámicos son estructuras alares que se encuentran debajo de la superficie del agua, están diseñadas para obtener una relación alta en sustentación y baja en arrastre.

PRINCIPIOS FÍSICOS

- Teorema de Bernouilli

Describe el comportamiento de un fluido moviéndose a lo largo de una línea de corriente. Comprueba experimentalmente que la presión interna de un fluido decrece en la medida que la velocidad del fluido incrementa. Establece que para un fluido incompresible y no viscoso en flujo estacionario, la presión y la velocidad a lo largo de una línea de corriente están relacionadas: La suma de la presión estática y la dinámica es constante, definiéndose como presión total. La presión estática se obtiene de la profundidad a la que se encuentra la partícula respecto a la presión atmosférica. La presión dinámica depende de la densidad y la velocidad que tenga la partícula en un momento determinado. Se puede decir que en un fluido ideal en movimiento, en el que no hay aporte de energía, la modificación de la velocidad es realizada por una variación de presión. Al intervenir la velocidad al cuadrado, resulta cuatro veces más costoso energéticamente doblar la velocidad que doblar la presión, pequeñas variaciones de velocidad producen grandes variaciones de presión. Esto ocurre a velocidades inferiores a la del sonido, pues a partir de esta ocurren otros fenómenos que afectan de forma importante esta relación.

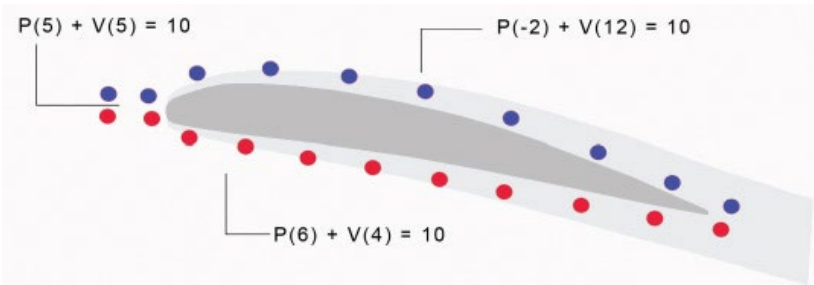


Figura 95. -Teorema de Bernouilli. Presión v/s velocidad. Fuente: <http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV12.html>

Donde:

- V = velocidad del fluido en la sección considerada.
- g = aceleración gravitatoria
- z = altura en la dirección de la gravedad desde una cota de referencia.
- P = presión a lo largo de la línea corriente
- P= densidad del fluido.

- Ángulo de ataque:

El ángulo de ataque es el ángulo formado por la cuerda del perfil y la dirección del flujo relativo. Llamamos flujo relativo al fluido paralelo a la trayectoria y en dirección opuesta al perfil. Este ángulo puede variar por diversas causas; por acción de los mandos; diseño de las alas o por las corrientes. Cuando el flujo es estacionario el recorrido de las partículas coincide con las líneas de corriente. Cuando el ángulo de ataque es nulo, igual a cero, las líneas de corriente rodean perfectamente el contorno del perfil, juntándose en la zona más ancha de éste. La tangente de la línea de corriente antes y después del perfil, tiene la misma dirección aproximadamente. Si se aumenta el ángulo, las líneas de corriente siguen adaptándose al borde, un mayor número de líneas de corriente pasan por el extradós, por lo que tiende a juntarse en la zona superior. Si se aumenta el ángulo de ataque es como si se aumentara la curvatura de la parte superior. La tangente de las líneas inmediatas antes y después del perfil varía cuanto más grande es el ángulo de ataque.

A medida que el ángulo de ataque aumenta, las líneas de corriente se van desprendiendo del extradós. A este valor se le denomi-

na ángulo de ataque crítico y determina la pérdida de sustentación.



Figura 96.- Comportamiento de un perfil alar ante un fluido. Fuente: Elaboración propia.

Partiendo de que la embarcación se origina a partir de la velocidad y la mejor forma de alcanzar mayor velocidad en la zona y evitar los nocivos efectos de la ola corta es el diseño de una embarcación con hidroalas, se debe buscar la forma para que las hidroalas no impidan acercarse o llegar a bordes costeros o playas. Existen dos tipos de hidroalas, las de superficie perforada que tienen forma de “V” o “W” y las de superficies sumergidas que tienen forma de “T”. Las hidroalas de superficies incrustadas van fijas al casco y su envergadura suele ser mayor a la manga de la embarcación. Las hidroalas de superficies sumergidas pese a estar fijas al casco pueden plegarse para facilitar operaciones en el puerto y su envergadura suele ser igual a la manga de la embarcación.

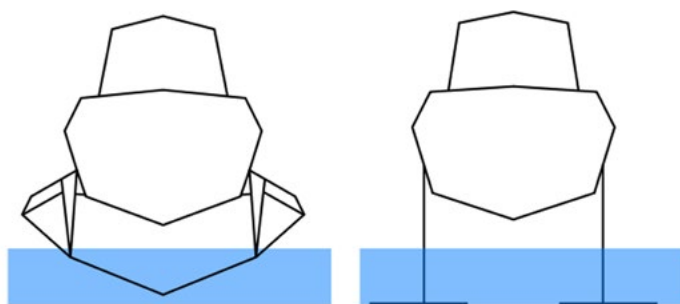


Figura 97.- Tipos de hidroalas existentes Hidroala en forma de “V”. Hidroalas forma “T” . Fuente: Elaboración propia.

Existen varios tipos de embarcaciones con hidroalas completamente sumergidas, principalmente para uso militar y transporte de pasajeros. Esto porque su forma permite que puedan plegarse, quedando sobre la línea de agua, lo que les permite operar en aguas poco profundas y en cualquier tipo de puerto tal como lo haría una embarcación tradicional.

Como conclusión del estudio realizado por el alumno del Magister Egidio Jeria en la tesis “Embarcación de asistencia con hidroalas para los habitantes de la Patagonia Occidental” se logra comprobar la sustentación por medio de perfiles hidrodinámicos diedros de 20° sobre horizontal para proa y popa, ya que el ángulo diedro crea una componente lateral a la fuerza de sustentación, perpendicular al plano alar. Puesto que la configuración es simétrica, las componentes laterales se cancelan, por lo que solo queda la fuerza neta hacia arriba, pero a su vez se experimentará una pérdida de la eficiencia del perfil. El motivo para el sacrificio de esta eficiencia, es que ofrece un sistema más estable en términos de escora, oscilación vertical y cabeceo, además de proporcionar un mejor rendimiento en las olas.

El ángulo diedro se usa casi exclusivamente en perfiles incrustados. Esto significa que al emerger el perfil del agua, no solo los efectos de superficie reducen la sustentación, sino también la cantidad de superficie alar. El momento adrizante y trimado es más alto que en el caso de perfiles sumergidos.

Las embarcaciones con superficies alares incrustadas, son aquellas en que el perfil alar sobresale de la superficie del agua, caracterizado generalmente por una reducción de la superficie alar en su extremo inferior, esto es para poder tener un mayor control de la sustentación a un cierto límite de velocidad, ya que el perfil al no poseer más superficie de planeo en su parte baja, no podrá seguir ascendiendo aunque se aumente la velocidad. De esta forma se evita el cabeceo producido por el afloramiento excesivo de los perfiles. El ángulo diedro conocido, otorgará una sustentación adicional al del perfil hidrodinámico con un cierto ángulo de ataque.

Las embarcaciones con superficies alares sumergidas son aquellas en que el perfil hidrodinámico se encuentra completamente sumergido en un plano horizontal con la superficie del agua. Se utilizan diversos tipos de soportes y configuraciones para este caso y su ubicación afecta la estabilidad de la embarcación.

La configuración de los perfiles alares incrustados dependerá de la ubicación del centro de gravedad en la embarcación. Principalmente del tipo de propósito de la embarcación y su configuración de carga y habitabilidad. Debido a que ambos aspectos se han definido al plantear que el peso se distribuye de manera uniforme en la proa y en la popa la configuración elegida se describe corresponde al Tándem.

SPLIT	NON-SPLIT	ARRANGEMENT
		CONVENTIONAL $0.00 < X_L < 0.35$
		CANARD $0.65 < X_L < 1.00$
		TANDEM $0.35 < X_L < 0.65$

Figura 98.- Configuración de perfiles con respecto a la eslora. Fuente: <http://www.foils.org/basfigs.htm>

SISTEMAS DE PROPULSIÓN

Un motor fuera borda, también llamado motor fuera bordo, es un motor de explosión que se instala en la parte exterior de una embarcación y que, provisto de una hélice, permite la impulsión y dirección de esta misma. Los motores fuera borda se componen de un motor, situado en la parte superior del conjunto, un sistema de engranajes y un sistema de propulsión que se dispone en la parte inferior sumergida. Los motores fuera borda se diseñan para instalarse en el montante de la popa de embarcaciones de pequeño tamaño, y pueden pivotarse horizontalmente de manera que sirven como timón, incluso con el motor apagado, para dirigir la navegación. También es posible su movimiento en inclinación vertical lo que permite maniobrar el cuerpo de la embarcación, sumergiendo o elevando la quilla, en caso de necesidad de drenaje o para evitar obstáculos, o proteger el propio motor fuera borda mientras es remolcado. Otra característica es su facilidad para desmontarse de la embarcación, facilitando su transporte para guardarlo o su reparación.

Existe una importante diferencia de potencia, torque y revoluciones entre un motor de 2 tiempos y uno de 4 tiempos. La potencia, para una misma cilindrada y número de revoluciones constantes, en el motor 2 tiempos ocurren dos combustiones por cada una del motor de 4 tiempos y como la presión media efectiva es baja, la potencia teórica del motor 2 tiempos es aproximadamente 1,7 veces la de un motor de 4 tiempos.

El Torque en el motor 2 tiempos, fluctúa notablemente y es difícil mantener un número de revoluciones constante en cambio en los motores de 4 tiempos generan un torque bastante plano y constante en casi todo el margen de revoluciones lo que hace posible mantener un número de revoluciones estable.

El régimen de revoluciones del motor 2 tiempos a baja velocidad hace difícil mantener estable al ralentí, debido a la gran fluctuación del torque, razón por la cual el ralentí de estos motores es bastante elevado. La poca fluctuación del torque en los motores de 4 tiempos, permite mantener un régimen de revoluciones estable incluso a bajas velocidades, por esta razón el ralentí de estos motores es bajo. Diferencia en el consumo de combustible entre los motores de 2 tiempos y los de 4 tiempos.

En los motores de 2 tiempos, como parte de la mezcla aire-combustible sale por la

lumbera de escape durante la admisión, el consumo de combustible es más elevado que en un motor de 4 tiempos. En los motores de 4 tiempos como no existe casi ninguna pérdida de la mezcla aire-combustible, la eficiencia de la combustión es buena y el consumo de combustible bajo.

En comparación con un motor de 2 tiempos de la misma cilindrada, el motor de 4 tiempos podrá recorrer una distancia 1,25 veces mayor con la misma cantidad de combustible.

Sistema de enfriamiento en un motor fuera de Borda

Los motores fuera de borda usan un sistema de refrigeración llamado “por pérdida completa”, estos motores absorben agua del medio en que se desplazan mediante una bomba, el agua presurizada por la bomba recorre un laberinto en el block refrigerando y luego se bota nuevamente al medio. La temperatura es controlada en algunos modelos por un termostato que restringe la velocidad de flujo y una válvula de sobrepresión se encarga de aliviar la presión excesiva que se puede producir en alta velocidad. Existen algunos motores pequeños que usan un sistema mixto de refrigeración de aire y agua.

Existe una gran variedad de motores fuera de borda, ya que varían según su potencia, sistema de arranque y el largo de la pata. Para embarcaciones menores el rango de motores utilizados va desde los 50 HP hasta los 150 HP. Otra clasificación es si el motor es pata corta o pata larga, lo cual expresa la distancia medida entre la agarradera y la aleta de cavitación. Se aplica a la altura del espejo, que viene de 15, 20 y 25 pulgadas, en cuyo caso la aleta de cavitación del motor seleccionado debe quedar en un rango de no más de una pulgada respecto del borde del casco.

El punto es que entre más alto el espejo (lo cual hace necesario un motor de pata larga) la ola que se forma al desacelerar no remonta la embarcación, pero un motor de pata corta es más económico.

Teniendo en cuenta que estas máquinas dependen de dónde, cómo y en qué clima se van a trabajar se puede afirmar que:

- Para troleo (técnica de pesca), basta con un motor de 2 a 9,9 HP.
- Para pesca o paseos familiares en laguna, en un bote de hasta 12 pies es conveniente un motor de hasta 15 HP.

- Para pesca en río (como de los Llanos), un bote de 12 a 15 pies con motores de 30 a 60 HP.

- Para esquí deportivo no profesional, un bote de 14 a 17 pies y un motor de 85 a 150 HP.

El consumo de combustible se calcula mediante la obtención del 10 por ciento de su caballaje y se expresa en galones por hora a plena marcha. En promedio, los motores modernos hacen del 6 al 8 por ciento de su caballaje en consumo.

La empresa Sitecna, utiliza en su mayoría motores Yamaha en sus lanchas rápidas, mismos que obtienen del proveedor Nichmar de Comercio LTDA. Yamaha ofrece motores con pata ultralarga de 30.3” pero solo en motores sobre los 225 HP y pata extralarga con una dimensión máxima de 26.1” para motores desde los 100 HP. Con la experiencia constructiva de Sitecna y los estudios realizados anteriormente sobre el tema, se estima que es conveniente analizar motores fuera de borda desde los 50 HP hasta los 100 HP, por tratarse de una embarcación menor.

A continuación se presentan las principales características que pueden influir en la elección del motor. Los seis motores son de la marca Yamaha y la información es proporcionada por Nichmar de Comercio LTDA. Los precios van desde los 9.310.000.- el de 100 Hp, hasta los 15.410.000.- para uno de 200 HP.



Potencia	: 50 Hp
Tipo de Motor	: 4 Cilindros
Cilindrada	: 935 cm ³
Rango Max.Rpm	: 5000 - 6000 rpm
Calibre x Carrera	: 63 x 75 mm
Sist.Inducción de Combustible	: 4 - Carburadores
Consumo Max.de Combustible	: 17.3 L/h
Dirección	: Mando a Distancia
Lubricación	: Carter
Sistema de Arranque	: Eléctrico
Método de Basculación	: Hidráulico
Largo de Pata	: Larga (L) 21.0"
	: Extralarga (X) 25.5"
Peso	: 104 Kg - 109 Kg



Potencia	: 70 Hp Fuel Injection
Tipo de Motor	: 4 Cilindros 16
Valv.Cilindrada	: 996 cm ³
Rango Max.Rpm	: 5300 - 6300 rpm
Calibre x Carrera	: 65.0 x 75.0 mm
Sist.Inducción de Combustible	: Inyección Electrónica
Dirección	: Mando a Distancia
Lubricación	: Carter
Sistema de Arranque	: Eléctrico
Método de Basculación	: Hidráulico
Largo de Pata	: Larga (L) 21.0"
ExtraLarga (X) 25.5"	
Peso	: 119 Kg.



Potencia	: 60 Hp Fuel Injection
Tipo de Motor	: 4 Cilindros
Cilindrada	: 996 cm ³
Rango Max.Rpm	: 5000 - 6000 rpm
Calibre x Carrera	: 65 x 75 mm
Sist.Inducción de Combustible	: Inyección de
Combustible Electrónica	
Consumo Max.de Combustible	: 20 L/h
Dirección	: Mando a Distancia
Lubricación	: Carter
Sistema de Arranque	: Eléctrico
Método de Basculación	: Hidráulico
Largo de Pata	: Larga (L) 20.7"
Peso	: 116 Kg.



Potencia	: 100 Hp
Tipo de Motor	: 4 Cilindros - 16 Valv.
Cilindrada	: 1596 cm ³
Rango Max.Rpm	: 5000 - 6000 rpm
Calibre x Carrera	: 79 x 81.4 mm
Sist.Inducción de Combustible	: 4 - Carburadores
Consumo Max.de Combustible	: 34 L/h
Dirección	: Mando a Distancia
Lubricación	: Carter
Sistema de Arranque	: Eléctrico
Método de Basculación	: Hidráulico
Largo de Pata	: Larga (L) 21.1"
	: Extralarga (X) 26.1"
Peso	: 184 Kg - 189 Kg

Figura 99.- Motores fuera de borda 50, 60 HP. Fuente: <http://www.nichimar.cl/>

Figura 100.- Motores fuera de borda 70, 100 HP. Fuente: <http://www.nichimar.cl/>



Potencia	: 115 Hp	Fuel Injection
Tipo de Motor	: 4 Cilindros 16 Valv.	
DOHC		
Cilindrada	: 1741 cm ³	
Rango Max. Rpm	: 5000 - 6000 rpm	
Calibre x Carrera	: 79 x 88.8 mm	
Sist.Inducción de Combustible	: Inyección Electrónica	
de Combustible		
Consumo Max. de Combustible	: 38 L/h	
Dirección	: Mando a Distancia	
Lubricación	: Carter	
Sistema de Arranque	: Eléctrico	
Método de Basculación	: Hidráulico	
Largo de Pata	: Larga (L) 20.3"	
Peso	: 188 Kg.	



Potencia	: 150 Hp	
Tipo de Motor	: 4 Cilindros - 16 Valv.	
Cilindrada	: 2670 cm ³	
Rango Max.Rpm	: 5000 - 6000 rpm	
Calibre x Carrera	: 94 x 96.2 mm	
Sist.Inducción de Combustible	: Inyección Electrónica	
Consumo Max.de Combustible	: 55.8 L/h	
Dirección	: Mando a Distancia	
Lubricación	: Carter	
Sistema de Arranque	: Eléctrico	
Método de Basculación	: Hidráulico	
Largo de Pata	: Larga (L) 20.3"	
Extralarga (X)	: 25.3"	
Peso	: 216 Kg - 220 Kg	

El desplazamiento que el motor le imprime al bote se hace mediante una hélice, a cuya capacidad de movimiento se le llama el paso. Las hélices convierten la energía rotacional generada por el motor en el empuje necesario para el desplazamiento de un barco. Descontando el diseño de esta, cuanto más grande sea más eficientemente trabajará. El problema radica en conseguir un equilibrio entre este tamaño y la capacidad del motor para hacerla rotar a su régimen de trabajo idóneo. Las utilizadas por los motores fuera-borda suelen llevar un número de palas entre 3 y 6. Su tamaño queda definido por dos datos; el diámetro total de la hélice y el paso de sus palas, es decir lo inclinado que están y por tanto la capacidad de impulsar agua. Estos dos datos son los más importantes para diferenciar una hélice de otra.

Palas demasiado pequeñas causan ‘cargas’ muy altas, lo que significa que la hélice no es capaz de absorber toda la potencia transferida por el motor. El resultado es lo que conocemos como cavitación, vibraciones y en algunos casos extremos ‘picaduras’ en las palas.

Cavitación en un motor fuera de borda

La cavitación se produce cuando por culpa de girar muy rápido, o por exceso de velocidad del barco, la presión de la cara anterior de la hélice (la que está más a proa) decae a valores muy pequeños. En estas condiciones, en la zona con depresión se forman burbujas de vapor a causa del vacío que se ha creado. El agua verdaderamente hierve pero a temperatura ambiente. Cuando las burbujas de vapor que se han creado (por ejemplo en un milisegundo o de forma casi instantánea) salen de esta zona de la hélice y vuelven a una zona con presión normal, se colapsan y se condensan otra vez en líquido. Durante el proceso de condensación este colapso es muy violento produciendo vibraciones, ruidos y pérdidas de prestaciones. La cavitación puede estropear fácilmente una hélice, mellando sus bordes de ataque, doblando las palas o picando su superficie.

Figura 101.- Motores fuera de borda 115, 150 HP. Fuente: <http://www.nichimar.cl/>



Figura 102.- Cavitación en una hélice y el daño causado en una turbina. Fuente: Wikipedia.

Los motores Yamaha establecen como largo de la pata a la distancia tomada desde el soporte de la abrazadera hasta la aleta de cavitación que esta sobre la hélice. (Figura 68.) El largo de la pata o travesaño es muy importante en la elección de un motor fuera de borda ya que depende directamente del calado que presenta el casco de la embarcación, el soporte de la abrazadera se coloca fijo sobre el espejo de popa y sus partes fundamentales quedan por fuera de la borda. La aleta de cavitación indica el nivel mínimo que debe estar bajo la superficie del agua para evitar la cavitación en la hélice.

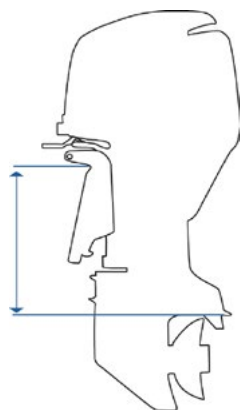


Figura 103. Esquema que identifica la distancia de la pata larga. Fuente: nichmal.cl

V- HIPÓTESIS

A través de un casco de 5 m de eslora con extensión y apéndices estancos en popa, dotarlo de perfiles alares curvados y triangulados en sus soportes verticales. Propulsado por un motor fuera de borda de 100 hp. Con objetos plegables en el interior para múltiples usos y una planta libre al ser plegados. Con rampa triarticulada y parabrisas pivotable, para acceder a los bordes habitados.

VI- METODOLOGÍA

En el presente capítulo se incluyen las herramientas y los métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis la cual se desarrolla en base a pruebas y demostraciones previas a la construcción del prototipo a escala real a través de modelos de prueba a escala reducida utilizando equipos para la realización de ensayos como el Canal de pruebas para la medición de roce y velocidad de los modelos y el programa de cálculo digital de potencia. El primer método aplicado es definir los requerimientos de alto nivel para dar paso a la elaboración de la espiral de diseño.

REQUERIMIENTOS DE ALTO NIVEL (RAN)

- Continuidad del proyecto de embarcación rápida para los habitantes de la Patagonia Occidental.
- Mayor rapidez que las lanchas utilizadas en los fiordos.
- Estabilidad al navegar (navegación agradable y suave) para poder brindar asistencia médica a bordo.
- Bajo costo de construcción.
- Pasaje barato e invariable.
- Continuidad en los recorridos (al menos uno diario)
- Funcional en todo momento independientemente del clima (oleaje, viento, lluvia)
- Capacidad de varar en cualquier borde para permitir el ascenso y descenso de personas, accesibilidad para personas con movilidad limitada.
- Facilidades invisibles, que toda la embarcación cuente con las medidas necesarias en alturas, largos y anchos para acomodar a todo tipo de personas.
- Lugar preciso y seguro para toda la carga a bordo.
- Eliminar jerarquía en el interior, que resulte igual de digno para todos los pasajeros.
- Servicio con mecánica de colectivo, que no sea privado. (Que ofrezca la misma dignidad para el turista, residente o dueño).
- Permitir el traslado y/o asistencia a enfermos o accidentados. Realizar rondas médicas o dentales.
- Traslado de cosas de flete, abastecimiento, equipos del orden de laboratorio.
- Seguridad en su totalidad (acceso, estancia, descenso).

El proceso de diseño de la espiral comienza con el planteamiento de los requerimientos de alto nivel, los cuales buscan generar una solución para el demandante. La metodología de la espiral de diseño ordena estos requerimientos de acuerdo a una relación cíclica, de manera que en cada paso las características del proyecto van mejorando una en rela-

ción a la otra. De esta forma se estudian las coordenadas más importantes y la relación en que afectarán al diseño final.

Para determinar la espiral de diseño se hizo una revisión de los RAN planteados en las carpetas anteriores referentes al mismo tema de embarcación rápida para la Patagonia Occidental. Sin embargo por tratarse de un proyecto que está enfocado a la realización de un nuevo prototipo de embarcación se han planteado los requerimientos específicos con el propósito de utilizar el casco de aluminio donado por la empresa SITECNA.

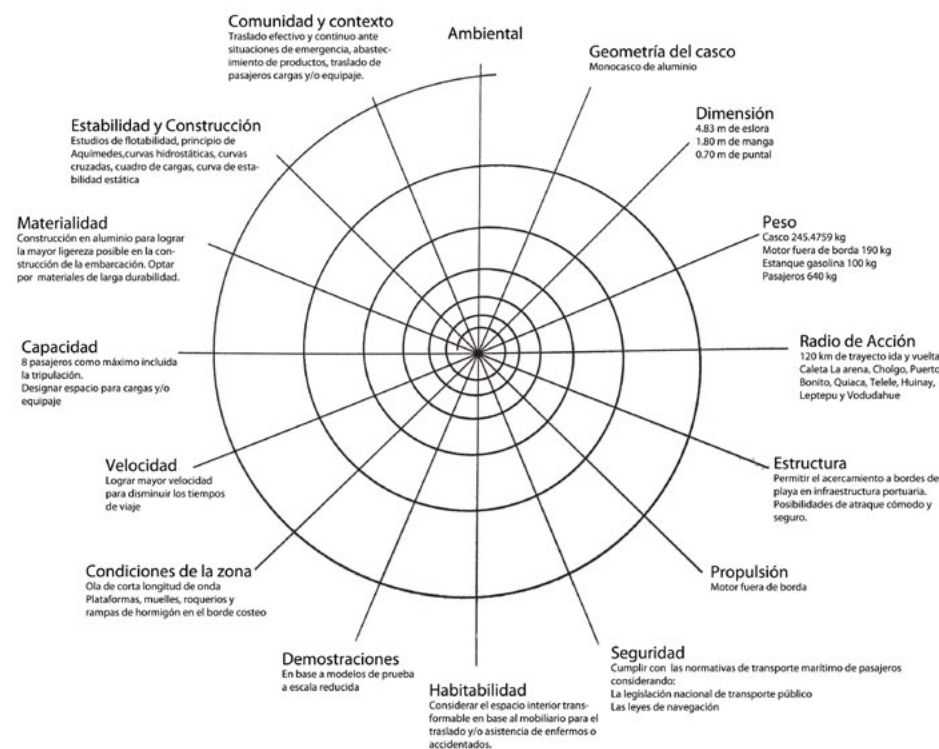


Figura 104.- Esquema Espiral de Diseño con los requerimientos más importantes. Fuente: Elaboración propia.

Los parámetros enunciados a continuación son los que a través del estudio realizado sobresalen como los más relevantes.

- Geometría

Definir posibilidades en capacidad, peso y potencia requerida analizando la geometría dada por el casco patrón.

- Dimensión

4.83m de eslora, 1.80 m de manga y 0.7 m de puntal.

- Peso

Factor determinante ya que está relacionado directamente con la potencia del motor, por ende con el consumo del combustible. Análisis indispensable, sustentado en cuadro de carga y cálculos de peso necesarios, considerando la distribución de los pesos en el interior para mantener el centro de gravedad y lograr la estabilidad en todo momento. Contemplar el peso de 8 pasajeros como máximo incluida la tripulación.

- Radio de acción

Parámetro de suma importancia para determinar el origen y destino de los recorridos, establecer los recorridos diurnos y/o nocturnos a realizar y fijar los puntos de reabastecimiento de combustible dentro de los 120 km en el trayecto ida y vuelta a lo largo del fiordo. La embarcación prestará servicios como un medio de transporte marítimo en el fiordo Comau, perteneciente a la administración Municipal de Hornopirén /Río Negro. Concentrando a los poblados y comunidades de Caleta La arena, Cholgo, Puerto Bonito, Quiaca, Telele, Huinay, Leptepu y Vodudahue. Considerar que se trata de zonas con ola corta, que es el tipo de ola predominante en estos mares interiores la cual golpea y destruye los cascos de las lanchas veloces. Regiones con diferentes mareas en los que en ocasiones hay que esperar marea alta para entrar a los fiordos. Considerar temporales y clima lluvioso de la región.

- Estructura

Proponer la integración de una rampa de ascenso y descenso, que permita ampliar el acceso desde proa al atracar en bordes de playa en infraestructura portuaria.

- Propulsión

Proponer un motor fuera de borda cuya potencia se encuentre en el rango para pro-

porcionar la potencia inicial requerida para propulsar la embarcación así como proveer la potencia suficiente para sacarlo del agua y una vez en vuelo sustentarlo sobre las hidroalas. La energía para los demás sistemas deberá ser suministrada por una fuente de poder capaz de proveer energía durante todo el trayecto de los recorridos y alimentar los sistemas de climatización así como la iluminación tanto interna como externa.

- Seguridad

Considerar todos los elementos y sistemas de seguridad a bordo. Generar las condiciones adecuadas para los usuarios que estarán en contacto con todos los elementos de la embarcación desde el embarco hasta el desembarco.

Analizar las posibilidades de integrar sistemas de radar y ecosonda para evitar el choque del casco y los perfiles alares con algún objeto dentro del agua.

Cumplir con las normativas de transporte marítimo de pasajeros considerando:

La legislación nacional de transporte público

Las leyes de navegación

- Habitabilidad

Estudiar la forma de brindar adaptabilidad sin infraestructura portuaria para el embarco y desembarco con accesibilidad para personas con movilidad limitada en cualquier playa o borde costero. Diseñar considerando medidas ergonómicas establecidas para espacios con facilidades para silla de ruedas. Analizar la ubicación más optima para la carga y designarle un lugar exclusivo. Estudiar las necesidades y características de los habitantes de la zona, para lograr un diseño interior homogéneo que ofrezca comodidad al trasladarse de manera colectiva realizando un estudio de campo en el fiordo y las zonas involucradas y observar como viaja la gente. Considerar el espacio interior transformable en base al mobiliario para el traslado y/o asistencia de enfermos o accidentados.

- Demostraciones

Comprobar las hipótesis a base de pruebas y demostraciones previas a su construcción a escala real en base a modelos de prueba a escala reducida utilizando equipos para la realización de ensayos: Canal de pruebas para la medición de roce y velocidad de los modelos, túnel de viento para la medición de la resistencia del aire, programa de cálculo digital de potencia.

- Condiciones de la zona

Estudiar el tipo de oleaje predominante en los canales patagónicos, considerar las características de la misma para lograr una simulación con el modelo y determinar la magnitud del impacto. Estudios de geomorfología costera en el fiordo comaú para identificar los diferentes tipos de borde costero y muelles de atraque existentes.

- Velocidad

Se requiere una embarcación rápida para disminuir los tiempos de viaje entre las comunidades dentro del Fiordo Comaú para dar respuesta a las necesidades de traslado diario y en situaciones de emergencia.

- Capacidad

Por tratarse de una embarcación menor de asistencia, se proyecta para 8 personas incluyendo capitán y tripulante. Dejando espacio para cargas mayores y equipaje de mano de los pasajeros.

- Materialidad

Realizar estudio de materiales como HDPE, Fibra de Vidrio, Fibra de Carbono y otros para considerar los materiales adecuados y lograr la mayor ligereza posible en la construcción de la embarcación. Optar por materiales de larga durabilidad para los asientos e interiores de la embarcación con el objetivo de extender la vida útil de todos los elementos en contacto con los pasajeros. Considerar de suma importancia el mayor ahorro posible al considerar calidad / costo.

- Estabilidad y construcción

Aplicar los conocimientos sobre flotabilidad y estabilidad en embarcaciones, obtener las curvas cruzadas y curvas hidrostáticas de la nave y desarrollar el cuadro de cargas correspondiente para cada propuesta de diseño.

- Comunidad y contexto

Estudiar la continuidad en los viajes de la comunidad del fiordo, los principales motivos del traslado y el tipo de cargas o equipaje que llevan consigo. Considerar las embarcaciones operadas actualmente en el fiordo.

- Ambiental

Estudiar las posibles perturbaciones visuales y auditivas que se puedan generar dentro de la embarcación para disminuirlas al máximo. Considerar el uso de materiales que no perjudiquen el ambiente en que interactuará la embarcación (tierra-agua). Así como a las personas que estén en contacto con ésta durante la navegación.

La espiral de diseño representa un elemento de suma importancia para continuar con la fase experimental del proyecto, ya que es un método mediante el cual se establecen los requerimientos de alto nivel específicos para esta embarcación menor con hidrofoil con el propósito de contemplar todos los parámetros que se deben estudiar en el desarrollo del proyecto, parámetros que se originan a partir de que existe una geometría dada ya que se pretende utilizar el casco de aluminio donado por la empresa Sitecna el cual corresponde a un casco de Aluminio de 4. 82 m de eslora, 1.80 m de manga y .70 m de puntal.

REPRESENTACIÓN TRIDIMENSIONAL

Para comprender mejor el diseño y la construcción de la embarcación de aluminio, se estudia el casco experimental, proporcionado por Sitecna Alumas. Se toman fotografías del casco y se hace un levantamiento en el taller Sitecna en Puerto Varas.



Figura 105.- Casco en el astillero de la empresa Sitecna en Puerto Varas Marzo, 2012. Fuente: Propia.



Figura 106.- Levantamiento en base a puntos, utilizando un sistema de coordenadas trazadas en el casco de aluminio. Fuente: Propia.

Con estos datos se desarrollan los planos de líneas de la embarcación y se hace un modelo en 3D en el programa Autocad 2012, del cual se pudo extraer la información útil para poder calcular la estabilidad. Este modelo del casco fue confeccionado en base a las plantillas de polietileno escaladas y corroborado con las dimensiones de las cuadernas de aluminio internas.

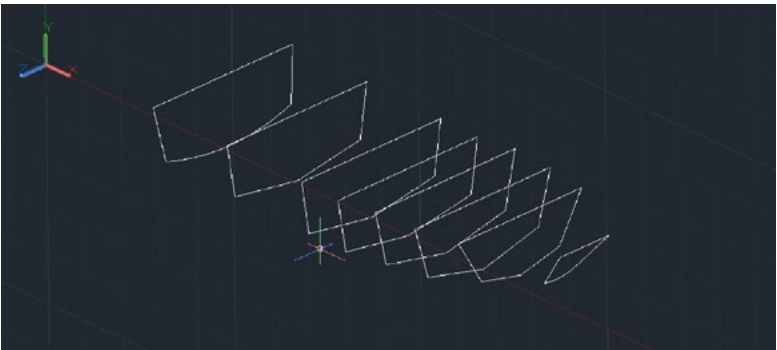


Figura 107.- Cuadernas confeccionadas en el Programa Autocad 2012. Fuente: Elaboración propia.

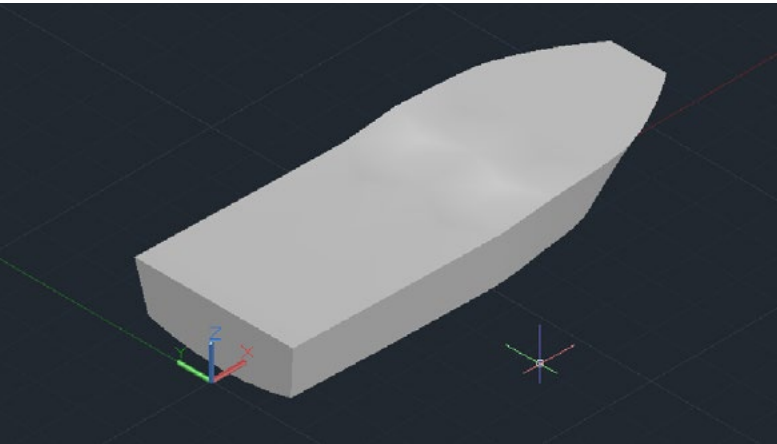


Figura 108.- Primer modelo 3D realizado en Autocad 2012. Fuente: Elaboración propia.

DEMOSTRACIÓN ESTRUCTURAL

En base a la información obtenida con el levantamiento dimensional realizado en Puerto Varas y tomando las dimensiones del modelo 3D, se inició la construcción de un modelo a escala en cartón para la rectificación de la geometría del casco. El modelo se realizó creando la estructura interna del casco (cuadernas y palmejares) para dar mayor rigidez a la estructura, luego se cortaron las seis planchas externas, las cuales se fueron uniendo a la estructura interna por separado, para finalmente unir las entre sí colocando adhesivo en los bordes internos

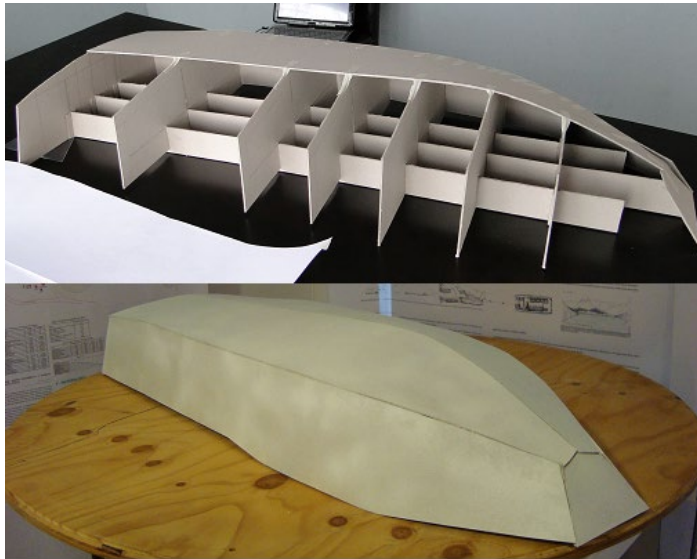


Figura 109.- Primer maqueta realizada en cartón piedra para definir la geometría del casco. Fuente: Propia .

Posteriormente se realizaron correcciones importantes por lo que se construyó una segunda maqueta de cartón la cual se utilizó como matriz para la confección de un modelo de fibra de vidrio para las pruebas hidrodinámicas. El proceso de construcción del mismo se inició construyendo plantillas a escala de fibra de vidrio de las planchas que conforman el casco de aluminio, se colocaron sobre la matriz de cartón y se unieron en su interior utilizando fibra de vidrio tipo mat 600 con resina poliéster.

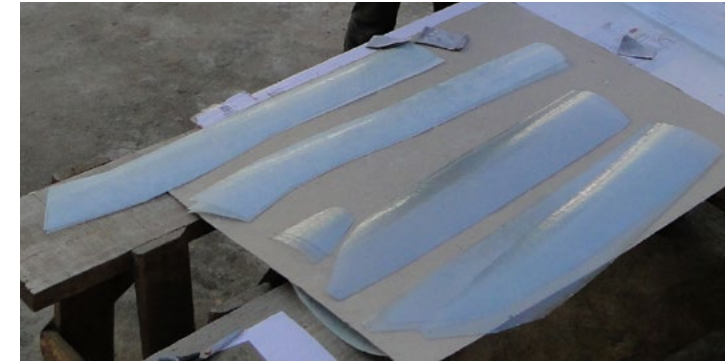


Figura 110.- Planchas en fibra de vidrio para modelo del casco. Fuente: Propia.

Paralelo a la elaboración del modelo de pruebas, se realizaron estudios sobre la viabilidad de utilizar un motor fuera de borda Yamaha F100BETX de 100 HP con pata extralarga de 26.1 pulgadas para la embarcación menor con hidrofoil. Se realizaron dibujos en el programa Autocad 2012 y esquemas ubicando dicho motor fijo en el espejo de popa para analizar el largo de la pata de éste con respecto a la elevación del casco sobre los perfiles alares y lograr determinar si la hélice se encuentra una y media veces su diámetro bajo la superficie del agua según ha recomendado el Ingeniero en Ejecución Mecánica Ramiro Mege Thierry para que la propulsión se logre de manera correcta.

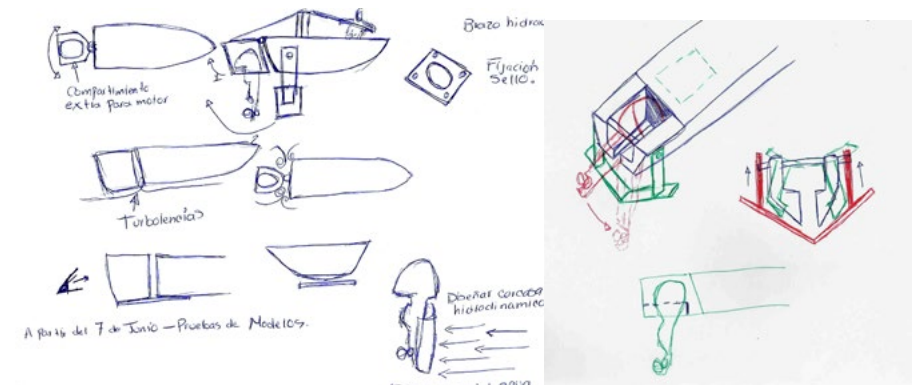


Figura 111.- Esquemas con cápsula para motor fuera de borda. Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente estas ideas se dibujan en el Programa Autocad 2012 donde se puede verificar la geometría considerando las dimensiones reales del casco Sitecna y los perfiles alares, para luego elegir una configuración final para las pruebas de arrastre y el cálculo de la potencia con lo cual se comprobará la viabilidad de utilizar el motor Yamaha F100BETX de 100 HP.

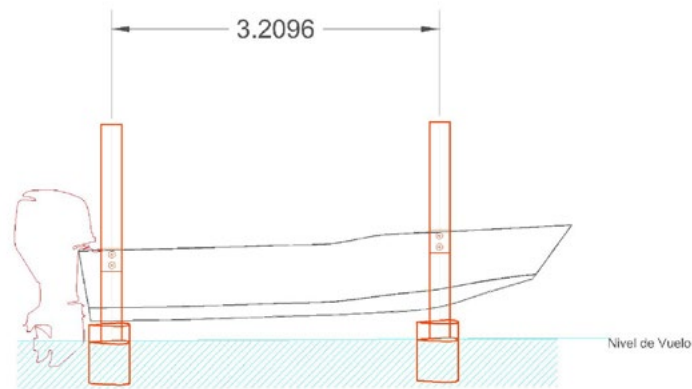


Figura 112.- Plano en dos dimensiones ubicación del motor n el espejo de popa. Realizado en el programa Autocad 2012. Fuente: Elaboración propia.

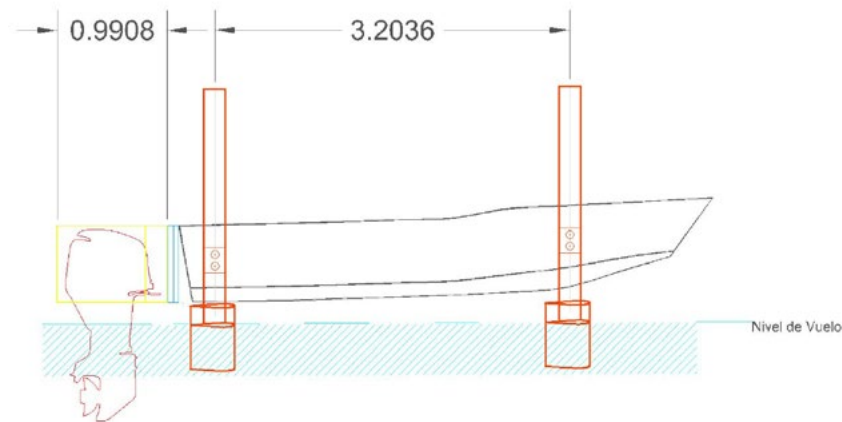


Figura 113.- Plano en dos dimensiones ubicación del motor dentro de cápsula hermética en el espejo de popa. Realizado en el programa Autocad 2012. Fuente: Elaboración propia.

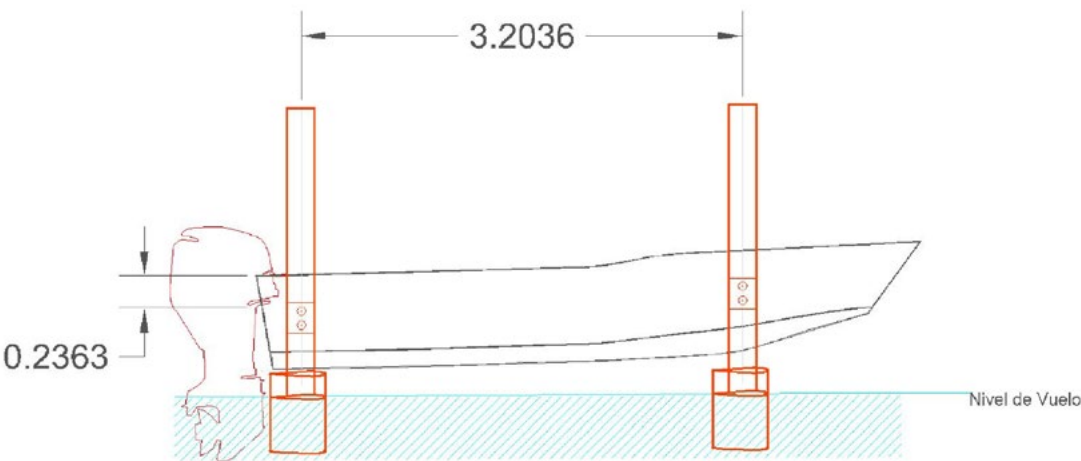


Figura 114.- Plano en dos dimensiones del motor sujeto desde la abrazadera 23.6 cm bajo en el espejo de popa. Realizado en el programa Autocad 2012. Fuente: Elaboración propia.

En base a los análisis realizados en el programa Autocad 2012 sobre la adecuada posición del motor fuera de borda, se realizaron dos maquetas rápidas planteando dos casos que podrían dar solución a las interrogantes en el óptimo funcionamiento en la propulsión de la embarcación. La primera simulando una sección de la popa de la embarcación a escala se coloca el motor en la cápsula hermética externa, la cual se sujeta al casco de aluminio a través de una rotula, al casco se le agrega una plancha de aluminio como extensión para evitar posibles turbulencias entre ambos elementos.

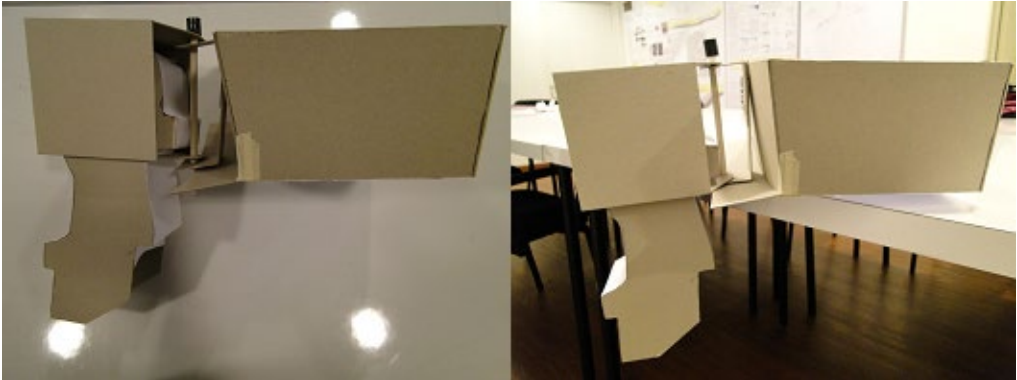


Figura 115.- Maqueta 1 con cápsula hermética externa para motor fuera de borda. Fuente: Propia.

El segundo caso corresponde a una extensión en la eslora del casco, la cual permita colocar el motor fuera de borda en un compartimiento hermético en la popa.

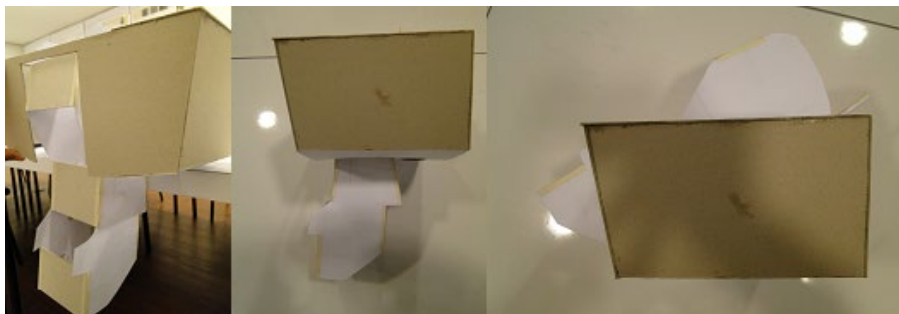


Figura 116.- Maqueta 2 con extensión de la eslora con compartimiento hermético en la sección de popa para colocar el motor fuera de borda. Fuente: Propia.

La posición del motor podría producir una inclinación mayor hacia popa por lo que es necesario complementar este análisis tomando en cuenta la distribución de los pesos en el interior. Esto comprende la ubicación de la tripulación y los pasajeros a bordo. Designar un espacio específico para la carga o equipaje de los mismos, establecer la ubicación del tanque con la gasolina y contemplar el peso distribuido en todo el casco si se agrega una superestructura a la embarcación. Elementos que al ser distribuidos estratégicamente lograrán mantener el centro de gravedad fijo, tanto en su modalidad de embarcación tradicional como en su estado de vuelo sobre las hidroalas.

ESTUDIOS DE ESTABILIDAD ESTÁTICA CASCO PATRÓN SITECNA

Para poder calcular la estabilidad de la embarcación es necesario calcular una serie de curvas. Por lo que se utiliza el modelo 3D realizado en el programa Autocad 2012 para el cálculo de las mismas a través de cortes a cierta distancia e inclinaciones en ángulos específicos. Para los cálculos de las curvas hidrostáticas y curvas cruzadas se utilizó el casco estanco y para el cálculo de peso del casco para el cuadro de cargas se vació para obtener el peso real con el espesor respectivo considerando cuadernas y la quilla.

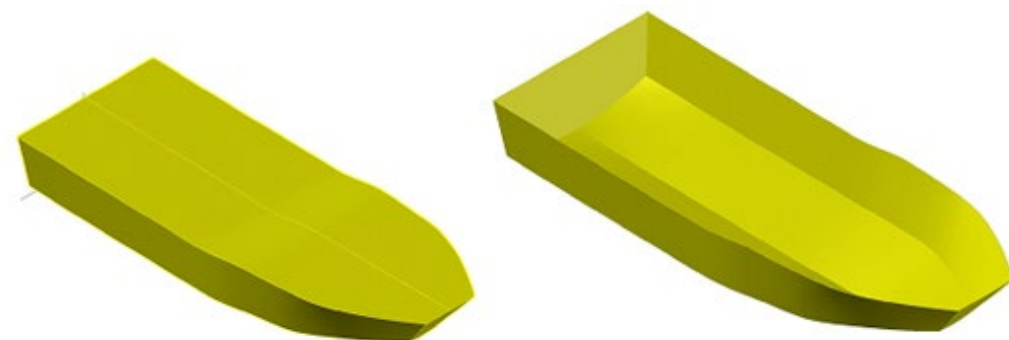


Figura 117.- CASCO ESTANCO
propia.

CASCO ABIERTO Fuente: Elaboración

El procedimiento inicial fue el cálculo del peso del casco ya que no se conocía el dato preciso. Se realizó utilizando la herramienta “massprop” en el programa Autocad 2012, la cual proporciona la información de volumen en metros cúbicos para luego ser convertidos a decímetros cúbicos y multiplicarlos por la densidad del aluminio del casco y así obtener el peso. Para calcular el peso del casco en su totalidad se realizó el mismo procedimiento en los elementos internos tales como la quilla y las cuadernas.

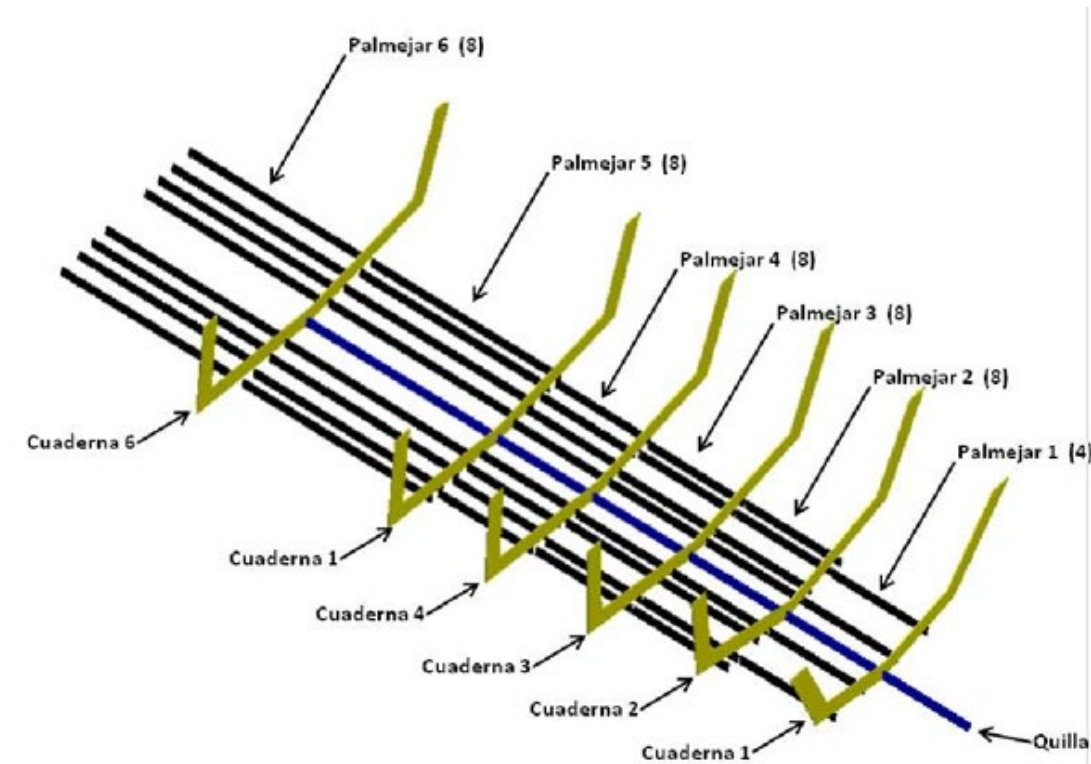


Figura 118.-Dibujo de cuadernas, quilla y palmejares en Autocad 2012. Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de peso del Casco patrón Sitecna

Elemento	Cantidad	D. Aluminio [kg/d m³]	Volumen [m³] Autocad	Volumen [dm³]	Peso c/ elemento [Kg]	Peso Total [Kg]
Palmejar 1	4	2.75	0.0002	0.2	0.5500	2.2000
Palmejar 2	8	2.75	0.0002	0.2	0.5500	4.4000
Palmejar 3	8	2.75	0.0002	0.2	0.5500	4.4000
Palmejar 4	8	2.75	0.0001	0.1	0.2750	2.2000
Palmejar 5	8	2.75	0.0003	0.3	0.8250	6.6000
Palmejar 6	8	2.75	0.0003	0.3	0.8250	6.6000
Quilla 1	1	2.75	0.0002	0.2	0.5500	0.5500
Quilla 2	1	2.75	0.0003	0.3	0.8250	0.8250
Quilla 3	1	2.75	0.0003	0.3	0.8250	0.8250
Quilla 4	1	2.75	0.0003	0.3	0.8250	0.8250
Quilla 5	1	2.75	0.0002	0.2	0.5500	0.5500
Quilla 6	1	2.75	0.0005	0.5	1.3750	1.3750
Cuaderna 1	1	2.75	0.0012	1.2	3.3000	3.3000
Cuaderna 2	1	2.75	0.0015	1.5	4.1250	4.1250
Cuaderna 3	1	2.75	0.0016	1.6	4.4000	4.4000
Cuaderna 4	1	2.75	0.0016	1.6	4.4000	4.4000
Cuaderna 5	1	2.75	0.0016	1.6	4.4000	4.4000
Cuaderna 6	1	2.75	0.0016	1.6	4.4000	4.4000
Casco	1	2.75	0.06876397	68.76397	189.1009	189.1009
					Peso Total [Kg]	245.4759

Figura 119.- Tabla de cálculo de peso Casco Sitecna. Fuente: Elaboración propia.

El peso real obtenido del cálculo realizado en el programa Excel 2007 es de 245.4759 Kg por lo que este dato es de suma importancia para desarrollar el cuadro de cargas.

El propósito principal en el estudio de estabilidad es obtener información compleja de la nave en forma rápida para desarrollar el cuadro de cargas el cual es una disposición de cálculo muy importante para determinar la principal información para realizar los cálculos y análisis finales de estabilidad, el desplazamiento W, el volumen sumergido y la curva de estabilidad final. Se deben colocar todos los pesos existentes para calcular el centro de gravedad de la embarcación.

Proyección en tres planos de coordenadas
EMBARCACIÓN HIDROFOIL
ESCALA 1:25

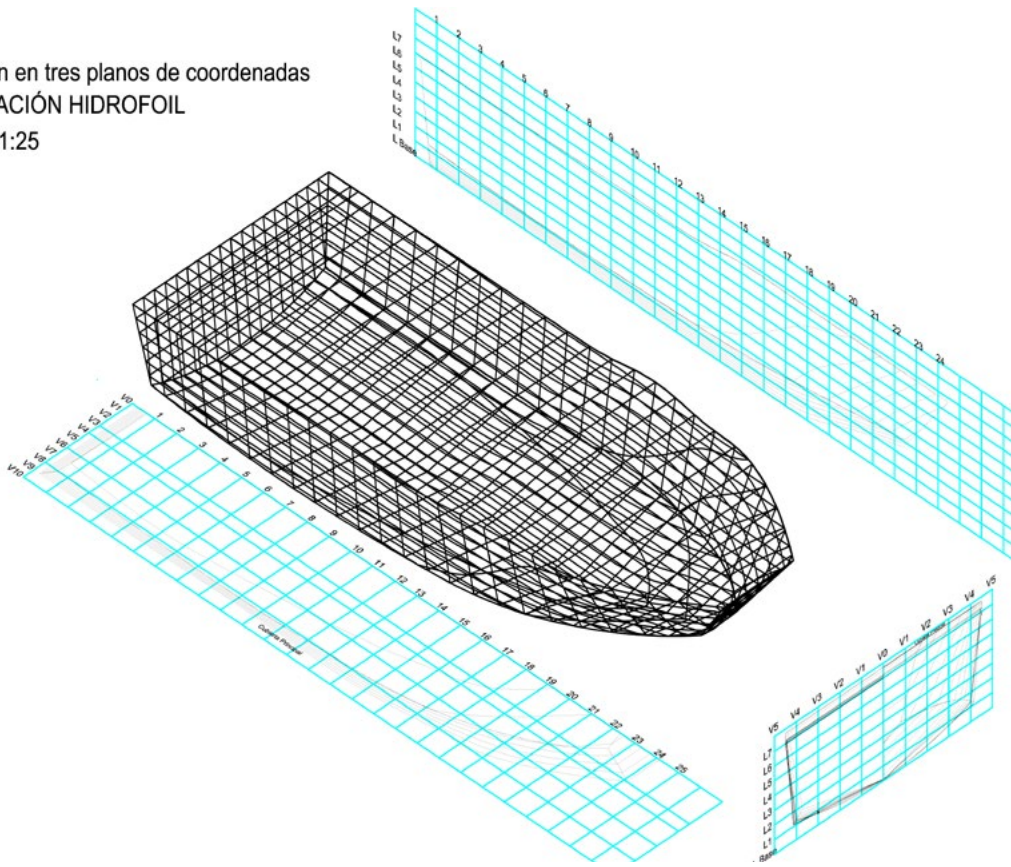


Figura 120-.- Proyección embarcación. Fuente: Elaboración propia.

PLANOS DE LINEA EMBARCACIÓN HIDROFOIL
ESCALA 1: 25

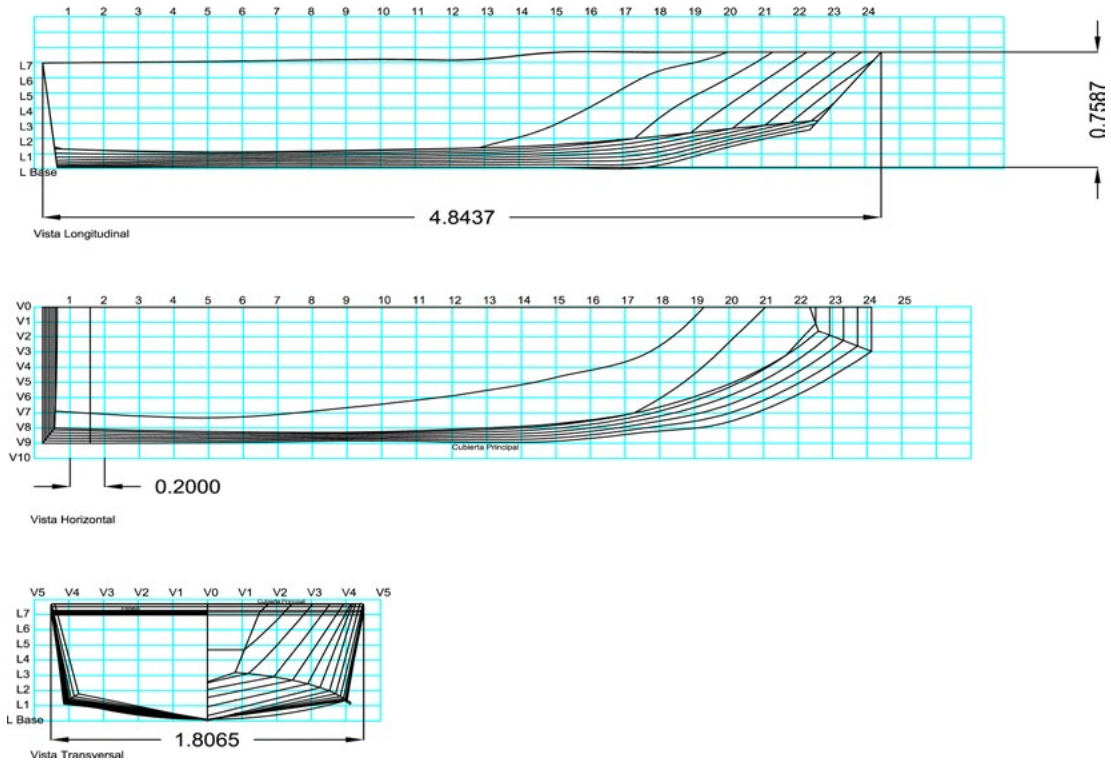


Figura 121.-.- Planos de línea. Fuente: Elaboración propia.

CURVAS HIDROSTÁTICAS

Permiten obtener información compleja de la nave en forma rápida de forma gráfica o tabular y poder conocer una serie de datos de una embarcación en sus distintos calados. Tales como: el volumen de agua desplazado, su desplazamiento, el área mojada, las toneladas por centímetro de inmersión, entre otros datos útiles para el cálculo de la curva de estabilidad final.

Para realizar el cálculo de valores en las curvas hidrostáticas fue necesario realizar siete cortes en el casco estanco en posición adrizada en alturas cada 10 cm desde la quilla como se muestra en el modelo inferior. Para obtener los valores de volumen, LCB, LCF, KB, TPC, BM y KM para cada calado.

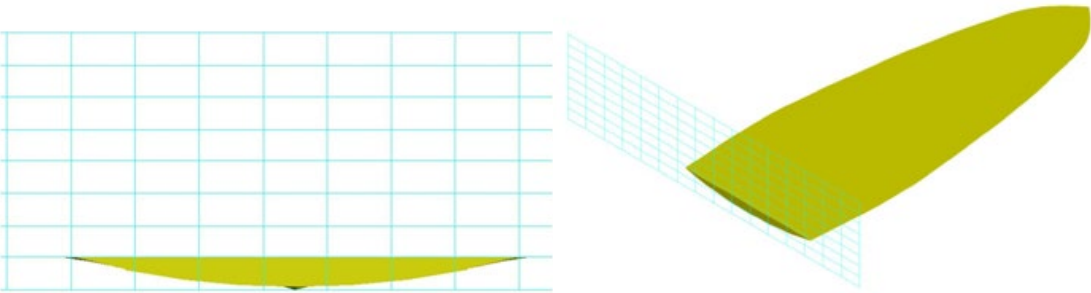


Figura 109.- Corte longitudinal a un calado de 10 cm. Fuente: Elaboración propia.

Cortes Horizontales	Valores Centroid				Corte de 1cm			
	Calado [m]	Volúmen [m³]	LCB [m]	KB [m]	C.G APF LCF [m]	Volúmen APF [m³]	Volúmen APF [dm³]	TPC
C1	0.1	0.202	1.603	0.069	1.656	0.041	41.100	42.128
C2	0.2	0.754	1.745	0.130	1.897	0.060	60.200	61.705
C3	0.3	1.392	1.857	0.185	2.048	0.066	66.300	67.958
C4	0.4	2.071	1.928	0.240	2.092	0.069	69.200	70.930
C5	0.5	2.779	1.976	0.293	2.134	0.072	72.100	73.903
C6	0.6	3.518	2.014	0.347	2.178	0.075	75.300	77.183
C7	0.7	4.288	2.048	0.402	2.239	0.078	78.100	80.053

Figura 122.- Tabla de valores curvas hidrostáticas , datos obtenidos del programa Autocad 2012. Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de Momentos de Inercia Transversales

Para el cálculo de momentos de inercia, cada área de plano de flotación es seccionada en trapecios para el cálculo del momento de inercia total.

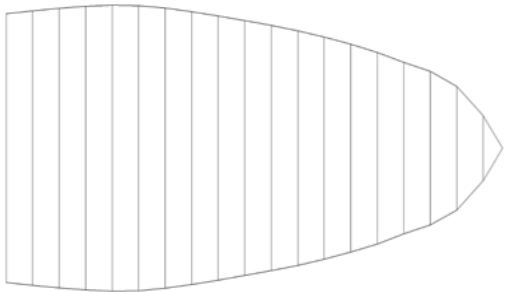


Figura 123.- Área de Flotación 1, seccionada en rectángulos. Fuente: Elaboración propia.

Momentos Transversales						Inercia Total APF [m⁴]
	a [m]	b [m]	h [m]	Area [m²]	Momento de Inercia [m⁴]	
APF 1	Base	Altura				0.592
TP 1	0.330	0.146		0.02	0.000	
TP 2	0.330	0.634	0.200	0.10	0.002	
TP 3	0.634	0.786	0.200	0.14	0.006	
TP 4	0.786	0.879	0.200	0.17	0.010	
TP 5	0.879	0.981	0.200	0.19	0.013	
TP 6	0.981	1.066	0.200	0.20	0.018	
TP 7	1.066	1.138	0.200	0.22	0.022	
TP 8	1.138	1.203	0.200	0.23	0.027	
TP 9	1.203	1.257	0.200	0.25	0.031	
TP 10	1.257	1.307	0.200	0.26	0.035	
TP 11	1.307	1.354	0.200	0.27	0.039	
TP 12	1.354	1.398	0.200	0.28	0.043	
TP 13	1.398	1.437	0.200	0.28	0.047	
TP 14	1.437	1.461	0.200	0.29	0.051	
TP 15	1.461	1.466	0.200	0.29	0.052	
TP 16	1.454	1.466	0.200	0.29	0.052	
TP 17	1.433	1.454	0.200	0.29	0.050	
TP 18	1.407	1.433	0.200	0.28	0.048	
TP 19	1.378	1.407	0.200	0.28	0.045	

Figura 124.- Cálculo de momentos en rectángulos transversales. Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de Momentos de Inercia Longitudinales

Para el cálculo de momentos de inercia, cada área de plano de flotación es seccionada en rectángulos para el cálculo del momento de inercia total.

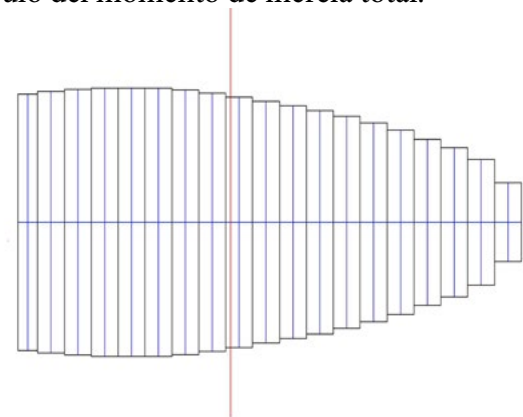


Figura 125.- Area de Flotación 1, seccionada en rectángulos. Fuente: Elaboración propia.

Momentos Longitudinales								
	Ancho [m]	Largo [m]	Area [m²]	Dist. Eje [m]	Momento de Inercia	Momento de Inercia		Inercia Total APF [m⁴]
APF 1					eje transversal [m⁴]	eje que pasa por "F" [m⁴]		8.229
Rec 1	0.200	0.428	0.09	2.063	0.008	0.373		
Rec 2	0.200	0.686	0.14	1.863	0.032	0.509		
Rec 3	0.200	0.814	0.16	1.663	0.054	0.504		
Rec 4	0.200	0.905	0.18	1.463	0.074	0.462		
Rec 5	0.200	1.006	0.20	1.263	0.102	0.423		
Rec 6	0.200	1.085	0.22	1.063	0.128	0.373		
Rec 7	0.200	1.158	0.23	0.863	0.155	0.328		
Rec 8	0.200	1.218	0.24	0.663	0.181	0.288		
Rec 9	0.200	1.270	0.25	0.463	0.205	0.260		
Rec 10	0.200	1.320	0.26	0.263	0.230	0.248		
Rec 11	0.200	1.366	0.27	0.063	0.255	0.256		
Rec 12	0.200	1.409	0.28	0.137	0.280	0.285		
Rec 13	0.200	1.445	0.29	0.337	0.302	0.334		
Rec 14	0.200	1.464	0.29	0.537	0.314	0.398		
Rec 15	0.200	1.464	0.29	0.737	0.314	0.473		
Rec 16	0.200	1.464	0.29	0.937	0.314	0.570		
Rec 17	0.200	1.449	0.29	1.137	0.304	0.679		
Rec 18	0.200	1.426	0.29	1.337	0.290	0.800		
Rec 19	0.146	1.399	0.20	1.510	0.200	0.667		

Figura 126.- Cálculo de momentos en rectángulos longitudinales. Fuente: Elaboración propia.

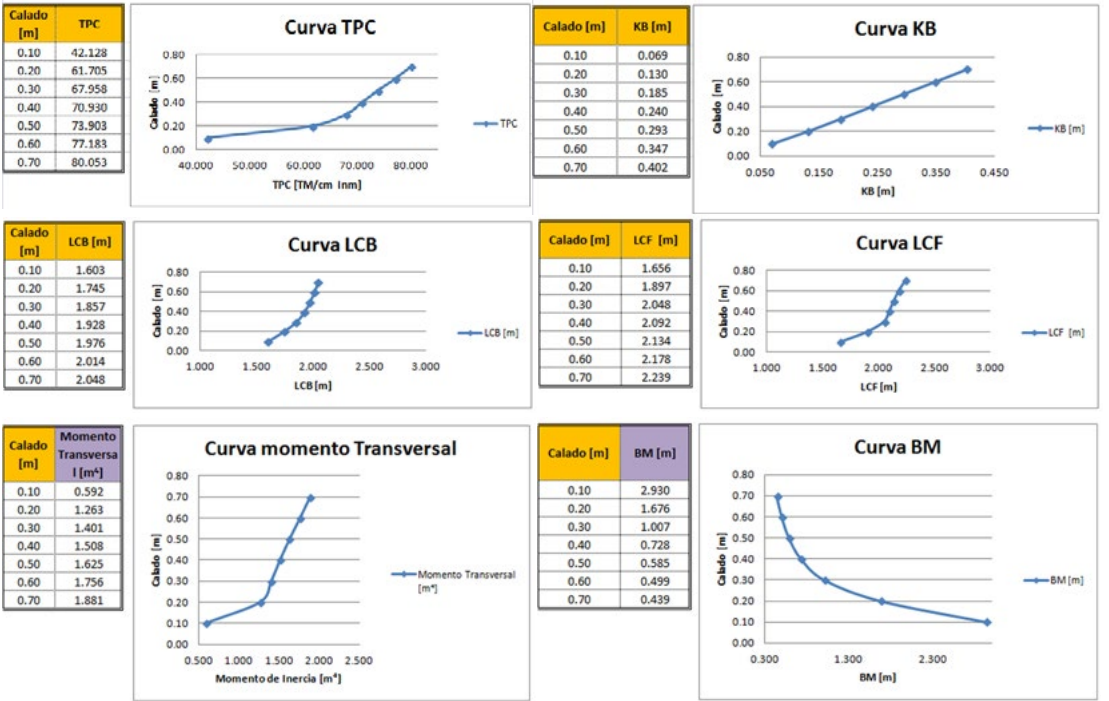
Se realiza este procedimiento con cada una de las áreas de flotación, y finalmente se calculan los valores de BM y KM.

Momento de Inercia	BM	KM	Momento de Inercia'	BM'	KM'
Transversal [m⁴]	Transversal [m]	Transversal [m]	Longitudinal [m⁴]	Longitudinal [m]	Longitudinal [m]
0.592	2.930	2.999	8.229	40.720	40.789
0.000	0.000	0.130	16.511	21.909	22.039
1.401	1.007	1.192	17.754	12.759	12.945
1.508	0.728	0.968	18.442	8.905	9.145
1.625	0.585	0.878	21.017	7.563	7.856
1.756	0.499	0.846	22.880	6.504	6.851
1.881	0.439	0.840	14.301	3.335	3.737

Figura 127.- Datos obtenidos para BM, KM,BM' y KM'. Fuente: Elaboración propia.

Gráficos Curvas Hidrostáticas

Una vez obtenidos los datos se grafica cada una de las curvas.



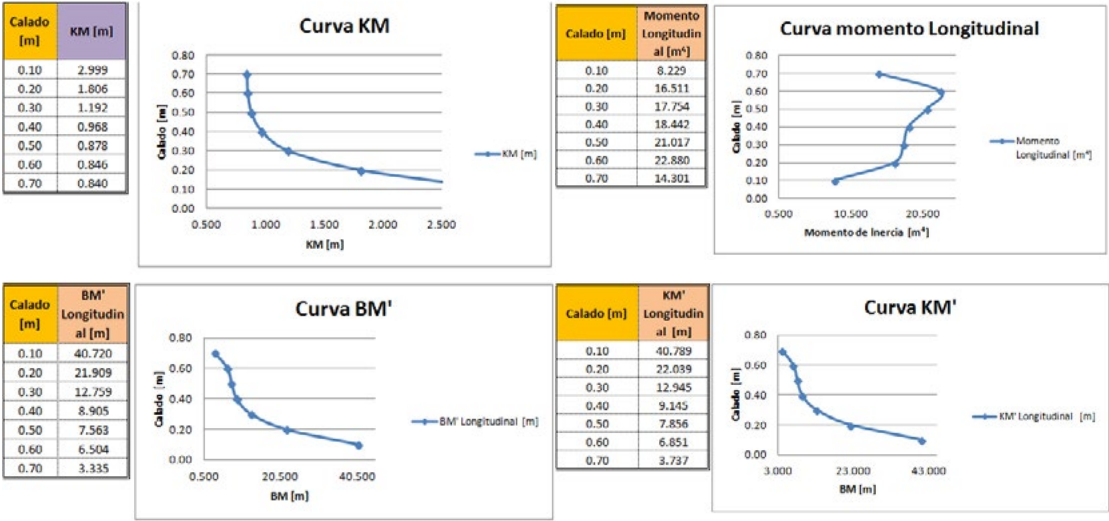


Figura 128.- Gráficos obtenidos para las curvas hidrostáticas. Fuente: Elaboración propia.

Con los datos obtenidos de las curvas se realiza una interpolación de los datos para obtener valores más aproximados para cada calado.

CURVAS CRUZADAS

Las curvas cruzadas son un gráfico plano que contiene la proyección de un gráfico tri-dimensional que indica el valor del brazo de adrizamiento (GZ) en función del desplazamiento y del ángulo de escora. Se considera el centro de gravedad fijo en un punto. A partir de estas curvas se obtienen las curvas de estabilidad estática.

Para realizar el cálculo de valores en las curvas cruzadas fue necesario realizar cortes en el casco estanco escorado en ángulos de 5°, 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60° y 70° en alturas de 10 cm como se muestra en el modelo inferior para poder obtener los valores de volumen sumergido y la posición del centro de gravedad con respecto a la quilla.

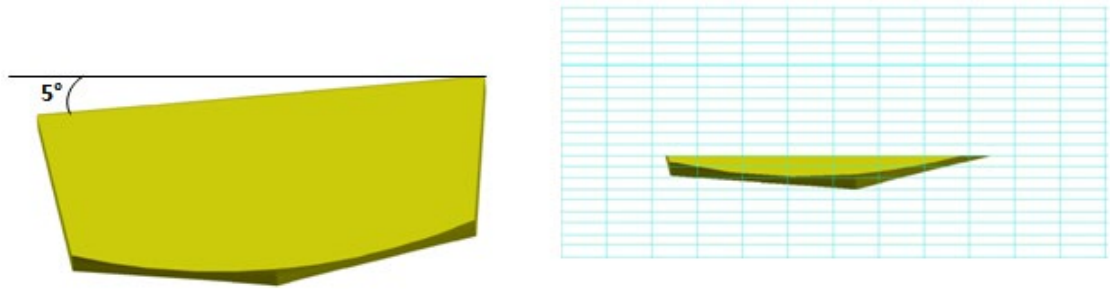


Figura 129.- Escora de 5° . Fuente: Elaboración propia.

Se determina que el ángulo máximo de escora es 70°, ya que sobre este valor entraría el agua al tratarse de una embarcación abierta.

Ángulo Escora	Ángulo 5°		Ángulo 10°		Ángulo 20°		Ángulo 30°		Ángulo 40°		Ángulo 50°		Ángulo 60°		Ángulo 70°	
	Volumen [m³]	KN [m]	Volumen [m³]	KN [m]	Volumen [m³]	KN [m]	Volumen [m³]	KN [m]	Volumen [m³]	KN [m]	Volumen [m³]	KN [m]	Volumen [m³]	KN [m]	Volumen [m³]	KN [m]
0.05	0.012	0.116	0.065	0.596	0.061	0.671	0.027	0.727	0.012	0.703	0.021	0.646	0.027	0.579	0.027	0.506
0.10	0.180	0.209	0.207	0.404	0.171	0.589	0.080	0.697	0.045	0.696	0.063	0.654	0.080	0.606	0.100	0.584
0.15	0.400	0.203	0.386	0.434	0.328	0.523	0.166	0.665	0.104	0.687	0.131	0.662	0.164	0.638		
0.20	0.666	0.170	0.596	0.398	0.515	0.483	0.286	0.634	0.189	0.677	0.226	0.670				
0.25	0.972	0.133	0.818	0.367	0.731	0.453	0.441	0.602	0.303	0.668	0.349	0.679				
0.30	1.299	0.110	1.112	0.338	0.975	0.428	0.629	0.574	0.446	0.656	0.501	0.686				
0.35	1.635	0.097	1.416	0.310	1.347	0.405	0.844	0.554	0.619	0.649						
0.40	1.979	0.088	1.751	0.284	1.547	0.384	1.085	0.538	0.823	0.639						
0.45	2.331	0.083	2.108	0.262	1.875	0.364	1.349	0.525								
0.50	2.690	0.080	2.475	0.247	2.226	0.344										
0.55	3.058	0.078	2.843	0.237												
0.60	3.434	0.077														
0.65	3.815	0.075														
0.70																

Figura 130.- Tabla de valores Curvas Cruzadas, datos obtenidos del programa Auto cad 2012. Fuente: Elaboración propia.

Gráficos Curvas Cruzadas

Utilizando los valores obtenidos se gráfica cada una de las curvas.

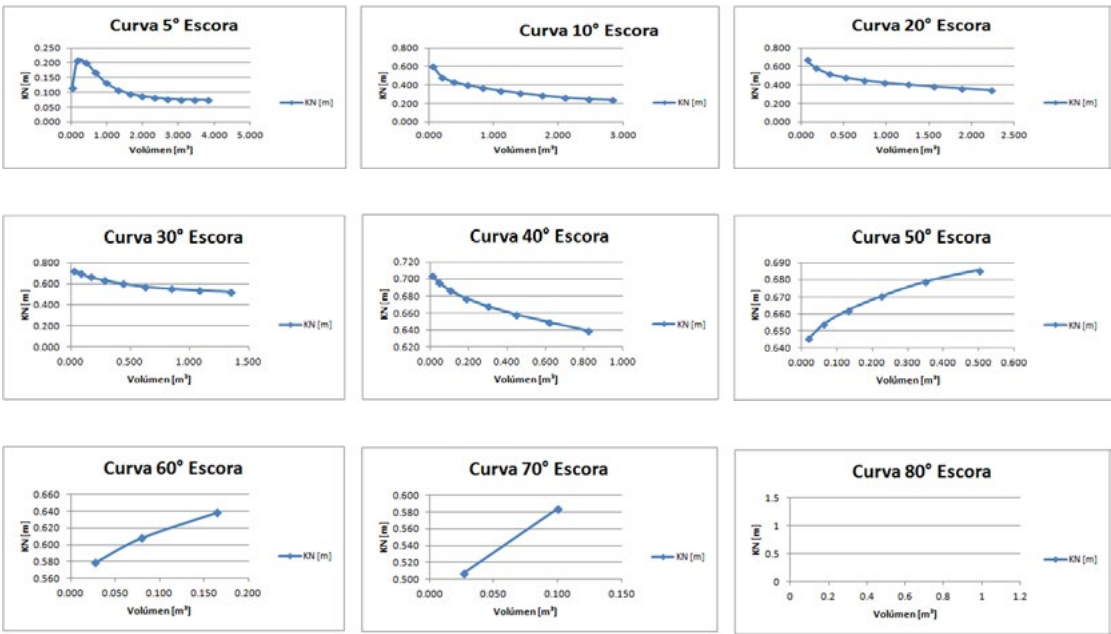


Figura 131.- Gráficos obtenidos para las curvas cruzadas. Fuente: Elaboración propia.

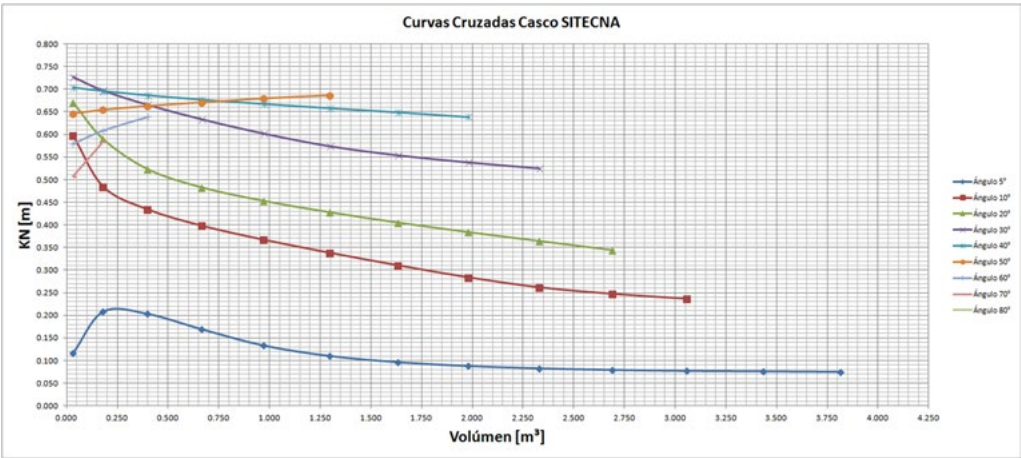


Figura 132.- Gráfico curvas cruzadas. Fuente: Elaboración propia.

También se realiza interpolación de los valores obtenidos en las curvas cruzadas.

Se plantean dos casos para el cálculo del cuadro de carga, el primero corresponde al análisis con el motor fuera de borda colocado en una cápsula hermética externa al casco de aluminio.

CUADRO DE CARGA 1 EMBARCACIÓN HIDROFOIL						
	Peso [Kg]	Peso [TM]	LCG [m]	I Longitudinal [TM *m]	KG [m]	I Vertical [TM *m]
Peso Liviano	604.23					
1 Casco	245.48	0.25	1.941	0.4765	0.246	0.060
2 Motor Fuera de Borda 100 HP	190.00	0.19	0.738	-0.1401	0.043	-0.008
3 Capsula Motor	68.75	0.07	0.724	-0.0498	0.317	0.022
4 Estanque Gasolina	100.00	0.10	0.387	0.0387	0.416	0.042
Variables						
Carga 1 (Pasajeros)	800.00	0.80	2.400	1.9200	0.500	0.400
Carga 2 (Equipaje)	200.00	0.20	0.800	0.1600	0.200	0.040
Carga 3 (Otros)	100.00	0.10	3.410	0.3410	0.150	0.015
Sumatoria	1704.23	1.70	1.611	2.7463	0.335	0.571

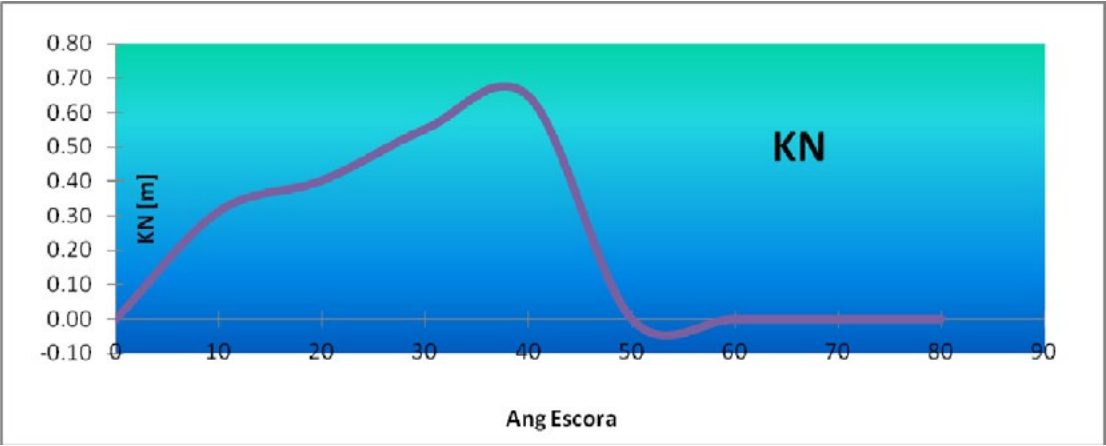
Figura 133.- Cuadro de carga caso 1. con cápsula para motor. Fuente: Elaboración propia.

La Curva de Estabilidad Inicial debe ser corregida, ya que se ha supuesto la posición del Centro de Gravedad justo sobre la quilla. Debe efectuarse una corrección por una supuesta “subida” de G, o sea a cada brazo de adrizamiento de la curva de estabilidad estática inicial debe “disminuírsele” KG sen 0 tal como se observa en la figura 100.

Corrección de la Curva de Estabilidad							
CALADO	[m]	0.33	Ang Esc	KN	KG o	Kgo x sen Ang	GoZ
AREA	[m²]	6.73	0	0.000	0.335	0.000	0.000
VOL	[m³]	1.663	10	0.314	0.335	0.058	0.256
SUM	[m³]		20	0.403	0.335	0.115	0.289
VOL 1	[m³]	0.067	30	0.553	0.335	0.167	0.386
CM	[m]	1.433	40	0.648	0.335	0.215	0.433
I	[m⁴]	17.961	50	0.000	0.335	0.257	-0.257
I'	[m⁴]	0.923	60	0.000	0.335	0.290	-0.290
BM	[m]	0.202	70	0.000	0.335	0.315	-0.315
KB	[m]	1.125	80	0.000	0.335	0.330	-0.330
KM	[m]						
TPC	[TM/cm NM]	0.016					
LCB	[m]	1.878					
LCF	[m]	2.061					
BM'	[m]	11.603					
KM'	[m]	11.805					
G.E.	[TM/m³]	1.025					

Figura 134.- Corrección curva caso 1 Fuente: Elaboración propia.

Curva de estabilidad estática inicial



Curva final de estabilidad estática

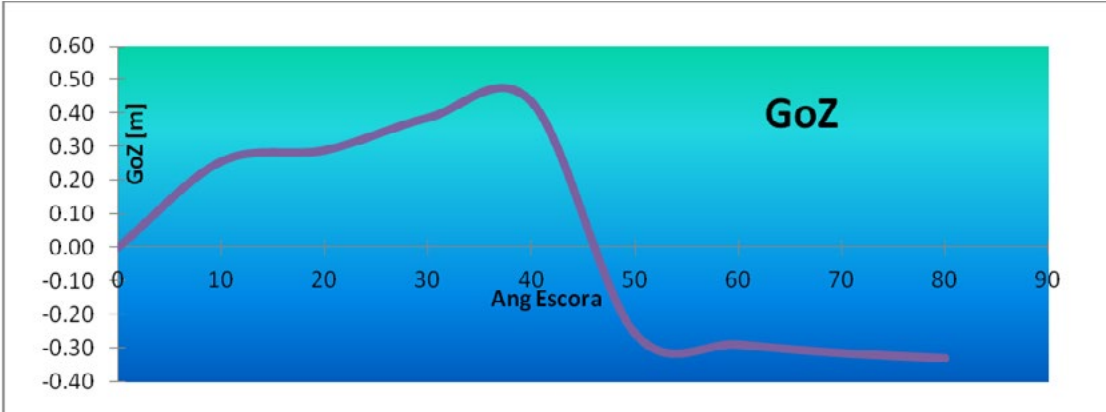


Figura 135.- Gráficos de curva de estabilidad estática inicial y final. Fuente: Elaboración propia.

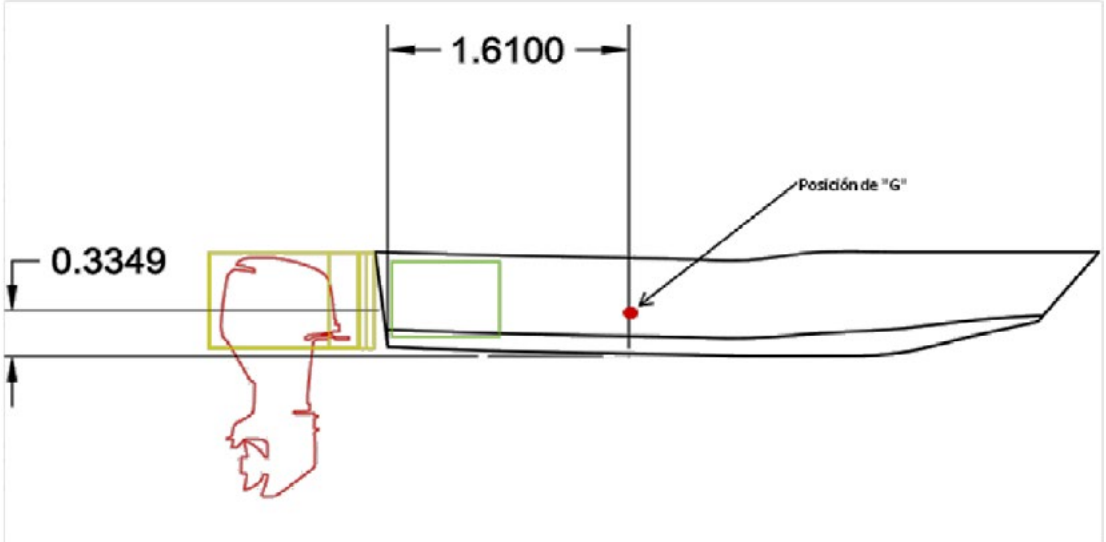


Figura 136. -Configuración de la embarcación y ubicación de los pesos para el cálculo de "G" en el caso 1. Fuente: Elaboración propia.

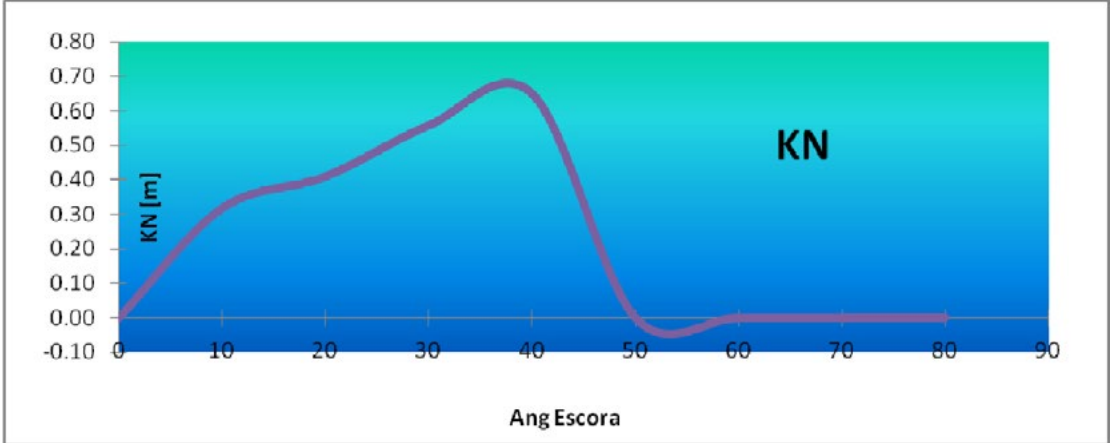
El caso dos corresponde al análisis donde el motor fuera de borda se coloca en su posición común, sobre el espejo de proa, sujeto con la abrazadera, ya que a través del método de prueba y error en el estero se logrará establecer la posición y la altura más adecuada

donde colocar el motor fuera de borda.

CUADRO DE CARGA 2 EMBARCACIÓN HIDROFOIL						
	Peso [Kg]	Peso [TM]	LCG [m]	I Longitudinal [TM*m]	KG [m]	I Vertical [TM*m]
Peso Liviano	604.23					
1 Casco	245.48	0.25	1.941	0.4765	0.246	0.060
2 Motor Fuera de Borda 100 HP	190.00	0.19	-0.326	-0.0620	0.615	0.117
3 Capsula Motor	0.00	0.00	0.000	0.0000	0.000	0.000
4 E estanque Gasolina	100.00	0.10	0.387	0.0387	0.416	0.042
Variables						
Carga 1 (Pasajeros)	800.00	0.80	2.400	1.9200	0.500	0.400
Carga 2 (Equipaje)	200.00	0.20	0.800	0.1600	0.200	0.040
Carga 3 (Otros)	100.00	0.10	3.410	0.3410	0.150	0.015
Sumatoria	1635.48	1.64	1.757	2.8743	0.412	0.674

Figura 137.-Cuadro de carga caso 2. Sin capsula para motor. Fuente: Elaboración propia.

Curva de estabilidad estática inicial



Curva final de estabilidad estática

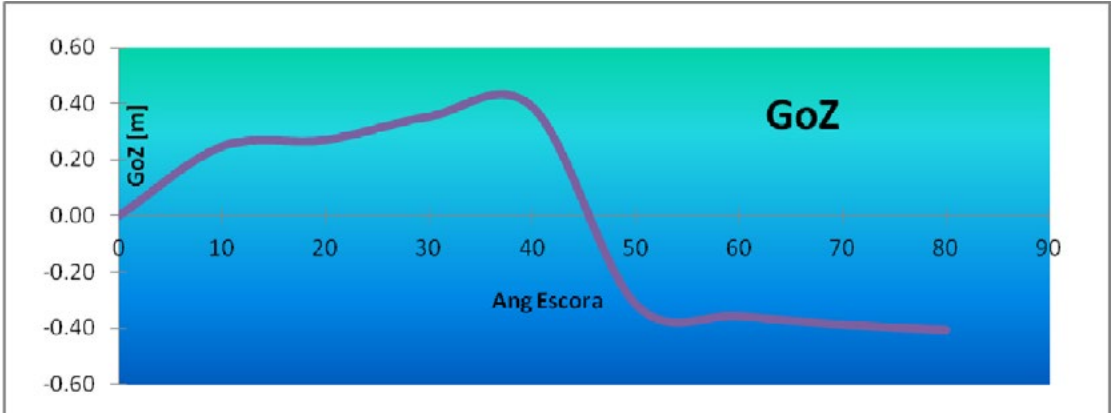


Figura 138.- Gráficos curva de estabilidad estática. Fuente: Elaboración propia.

Con los datos obtenidos de las gráficas de la curva final de estabilidad se realiza un análisis para comprobar si esta dentro de los parámetros establecidos por las normas O.M.I. sobre estabilidad.

- a) El área bajo la curva de estabilidad estática corregida (GoZ) entre 0°y 30° debe ser igual o superior a 0,055 [m rad].
- b) El área bajo la curva de estabilidad estática corregida (GoZ) entre 0° y 40° debe ser

igual o superior a 0,090 [m rad].

c) El área bajo la curva de estabilidad estática corregida (GoZ) entre 30° y 40° debe ser igual o superior a 0,030 [m rad].

d) El brazo de adrizamiento GoZ debe ser a lo menos 0,20 m a un ángulo de escora igual o mayor de 30°.

e) El máximo brazo de adrizamiento debe ocurrir a un ángulo de escora que exceda, pero nunca menor de 25°.

f) La distancia metacéntrica GoM no debe ser menor de 0,15 m.

Normas O.M.I de estabilidad caso 1

Normas O.M.I de estabilidad caso 2

Normas OMI sobre Estabilidad			
0 a 30º	A = 0.137 m rad	Cumple	
0 a 40º	A = 0.200 m rad	Cumple	
30º a 40º	A = 0.063 m rad	Cumple	
	GZ 30º = 0.386 m	Cumple	
GZ máx a un	Ángulo >30º <25º	Cumple	
GM =	0.790 m	Cumple	

Normas OMI sobre Estabilidad			
0 a 30º	A = 0.129 m rad	Cumple	
0 a 40º	A = 0.185 m rad	Cumple	
30º a 40º	A = 0.056 m rad	Cumple	
	GZ 30º = 0.352 m	Cumple	
GZ máx a un	Ángulo >30º <25º	Cumple	
GM =	0.713 m	Cumple	

Figura 139.- Tablas Excel para comprobar cumplimiento de normas O.M.I. Fuente: Elaboración propia.

Concluido el modelo, el siguiente método corresponde a la demostración de la estabilidad estática de la embarcación mediante un modelo, la demostración se realizó utilizando el canal de olas para marcar la línea de flotación ubicando todos los pesos correspondientes a escala que se contempla llevar a bordo de la embarcación.



Considerando:

8 Pasajeros	5,120 Kg
8 Asientos	0,912 Kg
Equipaje	1,200 Kg
Tanque Gasolina	0,800 Kg
Casco	2,000 Kg
Doble piso	1,320 Kg
Techo	0,360 Kg
Rampa	0,800 Kg
Motor	1 ,520 Kg
Otros	0,800 Kg
Peso Total	14, 832 Kg

Figura 140.- Ubicación de todos los pesos para demostración de estabilidad. Fuente: Propia.



Figura 141.- Primera demostración de estabilidad con todos los pesos inicialmente considerados a bordo. Fuente: Propia

Se considera eliminar algunas cargas ya que es conveniente que la proa del casco emerja del agua lo más posible para facilitar la sustentación sobre los perfiles alares. Como se menciona en el Capítulo III, uno de los principales objetivos a lograr es la sustentación

del prototipo sobre los perfiles alares por lo que es viable disminuir el número de pasajeros y el equipaje entre otros elementos que no representan mayor importancia para lograr el funcionamiento esperado de la embarcación. Finalmente la línea de flotación fue marcada al realizar una segunda demostración de estabilidad en el canal de olas colocando nuevamente los pesos a escala de los elementos considerados vitales para la conformación del prototipo.

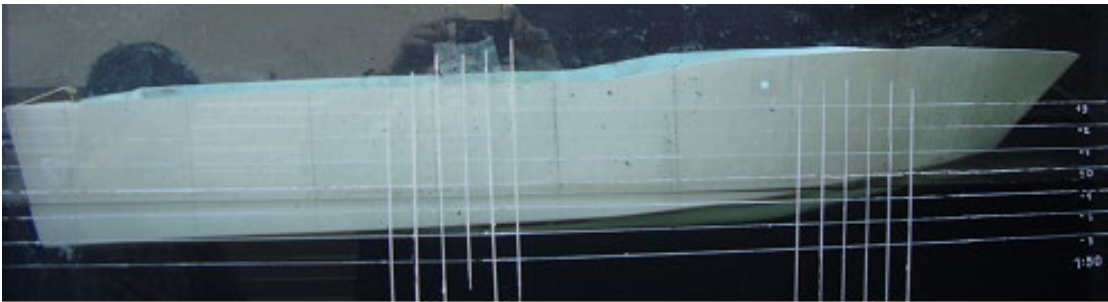


Figura 142.- Segunda demostración de estabilidad eliminando las cargas de menor importancia. Fuente: Propia.

Considerando:

2 Pasajeros	1,280 Kg
2 Asientos	0,228 Kg
Tanque Gasolina	0,800 Kg
Casco	2,000 Kg
Doble piso	1,320 Kg
Techo	0,360 Kg
Rampa	0,800 Kg
Motor	1,520 Kg
Peso Total	8, 308 Kg

El calado es más conveniente considerando solo dos pasajeros y eliminando los pesos de equipaje y otros. La proa sobresale del agua.

Para mantener la línea de flotación al realizar las pruebas en el estero, los pesos considerados a bordo de la embarcación fueron sustituidos con los elementos necesarios para las pruebas de arrastre y el cálculo de potencia.



Figura 143.- Igualación de la línea de flotación con los elementos para las pruebas. Fuente: Propia.

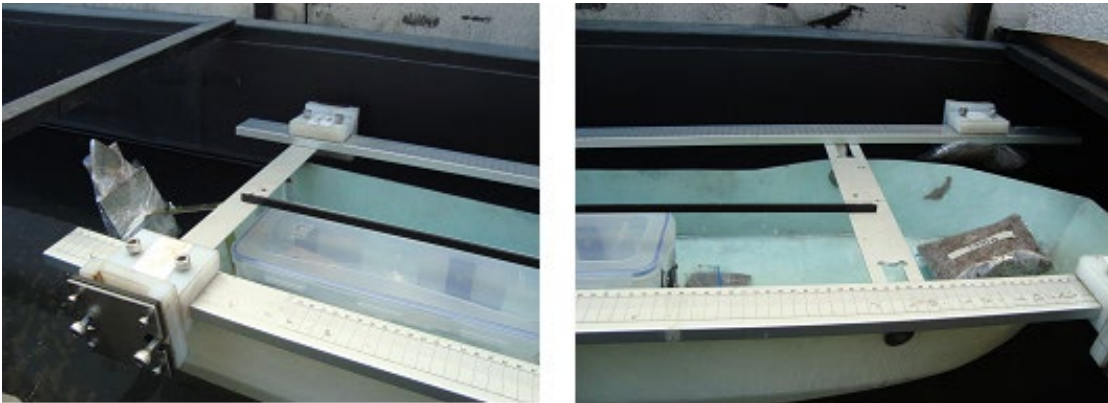


Figura 144.- Sistema de coordenadas, caja hermética, dinamómetro y peso del motor. Fuente: Propia

Configuración del Modelo de Pruebas 1

Para la realización de las pruebas hidrodinámicas en el estero se utilizan los perfiles alares realizados por el estudiante Egidio Jeria. Para la medición de los ángulos, distancias y alturas de los perfiles con respecto al modelo de pruebas de fibra de vidrio se utilizo un sistema de coordenadas desarrollado por los alumnos Leslie Macowan y Wolfgang Breuer, el cual consiste en un marco exterior de aluminio con cuatro rótulas pivotantes en cuatro puntos donde se fijan los perfiles (se realizaron algunas mejoras a las rotulas para lograr una mayor exactitud en los ángulos y evitar el movimiento del perfil, (Figura 112), permite realizar las configuraciones en ángulo de ataque, calado del perfil y distancia longitudinal.

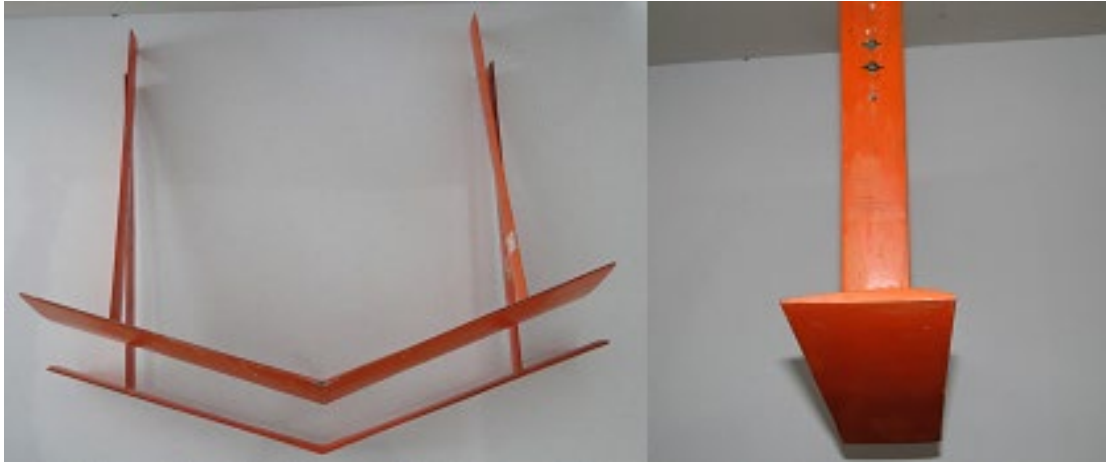


Figura 145.-. Perfiles alares para modelo de pruebas Naca Munk 5. Fuente: Elaboración propia.

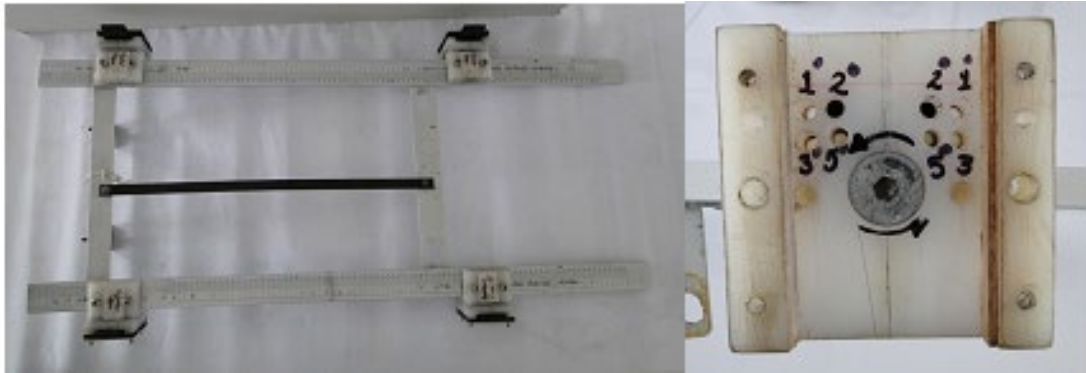
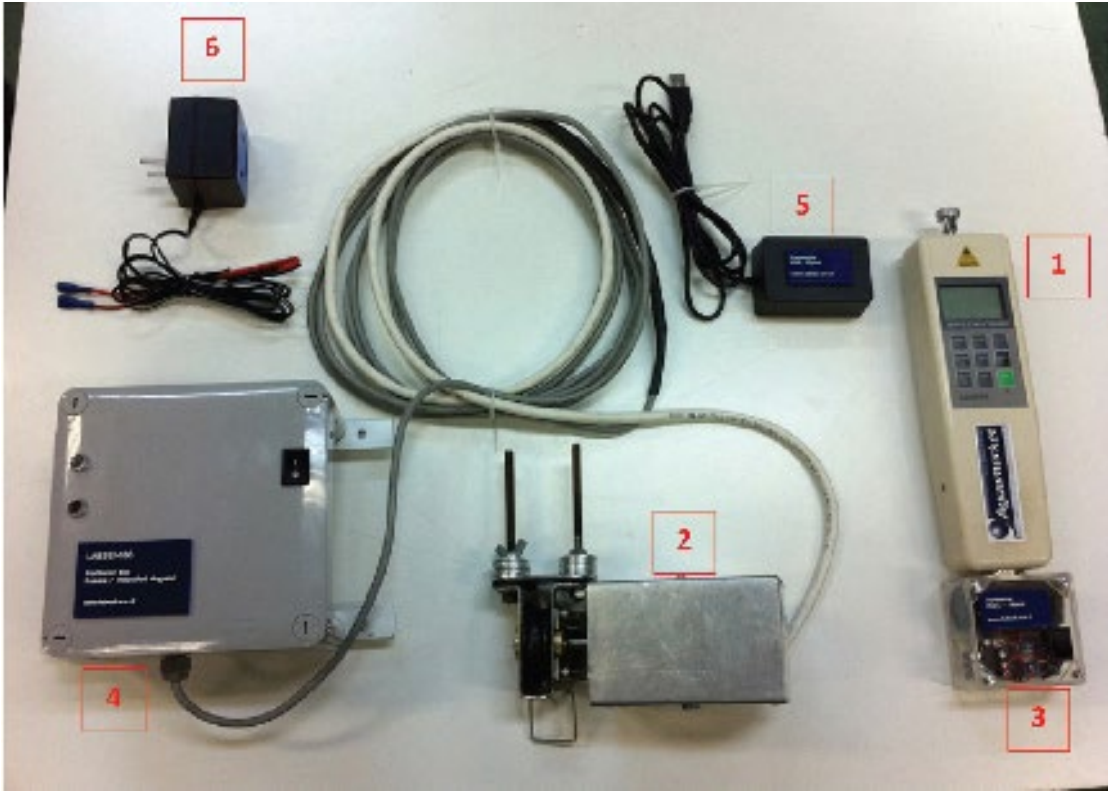


Figura 146.-Sistema de coordenadas. Fuente: Propia.

Dentro de los elementos utilizados en las pruebas se encuentra un dinamómetro y un transmisor inalámbrico para la obtención de los valores de velocidad, tiempo y fuerza, datos necesarios para el cálculo de la potencia requerida para el prototipo.



- 1.- Dinamómetro electrónico para 50 N marca Handpi modelo HP-50
- 2.- Sensor de velocidad con estructura metálica
- 3.- Módulo de comunicación inalámbrico para dinamómetro electrónico
- 4.- Módulo de medición, cálculo y transmisión de datos de velocidad.
- 5.- Módulo USB de recepción de datos inalámbricos.
- 6.- Cargador de batería de plomo del módulo de velocidad.

Figura 147.- Componentes para la transmisión de datos Fuente: Mauricio Bravo Herrera Tesis: “LANCHA CON HIDROALA PARA LA CONECTIVIDAD MARÍTIMA DEL FIORDO COMAU Habitabilidad interior de la embarcación”.

Pruebas de arrastre modelo 1 con motor fuera de borda

Para la comprobación de la ubicación del motor fuera de borda, se realizó una plantilla del motor a escala en fibra de vidrio, en la cual se marca la ubicación de la hélice y las líneas que representan los niveles sugeridos a que debe estar sumergida para evitar la cavitación.



Figura 148.- Distintivo representando la ubicación del motor en la popa del modelo de pruebas. Fuente: propia.

La ubicación de este distintivo se deriva del estudio realizado con los dibujos en Autocad 2012, donde resulta viable el uso de un motor fuera de borda, siempre que la abrazadera se fije a 23.6 cm. bajo el nivel de borda, ya que esta modificación en la ubicación del motor permite que el nivel del agua cubra la hélice una y media veces su diámetro como es sugerido para su óptimo funcionamiento en la embarcación cuando se encuentra en modalidad hidrofoil, sin afectar o poner en riesgo los sistemas fundamentales del motor, ya que se encuentran dentro de una carcasa hermética diseñada por Yamaha para mantener los sistemas eléctricos protegidos y evitar el contacto con el agua.

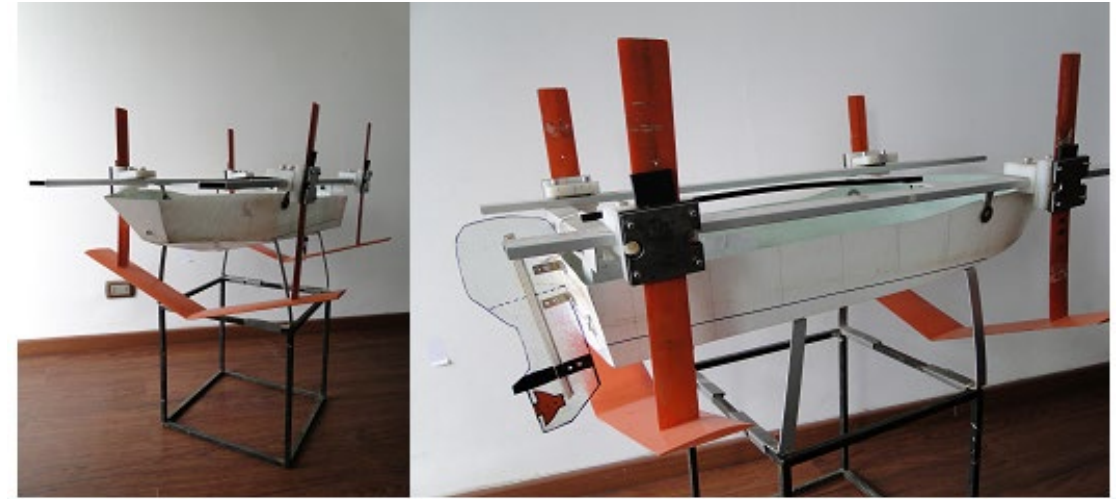


Figura 149.- Configuración final del modelo para pruebas hidrodinámicas. Fuente: propia.

La distancia de ambos perfiles con respecto a la eslora también es determinada a través del estudio realizado en los dibujos en el programa Autocad 2012, en el que la distancia es establecida para permitir que los perfiles alares pueden plegarse para facilitar su llegada o atraque en el borde costero como una embarcación tradicional. En el modelo se deja una distancia de 0,64 mts. entre perfiles, lo que corresponde a 3.20 mts. para el prototipo.

ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DEL MODELO 1

Para el cálculo de la potencia se realizaron 10 pruebas de arrastre utilizando el dinamómetro para la lectura de la fuerza, velocidad y tiempo. Pruebas de arrastre Estero Mantagua en Ritoque 22 de Junio de 2012.

Prueba 1
Datos de arrastre/ sesión N°1 estero mantagua
Configuración utilizada en el modelo:
Peso: 8,675 Kg
Perfiles: Naca Munk 5 diedros 20°
Proa: Ángulo 2°
Popa: Ángulo 1°
Contrapeso: 27,5 Kg



Imagen 150.- Secuencia de arrastre prueba 1. Exitosa inicia vuelo a los 5 Segundos. Fuente: Propia.

Prueba 2
Datos de arrastre/ sesión N°1 estero mantagua
Configuración utilizada en el modelo :
Peso: 8,675 Kg
Perfiles: Naca Munk 5 diedros 20°
Proa: Ángulo 2°
Popa: Ángulo 1°
Contrapeso: 27,5 Kg



Figura 151.- Secuencia de arrastre prueba 2.Exitosa inicia vuelo con dificultad a los 10 segundos. Fuente: Propia.

Prueba 3

Datos de arrastre/ sesión N°1 estero mantagua

Configuración utilizada en el modelo:

Peso: 8,675 Kg

Perfiles: Naca Munk 5 diedros 20°

Proa: Ángulo 2°

Popa: Ángulo 1°

Contrapeso: 27,5 Kg



Figura 152. -Secuencia de arrastre prueba 3. Exitosa inicia vuelo con dificultad a los 12 segundos. Fuente: Propia.

Prueba 4

Datos de arrastre/ sesión N°1 estero mantagua

Configuración utilizada en el modelo:

Peso: 8,675 Kg

Perfiles: Naca Munk 5 diedros 20°

Proa: Ángulo 2°

Popa: Ángulo 1°

Contrapeso: 30 Kg



Figura 153- Secuencia de arrastre prueba 4. Fallida basura en los perfiles alares. Fuente: Propia.

Prueba 5
Datos de arrastre/ sesión N°1 estero mantagua
Configuración utilizada en el modelo:
Peso: 8,675 Kg
Perfiles: Naca Munk 5 diedros 20°
Proa: Ángulo 2°
Popa: Ángulo 1°
Contrapeso: 30 Kg



Figura 154. -Secuencia de arrastre prueba 5. Exitosa inicia vuelo correcto a los 9 Segundos. Fuente: Propia.

Prueba 6
Datos de arrastre/ sesión N°1 estero mantagua
Configuración utilizada en el modelo:
Peso: 8,675 Kg
Perfiles: Naca Munk 5 diedros 20°
Proa: Ángulo 2°
Popa: Ángulo 2°
Contrapeso: 30 Kg



Figura 155.- Secuencia de arrastre prueba 6. Exitosa inicia vuelo correcto a los 2 segundos. Fuente: Propia.

Prueba 7

Datos de arrastre/ sesión N°1 estero mantagua

Configuración utilizada en el modelo:

Peso: 8,675 Kg

Perfiles: Naca Munk 5 diedros 20°

Proa: Ángulo 2°

Popa: Ángulo 2°

Contrapeso: 30 Kg



Figura 156.- Secuencia de arrastre prueba 7. Exitosa inicia vuelo correcto a los 8 Segundos. Fuente: Propia.

Prueba 8

Datos de arrastre/ sesión N°1 estero mantagua

Configuración utilizada en el modelo:

Peso: 11,691 Kg

Perfiles: Naca Munk 5 diedros 20°

Proa: Ángulo 2°

Popa: Ángulo 2°

Contrapeso: 27,5 Kg



Figura 157- Prueba 8. Fallida no levantó con el peso de 6 pasajeros a escala. Fuente: Propia.

Prueba 9

Datos de arrastre/ sesión N°1 estero mantagua

Configuración utilizada en el modelo:

Peso: 10,183 Kg

Perfiles: Naca Munk 5 diedros 20°

Proa: Ángulo 2°

Popa: Ángulo 2°

Contrapeso: 27,5 Kg



Figura 158. -Prueba 9. Fallida no levantó con el peso de 4 pasajeros a escala. Fuente: Propia.

Prueba 10

Datos de arrastre/ sesión N°1 estero mantagua

Configuración utilizada en el modelo:

Peso: 8,675 Kg

Perfiles: Naca Munk 5 diedros 20°

Proa: Ángulo 2°

Popa: Ángulo 2°

Contrapeso: 27,5 Kg



Figura 159.- Prueba 10. Fallida no levantó por roce en el fondo debido bajo nivel de agua en el estero. Fuente: Propia.

De las 10 pruebas realizadas 6 de ellas fueron exitosas por lo que se eligen únicamente los gráficos de las pruebas exitosas para el cálculo de la potencia efectiva del prototipo. Las cuales se incluyen a continuación:

Gráfico prueba 1

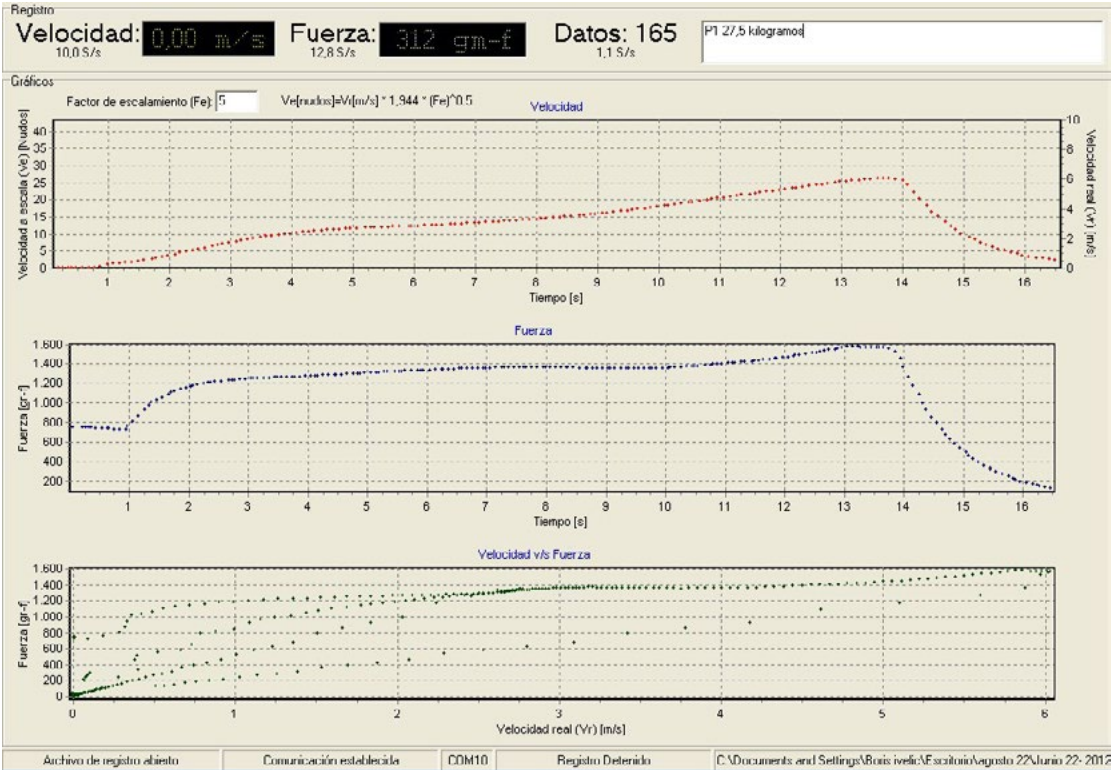


Figura 160. -Gráfico 1 obtenido de la lectura de datos captados por el dinamómetro a bordo del casco. Fuente: Software propiedad de la PUCV.

Gráfico prueba 2

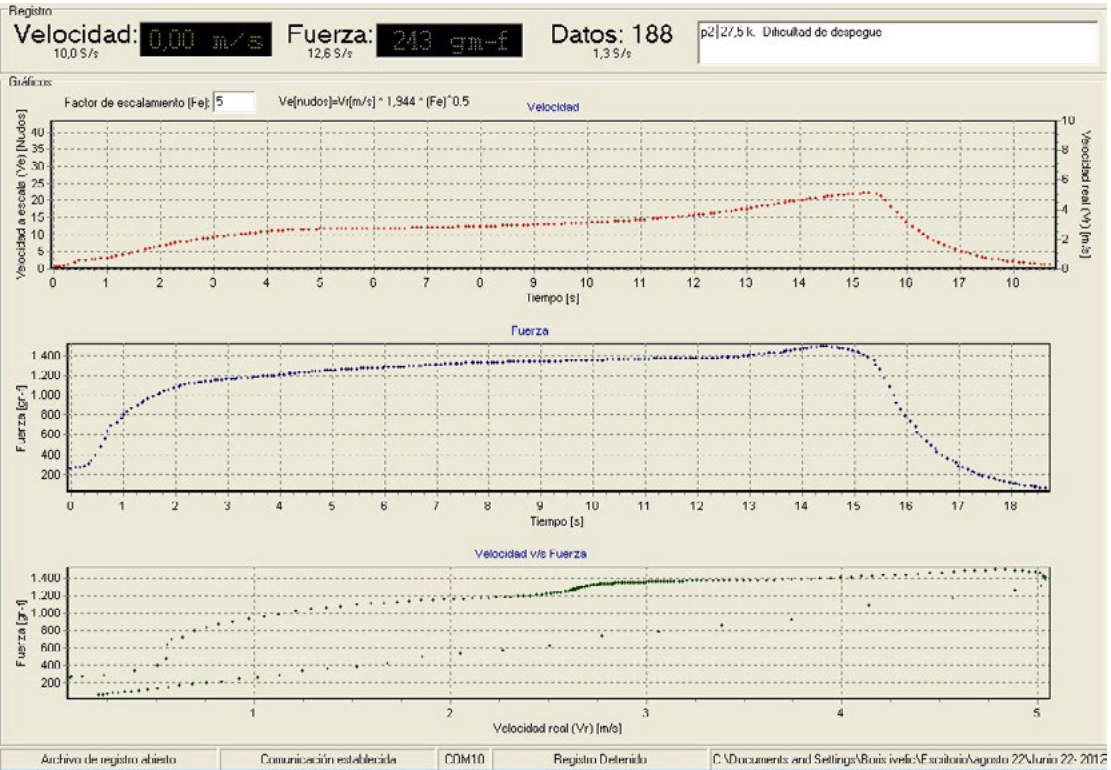


Figura 161.- Gráfico 2 obtenido de la lectura de datos captados por el dinamómetro a bordo del casco. Fuente: Software propiedad de la PUCV.

Gráfico prueba 3

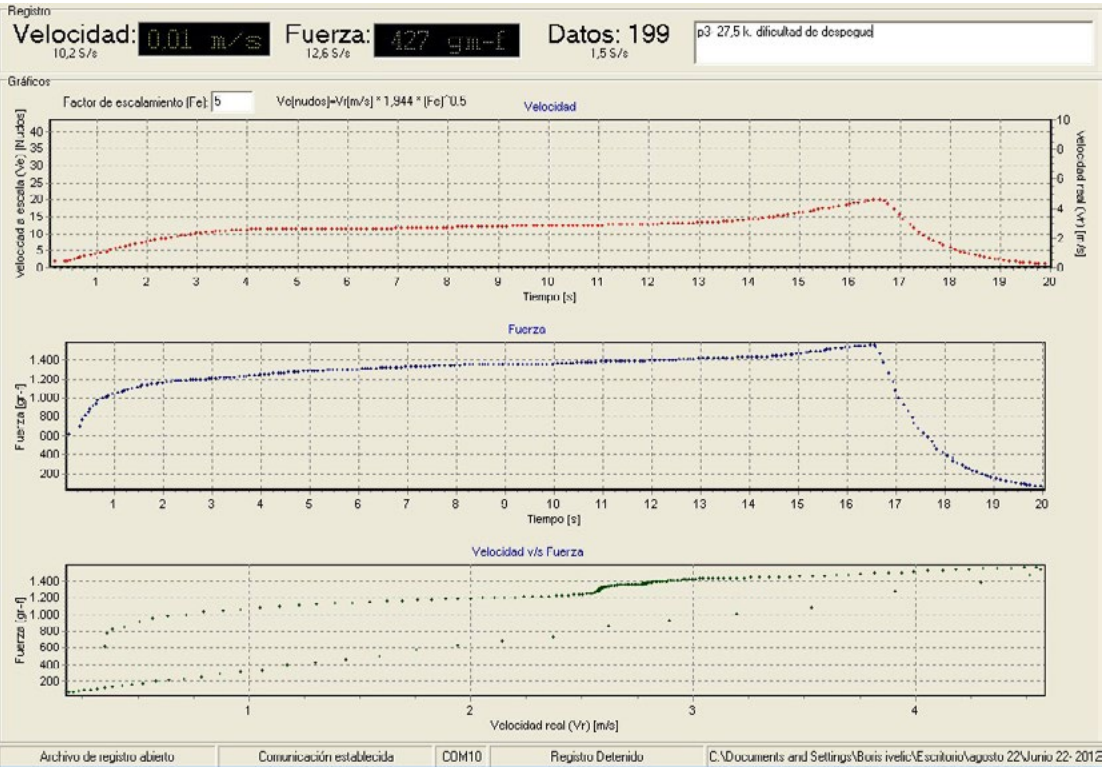


Figura 162.- Gráfico 3 obtenido de la lectura de datos captados por el dinamómetro a bordo del casco. Fuente: Software propiedad de la PUCV.

Gráfico prueba 5

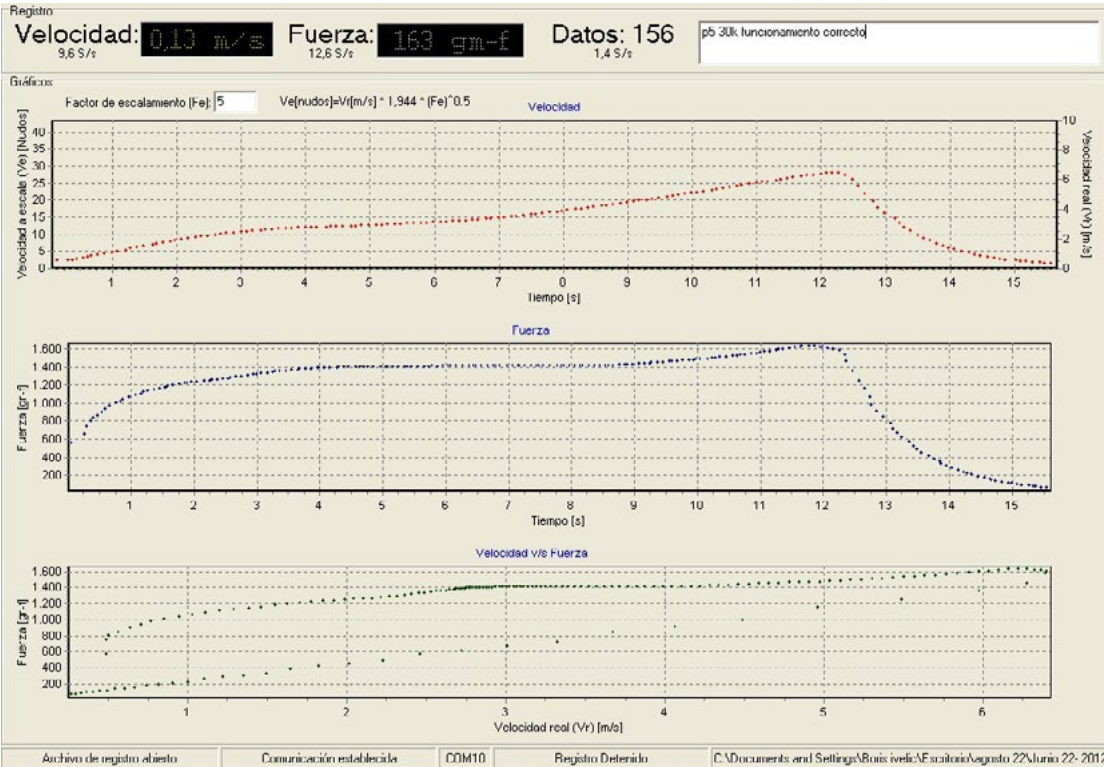


Figura 163.- Gráfico 5 obtenido de la lectura de datos captados por el dinamómetro a bordo del casco. Fuente: Software propiedad de la PUCV.

Gráfico prueba 6

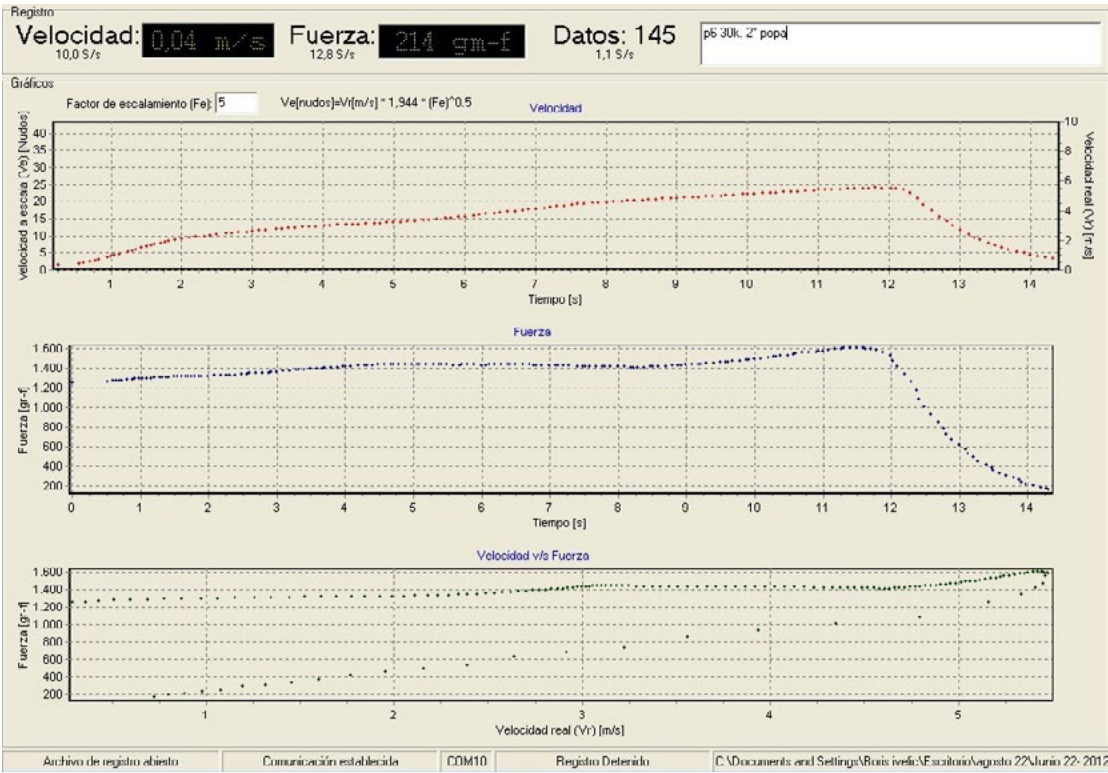


Figura 164.- Gráfico 6 obtenido de la lectura de datos captados por el dinamómetro a bordo del casco. Fuente: Software propiedad de la PUCV.

Gráfico prueba 7

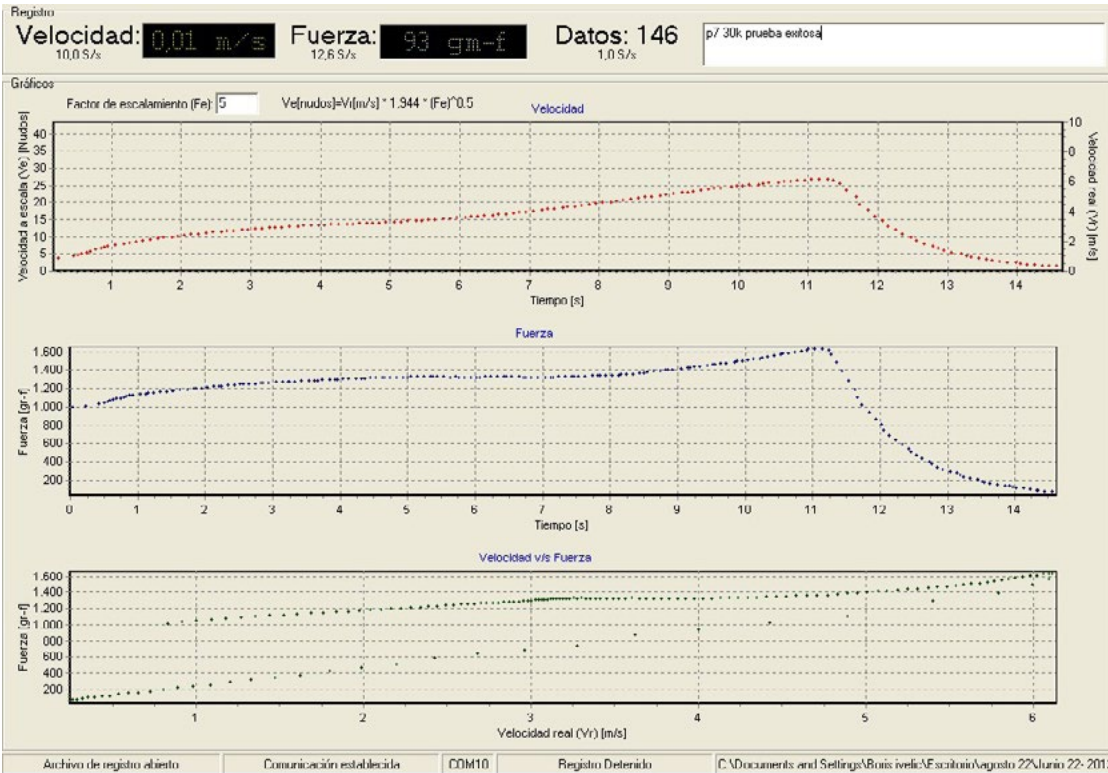


Figura 165.- Gráfico 7 obtenido de la lectura de datos captados por el dinamómetro a bordo del casco. Fuente: Software propiedad de la PUCV.

Una vez definidos los gráficos en los que el funcionamiento del modelo fue exitoso, se continuó con la lectura de datos, extrayendo del gráfico los datos de fuerza, tiempo y velocidad, se hizo el cálculo del promedio de fuerza de 10 nudos hasta 25 nudos. Datos que posteriormente se introdujeron en el programa que contiene las respectivas ecuaciones de similitud para el cálculo de potencia realizando un comparativo de las seis pruebas exitosas a una misma velocidad expresada en nudos.

CÁLCULO DE POTENCIA MODELO 1

A continuación se expone el desarrollo del cálculo de potencia efectiva, para conocer la fuerza requerida para el óptimo funcionamiento de la embarcación en modalidad hidrofoil, utilizando un casco de aluminio de 5.84 m de eslora, 1.80 m de manga y 0.70 m de puntal.

Se analizan los datos entregados por el dinamómetro y sensor de velocidad, para luego calcular la potencia. El siguiente documento muestra el procedimiento para el cálculo de la misma.

Como ejemplo, se toman los resultados de la prueba 1 cuando el prototipo alcanza 10 nudos, 15 nudos, 20 nudos y 25 nudos de velocidad.

Constantes utilizadas para el cálculo.

	Modelo	Prototipo
Eslora	$L_m = 0.2 \text{ [m]}$	$L_p = 1 \text{ [m]}$
Escala	$\lambda = 5$	N/A
Superficie mojada	$S_m = 0.2 \text{ [m}^2\text{]}$	$S_p = 5.00 \text{ [m}^2\text{]}$
Densidad del agua	$P_m = 1,000 \text{ [Kg/m}^3\text{]}$	$P_p = 1,000 \text{ [Kg/m}^3\text{]}$
Viscosidad del agua	$\mu_m = 0.001518 \text{ [Pas]}$	$\mu_p = 0.001518 \text{ [Pas]}$

Figura 166.- Tabla valores constantes en el cálculo. Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de potencia efectiva cuando alcanza 25 nudos de velocidad.

1. Primero, se convierten las unidades de medida de los datos del comportamiento del modelo que nos entrega el dinamómetro y el sensor de velocidad.

Los datos del modelo son los siguientes:

Tiempo: 12781 [ms] Velocidad: 567 [cm/s] Fuerza: 1536 [gr*f]

- Se transforma el tiempo a [s]:

$$12781 \text{ [ms]} * \left(\frac{1 \text{ [s]}}{1000 \text{ [ms]}} \right) = 12.781 \text{ [s]}$$

- Se transforma la velocidad a [m/s]:

$$567 \left[\frac{\cancel{cm}}{s} \right] * \left(\frac{1 [m]}{100 [\cancel{cm}]} \right) = 5.67 \left[\frac{m}{s} \right]$$

- Se transforma la fuerza a [N]:

$$1536 [\cancel{gr * f}] * \left(\frac{1 [N]}{101.97 [\cancel{gr * f}]} \right) = 15.06 [N]$$

2. Se calcula la velocidad del prototipo (V_p) (en nudos), utilizando la velocidad del modelo (V_m).

Se transforma la velocidad del modelo de [m/s] a [nudos].

$$V_m = 5.67 \left[\frac{\cancel{m}}{s} \right] * \left(\frac{1.944 [nudos]}{1 \left[\frac{\cancel{m}}{s} \right]} \right) = 11.02 [nudos]$$

Luego,

$$V_m = \frac{V_p}{\sqrt{\lambda}}$$

$$V_p = V_m * \sqrt{\lambda}$$

$$V_p = 11.02 [nudos] * \sqrt{5}$$

$$V_p = 24.64 [nudos] \approx 25 [nudos]$$

$$V_p = 24.64 [nudos] \approx 25 [nudos]$$

3. Una vez obtenida la velocidad del prototipo en nudos, se procede a convertirla a m/s para cálculos posteriores.

$$25 [nudos] * \left(\frac{1 \left[\frac{m}{s} \right]}{1.944 [nudos]} \right) = 12.86 \left[\frac{m}{s} \right]$$

$$V_p = 12.86 \left[\frac{m}{s} \right]$$

4. Durante la prueba 1, se obtienen diferentes valores en que la velocidad se aproxima a 10 nudos, entonces, se saca el promedio de todas estas fuerzas para calcular la resistencia total del modelo (R_{Tm}).

$$R_{Tm} = (15.06[N] + 15.21[N] + 15.31[N] + 15.39[N] + 15.43) / 5 = 15.28 [N]$$

$$R_{Tm} = 15.28 [N]$$

5. Posteriormente se calcula la velocidad del modelo (V_m) utilizando la velocidad del prototipo (V_p) en $\left[\frac{m}{s} \right]$.

$$V_m = \frac{V_p}{\sqrt{\lambda}}$$

$$V_m = \frac{12.86 \left[\frac{m}{s} \right]}{\sqrt{5}}$$

$$V_m = 5.75 \left[\frac{m}{s} \right]$$

6. Calcular el coeficiente de resistencia total del modelo (C_{Tm}).

$$C_{Tm} = \frac{R_{Tm}}{\frac{1}{2} S V^2 \rho}$$

$$C_{Tm} = \frac{15.28 \text{ [N]}}{\frac{1}{2} (0.2 \text{ m}^2) * \left(5.75 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]\right)^2 * (1,000 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}\right])}$$

$$C_{Tm} = \frac{15.28 \text{ [N]}}{3,306.25 \text{ [N]}}$$

$$C_{Tm} = 0.0046$$

7. Calculamos en No. de Reynolds del modelo (R_{Lm}).

$$R_{Lm} = \frac{V_m * L_m * \rho_m}{\mu_m}$$

$$R_{Lm} = \frac{\left(5.75 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]\right) * (0.2 \text{ m}) * \left(1,000 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}\right]\right)}{0.001518 \text{ pas}}$$

$$R_{Lm} = 757,575.75$$

8. Se calcula el coeficiente friccional del modelo (C_{Fm}).

$$C_{Fm} = \frac{0.075}{(\text{Log}(R_L - 2))^2}$$

$$C_{Fm} = \frac{0.075}{(\text{Log}(757,575.75) - 2)^2}$$

$$C_{Fm} = \frac{0.075}{15.04}$$

$$C_{Fm} = 0.0049$$

9. Utilizando el coeficiente friccional obtenido anteriormente, se calcula el coeficiente de resistencia residual del modelo (C_{Rm}).

$$C_{Rm} = C_{Tm} - C_F$$

$$C_{Rm} = 0.0046 - 0.0049$$

$$C_{Rm} = -0.0003$$

10. Posteriormente se realiza en cálculo de la resistencia friccional del modelo (R_{Fm}).

$$R_{Fm} = \frac{1}{2} S_m * V^2 * \rho * C_F$$

$$R_{Fm} = \frac{1}{2} (0.2 \text{ m}^2) * \left(5.75 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]\right)^2 * \left(1,000 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}\right]\right) * (0.0049)$$

$$R_{Fm} = 16.20 \text{ N}$$

11. Calculo de la resistencia residual del modelo (R_{Rm}).

$$R_{Rm} = R_{Tm} - R_F$$

$$R_{Rm} = 15.28 \text{ N} - 16.20 \text{ N}$$

$$R_{Rm} = -0.92 \text{ N}$$

12. Calcular el No. de Reynolds del prototipo (R_{LP}).

$$R_{LP} = \frac{V_P * L_P * \rho_P}{\mu_P} R_{LP}$$

$$= \frac{\left(12.86 \left[\frac{m}{s}\right]\right) * (1 \text{ m}) * \left(1,000 \left[\frac{Kg}{m^3}\right]\right)}{0.001518 \text{ pas}}$$

$$R_{LP} = 8,471,673$$

13. Calculo del coeficiente friccional del prototipo (C_{FP}).

$$C_{FP} = \frac{0.075}{(\text{Log}(R_{LP} - 2))^2}$$

$$C_{FP} = \frac{0.075}{(\text{Log}(8,471,673) - 2)^2}$$

$$C_{FP} = \frac{0.075}{24.28}$$

$$C_{FP} = 0.0030$$

14. Calcular la resistencia friccional del prototipo (R_{FP}).

$$R_{FP} = \frac{1}{2} S_P * V^2 * P_P * (C_F + \Delta C_F)$$

$$R_{FP} = \frac{1}{2} (5.00 \text{ m}^2) * \left(12.86 \left[\frac{m}{s}\right]\right)^2 * \left(1,000 \left[\frac{Kg}{m^3}\right]\right)$$

$$* (0.0030 + 0.0004)$$

$$R_{FP} = 1,405.72 \text{ N}$$

15. Calculo de la resistencia residual del prototipo (R_{RP}).

$$R_{RP} = R_{Rm} * \lambda^3 * \frac{P_m}{P_p}$$

$$R_{RP} = (-0.92 \text{ N}) * (5)^3 * \left(\frac{1,000 \left[\frac{Kg}{m^3}\right]}{1,000 \left[\frac{Kg}{m^3}\right]}\right)^3$$

$$R_{RP} = -115 \text{ N}$$

16. Calculo de resistencia total del prototipo (R_{TP}).

$$R_{TP} = R_F + R_R$$

$$R_{TP} = 1,405.72 \text{ N} + (-115 \text{ N})$$

$$R_{TP} = 1,290.72 \text{ N}$$

17. Cálculo de la potencia efectiva (EHP).

$$EHP = R_{TP} * V_p$$

$$EHP = (1,290.72 \text{ N}) * \left(12.86 \left[\frac{m}{s}\right]\right)$$

$$EHP = 16,589.4 \left[\frac{Nm}{s}\right]$$

- La potencia efectiva en $\left[\frac{Nm}{s}\right]$ se debe convertir a HP

$$16,589.4 \left[\frac{Nm}{s}\right] * \left(\frac{1.3413 \text{ HP}}{1,000 \left[\frac{Nm}{s}\right]}\right) = 22.25 \text{ HP}$$

$$EHP = 22.25 \text{ HP}$$

Posteriormente se utiliza la plantilla Excel para el cálculo de la potencia a las diferentes velocidades obtenidas a través del sistema de arrastre.

18. Calcular el 60 % de la potencia efectiva EHP, la cual se considera como pérdida. 40% corresponde a la pérdida del motor a la hélice y 20% de pérdida en la hélice misma.

$$Pérdida \text{ de potencia} = 22.25 \text{ HP} (0.6)$$

$$Pérdida \text{ de potencia} = 13.35 \text{ HP}$$

19. Cálculo de la potencia efectiva neta para el óptimo funcionamiento de la embarcación en modalidad hidrofoil.

$$EHP = EHP + Pérdida$$

$$EHP = 22.25 \text{ HP} + 13.35 \text{ HP}$$

$$EHP = 35.6 \text{ HP}$$

CALCULO DE POTENCIA EFECTIVA																		
Identificación de embarcación:			Embarcación Menor con Hidrofoil para los Habitantes de la Patagonia Occidental											Anabel Fierro Talamantes				
Tipo de ensayo:			Pruebas de arrastre Modelo de Embarcación Modalidad Hidrofoil sin superestructura															
Fecha			6/22/2012															
OBSERVACIONES: Embarcación en vuelo			DATOS MODELO Y PROTOTIPO															
			Modelo:				Esloza				Prototipo:				Esloza			
			Escala				λ = 5 [-]											
			Superficie mojada				Sm= 0.2 [m²]				Superficie mojada				Sp = 5.00 [m²]			
			Canal de pruebas				Longitud				D = 30 [m]							
			Agua canal				Densidad = ρm= 1,000 [kg/m³]				Agua navegación				Densidad ρp = 1,000 [kg/m³]			
			Viscosidad= μm= 0.001518 [Pa s] a 5 [°C]								Viscosidad μp = 0.001518 [Pa s] a 5 [°C]							
DATOS PRUEBAS			CÁLCULOS															
			MODELO								PROTOTIPO							
Prueba Nº	Velocidad modelo Vm [m/s] [NUDOS]	Resistencia Total RTm [N]	Coef. Res. Total CRTm [-]	Nº Reynolds RLm [-]	Coefficiente Friccional Cfm [-]	Coef. Res Residual CRM [-]	Resistencia Friccional Rfm [N]	Resistencia Residual Rrm [N]	Velocidad prototipo Vp [m/s] [NUDOS]	Nº Reynolds RLP [-]	Coefficiente Friccional Cfp [-]	Resistencia Friccional Rfp [N]	Resistencia Residual Rrp [N]	Resistencia Total RTP [N]	Potencia Efectiva EHP HP	60% Potencia perdida THP / DHP/ SHP/BHP/HP	EHP + P.Perdida HP	
Sin carcasa y tomando 6 pruebas exitosas																		
Prueba 1	2.30 4.47	12.42	0.0235	303,094	0.0062	0.0173	3.2745	9.1429	5.14 10.00	3,388,691	0.0037	268.23	1,142.86	1,411.09	9.74	5.84	15.58	
Prueba 2	2.30 4.47	11.58	0.0219	303,094	0.0062	0.0157	3.2745	8.3059	5.14 10.00	3,388,691	0.0037	268.23	1,038.24	1,306.47	9.01	5.41	14.42	
Prueba 3	2.30 4.47	11.79	0.0223	303,094	0.0062	0.0161	3.2745	8.5161	5.14 10.00	3,388,691	0.0037	268.23	1,064.51	1,332.74	9.20	5.52	14.71	
Prueba 5	2.30 4.47	12.66	0.0239	303,094	0.0062	0.0177	3.2745	9.3880	5.14 10.00	3,388,691	0.0037	268.23	1,173.50	1,441.74	9.95	5.97	15.92	
Prueba 6	2.30 4.47	13.04	0.0246	303,094	0.0062	0.0185	3.2745	9.7685	5.14 10.00	3,388,691	0.0037	268.23	1,221.07	1,489.30	10.28	6.17	16.44	
Prueba 7	2.30 4.47	11.76	0.0222	303,094	0.0062	0.0160	3.2745	8.4838	5.14 10.00	3,388,691	0.0037	268.23	1,060.48	1,328.71	9.17	5.50	14.67	
potencia antes de las pérdidas														Promedio HP	9.56	Promedio HP	15.29	
Prueba 1	3.45 6.71	13.28	0.0112	454,641	0.0056	0.0055	6.6753	6.6047	7.72 15.00	5,083,036	0.0034	563.58	825.59	1,389.17	14.38	8.63	23.00	
Prueba 2	3.45 6.71	13.40	0.0113	454,641	0.0056	0.0056	6.6753	6.7222	7.72 15.00	5,083,036	0.0034	563.58	840.27	1,403.85	14.53	8.72	23.25	
Prueba 3	3.45 6.71	14.10	0.0118	454,641	0.0056	0.0062	6.6753	7.4269	7.72 15.00	5,083,036	0.0034	563.58	928.36	1,491.93	15.44	9.26	24.71	
Prueba 5	3.45 6.71	13.84	0.0116	454,641	0.0056	0.0060	6.6753	7.1660	7.72 15.00	5,083,036	0.0034	563.58	895.75	1,459.33	15.10	9.06	24.17	
Prueba 6	3.45 6.71	14.01	0.0118	454,641	0.0056	0.0062	6.6753	7.3347	7.72 15.00	5,083,036	0.0034	563.58	916.83	1,480.41	15.32	9.19	24.51	
Prueba 7	3.45 6.71	12.90	0.0108	454,641	0.0056	0.0052	6.6753	6.2255	7.72 15.00	5,083,036	0.0034	563.58	778.19	1,341.77	13.89	8.33	22.22	
														Promedio HP	14.78	Promedio HP	23.64	
Prueba 1	4.60 8.94	13.63	0.0064	606,187	0.0052	0.0012	11.0963	2.5328	10.29 20.00	6,777,382	0.0032	956.17	316.59	1,272.76	17.56	10.54	28.10	
Prueba 2	4.60 8.94	14.38	0.0068	606,187	0.0052	0.0016	11.0963	3.2830	10.29 20.00	6,777,382	0.0032	956.17	410.37	1,366.54	18.86	11.31	30.17	
Prueba 3	4.60 8.94	15.11	0.0071	606,187	0.0052	0.0019	11.0963	4.0160	10.29 20.00	6,777,382	0.0032	956.17	502.00	1,458.17	20.12	12.07	32.19	
Prueba 5	4.60 8.94	14.11	0.0067	606,187	0.0052	0.0014	11.0963	3.0092	10.29 20.00	6,777,382	0.0032	956.17	376.15	1,332.32	18.39	11.03	29.42	
Prueba 6	4.60 8.94	13.81	0.0065	606,187	0.0052	0.0013	11.0963	2.7130	10.29 20.00	6,777,382	0.0032	956.17	339.12	1,295.29	17.87	10.72	28.60	
Prueba 7	4.60 8.94	13.19	0.0062	606,187	0.0052	0.0010	11.0963	2.0915	10.29 20.00	6,777,382	0.0032	956.17	261.43	1,217.60	16.80	10.08	26.88	
														Promedio HP	18.27	Promedio HP	29.23	
Prueba 1	5.75 11.18	15.28	0.0046	757,734	0.0050	-0.0004	16.4825	-1.2035	12.86 25.00	8,471,727	0.0031	1,442.27	-150.44	1,291.83	22.28	13.37	35.65	
Prueba 5	5.75 11.18	15.22	0.0046	757,734	0.0050	-0.0004	16.4825	-1.2648	12.86 25.00	8,471,727	0.0031	1,442.27	-158.10	1,284.17	22.15	13.29	35.44	
Prueba 7	5.75 11.18	14.93	0.0045	757,734	0.0050	-0.0005	16.4825	-1.5566	12.86 25.00	8,471,727	0.0031	1,442.27	-194.57	1,247.70	21.52	12.91	34.43	
														Promedio HP	21.99	Promedio HP	35.18	

Figura 167.- Tabla de cálculos de potencia para el modelo 1 realizada en el programa Excel 2007. Fuente: Elaboración propia.

ANÁLISIS DE LA UBICACIÓN DEL MOTOR DURANTE LAS PRUEBAS DE ARRAS-
TRE MODELO 1

Para poder observar con claridad el nivel del agua cuando la embarcación esta en vuelo se realizó una captura de imágenes en secuencia de la popa del modelo, para determinar si al colocar la abrazadera del motor 23.6 cm bajo el nivel de borda se logra sumergir la hélice una y media veces su diámetro.

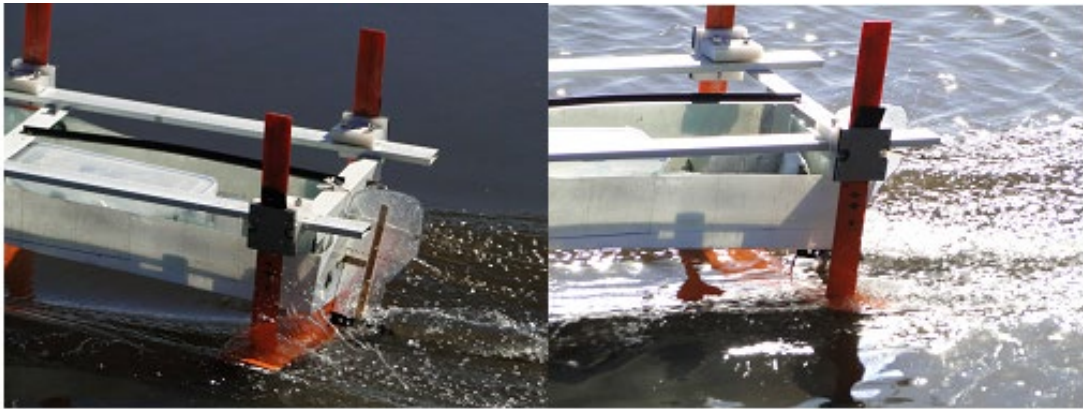


Figura 168.- Secuencia de arrastre estero mantagua en Ritoque. Fuente: Propia.



Figura 169.- Secuencia de arrastre estero mantagua en Ritoque. Fuente: Propia.

INTERVENCIÓN CASCO PATRÓN

En seguimiento a las conclusiones y resultados obtenidos en la primera etapa del proyecto se determina realizar una intervención al casco patrón, es decir, modificar su geometría para facilitar el emerger del agua y ganar mayor boyantez aspectos que se ven reflejados directamente en la resistencia con el agua.

Para ello el casco de aluminio se cortaría por la mitad y se extiende 1 metro en la parte central agregando una cuaderna y palmejares de 3 mm de espesor, para el forro se utilizarían planchas de aluminio de 4 mm en la base y de 3 mm en las planchas laterales. En popa se agregarían dos apéndices estancos cuyas planchas de aluminio serían de 3 mm de espesor.

1. Intervención geométrica casco patrón

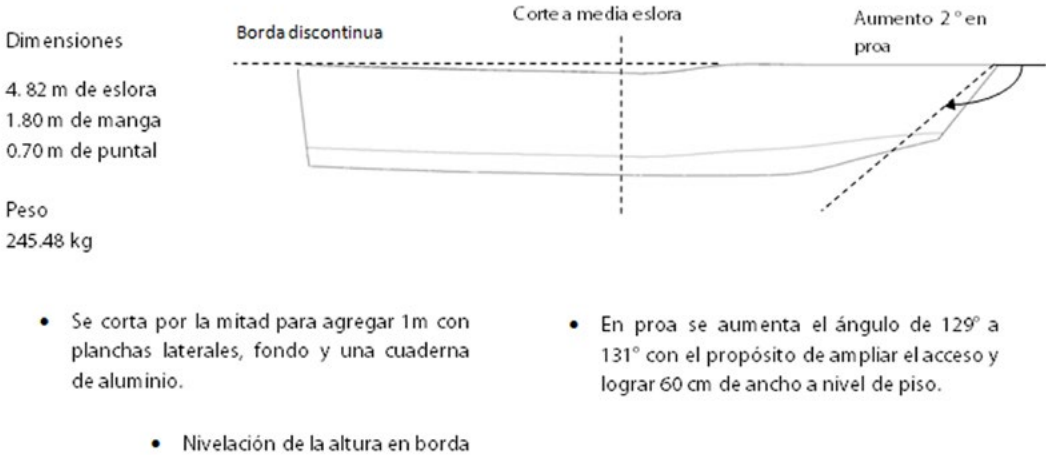


Figura 170.- Intervención geométrica al casco patrón. Fuente: Elaboración propia.

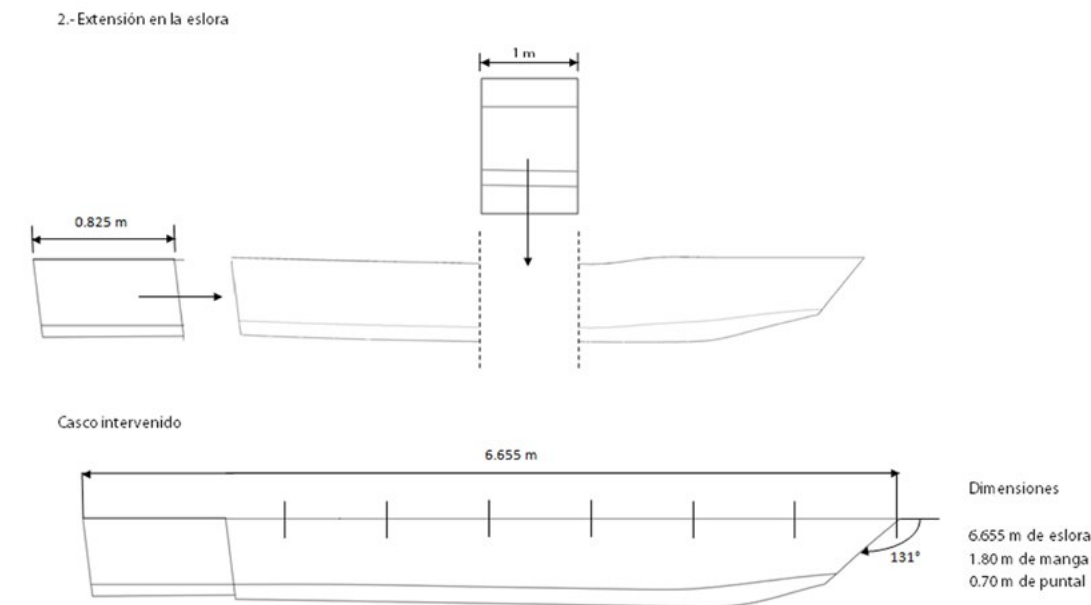


Figura 171.- Proceso constructivo de aumento de eslora. Fuente: Elaboración propia.

Antes de realizar los cambios al modelo de pruebas existente se modela la extensión de la eslora y apéndices en plumavit para realizar pruebas en el canal de olas de la Escuela de Arquitectura, tomando la configuración del modelo 1 en las distancias y alturas del perfiles se realizaron pruebas para observar el efecto de una ola corta de 1 m de alto en el casco.

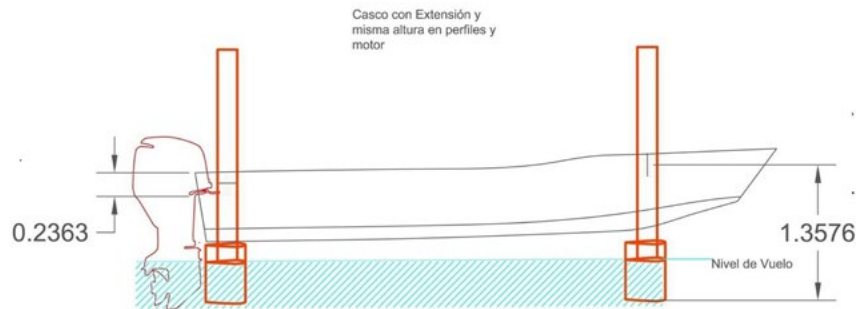


Figura 172.- Esquema de configuración inicial en el modelo 1. Fuente: Elaboración propia.

La siguiente tabla muestra las pruebas realizadas en el canal de olas, las variables que fueron cambiando son la frecuencia y el diámetro del disco, esto para lograr simular olas de 1m de altura como las que se generan en las zonas del Fiordo Comau.

Pruebas en Canal de Olas modelo Esc 1:5

	Frecuencia [Htz]	Disco	Altura [m]	Tiempo [seg]	Long. Onda [m]
Prueba 1	20	1	0.075	1,98	12.70
Prueba 2	25	1	0.100	1,58	10.60
Prueba 3	30	1	0.150	1,26	8.25
Prueba 4	35	1	0.200	1,08	6.85
Prueba 5	20	2	0.135	1,94	14.50
Prueba 6	25	2	0.150	1,53	10.85
Prueba 7	30	2	0.225	1,26	8.80
Prueba 8	35	2	0.300	1,08	8.00
Prueba 9	20	3	0.200	1,98	15.00
Prueba 10	25	3	0.250	1,53	9.75
Prueba 11	30	3	0.350	1,31	8.85
Prueba 12	35	3	0.425	1,08	7.25
Prueba 13	20	4	0.250	2,67	14.00
Prueba 14	25	4	0.325	1,67	11.25
Prueba 15	30	4	0.450	1,22	9.00
Prueba 16	35	4	0.525	99	7.50
Prueba 17	20	5	0.325	2,16	13.25
Prueba 18	25	5	0.400	1,67	11.00
Prueba 19	30	5	0.500	1,26	0.09
Prueba 20	35	5	0.725	1,08	7.50

Figura 173.- Tabla de datos obtenidos en el canal de olas Escuela de Diseño. Fuente: Propia.

De las pruebas anteriores se obtiene que los datos de la ola que más se asemeja a la ola de corta longitud de onda en el Fiordo, corresponde a los siguientes:

Altura [m]	Tiempo [seg]	Long. Onda [m]
0.75	95	8.75

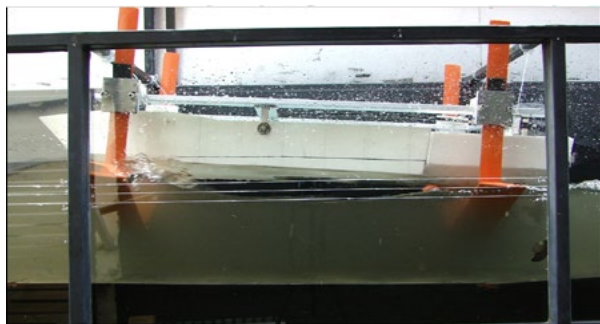


Figura 174.- Pruebas en canal del olas en la Escuela de Arquitectura. Configuración del modelo 1. Fuente: Propia

Al realizar las pruebas con la configuración de perfiles como en el modelo 1, se determina que es necesario que la embarcación se eleve más sobre los perfiles, ya que una ola de 25 cm logra golpear bruscamente el casco en proa. Estas modificaciones se van realizando bajo el análisis visual en el que la ola pasa suavemente por debajo del casco, es entonces que se determina la altura del perfil en proa, 6.3 cm en proa y 1.0 cm en popa del modelo 2. Se realiza otra serie de pruebas en las que se retiran los perfiles alares para evitar que el golpe de la ola sea en ellos, ya que el tema de análisis es el choque de la ola corta en el caso, situación que resulta de gran importancia en el proyecto al ser esto la principal causa de daños en las embarcaciones que navegan esas zonas.

A través de los ensayos realizados en el canal de olas, se logró determinar la configuración de los perfiles con respecto a la eslora del casco, también la altura de vuelo conveniente para que una ola de 75 cm de alto no genere un golpe en la parte baja del casco.

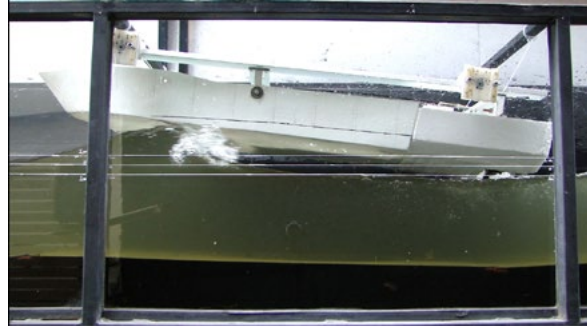


Figura 175.- Pruebas en el canal de olas de la Escuela de Diseño. Configuración modelo 2. Fuente: Propia.

En dimensiones reales de la embarcación, se modificó la altura del perfil en proa, 31.5 cm en proa y 5.0 cm en popa del modelo y se bajo el motor fuera de borda 25 cm más desde el nivel de borda. Bajo esta nueva configuración se realizan los esquemas correspondientes para realizar las pruebas de arrastre y posteriormente hacer los cálculos de potencia para el nuevo modelo 2. Al realizar los esquemas de esta nueva configuración en el programa Autocad 2012 se presenta una situación no prevista, la ubicación del perfil en popa resulta un impedimento dentro de las funciones de la embarcación al llegar a las orillas. Esto es porque la distancia del punto de sujeción del perfil a la parte más amplia del ángulo diedro es muy corta, por ende no logra pivotear por debajo del motor y menos aún por sobre la popa.

Análizada esta situación se plantea una nueva hipótesis que consiste en cambiar la ubicación del perfil de popa, moverlo 1,45 cm más hacia popa. Por lo tanto, el punto de sujeción del mismo también debe ser modificado, ahora se plantea alargar los áplices 40 cm para que el perfil pueda ser fijado en estos.

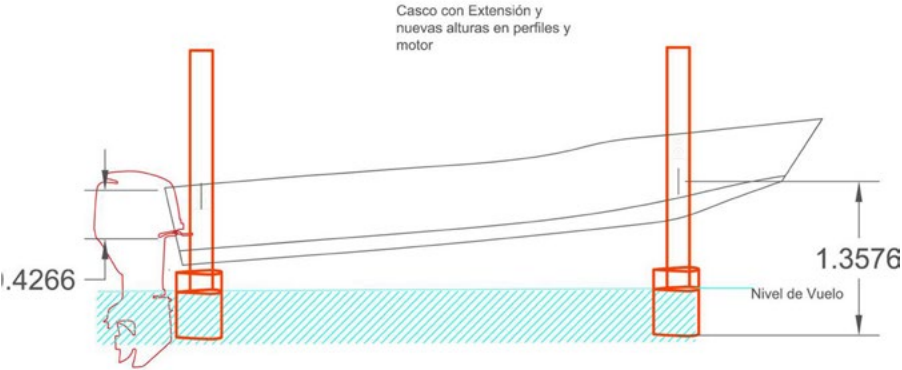


Figura 176.- Esquema con nueva configuración en los perfiles para el modelo 2. Fuente: Elaboración propia.

Se realizaron pruebas de arrastre manuales en el estero Mantagua en la Ciudad abierta para comprobar el funcionamiento de la nueva configuración en el modelo 2 y determinar los ángulos de ataque requeridos en los perfiles para el óptimo funcionamiento de la embarcación en modalidad hidrofoil.

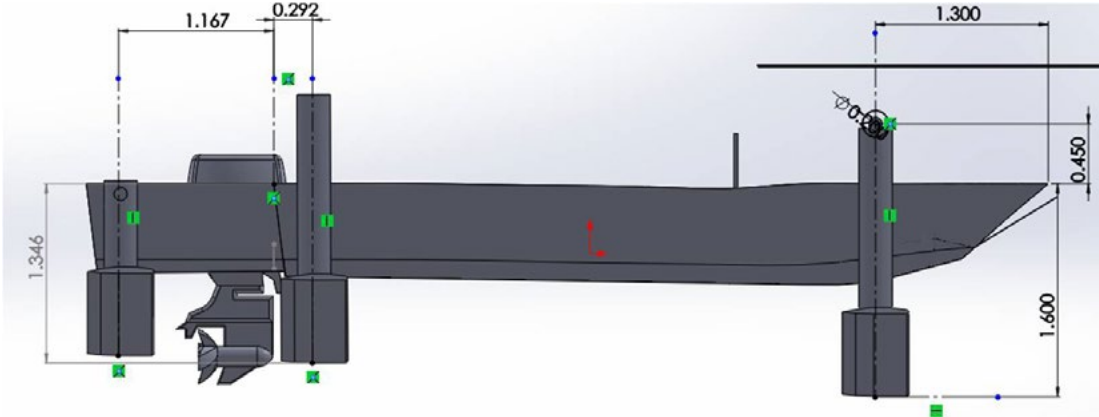


Figura 177.- Esquema de nueva hipótesis en la ubicación de los perfiles. Fuente: Elaboración Propia.

Posteriormente se realizan los cambios al modelo de pruebas, utilizando el modelo 1, se realizó un corte en la mitad de la eslora, donde posteriormente se agregaron 20 cm, que a escala real equivale a una extensión de 1m.



Figura 178.- Intervención del modelo de pruebas 1, extensión en su eslora. Fuente: Propia.

En proa se realiza un corte para aumentar el ángulo en la proa del casco, para lograr un acceso a pasajeros de 60 cm de ancho a nivel de suelo en el prototipo.



Figura 179.- Corte en la proa del modelo de pruebas 1. Fuente: Propia.

Concluidas las modificaciones en el modelo, se prosigue a realizar el cálculo del peso con esta nueva geometría, para ello se utiliza una tabla Excel.

Cálculo de peso del casco experimental Sitecna intervenido en proa, eslora y popa

Elemento	Largo [cm]	Alto [cm]	Area [cm²]	Espesor [cm]	Volumen [cm³]	Volumen [dm³]	Cantidad x Volumen [m³] Auto cad	Volumen [m³] Autocad	Volumen [dm³]	D. Aluminio [kg/dm³]	Peso c/ elemento [Kg]	Cantidad	Peso Total [Kg]	Escalados 1.5
Palmejar 1	50	5	250	0.6	150	0.15	0.0008	0.0002	0.2	2.75	0.5500	4	2.2000	0.0176
Palmejar 2	50	5	250	0.6	150	0.15	0.0018	0.0002	0.2	2.75	0.5500	8	4.4000	0.0352
Palmejar 3	50	5	250	0.6	150	0.15	0.0018	0.0002	0.2	2.75	0.5500	8	4.4000	0.0352
Palmejar 4	49	5	245	0.6	147	0.15	0.0008	0.0001	0.1	2.75	0.2750	8	2.2000	0.0176
Palmejar 5	99	5	495	0.6	297	0.30	0.0024	0.0003	0.3	2.75	0.8250	8	6.6000	0.0528
Palmejar 6	90.5	5	452.5	0.6	271.5	0.27	0.0024	0.0003	0.3	2.75	0.8250	8	6.6000	0.0528
Quilla 1	45	5	225	1	225	0.23	0.0002	0.0002	0.2	2.75	0.5500	1	0.5500	0.0044
Quilla 2	50	5	250	1	250	0.25	0.0003	0.0003	0.3	2.75	0.8250	1	0.8250	0.0066
Quilla 3	50	5	250	1	250	0.25	0.0003	0.0003	0.3	2.75	0.8250	1	0.8250	0.0066
Quilla 4	50	5	250	1	250	0.25	0.0003	0.0003	0.3	2.75	0.8250	1	0.8250	0.0066
Quilla 5	49	5	245	1	245	0.25	0.0003	0.0002	0.2	2.75	0.5500	1	0.5500	0.0044
Quilla 6	99	5	495	1	495	0.50	0.0009	0.0005	0.5	2.75	1.3750	1	1.3750	0.011
Cuaderna 1						1.2	0.0012	0.0012	1.2	2.75	3.3000	1	3.3000	0.0264
Cuaderna 2						1.5	0.0015	0.0015	1.5	2.75	4.1250	1	4.1250	0.033
Cuaderna 3						1.6	0.0016	0.0016	1.6	2.75	4.4000	1	4.4000	0.0352
Cuaderna 4						1.6	0.0016	0.0016	1.6	2.75	4.4000	1	4.4000	0.0352
Cuaderna 5						1.6	0.0016	0.0016	1.6	2.75	4.4000	1	4.4000	0.0352
Cuaderna 6						1.6	0.0016	0.0016	1.6	2.75	4.4000	1	4.4000	0.0352
Casco				0.6		68.7640		0.06876397	68.76397	2.75	189.1009	1	189.1009	1.51280734
Abierto				0.3										0
Extensión 1m														
P. laterales	100	70	7000	0.3	2100	2.1				2.75	5.775	2	11.5500	0.0924
Cuaderna 4*			0	0.3	0	1.6	0.0016	0.0016	1.6	2.75	4.4000	1	4.4000	0.0352
Palmejares	100	5	500	0.6	300	0.3				2.75	0.0000	8	6.6000	0.0528
Tramo quilla	100	5	500	1	500	0.5				2.75	1.375	1	1.3750	0.011
Base 1 metro	100	180	18000	0.4	7200	7.2				2.75	0.0000	1	19.8000	0.1584
Comp. Pared 1	46.6	70	3262	0.3	978.6	0.9786				2.75	2.69115	2	5.3823	0.0430584
Comp. Pared 2	82.5	70	5775	0.3	1732.5	1.7325				2.75	0.0000	2	9.5288	0.07623
Comp. Later	82.5	70	5775	0.3	1732.5	1.7325				2.75	0.0000	2	9.5288	0.07623
Comp. Base	82.5	46.6	3844.5	0.3	1153.35	1.15335				2.75	3.1717125	2	6.3434	0.0507474
Rampa	200	60	12000	0.6	7200	7.2				2.75	19.8	1	19.8000	0.1584
Peso Total [Kg]													245.4759	1.96380734
Peso Total con Extensión													319.9841	2.55987314

Figura 180.- Tabla de cálculo de peso casco Sitecna intervenido. Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenido el peso de la embarcación, el siguiente método corresponde a la elaboración de las curvas hidrostáticas y curvas cruzadas.

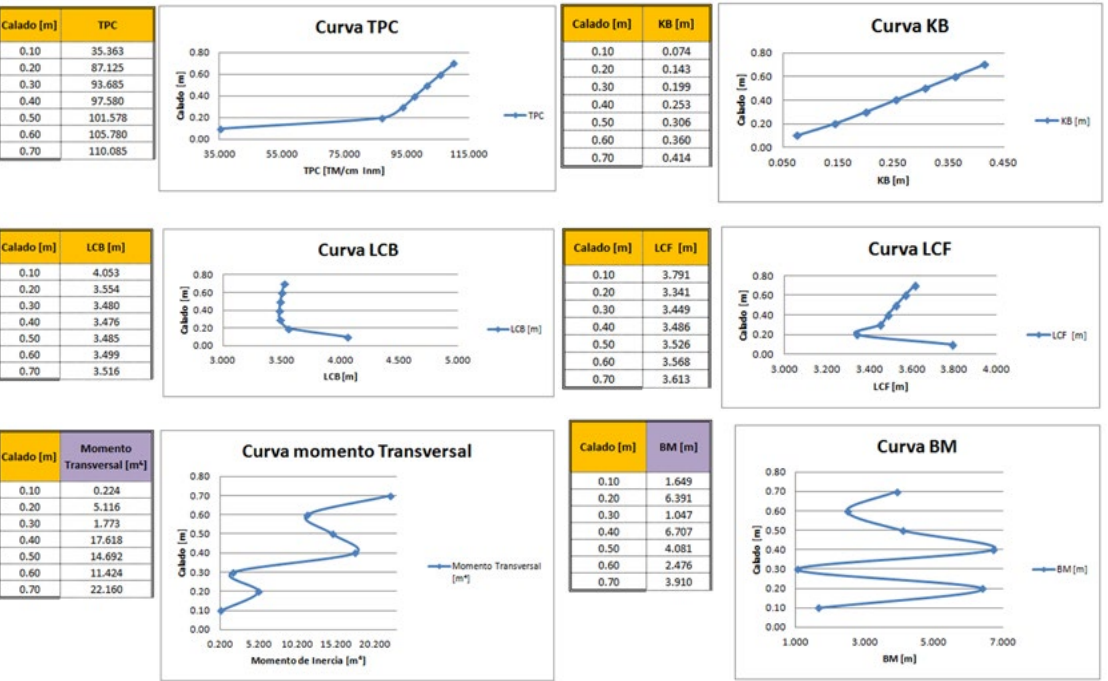
ESTUDIOS DE ESTABILIDAD ESTÁTICA CASCO INTERVENIDO

Curvas hidrostáticas

Los datos de las curvas hidrostáticas se obtienen utilizando el método de seccionar las áreas de flotación en trapecios y rectángulos para el cálculo de momentos de inercia total.

Cortes Horizontales		Valores Centroid		Corte de 1cm		Densidad Agua =		1.025 kg/dm³		Momento de Inercia Transversal [m⁴]		BM		KM		Momento de Inercia' Longitudinal [m⁴]		BM'		KM'	
		C.G APF																			
		Calado [m]	Volúmen [m³]	LCB [m]	KB [m]	LCF [m]	Volúmen APF [m³]	Volúmen APF [dm³]	TPC												
C1		0.10	0.136	4.053	0.074	3.791	0.035	34.500	35.363	0.224	1.649	1.723	8.131	59.877	59.951						
C2		0.20	0.801	3.554	0.143	3.341	0.085	85.000	87.125	5.116	6.391	6.533	80.980	101.161	101.304						
C3		0.30	1.692	3.480	0.199	3.449	0.091	91.400	93.685	1.773	1.047	1.247	47.521	28.081	28.280						
C4		0.40	2.627	3.476	0.253	3.486	0.095	95.200	97.580	17.618	6.707	6.960	50.878	19.368	19.621						
C5		0.50	3.600	3.485	0.306	3.526	0.099	99.100	101.578	14.692	4.081	4.388	54.896	15.249	15.556						
C6		0.60	4.613	3.499	0.360	3.568	0.103	103.200	105.780	11.424	2.476	2.836	73.310	15.892	16.252						
C7		0.70	5.668	3.516	0.414	3.613	0.107	107.400	110.085	22.160	3.910	4.324	46.828	8.262	8.676						

Figura 179.- Tabla con valores curvas hidrostáticas. Fuente: Elaboración propia.



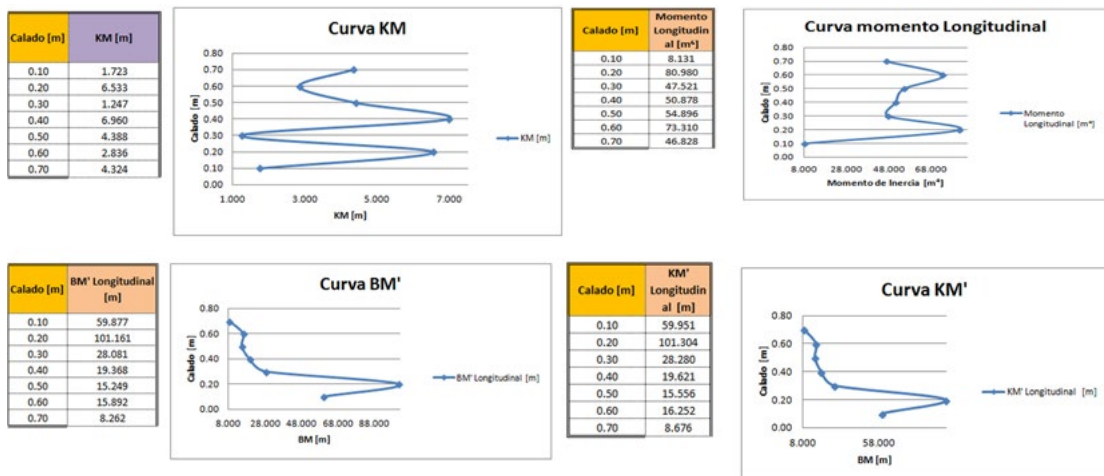


Figura 181.- Gráficos valores curvas hidrostáticas. Fuente: Elaboración propia.

Cortes Horizontales		Valores Centroid			Corte de 1cm		Densidad Agua =		1.025 kg/dm³		Momento de Inercia		BM		KM		Momento de Inercia'		BM'		KM'	
		C.G APF									Transversal		Transversal		Transversal		Longitudinal		Longitudinal		Longitudinal	
	Calado [m]	Volúmen [m³]	LCB [m]	KB [m]	LCF [m]	Volúmen APF [m³]	Volúmen APF [dm³]	TPC														
C1	0.10	0.136	4.053	0.074	3.791	0.035	34.500	35.363	0.224	1.649	1.723	8.131	59.877	59.951								
C2	0.20	0.801	3.554	0.143	3.341	0.085	85.000	87.125	5.116	6.391	6.533	80.980	101.161	101.304								
C3	0.30	1.692	3.480	0.199	3.449	0.091	91.400	93.685	1.773	1.047	1.247	47.521	28.081	28.280								
C4	0.40	2.627	3.476	0.253	3.486	0.095	95.200	97.500	17.618	6.707	6.960	50.878	19.368	19.621								
C5	0.50	3.600	3.485	0.306	3.526	0.099	99.100	101.578	14.692	4.081	4.388	54.896	15.249	15.556								
C6	0.60	4.613	3.499	0.360	3.568	0.103	103.200	105.780	11.424	2.476	2.836	73.310	15.892	16.252								
C7	0.70	5.668	3.516	0.414	3.613	0.107	107.400	110.085	22.160	3.910	4.324	46.828	8.262	8.676								

Figura 182.- Tabla calados, casco patón intervenido. Fuente: Elaboración propia.

Curvas cruzadas

Ángulo Escora	Ángulo 5°		Ángulo 10°		Ángulo 20°		Ángulo 30°		Ángulo 40°		Ángulo 50°		Ángulo 60°		Ángulo 70°	
Área [m²]	Volúmen [m³]	KN [m]	Volúmen [m³]	KN [m]	Volúmen [m³]	KN [m]	Volúmen [m³]	KN [m]	Volúmen [m³]	KN [m]	Volúmen [m³]	KN [m]	Volúmen [m³]	KN [m]	Volúmen [m³]	KN [m]
0.05	0.024	0.090	0.093	0.407	0.006	0.758	0.029	0.742	0.011	0.718	0.001	0.642	0.036	0.589	0.036	0.514
0.10	0.187	0.202	0.333	0.388	0.075	0.688	0.109	0.709	0.059	0.708	0.025	0.658	0.120	0.618	0.130	0.589
0.15	0.478	0.230	0.618	0.358	0.227	0.617	0.241	0.678	0.151	0.697	0.090	0.665	0.254	0.646		
0.20	0.817	0.200	0.949	0.326	0.446	0.555	0.417	0.653	0.285	0.687	0.197	0.672				
0.25	1.257	0.159	1.332	0.288	0.706	0.517	0.638	0.627	0.460	0.679	0.348	0.678				
0.30	1.710	0.128	1.783	0.250	1.001	0.489	0.902	0.603	0.672	0.674	0.543	0.687				
0.35	2.175	0.110	2.231	0.217	1.329	0.465	1.200	0.585	0.923	0.669						
0.40	2.649	0.099	2.713	0.196	1.691	0.444	1.529	0.572	1.215	0.664						
0.45	3.133	0.092	3.204	0.183	2.089	0.424	1.885	0.561								
0.50	3.627	0.087	3.706	0.174	2.527	0.402										
0.55	4.131	0.084	4.218	0.168												
0.60	4.646	0.082														
0.65	5.171	0.081														
0.70																

Figura 183.- Tabla valores curvas cruzadas casco patón intervenido. Fuente: Elaboración propia.

Gráficos curvas cruzadas

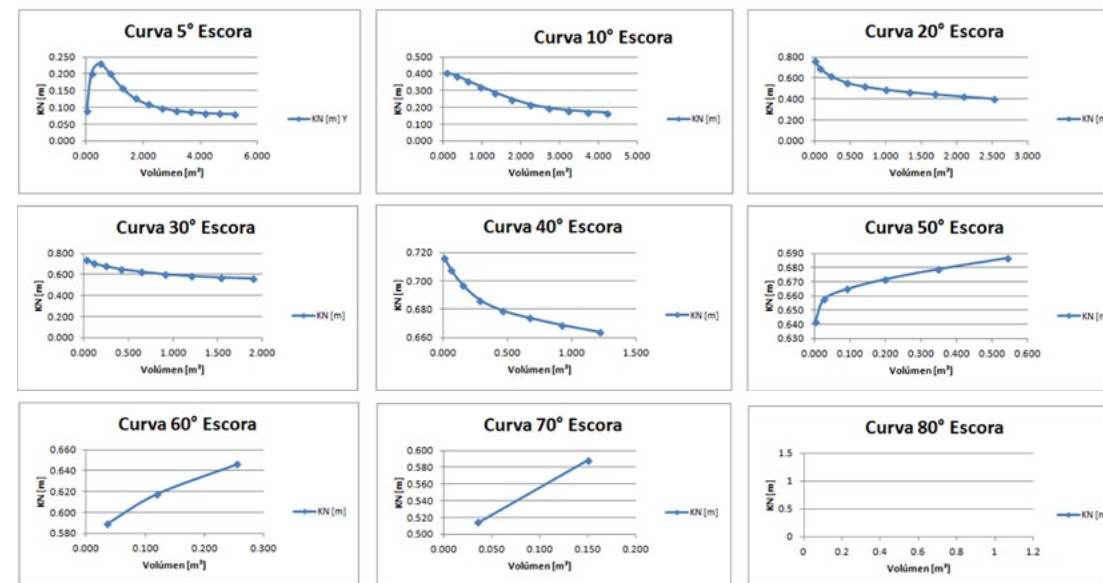


Figura 184.- Gráficos curvas cruzadas casco patón intervenido. Fuente: Elaboración propia.

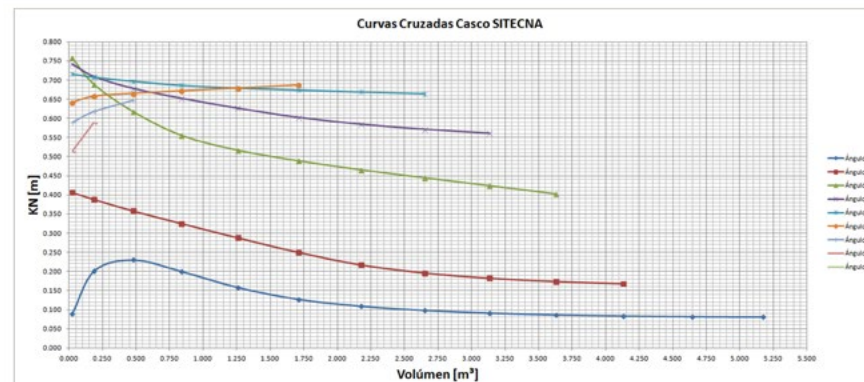


Figura 185.- Gráfico curvas cruzadas casco patón intervenido. Fuente: Elaboración propia.

También se realiza interpolación de los valores obtenidos en las curvas cruzadas. Posteriormente se realiza el cuadro de carga de la embarcación correspondiente al modelo de pruebas 2.

CUADRO DE CARGA EMBARCACIÓN HIDROFOIL						
	Peso [Kg]	Peso [TM]	LCG [m]	I Longitudinal [TM*m]	KG [m]	I Vertical [TM*m]
Peso Liviano						
1 Casco	319.98	0.32	3.528	1.1289	0.447	0.143
2 Motor Fuera de Borda 100 HP	190.00	0.19	0.958	0.1820	0.276	0.052
3 Capsula Motor						
4 Estanque Gasolina	100.00	0.10	1.595	0.1595	0.219	0.022
Variables						
Carga 1 (8 asientos)	114.00	0.11	2.050	0.2337	0.740	0.084
Carga 2 (Doble piso, Super estructura)	210.00	0.21	3.528	0.7409	0.447	0.094
Carga (8 pasajeros)	640.00					
Sumatoria	1573.98	0.93	2.618	2.4450	0.424	0.396

Figura 186.- Cuadro de carga, casco intervenido. Fuente: Elaboración propia.

Nuevamente la curva de estabilidad inicial debe ser corregida, ya que se ha supuesto la posición del centro de gravedad justo sobre la quilla. Debe efectuarse una corrección por una supuesta “subida” de G, o sea a cada brazo de adrizamiento de la curva de estabilidad estática inicial debe “disminuírsele” KG sen 0 tal como se observa en la tabla inferior.

Corrección de la curva de estabilidad estática							
CALADO	[m]	0.21	Ang Esc	KN	KGo	Kgo x sen Ang	GoZ
AREA	[m²]	12.33	0	0.000	0.424	0.000	0.000
VOL SUM	[m³]	0.911	10	0.318	0.424	0.074	0.244
VOL 1 CM	[m³]	0.123	20	0.552	0.424	0.145	0.407
I	[m⁴]	4.782	30	0.648	0.424	0.212	0.436
I'	[m⁴]	77.634	40	0.685	0.424	0.272	0.413
BM	[m]	5.857	50	0.673	0.424	0.325	0.348
KB	[m]	0.148	60	0.000	0.424	0.367	-0.367
KM	[m]	6.005	70	0.000	0.424	0.398	-0.398
TPC	[TM/cm INM]	0.009	80	0.000	0.424	0.417	-0.417
LCB	[m]	3.547					
LCF	[m]	3.352					
BM'	[m]	93.853					
KM'	[m]	94.002					
G.E.	[TM/m³]	1.025					

Figura 187.- Corrección curva, casco intervenido. Fuente: Elaboración propia.

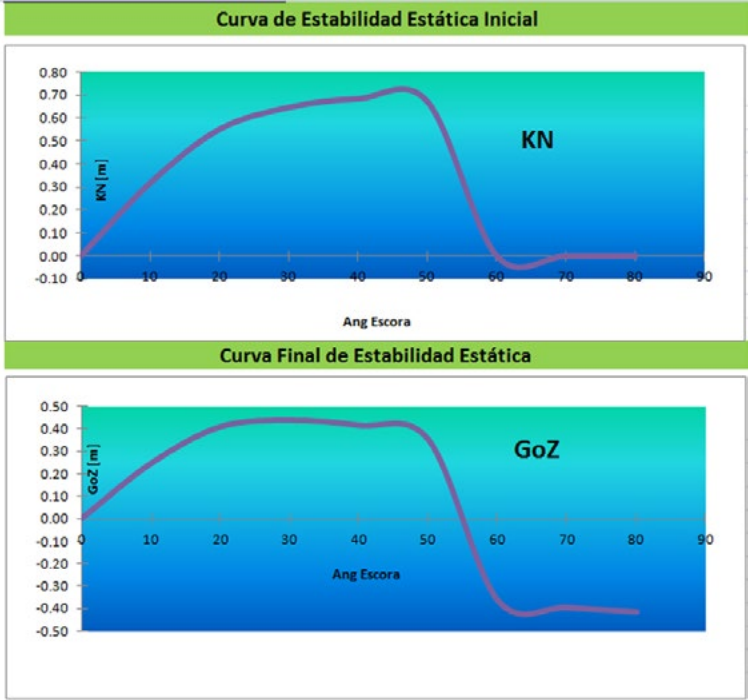


Figura 188.- Curvas de estabilidad inicial y final, casco intervenido. Fuente: Elaboración propia.

Con los datos obtenidos de las gráficas de la curva final de estabilidad se realiza un análisis para comprobar si esta dentro de los parámetros establecidos por las Normas O.M.I. sobre estabilidad.

- a) El área bajo la curva de estabilidad estática corregida (GoZ) entre 0°y 30° debe ser igual o superior a 0,055 [m rad].
- b) El área bajo la curva de estabilidad estática corregida (GoZ) entre 0° y 40° debe ser igual o superior a 0,090 [m rad].
- c) El área bajo la curva de estabilidad estática corregida (GoZ) entre 30° y 40° debe ser igual o superior a 0,030 [m rad].
- d) El brazo de adrizamiento GoZ debe ser a lo menos 0,20 m a un ángulo de escora igual

o mayor de 30°.

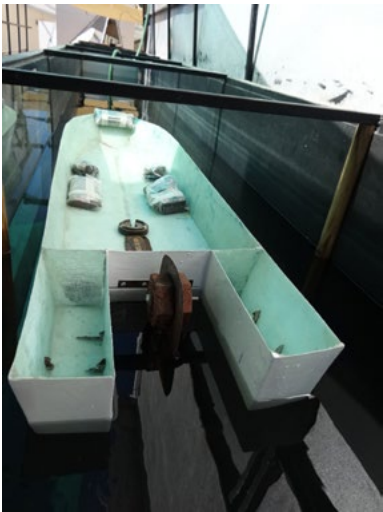
e) El máximo brazo de adrizamiento debe ocurrir a un ángulo de escora que exceda, pero nunca menor de 25°.

f) La distancia metacéntrica GoM no debe ser menor de 0,15 m.

Normas OMI sobre Estabilidad		
0 a 30°	A = 0.162 m rad	Cumple
0 a 40°	A = 0.226 m rad	Cumple
30° a 40°	A = 0.064 m rad	Cumple
GZ 30° =	0.436 m	Cumple
GZ máx a un Ángulo >30° no <25°		Cumple
GM =	5.581 m	Cumple

Figura 189.- Cumplimiento curvas O.M.I. , casco intervenido. Fuente: Elaboración propia.

Concluido el modelo 2, el siguiente método corresponde a la demostración de la estabilidad estática de la embarcación la demostración se realizó utilizando el canal de olas para marcar la línea de flotación ubicando todos los pesos correspondientes a escala que se contempla llevar a bordo de la embarcación.



Considerando:

8 Pasajeros	5.120 Kg
8 Asientos	0.912 Kg
Tanque Gasolina	0.800 Kg
Casco	2.639 Kg
Doble piso	1.320 Kg
Techo	0.360 Kg
Rampa	0.800 Kg
Motor	1.520 Kg
Peso Total	13.471 Kg
Peso Real	1,683.875 Kg

Figura 190.- Comprobación estabilidad en modelo 2. Fuente: Propia.

Se realiza el cálculo de estabilidad para el casco intervenido en proa, con extensión en su eslora y ápendices estancos.



Figura 191.- Línea de flotación en modelo 2. Fuente: propia.

El calado en el modelo 2 se mantiene como en el modelo 1, sin embargo, se ha aumentado la capacidad de carga considerando 8 personas a bordo.

ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DEL MODELO 2

Para el cálculo de la potencia se realizaron 7 pruebas de arrastre utilizando el dinamómetro para la lectura de la fuerza, velocidad y tiempo. Pruebas de arrastre estero Mantagua en Ritoque 19 de Junio de 2013

Prueba 1

Datos de arrastre/ sesión N°1 estero Mantagua

Configuración utilizada en el modelo:

Peso: 13,471 Kg

Perfiles: Naca Munk 5 diedros 20°

Proa: Ángulo 5°

Popa: Ángulo 2°

Contrapeso: 35 Kg



Figura 192.- Secuencia de arrastre prueba 1. Levantó en proa a los 5 segundos, arrastre en popa hasta llegar a destino. Fuente: propia.

Prueba 2

Datos de arrastre/ sesión N°1 estero mantagua

Configuración utilizada en el modelo:

Peso: 13,471 Kg

Perfiles: Naca Munk 5 diedros 20°

Proa: Ángulo 5°

Popa: Ángulo 2°

Contrapeso: 35 Kg



Figura 193.- Secuencia de arrastre prueba 2. Levantó en proa a los 7 segundos, levanto completamente popa a los 16 segundos. Fuente: propia.

Prueba 3

Datos de arrastre/ sesión N°1 estero Mantagua

Configuración utilizada en el modelo:

Peso: 13,471 Kg

Perfiles: Naca Munk 5 diedros 20°

Proa: Ángulo 5°

Popa: Ángulo 2°

Contrapeso: 37.5 Kg



Figura 194.- Secuencia de arrastre prueba 3. Levantó en proa a los 5 segundos, levantó completamente popa a los 8 segundos se escoró y bajó bruscamente a los 10 segundos de iniciado el arrastre. Fuente: propia.

Prueba 4

Datos de arrastre/ sesión N°1 estero mantagua

Configuración utilizada en el modelo:

Peso: 13,471 Kg

Perfiles: Naca Munk 5 diedros 20°

Proa: Ángulo 5°

Popa: Ángulo 2°

Contrapeso: 33.5 Kg



Figura 195.- Secuencia de arrastre prueba 4. Levantó en proa a los 5 segundos, levantó completamente popa a los 12 segundos se inclinó a babor. Fuente: propia.

Prueba 5

Datos de arrastre/ sesión N°1 estero Mantagua

Configuración utilizada en el modelo:

Peso: 13,471 Kg

Perfiles: Naca Munk 5 diedros 20°

Proa: Ángulo 5°

Popa: Ángulo 2°

Contrapeso: 33 Kg



Figura 196.- Secuencia de arrastre prueba 5. Levantó en proa a los 6 segundos, arrastre en popa hasta llegar a destino. Fuente: propia.

Prueba 6

Datos de arrastre/ sesión N°1 estero Mantagua

Configuración utilizada en el modelo:

Peso: 13,471 Kg

Perfiles: Naca Munk 5 diedros 20°

Proa: Ángulo 5°

Popa: Ángulo 2°

Contrapeso: 33 Kg



Figura 197.- Secuencia de arrastre prueba 6. Levantó en proa a los 7 segundos, arrastre en popa hasta llegar a destino. Fuente: propia.

Prueba 7

Datos de arrastre/ sesión N°1 estero Mantagua

Configuración utilizada en el modelo:

Peso: 13,471 Kg

Perfiles: Naca Munk 5 diedros 20°

Proa: Ángulo 5°

Popa: Ángulo 2°

Contrapeso: 35 Kg



Figura 198.- Secuencia de arrastre prueba 7. Levantó en proa a los 5 segundos, levantó la popa completamente a los 16 segundos y se escoró a babor antes de llegar a destino. Fuente: propia.

De las 7 pruebas realizadas 5 de ellas fueron exitosas por lo que se elige únicamente el gráfico de las prueba donde se obtuvo la velocidad de 23 nudos para el cálculo de la potencia efectiva del prototipo. La cual se incluye a continuación:

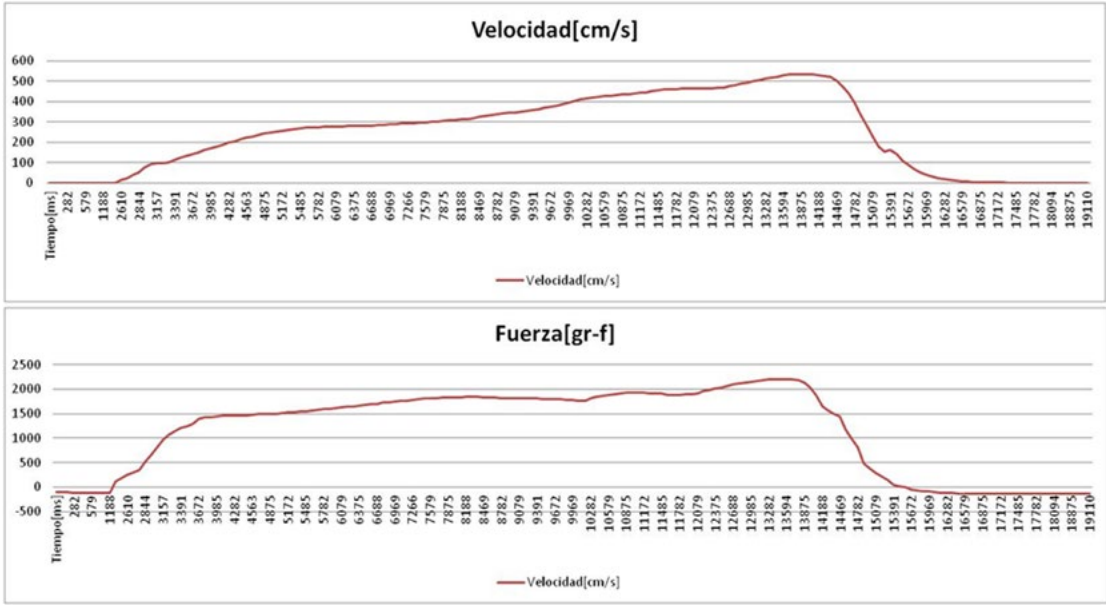


Figura 199.- Superestructura en fibra de vidrio. Fuente: Propia.

Posteriormente se continuó con la lectura de datos, extrayendo del gráfico los datos de fuerza, tiempo y velocidad, se hizo el cálculo del promedio de fuerza de 10 nudos hasta 23 nudos. Datos que posteriormente se introdujeron en el programa que contiene las respectivas ecuaciones de similitud para el cálculo de potencia realizando un comparativo de las siete pruebas exitosas a una misma velocidad expresada en nudos.

CÁLCULO DE POTENCIA MODELO 2

A continuación se expone el desarrollo del cálculo de potencia efectiva, para conocer la fuerza requerida para óptimo funcionamiento de la embarcación en modalidad hidrofoil, utilizando un casco de aluminio de 6.65 m de eslora, 1.80 de manga y 0.70 m de puntal.

Se analizan los datos entregados por el dinamómetro y sensor de velocidad, para luego calcular la potencia. El siguiente documento muestra el procedimiento para el cálculo de la misma.

Como ejemplo, se toman los resultados de la Prueba 3 cuando el prototipo alcanza 23 nudos de velocidad.

Constantes utilizadas para el cálculo.

	Modelo	Prototipo
Eslora	$L_m = 0.2 \text{ [m]}$	$L_p = 1 \text{ [m]}$
Escala	$\lambda = 5$	N/A
Superficie mojada	$S_m = 0.2 \text{ [m}^2\text{]}$	$S_p = 5.00 \text{ [m}^2\text{]}$
Densidad del agua	$\rho_m = 1,000 \text{ [Kg/m}^3\text{]}$	$\rho_p = 1,000 \text{ [Kg/m}^3\text{]}$
Viscosidad del agua	$\mu_m = 0.001518 \text{ [Pas]}$	$\mu_p = 0.001518 \text{ [Pas]}$

Figura 200.- Tabla valores constantes en el cálculo. Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de potencia efectiva cuando alcanza 23 nudos de velocidad.

1. Primero, se convierten las unidades de medida de los datos del modelo que son entregados por el dinamómetro y el sensor de velocidad en un archivo Excel.

Los datos del modelo son los siguientes:

Tiempo: 3797 [ms] **Velocidad:** 221 [cm/s] **Fuerza:** 1261[gr*f]

- Se transforma el tiempo a [s]:

$$13485 \text{ [ms]} * \left(\frac{1 \text{ [s]}}{1000 \text{ [ms]}} \right) = 13,485 \text{ [s]}$$

- Se transforma la velocidad a [m/s]:

$$518 \left[\frac{cm}{s} \right] * \left(\frac{1 [s]}{100 [cm]} \right) = 5,18 \left[\frac{m}{s} \right]$$

- Se transforma la fuerza a [N]:

$$2200 [g * f] * \left(\frac{1 [N]}{101,97 [g * f]} \right) = 21,57 [N]$$

2. Se calcula la velocidad del prototipo (V_p) (en nudos), utilizando la velocidad del modelo (V_m).

Se transforma la velocidad del modelo de [m/s] a [nudos].

$$5,18 \left[\frac{m}{s} \right] * \left(\frac{1,944 [nudos]}{1 \left[\frac{m}{s} \right]} \right) = 10,06 [nudos]$$

Luego,

$$V_m = \frac{V_p}{\sqrt{\lambda}}$$

$$V_p = V_m * \sqrt{\lambda}$$

$$V_p = 10,06 [nudos] * \sqrt{5}$$

$$V_p = 22,49 [nudos] \approx 23 [nudos]$$

$$V_p = 22,49 [nudos] \approx 23 [nudos]$$

3. Una vez obtenida la velocidad del prototipo en nudos, se procede a convertirla a [m/s] para cálculos posteriores.

$$23 [nudos] * \left(\frac{1 \left[\frac{m}{s} \right]}{1,94 [nudos]} \right) = 11,85 \left[\frac{m}{s} \right]$$

$$V_p = 11,85 \left[\frac{m}{s} \right]$$

4. Durante la Prueba 3, se obtienen diferentes valores en que la velocidad se aproxima a 10 nudos, entonces, se saca el promedio de todas estas fuerzas para calcular la resistencia total del modelo (R_{Tm}).

$$R_{Tm} = (21,57 [N] + 21,60 [N] + 21,57 [N] + 21,51 [N] + 21,41 [N] + 20,86 [N] + 19,99 [N] + 18,52 [N] + 16,12 [N] + 15,37 [N] + 14,67) / 11 = 19,38 [N]$$

5. Posteriormente se calcula la velocidad del modelo (V_m) utilizando la velocidad del prototipo (V_p) en $\left[\frac{m}{s} \right]$

$$V_m = \frac{V_p}{\sqrt{\lambda}}$$

$$V_m = \frac{11,85 \left[\frac{m}{s} \right]}{\sqrt{5}}$$

$$V_m = 5,29 \left[\frac{m}{s} \right]$$

6. Luego calcular el Coeficiente de Resistencia Total del modelo (C_{Tm}).

$$C_{Tm} = \frac{R_{Tm}}{\frac{1}{2} * S * V^2 * \rho}$$

$$C_{Tm} = \frac{19,38 [N]}{\frac{1}{2} * 0,2[m^2] * \left(5,29 \left[\frac{m}{s}\right]\right)^2 * 1000 \left[\frac{kg}{m^3}\right]}$$

$$C_{Tm} = \frac{19,38 [N]}{2.798,41 [N]}$$

$$C_{Tm} = 0,0069$$

7. Calculamos en No. De Reynolds del modelo (R_{Lm}).

$$R_{Lm} = \frac{V_m * L_m * \rho_m}{\mu_m}$$

$$R_{Lm} = \frac{5,29 \left[\frac{m}{s}\right] * 0,2[m] * 1000 \left[\frac{kg}{m^3}\right]}{0,001518 [Pas]}$$

$$R_{Lm} = 696969,69$$

8. Se calcula el Coeficiente Friccional del modelo (C_{Fm}).

$$C_{Fm} = \frac{0,075}{(\log R_{Lm} - 2)^2}$$

$$C_{Fm} = \frac{0,075}{(\log (696969,69) - 2)^2}$$

$$C_{Fm} = \frac{0,075}{14,77}$$

$$C_{Fm} = 0,0051$$

9. Utilizando el Coeficiente Friccional obtenido anteriormente, se calcula el Coeficiente de Resistencia Residual del modelo (C_{Rm}).

$$C_{Rm} = C_{Tm} - C_{Fm}$$

$$C_{Rm} = 0,0069 - 0,0051$$

$$C_{Rm} = 0.0018$$

10. Posteriormente se realiza en cálculo de la Resistencia Friccional del modelo (R_{Fm}).

$$R_{Fm} = \frac{1}{2} * S * V_m^2 * \rho_m * C_{Fm}$$

$$R_{Fm} = \frac{1}{2} * 0,2[m^2] * \left(5,29 \left[\frac{m}{s}\right]\right)^2 * 1000 \left[\frac{kg}{m^3}\right] * 0,0051$$

$$R_{Fm} = 14,27 [N]$$

11. Calculo de la Resistencia Residual del modelo (R_{Rm}).

$$R_{Rm} = R_{Tm} - R_{Fm}$$

$$R_{Rm} = 19,38 [N] - 14,27 [N]$$

$$R_{Rm} = 5,11 [N]$$

12. Calcular el No. De Reynolds del prototipo (R_{Lp}).

$$R_{Lp} = \frac{V_p * L_p * \rho_p}{\mu_p} R_{Lp} = \frac{11,85 \left[\frac{m}{s}\right] * 1[m] * 1000 \left[\frac{kg}{m^3}\right]}{0,001518 [Pas]}$$

$$R_{Lp} = 7806,234$$

13. Calculo del Coeficiente Friccional del Prototipo (C_{Fp}).

$$C_{Fp} = \frac{0,075}{(\log R_{Lp} - 2)^2}$$

$$C_{Fp} = \frac{0,075}{(\log (7806234) - 2)^2}$$

$$C_{Fp} = \frac{0,075}{23,93}$$

$$C_{Fp} = 0,0031$$

14. Calcular la Resistencia Friccional del Prototipo (R_{Fp}).

$$R_{Fp} = \frac{1}{2} * S * V_p^2 * \rho_p * (C_{Fp} + 0,0004)$$

$$R_{Fp} = \frac{1}{2} * 5 \left[\frac{m^2}{s} \right] * \left(11,85 \left[\frac{m}{s} \right] \right)^2 * 1000 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$$

$$* (0,0031 + 0,0004)$$

$$R_{Fp} = 1228,69 [N]$$

15. Calculo de la Resistencia Residual del Prototipo (R_{Rp}).

$$R_{Rp} = 5,11 [N] * 5^3 * \left(\frac{1000 \left[\frac{kg}{m^3} \right]}{1000 \left[\frac{kg}{m^3} \right]} \right)$$

$$R_{Rp} = 638,75 [N]$$

16. Calculo de Resistencia Total del Prototipo (R_{Tp}).

$$R_{Tp} = R_{Fp} + R_{Rp}$$

$$R_{Tp} = 1228,69 [N] + 638,75 [N]$$

$$R_{Tp} = 1867,44 [N]$$

17. Calculo de la Potencia Efectiva (EHP).

$$EHP = R_{Tp} * V_p$$

$$EHP = 1867,44 * \left(11,85 \left[\frac{m}{s} \right] \right)$$

$$EHP = 22129,16 \left[\frac{Nm}{s} \right]$$

La Potencia Efectiva en $\left[\frac{Nm}{s} \right]$ se debe convertir a **HP**

$$22129,16 \left[\frac{Nm}{s} \right] * \left(\frac{1,3413 HP}{1000 \left[\frac{Nm}{s} \right]} \right) = 29,68 HP$$

$$EHP = 29,68 HP$$

18. Calcular el 60 % de la Potencia Efectiva EHP, la cual se considera como pérdida. 40% corresponde a la pérdida del motor a la hélice y 20% de pérdida en la hélice misma.

$$Pérdida de potencia = 29,68 HP * 0.6$$

$$Pérdida de Potencia = 17,80 HP$$

19. Cálculo de la Potencia Efectiva neta para el óptimo funcionamiento de la embarcación en modalidad hidrofoil.

$$EHP = EHP + Pérdida$$

$$EHP = 29,68 + 17,80 \text{ HP}$$

$$EHP = 47,48 \text{ HP}$$

DESARROLLO TEÓRICO MÉTODO SPM

Se realiza para el determinar las características del tipo de ola predominante tomando como punto de interés y estudio el poblado de San Ignacio del Huinay.

Los parámetros involucrados son:

1.- Fetch (F en (metros)): Es la distancia entre el punto de interés y la línea de costa en dirección que entra el viento. El método recomienda trazar 9 radiales desde el punto de interés en 3 grados, ampliar estas radiales hasta que el primero cruce la línea de costa. El *fetch* será igual al promedio de la longitud de esos 9 radiales.



Figura 202.- Imagen satelital de la zona de estudio. Fuente: Google earth.

Radiales trazados

Radial	Longitud (m)	Grados
1	9,906.23	308.82
2	9,379	305.82
3	9,131.5	302.82
4	8,807	299.82
5	8,390	296.82
6	7,849.71	293.82

7	1,260.23	311.82
8	1,259.71	314.82
9	1,259.89	317.82

Figura 203.- Tabla de radiales. Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de *Fetch*

$$F = \frac{\sum_{i=1}^9 F_i}{9}$$

(9,906.23 + 9,379 + 9,131.5 + 8,807 + 8,390 + 7,849.71 + 1,260. 23 + 1,259. 71 + 1,259.89) /9 = 57,161.52

F= 6, 351.28 m

2.- Factor de estrés en el viento (U_A en (m/s)):

La fuerza del viento está directamente relacionada con el crecimiento de la ola. La estimación de perfil de presión vertical de la velocidad del viento, por lo tanto presión del viento involucra la diferencia entre la temperatura del aire y el agua, la rugosidad de la superficie y la velocidad de fricción. En el método *SPM*, todos estos factores se toman en cuenta por U_A.

Velocidad del viento= 45 km/h

- Convertir las unidades a m/s 45 km/h

$$\frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 12.5 \text{ m/s}$$

Velocidad del viento = 12.5 m/s

a) Ajuste de elevación

$$U_{10} = U_z \left(\frac{10}{z} \right)^{1/7}$$

Para $Z < 20 \text{ m}$

Z = Altura a la que está ubicado el sensor de vientos (m).

$U_0 = U_z$ = Velocidad del Viento

U_{10} = Velocidad del viento

$$U_{10} = U_z = 10 \text{ m}$$

$Z = 10 \text{ m}$

$$U_0 = U_z = 12.5 \text{ m/s}$$

$$U_{10} = 12.5 \text{ m/s} \left(\frac{10}{10} \right)^{1/7}$$

$$U_{10} = 12.50 \text{ m/s}$$

b) Ajuste de localización

$$U_L = U_{10} \text{ si } U_L > 18.5 \text{ m/s por lo tanto } R_L = 0.9$$

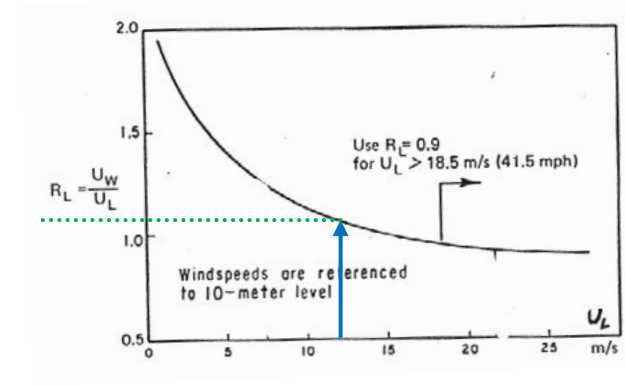


Figura 204.- Gráfico velocidad del viento sobre el agua. Fuente: Generation and análisis of random waves, Zhou Liu and Peter Frigaard. 2001.

$$R_L = 1.1$$

$$U_{10} = U_{10} * R_L$$

$$U_{10} = (12.50 \text{ m/s}) * (1.1)$$

$$U_{10} = 13.75 \text{ m/s}$$

c) Ajuste por la temperatura

Si la diferencia de la temperatura del aire – la del agua ($\Delta T = T_{\text{aire}} - T_{\text{mar}}$) es Cero, la capa limite es estable y la corrección de la velocidad es innecesaria.

Pero si ΔT es negativa, la capa limite es inestable y la velocidad del viento es más efectiva causando crecimiento de olas. Si ΔT es positiva, la capa limite es inestable y la velocidad del viento es menos efectiva. La Figura 1.- Muestra el factor de amplificación de la velocidad del viento (R_T) debido a la diferencia de temperatura del aire – agua. En ausencia de información sobre temperatura se puede aplicar $R_T = 1.1$.

$$T_{\text{aire}} = 13^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{mar}} = 20^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T = T_{\text{aire}} - T_{\text{mar}}$$

$$\Delta T = 13 - 20$$

$$\Delta T = 13 - 20$$

$$\Delta T = -7^{\circ}\text{C}$$

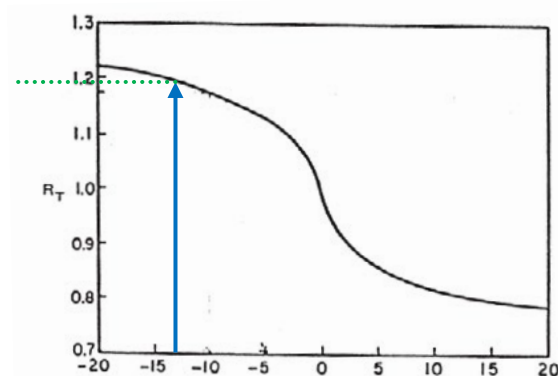


Figura 205.- Gráfico efecto de la diferencia de temperatura del agua y el aire. Fuente: Generation and análisis of random waves, Zhou Liu and Peter Frigaard. 2001.

$$R_T = 1.19$$

Ajuste de velocidad

$$U_{10} = U_{10} * R_T$$

$$U_{10} = 13.75 \text{ m/s} * 1.19$$

$$U_{10} = 16.36$$

d) Ajuste por la duración promedio de la velocidad del viento

La duración del viento es comúnmente observada y reportada como la máximo promedio de duración de velocidad corta. Esto debe ser convertido al promedio de la velocidad del viento en la duración apropiada por la siguiente expresión:

$$\frac{U_t}{U_{t=3600s}} = 1.277 + 0.296 \left(\frac{45}{t} \right) \tanh \left(0.9 \log_{10} \frac{45}{t} \right) \text{ para } 1s < t < 3600s$$

$$1 \text{ milla} = 1609 \text{ m}$$

$$t = \frac{1609 \text{ m}}{U_{10}}$$

$$t = \frac{1609 \text{ m}}{16.36}$$

$$t = 91.42$$

$$U_t = t$$

$$U_t = 98.34$$

$$\frac{U_t}{U_{t=3600 \text{ s}}} = 1.277 + 0.296 \tanh \left(0.9 \log_{10} \frac{45}{98.34} \right) \text{ para } 1 \text{ s} < t < 3600 \text{ s}$$

$$\frac{U_t}{U_{t=3600 \text{ s}}} = 1.20 \text{ m/s}$$

$$U_{t=3600 \text{ s}} = \frac{U_{10}}{U_t}$$

$$U_{t=3600 \text{ s}} = \frac{16.36}{1.20 \text{ m/s}}$$

$$U_{t=3600 \text{ s}} = 13.63 \text{ m/s}$$

e) Factor de estrés en el viento

Por otra parte, los datos de vientos estandarizados U_{10} fueron ajustados por un factor de stress de acuerdo a lo recomendado por el SPM 1984, para

compensar la relación no lineal existente entre la tensión en la superficie y la velocidad del viento. El SPM introduce una velocidad de viento ajustada, dada por:

$$U_A = 0.71 (U_{10})^{1.23}$$

$$U_A = 0.71 (13.65 \text{ m/s})^{1.23}$$

$$U_A = 17.67 \text{ m/s}$$

3.- Duración del viento (t (s)) y la profundidad del agua (h en (m)).

Tipo de ola y viento

La condición para aguas profundas es que la duración del viento es mayor a la duración mínima necesaria $t_{\min}$, y se expresa:

$$\frac{gt_{\min}}{U_A} = 68.8 \left(\frac{gF}{U_A} \right)^{2/3}$$

$t_{\min}$ = tiempo mínimo necesario de la duración del viento

Despejando $t_{\min}$

$$t_{\min} = 68.8 \left(\frac{gF}{U_A^2} \right)^{2/3} * \left(\frac{U_A}{g} \right)$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$t_{min} = 68.8 \left(\frac{9.81 \text{ m/s}^2}{17.67 \text{ m/s}^2} \right)^{2/3} * \left(\frac{17.67 \text{ m/s}}{9.81 \text{ m/s}^2} \right)$$

$$t_{min} = 4,230.68 \text{ s}$$

$$t_{min} = 70.51 \text{ min}$$

$$t_{min} = 1.18 \text{ h}$$

$$t_{min} < 8 \text{ horas}$$

Por lo tanto es una condición de *Fetch* limitado

Un mar completamente desarrollado es aquel para el cual el fetch y la duración no son limitantes, esto es, no ocurre más crecimiento del oleaje debido a que la pérdida de momento y de energía por rompimiento de las olas está en balance con la energía que introduce el viento. Expresado por la ecuación:

$$\frac{gF}{U_A^2} = \frac{(9.81 \text{ m/s}^2) * (6,351.28 \text{ m})}{(17.67 \text{ m/s})^2}$$

$$\frac{gF}{U_A^2} = 199.55$$

No se trata de mar completamente desarrollado por que

$$199.55 < 23123$$

1.- Calculo de altura de ola en aguas profundas y periodo de la ola

- Altura de ola en mar profundo (H_{mo})

Se usa la fórmula de SPM 1984:

$$\frac{gH_{mo}}{U_A^2} = 0.0016 \left(\frac{g * F}{U_A^2} \right)^{1/2}$$

Donde:

H_{mo} = Altura de ola en mar profundo

F = Fetch efectivo para el lugar de interés

g = Aceleración de gravedad (9.81 m/s^2)

U_A = Viento ajustado por factor de stress

Despejando H_{mo}

$$H_{mo} = 0.0016 \left(\frac{g * F}{U_A^2} \right)^{1/2} * \left(\frac{U_A^2}{g} \right)$$

$$H_{mo} = 0.0016 \left(\frac{9.81 \text{ m/s}^2 * 6,351.28}{(17.67 \text{ m/s})^2} \right)^{1/2} * \left(\frac{(17.67 \text{ m/s})^2}{9.81 \text{ m/s}^2} \right)$$

$$H_{mo} = 0.72 \text{ m}$$

Posteriormente se estimó el período y amplitud de la ola, de acuerdo a las siguientes expresiones:

$$\frac{gT_p}{U_A} = 0.2857 \left(\frac{g * F}{U_A^2} \right)^{1/3}$$

Donde:

T_p = Periodo de la ola en segundos

U_A = Viento ajustado por factor de stress

Despejando T_p

$$T_p = 0.2857 \left(\frac{g * F}{U_A^2} \right)^{1/3} * \left(\frac{U_A}{g} \right)$$

$$T_p = 0.2857 \left(\frac{9.81 \text{ m/s}^2 * 6,351.28 \text{ m}}{(17.67 \text{ m/s})^2} \right)^{1/3} * \left(\frac{17.67 \text{ m/s}}{9.81 \text{ m/s}^2} \right)$$

$$T_p = 3.01 \text{ s}$$

$$T_p = 0.1 \text{ min}$$

$$T_p = 0.001 \text{ h}$$

Posteriormente se estima la amplitud de la ola de acuerdo a la siguiente expresión:

$$L_o = \frac{g * T_p^2}{2\pi}$$

Donde:

L_o = Longitud de onda de las olas en mar profundo (m)

g = Aceleración de gravedad, (9.8 m/s²)

T_p = Periodo de la ola (seg.)

$$L_o = \frac{9.81 \text{ m/s}^2 * (3.01 \text{ s})^2}{2\pi}$$

$$L_o = 14.14 \text{ m}$$

Tomando el nivel de flotación del modelo de pruebas 2 en vuelo, se realizan ensayos en el canal de olas para observar el efecto de las olas en el casco.

Debido a las dimensiones del canal es imposible simular olas con los datos obtenidos, sin embargo, se realiza una aproximación a ellos.

Los datos de la ola a escala de prototipo:

Altura de la ola = 0,65 metros

Periodo = 3 segundos

Longitud = 5 metros

A través de estas pruebas se determina modificar la línea de flotación del modelo en vuelo sobre los perfiles, es decir, tratar de que la embarcación navegue en la posición que se observa, donde las ola pasa suavemente por debajo sin golpear el casco.



Figura 206.- Ensayos en el canal de olas de la Escuela de Arquitectura. Fuente: propia.

Se realiza una plantilla Excel en la que se introducen los datos conocidos y automáticamente proporciona la información de oleaje requerido, esto con el propósito de facilitar el cálculo para ensayos futuros.

Tomando la configuración del modelo en vuelo sobre los perfiles se realiza la demostración de oleaje en el canal de olas en la Escuela de Arquitectura para observar el efecto de las olas de corta longitud de onda en el casco.

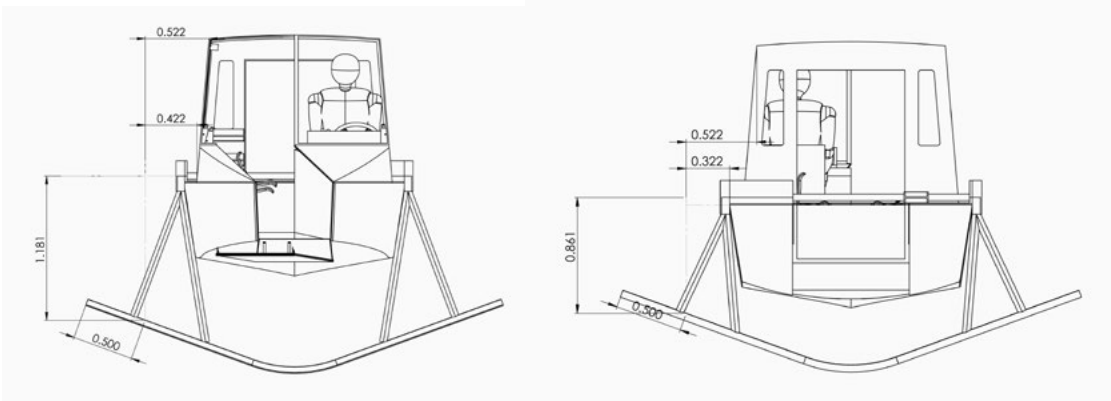


Figura 207.- Esquemas de propuestas de diseño de superestructura y elementos. Fuente: Elaboración propia.

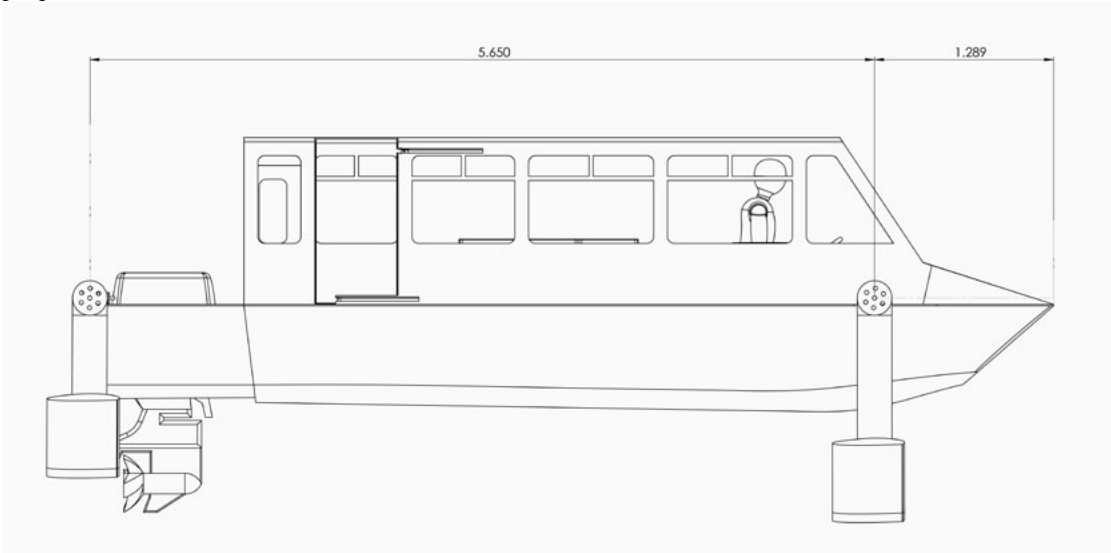


Figura 208.- Esquemas de propuestas de diseño de superestructura y elementos. Fuente: Elaboración propia.

HABITABILIDAD EN LA EMBARCACIÓN

A la par de los ensayos , se desarrolla el tema de habitabilidad en la embarcación el cual resulta de suma importancia para lograr cubrir los requerimientos de alto nivel (RAN) planteados al inicio de este capítulo.

Partiendo de la macrohabitabilidad, se inicia el diseño de la superestructura de la embarcación, se pretende lograr formas aerodinámicas dado que una vez que la embarcación se encuentra en vuelo la resistencia del aire es mayor que la del agua. Para iniciar con las propuestas, se parte considerando el diseño aerodinámico de vehículos existentes, trenes bala, aviones y lanchas rápidas.

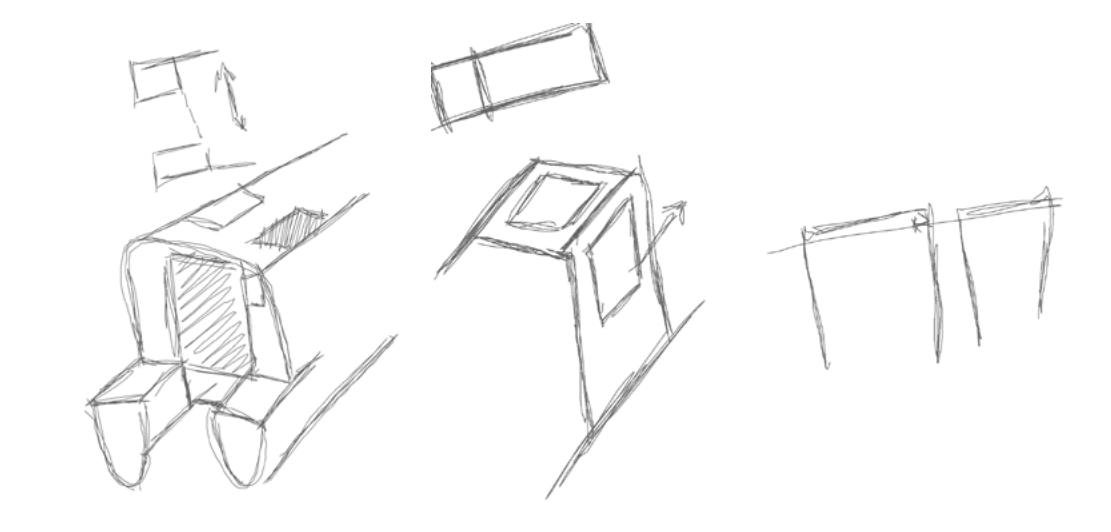


Figura 209.- Esquemas de propuestas de diseño de superestructura y elementos. Fuente: Elaboración propia.

Como parte del diseño en la superestructura se propone la integración de una puerta de acceso auxiliar en babor, para facilitar las maniobras de carga. Se plantea a manera de una puerta corrediza por el exterior de la embarcación la cual se encuentre sellada con gomas y empaques para evitar filtraciones de aire o agua en caso de lluvia. Las dimensiones de la misma corresponden a las del acceso en proa, con un ancho de 60 cm, mientras que el alto de la misma está limitado por la altura de la superestructura.

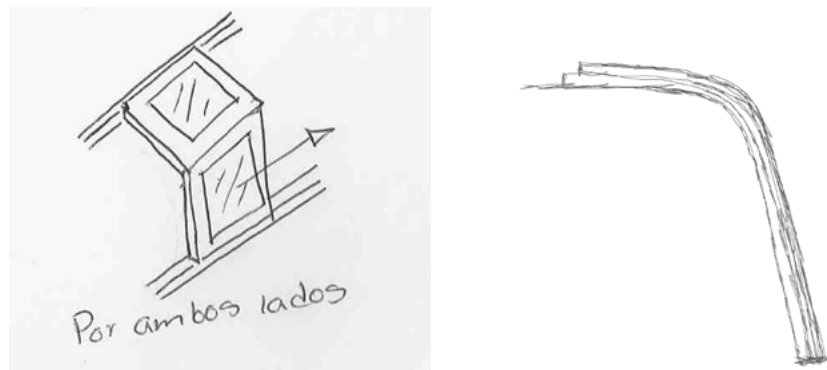


Figura 210 .- Esquemas de puerta auxiliar de acceso en babor. Fuente: Elaboración propia.

En la sección de popa se propone otro acceso, el cual se destina únicamente para las las maniobras que el capitán o tripulantes deben realizar al motor. Consiste en dos puertas pivotables hacia el exterior de la embarcación, para facilitar el acceso al área se sugiere una pasarela por fuera de la superestructura al nivel de cubierta.

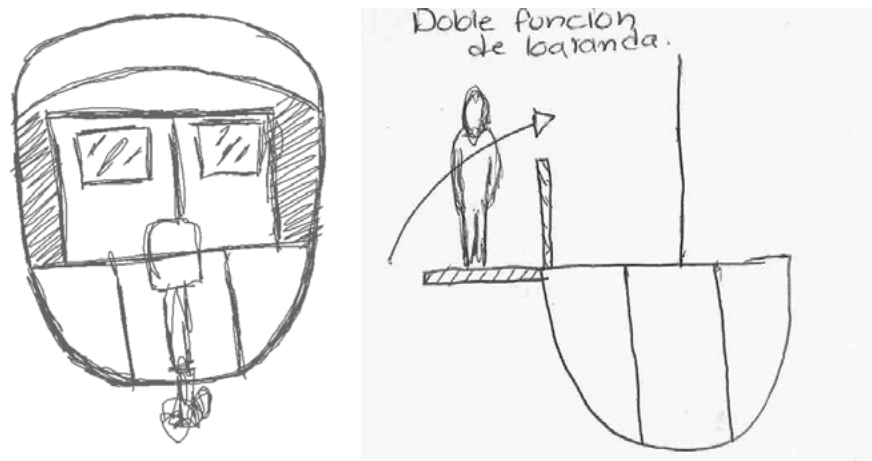


Figura 211.- Esquemas desarrollo de superestructura y elementos externos. Fuente: Elaboración propia.

En proa el diseño de la superestructura considera aspectos de suma importancia como el acceso a la embarcación, la sujeción de perfiles y el campo visual para la navegación. Se determina que la inclinación del parabrisas depende de la altura deseada en el acceso, sin embargo depende también de un ángulo adecuado para evitar la resistencia del aire.

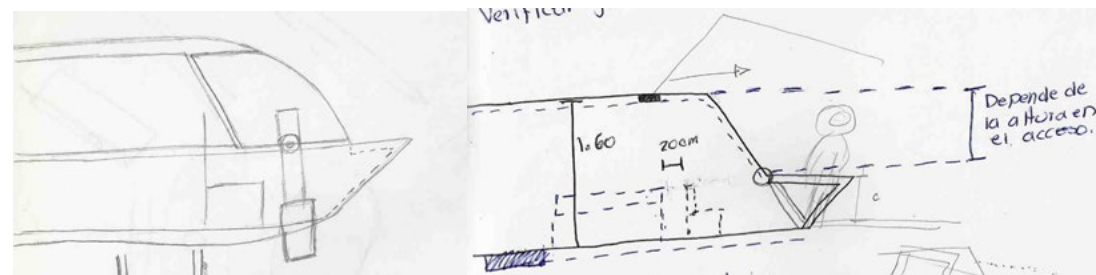


Figura 212 .- Esquemas del análisis y propuestas de diseño en proa. Fuente: Elaboración propia.

Como característica principal, y siguiendo lo establecido en los requerimientos de alto nivel (RAN) se propone que la embarcación pueda regular su altura en cualquier sección de ella. Esto para brindar un acceso más amplio en situaciones como traslado de enfermos, carga de bultos o materiales de flete de gran tamaño.

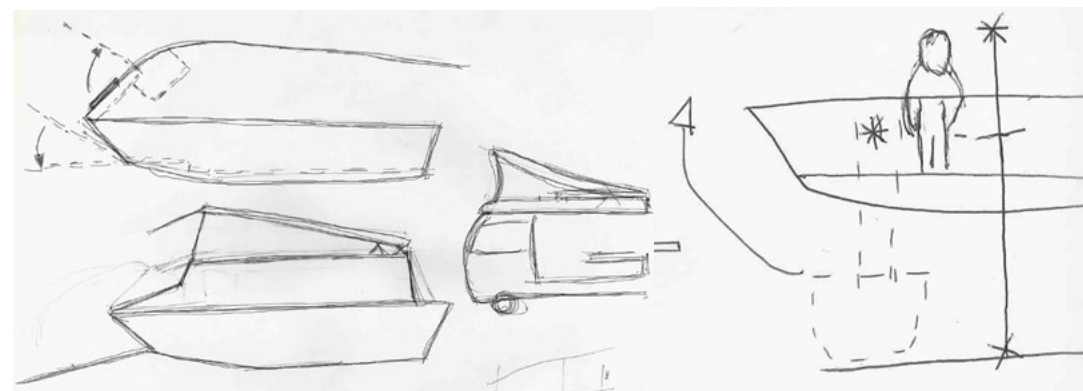


Figura 213.- Esquemas de propuesta de acceso regulable según la situación. Fuente: Elaboración propia.

Como parte del estudio técnico y creativo se define el largo de la rampa de acceso, ya que se pretende que este elemento sea parte de la superestructura por lo que el largo necesario es definido a través del estudio de las pendientes en el borde costero dentro del Fiordo Comaú. Se eligen dos casos predominantes en las zonas de embarco/desembarco en el fiordo.

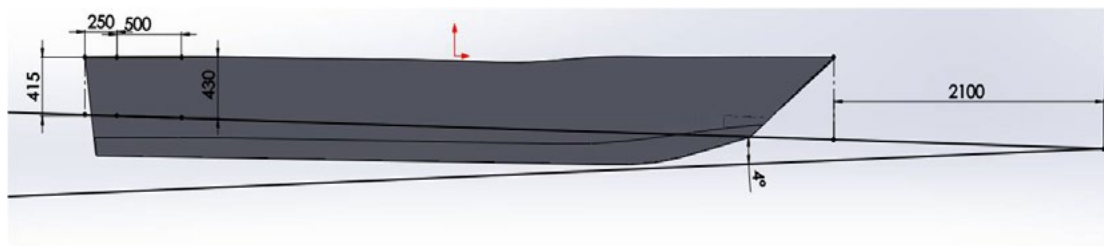


Figura 203.- Esquema con caso de borde costero con inclinación de 4°. Fuente: Elaboración propia.

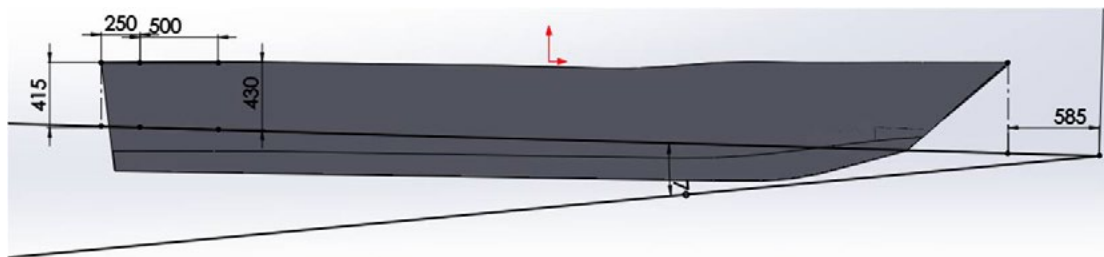


Figura 214.- Esquema con caso de borde costero con inclinación de 7°. Fuente: Elaboración propia.

Con algunos de los aspectos claramente definidos, se inician las propuestas que van definiendo la macrohabitabilidad en su totalidad. Las propuestas se realizan considerando la extensión de 1m en la eslora del casco, así como los ápendices estancos en popa. Se considera también la ubicación del motor 42 cm bajo el espejo de popa, dado que el motor tiene un ángulo de pivoteo de 70° es conveniente dejar ese espacio libre por fuera de la superestructura para que la cabeza repose.

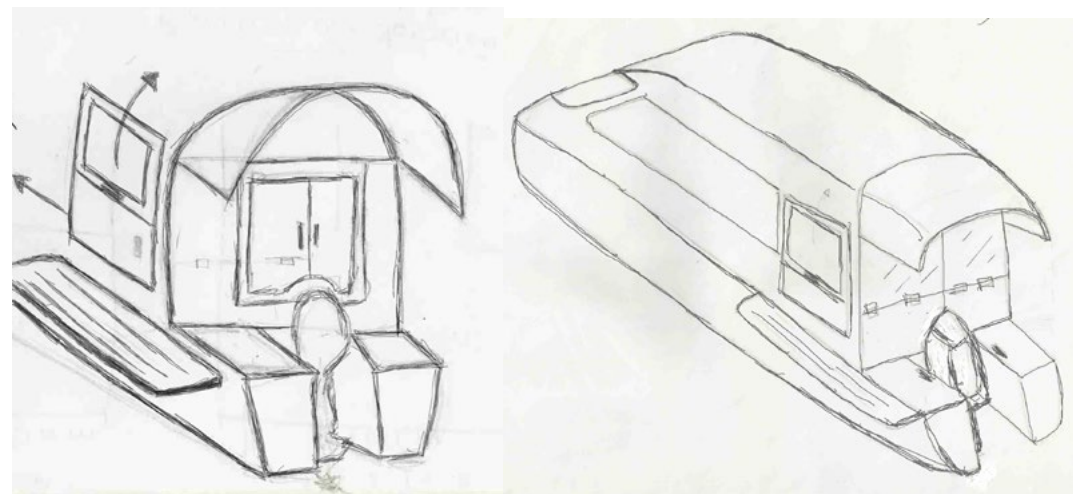


Figura 215.- Esquemas de propuesta de macrohabitabilidad, sección popa. Fuente: Elaboración propia.

Partiendo de la propuesta anterior se da inicio al diseño de la microhabitabilidad, la cual está definida por la macrohabitabilidad de la embarcación. Tomando el acceso como punto de partida, se realizan esquemas de las posibles distribuciones en el interior considerando un pasillo central para pasajeros de 60 cm de ancho que va desde proa hasta popa.

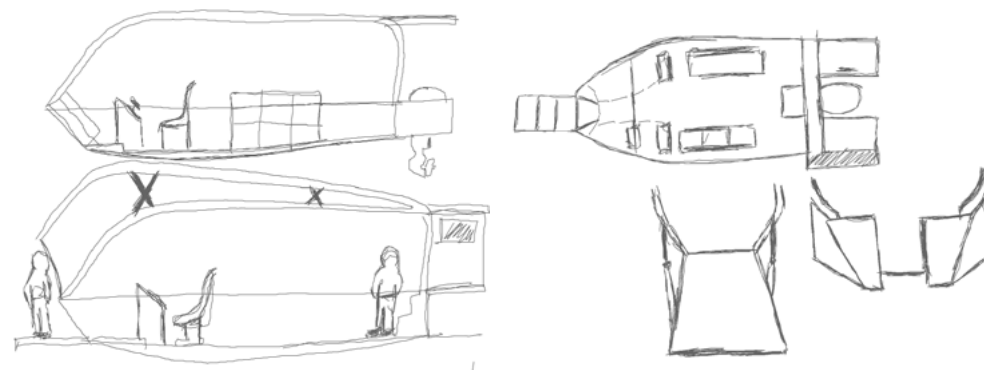


Figura 216.- Esquemas de propuestas de habitabilidad. Fuente: Elaboración propia.

Abrir y Cerrar

Conjugando esta cualidad descrita como la “capacidad de un objeto de hermetizar y deshermetizar, hacer aparecer y desaparecer el objeto allí guardado o las personas allí protegidas”. (Teoría de las cualidades intrínsecas o peculiaridades de los objetos. Embarcación Amereida y la épica de fundar el mar patagónico. B. Ivelic. 2005).

Se pretende dotar a la embarcación con su propio muelle, que aparezca y desaparezca cuando es requerido. Por ejemplo, el transbordador “El Colono que abre su proa y crea un pórtico rompiendo la simetría del casco”. (Teoría de las cualidades intrínsecas o peculiaridades de los objetos. Embarcación Amereida y la épica de fundar el mar patagónico. B. Ivelic. 2005).



Figura 217.- Transbordador Caleta Abarca Fuente: Propia.

Un transbordador o barcaza presenta una nueva condición de acceso al romper su casco, se abre al desembarcar y despliega su rampa para vincular el borde de tierra firme con la embarcación. Luego se cierra para continuar la navegación. Este tipo de embarcación no posee proa ni popa, ya que en ambos extremos se presenta esa rampa que quiebra la forma del casco para abrirse y dar cabida. Se cierra o hermetiza para dar continuidad al ir, se cierra para transportar, para proteger. La barcaza pasa a ser su propio muelle, un puente entre orillas.



Figura 218.- Transbordador Caleta Abarca Fuente: Propia.

“En verdad las barcasas son más bien muelles que barcos, y en este caso, más bien puente. Se sienten bien justamente en la orilla, son de la orilla. Las barcasas son modernas. Parecen ajustarse a las mil maravillas a la Pampa. La barcaza es casi un puro hueco. Aparentemente no tiene “la forma de agua” como los barcos (¡Qué anticuados somos para pensar!) No tiene ni popa ni proa ni quilla. Lo que sucede realmente es que anda sobre el agua Por eso no “atraca” como los barcos sino que se tiende sobre la orilla. Su forma rectangular, abstracta, sus paredes planas, están concebidas para estacionar el mayor número posible de vehículos. Eso es todo. He ahí una cosa pensada “a la norteamericana”. Tan simple y aparentemente tan tonta como un slogan de propaganda. (“No se complique la vida: use barcasas... No necesitan muelle ni grúas; no necesitan profundidad para navegar; Máximo espacio utilizable; la carga y descarga se hace sola...”) He ahí una cosa pensada en la guerra. Entre la vida y la muerte”.

Libro Amereida, volumen segundo, (119-121) Escuela de Arquitectura y Diseño. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 1986.

Aplicando este principio a la propuesta de diseño, se desarrolla la superestructura para el casco de aluminio, la cual cuenta con parabrisas que pivotable y una rampa que se despliega desde la parte central en proa creando un acceso de amplitud tal que los pasa-

jeros pueden entrar de pie.

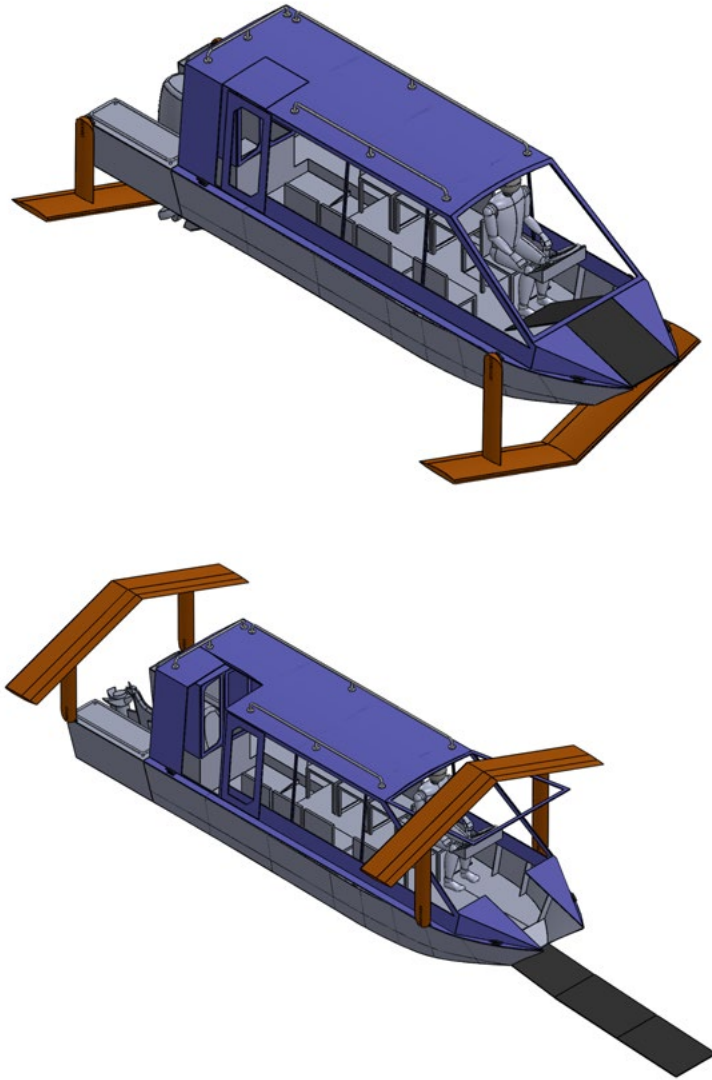


Figura 219.- Esquemas 3D propuesta rampa 1 Fuente: Elaboración propia.

“El hombre a diferencia de los animales anda erguido, ésta es su conquista, éste es su gesto humano y los objetos se lo procuran” (Teoría de las cualidades intrínsecas o peculiaridades de los objetos. Embarcación Amereida y la épica de fundar el mar patagónico. B. Ivelic. 2005).



Figura 220.- Maqueta propuesta 1 Fuente: Propia.

Para analizar claramente la propuesta se realiza una maqueta a escala, a través de esta es posible observar que la magnitud del parabrisas pivotable resulta inconveniente debido a las condiciones climáticas de la zona, pues los fuertes vientos pueden fracturar el parabrisas al golpearlo continuamente. Por lo tanto, se propone modificar el diseño para reducir la sección de parabrisas pivotable.

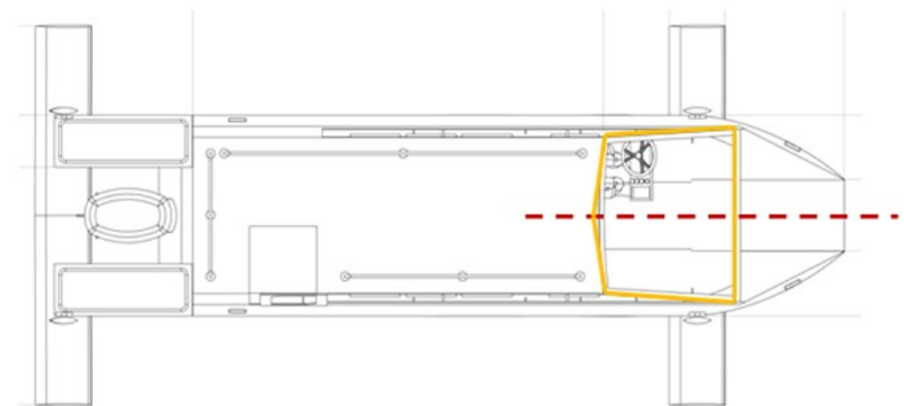


Figura 221.- Esquema modificación parabrisas Fuente: Elaboración propia.

Con este cambio se determina también que el corte en la geometría del casco y superestructura deben ser modificados para permitir que ambos elementos (parabrisas y rampa) se encuentren alineados para facilitar el acceso de los pasajeros.

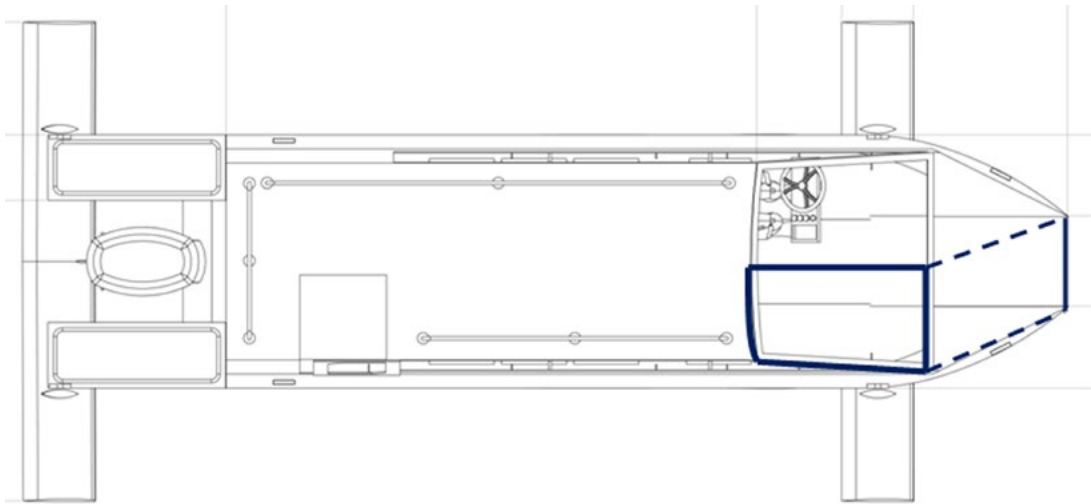


Figura 222.- Esquema modificación parabrisas y rampa Fuente: Elaboración propia.

Para visualizar la propuesta detalladamente, se realizan los cambios al modelo computarizado y se obtiene una geometría de plegado diferente, en el que dos secciones de la rampa son rectas; la que sale de la proa del casco y la que va hacia el interior bajo el parabrisas. La otra se encuentra en diagonal y va reposada en proa formando parte de la superestructura, hermetizando el acceso de la embarcación.

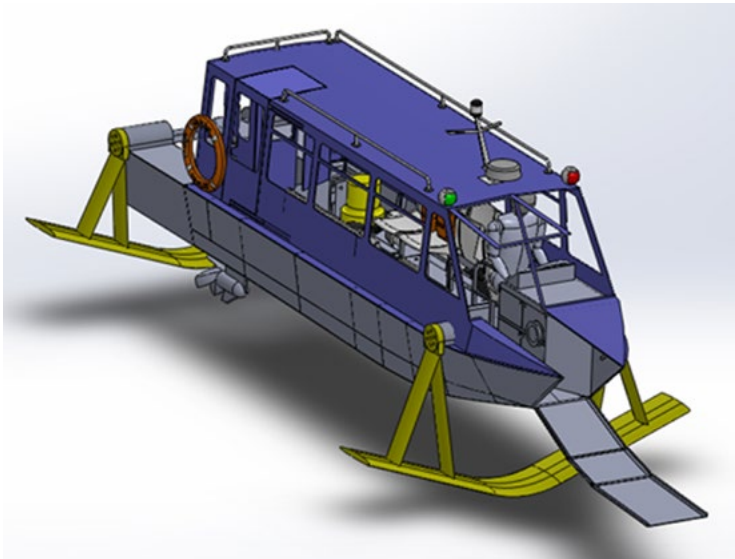
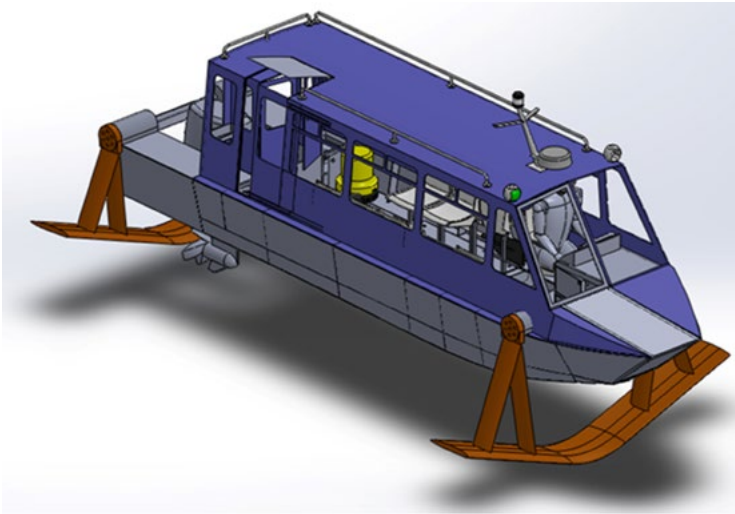


Figura 223.- Esquema 3D modificación parabrisas y rampa Fuente: Elaboración propia.

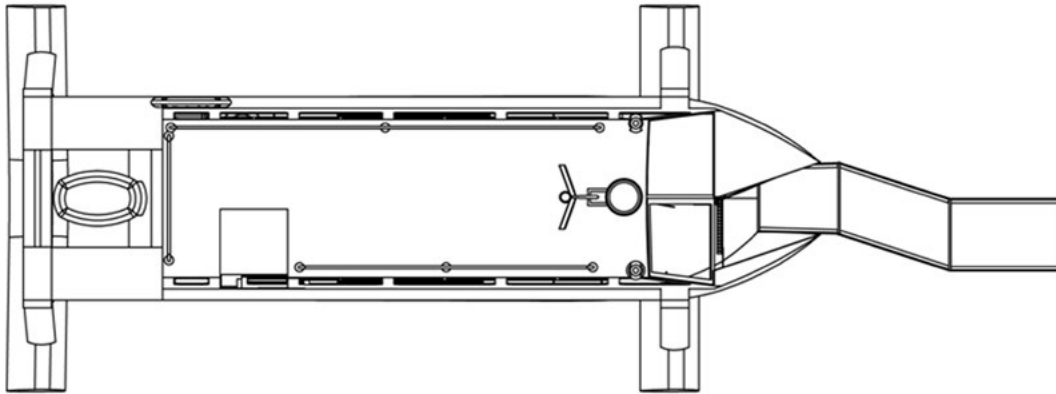


Figura 224.- Esquema modificación parabrisas y rampa Fuente: Elaboración propia.

El sistema para operar la rampa se ha desarrollado a través de diferentes propuestas, analizando la viabilidad de cada una con el objetivo de determinar la configuración que cumpla con los requerimientos planteados para la embarcación.

La primera propuesta consta de un sistema de varillas metálicas que unen dos secciones de rampa, el propósito de ésta, es permitir el plegado de manera sencilla y ligera. Cuando la rampa se encuentra plegada hermetizando la embarcación, dichas varillas se encuentran desplegadas hacia el interior de la cabina.

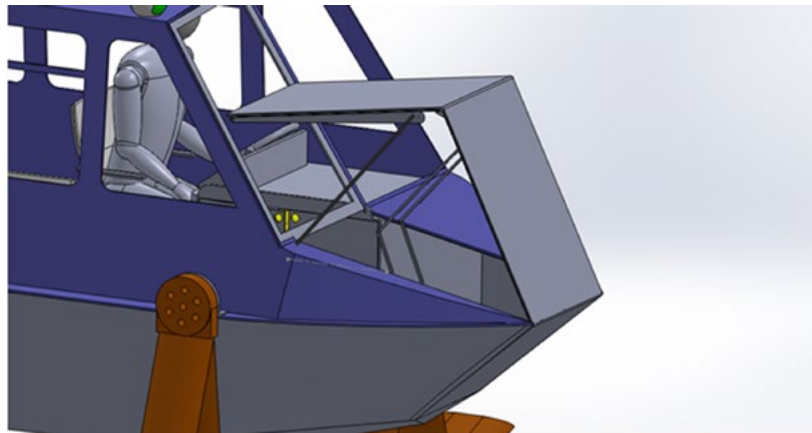


Figura 225.- Esquema 3D propuesta parabrisas y rampa 2. Fuente: Elaboración propia.

Una vez que la rampa empieza a desplegarse, las varillas se van plegando de manera que su altura va disminuyendo hasta finalmente ocultarse en ambas secciones de la rampa, de esta forma permite a los pasajeros transitar sobre ella al atracar en el borde de playa o muelle.

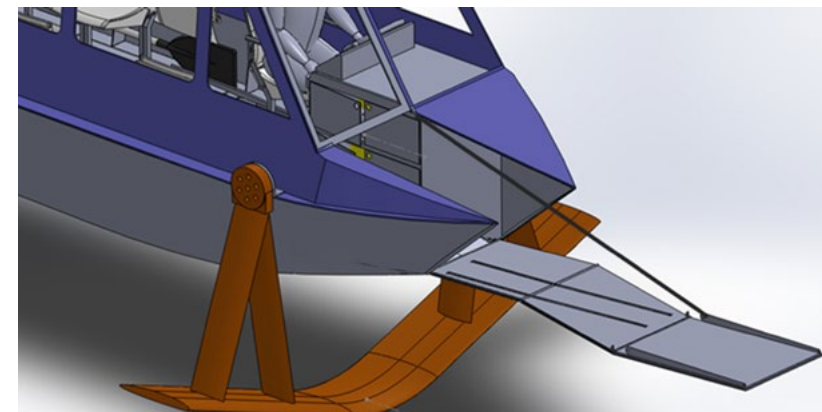
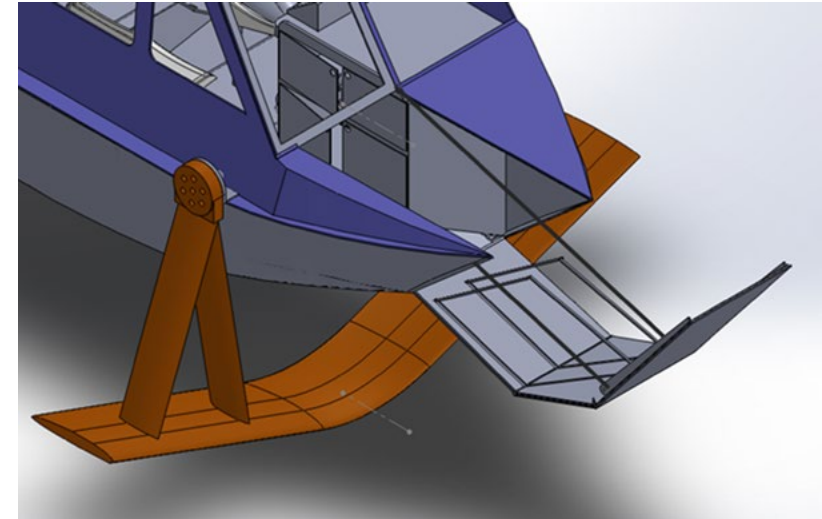


Figura 226.- Esquema 3D propuesta parabrisas y rampa 2. Fuente: Elaboración propia.

Analizando esta propuesta, se puede observar que mecanismo empleado resulta funcional solo cuando el borde de atraque se encuentra totalmente plano, ya que si el borde se encuentra irregular la rampa no podrá desplegarse de manera totalmente horizontal y cada sección tomaría inclinaciones diferentes, en este caso las varillas metálicas no se

pliegan adecuadamente y obstaculizan el tránsito de los pasajeros.

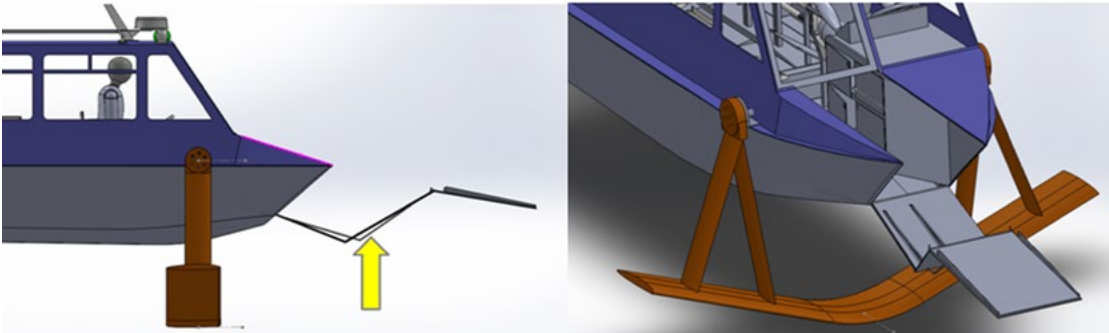


Figura 227.- Esquema 3D propuesta parabrisas y rampa 2. Fuente: Elaboración propia.

Debido a ello, se descarta el mecanismo de varillas plegables y se busca otro sistema para la rampa.

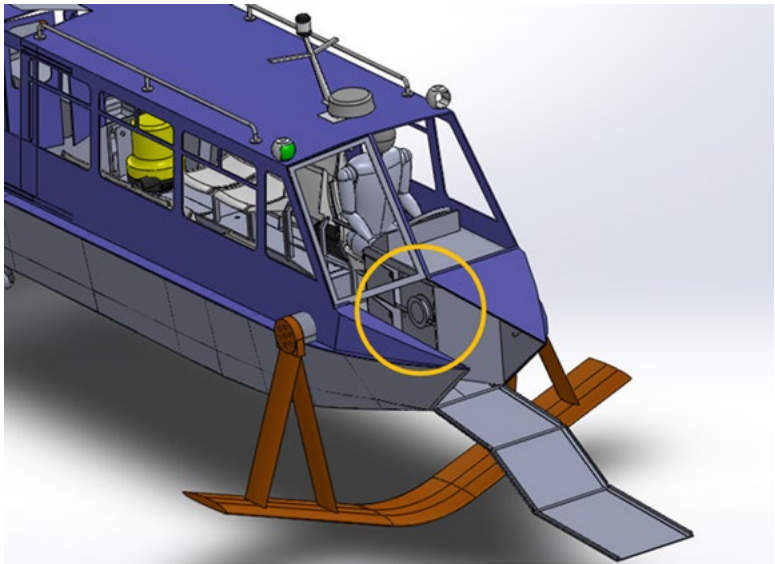


Figura 228.- Esquema 3D propuesta parabrisas y rampa 2. Fuente: Elaboración propia.

Se plantea utilizar un sistema manual para operar la rampa, por lo que se propone el uso de un carrete para desplegar y plegar las secciones de la rampa, de esa forma se puede establecer una secuencia de movimiento de cada una de las planchas de aluminio.

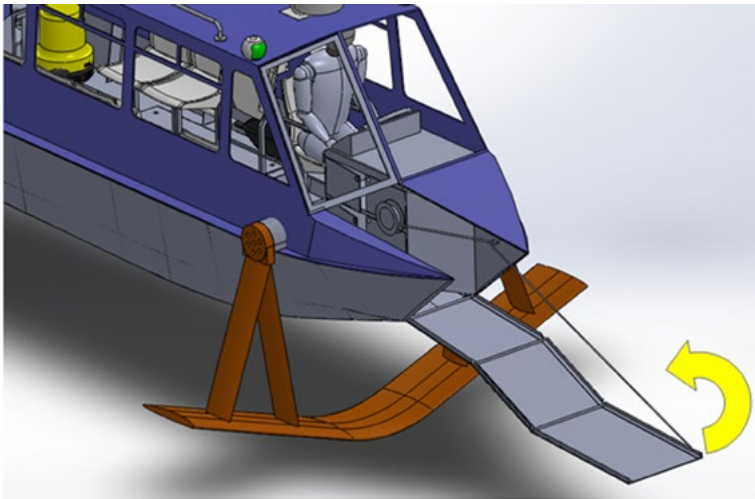


Figura 229.- Esquema 3D propuesta parabrisas y rampa 2. Fuente: Elaboración propia.

El sistema se compone de un carrete con cuerda o cable que se encuentra sujeto a un extremo de la última sección de la rampa, para asegurar que la secuencia de plegado/ desplegado sea correcta, se agrega un poco de tensión la cuerda o cable a través de un guardacabo para cuerda o cable por donde pasa para ser direccionada correctamente. Para desplegar la rampa se ejecuta una acción manual en el que se libera o destraba la cuerda o cable del carrete para que las tres secciones de aluminio bajen libremente hasta colocarse sobre el borde costero o muelle. Mientras que para plegar se utiliza el carrete, mismo que va enrollando la cuerda o cable, haciendo que la rampa se pliegue hacia la embarcación donde dos secciones forman parte del casco y superestructura y una tercera se coloca en el interior de la cabina.

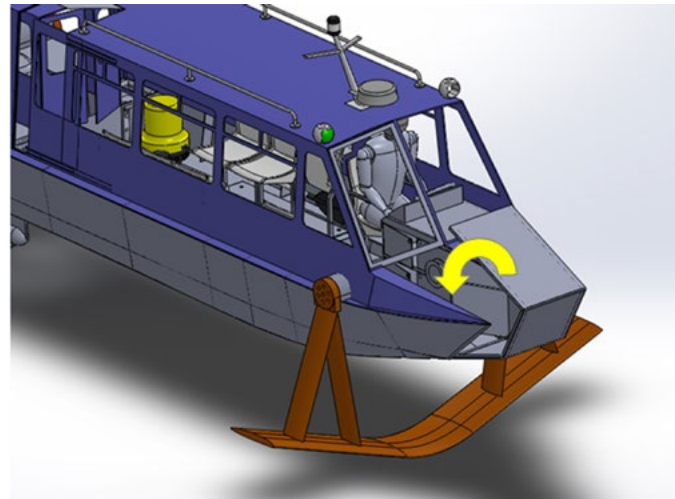
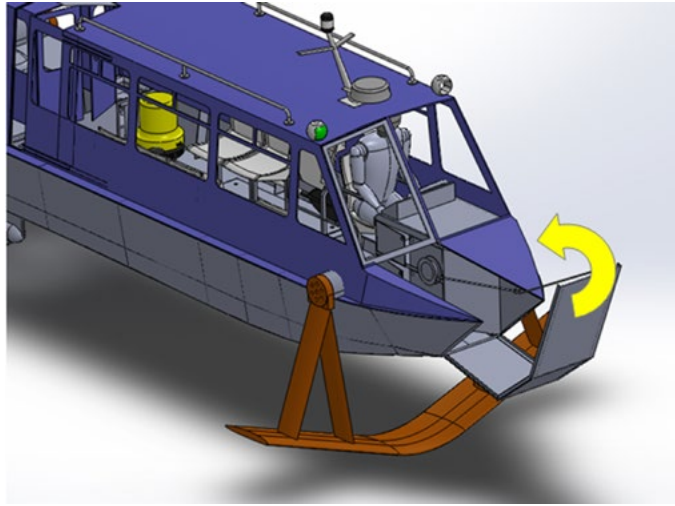


Figura 230.- Esquema 3D propuesta parabrisas y rampa 2. Fuente: Elaboración propia.

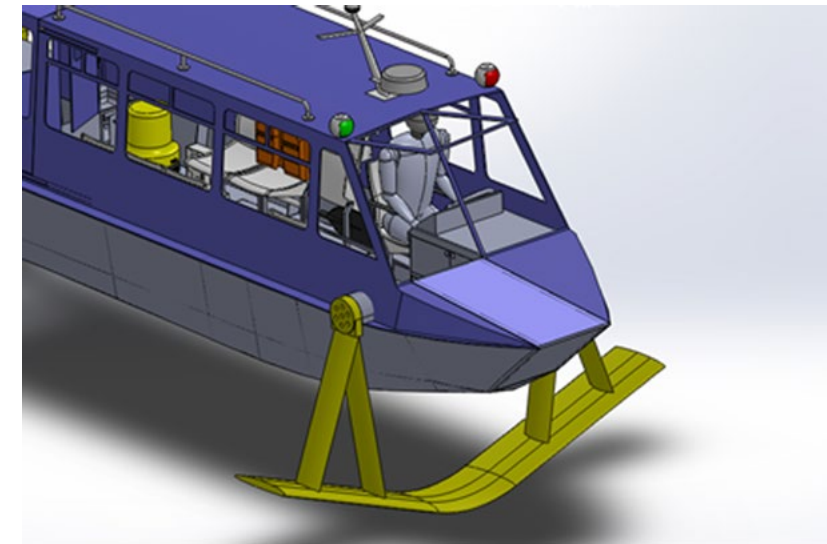
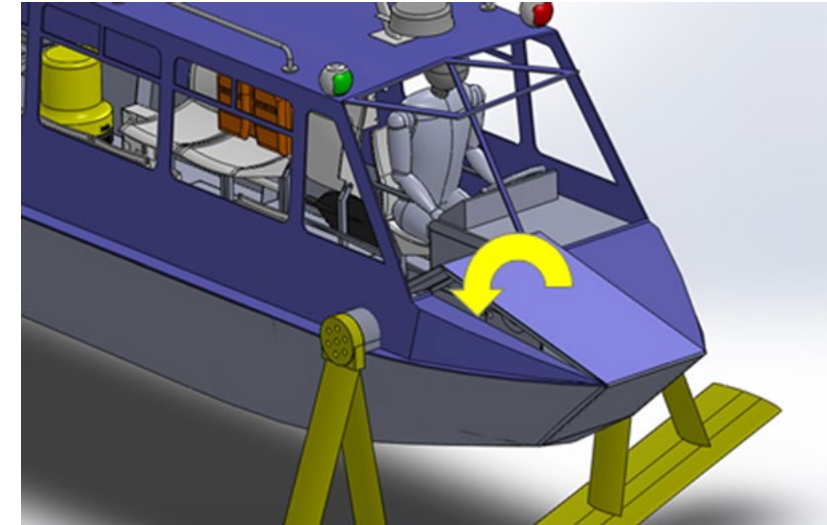


Figura 231.- Esquema 3D propuesta parabrisas y rampa 2. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, la secuencia de plegado utilizando este sistema de carrete opera adecuadamente por lo que se finaliza con el desarrollo de la rampa dejando esta última como propuesta de diseño final, y se continúa con el diseño de la propuesta de parabrisas pivotable.

Como se menciona anteriormente, el parabrisas esta seccionado en dos partes lo que hace que la mitad frente al capitán se encuentre fija, mientras que la otra pivotea ampliando el acceso cuando se despliega la rampa. Para estructurar la parte del parabrisas que tiene movimiento se propone un marco de aluminio unido al techo de la superestructura a través de un sistema de bisagras para lograr el movimiento.

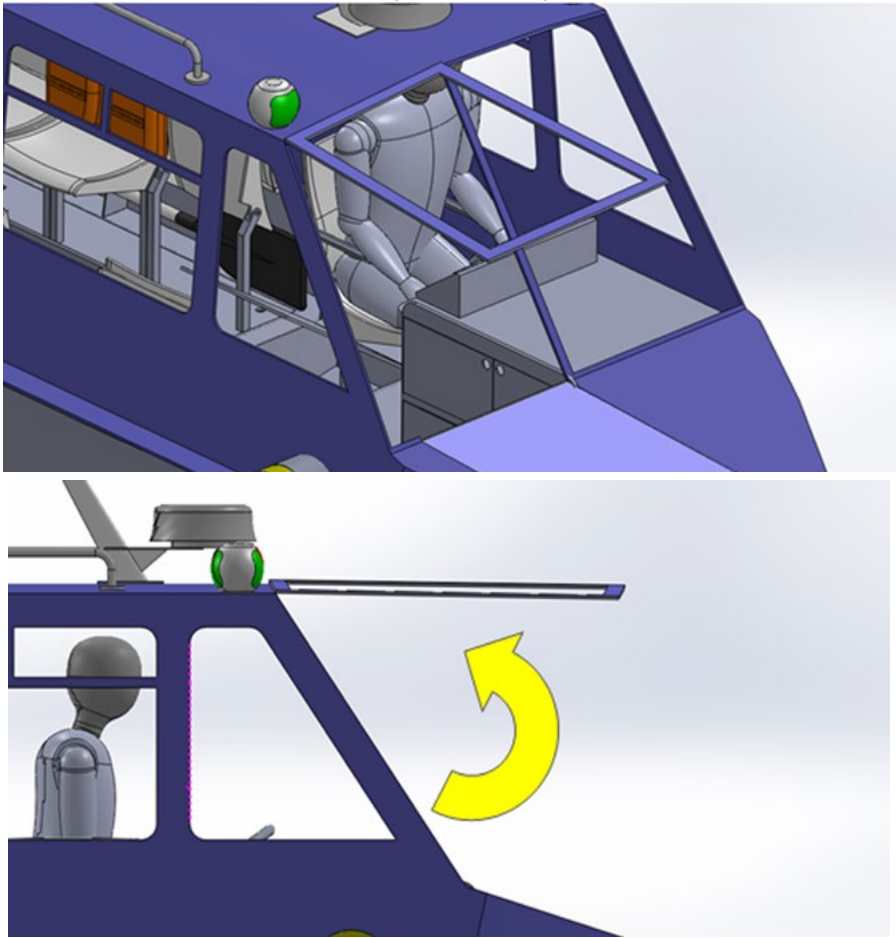


Figura 232.- Esquema 3D propuesta parabrisas y rampa 2. Fuente: Elaboración propia.

Estudiando una puerta similar en un vehículo tipo Wagon, se observa el tipo de mecanismo utilizado para el pivoteo de una puerta posterior.



Figura 233.- Sistema de bisagras en automóvil tipo Wagon. Fuente: Propia.

Consiste en dos bisagras que sostienen la puerta en el extremo superior del auto, al cerrar la puerta, la parte superior de la bisagra que se encuentra unida a la puerta se coloca dentro de la parte fija al auto.



Figura 234.- Sistema de bisagras en automóvil tipo Wagon. Fuente: Propia.

Como parte del mecanismo se encuentran también, dos pistones hidráulicos que permiten que la puerta suba lentamente una vez que se impulsa hacia arriba para abrirla e impiden que la puerta caiga cuando se encuentra abierta totalmente.

Espacios de almacenamiento

A través del estudio de habitabilidad en vehículos y embarcaciones, se considera conveniente aprovechar el espacio estanco entre el doble piso y el fondo del casco. Ya que es común observar compartimientos bajo suelo para almacenamiento de objetos cuyo uso es poco frecuente.



Figura 235- Espacios de almacenamiento en lancha menor. Fuente: <http://www.panoramanautico.com/actualidad/activ-595-compacta-y-con-mucho-estilo/>

Se pueden observar también cajones de diferentes dimensiones, los cuales se utilizan para guardar equipos de rescate o auxilio durante la navegación.



Figura 236.- Espacios de almacenamiento en lancha menor. Fuente: <http://www.panoramanautico.com/actualidad/activ-595-compacta-y-con-mucho-estilo/>

Considerando estos aspectos, se continúa con el diseño de habitabilidad en la embarcación menor, seccionando el doble piso en diferentes espacios cuya utilidad se presenta al brindar múltiples opciones de almacenamiento bajo suelo.

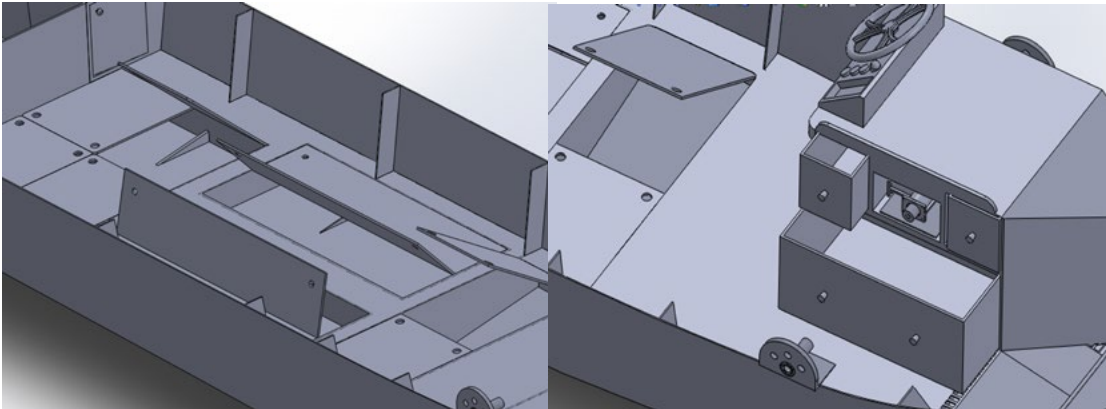
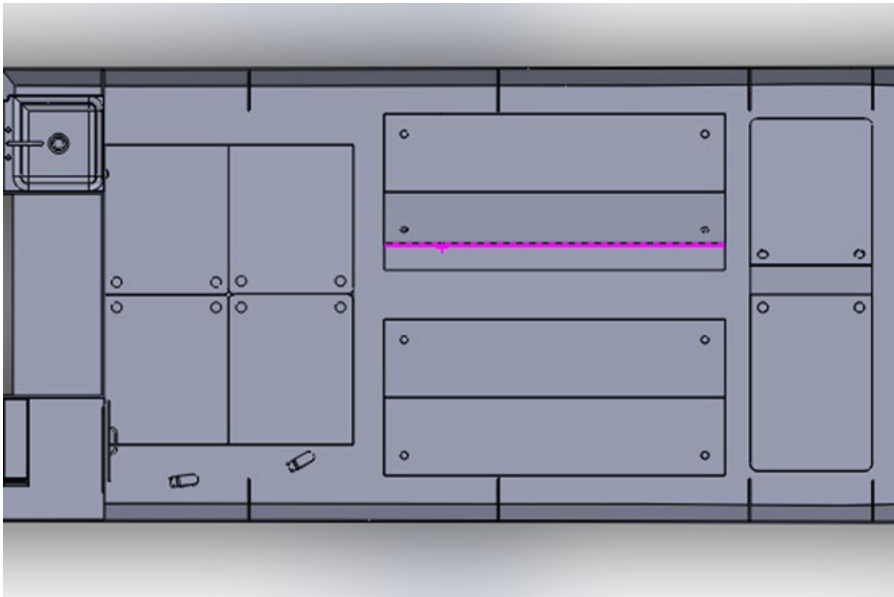


Figura 237.- Esquemas espacios de almacenamiento bajo suelo. Fuente: Elaboración propia.

Espacios multiusos en babor y estribor

Con el propósito de aprovechar al máximo los espacios interiores y lograr ampliar la habitabilidad se propone diseñar dos espacios (en babor y estribor) en popa para ser utilizados por la tripulación a bordo. Mismos que sirvan para realizar actividades de alimentación, almacenamiento y limpieza.



Figura 238.- Espacios de lavado y cocina. Fuente: <http://www.panoramanautico.com/actualidad/activ-595-compacta-y-con-mucho-estilo/>

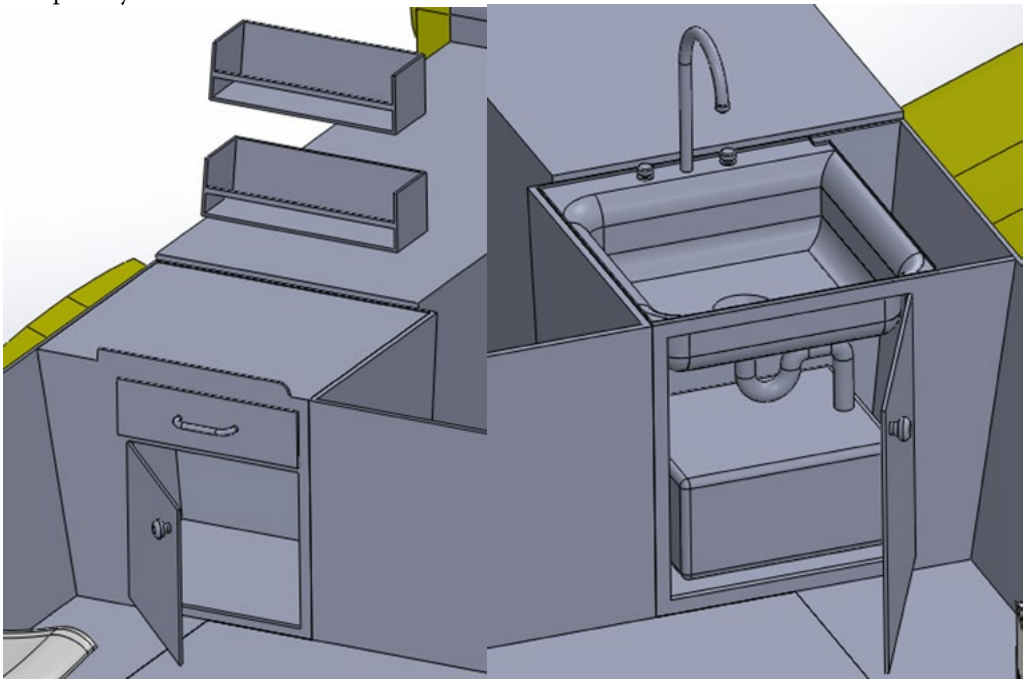


Figura 239.- Esquema 3D espacios de lavado y almacenamiento. Fuente: Elaboración propia.

Accesos estribor y popa

Al observar la embarcación y los diferentes usos que se le darán, se propone crear un acceso adicional en estribor, destinado para labores de carga de bultos grandes y mercancías de flete. Se pretende que sea un acceso que permita realizar las maniobras de carga sin interrumpir el abordaje de los pasajeros, y que de ser necesario permita el desembarque de pasajeros cuando el borde no permita acercarse desde proa.



Figura 240.- Acceso embarcación hidrofoil Glassnot, Crillon Bolivia. Fuente: Propia.

En una embarcación similar se puede observar un acceso como el que se pretende lograr, cuenta con una ventana corrediza y una pivotable en la parte superior, al abrirse ambas generan un acceso de mayor amplitud.



Figura 241.- Acceso embarcación hidrofoil Glassnot, Crillon Bolivia. Fuente: Propia.

Por ello, y aplicando la cualidad de abrir y cerrar, se propone intervenir la geometría de la superestructura en estribor a través de dos cortes, uno en la pared y otro en el techo.

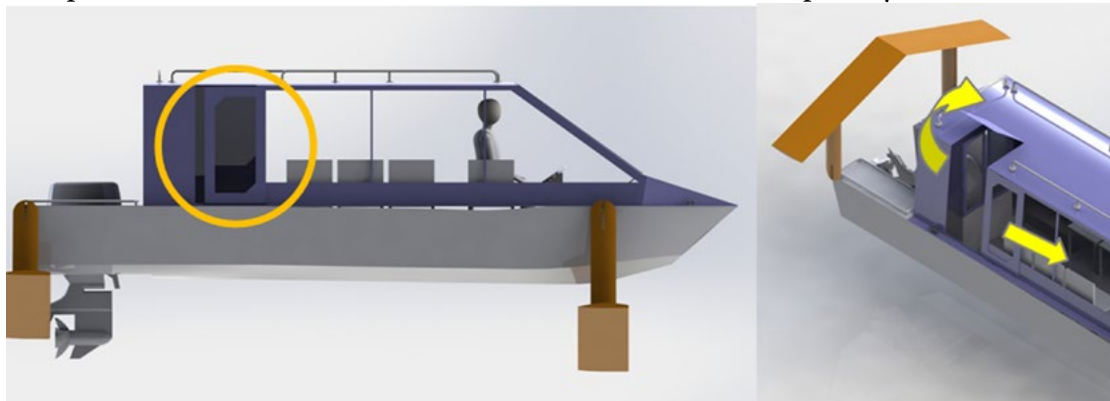


Figura 242.- Esquema propuesta de acceso embarcación hidrofoil. Fuente: Elaboración propia.

Con el objetivo de adoptar algún sistema que permita abrir y cerrar fácilmente este acceso, se realiza el estudio de una puerta corrediza en un automóvil para descubrir la geometría y los mecanismos que permiten el movimiento.



Figura 243.- Acceso lateral automóvil tipo Wagon. Fuente: Propia.

El vehículo cuenta con dos puertas corredizas, que se localizan a izquierda y derecha del mismo. Operan a través de un sistema de rieles; uno en la parte superior, uno a la mitad de la puerta y otro en la parte inferior.



Figura 244- Riel superior automóvil tipo Wagon. Fuente: Propia.

El riel superior cuenta con un émbolo que se desliza a través de éste y permite el movimiento de la puerta hacia adelante y hacia atrás.



Figura 245.- Riel central automóvil tipo Wagon. Fuente: Propia.

El riel ubicado en la parte media de la puerta se encuentra hacia el exterior, ya que permite que la puerta pueda desplazarse hacia atrás, colocándose en los costados del vehículo para facilitar el acceso hacia el interior.



Figura 246.- Riel inferior automóvil tipo Wagon. Fuente: Propia.

En la parte inferior, se puede observar un elemento que a través de su geometría, puede girar mientras se desliza a lo largo del riel, esta cualidad le permite tomar la curva generada hacia el interior donde se oculta este elemento cuando la puerta cierra completamente.

Utilizando las características observadas en el sistema de puerta corrediza se diseña la propuesta del mecanismo necesario para el acceso a estribor de la embarcación.

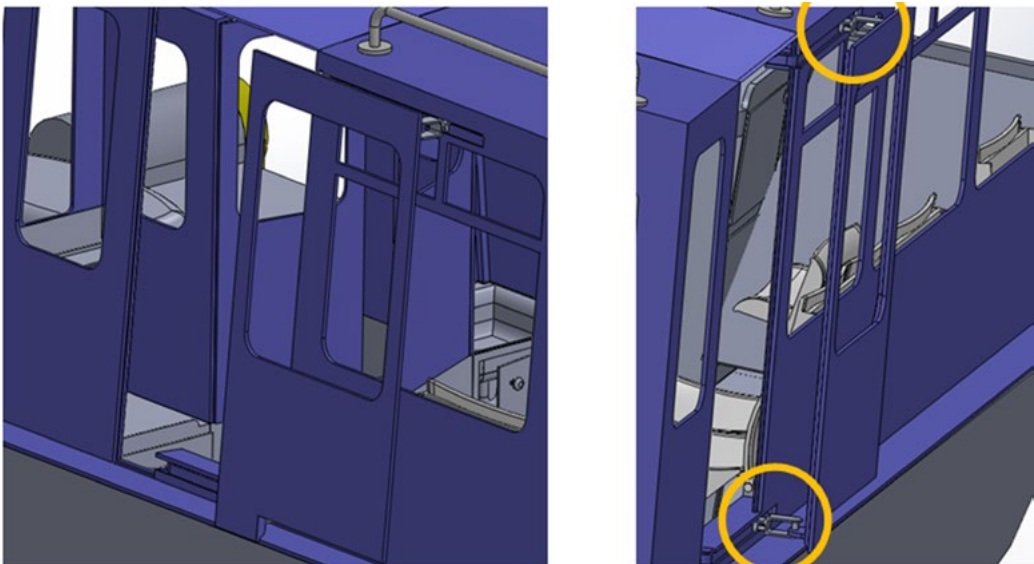


Figura 247.- Esquema 3D propuesta de sistema en acceso lateral Fuente: Elaboración propia.

Consiste en dos rieles; uno en la parte superior y otro en la inferior de la puerta por los que se desliza un émbolo rotatorio.



Figura 248.- Esquema 3D propuesta de sistema en acceso lateral Fuente: Elaboración propia.

Cuando la puerta se encuentra cerrada, el émbolo se encuentra paralelo al riel en interior de la embarcación, una vez que se abre, éste se mueve hacia el exterior empujando la puerta, gira y se desliza en posición perpendicular al riel.

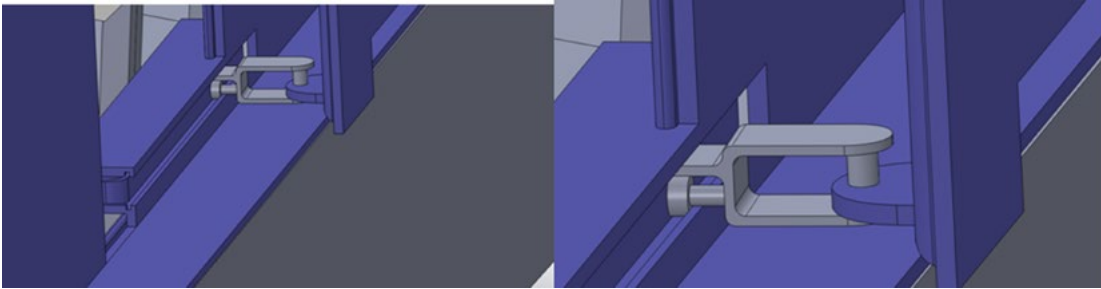


Figura 249.- Esquema 3D propuesta de sistema en acceso lateral Fuente: Elaboración propia.

En la parte inferior de la puerta, el émbolo se encuentra en el extremo inferior derecho (vista desde el interior). Esto debido a que la puerta tiene un corte que le permite insertarse en la superestructura para hermetizar por completo el acceso.

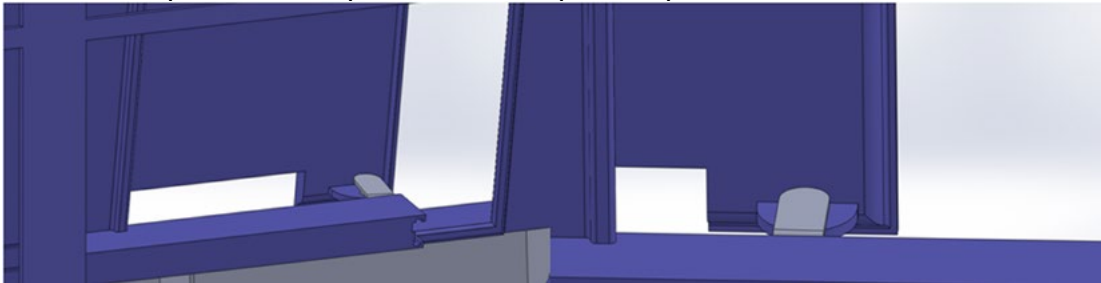


Figura 250.- Esquema 3D propuesta de sistema en acceso lateral Fuente: Elaboración propia.

El carril superior cuenta con el mismo sistema, la única diferencia es que el émbolo se encuentra sujeto en extremo superior derecho (vista desde el exterior) de la puerta. Ambos sistemas se han provisto de tal forma para brindar mayor soporte a la puerta.

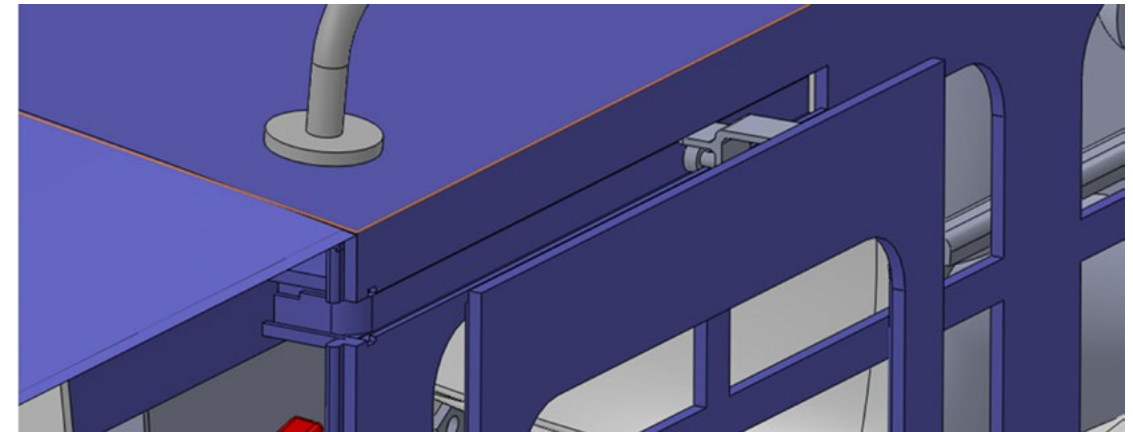


Figura 251.- Esquema 3D propuesta de sistema en acceso lateral Fuente: Elaboración propia.

A través de los esquemas tridimensionales se puede observar que la operación del sistema es correcta, por lo que se concluye con la propuesta del acceso a estribor y se continúa con el desarrollo del acceso en popa.

Observando la totalidad de la propuesta de diseño, se observa la necesidad de incluir un acceso en popa pues el motor queda muy aislado de la cabina de pasajeros y esto dificulta las operaciones de pivoteo y mantenimiento del mismo.

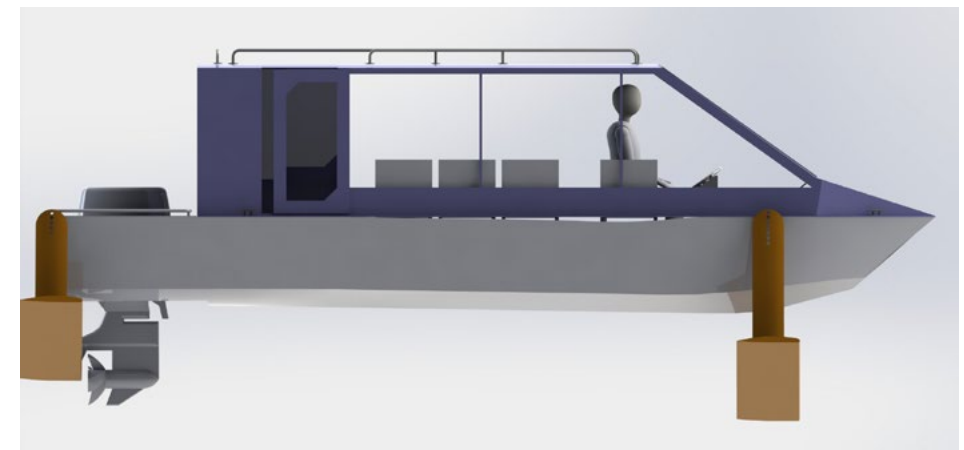


Figura 252.- Esquema 3D propuesta de acceso lateral Fuente: Elaboración propia.

Cuando las embarcaciones cuentan con cabina de pasajeros cerrada en su totalidad, se puede observar que recurren a los accesos en popa, mismo que puede tener diferentes usos; el principal es el ingreso al interior, pero también proporciona mayor cercanía a los sistemas de propulsión.



Figura 253.- Acceso en popa en embarcación menor .Fuente: Propia.

Es así, que se propone un acceso con dos puertas entre los apéndices estancos. Debido a que el motor se encuentra en la parte exterior de este acceso, se considera que las puertas sean pivotantes hacia el interior de la embarcación, habiendo espacio suficiente para operarlas con facilidad.

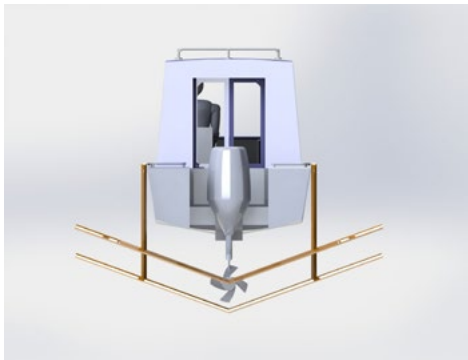


Figura 254.- Esquema 3D propuesta de acceso en popa .Fuente: Propia.

Con ello se observa que la propuesta del acceso resulta favorable, sin embargo el diseño de la cabina resulta pesado visualmente, ya que en popa una parte se encuentra cerrada, por lo que se piensa en generar ventanas, las cuales no brindan ventilación, sino únicamente iluminación al interior de la embarcación.

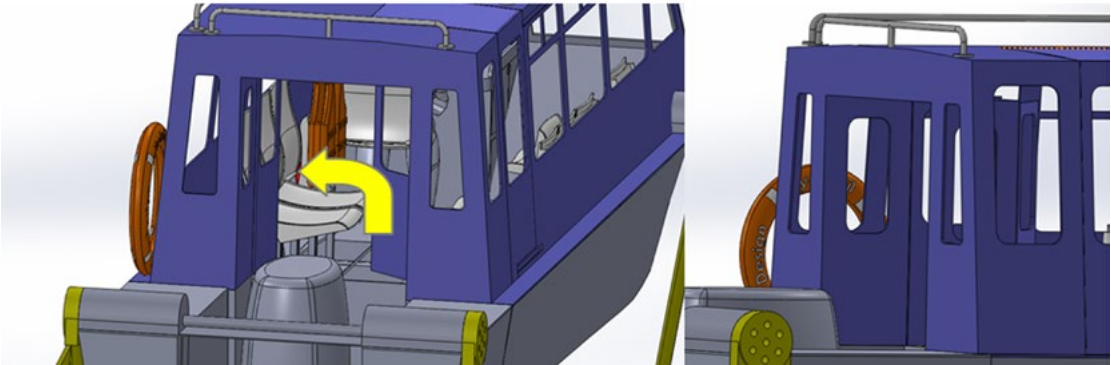


Figura 255.- Esquema 3D propuesta de acceso en popa .Fuente: Propia.

Con estas observaciones y aplicando las peculiaridades de plegabilidad y abrir y cerrar se diseña la propuesta final de los accesos, y se continua con el diseño de los perfiles alares ya que durante la visita a la empresa Crillon se pudo observar la estructura de los mismos fuera del agua.

Triangulación y curvatura en perfiles alares

Como parte importante del estudio realizado a las embarcaciones hidrofoil en Bolivia, se destaca el diseño de los perfiles alares, los cuales presentan una curvatura continua con tres soportes estructurales que lo unen al casco de la embarcación.



Figura 256.- Perfil alar de aluminio, Crillon Bolivia .Fuente: Propia.

De este estudio se deriva la hipótesis de que dicha configuración proporciona mayor soporte estructural y disminuye la superficie mojada al levantarse en vuelo, por ello se plantea una propuesta de diseño en la cual se incluyen las características observadas en el perfil alar analizado.



Figura 257.- Perfil alar de aluminio sumergido, Crillon Bolivia .Fuente: Propia.

En la primera etapa de diseño se plantean los perfiles con ángulo diedro resultado derivado de estudios anteriores, y cuyo funcionamiento fue probado con el modelo de pruebas a escala.

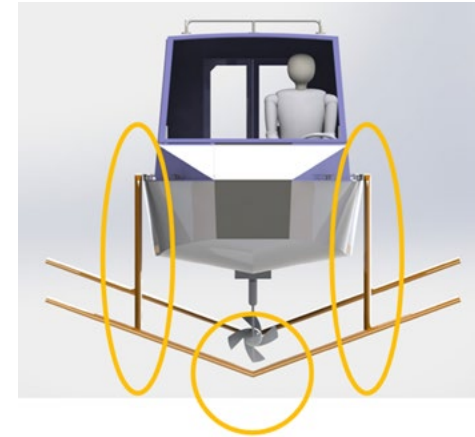


Figura 258.- Esquema 3D propuesta perfiles alares 1 .Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se rectifica la forma de los perfiles en curva y se modifican los perfiles verticales, generando triangulación en ambos extremos de sujeción para brindar mayor resistencia estructural al soportar la embarcación al navegar en vuelo y para mayor soporte al pivotar los perfiles al atracar en borde costero.

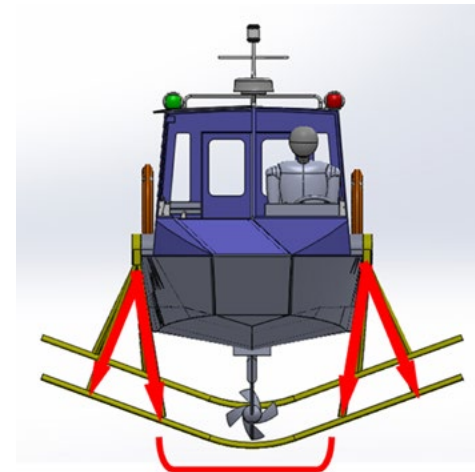


Figura 259.- Esquema 3D propuesta perfiles alares 2 .Fuente: Elaboración propia.

El ángulo otorgado entre los perfiles verticales se ha establecido considerando el espacio disponible para ser pivoteados. En proa la dimensión se ha dispuesto tomando el ancho

de la cabina (superestructura en proa) ya que el perfil pivotea por sobre el parabrisas, colocándose de forma totalmente vertical sobre la cabina.

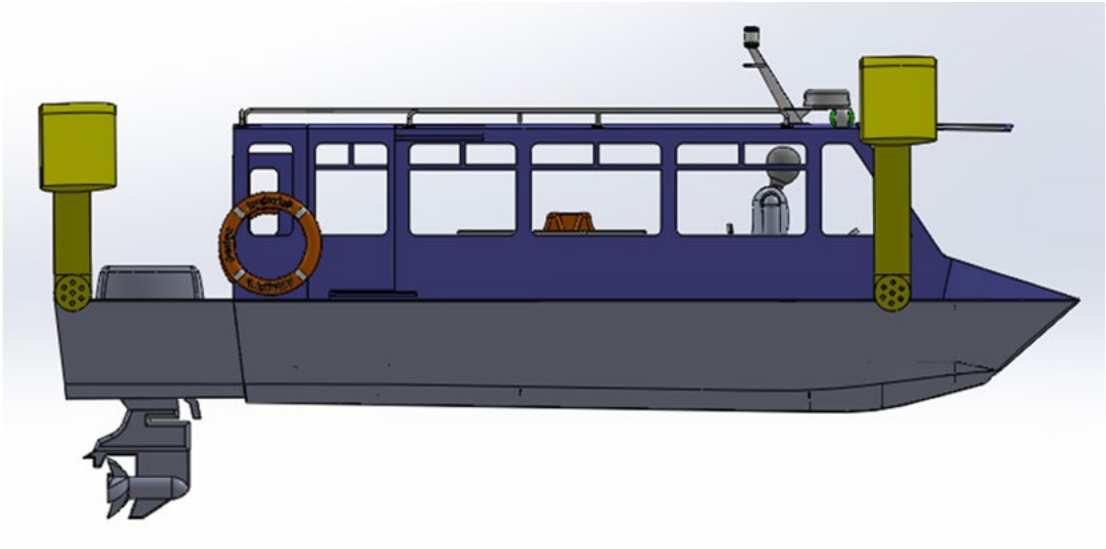


Figura 260.- Esquema 3D propuesta pivoteo de perfiles .Fuente: Elaboración propia.

La triangulación en el perfil de popa puede tener un ángulo mayor entre perfiles verticales ya que no hay ningún elemento que le impida pivotar libremente, en este caso se ha establecido un ángulo conveniente para que los perfiles verticales se encuentren unidos al perfil alar en puntos donde el esfuerzo ejercido por el peso de la embarcación y los perfiles sea distribuido uniformemente a través de toda la estructura, evitando posibles fracturas o daños en el material.

RAMPA TRIARTÍCULADA

Con el propósito de tener una visión más exacta de las dimensiones de la rampa y la configuración que toma para responder a los diferentes tipos de bordes de playa e infraestructura portuaria, se dibujan utilizando el programa Autocad 2012. Planteando la embarcación atracada hasta el punto más cercano con el borde, posteriormente se despliega la rampa para observar si cumple con la utilidad planteada en los objetivos del proyecto.

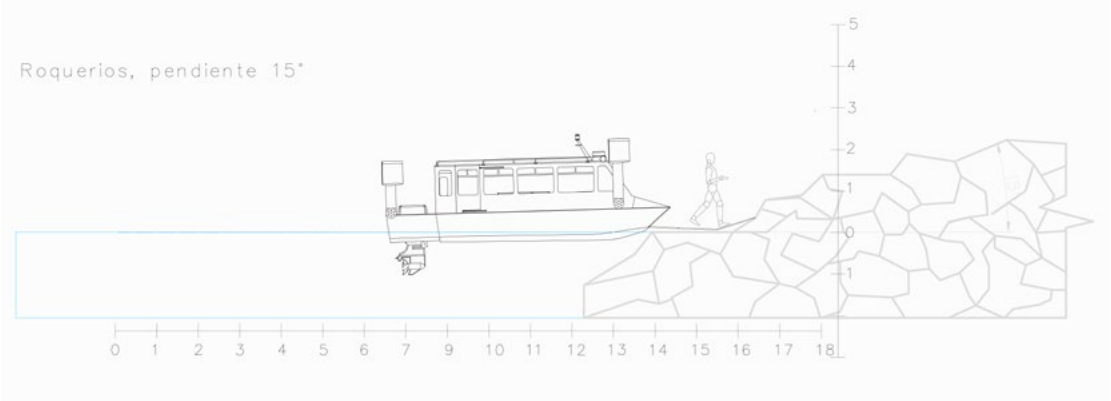


Figura 261.- Esquema de desembarco en roqueros de pendiente 15°. Fuente: Elaboración Propia.

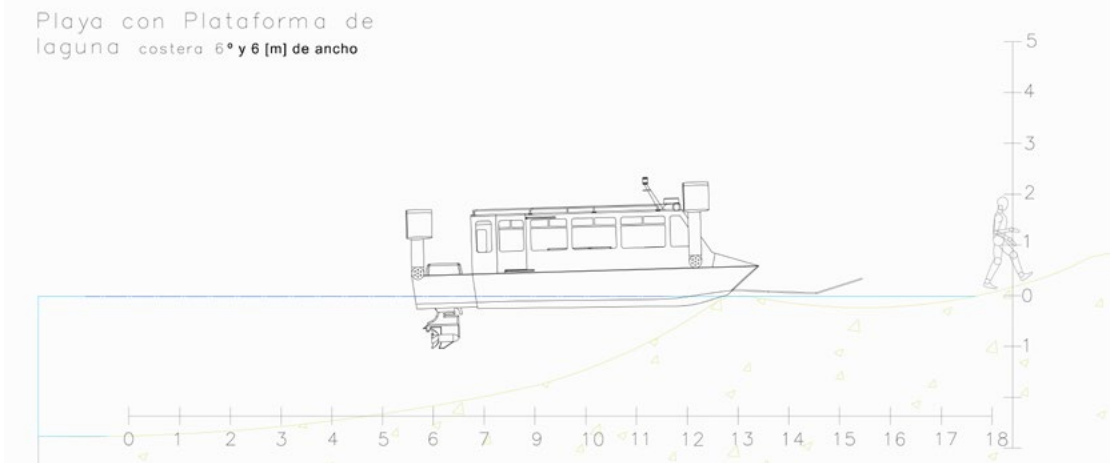


Figura 262.- Esquema de desembarco borde de playa con plataforma de laguna. Fuente: Elaboración propia.

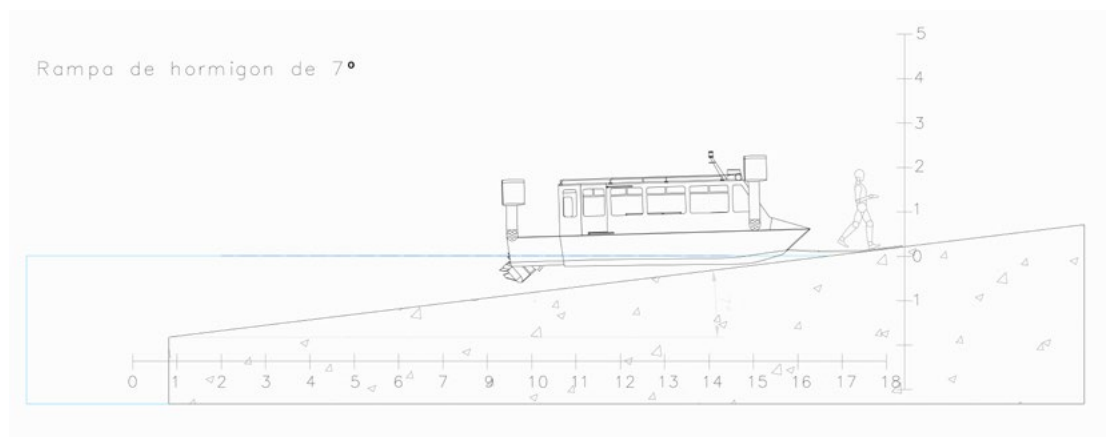


Figura 263- Esquema de desembarco en rampa de hormigón de 7°. Fuente: Elaboración propia.

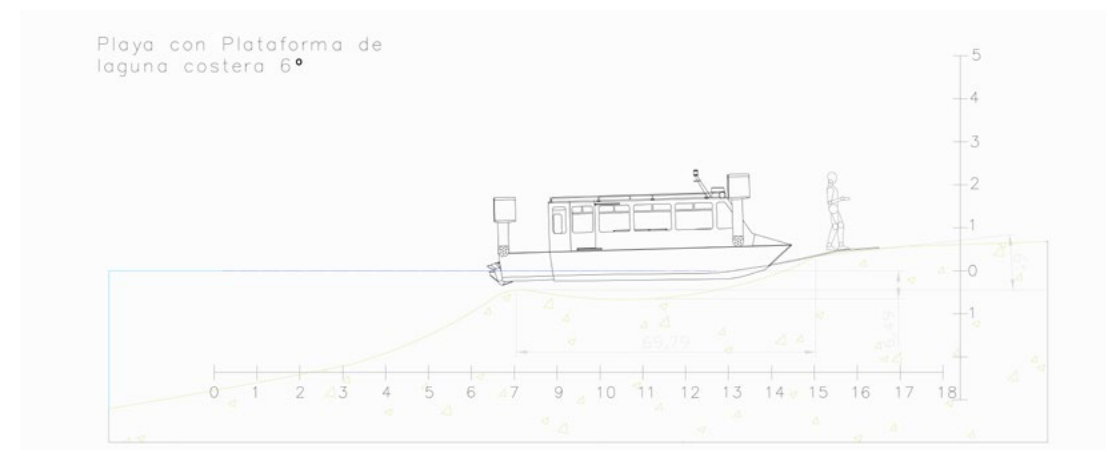


Figura 265.- Esquema de desembarco en borde de playa con plataforma de 6°. Fuente: Elaboración propia.

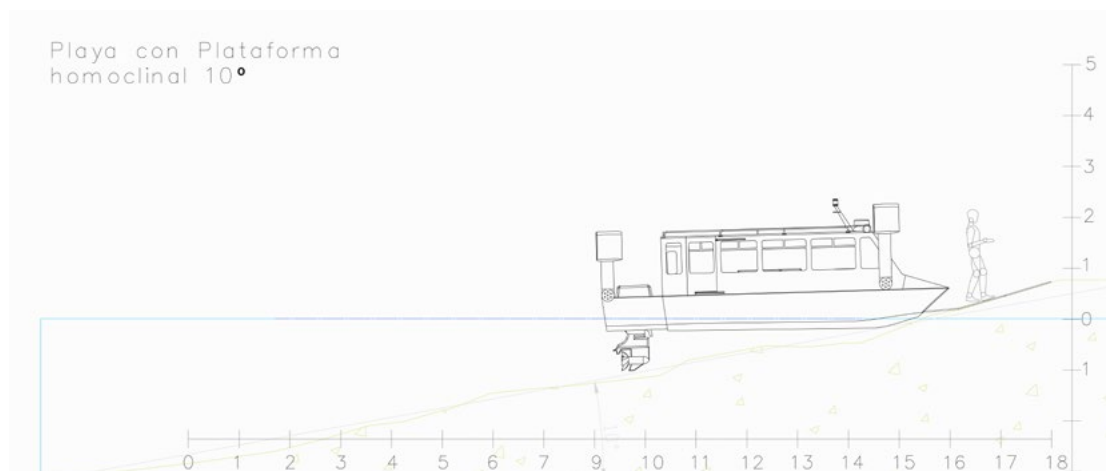


Figura 264.- Esquema de desembarco en borde de playa con plataforma de 10°. Fuente: Elaboración propia.

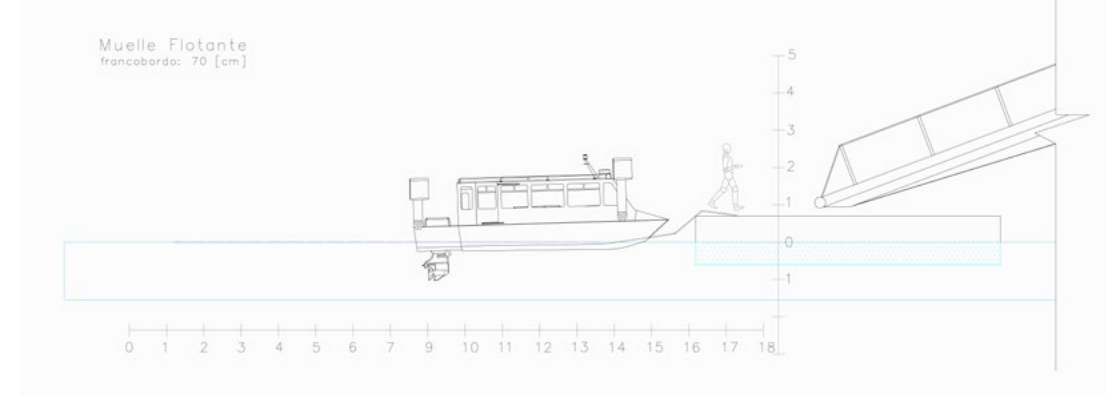


Figura 266.- Esquema de desembarco en muelle flotante. Fuente: Elaboración propia.

Posterior a este análisis, se realizan los cálculos correspondientes a los sistemas y mecanismos necesarios para operar la rampa tri-articulada, para lo cual se plantea el uso de polea con cuerda para plegar la rampa tri-articulada, que sea destrabada para desplegar manualmente.

RAMPA TRIARTICULADA

Para lograr un acceso más amplio, cómodo y seguro para los pasajeros, se propone la construcción de una rampa de aluminio. La cual consta de tres secciones que al ser plegadas dos de estas secciones forman parte del casco y superestructura respectivamente, su configuración articulada permite que la rampa pueda ser plegada y desplegada de forma sencilla y rápida, dando respuesta a las dificultades que presentan los bordes de playa e infraestructura portuaria en las comunidades del Fiordo Comaú.

Hipótesis constructiva

Uso de polea con cuerda para plegar la rampa tri-articulada, que sea destrabada para desplegar manualmente.

Con perfiles de acero inoxidable en el exterior de cada una de las planchas para proporcionar refuerzo en la estructura.

Desarrollo

Datos constantes utilizados para el cálculo en la rampa tri-articulada.

Densidad del aluminio= 2,700 kg/m³

g= 9.81 m/s²

1.- Determinar la fuerza necesaria para plegar la rampa tri-articulada.

- Volumen **plancha A**

Volumen = L x A x Espesor

$$\text{Volumen} = 0.72 \text{ m} \times 0.63 \text{ m} \times 0.01 \text{ m}$$

$$\text{Volumen} = 0.004536 \text{ m}^3$$

- Volumen **plancha B**

Volumen = L x A x Espesor

$$\text{Volumen} = 1 \times 0.64 \text{ m} \times 0.01 \text{ m}$$

$$\text{Volumen} = 0.0064 \text{ m}^3$$

- Volumen **plancha C**

Volumen= L x A x Espesor

$$\text{Volumen} = 1 \text{ m} \times 0.67 \text{ m} \times 0.01 \text{ m}$$

$$\text{Volumen} = 0.0067 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen total} = 0.004536 \text{ m}^3 + 0.0064 \text{ m}^3 + 0.0067 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen total} = 0.017636 \text{ m}^3$$

2.- Determinar la masa total de la rampa

Masa = densidad x volumen

$$\text{Masa} = (2,700 \text{ kg/m}^3) \times (0.017636 \text{ m}^3)$$

$$\text{Masa} = 47.61 \text{ kg}$$

Peso= masa x gravedad

$$\text{Peso} = (47.61 \text{ kg}) \times (9.81 \text{ m/s}^2)$$

$$\text{Peso} = 467.054 \text{ [N]}$$

3.- Determinar el largo de la cuerda necesaria para el sistema en la situación más crítica, rampa totalmente extendida.

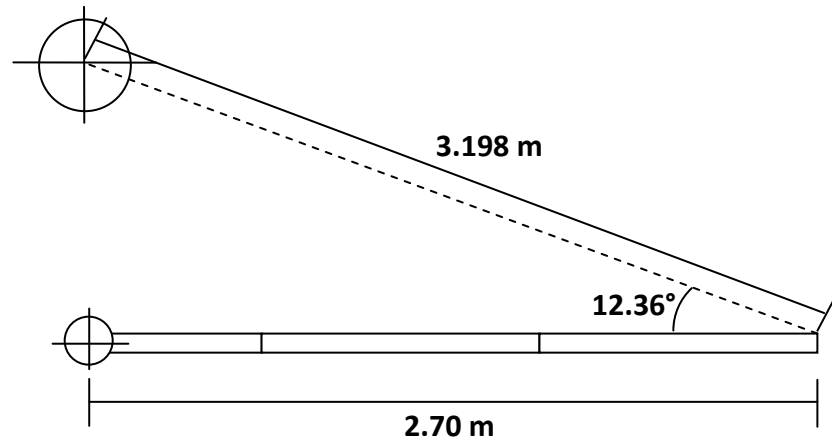


Figura 267.- Esquema ángulo en rampa desplegada. Fuente: Elaboración propia.

El ángulo resultante al desplegar la rampa completamente y mantener el extremo más alejado unido al carrete con la cuerda es de 12.36°, por lo que conociendo el ángulo y uno de los lados se calcula la hipotenusa bajo la siguiente expresión.

$$H = \frac{C.A}{\alpha} \quad H = \frac{2.70 \text{ m}}{\cos 12.36^\circ} \quad H = 3.198 \text{ m}$$

4.- Elegir el carrete para enrollar la cuerda.

Cores					
OD	Wd.	OD	ID		Each
4 1/2"	6"	6"	1 1/2"	38305T28	\$4.00
6"	6"	6"	1 1/2"	38305T29	4.14
7"	6"	6"	2 1/4"	38305T31	4.14
9"	6"	6"	1 1/2"	38305T32	4.29
11"	6"	6"	1 1/2"	38305T11	5.00
17"	6"	6"	1 1/2"	38305T12	5.40
19"	8"	8"	2 1/4"	38305T13	8.28
25"	8"	8"	1 1/2"	38305T14	10.03

Flanges			
Flange Dia.	Dia.		Pair
12"	38305T33		\$8.24
14"	38305T21		11.51
18"	38305T22		14.89
24"	38305T23		20.47

Figura 268.- Carrete plástico. Fuente:

<http://www.msdirect.com/FlyerView?pagelabel=3740&search=75674317&contentPath=/sales-catalogs/big-book>

Se eligió un carrete con un diámetro interno de 6"

Diámetro interno= 15.24 cm - 0.1524 m

$$\text{Perímetro} = \text{Radio} * 2\pi$$

$$\text{Perímetro} = 0.0762 \text{ m} * 2 (3.1416)$$

$$\text{Perímetro} = 0.47 \text{ m}$$

5.- Determinar el torque necesario del reductor al carrete.

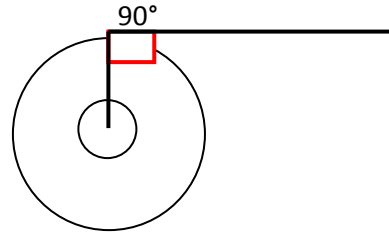


Figura 269.- Carrete. Fuente: Elaboración propia.

La fuerza es perpendicular, por lo tanto

Torque= fuerza x distancia

$$\text{Torque} = (467.054 [N]) \times (0.0762 m)$$

$$\text{Torque} = 35.59 [Nm]$$

6.- Convertirlas unidades de torque

- Se transforma el torque a LBF/in

$$35.59 [Nm] * \left(\frac{39.37 [LBF - in]}{4.45 [Nm]} \right) = 314.871 [LBF - in]$$

Necesario del reductor al carrete

$$\text{Torque}_{\text{carrete}} = 314.871 [LBF - in]$$

7.- Calculo de vueltas necesarias para enrollar toda la cuerda.

$$\text{Vueltas} = \frac{\text{distancia cuerda}}{\text{perímetro del carrete}}$$

$$\text{Vueltas} = \frac{3m}{0.47m}$$

$$\text{Vueltas} = 6.27 \approx 6$$

8. – Determinar el tiempo para levantar la rampa

Se considera conveniente **T= 1.5 min**

Si el motor me entrega 60 RPM, por lo tanto la rampa se plegaría totalmente en 6 segundos. Por tal motivo se elige un reductor con relación de 15:1, el cual por cada 15 vueltas del motor, se obtendrá 1 vuelta en el carrete.

Como se ve en el punto 6 para plegar la rampa se necesitan 6 vueltas en el carrete, por lo tanto con el reductor 15:1, se necesitan 90 RPM (6 vueltas por la relación 15:1) para plegar la rampa en 1 minuto. Con esto se define que el motor de 60 RPM plegaría la rampa en 1. 5 minutos.

9.- Con el reductor de relación 15:1 el torque sería reducido bajo la siguiente expresión:

$$\text{Torque}_{\text{motor}} = \frac{314.871 [LBF - in]}{15}$$

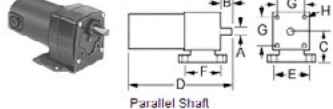
Necesario del motor al reductor

$$\text{Torque}_{\text{motor}} = 20.99[LBF - in] \approx 21 [LBF - in]$$

10.- Con los datos obtenidos en el punto 7 y 8 se busca un motor con esas características de 60 RPM y un torque de 21 LBF-in.

DC Gearmotors

Parallel Shaft



		Torque, in.-lbs.	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
1/17 hp									
30	100	0.5"	1"	3"	8.74"	3.75"	1.88"	2.645"	
60	56	0.5"	1"	3"	8.74"	3.75"	1.88"	2.645"	
100	36	0.5"	1"	3"	8.74"	3.75"	1.88"	2.645"	
150	24	0.5"	1"	3"	8.46"	3.75"	1.88"	2.645"	
300	10	0.5"	1"	3"	8.46"	3.75"	1.88"	2.645"	
1/8 hp									
31	220	0.625"	1.5"	3.5"	11.54"	4"	1.5"	3.375"	
51	130	0.625"	1.5"	3.5"	11.54"	4"	1.5"	3.375"	
61	113	0.625"	1.5"	3.5"	11.54"	4"	1.5"	3.375"	
94	77	0.625"	1.5"	3.5"	11.54"	4"	1.5"	3.375"	
167	43	0.625"	1.5"	3.5"	11.54"	4"	1.5"	3.375"	
1/4 hp									
42	280	0.75"	1.625"	4"	13.31"	5"	2.5"	3.625"	
62	220	0.75"	1.625"	4"	13.31"	5"	2.5"	3.625"	
83	155	0.75"	1.625"	4"	13.31"	5"	2.5"	3.625"	
125	100	0.75"	1.625"	4"	13.31"	5"	2.5"	3.625"	
165	70	0.75"	1.625"	4"	13.31"	5"	2.5"	3.625"	
1/2 hp									
18	1,112	0.75"	1.5"	3"	16.49"	7.12"	2.5"	—	
33	822	0.75"	1.5"	3"	16.49"	7.12"	2.5"	—	
42	705	0.75"	1.5"	3"	16.49"	7.12"	2.5"	—	
60	476	0.75"	1.5"	3"	16.49"	7.12"	2.5"	—	
92	320	0.75"	1.5"	3"	16.49"	7.12"	2.5"	—	

Figura 270.- Tabla características motores. Fuente:
<http://www.mscdirect.com/ElyerView?pagelabel=3740&search=75674317&contentPath=/sales-catalogs/big-book>

El motor que se elige tiene una velocidad de 60 RPM y un torque máximo de 56 [LBF-in].

Es necesario que los perfiles alares ubicados en proa y popa sean pivotables, para facilitar acercamiento y atraque en las orillas de playa cuya profundidad disminuye drásticamente, y el fondo podría golpearlos y dañarlos.

- Hipótesis constructiva

Uso de reductor sin fin corona accionado por un motor eléctrico de corriente continua que tome la energía de la batería del motor fuera de borda.

Girar los perfiles de un solo extremo es viable ya que la estructura cuenta con triangulación, lo que le brinda mayor resistencia para transmitir el movimiento sin ocasionar flexión o deformación.

- Desarrollo

Datos constantes utilizados para el cálculo en ambos perfiles

Densidad de la fibra de vidrio= 1,500 kg/m³

g= 9.81 m/s²

Perfil popa

Punto donde se aplica la fuerza

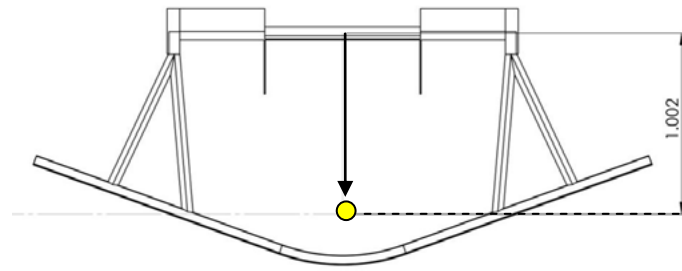


Figura 271.- Esquema perfil hidrodinámico popa. Fuente: Elaboración propia.

1.- Cálculo del torque necesario en el perfil de popa

Masa = densidad x Volumen

Volumen = $0,12 \text{ m}^3$

$$\text{Masa} = (1,500 \text{ kg/m}^3) \times (0,12 \text{ m}^3)$$

$$\text{Masa} = 180 \text{ kg}$$

Peso = masa x gravedad

$$\text{Peso} = (180 \text{ kg}) \times (9,81 \text{ m/s}^2)$$

$$\text{Peso} = 1,765.8 \text{ [N]}$$

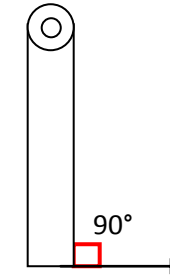


Figura 272.- Soporte vertical perfil hidrodinámico. Fuente: Elaboración propia.

La distancia es perpendicular, por lo tanto

Torque = Fuerza x distancia

$$\text{Torque} = (1,765.8 \text{ [N]}) \times (1 \text{ [m]})$$

$$\text{Torque} = 1,765.8 \text{ [Nm]}$$

2.- Convertir las unidades de medida del torque para encontrar el reductor necesario.

- Se transforma el torque a LBF/in

$$1,765.8 \text{ [Nm]} \times \left(\frac{39.37 \text{ [LBF} - \text{in]}}{4.45 \text{ [Nm]}} \right) = 15,615.29 \text{ [LBF} - \text{in]}$$

Necesario del reductor al perfil de popa

$$\text{Torque}_{\text{perfil}} = 15,615.29 \text{ [LBF} - \text{in]}$$

3. - Determinar el tiempo para levantar el perfil en popa.

Se considera conveniente **T= 1 min**

Si el motor me entrega 30 RPM, por lo tanto el perfil giraría 180° en 5 segundos. Por tal motivo se elige un reductor con relación de 60:1, el cual por cada 60 vueltas del motor, se obtendrá 1 vuelta en el perfil.

Como el perfil solo girará 180°, se necesitan 30 vueltas, por lo tanto se requiere un motor de 30 RPM para girar el perfil 180° en 1 minuto.

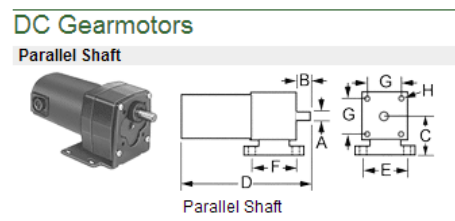
4.- Con el reductor de relación 60:1 el torque sería reducido bajo la siguiente expresión:

$$Torque_{motor} = \frac{15,616.29 \text{ [LBF – in]}}{60}$$

Necesario del motor al reductor

$$Torque_{motor} = 260.37 \text{ [LBF – in]}$$

5.- Con los datos obtenidos en se busca un motor que con esas características de de 30 RPM y un torque de 260. 37 LBF-in.



rpm	Torque, in.-lbs.	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
1/17 hp								
30	100	0.5"	1"	3"	8.74"	3.75"	1.88"	2.645"
60	56	0.5"	1"	3"	8.74"	3.75"	1.88"	2.645"
100	36	0.5"	1"	3"	8.74"	3.75"	1.88"	2.645"
150	24	0.5"	1"	3"	8.46"	3.75"	1.88"	2.645"
300	10	0.5"	1"	3"	8.46"	3.75"	1.88"	2.645"
1/8 hp								
31	220	0.625"	1.5"	3.5"	11.54"	4"	1.5"	3.375"
51	130	0.625"	1.5"	3.5"	11.54"	4"	1.5"	3.375"
61	113	0.625"	1.5"	3.5"	11.54"	4"	1.5"	3.375"
94	77	0.625"	1.5"	3.5"	11.54"	4"	1.5"	3.375"
167	43	0.625"	1.5"	3.5"	11.54"	4"	1.5"	3.375"
1/4 hp								
42	280	0.75"	1.625"	4"	13.31"	5"	2.5"	3.625"
62	220	0.75"	1.625"	4"	13.31"	5"	2.5"	3.625"
83	155	0.75"	1.625"	4"	13.31"	5"	2.5"	3.625"
125	100	0.75"	1.625"	4"	13.31"	5"	2.5"	3.625"
165	70	0.75"	1.625"	4"	13.31"	5"	2.5"	3.625"
1/2 hp								
18	1,112	0.75"	1.5"	3"	16.49"	7.12"	2.5"	—
33	822	0.75"	1.5"	3"	16.49"	7.12"	2.5"	—
42	705	0.75"	1.5"	3"	16.49"	7.12"	2.5"	—
60	476	0.75"	1.5"	3"	16.49"	7.12"	2.5"	—
92	320	0.75"	1.5"	3"	16.49"	7.12"	2.5"	—

Figura 273.- Tabla características motores. Fuente:
<http://www.mscdirect.com/FlyerView?pagelabel=3740&search=75674317&contentPath=/sales-catalogs/big-book>

El motor que se elige tiene una velocidad de 33 RPM y un torque máximo de 822 [LBF-in].

Perfil proa

Punto donde se aplica la fuerza

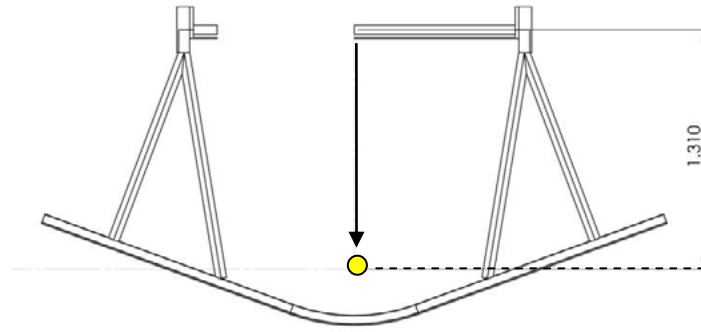


Figura 274.- Esquema perfil hidrodinámico proa. Fuente: Elaboración propia.

1.- Cálculo del torque necesario en el perfil de proa

Masa = densidad x volumen

$$\text{Masa} = (1,500 \text{ kg/m}^3) \times (0,13 \text{ m}^3)$$

$$\text{Masa} = 195 \text{ kg}$$

Peso = masa x gravedad

$$\text{Peso} = (195 \text{ kg}) \times (9.81 \text{ m/s}^2)$$

$$\text{Peso} = 1,912.95 \text{ [N]}$$

Torque = Fuerza x distancia

$$\text{Torque} = (1,912.95 \text{ [N]}) \times (1.3 \text{ [m]})$$

$$\text{Torque} = 2,486.83 \text{ [Nm]}$$

2.- Convertir las unidades de medida del torque para encontrar el reductor necesario.

- Se transforma el torque a LBF/in

$$2,486.83 \text{ [Nm]} \times \left(\frac{39.37 \text{ [LBF} - \text{in]}}{4.45 \text{ [Nm]}} \right) = 22,001.509 \text{ [LBF} - \text{in]}$$

Necesario del reductor al perfil de proa

$$\text{Torque}_{\text{perfil}} = 22,001.509 \text{ [LBF} - \text{in]}$$

3. -Determinar el tiempo para levantar el perfil en popa.

Se considera conveniente **T= 1 min**

Si el motor me entrega 30 RPM, por lo tanto el perfil giraría 180° en 5 segundos. Por tal motivo se elige un reductor con relación de 60:1, el cual por cada 60 vueltas del motor, se obtendrá 1 vuelta en el perfil.

Como el perfil solo girará 180°, se necesitan 30 vueltas, por lo tanto se requiere un motor de 30 RPM para girar el perfil 180° en 1 minuto.

4.- Con el reductor de relación 60:1 el torque sería reducido bajo la siguiente expresión:

$$Torque_{motor} = \frac{22,001.509 \text{ [LBF} - \text{in]}}{60}$$

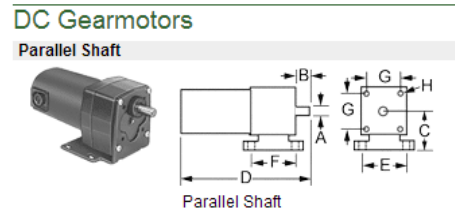
Necesario del motor al reductor

$$Torque_{motor} = 366.69 \text{ [LBF} - \text{in]}$$

4.- Determinar el tiempo para elevar los perfiles

Se considera conveniente **T= 1 min**

5.- Con los datos obtenidos en se busca un motor que con esas características de de 30 RPM y un torque de 366.69 LBF-in.



rpm	Torque, in.-lbs.	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
1/17 hp								
30	100	0.5"	1"	3"	8.74"	3.75"	1.88"	2.645"
60	56	0.5"	1"	3"	8.74"	3.75"	1.88"	2.645"
100	36	0.5"	1"	3"	8.74"	3.75"	1.88"	2.645"
150	24	0.5"	1"	3"	8.46"	3.75"	1.88"	2.645"
300	10	0.5"	1"	3"	8.46"	3.75"	1.88"	2.645"
1/8 hp								
31	220	0.625"	1.5"	3.5"	11.54"	4"	1.5"	3.375"
51	130	0.625"	1.5"	3.5"	11.54"	4"	1.5"	3.375"
61	113	0.625"	1.5"	3.5"	11.54"	4"	1.5"	3.375"
94	77	0.625"	1.5"	3.5"	11.54"	4"	1.5"	3.375"
167	43	0.625"	1.5"	3.5"	11.54"	4"	1.5"	3.375"
1/4 hp								
42	280	0.75"	1.625"	4"	13.31"	5"	2.5"	3.625"
62	220	0.75"	1.625"	4"	13.31"	5"	2.5"	3.625"
83	155	0.75"	1.625"	4"	13.31"	5"	2.5"	3.625"
125	100	0.75"	1.625"	4"	13.31"	5"	2.5"	3.625"
165	70	0.75"	1.625"	4"	13.31"	5"	2.5"	3.625"
1/2 hp								
18	1,112	0.75"	1.5"	3"	16.49"	7.12"	2.5"	—
33	822	0.75"	1.5"	3"	16.49"	7.12"	2.5"	—
42	705	0.75"	1.5"	3"	16.49"	7.12"	2.5"	—
60	476	0.75"	1.5"	3"	16.49"	7.12"	2.5"	—
92	320	0.75"	1.5"	3"	16.49"	7.12"	2.5"	—

Figura 275.- Tabla características motores. Fuente:
<http://www.mscdirect.com/FlyerView?pagelabel=3740&search=75674317&contentPath=/sales-catalogs/big-book>

El motor que se elige tiene una velocidad de 33 RPM y un torque máximo de 822 [LBF-in].

PROPUESTA DE DISEÑO ASIENTOS

La forma y su evolución

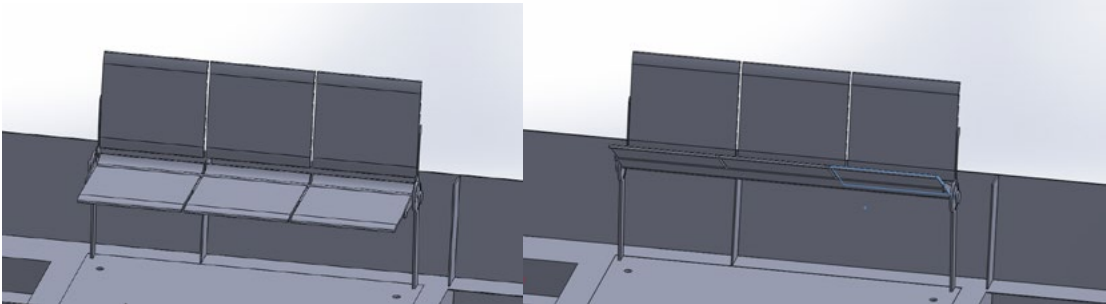


Figura 276.- Esquema 3D propuesta asientos 1. Fuente: Elaboración propia.

Se propone una sección de tres asientos con respaldo, en el que la corrida de asientos se pliega hacia arriba, a través de un giro en el extremo posterior.

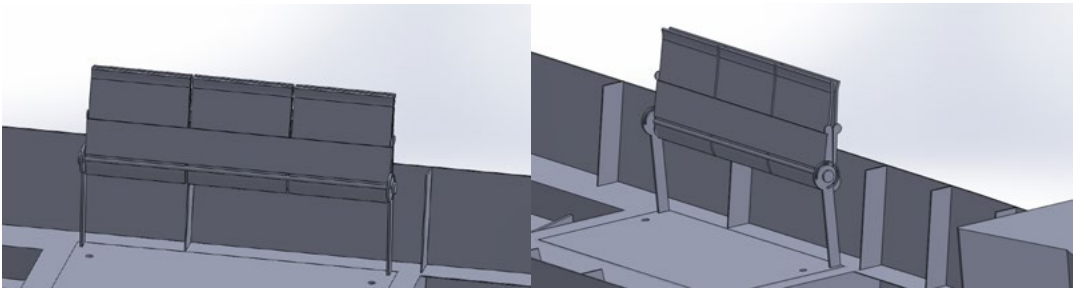


Figura 277.- Esquema 3D propuesta asientos 1. Fuente: Elaboración propia.

El sistema de giro consiste en una rotula con tope en el extremo posterior del asiento, y que está sujeto a la parte inferior del respaldo permitiendo que sólo la sección de asientos sea elevable.

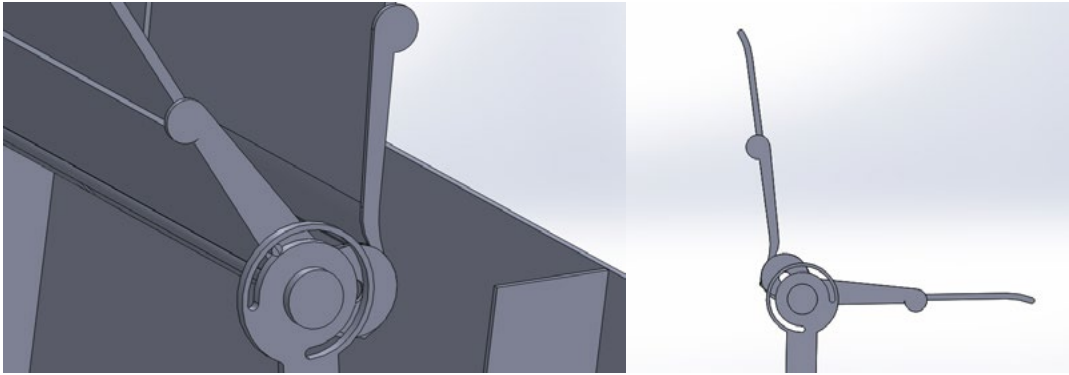


Figura 278.- Esquema 3D propuesta asientos 1. Fuente: Elaboración propia.

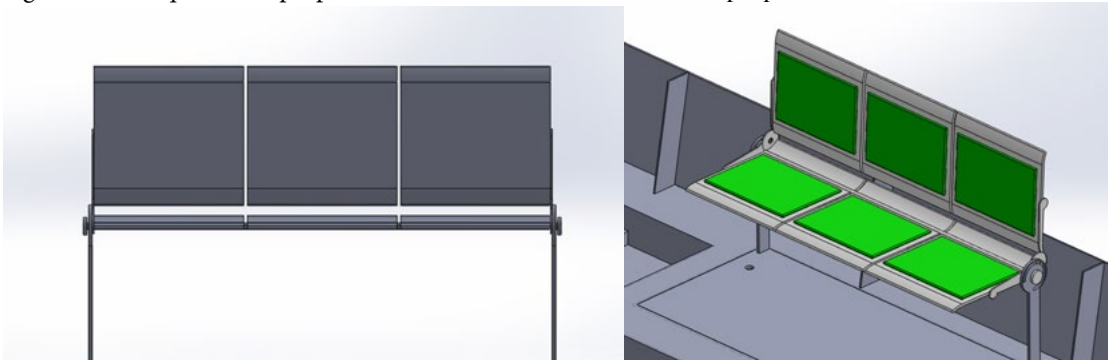


Figura 279.- Esquema 3D propuesta asientos 1. Fuente: Elaboración propia.

Al analizar el diseño, se observa que la forma es rígida y da la sensación de incomodidad, por lo que se decide modificarlo, suavizando la forma a través de curvas en la superficie de asiento y respaldo que sigan la forma del cuerpo.

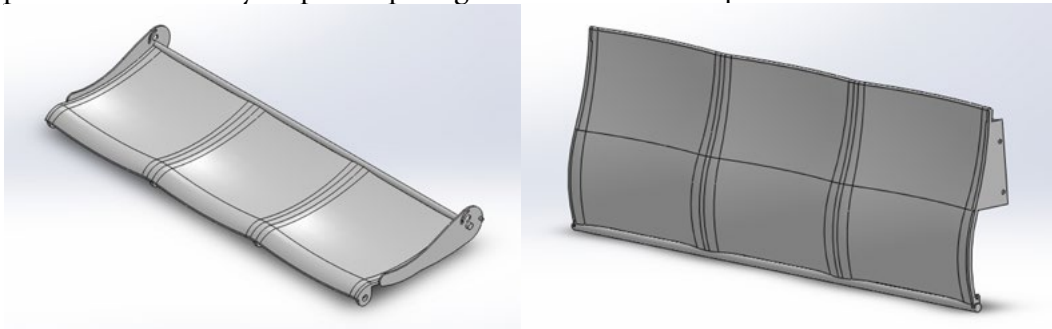


Figura 280.- Esquema 3D propuesta asientos y respaldos pasajeros 1. Fuente: Elaboración propia.

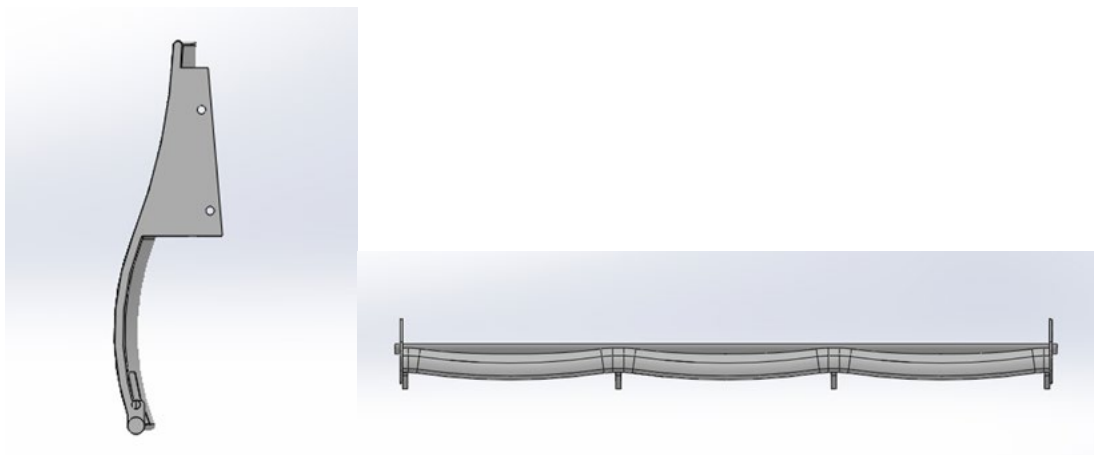


Figura 281.- Esquema 3D propuesta asientos y respaldos pasajeros 1. Fuente: Elaboración propia.

Para permitir plegarlos, se continúa con la propuesta de una rotula en la parte posterior de la corrida de asientos, mientras que los soportes o patas frontales se pliegan en conjunto para compactar aún más el sistema.

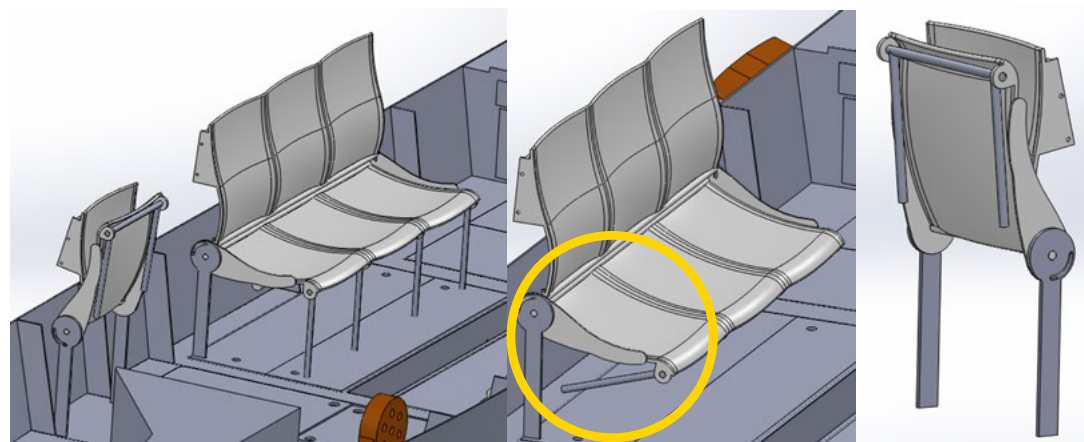


Figura 282.- Esquema 3D propuesta asientos 1. Fuente: Elaboración propia.

Observando la evolución en el diseño, se ha mejorado la forma de las superficies en asientos y respaldos haciéndola más ligera y cómoda, sin embargo, el sistema de giro no resulta totalmente confiable pues se encuentra ubicado en el extremo posterior, aumentando el momento de inercia al soportar la fuerza del pasajero sobre éste. Por ello,

se pretende mejorar la propuesta de la rotula buscando una solución que distribuya el momento y en cuya fuerza sea aplicada de forma uniforme.

Para complementar el estudio, se analiza el asiento del Taller en la Ciudad Abierta, el cual fue diseñado por el alumno Mario Ubilla de la Escuela de Diseño.



Figura 283.- Asiento plegable taller e.a.d. en ritoque. Fuente: Tesis de grado alumno Mario Ubilla.



Figura 284.- Asiento plegable taller e.a.d. en ritoque. Fuente: Tesis de grado alumno Mario Ubilla.



Figura 285.- Secuencia plegado / desplegado del asiento taller e.a.d. en ritoque. Fuente: Tesis de grado alumno Mario Ubilla.

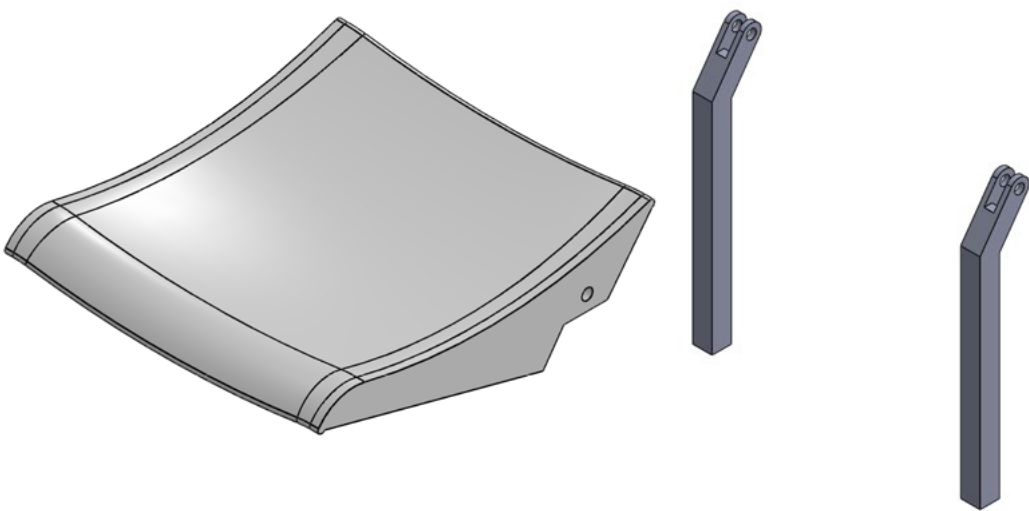


Figura 287.- Esquema geometría propuesta de asiento plegable. Fuente: Elaboración propia.

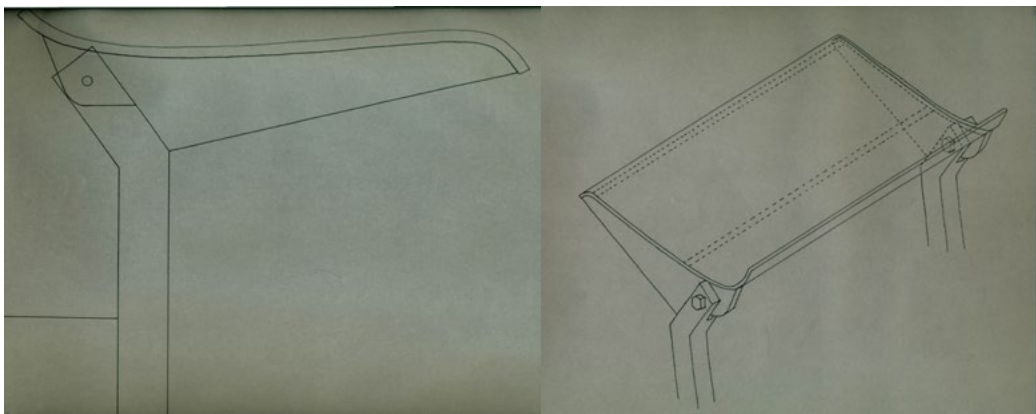


Figura 286.- Geometría asiento plegable taller e.a.d. en ritoque. Fuente: Tesis de grado alumno Mario Ubilla

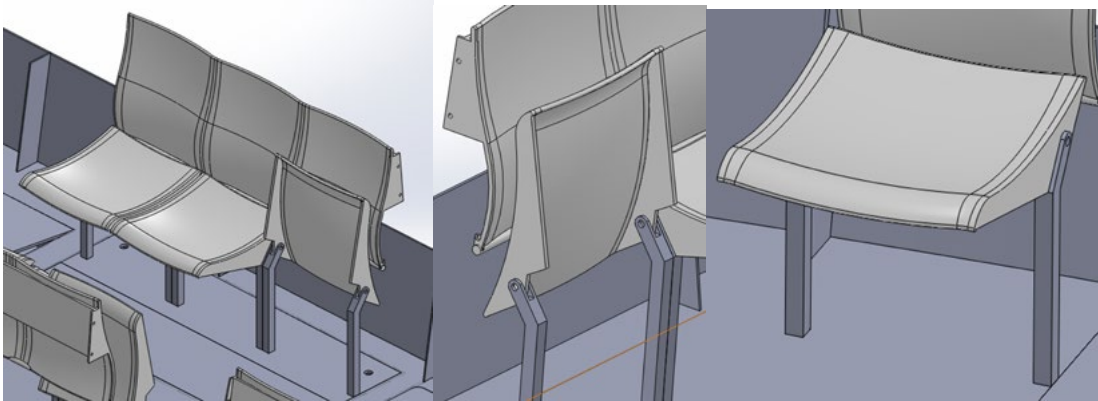


Figura 288.- Esquema 3D propuesta de asiento plegable. Fuente: Elaboración propia.

Se reproduce la geometría utilizada en el diseño de los asientos del Taller para lograr desarrollar la cualidad geométrica que permite la plegabilidad.

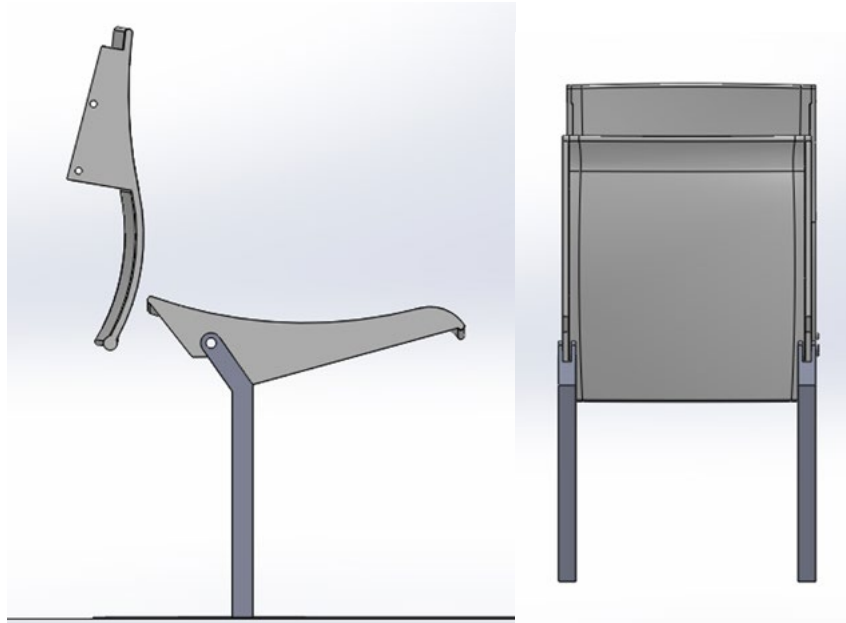


Figura 289.- Esquema 3D propuesta de asiento plegable. Fuente: Elaboración propia.

Se plantea entonces, dos corridas de tres asientos pivotables individuales cuyos respaldos están fijados a las paredes del casco y superestructura.

Retomando el objetivo del encargo inicial, en el que se pretende diseñar una embarcación que permita el acceso a bordes de playa e infraestructura portuaria y tomando el principio de transbordador que lleva un tipo de muelle consigo a través de una rampa de acceso, se analizan diferentes posibilidades de cómo lograrlo en una embarcación de menor tamaño.

Para ello se busca en la geometría de las escaleras plegables, ya que son livianas y su cualidad en plegabilidad permite compactarlas para poder moverlas y trasladarlas con facilidad.



Figura 290.- Geometría escalera plegable. Fuente: <http://limacallao.olx.com.pe/escaleras-plegables-escamoteables-iid-245749586>.



Figura 291.- Escalera telescópica Fuente: <http://limacallao.olx.com.pe/escaleras-plegables-escamoteables-iid-245749586>.



Figura 292.- Geometría escalera plegable. Fuente: <http://limacallao.olx.com.pe/escaleras-plegables-esca-moteables-iid-245749586>.



Figura 293.- Geometría escalera plegable. Fuente: <http://limacallao.olx.com.pe/escaleras-plegables-esca-moteables-iid-245749586>.

VII.- RESULTADOS

MODELO DE PRUEBAS No. 1

- Espiral de Diseño y Requerimientos de Alto Nivel

Como resultados de los parámetros planteados en la Espiral de diseño se logra resolver lo siguiente:

- 1. En cuanto a la Geometría dada por el casco existente de 4.83m de eslora, 1.80 m de manga y 0.7 m de puntal se definieron posibilidades en capacidad, peso y potencia requerida.
- 2. El peso del casco patrón de aluminio donado por la empresa Sitecna es de 245.4759 Kg.
- 3. La capacidad máxima del casco hasta este estudio en cuanto a pasajeros a bordo es 8 personas incluidos 2 tripulantes, sin embargo, el peso representa un factor determinante en el funcionamiento de la embarcación en su modalidad hidrofoil, por lo que se resuelve contemplar solo 2 personas en total a bordo.
- 4. Con respecto al radio de acción se determina fijar al menos dos puntos de reabastecimiento de combustible dentro de los 120 Km que representan el trayecto ida y vuelta a lo largo del fiordo considerando que el consumo de combustible del motor fuera de borda estudiado es de 34 litros/hora.
- 5. La configuración estructural del modelo de pruebas resulta acertada ya que la integración que se logra de los perfiles y casco permite que los perfiles alares sean elevables. El motor fuera de borda resulta una opción viable en cuanto a la necesidad de elevarlo hacia cubierta para evitar los daños en la hélice al llegar al borde costero o playas del Fiordo Comaú.
- 6. El motor Yamaha F100BETX de 100 HP resuelve los requerimientos de potencia, ya que proporciona un margen favorable según los resultados obtenidos para una velocidad de **25 nudos se requieren 35HP** para el óptimo funcionamiento de la embarcación hidrofoil.

Velocidad prototipo Vp [NUDOS]	Potencia Efectiva EHP HP
10	15.29
15	23.64
20	29.23
25	35.18

Figura 294.- Tabla resumen de cálculo de potencia efectiva, casco patrón. Fuente: Elaboración propia.

- 7. Con respecto a la materialidad es conveniente utilizar el casco de Aluminio donado por la empresa Sitecna observando los métodos constructivos utilizados por la empresa se logra determinar que es un material estable, por tratarse de cascos para lanchas rápidas la forma del casco está diseñada para planear y su proa se levanta con facilidad. Es liviana y tiene una muy buena resistencia estructural. Si bien la lancha de aluminio es la de mayor costo pero en este caso el casco fue donado para la construcción del primer prototipo. Y no requiere mantención.
- 8. En cuanto a la habitabilidad, se tiene considerado que se requiere una embarcación para traslados rápidos en el Fiordo Comaú, misma que a la vez pueda brindar asistencia médica en caso de alguna emergencia, sin embargo, en este estudio solo se logra la sustentación de la embarcación con dos pasajeros a bordo por lo que la habitabilidad será abordada en próximos estudios pretendiendo trasladar una persona accidentada en su interior sin que el peso y la estabilidad de la embarcación se vean afectados.
- 9. En la fase experimental se logra comprobar que adaptar un motor fuera de borda de 100 HP de pata extra larga de 26.1 “al casco de 5 mts. de eslora proporcionado por la empresa Sitecna lograr la propulsión de la embarcación hidrofoil sobre los perfiles alares. Esto se logra a través de pruebas y demostraciones en base a un modelo de pruebas a escala reducida probado en el Estero Mantagua en Ritoque.

FASE EXPERIMENTAL MODELO DE PRUEBAS No. 1

Como resultado de las pruebas de arrastre en el Estero Mantagua en Ritoque se logró:

1. La sustentación del modelo de pruebas sobre los perfiles alares con ángulos de 2° en proa y 2° en popa.
2. Determinar 1,084 Kg como el peso máximo a bordo de la embarcación para lograr su funcionamiento en modalidad hidrofoil.
3. Proponer el uso de un motor Yamaha F100BETX de 100 HP de pata extralarga de 26.1 pulgadas, ya que el nivel del agua cubre la hélice de Aluminio de 13 ¼ x 17 diámetro por paso cuando la abrazadera del motor se fija 42.6 cm bajo el nivel de borda en el espejo de popa, es decir, cumple con la condición de cubrir una y media veces el diámetro de la hélice.

MODELO DE PRUEBAS No. 2

(intervenido en proa, con extensión en su eslora y áplices estancos en popa)

-Espiral de Diseño y Requerimientos de Alto Nivel

Como resultados de los parámetros planteados en la Espiral de diseño se logra resolver lo siguiente:

1. En cuanto a la geometría dada por el casco existente de 4.83m de eslora, 1.80 m de manga y 0.7 m de puntal, se decide intervenir su geometría aumentando el ángulo en proa de 129° a 131°, alargando su eslora al agregar 1 m en la parte media y dos áplices estancos en popa.
2. El peso del casco de aluminio intervenido es de 319.9841 Kg.
3. La capacidad de la embarcación se logra aumentar a 8 personas incluidos capitán y tripulante.
4. Con respecto al radio de acción y de acuerdo a la normativa 071-010 establecida por la Armada de Chile y la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante se determina que la embarcación no contará con servicios higiénicos.
5. La nueva configuración estructural del modelo de pruebas resulta correcta, el perfil de proa con una altura de 1.18 metros en el prototipo y en popa 0.861 metros. La distancia longitudinal entre ambos corresponde a 5.65 metros colocando el perfil de proa a 1.289 desde el extremo de proa. Esta ubicación permite el funcionamiento correcto en modalidad hidrofoil, y también permite que se eleven tanto en proa como en popa.
6. En cuanto a la materialidad se resuelve utilizar planchas de Aluminio de 3 mm en las planchas laterales y de 4 mm de espesor en el fondo para la extensión de 1m en la eslora y para los áplices de popa utilizar espesor de 3 mm en todas las planchas, esto de acuerdo a los métodos constructivos utilizados por la empresa Sitecna.
8. Considerado que se requiere una rampa para embarco y desembarco, se logra determinar el diseño de una rampa tri-articulada de 2.70 m de largo y 0.64 m de ancho com-

puesta por tres planchas de aluminio de 6 mm de espesor, con perfiles “L” en los bordes externos de cada plancha. Se comprueba su utilidad en 5 de los 6 casos de desembarco analizados correspondientes a las situaciones reales en el fiordo.

9.-Se obtienen los mecanismos y sistemas necesarios para operar la rampa, los cuales constan de:

- Carrete de 6” de diámetro interno
- Reductor de relación 15:1
- Motor de engranes de 60 RPM y 56 LBF-in

10.- Se obtienen los mecanismos y sistemas necesarios para pivotar los perfiles hidrodinámicos antes de atracar, los cuales constan de:

- Reductor de relación 60:1
- Motor de engranes de 33 RPM y 822 LBF-in

11.- Para operar los sistemas de rampa y perfiles es necesario agregar una batería adicional de 12 voltios al motor fuera de borda, para obtener el voltaje adecuado para los mecanismos.

12.-En habitabilidad se logra una propuesta de dos corridas de tres asientos plegables para los pasajeros, las diferentes configuraciones en el interior permiten el traslado de pasajeros con bultos pequeños, traslado de enfermos o accidentados en camilla de rescate o un área libre para el transporte de cargas y materiales de flete.

FASE EXPERIMENTAL MODELO DE PRUEBAS No. 2

Como resultado de las pruebas de arrastre en el Estero Mantagua en Ritoque se logró:

1. La sustentación del modelo de pruebas sobre los perfiles alares con ángulos de 5° en proa y 2° en popa.
2. Determinar 1,683.875 Kg como el peso máximo a bordo de la embarcación para lograr su funcionamiento en modalidad hidrofoil.
3. Proponer el uso de un motor Yamaha F100BETX de 100 HP de pata extralarga de

26.1 pulgadas, ya que el nivel del agua durante la navegación sobre los perfiles cubre la hélice de Aluminio de 13 ¼ x 17 diámetro por paso cuando la abrazadera del motor se fija 42.6 cm bajo el nivel de borda en el espejo de popa, es decir, cumple con la condición de cubrir una y media veces el diámetro de la hélice. Además de cumplir con los requerimientos de potencia, ya que proporciona un margen favorable según los resultados obtenidos para una velocidad de **23 nudos se requieren 47HP** para el óptimo funcionamiento de la embarcación hidrofoil.

Velocidad prototipo Vp [NUDOS]	Potencia Efectiva EHP HP
5	7.79
10	22.67
12	25.29
14	30.37
15	32.36
20	43.00
23	47.80

Figura 295.- Tabla resumen de cálculo de potencia efectiva casco intervenido. Fuente: Elaboración propia.

VIII- CONCLUSIONES

A través del análisis de los resultados obtenidos con los métodos aplicados en ambos modelos se concluye que:

1. La configuración del modelo de pruebas 1 en la que ambos perfiles alares tienen ángulos de ataque de 2° resulta adecuada si se desea continuar con las pruebas del modelo del casco patrón, por otra parte, la configuración válida para el modelo 2 correspondiente al casco intervenido indica una configuración con ángulos de 5° en proa y 2° en popa.

2. En ambos casos se ha logrado determinar la viabilidad en el uso del motor fuera de borda Yamaha F100BETX de 100 HP de pata extralarga de 26.1”, al colocarlo 42.6 cm bajo el nivel de borda donde la hélice se sumerge lo suficiente para evitar la cavitación.

3. En los resultados de las pruebas de arrastre hidrodinámico, el modelo de pruebas 1 desarrolla una potencia de **35.18 HP a una velocidad de 25 nudos**, mientras que el modelo 2 con super estructura desarrolla **47.80 HP de potencia a 23 nudos** de velocidad, ambos resultados dependen de las variables de peso en el modelo, contrapeso en el sistema y ángulos de ataque en los perfiles.

4. Al intervenir la geometría del casco patrón aumentando el ángulo en proa de 129° a 131° se logra obtener un acceso de 0.64 m de ancho, esta modificación permite también que la proa oponga menor resistencia al arrastre durante las pruebas. Al aumentar la eslora del casco 1 m en su sección media y 0.825 m con dos ápendices en popa se logra mejorar la flotabilidad y capacidad de carga de la embarcación.

5.- Del estudio de estabilidad se concluye que la embarcación tiene suficiente estabilidad hasta un ángulo de escora de 40°. Como la estabilidad se ve afectada por los pesos que se llevan a bordo se deberá re-calcular el cuadro de carga cada vez que se realicen cambios significativos en el diseño de la embarcación, ya sea que se agreguen o se eliminen elementos, con el fin de realizar los estudios de estabilidad correspondientes para cada caso.

Se concluye también que es necesario continuar con la fase experimental y lograr:

1. Realizar pruebas de arrastre del modelo del casco sin perfiles alares, para tener un

patrón de comparación en la potencia requerida en modalidad de embarcación tradicional.

2. Diseñar y fabricar otra serie de perfiles hidrodinámicos curvos como los propuestos pero aumentando o disminuyendo la curva, para determinar si permiten la sustentación y disminuye la superficie mojada en el perfil.

3. Realizar pruebas aerodinámicas del casco en el túnel de viento para observar posibles turbulencias generadas por el diseño de la superestructura, hacer mediciones de resistencia y modificar el diseño si es necesario.

DISCUSIÓN BIBLIOGRÁFICA

FUNDAMENTO TEÓRICO

IVELIC K. Boris. Embarcación Amereida y la épica de fundar el mar patagónico. Valparaíso, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2005. 191p.

MARCHANT Vásquez, Marla. Diseño de una lancha rápida con hidroalas: para los mares de la Patagonia occidental. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Región de Valparaíso. 2009. Chile. 138 p.

BREUER Narváez, Wolfgang Alejandro. Perfiles hidrodinámicos en la náutica: habitabilidad polifuncional en una embarcación rápida de desembarco, para los habitantes del Fiordo Comau. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Región de Valparaíso. Chile. 2009. 214 p.

MACOWAN Gomá, Leslie K. Perfiles Hidrodinámicos en la Náutica: Sistemas integrados en una embarcación rápida de desembarco, para los habitantes del fiordo Comau. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Región de Valparaíso. Chile. 2009. 171 p.

ARRIAGADA Vilches, María Josefa. Diseño de habitabilidad en una embarcación con hidroalas para los canales de la patagonia occidental chilena. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Región de Valparaíso. Chile. 129 p.

LEIF Djurfeldt. (2012). Condición Oceanográfica del Fiordo Comaú.[en línea]. Disponible en: <http://www.huinay.cl/index2.html>

N. Silva & S. Palma (eds.) (2006) Avances en el Conocimiento Oceanográfico de las Aguas Interiores Chilenas, Puerto Montt a Cabo de Hornos. [en línea]. Disponible en: <http://www.cona.cl/revista/spanish/intro.html>

FUNDAMENTO TÉCNICO

Configuración de acuerdo a la distribución de cargas. Meyer, John. 2000. Hydrofoil Design Basic, A Brief Tutorial. <http://www.foils.org/basics.htm>.

Tipo de embarcaciones con hidroalas. Clark, Dennis J., Ellsworth, William M., Meyer, John R. Abril 2004. The quest for speed at sea. http://foils.org/02_Papers%20dnloads/041115NSWCTD_QuestSpeed.pdf.

Transporte de pasajeros. Russian hydrofoil. <http://www.hydrofoils.org/>. Agosto 2008.

WOMACK John, Ingeniero Naval, Mid-Atlantic Shipwrights, Pittsville MD USA 21850 Presidente del Equipo de Trabajo B del Panel # 12 Ad Hoc de la Sociedad de Ingenieros Navales (SNAME, según sus siglas en inglés), Operación y Seguridad de los Buques Pesqueros.

JOHNSON Dr. Bruce, Profesor Emérito, Academia Naval de los Estados Unidos (United States Naval Academy), Annapolis MD USA 21402

Presidente del Panel # 12 Ad Hoc de SNAME, Operación y Seguridad de los Buques Pesqueros. Presidente del Equipo de Trabajo A del Panel # 12 Ad Hoc de SNAME. SNAME, Society of Naval Architects and Marine Engineers. GUÍA DE ESTABILIDAD PARA LOS BUQUES PESQUEROS.

BAQUERO, Antonio. Obtención de las características hidrodinámicas de resistencia y propulsión a partir de ensayos con modelos. Madrid, 1989. 20 p.

BAQUERO, Antonio. HAIMOV, A. Marine propeller performance computational prediction and experimental validation. Madrid, 1999. 11 p.

ALÁREZ, José A. Los ensayos con modelos y el desarrollo de la hidrodinámica. Madrid, Noviembre 1989. 18 p.

IVELIC Kusanovic Boris. Embarcación Amereida y la épica de fundar el mar patagónico. Valparaíso, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2005. 191p.

MARCHANT Vásquez, Marla. Diseño de una lancha rápida con hidroalas: para los mares de la Patagonia occidental. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Región de Valparaíso. 2009. Chile. 138 p.

BREUER Narváez, Wolfgang Alejandro. Perfiles hidrodinámicos en la náutica: habitabilidad polifuncional en una embarcación rápida de desembarco, para los habitantes del Fiordo Comau. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Región de Valparaíso. Chile. 2009. 214 p.

MACOWA n Gomá, Leslie K. Perfiles Hidrodinámicos en la Náutica: Sistemas integrados en una embarcación rápida de desembarco, para los habitantes del fiordo Comau. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Región de Valparaíso. Chile. 2009. 171 p.

ARRIAGADA Vilches, María Josefa. Diseño de habitabilidad en una embarcación con hidroalas para los canales de la patagonia occidental chilena. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Región de Valparaíso. Chile. 129 p.

FUNDAMENTO CREATIVO

IVELIC, Boris. (2006). Embarcación Amereida y la épica de fundar el mar patagónico. Valparaíso: Ediciones Universitarias.

Wikipedia®. "Hydrofoils". Wikipedia, the free encyclopedia. Junio 2007. . 2007. <http://en.wikipedia.org/wiki/Hydrofoil>

JOHN R. MEYER Jr. SHIPS THAT FLY... STORY OF THE MODERN HYDROFOIL..... New York City 1990 . 252 p.

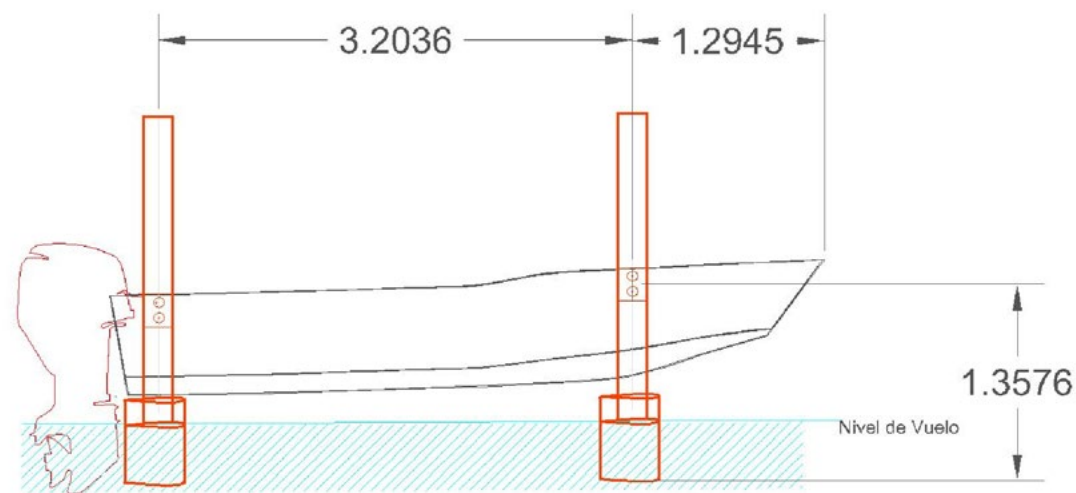
GONZALEZ Jose Ma Alvarez Campana. Formas de Cascos de Embarcaciones rápidas. Madrid Febrero 1991. 14 p.

ALÁREZ , Zazurca José A. Catamaranes de Alta Velocidad. Madrid, Abril 1991. 13 p.

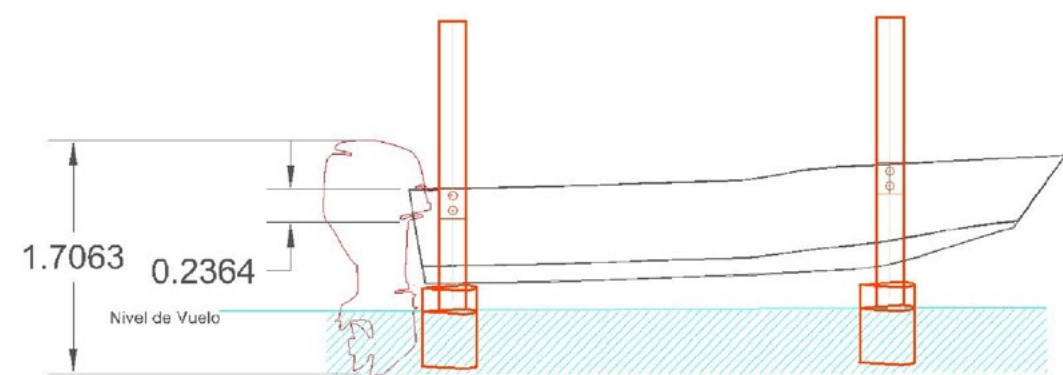
ANEXOS

ANEXO 1: ANÁLISIS NIVEL DE FLOTACIÓN

A. Plano Bidimensional Ubicación de Perfiles alares con respecto a la eslora. ESC 1:25.
Dimensiones en mts.

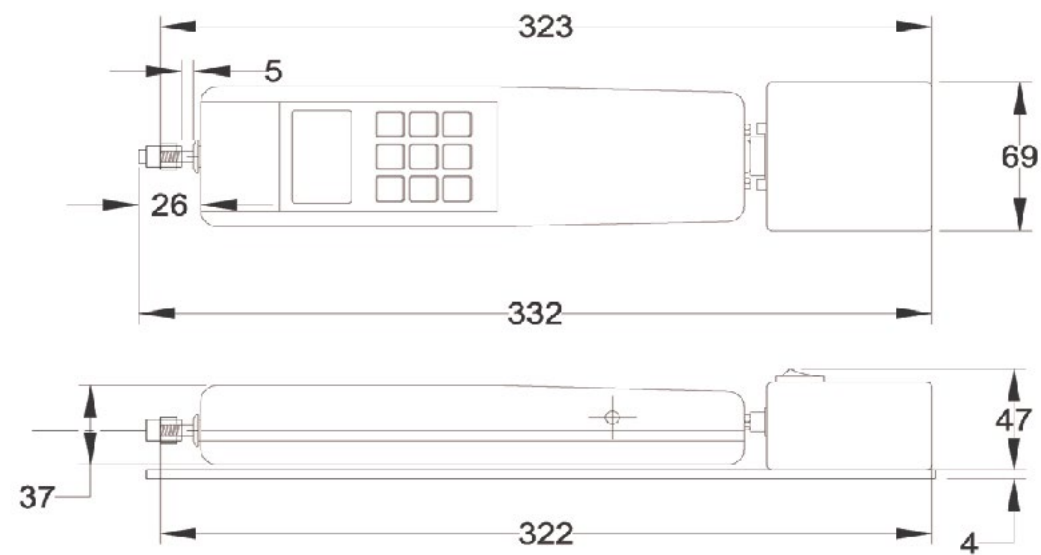


B. Plano Bidimensional Ubicación del motor con respecto a la popa. ESC 1:25.
Dimensiones en mts .



ANEXO 2: FICHAS TÉCNICAS Y COTIZACIÓN DE EQUIPOS

A. Dimensiones Dinamómetro y transmisor ESC: 1:2. Dimensiones en mm



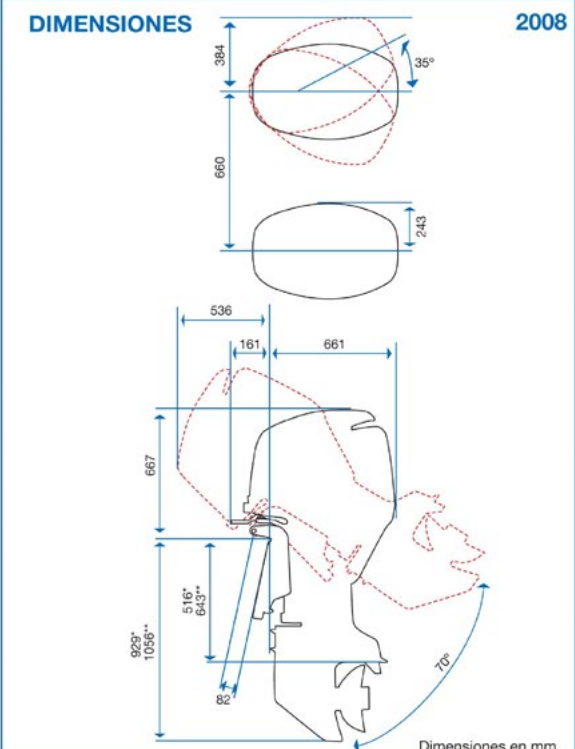
B. Información Técnica Motor Yamaha F100BETX 100 HP pata Extralarga.

**YAMAHA**
MOTORES FUERA DE BORDA

F100BETL*
F100BETX**



DIMENSIONES



2008

Dimensiones en mm

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	ACCESORIOS INCLUIDOS
Tipo de motor 4 Tiempos, 16 válvulas, 4 cilindros en línea DOHC	Kit de herramientas
Desplazamiento 1596 c.c.	Hélice de aluminio
Diámetro por carrera 79 x 81.4 mm	Manual del propietario
Potencia de salida 100 HP @ 5500 rpm	Cuerda auxiliar
Rango máx. 5000 - 6000 rpm	10 Cuartos de aceite motor SUPRA 4T (Inicial y primer cambio)
Régimen mín. 850 ± 50 rpm	3 Pintas de aceite de transmisión TRANSMILUBE
Bujía LFR5A-11	Filtro aceite motor primer cambio (10 horas)
Relación de compresión 8.9 : 1	Juego de 4 bujías de repuesto
Sistema de combustible 4 carburadores con bomba de aceleración	Tanque auxiliar (para combustible)
Encendido CDI (microcomputadora)	Manguera combustible
Sistema de arranque Eléctrico	Filtro de combustible Racor
Sistema de mandos Remotos	Tomillos de montaje
Sistema de inclinación Eléctrico (PTT)	Tacómetro digital multifunción (*)
Sistema de lubricación Por cárter húmedo	Extensión alarmas
Capacidad depósito aceite 4.3 lts	Extensión tacómetro
Peso 184.8* - 189.5** Kg	Extensión trim
	Cables de control
	Caja control sencilla
	Varilla guía

(*) 1 Tacómetro digital con las funciones de - Tacómetro (RPM) -Ind. de Trim - Horómetro -Alarmas por alta temperatura y baja presión de aceite.

C. Cotización emitida por Nicmar LTDA. Motor Yamaha F100BETX 100 HP pata Extralarga

NICHIMAR DE COMERCIO LTDA.

Miraflores No.113 Of.83 Santiago RUT: 79.516.030-2

Fono fax: (02) 6339269-6337865

Número : 10300

Fecha : 18-May-12

COTIZACION

Señores: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso / RUT 61.669.200-8

Direcc. : Avenida Brasil No. 2950

Ciudad : Valparaíso

At.Sr. : boris.ivelic@ead.cl

Fax:

Cantidad

Modelo

Descripción

Precio Unit.

Total Neto

1

F100BETX

Motor F.Borda Yamaha 100Hp

Motor 4 Tiempos , Motor 4 cilindros en Linea ,c/Carburadores Cilindrada 1596 cm³ , Levante Hidráulico , Mando a Distancia , Arranque Eléctrico, Pata Extralarga 25.3",Max.consumo 31.9 L/h

Accesorios incluidos con Motor :

* Hélice (instalada) 13 1/4 x 17 - K

* Kit de Herramientas Básico

* Caja de Control Remoto (con Botón de Trim y Chapa Contacto)

* Tacómetro Digital Multifunción Yamaha

* Bujías de Repuesto

* Manual de Usuario

* Pernos de Anclaje Completos

* Filtro de Aceite de Repuesto

* Cable de Batería

* Manguera de Combustible Completa (con Conectores y Pera)

* Barra de Dirección

* Arnéses Eléctricos

* Cuerda de Arranque de Emergencia

* Filtro Separador de Agua Yamaha 10Mc

* Estanque de Combustible Yamaha 25 Lts

* 4 Litros de Aceite Yamalube 4T

7,829,748

7,829,748

1

AC30116

Batería Libre Mantenición 100amp

106,050

106,050

1

AC3AX013

Caja de Batería

24,500

24,500

1

6YS-83570-S5

Velocímetro Digital Multifunción Yamaha

185,000

185,000

Las Funciones de los instrumentos son:

Tacómetro: Tacómetro, Posición del Trim, Presión de Aceite, Aviso de Sobre temperatura , Horometro.

Velocímetro: Velocidad , Distancia de Viaje ,Reloj, Aviso de Carga de Batería.

Forma de Pago :

Contado Orden de Compra 30 días \$ 9.450.000.-

Contado al día contraentrega \$ 9.100.000.-

Valores con IVA Incluido.

Plazo de entrega :

Con Stock Disponible.

Despacho por línea de transporte de su preferencia con Flete por Pagar en Destino.

Observaciones : La Hélice Estándar de Fabrica es paso 17, podemos cambiarla al momento de la entrega del motor por una adecuada al tipo de embarcación y trabajo que realizará.

Neto

\$ 8,145,298

Descuento

\$ 204,122

Total Neto

\$ 7,941,176

Cotización válida por 30 días.

I.V.A. (19%)

\$ 1,508,824

% Descto: 3

Emitida por : Iván Avilés N.

TOTAL

\$ 9,450,000

ANEXO 3: CONSTRUCCIÓN MODELOS

Retomando los aspectos desarrollados para la superestructura se confecciona en fibra de vidrio para las pruebas en el túnel de viento y de arrastre para el cálculo de resistencia.



Figura 1.- Superestructura en fibra de vidrio. Fuente: Propia.

Para la construcción de los nuevos perfiles alares, se realiza un molde en MDF de 5,5 mm. Se cortó en la máquina láser de la Escuela de Arquitectura, posteriormente se ensamblan las piezas para dar forma al molde.

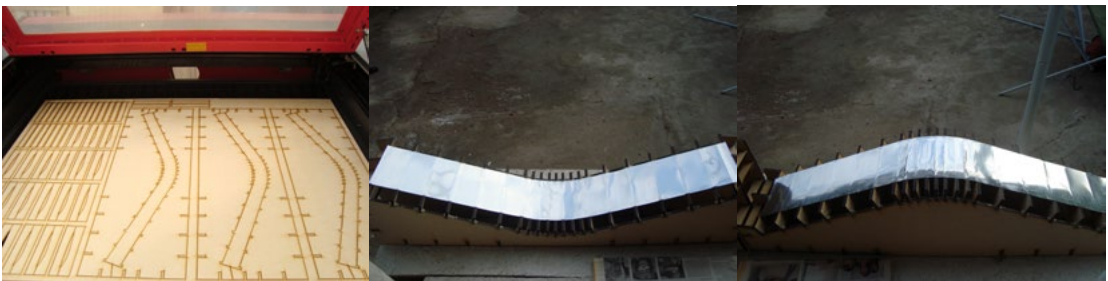


Figura 2.- a) Cortes del molde en láser. b) y c) Moldes inferior y superior con offset de cartulina metálica. Fuente: Propia.



Figura 3 .- Materiales utilizados para el enfibrado. Fuente: Propia.



Figura 4.- a) y b) Moldes inferior y superior enfibrados con dos capas de matt. c) Struts verticales enfibrados en ambas caras con dos capas de fibra matt. Fuente: Propia.

Posteriormente se desmoldan y cortan los sobrantes de fibra, se arman bastidores con los moldes para sugetar los perfiles verticales incrustados en la curva

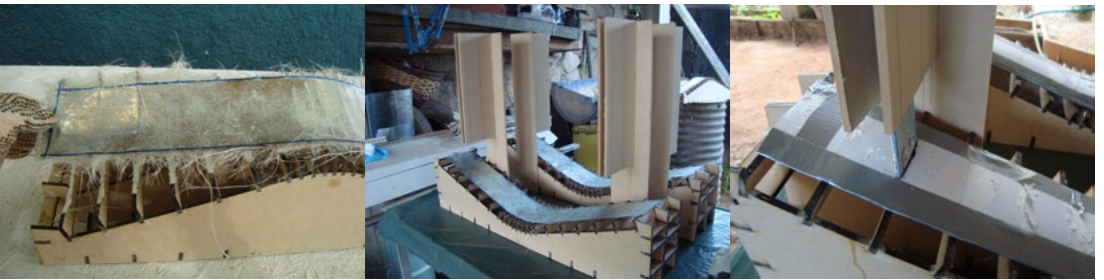


Figura 5.- a) Desmoldaje de las capas enfibradas. b) y c) Verificación de la curva y unión de ambas caras para llenado. Fuente: Propia.



Figura 6.- a) Llenado de los perfiles con resina. b) y c) Perfiles desmoldados. Fuente: Propia.

ANEXO 4: DEMOSTRACIÓN AERODINÁMICA

Se realizan ensayos en el túnel de viento para observar si el diseño de la superestructura propuesto genera turbulencias para re diseñar la propuestas. El análisis se hace visualmente a través de videos utilizando diferentes variables de frecuencia.



Figura 1.- Modelo en el interior del túnel de viento. Fuente: Propia.

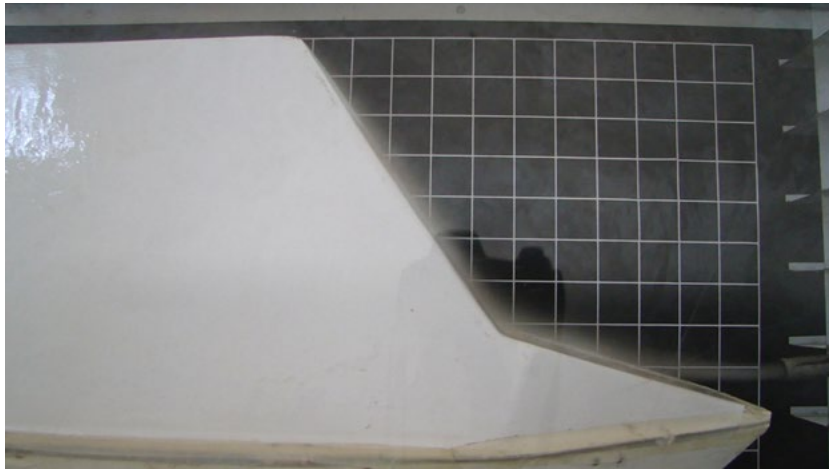


Figura 2.- Detalle proa del modelo en el interior del túnel de viento. Fuente: Propia.

ANEXO 5: SITUACIONES DE USO

Con el propósito de tener una visión más exacta de las dimensiones de cada configuración en el casco, las propuestas anteriores se dibujan utilizando el Programa Solid Works 2012. Dibujando cada objeto según las dimensiones antropométricas de la población en Chile, se logró el máximo aprovechamiento del espacio habitable para las diferentes situaciones de uso planteadas anteriormente.

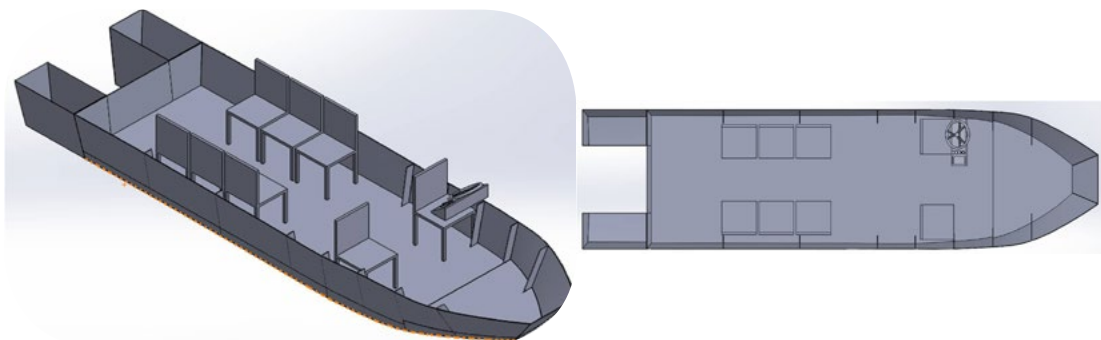


Figura 1.- Esquema de distribución en situación de traslado de 6 pasajeros con bultos pequeños. Fuente: Elaboración Propia.

Considerando la capacidad de carga máxima posible a bordo de la embarcación se plantea la distribución en el caso de requerir el traslado de un pasajero accidentado.

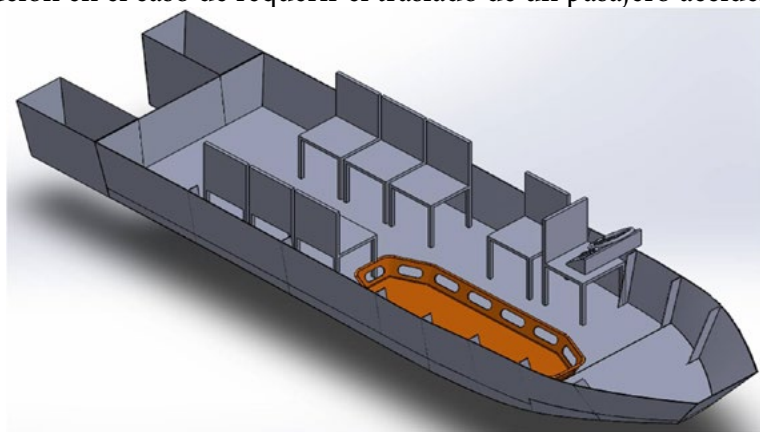


Figura 2.- Esquema de distribución en situación de traslado de 6 pasajeros con bultos pequeños y un accidentado en camilla de rescate. Fuente: Elaboración propia.

Otra de las situaciones para las cuales se que diseña la embarcación es la de tener la posibilidad de contar con una planta libre en el interior cuando se requiera trasladar objetos de flete, tanques de petróleo, tubos de gas o algún otro elemento de gran magnitud.

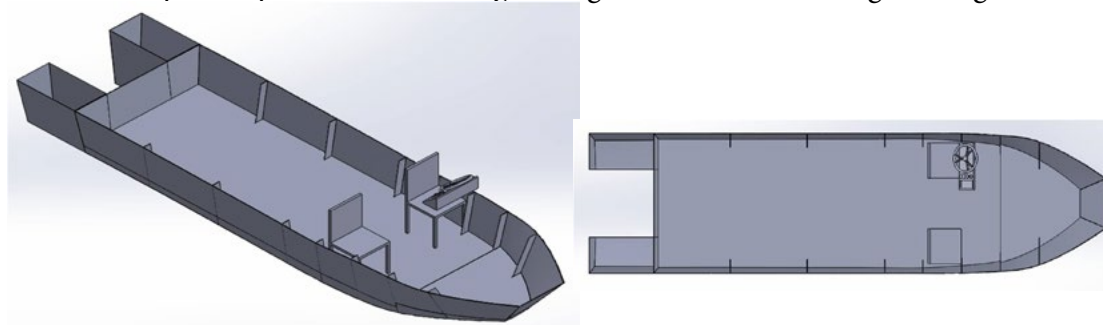


Figura 3.- Esquema de distribución en situación de 0 pasajeros y un área libre para cargas mayores. Fuente: Elaboración propia.

Para la situación de laboratorio, se plantea crear el espacio de trabajo a través de la transformación de los objetos, para esto se propone que el mobiliario sea plegable. Con lo cual gestos sencillos permitan a los pasajeros lograr una configuración de acuerdo a sus necesidades y actividades a bordo.

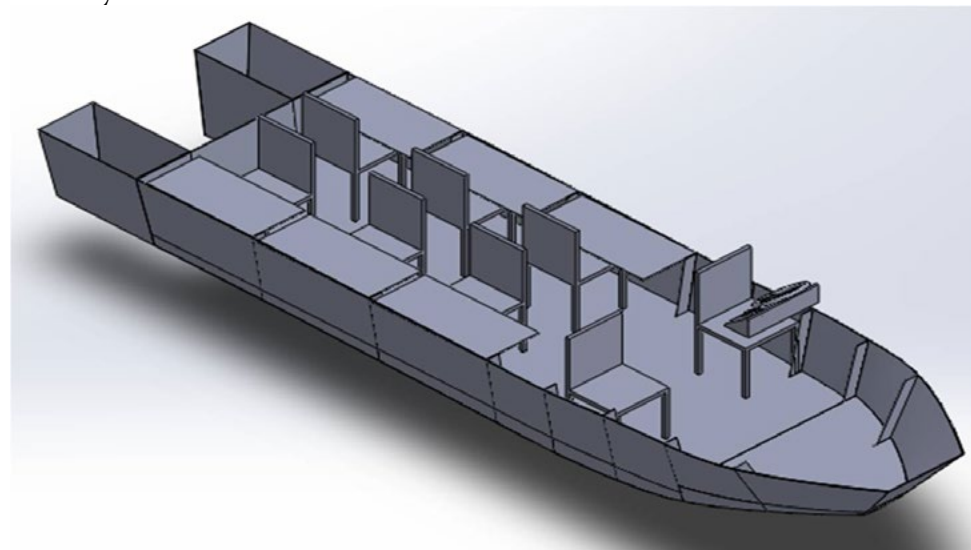
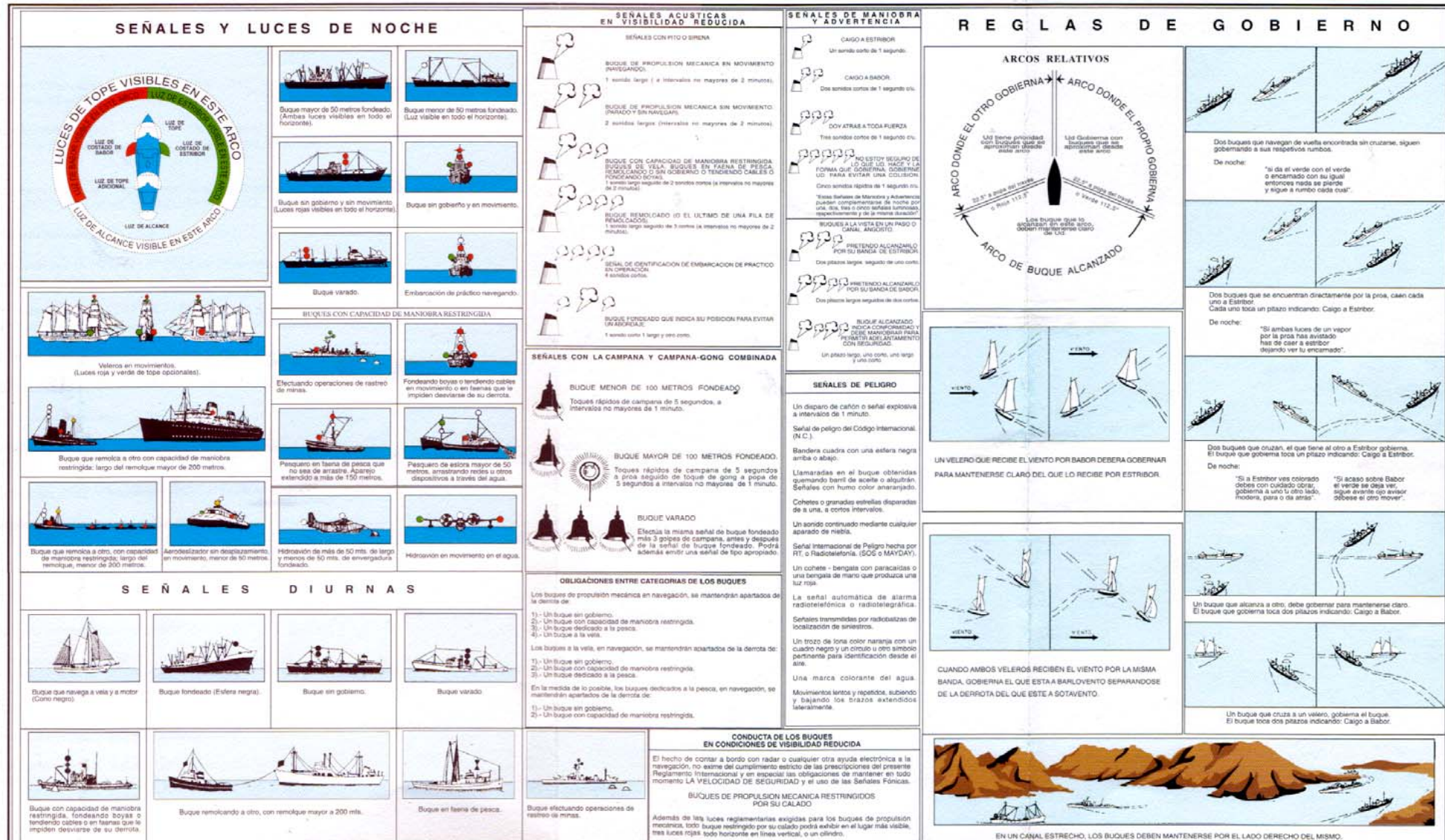


Figura 4.- Esquema de distribución en situación de laboratorio o área de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 6: REGLAMENTO INTERNACIONAL PARA PREVENIR LOS
ABORDAJES, 1972

RESUMEN GRAFICO DEL REGLAMENTO INTERNACIONAL PARA PREVENIR LOS ABORDAJES

Aprobado por la Conferencia Internacional sobre la revisión del Reglamento Internacional para prevenir los abordajes, 1972.



SEÑALES DIURNAS

BUQUE QUE NAVEGA A VELA Y A MOTOR (Congo negro):

BUQUE FONDEADO (Esterá negra):

BUQUE SIN GOBIERNO:

BUQUE VARADO:

BUQUE CON CAPACIDAD DE MANIOBRA RESTRINGIDA, FONDEANDO BOYAS O TENDIENDO CABLES O EN FAENA QUE LE IMPIDEN DESVIARSE DE SU DERROTA:

BUQUE REMOLCANDO A OTRO, CON REMOLQUE MAYOR A 200 MTS.

BUQUE EN FAENA DE PESCA:

BUQUE EFECTUANDO OPERACIONES DE RESQUE DE MINAS:

Figura 1.- Resumen Gráfico. Fuente: Reglamento Internacional para prevenir los abordajes, 1972.

ANEXO 8: CIUDAD DE AGUAS: Cabo San Lucas: Hábitat, caña y carrete.

Encargo Poética del mar, Julio 2012. Profesor: Jaime Reyes

Introducción

El presente trabajo muestra la investigación realizada sobre una Ciudad del Continente Americano la cual a través de la búsqueda y recopilación pretende demostrar que sus tradiciones, condiciones y actividades la convierten en una “Ciudad de Agua” la cual se entiende como una Ciudad cuya relación con el agua es buena, Ciudad que aprovecha el mar ya sea para navegar o hacer uso de los recursos que provee.

La Ciudad que se ha tomado para el estudio es Cabo San Lucas, ubicada en la Península de Baja California Sur en México, al ser una ciudad en la que se navega y posee un distingo muy particular en el habitar cotidiano del hombre.



Cabo San Lucas

Antiguamente llamado Yenecamú, lugar entre dos aguas por los Pericúes un grupo étnico que habitó en el extremo sur de la península de Baja California principalmente en la región de Los Cabos al noroeste de México, posteriormente la bahía de Cabo San Lucas fue el escondite de los piratas ingleses y holandeses que acechaban a los galeones de Manila en su trayecto a Acapulco.

Es desde entonces que la inmensidad del Océano Pacífico enmarca esta zona del territorio mexicano, creando bahías, golfos y entrando entre sus penínsulas. Es posible decir que es esta disposición geográfica lo que hace a Cabo San Lucas una Ciudad ideal para la navegación, a través de la que es posible descubrir la majestuosidad oceánica y de los cuerpos de agua interiores a bordo de toda clase de embarcaciones.

La relación entre hábitat, caña y carrete surge de la necesidad de definir el acto y efecto de pesca que se realiza en Cabo San Lucas. Haciendo alusión a la palabra Pesca, se trata de la actividad que se basa en la junta y recolección de distintos tipos de animales y vegetales del universo acuático, es decir, la captura y extracción de los peces u otras especies acuáticas de su medio natural o hábitat.

La pesca es una de las actividades más antiguas que ha sabido desarrollar el hombre, lo que se debe a que no requería demasiada infraestructura en su momento. A su vez, en ciertas zonas en las que se llevaba a cabo también había abundancia de recursos. Por supuesto que, en un principio, el individuo ejecutaba dicha actividad para procurarse alimentos. Cosa que ha cambiado radicalmente con el paso de los años ya que en los tiempos que corren la pesca se ha convertido en una de las principales actividades económicas a nivel mundial.

Sin embargo, es necesario hacer una distinción entre pesca artesanal, industrial, submarina y deportiva. Para la primera, quienes practican usan técnicas de carácter tradicional, en el que no existe desarrollo tecnológico. Habitualmente se destina para el auto consumo, aunque existen quienes la

destinan a la comercialización. Se llama pesca industrial a la que se lleva a cabo con el objetivo de conseguir un gran número de capturas. Por eso mismo, suele realizarse por medio de grandes embarcaciones, lo que precisa de una infraestructura portuaria que sea la adecuada tanto para desembarcar, como para distribuir lo que se pesque. La pesca submarina sería parecida en cierto punto a la caza, puesto que el pescador tiene que perseguir la presa hasta capturarla. Finalmente, la pesca deportiva se realiza por ocio o bien por competición, el motivo es lúdico principalmente, y por lo general, lo que se pesca se devuelve al agua sin hacerle ningún tipo de daño.

Es entonces que al abordar el concepto de pesca se define la manera en que se relaciona la Ciudad de Cabo San Lucas con su hábitat entre aguas a través de la caña y el carrete los dos instrumentos principales para desarrollar la actividad.

La hipótesis es proponer el hábitat, la caña y el carrete, como aquello que al encontrarse con el hombre inciden en su comportamiento y modo de trasladarse haciendo de Cabo San Lucas una Ciudad de aguas, en la que el agua es vital en la búsqueda de ese hábitat entre el Mar de Cortés y el

Océano Pacífico. Mostrando este acto como la particularidad más notable de que la ciudad nace involuntariamente desde las aguas.

El pretexto exacto para la navegación en Cabo San Lucas es sin duda la pesca deportiva; desafiar la fuerza de las olas, mientras se disfruta del cobijo de los rayos del sol sobre un yate, o en un bote desde la marina es imprescindible pues una intensa actividad marítima se ancla aquí para que los residentes y visitantes abandonen la orilla de la playa a bordo de veleros, yates, embarcaciones pesqueras y pequeñas lanchas y se aventuren hacia el horizonte del agua para capturar diferentes especies.

En Cabo San Lucas al igual que en otras Ciudades de México ésta actividad está regida por la Ley General de Pesca y acuacultura Sustentables Norma 017/Pesc/1994 en la que se reservan 6 especies exclusivas para la pesca deportiva Marlin, Pez vela, Pez espada, dorado, Pez gallo, y Sábalo. También incluye las determinaciones específicas sobre la práctica, usos de artes y carnadas y los lineamientos sobre límites y captura.

Es así que se practica la modalidad de “Pescar y Soltar” para asegurar la sustentabilidad de las especies de pesca deportiva la cual tiene como propósito minimizar el estrés de captura de los peces y maximizar la

supervivencia de éstos al momento de dejarlos en libertad. También sugiere las técnicas de seguridad para la captura y liberación ya que la pesca deportiva es una actividad tan popular que la modalidad es muy importante para conservar los recursos pesqueros, de esta forma, la liberación permite que puedan ser “reciclados”, esto es, que se puedan volver a pescar y, como resultado, se tendrán peces de mayor tamaño.

Como lo menciona el Diario Mexicano Radar Político en su edición del 28 de Septiembre de 2011 Cabo San Lucas ha sido calificado como uno de los mejores destinos turísticos a nivel internacional, donde se ratifica que su pesca deportiva es una de los mayores atractivos, y prueba de ello fue la captura de un Marlin Blue de 1,213 libras, siendo una de las especies más grandes en la historia. Este significativo hallazgo, podría ser un nuevo récord de Cabo San Lucas.

Es importante señalar que la marina de Cabo San Lucas es sede de más de ocho torneos anuales de pesca de diferentes especies entre los más importantes se encuentran:

- Torneo Canacintra Los Cabos
Realizado: 1er fin de semana de Mayo
Especies: Atún, Dorado y Wahoo

- IGFA World Offshore Championship Western Outdoor News
Realizado: 2do fin de semana de Mayo
Especie: Marlin, Atún, Dorado y Pez Vela
- Los Cabos Billfish Classic International Game Fish Tournament
Realizado: 3er fin de semana de Mayo
Especie: Marlin, Dorado, Atún y Pez Vela
- Los Cabos Stars and Stripes Western Outdoor News Realizado: 3er fin de semana de Junio
Especie: Dorado, Tuna y Wahoo
- Los Cabos Billfish Asociación de Hoteles
Realizado: 2do fin de semana de Octubre
Especie: Marlin, Dorado, Atún y Pez Vela
- Bisbee's Black Blue
Realizado: 3er fin de semana de Octubre
Especie: Marlin
- Los Cabos World Cup International Gamefish Tournament Realizado: Último fin de semana de Octubre
Especie: Marlin
- Los Cabos Tuna Tournament Western Outdoor News
Realizado: 1er fin de semana de Noviembre
Especie: Atún



Imagen 1.- Carteles de torneos de pesca en Cabo San Lucas. Fuente: <http://videos.mexicotraveltv.com/2012/01/torneo-de-pesca-deportiva-en-los-cabos.html>

(Pesca en Cabo San Lucas, México, 2012, <http://www.los-cabos.com.mx/Pesca/>):

“De hecho la fama que tiene Los Cabos como destino turístico se debe a que pescadores Norteamericanos, han promovido su abundante vida marina”

Las corrientes con alto contenido de plancton y otros nutrientes del Océano Pacífico y del Mar de Cortés se juntan justo aquí originando una maravillosa cadena que finaliza con los asombrosos mamíferos marinos.

Justo en medio se encuentra una gran variedad de peces de diferentes tamaños, formas y colores como el Dorado, el Atún de aleta amarilla, el Peto y el Róbalo, entre muchos más, que son precisamente las especies más codiciadas para la pesca en el Cabo.

Es así que durante los meses de Mayo, Junio, Octubre y Noviembre la Ciudad goza de fama mundial como destino de pesca deportiva gracias a la abundancia del marlín, peto, robalo, atún, y otras especies. La imagen 2 presenta un calendario de peces en las aguas Marinas correspondientes a la Ciudad de Cabo San Lucas.

Actualmente Cabo San Lucas cuenta con el Record Mundial en el IGFA con la especie Wahoo con un peso de 83.46 kg (184lb 0 oz.) el día 29 de julio de 2005 capturado por Sara Hayward.

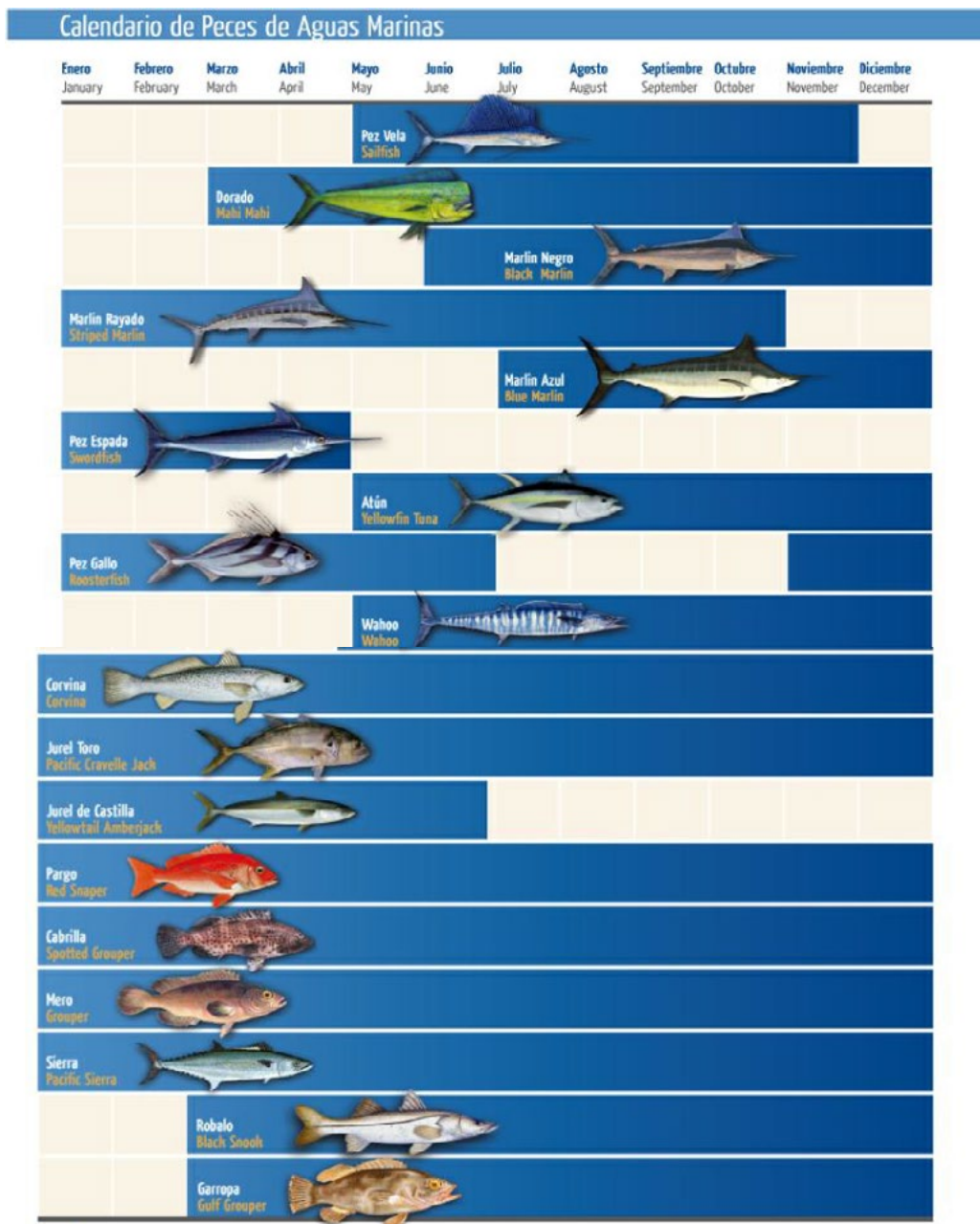


Imagen 2.- Calendario de peces en aguas en Cabo San Lucas. Fuente:
http://pescadeportiva.conapesca.gob.mx:82/wb/pesca/pd_sitio_pesca_baja_california_

La marina de Cabo San Lucas propiedad de Island Global Yachting (IGY), una marina de clase mundial, es la sede central de todos estos encuentros, torneos, campeonatos, regatas y otras competencias náuticas siendo una marina de primera clase ofrece una gama de comodidades de lujo, cuenta con 380 muelles que permiten atracar a navíos de hasta 12 pies de eslora y tiene capacidad para buques de más de 300 metros con un calado máximo de 24 pies, se encuentra estratégicamente ubicada en la punta de la península de Baja California 1000 millas al sur de San Diego es claramente una de las características que hacen a esta Ciudad uno de los principales destinos de pesca deportiva del globo además de la inmensa variedad de especies que se encuentran tanto en las aguas del Mar de Cortés como en las del Pacífico.

En la Marina de Cabo San Lucas se encuentra la flota charter de pesca más grande del mundo, con embarcaciones listas todo el año para salir a buscar peces de todas las especies, hay más de 500 buques pesqueros cuyo destino principal es donde el Mar de Cortés se encuentra con el Pacífico, ya que es donde estos dos cuerpos de agua se unen en un tumulto de marlín, pez espada, wahoo, dorado, jurel, pargo, cabrilla, corvina y pez gallo, y donde 12.000 de estas son capturadas cada año y liberados nuevamente. Ya

sea o no durante los meses más activos de la temporada los residentes disfrutan de una pesca no sólo buena sino entretenida, convirtiéndose en una actividad en la que participa toda la familia de los pescadores locales, quienes acuden diariamente a las zonas cercanas, que son las aguas de El Tule, el Marquis y el Pozo de Cota famosas por su tradición pesquera.

Gracias a la gran actividad pesquera el corazón del Cabo es su puerto deportivo, el hogar de grandes flotas de pesca deportiva, yates de lujo, barcos de alquiler para excursiones, lanchas y cruceros. Pero no es la condición de puerto lo que convierte a Cabo San Lucas en una Ciudad de Agua, sino la importancia que representa a nivel mundial en el ámbito de la pesca deportiva.

En la edición No. 30 del Torneo de pesca, Bisbee's Black and Blue marlín Tournament 2010 se logró registrar a 103 embarcaciones y el inicio del intercambio cultural con muchos otros países del mundo, con la asistencia de equipos rusos y cuatro japoneses quienes con su habilidad, buscaban llevarse la millonaria bolsa cercana a los dos millones de dólares en premios siendo una de las principales características dar una amplia difusión al Municipio de Los Cabos.

El clima de la Ciudad, es otro factor que favorece la pesca deportiva ya que desde la perspectiva del turismo, es perfecto por sus temperaturas medianas de 27 grados centígrados y más de 300 días soleadas al año. Cabe mencionar que dependiendo de la ubicación, si es más cerca del desierto o más al lado del mar, las temperaturas varían un poco y en el lado del Pacífico las temperaturas siempre son como 3 o 4 grados centígrados más fresco. La gran ventaja de esta área es una brisa fresca del mar casi todo el año. Hay pocas lluvias en toda Baja California Sur durante el verano, y desde Octubre hasta Junio existen pocas precipitaciones.

(Wikipedia, 2012, http://es.wikipedia.org/wiki/Cabo_San_Lucas, sección El despegue):

“La calidez de sus aguas, la belleza de sus playas, la abundancia de pesca deportiva y otros atributos más que posee Cabo San Lucas, han motivado a gran cantidad de inversionistas mexicanos y extranjeros a invertir en desarrollos turísticos en gran escala a partir de 1974 el gobierno mexicano creó la infraestructura de la Marina en la Ciudad para convertirlo en uno de los centros turísticos más bellos de México”.

Con una población registrada en el censo del año 2010 de 238 487 habitantes es válido el parecer de que han sido sus propios residentes los que han tomado estas aguas como propias realmente a través de la ocupación, al aprovechar sus recursos a través de la pesca deportiva y el turismo su peculiar ubicación entre el Mar de Cortés y el Océano Pacífico permite a los residentes y turistas navegar en ambas aguas en sus propias embarcaciones o bien con la posibilidad de alquilar un barco con o sin tripulación, cualquier opción es buena para recorrer estas tranquilas aguas de fácil navegación y así disfrutar de unas vacaciones en barco navegando por el desierto saliendo desde la Marina de Cabo que posee una capacidad para albergar hasta 1000 embarcaciones.

Las actividades de pesca deportiva se realizan principalmente a bordo de lanchas tipo Fisher Americano en las que destacan:

Embarcación	Descripción	Capacidad
	California 29' Es uno de los barcos más solicitados, ya que según los prestadores de servicios ofrece comodidad, y versatilidad para la práctica de la pesca deportiva. Cuenta con camarote, baño privado y un extenso equipo de pesca como el reconocido Penn International, cañas Calstar & Milton. Además de su equipo electrónico más moderno del mercado, como son: GPS, Sonda (localizador de pescado), y radio VHF con frecuencia privada, 2 sillas profesionales de pelea, 2 toldos de sombra. Este barco cuenta con moderno motor Diesel Cummins 260 hp.	Máximo 4 pasajeros.

	Crystaliner, de 34' Con su poderoso turbo motores Cummins de 330 hp, lo hacen uno de los más rápidos en Cabo. Equipado con 2 sillas de pesca de pelea, 2 toldos mellizos, además de contar con una confortable cabina privada con baño. El Ursula IV es un barco aprobado por la Marina Costera y está equipado con sistemas de seguridad abordó. Con una excelente comodidad y confort interior ofrece una amplia área en la parte exterior para pescar, contando con el equipo más fino como Calstar & Milton Carretes Penn International & Shimano, y la diversidad de equipos electrónicos como una sonda Furuno (encuentra pescados) y localizador GPS, 2 radios VHF para búsqueda y frecuencia privada, además de un amplio tanque para carnada viva.	Máximo 6 pasajeros.
	Bertram 31 pies: Este Bertram de 31 pies, tiene poderosos turbo motores Cummins 315, silla de pelea con descansa pies, baño privado, toldos, puente flotante, y cómoda cabina, tanque para carnada viva, radio para ubicar mejor las zonas de pesca.	Máximo 6 pasajeros.

	Voiler 42 ft Este Yate es famoso por su robusto casco y su tranquila navegación, equipado con 2 motores gemelos Caterpillar, alcanza velocidades de hasta 25 nudos. Espacioso y limpio ofrece más espacio y mayor atractivo por un precio accesible.	Máximo 6 pasajeros.
--	---	----------------------------

Tabla 1.- Lanchas de pesca más usadas en Cabo San Lucas tipo Fisher Americano. Fuente: Propia. . Imágenes: <http://www.ursulasfishing.com/es/fishreport.html>

Una vez a bordo de una de estas embarcaciones la actividad pesquera inicia con un recorrido que puede ser medio día o día completo, partiendo de la Marina trasladándose 10 a 30 millas dependiendo de la ubicación de la zona de pesca, consiste en un viaje grupal, con el equipo necesario para cada persona a bordo, elementos de seguridad y sobretodo la paciencia y el entusiasmo suficiente para lograr una buena captura durante el día.

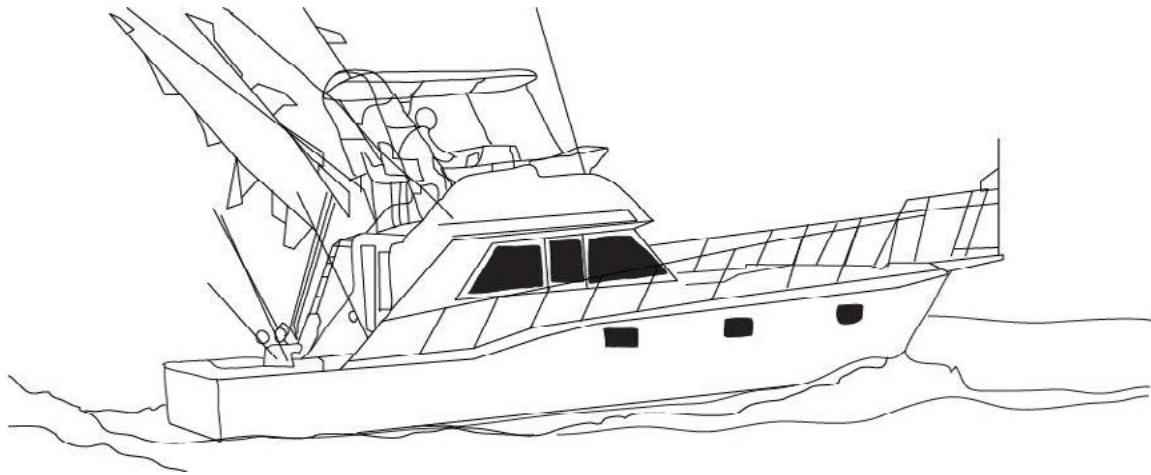


Figura 1.- Lancha de pesca tipo Fisher Americano. Fuente: Propia

No existe rival para Cabo San Lucas en la cantidad y calidad de peces que son capturados y puestos nuevamente en libertad año con año, de ahí la conocida fama de “Capital del Marlin”.

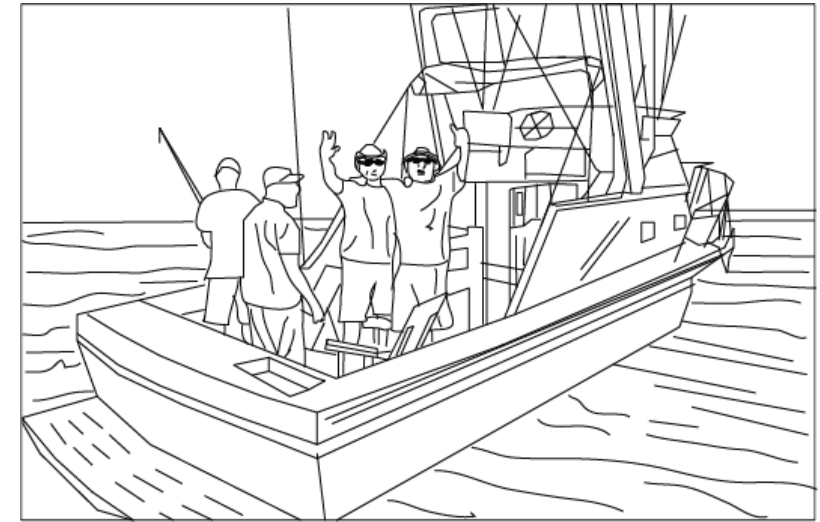


Figura 2.- Pescadores a bordo de Lancha de pesca tipo Fisher Americano. Fuente: Propia

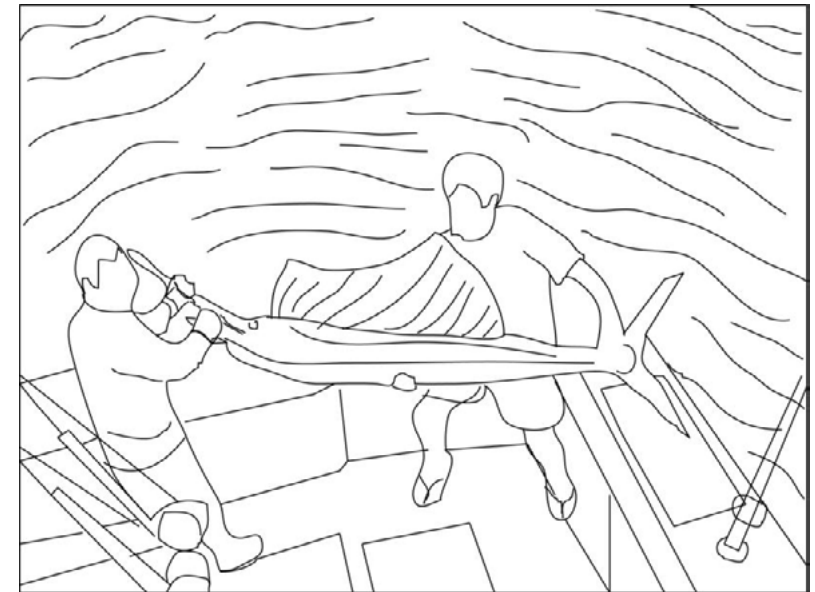
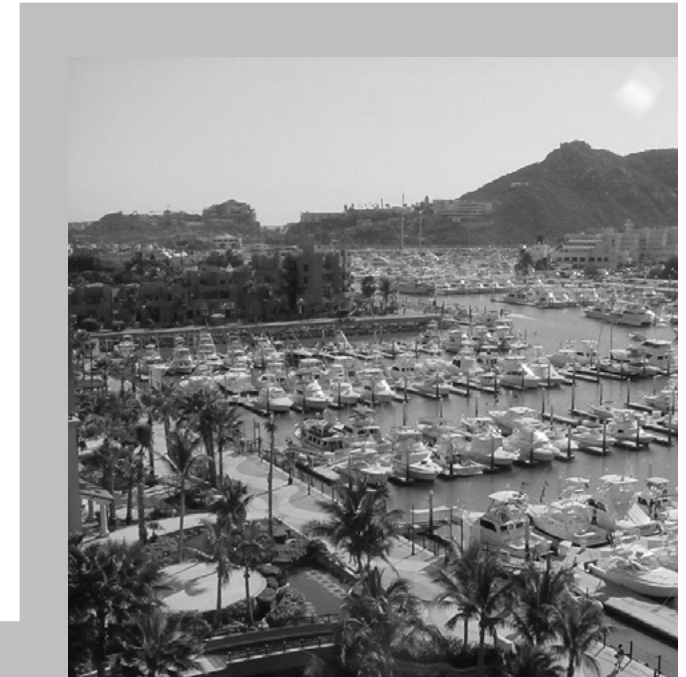


Figura 3.- Pescadores mostrando su captura a bordo de Lancha de pesca tipo Fisher Americano. Fuente: Propia

Conclusión

A través de la investigación realizada se ha concluido que Cabo San Lucas es una ciudad de aguas. Los datos recopilados permiten generar una hipótesis referente a su a su particular conexión con las aguas que la rodean.

La principal relación que se observa en esta Ciudad es la pesca deportiva, la cual se presenta como tradición del lugar, y aunque es de carácter lúdico, es una actividad que representa un gran beneficio económico, al reunir turistas y competidores durante todo el año en sus diferentes torneos. Es a esta cercana relación con el mar a que se plantea como Hábitat, caña y carrete para tratar de explicar la conexión que los habitantes tienen con las aguas.



Referencias Bibliográficas

Páginas web

1.- Explora los cabos (2012) [En línea] Disponible en:

<http://www.visitaloscabos.travel/about-los-cabos/the-pacific>

2.- Visit México (2012) [En línea] Disponible en:

<http://www.visitmexico.com/es-mx/navegacion>

3.- Explorando México (2012) [En línea] Disponible en:

<http://www.explorandomexico.com.mx/about-mexico/11/389/>

4.- Wikipedia (2012) [En línea] Disponible en:

http://es.wikipedia.org/wiki/Cabo_San_Lucas

<http://es.wikipedia.org/wiki/Peric%C3%BA>

5.- Guía turística (2012) [En línea] Disponible en:

<http://www.todooscabos.com/turismo/actividades/navegacion/navegacion.htm>

6.- Los Cabos y Cabo San Lucas (2012) [En línea] Disponible en:

<http://www.enplenitud.com/viajes/loscabos1.asp>

7.- IGY CABO SAN LUCAS (2012) [En línea] Disponible en:

<http://www.igy-cabosanlucas.com/>

8.- Fonatur API Los Cabos (2012) [En línea] Disponible en:

<http://www.fonaturoporadoraportuaria.gob.mx/micrositios/API/CaboSnLucas/TarifasCSL.asp>

9.- Ursula's Fishing Fleet (2012) [En línea] Disponible en:

<http://www.ursulasfishing.com/es/fishreport.html>

10.- MexiGo (2012) [En línea] Disponible en:

<http://www.mexigocity.com/blog/november-24-2010/baja-california-sur-la-paz-los-cabos-y-ms-all.html>

11.- Pesca Deportiva (2012) [En línea] Disponible en:

<http://pescadeportiva.conapesca.sagarpa.gob.mx:82/wb/pesca>

http://pescadeportiva.conapesca.gob.mx:82/wb/pesca/pesc_cabo_san_lucas

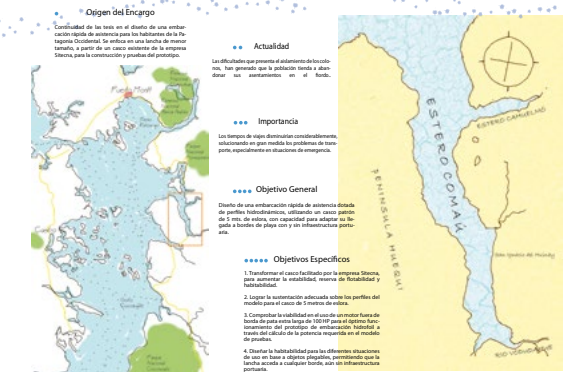
12.- Los- Cabos (2012) [En línea] Disponible en:

<http://www.los-cabos.com.mx/Pesca/>

ANEXO 9: LÁMINAS DE EXPOSICIÓN

Embarcación Rápida de asistencia para los Mares Interiores de Ola Corta en la Patagonia Occidental

Habitabilidad transformable en una Embarcación Menor con Hidrofoil



Fundamento Teórico

A partir de la teoría de marítimos de fondeo al mar patagónico.

Las condiciones ideales de fondeo al mar se han establecido en lo que corresponde a la configuración de la costa y configuración de los fondeos, siendo un único punto fondeo de comunicación al mar. Son las embarcaciones de fondeo, que tienen la capacidad de transporte en los fondeos y canales, y que son parte de la tradición de habitar y probar el mar.

Desarrollamos el concepto de fondeo a los mares de la Patagonia, unido a una plataforma necesaria y puente de comunicación entre sus bordes.

Actualmente los canales patagónicos están siendo poblados por un centenar de empresas industriales y cables aéreos, en áreas industriales como por ejemplo, un asentamiento de actividades fondeo que el fondeo que habita antes antes un puerto superior, controla el punto del fondeo para el fondeo que habita a largo y el mar. La embarcación pasa a ser parte de la configuración del espacio a ser fondeo, por lo tanto, la configuración marítima y del mar en la configuración en la configuración del fondeo. (Silecta Silecta, Apur, Carta del mar nuevo, 1988, página 33)

Fundamento Creativo

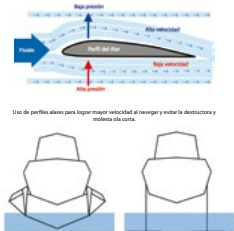
Incorporando el principio de transición como conectividad de mar y aplicando la teoría de productividad en la habitabilidad de la barca.



Hipótesis

A través de un casco de 5 m de eslora con estabilidad y capacidad en agua, debido a su fondeo con un motor fuera de borda en su espacio. Propulsado por un motor fuera de borda de 100 hp. Con algunas plataformas en el fondeo para múltiples usos y una plataforma al mar. Con una trípode para acceder a las bordes habitables.

Fundamento Técnico

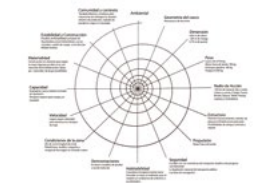


Embarcación Rápida de asistencia para los Mares Interiores de Ola Corta en la Patagonia Occidental

Habitabilidad transformable en una Embarcación Menor con Hidrofoil

Metodología

Espiral de diseño y requerimientos de alto nivel



Representación tridimensional



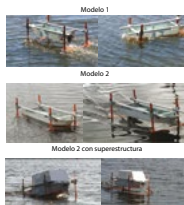
Modificación 3D



Demonstración estructural



Demostraciones hidrodinámicas



Resultados

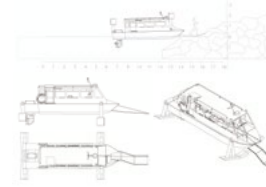
MODELO DE PRUEBAS No. 2

Intensidad en peso, con motor en su vórtice y capacidad en peso.

Como resultado de los parámetros planteados en la Espiral de diseño se logra resolver lo siguiente:

1. Aumento de flotabilidad y capacidad de carga en el caso de fondeo la geometría del casco patrón.
2. Planchas de Aluminio de 3 mm en paredes laterales y de 4 mm en el fondo para la extensión de 1m en la eslora, para la capacidad de peso patrón de 3 mm.
3. Diseño de una rampa de acceso de aluminio de 2.70 m de largo, 6 mm de espesor, con perfiles "L" en los bordes exteriores.

Resultados, análisis de



Conclusiones

Como resultado de los

- A través del análisis de los resultados obtenidos con los modelos aplicados en ambos modelos se concluye que:
1. La configuración del modelo de pruebas 1 en la que ambos perfiles alares tienen ángulos de ataque de 2° en la eslora, para la capacidad de peso patrón de 3 mm.
 2. En ambos casos se ha logrado determinar la estabilidad en el caso del motor fuera de borda donde la flota se sumerge lo suficiente para evitar la resistencia.
 3. En los resultados de los perfiles de ataque hidrodinámicos, el modelo de pruebas 1 desarrolla una potencia de 15.10 kW a una velocidad de 25 m/s, mientras que el modelo 2 con superestructura desarrolla 47.80 kW de potencia a 25 m/s de velocidad, ambos resultados dependen de las variables de peso en el modelo, con la longitud en el ataque y ángulo de ataque en los perfiles.
 4. Al intervenir la geometría del casco patrón aumentando el ángulo en peso de 12° a 13° se logra obtener

- se concluye también que es necesario continuar con la fase experimental y lograr:
1. Realizar pruebas de ataque del modelo del casco patrón alares, para tener un patrón de comparación en la potencia requerida en la configuración de la embarcación transformable.
 2. Diseñar y probar una serie de perfiles hidrodinámicos como los perfiles para la configuración de la embarcación transformable, para determinar el patrón de la configuración y determinar la superficie requerida en el perfil.
 3. Realizar pruebas hidrodinámicas del casco en un canal de viento para determinar posibles hidrodinámicas generales para el diseño de la superestructura, hacer mediciones de resistencia y modificar el diseño o el material.

ANEXO 10: MAQUETAS

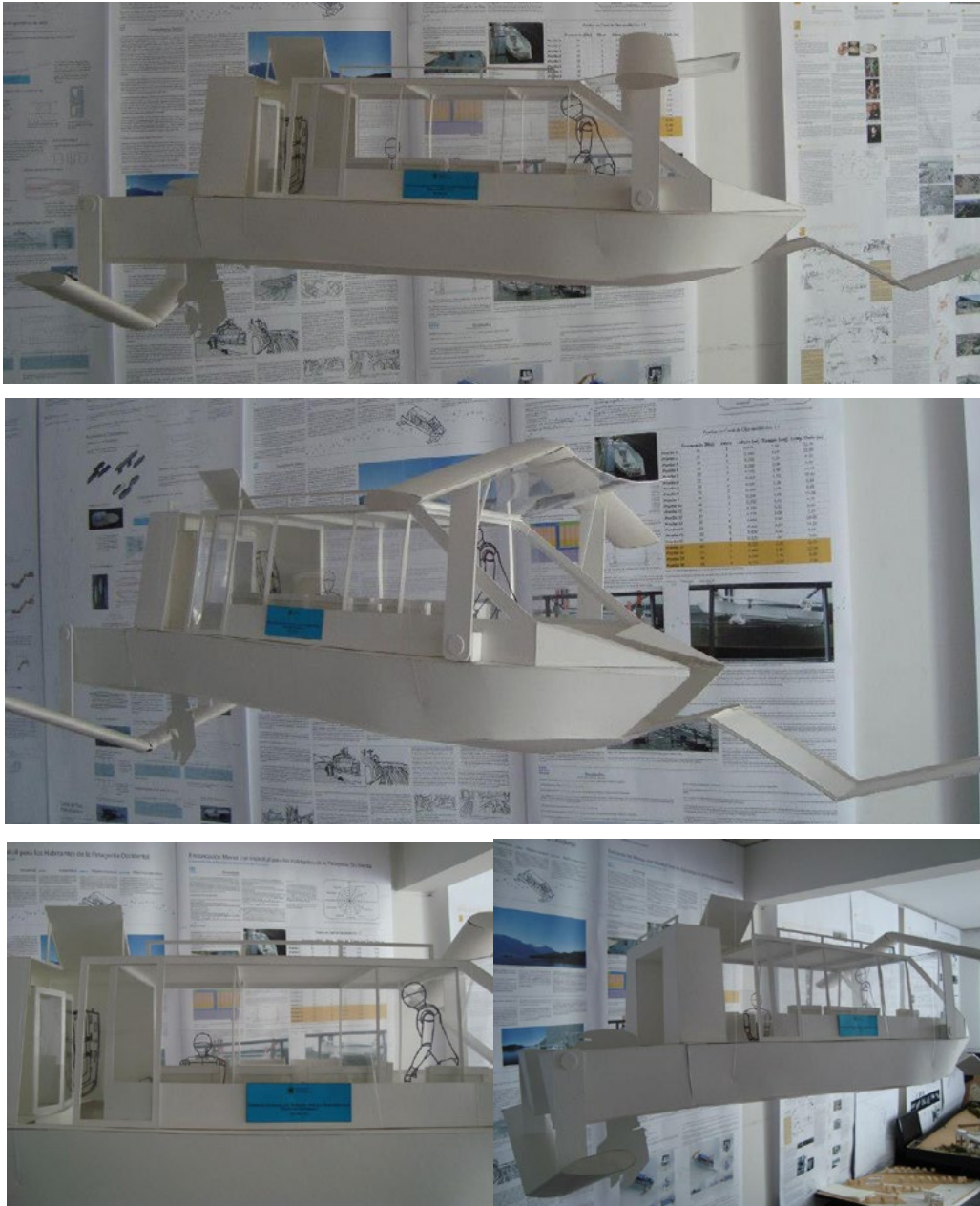


Figura 1 .- Maqueta 2ndo semestre Diciembre de 2012. Fuente: Propia.



Figura 2 .- Maqueta 3er semestre Julio de 2013. Fuente: Propia.

ANEXO 11: VISUALIZACIONES 3D

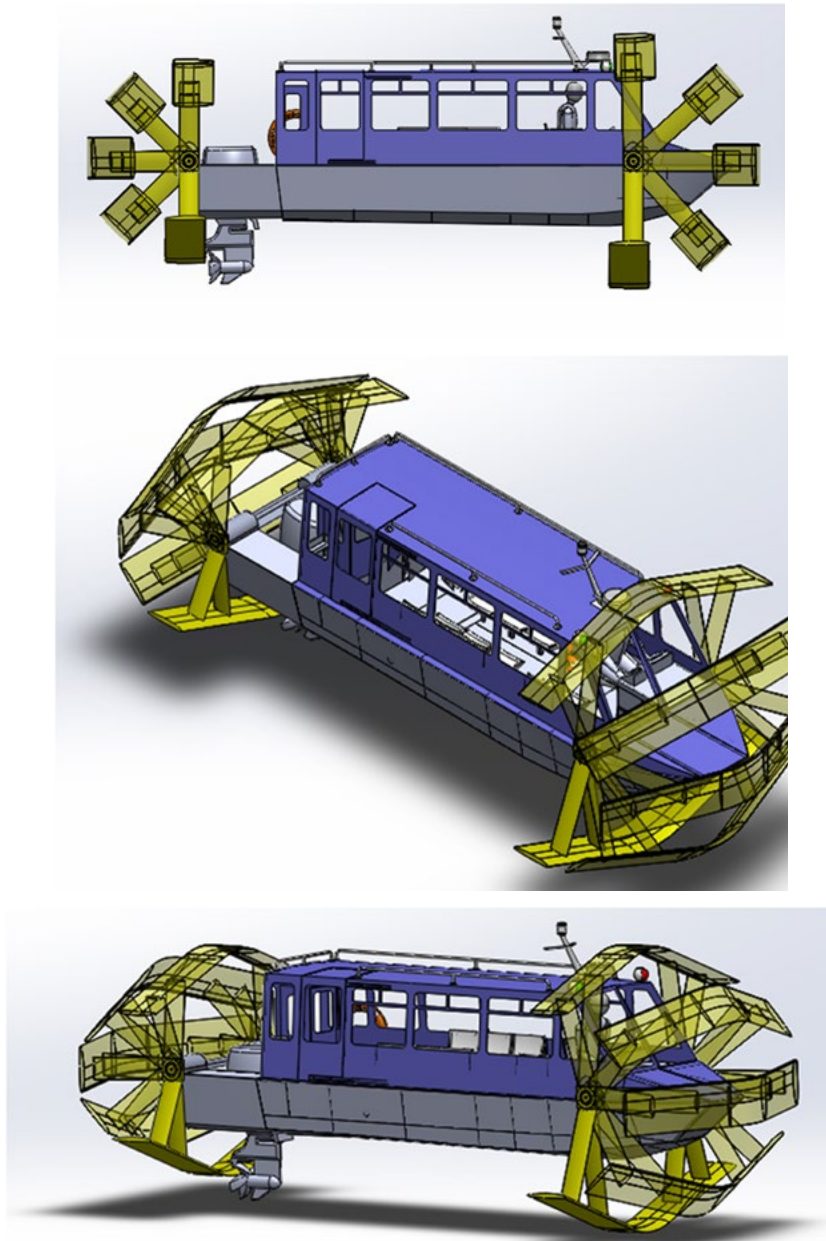


Figura 1 .- Pivoteo de perfiles alares. Fuente: Elaboración propia.

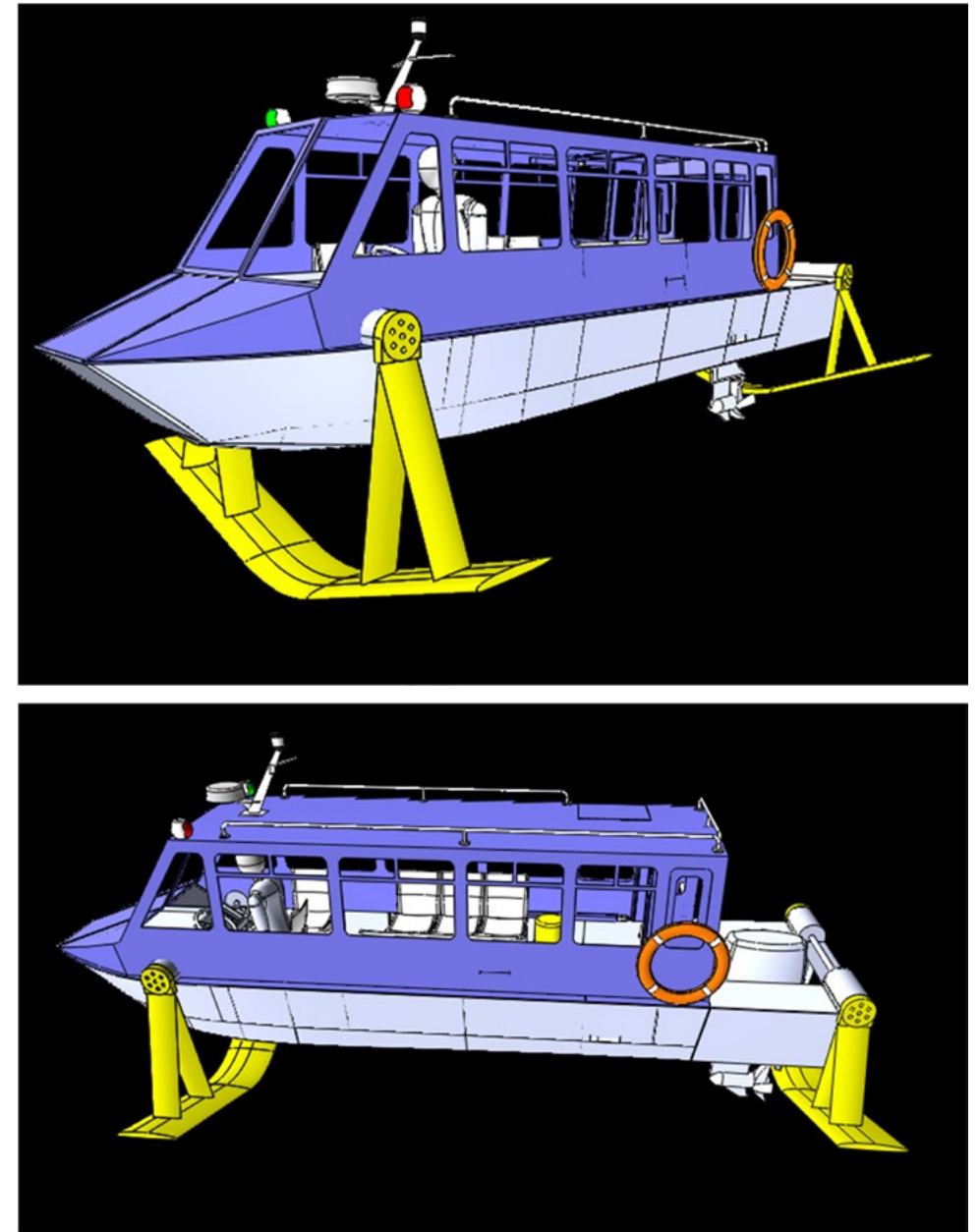


Figura 2 .- Vistas axonométricas. Fuente: Elaboración propia.

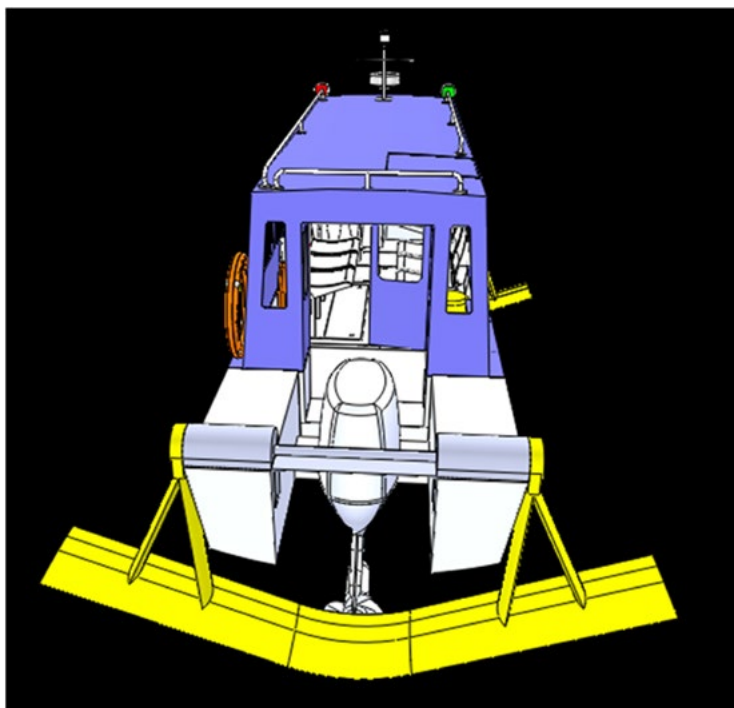
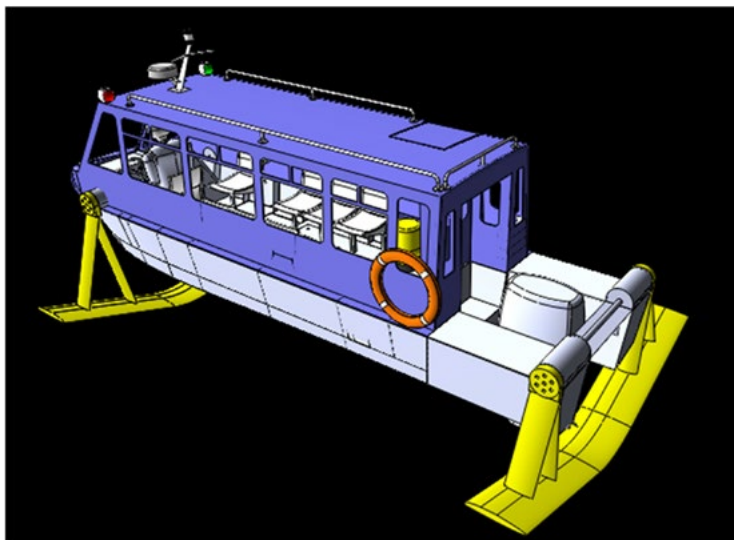


Figura 3 .- Vistas axonométricas. Fuente: Elaboración propia.

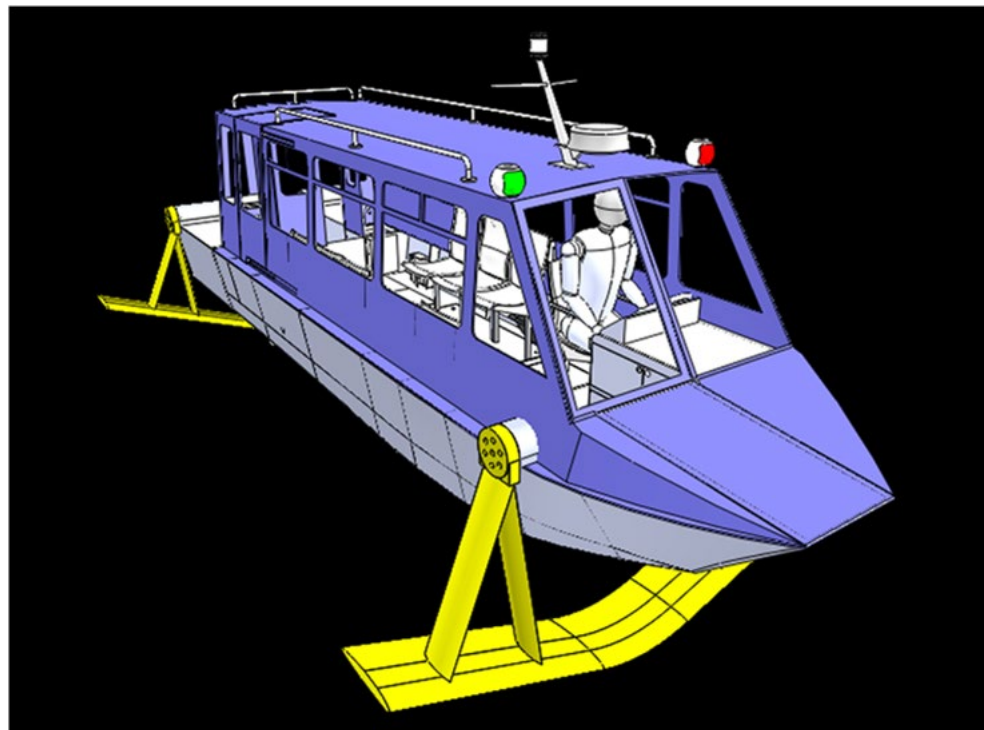
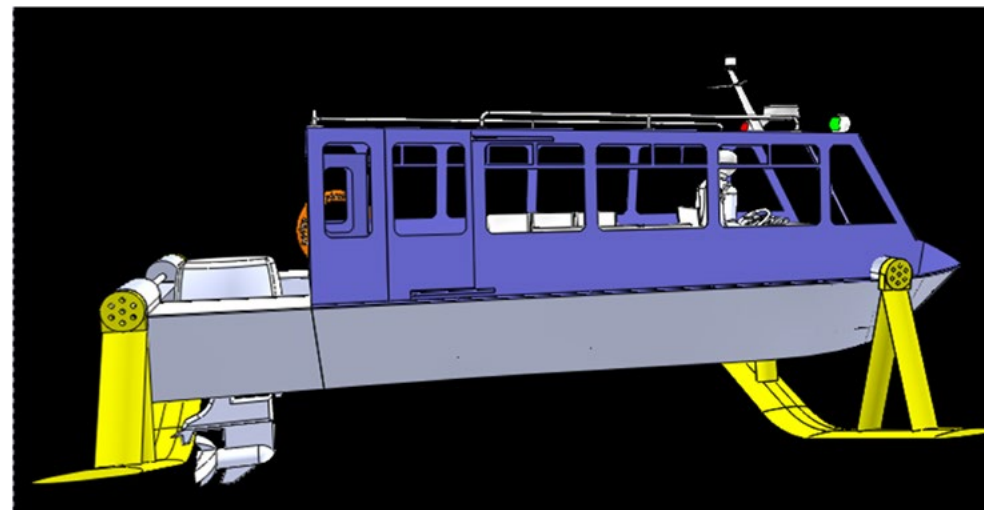


Figura 4 .- Vistas axonométricas. Fuente: Elaboración propia.

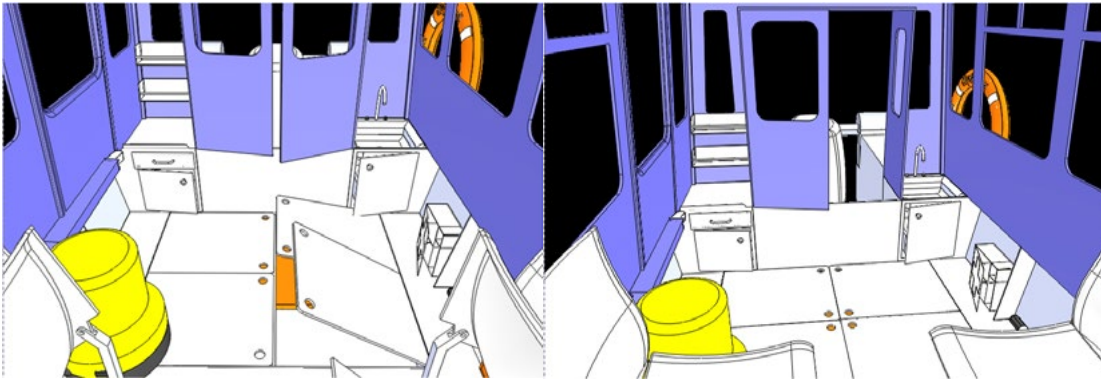


Figura 5 .- Espacios bajo suelo, interior embarcación. Fuente: Elaboración propia.

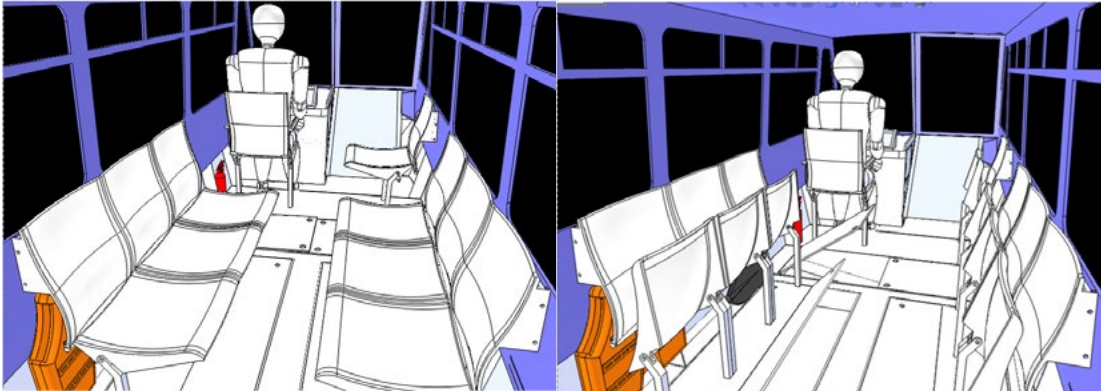


Figura 6 .- Asientos plegables, interior embarcación. Fuente: Elaboración propia.

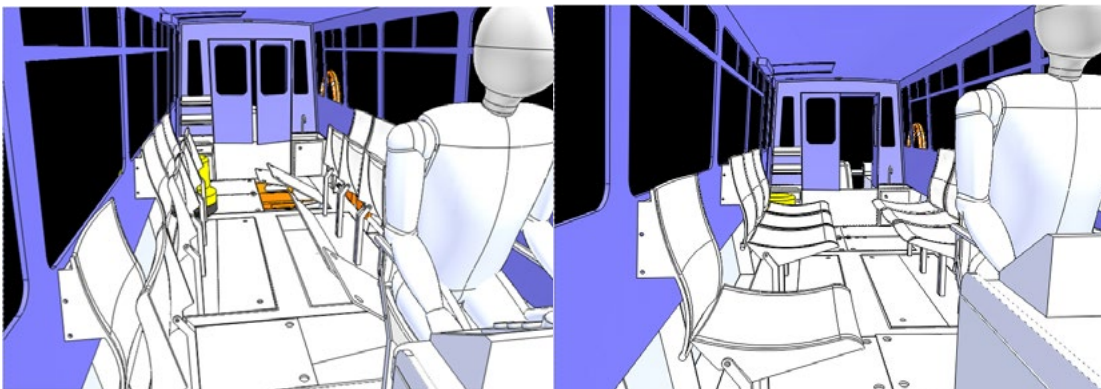


Figura 7 .- Habitabilidad transformable desde proa. Fuente: Elaboración propia.

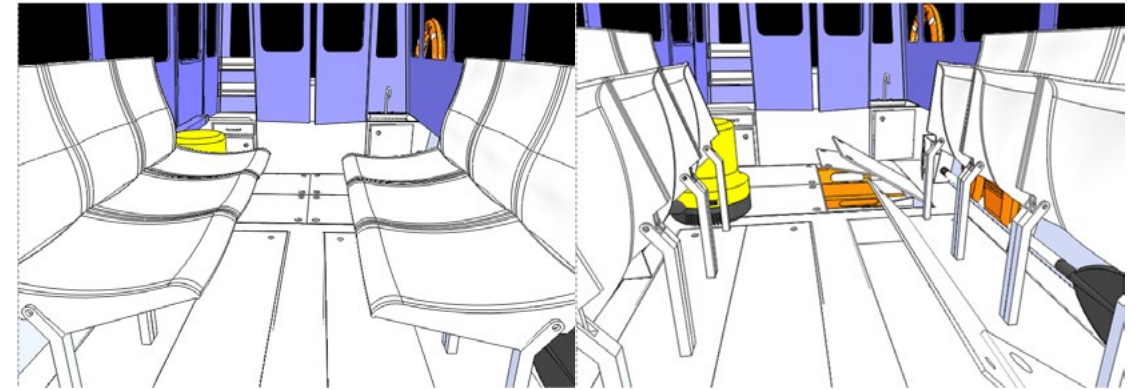


Figura 8 .- Habitabilidad transformable interior. Fuente: Elaboración propia.

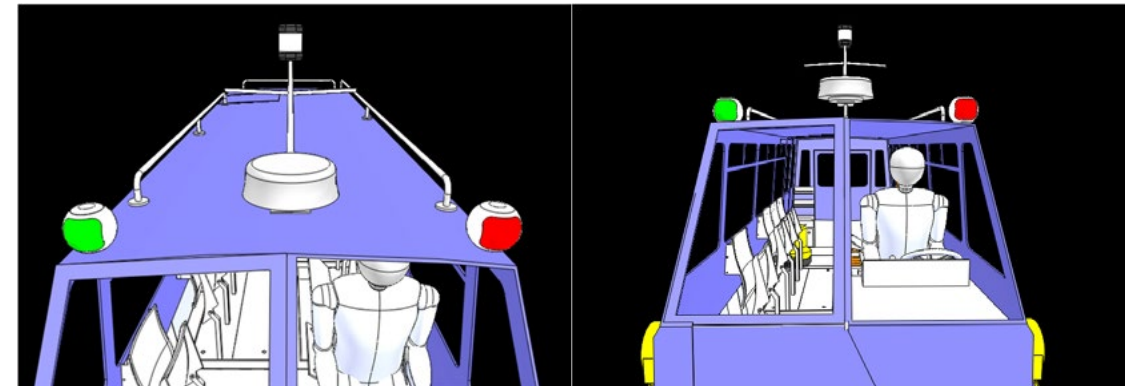


Figura 9 .- Detalles externos en proa. Luces , radar, pasarelas y parabrisas. Fuente: Elaboración propia.

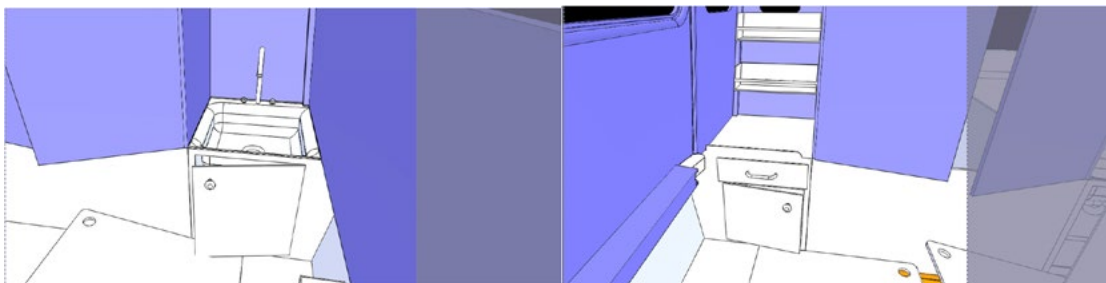


Figura 10 .- Espacios interiores en babor y estribor. Fuente: Elaboración propia.

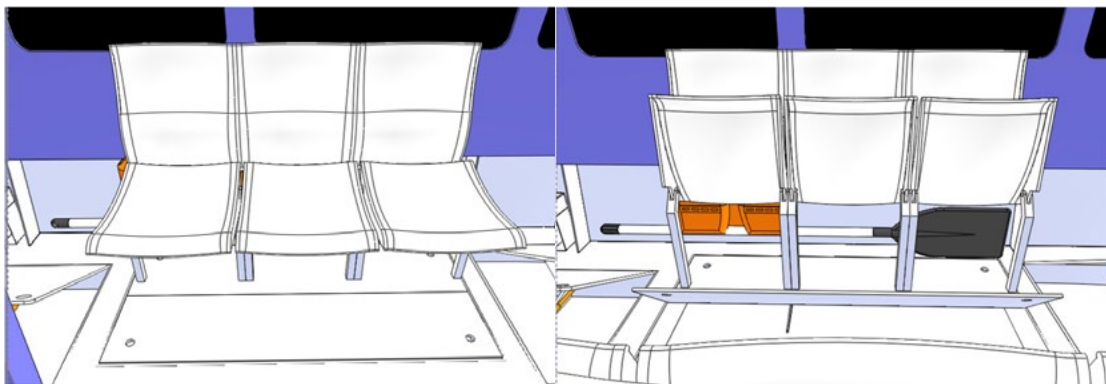
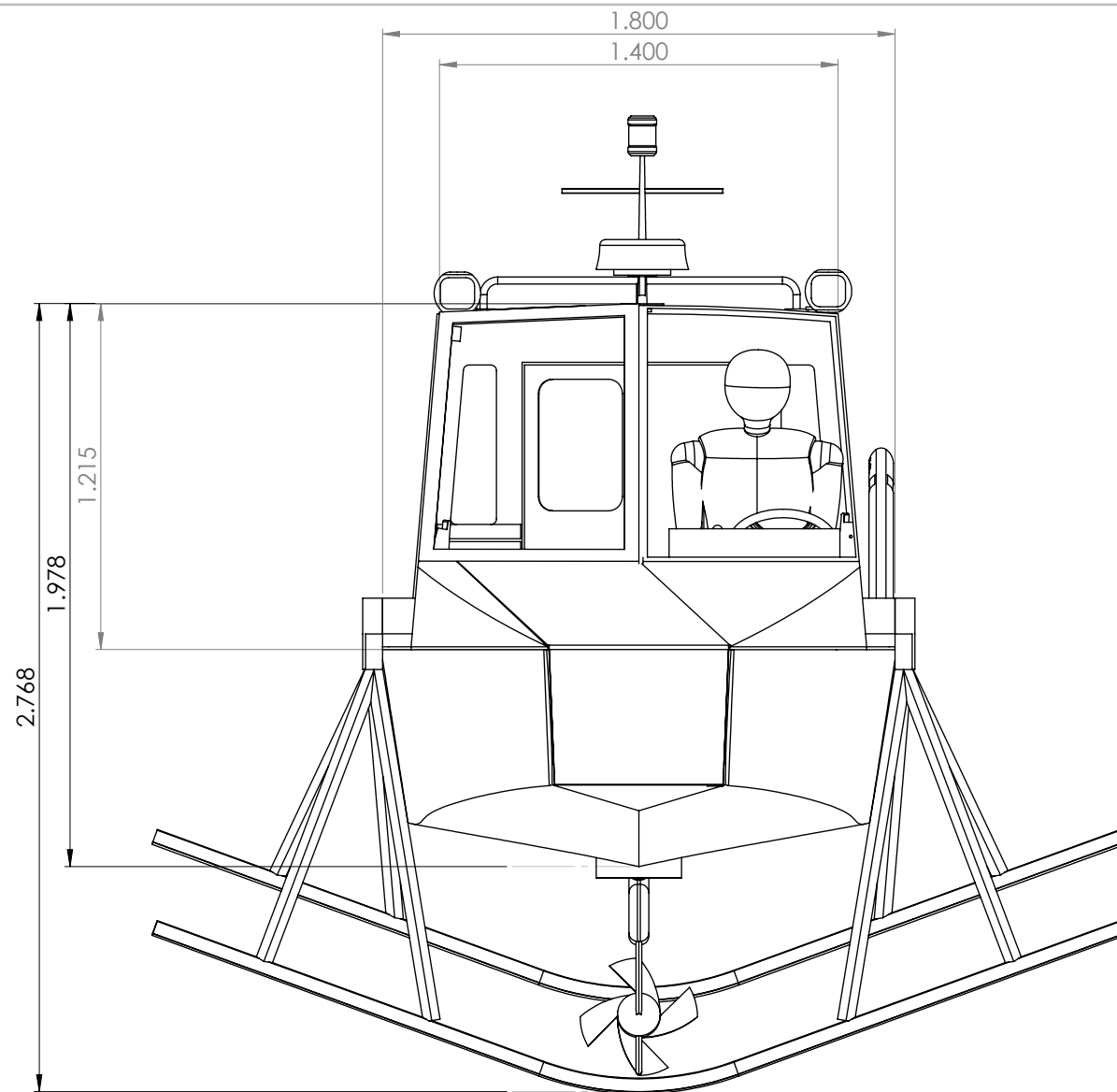


Figura 11 .- Asientos plegables, interior embarcación. Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 12: PLANIMETRÍAS



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

MAGÍSTER EN ARQUITECTURA Y DISEÑO MENCIÓN: NÁUTICO Y MARÍTIMO

TÍTULO: PLANIMETRÍA GENERAL DEL PROTOTIPO

ELEVACIÓN FRONTAL GENERAL

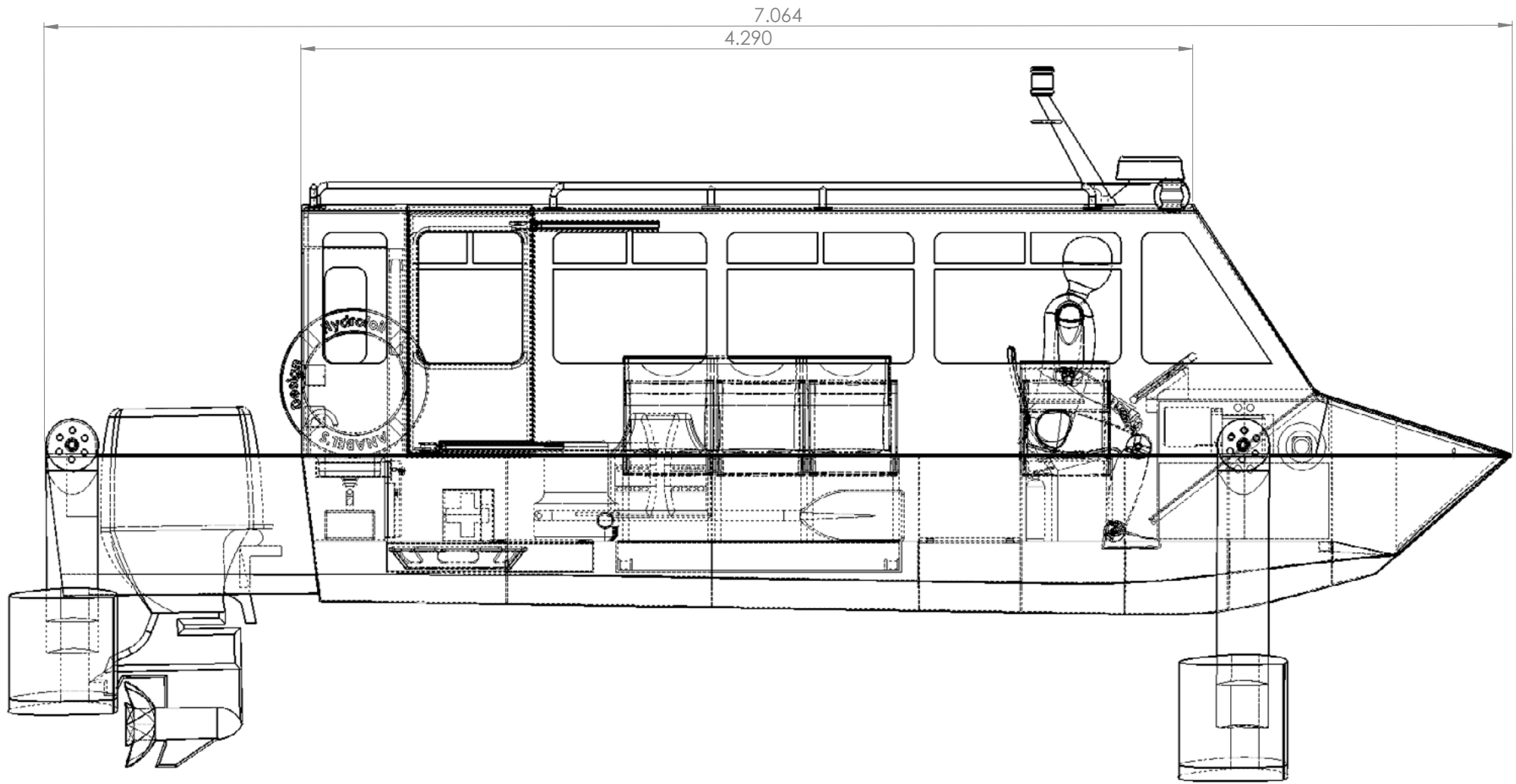
DESCRIPCIÓN:

EMBARCACIÓN MENOR CON HIDROFOIL

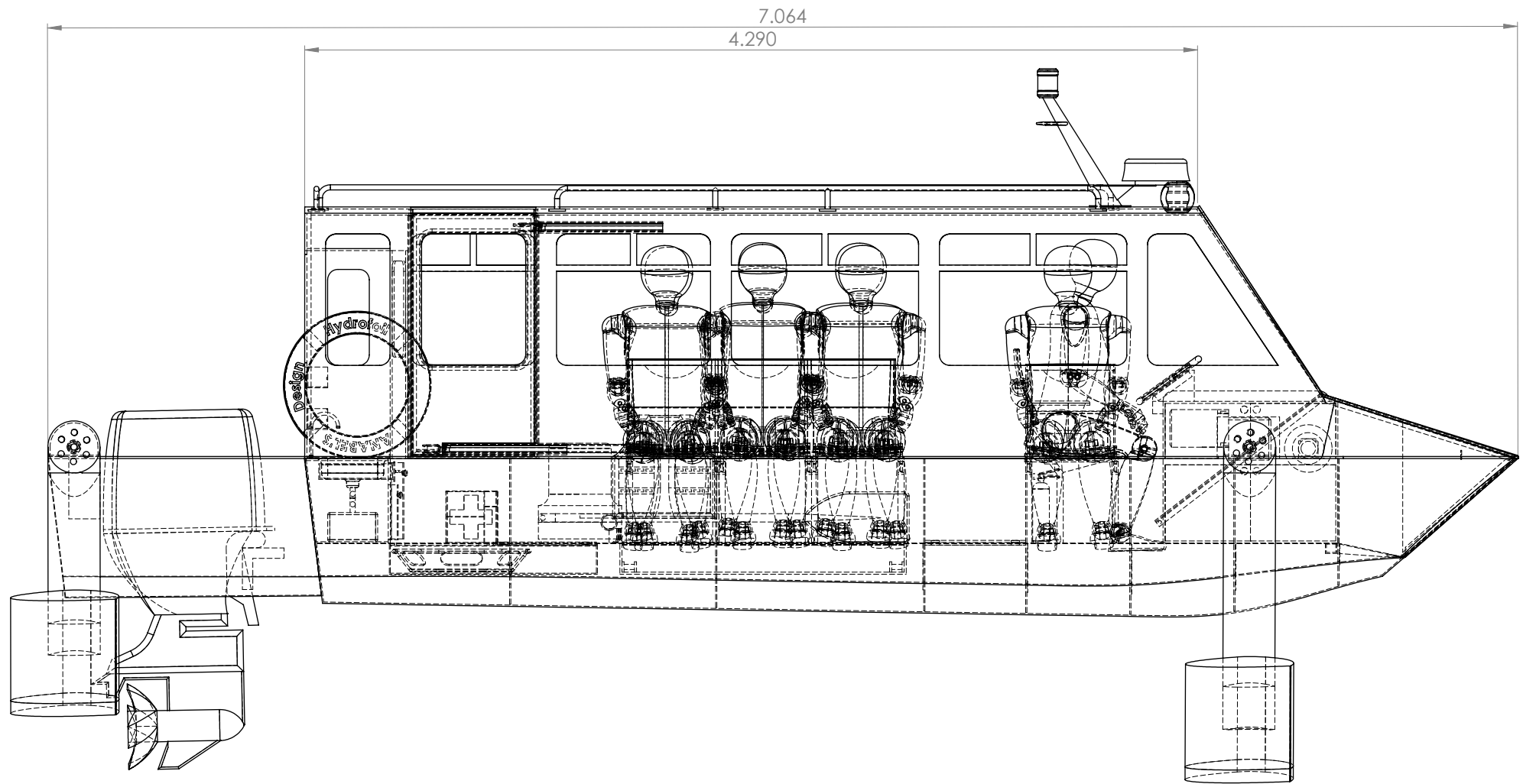
ESCALA 1:24

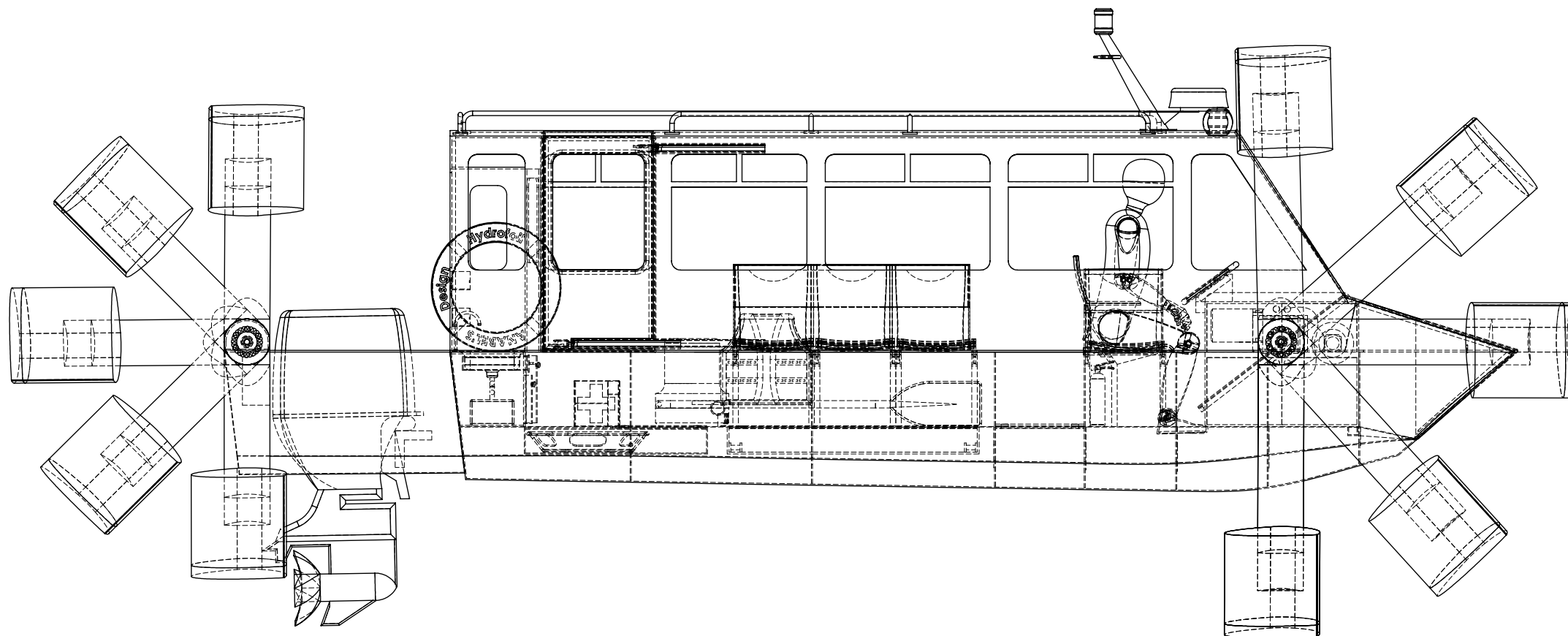
UNIDADES M

HOJA 1 DE 28



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO		ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO	
MAGÍSTER EN ARQUITECTURA Y DISEÑO MENCIÓN: NÁUTICO Y MARÍTIMO			
TÍTULO: PLANIMETRÍA GENERAL DEL PROTOTIPO			
ELEVACIÓN LATERAL GENERAL ASIENTOS PLEGADOS			
DESCRIPCIÓN:	EMBARCACIÓN MENOR CON HIDROFOIL		
ESCALA 1:24	UNIDADES M		HOJA 2 DE 28





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO	ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
---	----------------------------------

MAGÍSTER EN ARQUITECTURA Y DISEÑO MENCIÓN: NÁUTICO Y MARÍTIMO

TÍTULO:

PIVOTE DE PERFILES HIDRODINAMICOS

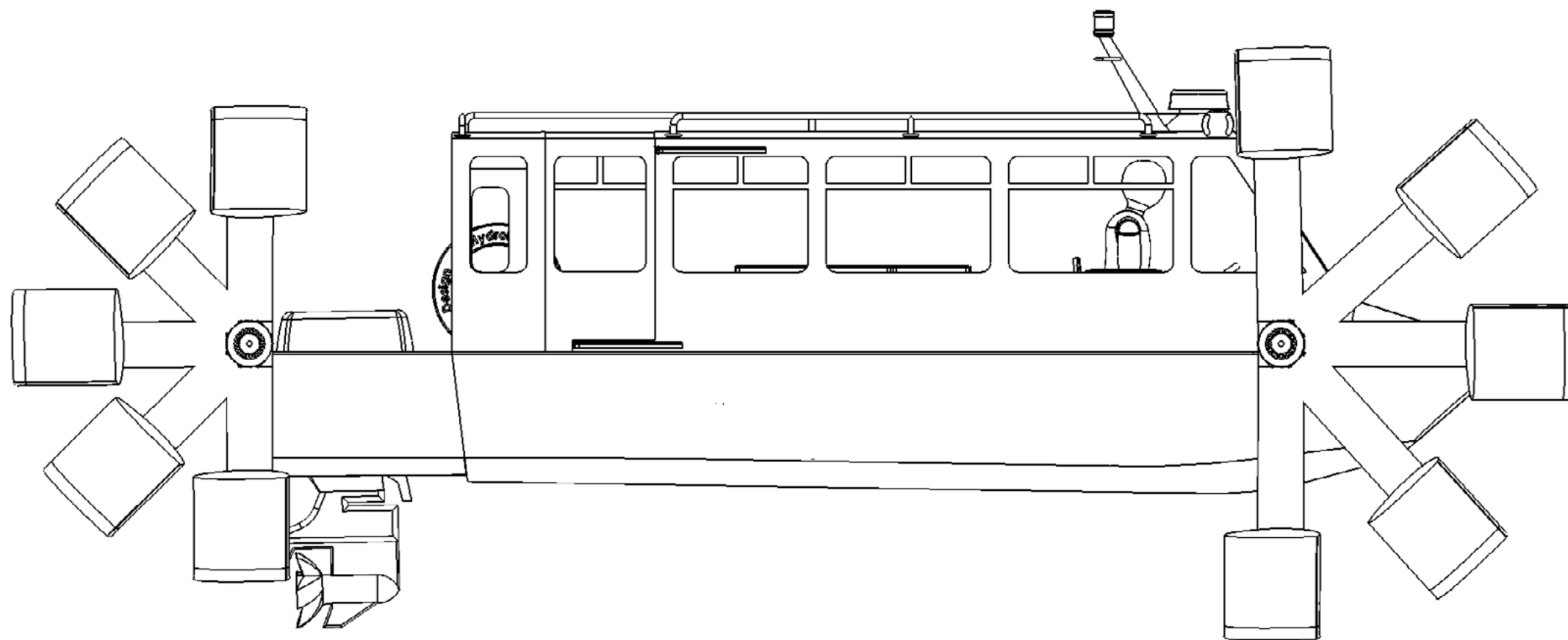
DESCRIPCIÓN:

EMBARCACIÓN MENOR CON HIDROFOIL

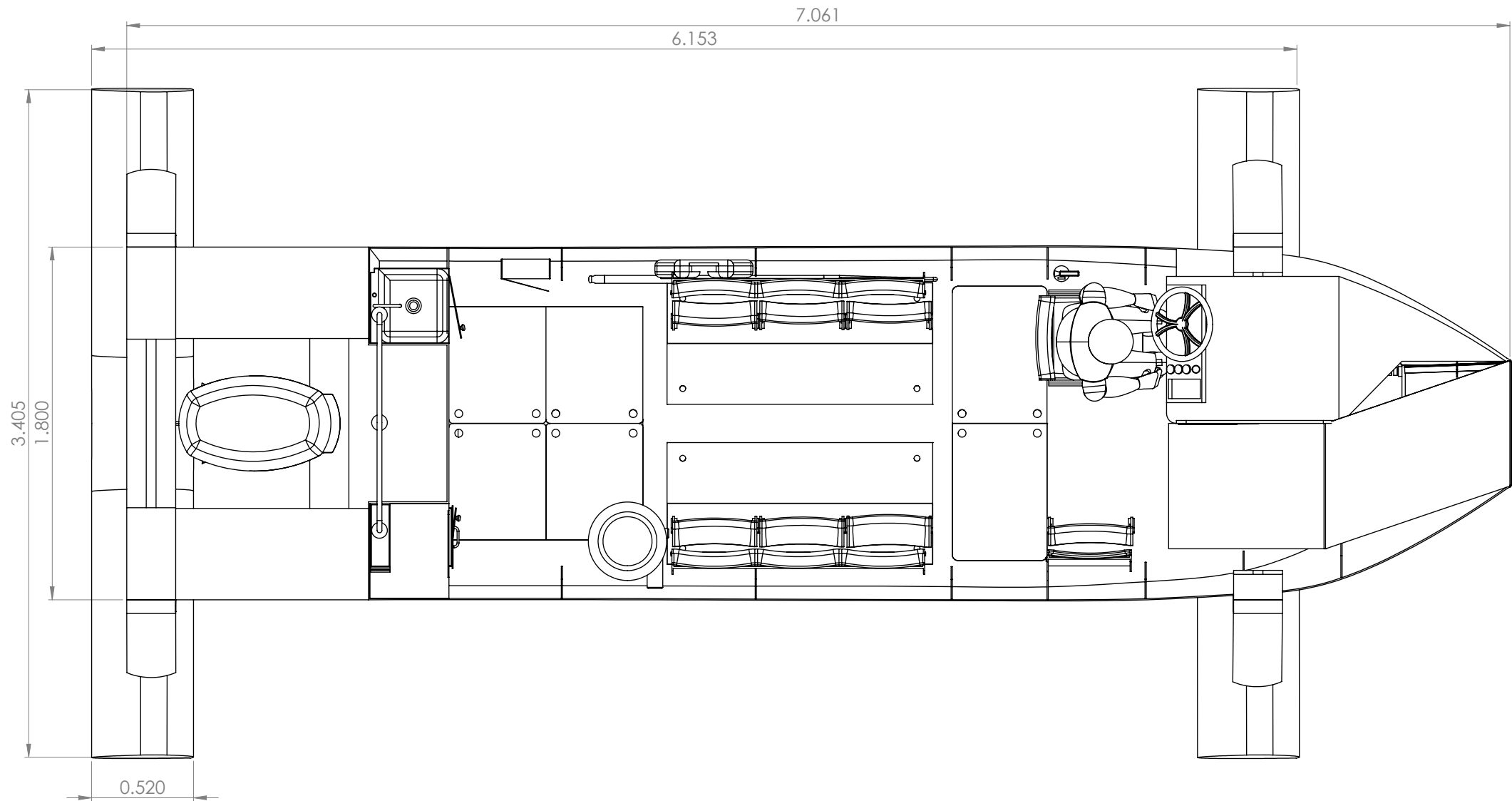
ESCALA 1:24

UNIDADES M

HOJA 4 DE 28



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO		ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO	
MAGÍSTER EN ARQUITECTURA Y DISEÑO MENCIÓN: NÁUTICO Y MARÍTIMO			
TÍTULO:			
PIVOTEO DE PERFILES HIDRODINAMICOS			
DESCRIPCIÓN:		EMBARCACIÓN MENOR CON HIDROFOIL	
ESCALA 1:24		UNIDADES M	
		HOJA 5 DE 28	



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

MAGÍSTER EN ARQUITECTURA Y DISEÑO MENCIÓN: NÁUTICO Y MARÍTIMO

TÍTULO: PLANIMETRÍA GENERAL DEL PROTOTIPO

PLANTA GENERAL ASIENTOS PLEGADOS

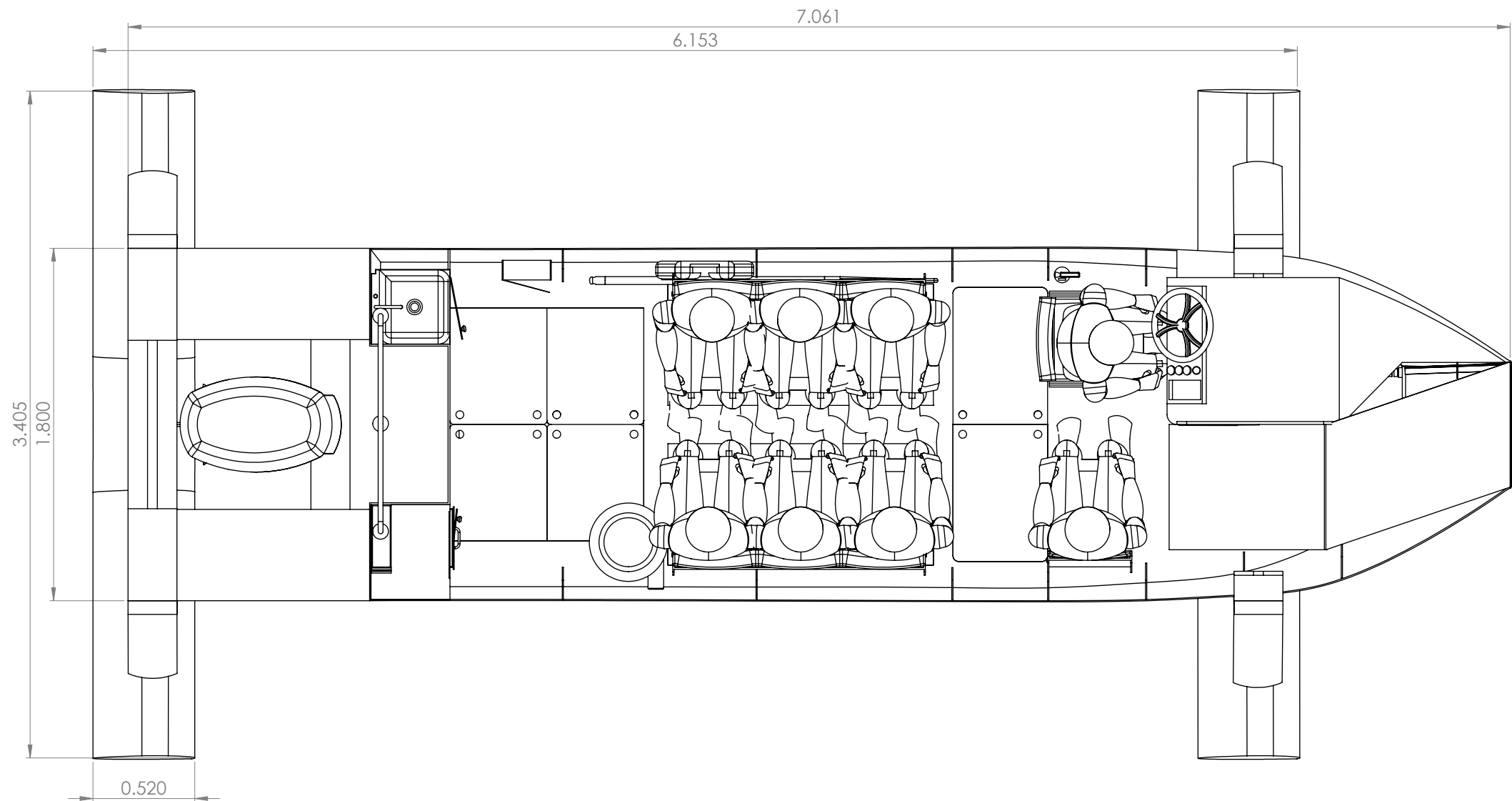
DESCRIPCIÓN:

EMBARCACIÓN MENOR CON HIDROFOIL

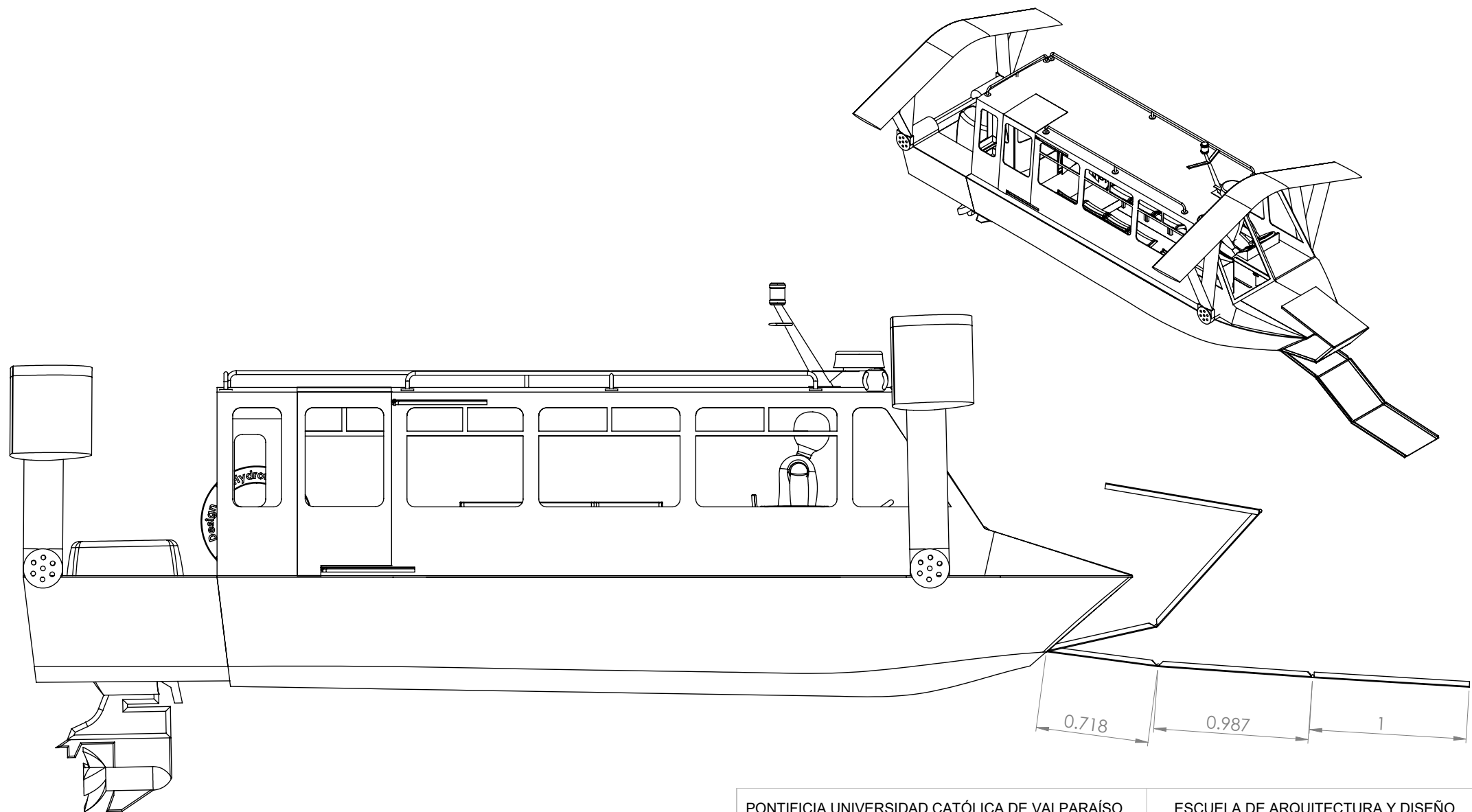
ESCALA 1:24

UNIDADES M

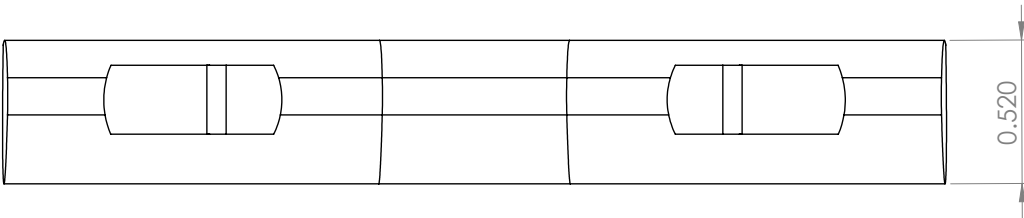
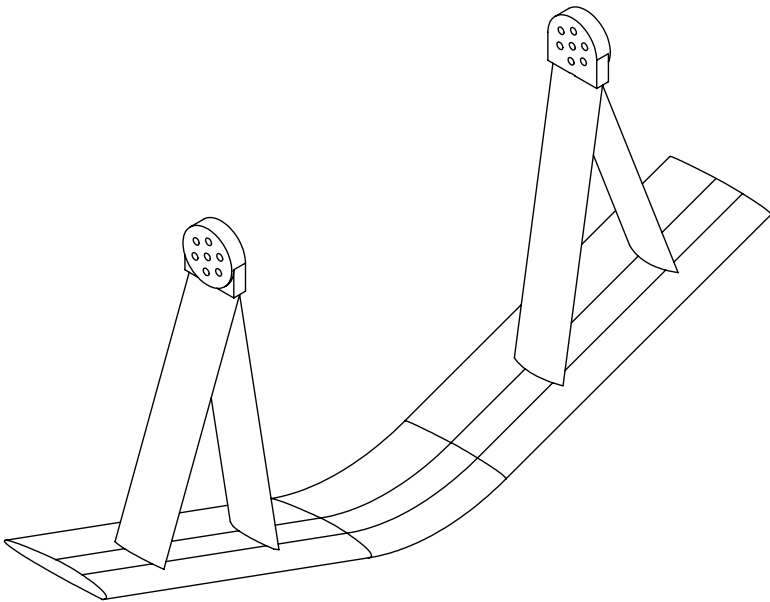
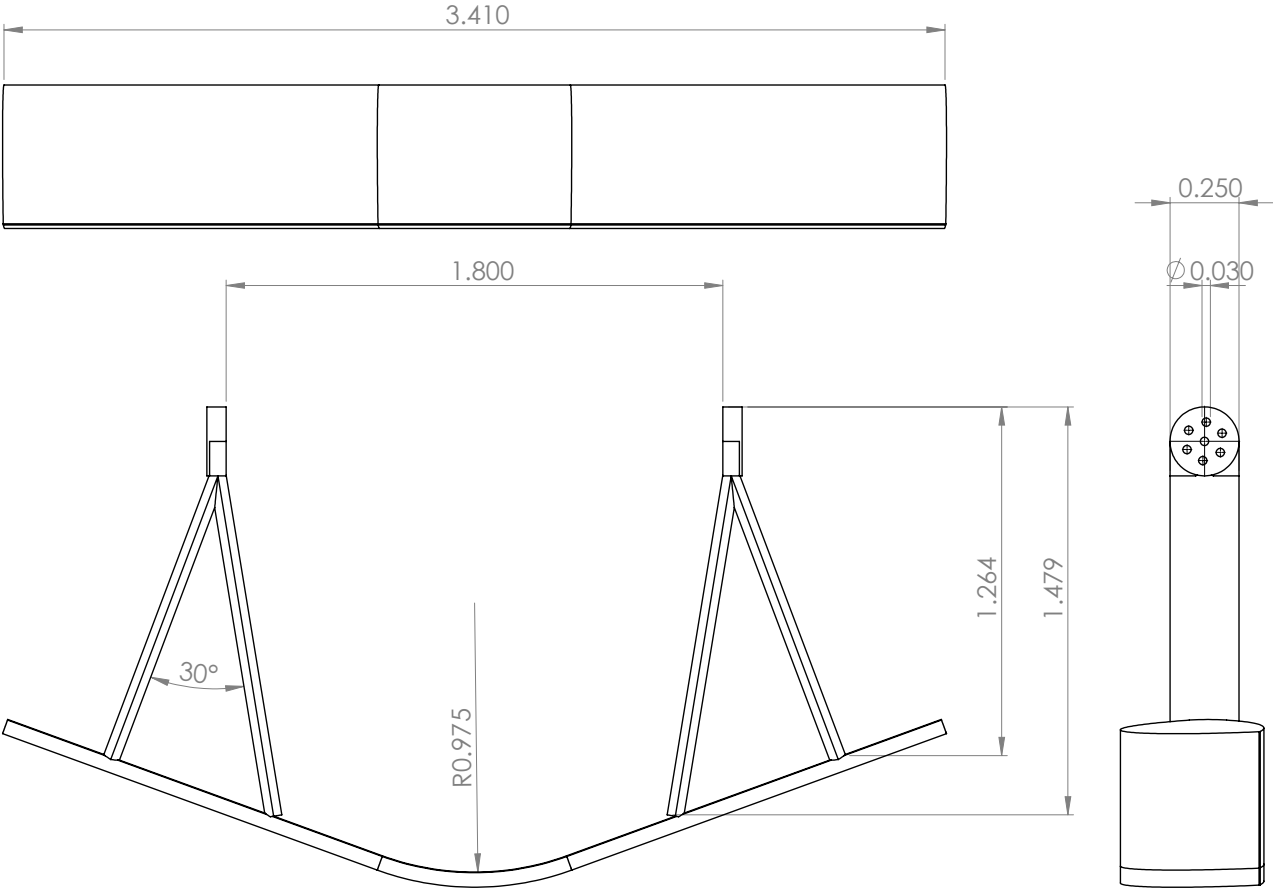
HOJA 6 DE 28



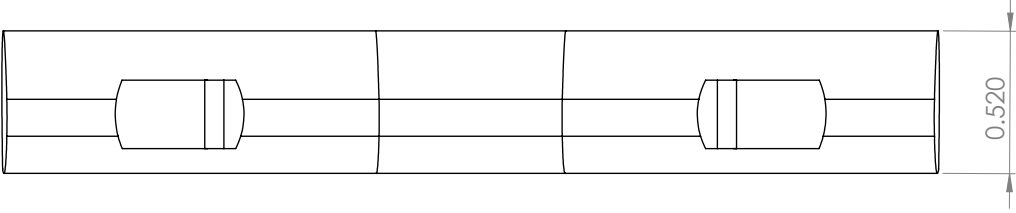
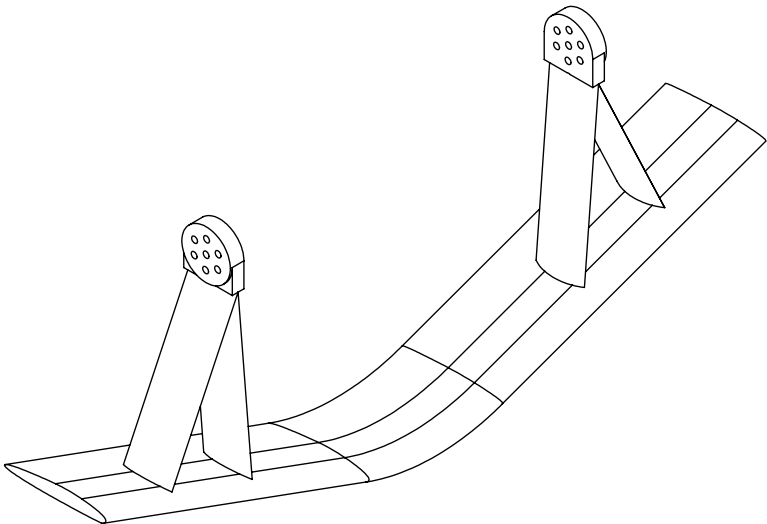
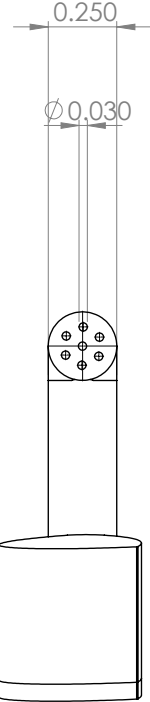
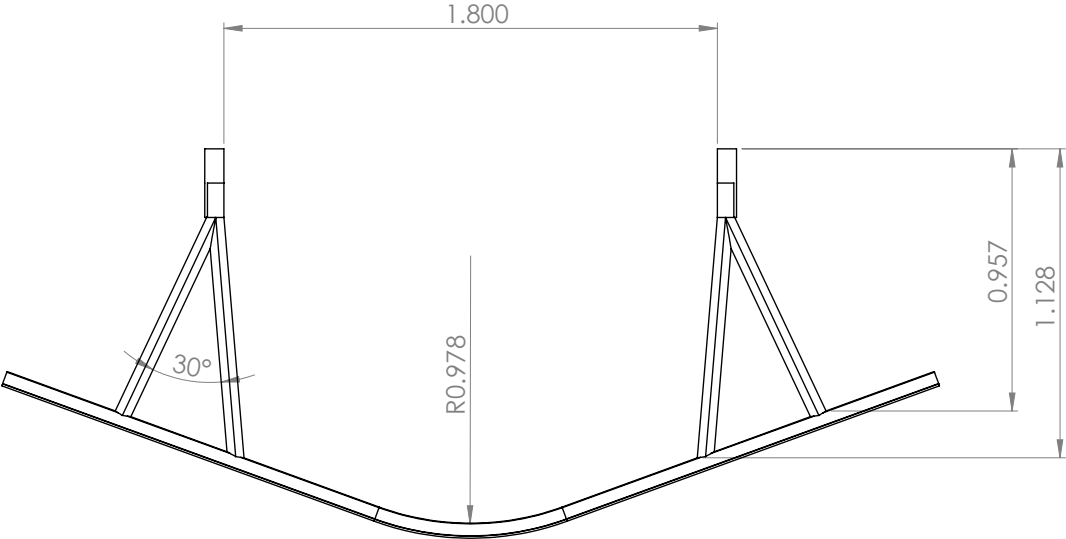
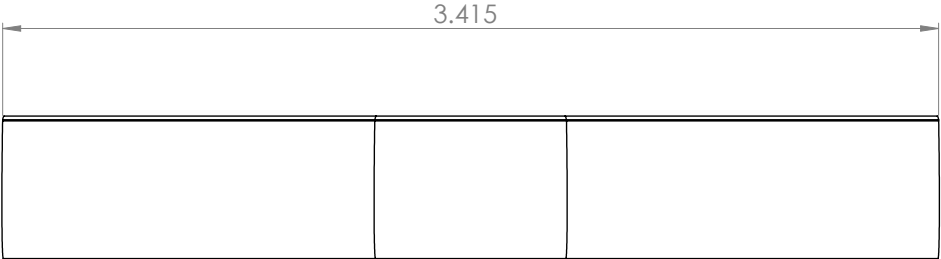
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO		ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO	
MAGÍSTER EN ARQUITECTURA Y DISEÑO MENCIÓN: NÁUTICO Y MARÍTIMO			
TÍTULO: PLANIMETRÍA GENERAL DEL PROTOTIPO			
PLANTA GENERAL PARA 6 PASAJEROS			
DESCRIPCIÓN:	EMBARCACIÓN MENOR CON HIDROFOIL		
ESCALA 1:24	UNIDADES M		HOJA 7 DE 28



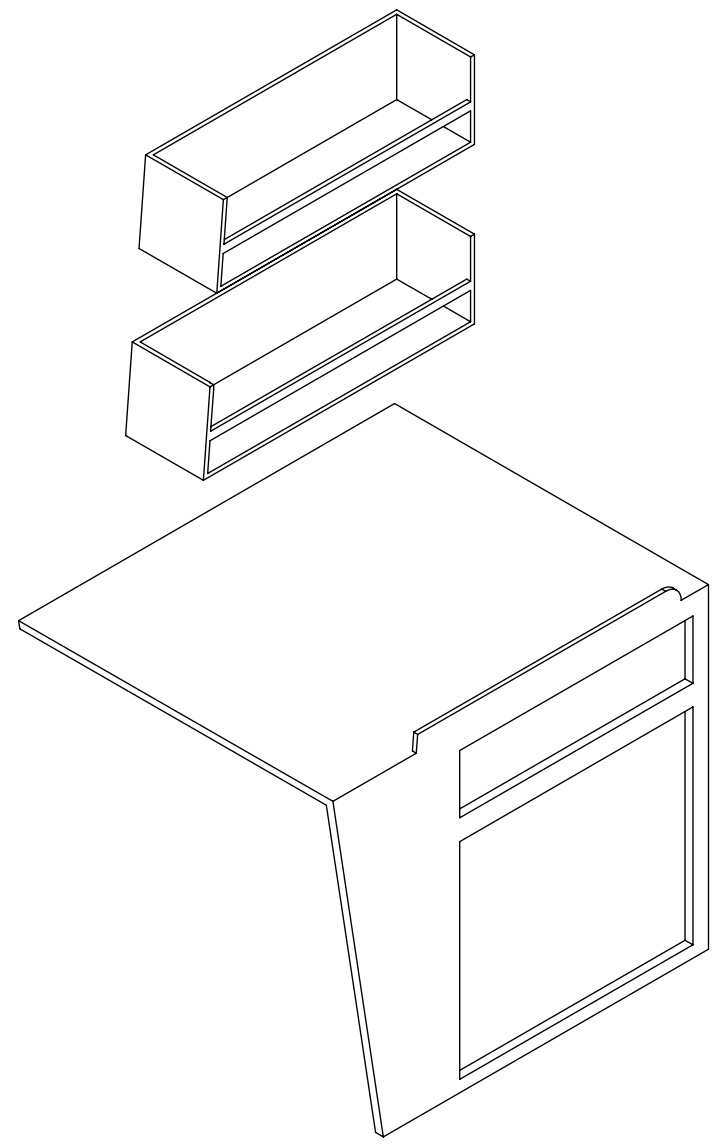
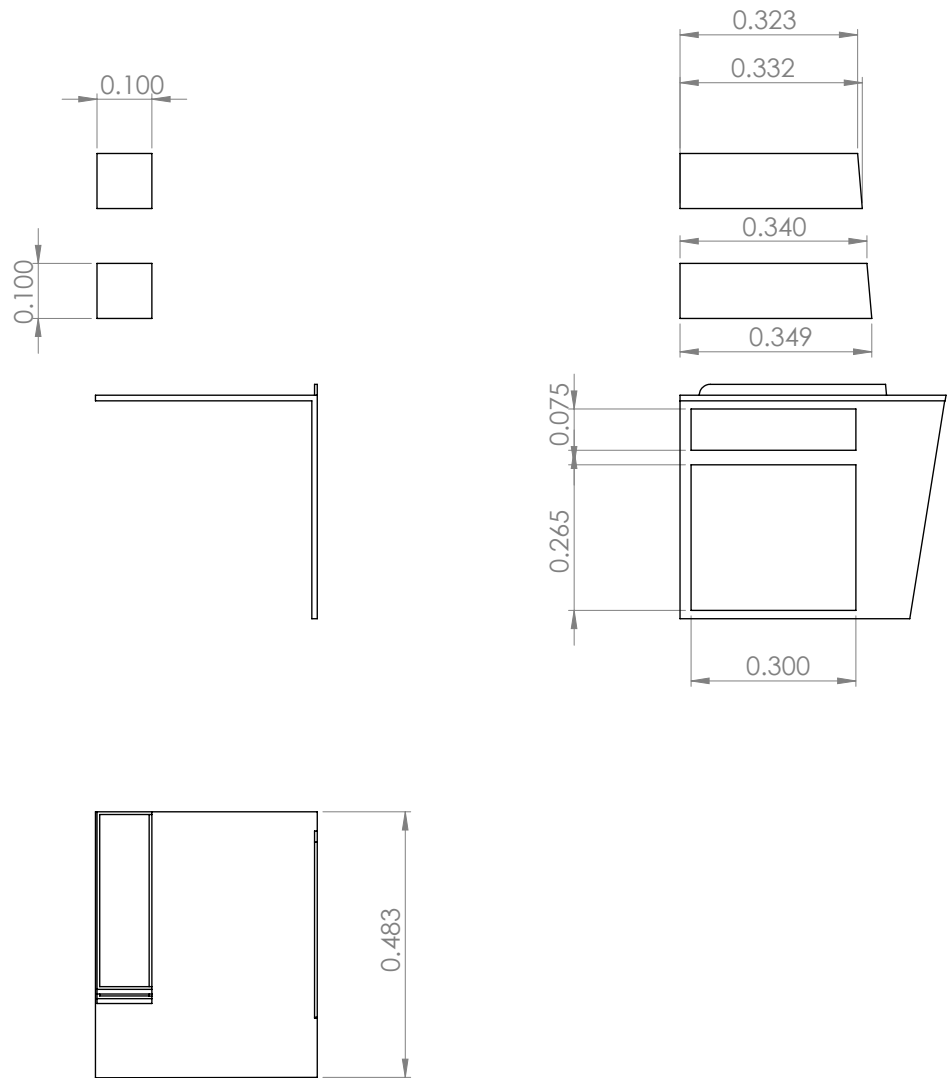
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO		ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO	
MAGÍSTER EN ARQUITECTURA Y DISEÑO MENCIÓN: NÁUTICO Y MARÍTIMO			
TÍTULO:			
RAMPA DE ACCESO			
DESCRIPCIÓN:		EMBARCACIÓN MENOR CON HIDROFOIL	
ESCALA 1:24		UNIDADES M	
		HOJA 8 DE 28	



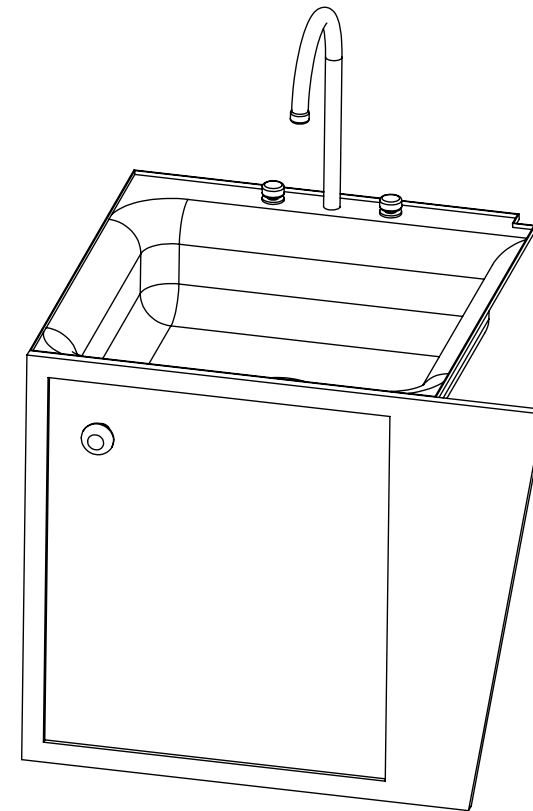
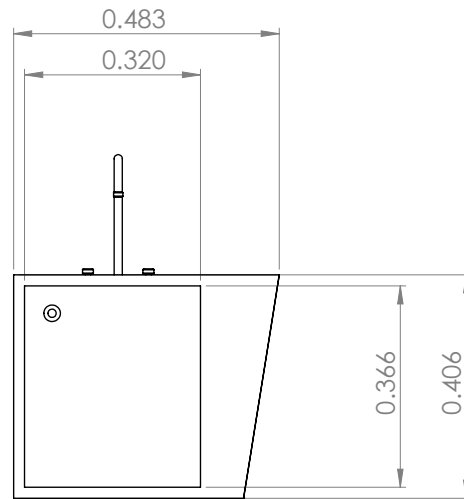
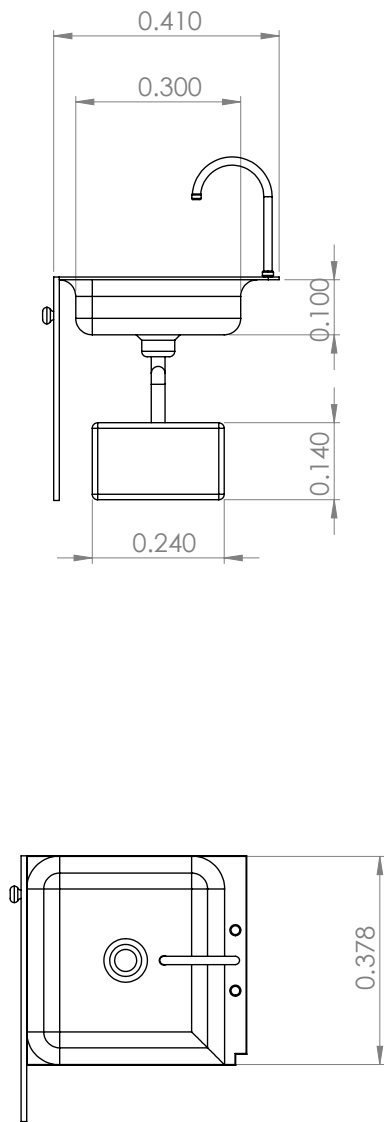
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO		ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO	
MAGÍSTER EN ARQUITECTURA Y DISEÑO MENCIÓN: NÁUTICO Y MARÍTIMO			
TÍTULO:			
PERFIL PROA			
DESCRIPCIÓN:	EMBARCACIÓN MENOR CON HIDROFOIL		
ESCALA 1:20	UNIDADES M		HOJA 9 DE 28



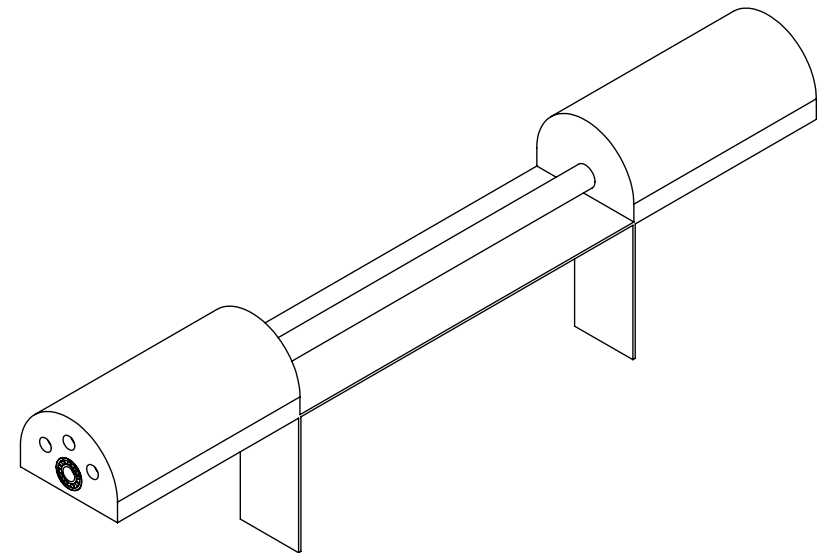
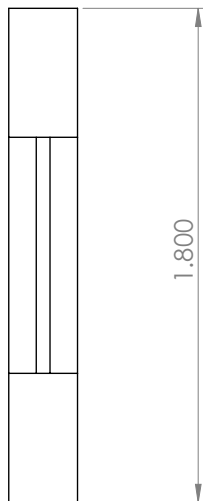
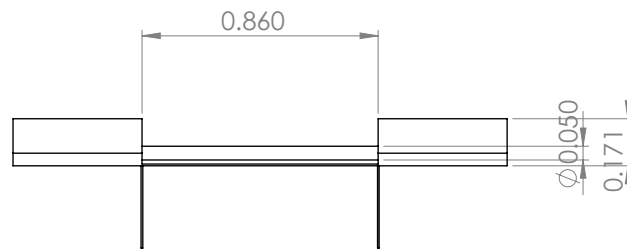
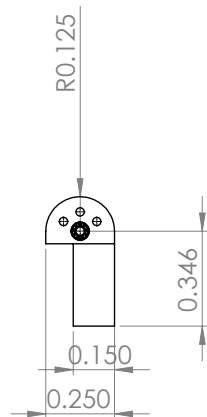
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO		ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO	
MAGÍSTER EN ARQUITECTURA Y DISEÑO MENCIÓN: NÁUTICO Y MARÍTIMO			
TÍTULO:			
PERFIL POPA			
DESCRIPCIÓN:	EMBARCACIÓN MENOR CON HIDROFOIL		
ESCALA 1:20	UNIDADES M		HOJA 10 DE 28



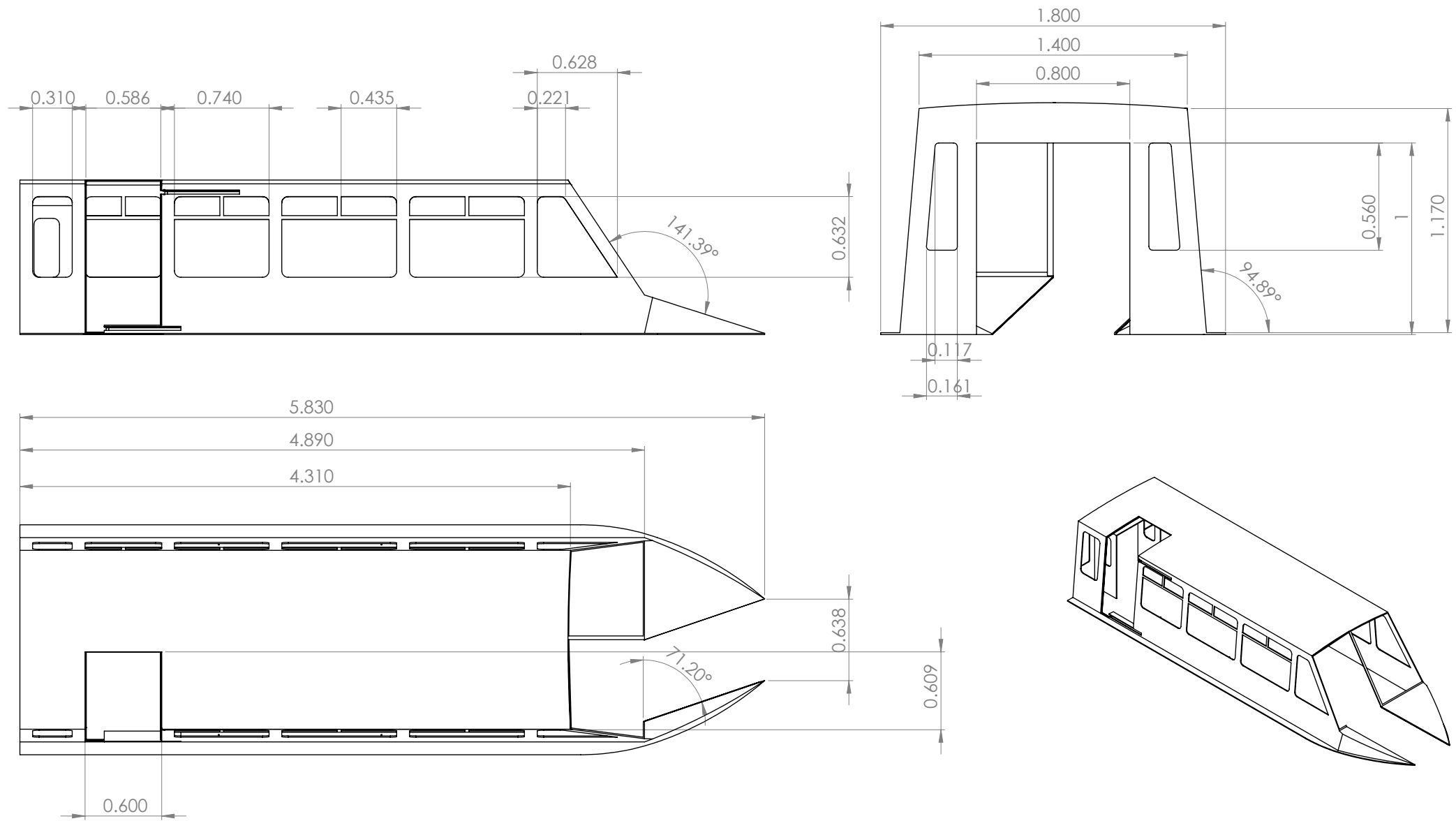
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO		ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO	
MAGÍSTER EN ARQUITECTURA Y DISEÑO MENCIÓN: NÁUTICO Y MARÍTIMO			
TÍTULO:			
ALACENA INTERIOR ESTRIBOR			
DESCRIPCIÓN:	EMBARCACIÓN MENOR CON HIDROFOIL		
ESCALA 1:10	UNIDADES M		HOJA 11 DE 28



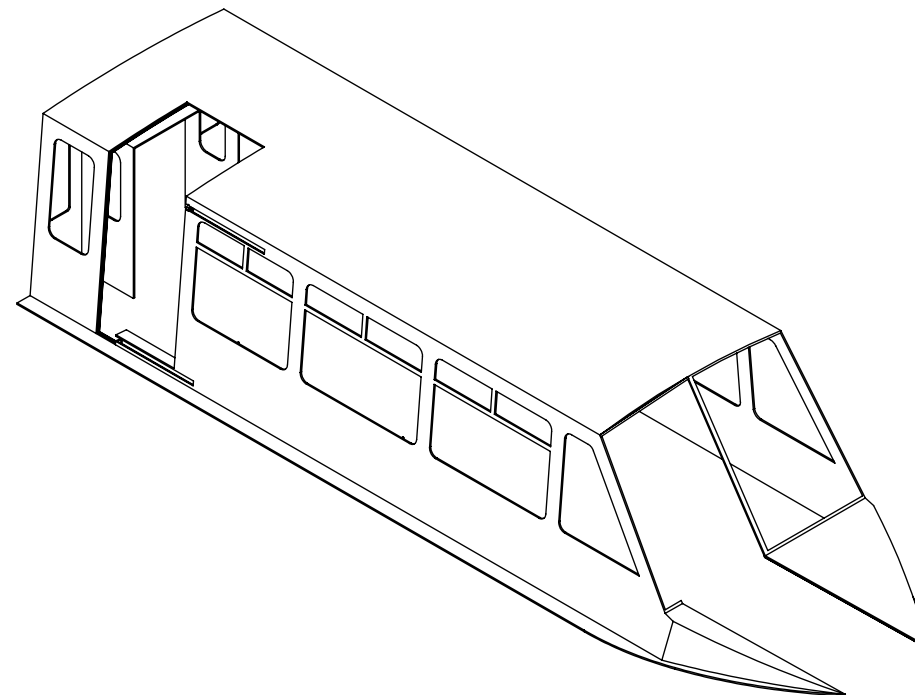
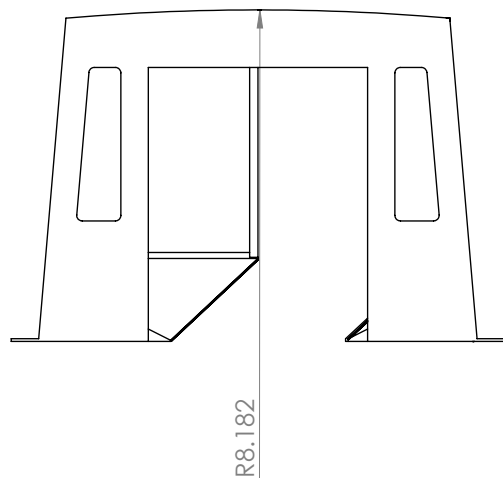
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO		ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO	
MAGÍSTER EN ARQUITECTURA Y DISEÑO MENCIÓN: NÁUTICO Y MARÍTIMO			
TÍTULO: PERFIL POPA			
DESCRIPCIÓN:	EMBARCACIÓN MENOR CON HIDROFOIL		
ESCALA 1:20	UNIDADES M		HOJA 12 DE 28



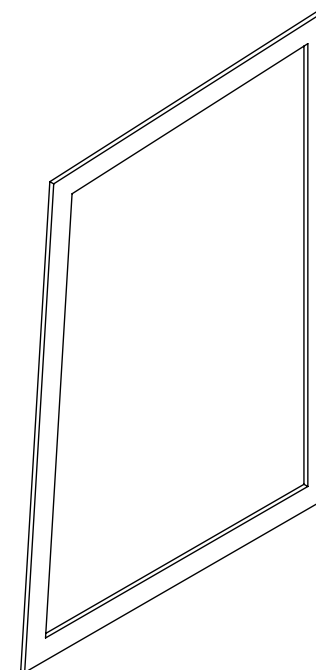
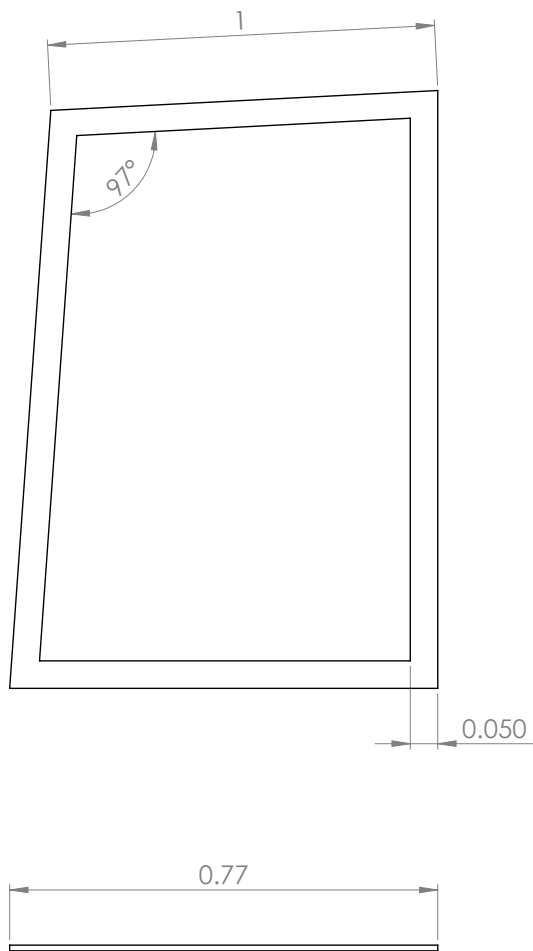
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO		ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO	
MAGÍSTER EN ARQUITECTURA Y DISEÑO MENCIÓN: NÁUTICO Y MARÍTIMO			
TÍTULO: VIGA SOPORTE PERFIL POPA			
DESCRIPCIÓN:	EMBARCACIÓN MENOR CON HIDROFOIL		
ESCALA 1:20	UNIDADES M		HOJA 13 DE 28



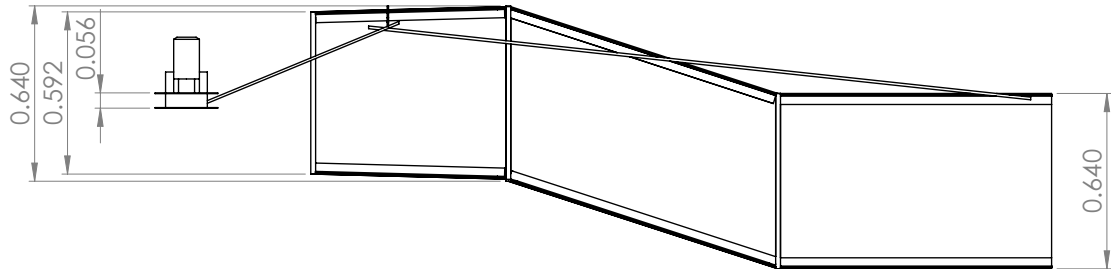
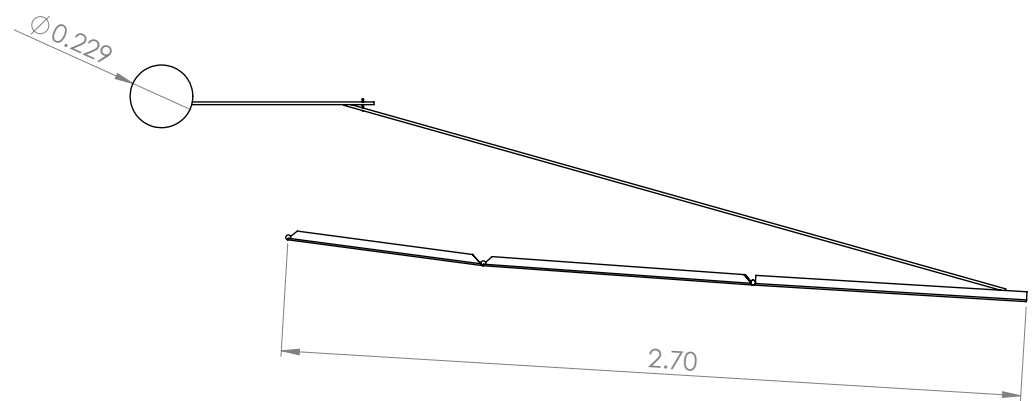
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO		ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO	
MAGÍSTER EN ARQUITECTURA Y DISEÑO MENCIÓN: NÁUTICO Y MARÍTIMO			
TÍTULO: SUPERESTRUCTURA			
DESCRIPCIÓN:	EMBARCACIÓN MENOR CON HIDROFOIL		
ESCALA 1:30	UNIDADES M		HOJA 14 DE 28



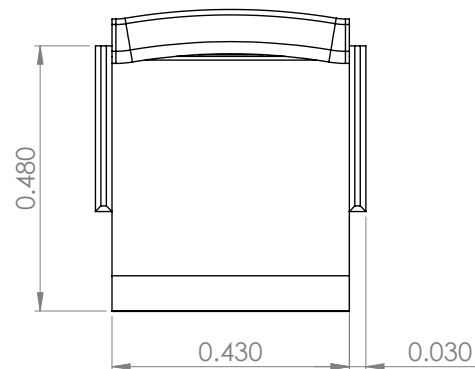
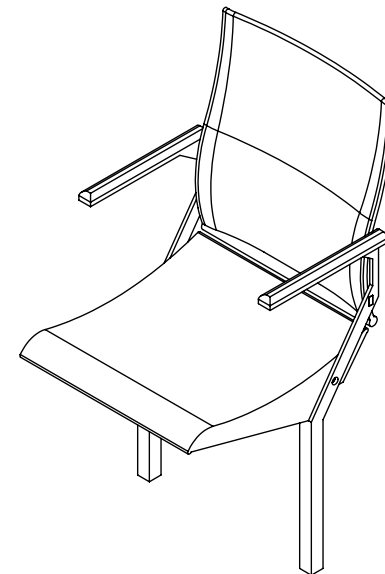
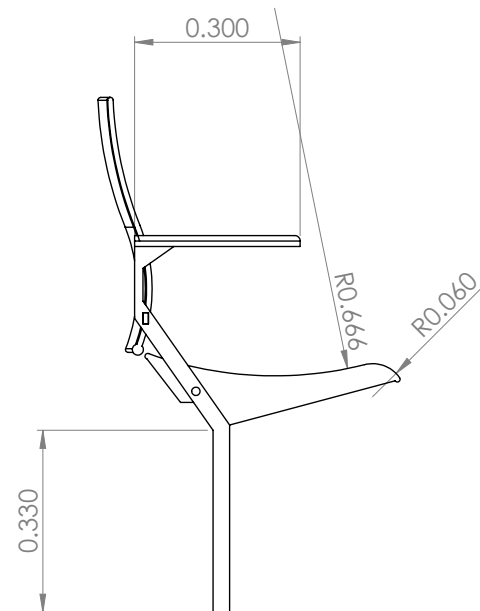
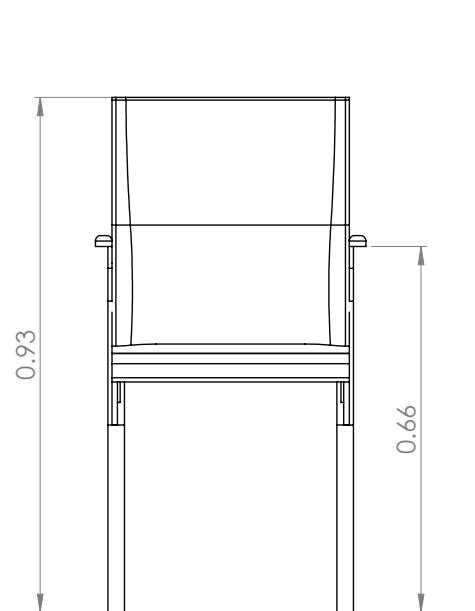
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO		ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO	
MAGÍSTER EN ARQUITECTURA Y DISEÑO MENCIÓN: NÁUTICO Y MARÍTIMO			
TÍTULO:			
CURVATURA TECHO SUPERESTRUCTURA			
DESCRIPCIÓN:	EMBARCACIÓN MENOR CON HIDROFOIL		
ESCALA 1:30	UNIDADES M		HOJA 15 DE 28



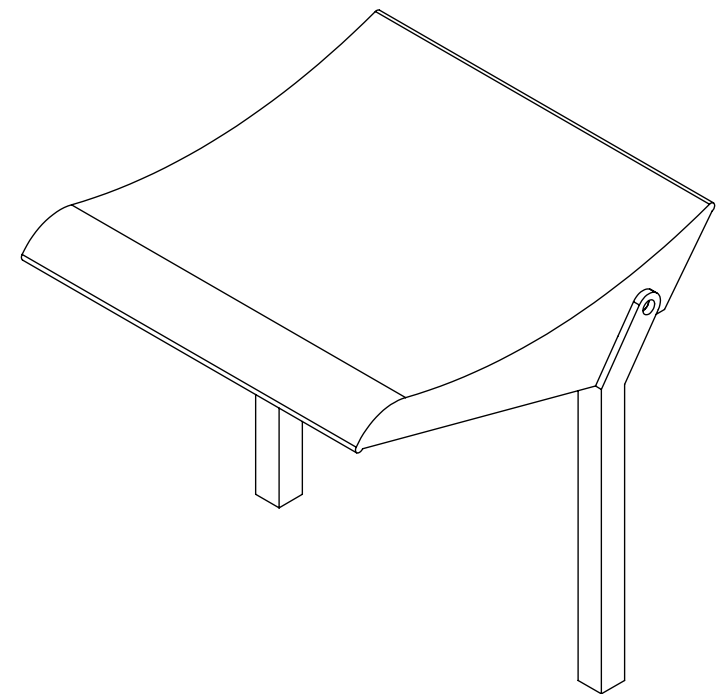
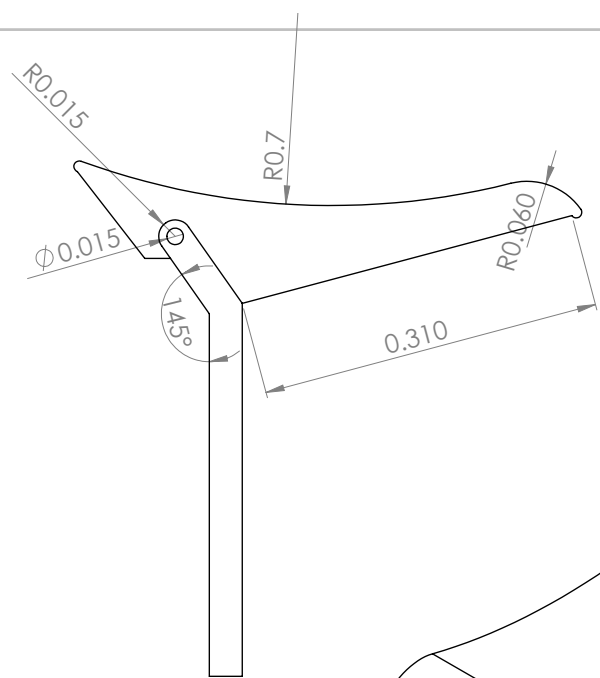
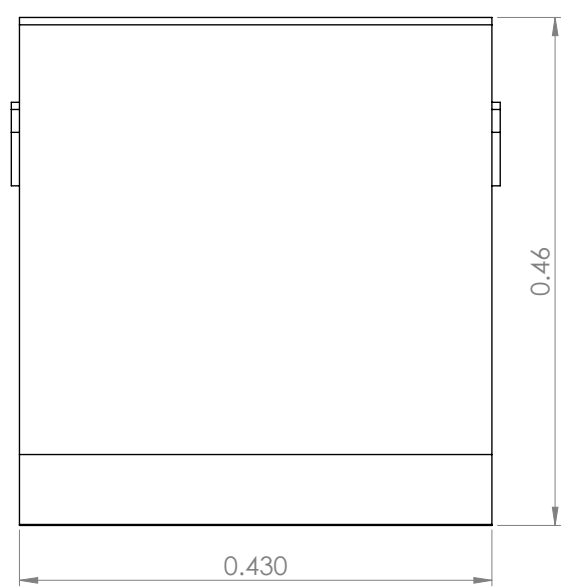
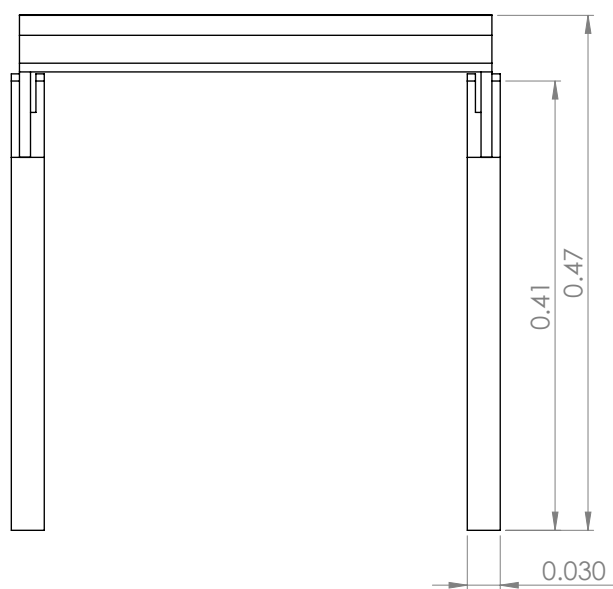
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO		ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO	
MAGÍSTER EN ARQUITECTURA Y DISEÑO MENCIÓN: NÁUTICO Y MARÍTIMO			
TÍTULO:			
PARABRISAS PIVOTABLE			
DESCRIPCIÓN:	EMBARCACIÓN MENOR CON HIDROFOIL		
ESCALA 1:10	UNIDADES M		HOJA 16 DE 28



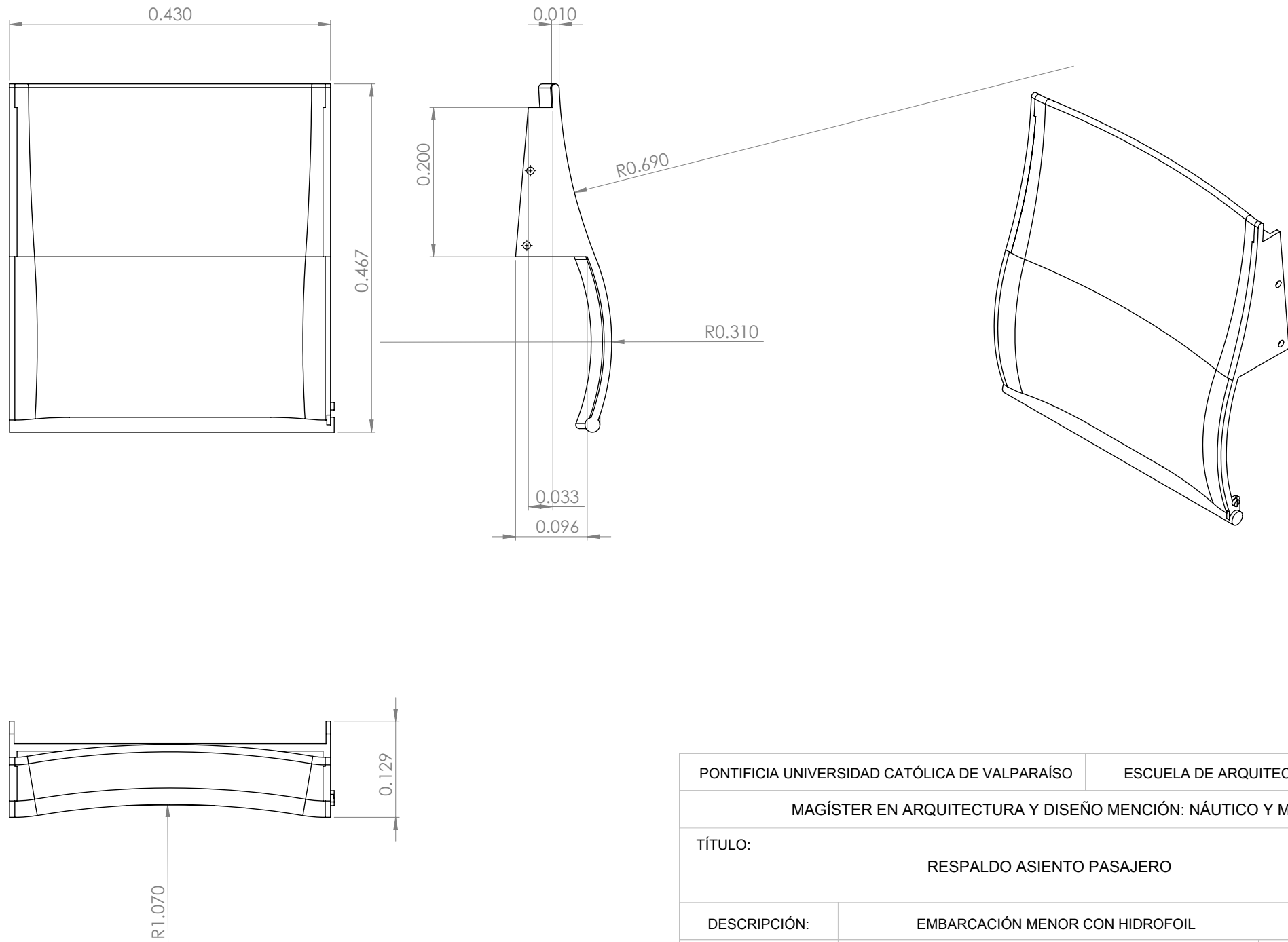
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO		ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO	
MAGÍSTER EN ARQUITECTURA Y DISEÑO MENCIÓN: NÁUTICO Y MARÍTIMO			
TÍTULO:			
RAMPA DE ACCESO			
DESCRIPCIÓN:	EMBARCACIÓN MENOR CON HIDROFOIL		
ESCALA 1:20	UNIDADES M		HOJA 17 DE 28



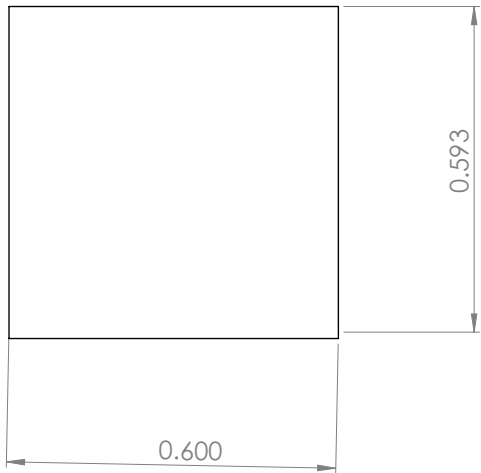
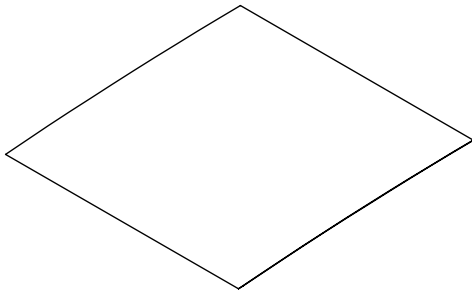
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO		ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO	
MAGÍSTER EN ARQUITECTURA Y DISEÑO MENCIÓN: NÁUTICO Y MARÍTIMO			
TÍTULO:			
ASIENTO CAPITAN			
DESCRIPCIÓN:		EMBARCACIÓN MENOR CON HIDROFOIL	
ESCALA 1:10		UNIDADES M	
		HOJA 18 DE 28	



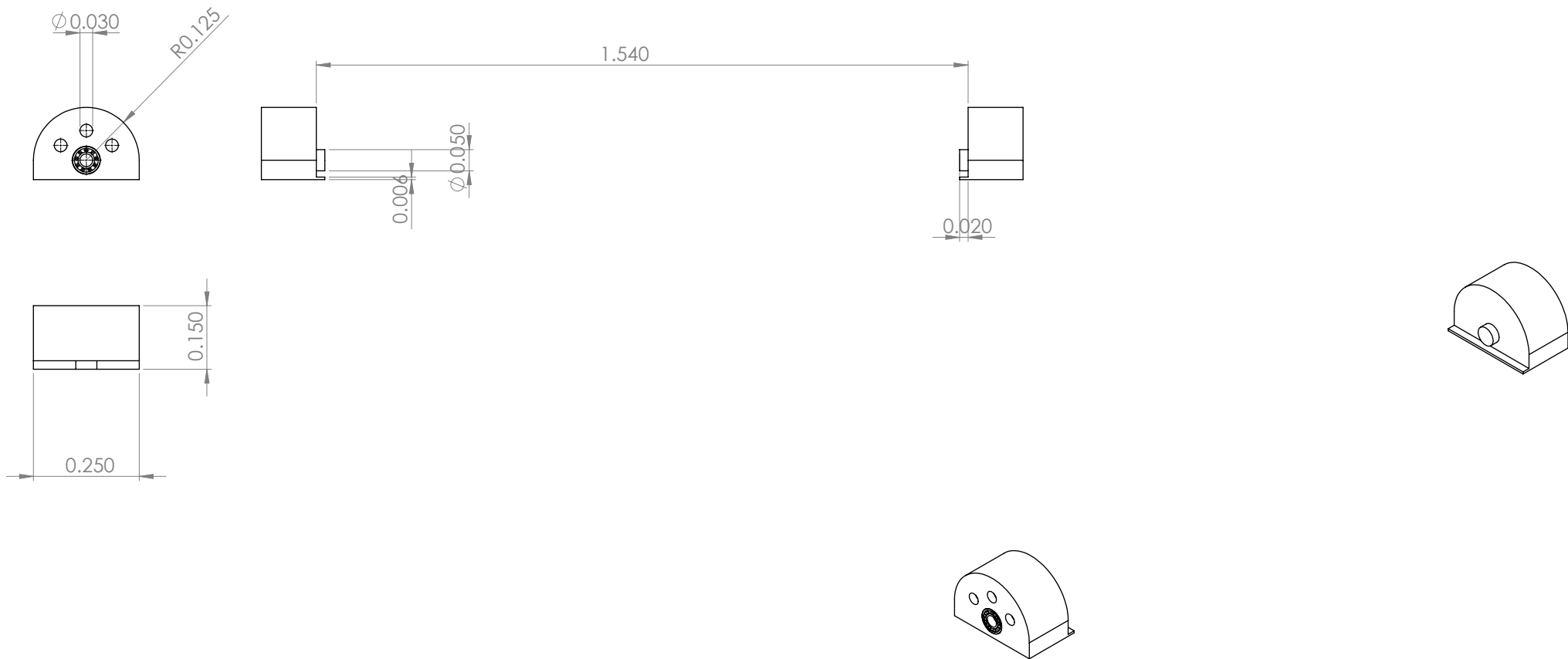
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO		ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO	
MAGÍSTER EN ARQUITECTURA Y DISEÑO MENCIÓN: NÁUTICO Y MARÍTIMO			
TÍTULO:			
ASIENTO PASAJERO			
DESCRIPCIÓN:	EMBARCACIÓN MENOR CON HIDROFOIL		
ESCALA 1:5	UNIDADES M		HOJA 19 DE 28



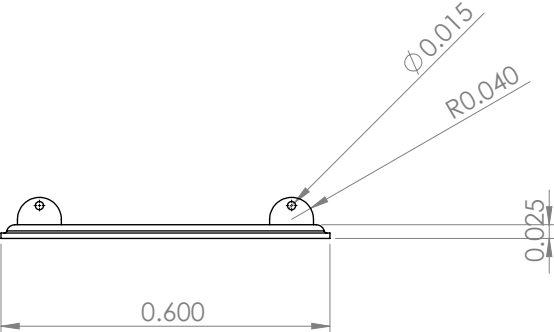
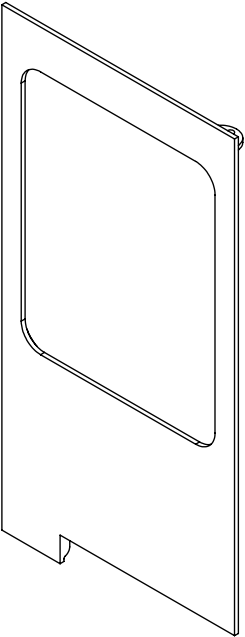
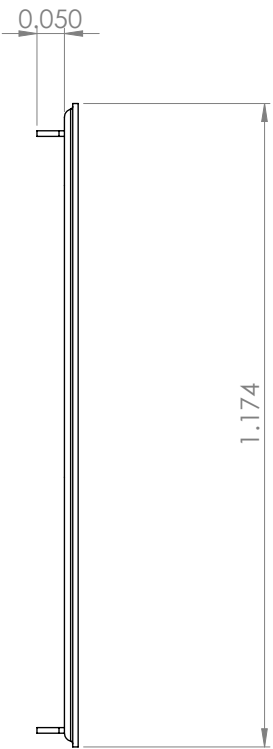
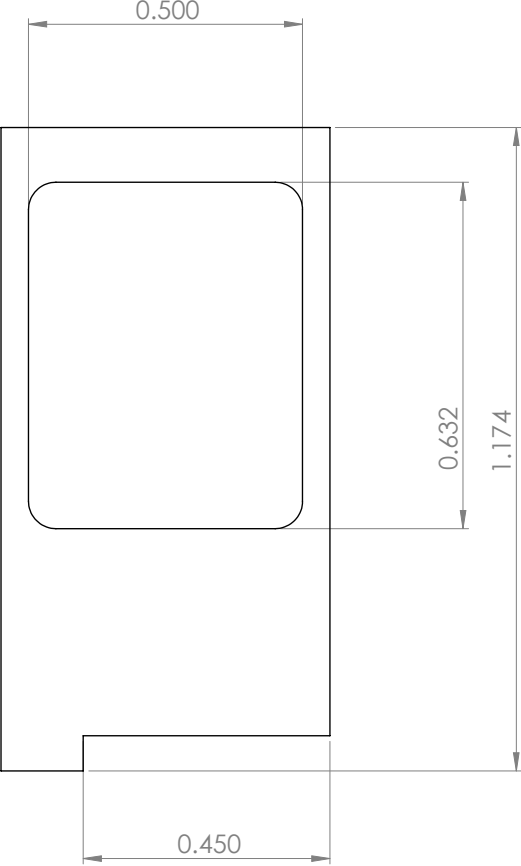
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO		ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO	
MAGÍSTER EN ARQUITECTURA Y DISEÑO MENCIÓN: NÁUTICO Y MARÍTIMO			
TÍTULO:			
RESPALDO ASIENTO PASAJERO			
DESCRIPCIÓN:	EMBARCACIÓN MENOR CON HIDROFOIL		
ESCALA 1:5	UNIDADES M		HOJA 20 DE 28



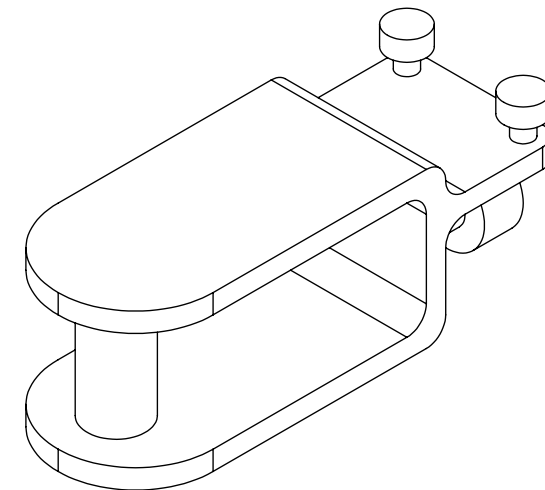
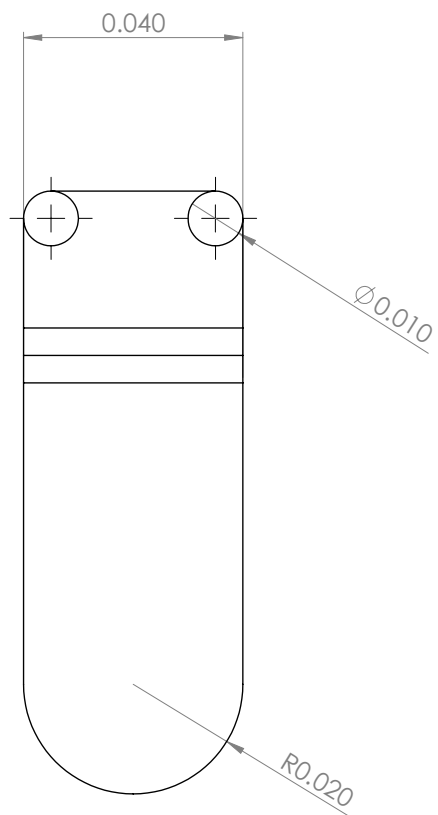
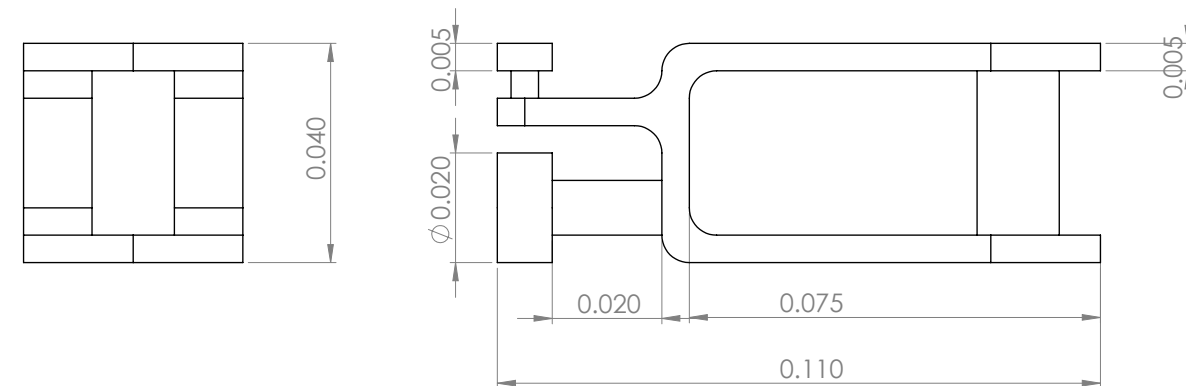
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO		ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO	
MAGÍSTER EN ARQUITECTURA Y DISEÑO MENCIÓN: NÁUTICO Y MARÍTIMO			
TÍTULO:			
PUERTA SUPERIOR ESTRIBOR			
DESCRIPCIÓN:	EMBARCACIÓN MENOR CON HIDROFOIL		
ESCALA 1:10	UNIDADES M		HOJA 21 DE 28



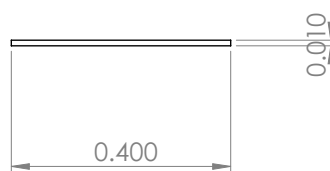
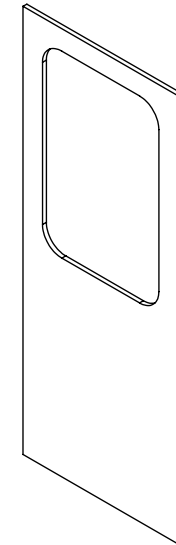
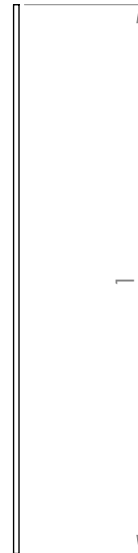
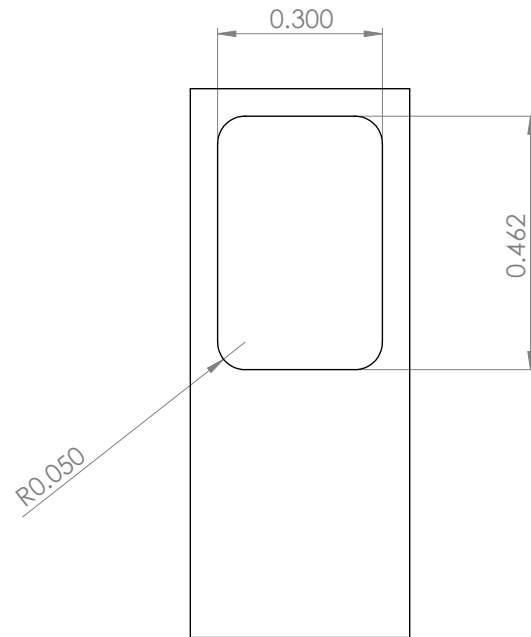
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO		ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO	
MAGÍSTER EN ARQUITECTURA Y DISEÑO MENCIÓN: NÁUTICO Y MARÍTIMO			
TÍTULO:			
SOPORTES PERFIL PROA			
DESCRIPCIÓN:	EMBARCACIÓN MENOR CON HIDROFOIL		
ESCALA 1:10	UNIDADES M		HOJA 22 DE 28



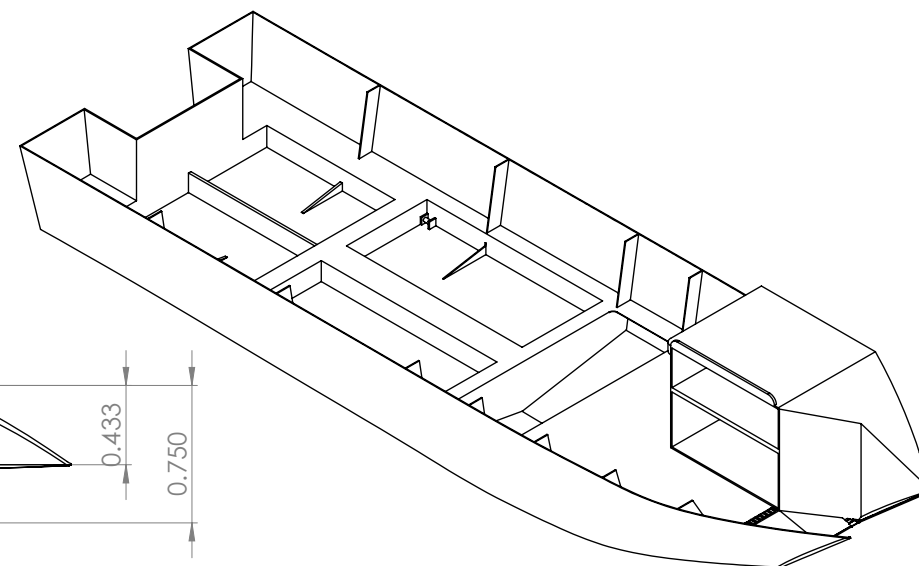
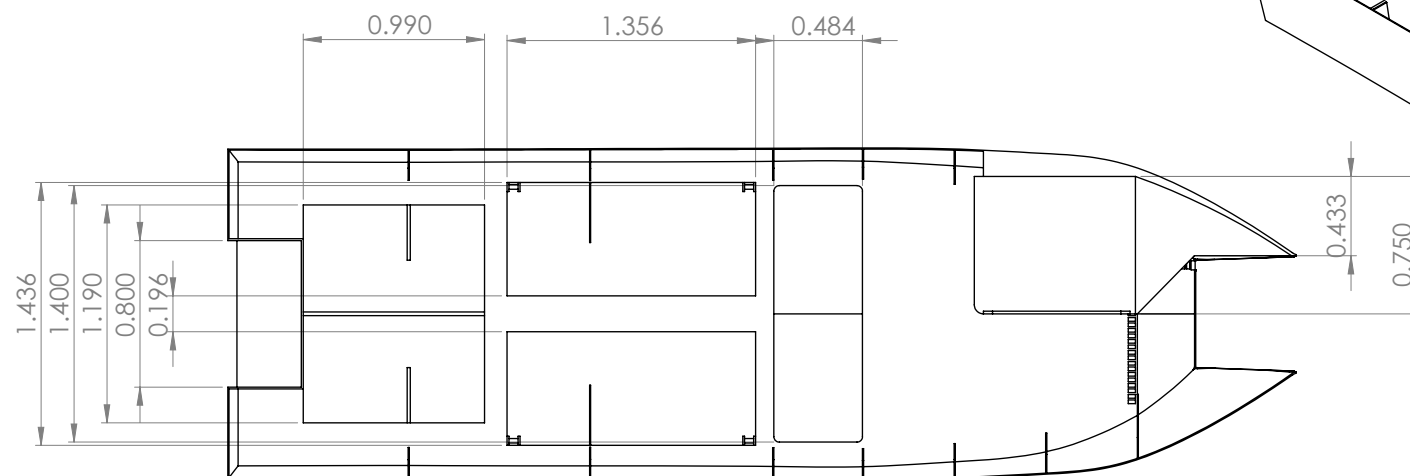
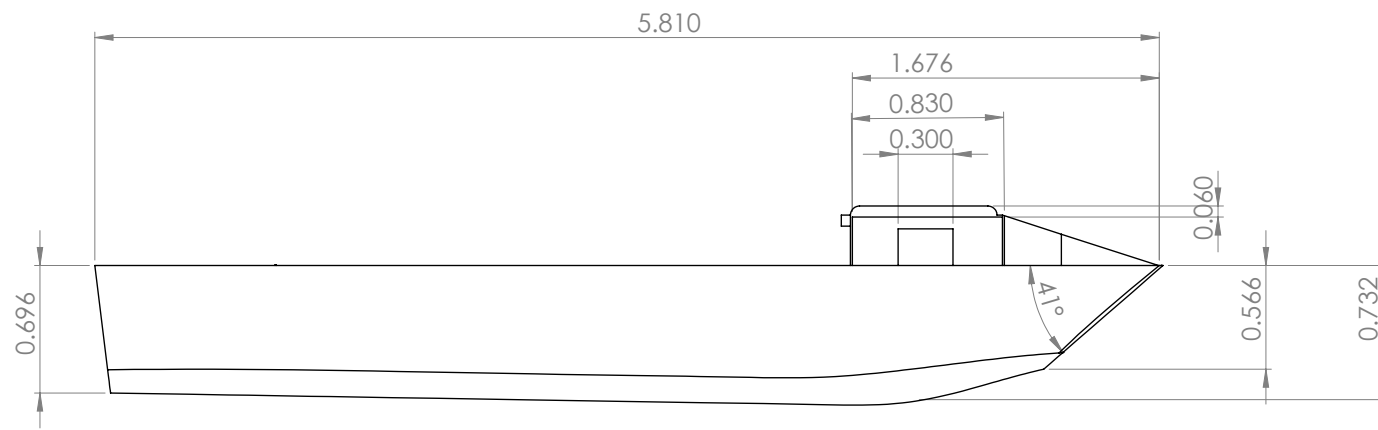
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO		ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO	
MAGÍSTER EN ARQUITECTURA Y DISEÑO MENCIÓN: NÁUTICO Y MARÍTIMO			
TÍTULO:			
PUERTA DESLIZABLE ESTRIBOR			
DESCRIPCIÓN:	EMBARCACIÓN MENOR CON HIDROFOIL		
ESCALA 1: 10	UNIDADES M		HOJA 23 DE 28



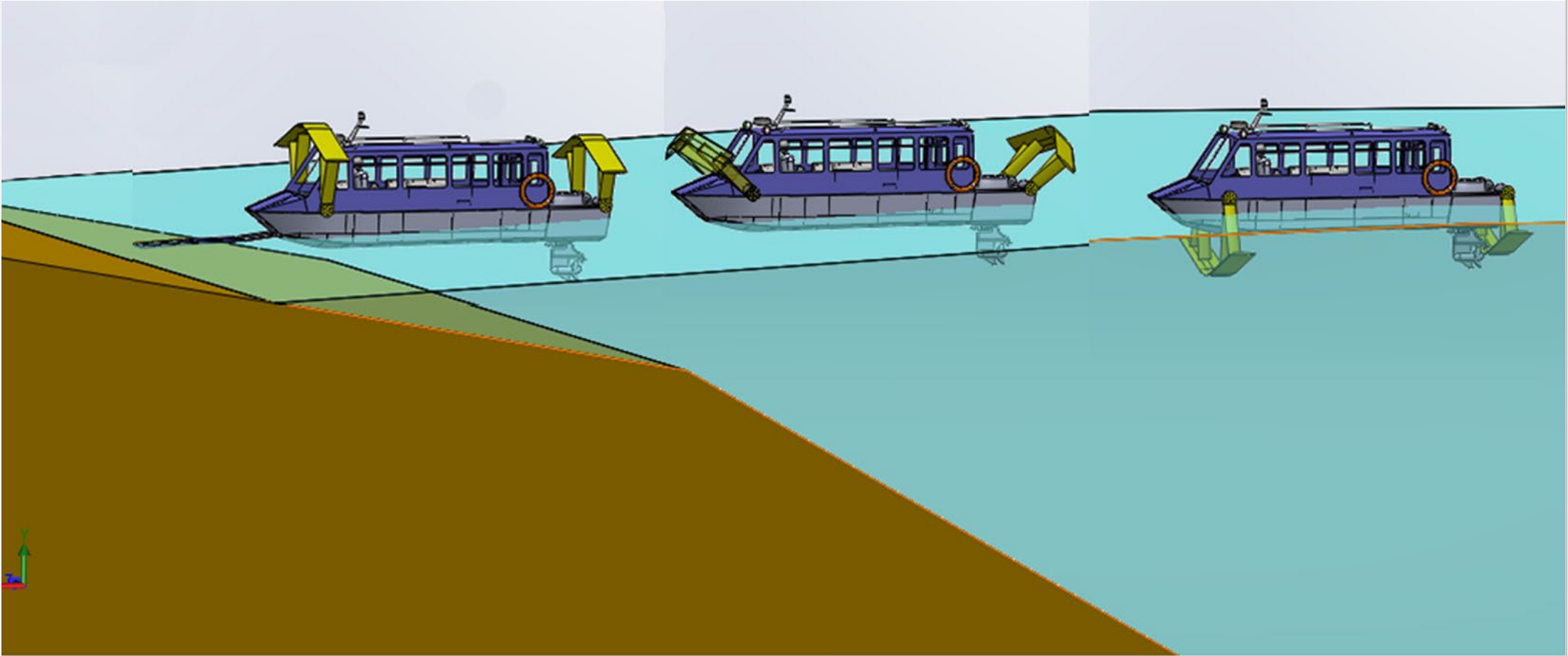
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO		ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO	
MAGÍSTER EN ARQUITECTURA Y DISEÑO MENCIÓN: NÁUTICO Y MARÍTIMO			
TÍTULO:			
EMBOLO PUERTA DESLIZABLE ESTRIBOR			
DESCRIPCIÓN:		EMBARCACIÓN MENOR CON HIDROFOIL	
ESCALA 1:1		UNIDADES M	
		HOJA 24 DE 28	



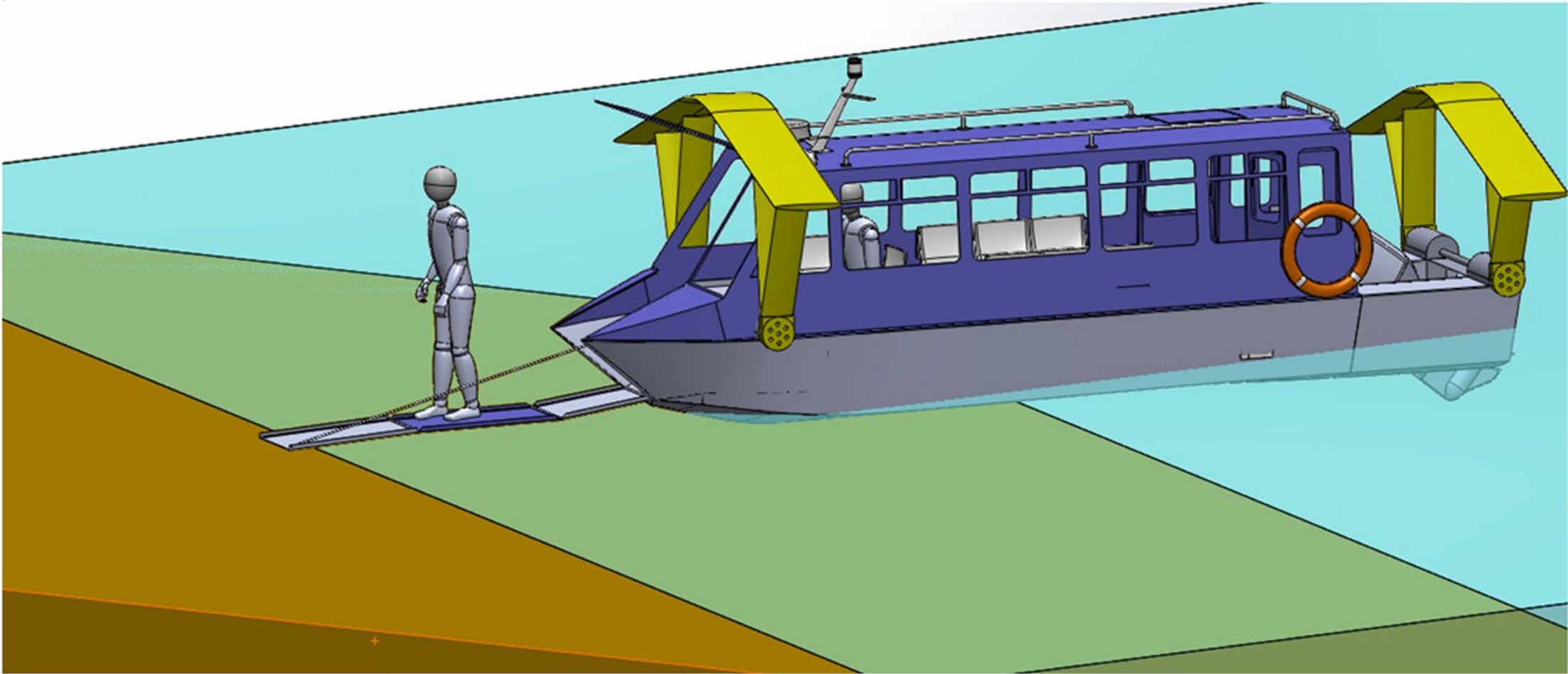
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO		ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO	
MAGÍSTER EN ARQUITECTURA Y DISEÑO MENCIÓN: NÁUTICO Y MARÍTIMO			
TÍTULO:			
PUERTA ACCESO EN POPA			
DESCRIPCIÓN:	EMBARCACIÓN MENOR CON HIDROFOIL		
ESCALA 1:10	UNIDADES M		HOJA 25 DE 28



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO		ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO	
MAGÍSTER EN ARQUITECTURA Y DISEÑO MENCIÓN: NÁUTICO Y MARÍTIMO			
TÍTULO: CASCO-ESPACIOS BAJO SUELO- TABLERO CONTROL			
DESCRIPCIÓN:	EMBARCACIÓN MENOR CON HIDROFOIL		
ESCALA 1:30	UNIDADES M		HOJA 26 DE 28



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO		ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO	
MAGÍSTER EN ARQUITECTURA Y DISEÑO MENCIÓN: NÁUTICO Y MARÍTIMO			
TÍTULO:			
EMBARCACIÓN EN SITUACIÓN DE DESEMBARCO			
DESCRIPCIÓN:	EMBARCACIÓN MENOR CON HIDROFOIL		
ESCALA N/A	UNIDADES N/A		HOJA 27 DE 28



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO		ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO	
MAGÍSTER EN ARQUITECTURA Y DISEÑO MENCIÓN: NÁUTICO Y MARÍTIMO			
TÍTULO:			
EMBARCACIÓN EN SITUACIÓN DE DESEMBARCO			
DESCRIPCIÓN:	EMBARCACIÓN MENOR CON HIDROFOIL		
ESCALA N/A	UNIDADES N/A		HOJA 28 DE 28

COLOFÓN

Esta edición de 4 ejemplares corresponde al proyecto de tesis para optar al grado de Magister en Arquitectura y Diseño mención Náutico y Marítimo en la PUCV. Que fue realizado durante tres semestres, iniciando en Marzo de 2012 y finalizando en Julio de 2013.

La edición es propia y se terminó de imprimir en el mes de Noviembre del 2013 en Viña del Mar , en papel Bond Hilado 6, de 106 grs. utilizando impresora Phaser 6360 .

Los 4 ejemplares fueron encuadernados en Valparaíso en los talleres de investigaciones Gráficas de la Escuela de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Esta edición ha sido diagramada en el programa Adobe InDesign CS3 en un formato de 216 x 330 milímetros. Las imágenes (fotografías y dibujos) han sido editadas con el programa Adobe Photoshop CS3.

Los planos y modelos 3D han sido realizados con el programa Solid Works 2012.

Las tipografías usadas han sido Minion Pro en sus variantes 10 a 14 puntos, Bold y Regular para títulos, textos, simbologías y ecuaciones.