



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas, Oceánicas y
Recursos Naturales

PROPUESTA TÉCNICO – ECONÓMICA PARA EL TRANSPORTE DE
PERSONAL Y CARGA EN GENERAL EN LA RUTA EL COCA –
PARQUE NACIONAL YASUNÍ.

PROYECTO DE GRADO

Previa a la obtención del Título de

INGENIERO NAVAL

Presentado por

Edgar David Feijóo Paladines

Jorge Manuel Porras Laines

Guayaquil - Ecuador

2015

AGRADECIMIENTOS

Horace Mann en el siglo XVIII, decía "El Maestro que intenta enseñar sin inspirar en el alumno el deseo de aprender, está tratando de forjar un hierro frío." Quiero dejar constancia de gratitud y admiración a todos los maestros que han sabido forjar grandes profesionales en Ingeniería Naval, y que ahora me guían para ser parte de este selecto grupo.

Gracias al Creador, porque sin Él nada lo puedo.

David Feijóo

A Dios, a quien le debo mi existencia, la capacidad de proceder y cuya bendición me ha hecho quien soy.

A mis hermanos, por su incondicional apoyo, especialmente en momentos donde la dificultad aumentaba.

A nuestro tutor de proyecto M.Sc. Alejandro Chanabá, por su orientación, críticas constructivas y consejos.

A mis compañeros, por compartir innumerables experiencias y largas noches de insomnio en todos estos años de estudio.

Jorge Porras

DEDICATORIA

A mis padres y hermanas, a quienes me debo como persona y son mi principal soporte y motivación de vida, a ellos dedico todo esfuerzo y logro conseguido.

David Feijóo

Dedico esta tesis y toda mi carrera universitaria a Dios por estar a mi lado dándome las fuerzas necesarias para seguir adelante, y a mi familia por su incondicional apoyo en cada aspecto de mi vida.

Jorge Porras

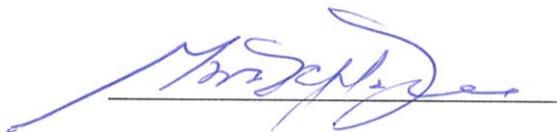
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Alejandro Chanabá', written over a horizontal line.

Alejandro Chanabá, M.Sc.
Director de Proyecto

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Guillermo García', written over a horizontal line.

Guillermo García, M.Sc
Vocal

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Marco Velarde', written over a horizontal line.

Marco Velarde, M.Sc
Vocal

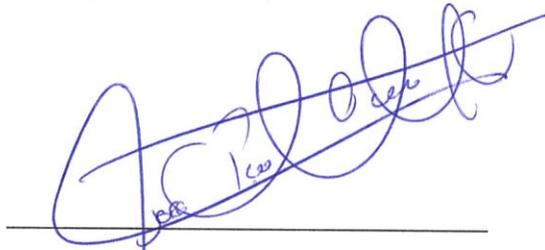
DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en esta tesis, corresponden exclusivamente a sus autores, y el patrimonio intelectual del Proyecto de graduación corresponderá a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de Exámenes y Títulos
Profesionales de la ESPOL)



Edgar David Feijóo Paladines



Jorge Manuel Porras Laines

INTRODUCCIÓN

La integración comercial entre países siempre ha sido un tema de discusión y análisis; se han buscado alternativas para encontrar medios de transporte eficientes y distancias más cortas, un ejemplo es el proyecto eje multimodal Manta – Manaus, el cual pretende la integración comercial de países asiáticos con países latinoamericanos, especialmente Brasil, país considerado como la mayor potencia de Sudamérica.

Los últimos estudios de Sherman & Asociados y CSI Ingenieros, acerca de la propuesta Manta – Manaus, han determinado que la implementación del proyecto no es factible debido a las complicaciones que se dan por las condiciones de navegación del río Napo. Estos resultados perjudican una posible alza comercial del Ecuador, especialmente en la zona de estudio.

Ante esta negativa, es inevitable buscar alternativas para aprovechar de mejor manera la navegación por los ríos y ayudar a mejorar la calidad de vida de las comunidades.

La red de afluentes fluviales ha sido siempre una importante fuente de mercadeo y generalmente la principal vía de acceso a las comunidades, en el oriente ecuatoriano navegan un sin número de embarcaciones

diseñadas y construidas de forma empírica. Su ámbito de diseño se ha reducido a ciertos tipos de embarcaciones como: remolcadores, empujadores, barcazas, gabarras y pequeñas embarcaciones dedicadas al transporte de pasajeros.

El principal problema para la navegación, no solo en la región amazónica, sino en todas las redes fluviales del mundo, es la profundidad del río, ya que de éste depende el dimensionamiento de las embarcaciones.

Mencionando específicamente al río Napo, en su paso por puerto Francisco de Orellana, se encuentra el punto más "alto", donde pueden navegar embarcaciones con un calado hasta 1.2 metros durante el periodo lluvioso y con calados de hasta 20 centímetros en zonas críticas y temporadas de estiaje. Otros ríos como el Aguarico, Coca, Pastaza, San Miguel, Bobonaza y Morona Santiago, sólo son navegables para canoas o pequeñas lanchas con motor fuera de borda; con calados, de igual manera en zonas críticas, de hasta 20 centímetros.

La dificultad de maniobrabilidad debido a obstáculos, impiden el movimiento continuo de la embarcación, siendo las playas, bancos de sedimentos y troncos los principales problemas para la navegación; que

además representan pérdidas económicas debidas a los daños en las embarcaciones.

Las condiciones fluviales ya mencionadas obligan a diseñar embarcaciones que superen las restricciones de navegación. Esto conlleva a pensar en naves de bajo desplazamiento, como los High Speed Crafts, y que tengan poca interacción con la superficie del agua como los Air Supported Crafts. Para que se pueda atravesar malos pasos, es necesario que la embarcación no dependa de la superficie en contacto, como es el caso de los Air Cushion Vehicles (ACV's) o también llamados Hovercrafts.

El diseño de una embarcación tipo Hovercraft se basa en un colchón de aire, que mantiene sustentada a la embarcación sobre la superficie del agua, disminuyendo casi en su totalidad la dependencia hidrodinámica, alcanzando velocidades por encima del promedio y evitando averías por las condiciones del río.

Utilizando este tipo de embarcación, para la principal actividad en el río que es el transporte de personal y carga general, se superan las limitaciones de navegación que hoy perjudican a todas las comunidades y a cualquier otra actividad en la zona.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar conceptualmente y analizar la factibilidad económica para la implementación de una embarcación tipo Hovercraft para el transporte de carga y pasajeros.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir el modelo actual de transporte fluvial en la zona.
- Determinar las características de la embarcación que se va a diseñar.
- Realizar el diseño conceptual del transporte propuesto.
- Determinar los puntos de atraque y sus características.
- Analizar el costo y viabilidad del sistema propuesto.

CAPITULO 1

DESCRIPCIÓN DEL MODELO ACTUAL DE TRANSPORTE FLUVIAL EN LA RUTA EL COCA – PARQUE NACIONAL YASUNÍ.

1.1 Antecedentes.

Los ríos, históricamente, presenciaron los primeros asentamientos humanos, por ende son el principal y más antiguo medio de transporte y comunicación de los pueblos, prueba de esto es el río Napo, naciendo del volcán Cotopaxi y desembocando en el río Amazonas, con 1.130¹ km de longitud y un ancho

¹ *Las aguas continentales de América Latina*, R. Ziesler y G.D. Ardizzone, publicación de la FAO de 1979

promedio de 1.5² km, albergó en sus riberas a la cultura Omagua proveniente de Brasil, donde su principal actividad era la pesca de pirarucú, tambaquí, anguila y pirañas, seguida de la cacería. Para la pesca, dependiendo de la época del año, se practicaron diferentes métodos de caza, el principal fue el uso de la raíz de barbasco que detiene el flujo de oxígeno en las agallas del pez. Para la navegación en las actividades de pesca, estas comunidades construyeron canoas de tronco ahuecados. Gracias a la cultura Siona y Secoya (descendientes y herederos de la desaparecida cultura Omagua³ en Ecuador), se conoce que construían embarcaciones, dándole a la proa forma de cabeza de boa y la popa forma de cola de pez; en el proceso de tallado, partían de la forma externa del tronco, tratando de mantener su simetría. Para corregir las irregularidades se quemaba la canoa, colocando hojas secas en el interior y sujetas con un palo, después se la colocaba boca abajo y se prendía fuego en el interior. Posteriormente mientras la madera estaba caliente, se raspaba en el interior y se protegía los bordes recubriendo con barro.

² *De la costa continental e insular del Ecuador* publicado por el Instituto Oceanográfico de la Armada.

³ Denominado el "Tercer Imperio de América" su extensión territorial partía desde el alto Amazonas hasta los andes ecuatorianos

A través de los años estas canoas no cambiaron en gran medida su construcción y forma del casco, con excepción de la popa, que fue adoptando una más rectangular.

Su función pasó de ser estrictamente para la pesca del autoconsumo, a ser utilizada como medio de transporte de carga para diferentes intercambios comerciales.

Figura 1. Vestigios de las canoas Omaguas en el Amazonas



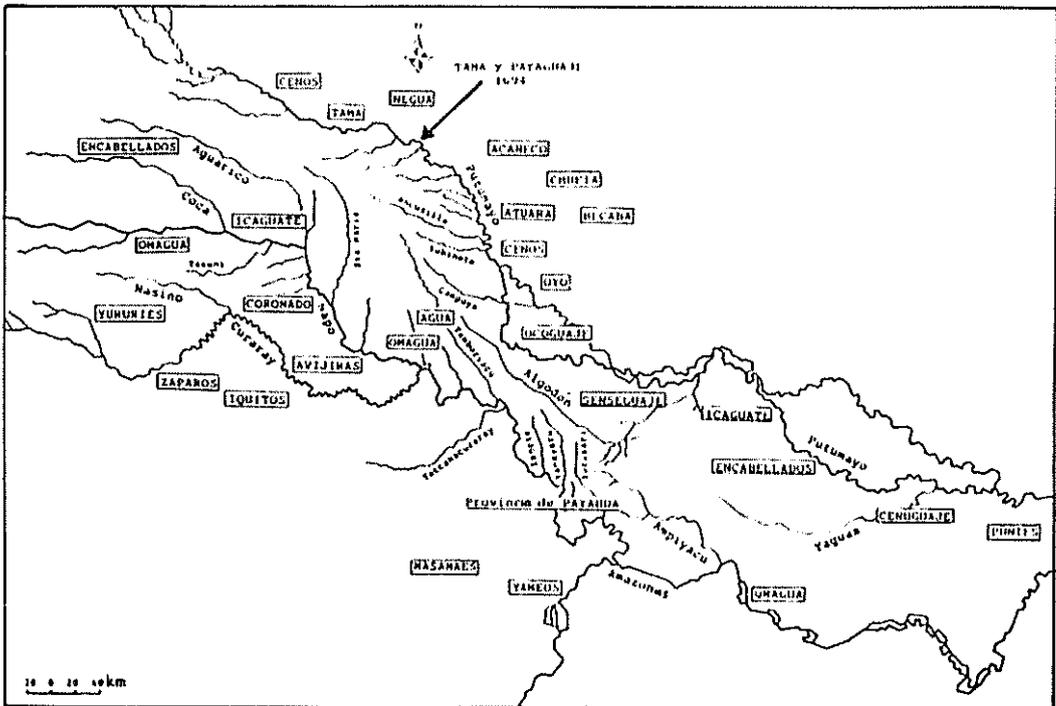
Fuente: www.tipishca.blogspot.com

La Figura 2 muestra las diferentes culturas asentadas alrededor de las riberas de los ríos de la amazonia, las mismas que desarrollaron diferentes actividades comerciales, que se pudieron dar gracias a las conexiones

interfluviales. Diferentes tipos de intercambios como son: pillaje, trueque y otra actividad, se denominaron “comercio silencioso”⁴.

El tipo de intercambio dependía de las relaciones que tenían entre las etnias. Con la llegada de los españoles al Amazonas, algunas tribus tomaron como actividad principal de comercio el intercambio de prisioneros, debido a la demanda por parte de españoles y portugueses, esto provocó hostilidad entre las etnias lo cual dificultó el desarrollo de otra actividad comercial.

Figura 2. Etnias del siglo XVII



Fuente: El temblor y la luna, 1991

⁴ Intercambio de personas generalmente a cambio de herramientas, posteriormente pasarían a ser sirvientes.

A partir de la primera concesión de explotación petrolera en la región amazónica ecuatoriana en 1921⁵, se esperaba un cambio trascendental, no solo para la región sino para todo el país, sin embargo, aunque la explotación genera regalías entre el 43 y 59⁶ % del presupuesto del Estado, no se midió el impacto ambiental y social que sufrían las etnias cercanas, lo cual volvió aún más caótico el endeble mercado comercial. El irresponsable manejo por parte de las petroleras⁷, dejan grandes daños sociales y ambientales irreversibles, contaminando ríos y desapareciendo el mercado de pescado seco, dejándolo solamente para el autoconsumo; así mismo gran parte de la agricultura, afectando plantaciones de yuca y plátano.

Con la decadencia del mercado comercial en la región, se buscó impulsar el desarrollo mediante alianzas comerciales como "El Tratado de Cooperación Amazónica⁸" firmado el 3 de julio de 1978 por todos los países integrantes de la cuenca del río Amazonas, para un mercado armónico, equitativo y mutuamente provechoso, en donde principalmente se preserve y conserve el medio ambiente mediante el uso sustentable de los recursos naturales. El

⁵ Primera concesión en la región amazónica a la compañía Leonard Exploration Co. de Nueva York

⁶ Apuntes sobre la explotación petrolera en el Ecuador por ab. Wilton Guaranda Mendoza, coordinador Jurídico de la Fundación INREDH

⁷ Chevron Texaco abandonan el país en 1999; en diciembre del 2013 se obliga a pagar 9.500 millones de dólares "por contaminación ambiental en la Amazonía ecuatoriana"

⁸ Tratado de Cooperación Amazónica. En: www.otca.org.br

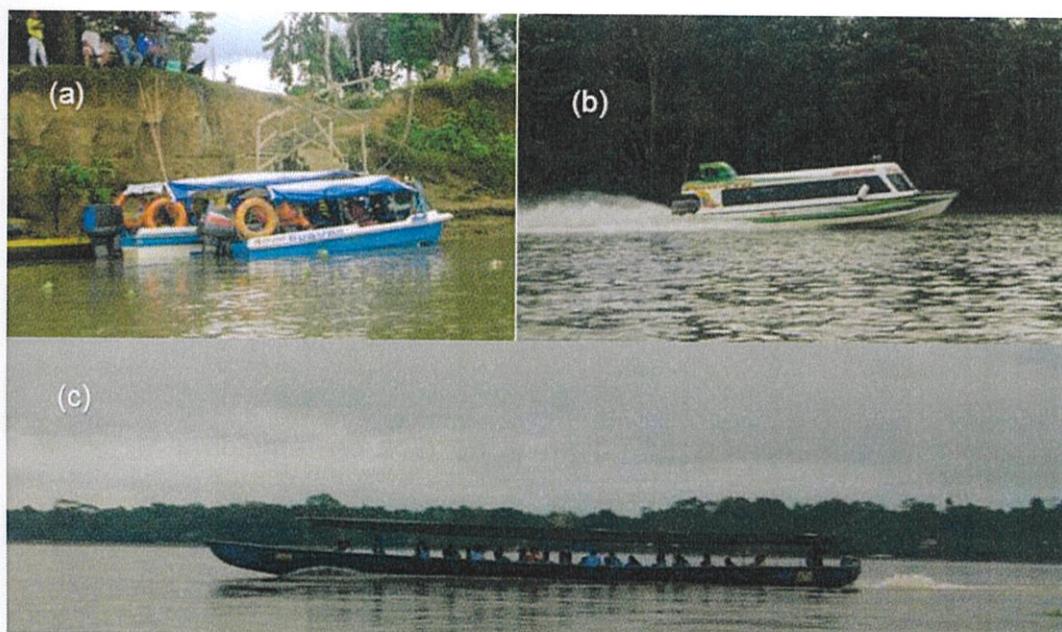
“Tratado de Comercio y Navegación” fue firmado entre Ecuador y Perú con un total de 39 artículos después de firmarse la paz el 26 de octubre 1998, acordaron una navegación libre de los ríos, permitiendo al Ecuador el uso fluvial por ríos del Perú que conecten al Amazonas [5].

Con la habilitación fluvial por territorio peruano, se permitió el paso de embarcaciones ecuatorianas para el transporte de carga, pasajeros y correo, hasta países terceros. Además embarcaciones ecuatorianas disfrutarían de iguales condiciones que las embarcaciones peruanas, esto enmarca: servicio portuario, suministro de combustible, facilidad para las operaciones de navegación y auxilio a la navegación [1]. Este acuerdo de libre navegación activa el comercio hacia Brasil, donde naves de bandera ecuatoriana podrán desembarcar en el puerto amazónico de Manaus, prueba de esto es la empresa Acero Andes transportando 20 equipos para la petrolera Petrobras.

El Río Napo es navegado desde Puerto Francisco de Orellana hasta el punto fronterizo de Nuevo Rocafuerte, esto representa casi 240 km [32] donde circulan embarcaciones con calados del alrededor de 3 pies. Este tramo ha presentado un avance comercial pese a las dificultades de navegabilidad, donde para el transporte de carga y pasajeros existen tres cooperativas que brindan servicio a las comunidades, utilizando canoas con motor fuera de borda, con esloras de 10 a 20 metros, como se muestra en la Figura 3 (c).

Tanto para el transporte turístico como para el personal de las petroleras, se utilizan lanchas de superestructura abierta o cerrada con 1 o 2 motores fuera de borda, como se observa en la Figura 3 (a) y (b) con esloras de alrededor de 4 a 10 metros. Otro tipo de embarcación dedicada específicamente para el transporte de carga a petroleras, son las barcasas para vehículos (gabarras) con insumos y maquinaria pesada.

Figura 3. Tipos de transporte fluvial del Río Napo.



Fuente: adquisición propia

La infraestructura portuaria en el tramo mencionado es escasa, siendo solo factibles los muelles correspondientes a las petroleras, a excepción del muelle flotante en Puerto Francisco de Orellana que es de 10 metros de longitud por 3 metros de ancho, soportado por flotadores de 15 centímetros

de diámetros, y con una conexión a tierra de 10 x 2 metros. Existen también gradas de cemento que son utilizados como muelles y permiten el atraque de canoas y lanchas; este tipo de muelle concentra gran cantidad de arena, lo cual imposibilita que pueda ser utilizado por barcazas.

1.2 Justificación y planteamiento del problema.

El río Napo, es una fuente de transporte fluvial de mucha importancia en la zona del oriente ecuatoriano y cierta parte del territorio peruano. Embarcaciones menores, como barcazas, gabarras, “deslizadores”, canoas a motor, son las principales herramientas de transporte en la zona; dichas embarcaciones no tienen la certeza de completar un recorrido de un punto a otro, sin sufrir inconvenientes derivados de “malos pasos”⁹ o palizadas en el río.

El principal problema, no solo en la región amazónica, sino en todas las redes fluviales del mundo, es la profundidad del río, ya que de éste depende el dimensionamiento de las embarcaciones diseñadas para navegar en los sitios involucrados.

El escaso calado en ciertas partes del río o llamados también “malos pasos”, se debe a la sedimentación natural del fondo, causada por las corrientes que arrastran material de las riberas y se acumulan hasta formar partes bajas y

⁹ Malos pasos se refiere a obstáculos en la navegación (bancos de arena, poca profundidad)

hasta en algunos de los casos, islotes. Además, las corrientes carcomen las orillas del río, y arrastran consigo troncos y raíces de árboles; ocasionando conjuntos de palos flotantes, llamados también "palizadas", que obstaculizan la navegación y en muchos casos dañan los cascos de embarcaciones. Los troncos, además de flotar, llegan a incrustarse en el fondo del río, quedando como armas de destrucción, no visibles. A pesar del conocimiento del río y las estrategias de navegación de los timoneles locales, resulta inevitable colisionar con troncos escondidos en el río, ocurriendo daños en las embarcaciones, y hasta en el peor de los casos, pérdidas humanas.

Considerando el tramo del río Napo desde Belén hasta Nuevo Rocafuerte, aproximadamente 180 km de recorrido, siguiendo el eje del río, existen 99 "malos pasos" [31] en donde el calado varía desde 20 hasta 60 cm; siendo estos "malos pasos" únicamente navegables en épocas de creciente, por embarcaciones de calado de 1,2 metros; y navegables por lanchas y canoas pequeñas, de hasta 60 cm de calado, en épocas de vaciante o estiaje.

Si se considera el tramo desde Francisco de Orellana hasta Nuevo Rocafuerte, con distancia de 240 km¹⁰ siguiendo el cauce del río, hay mucha probabilidad de que se encuentren más de 100 "malos pasos" ya que el calado medio desde "El Coca" hasta Belén es de 2 pies o 60 cm.[31] La época de vaciante del río varía entre tres meses, desde mediados de

¹⁰ Fuente: Google Earth Maps

noviembre hasta mediados de febrero, y el tiempo de creciente, desde mediados de abril hasta mediados de agosto, los otros meses son de mediana creciente y de mediana vaciante.

Figura 4. Malos pasos y palizadas.



Fuente: adquisición propia

Otros ríos como el Coca, Aguarico, San Miguel, Pastaza, Bobonaza y Morona Santiago (afluentes del Río Napo), son solo navegables por pequeñas lanchas o canoas que funcionan con motor fuera de borda y que son de bajo calado. [31] En estos ríos, la actividad económica es mucho menor en comparación con el Río Napo.

El transporte de grandes suplementos para las petroleras, vehículos pesados en gabarras, productos de primera necesidad para las comunidades ribereñas, se ve fuertemente afectado por los impedimentos de navegación que se encuentran en los mencionados “malos pasos”.

El Gobierno Ecuatoriano en conjunto con el Gobierno Peruano, han estudiado la posibilidad de efectuar obras estructurales, para mejorar la economía en la cuenca del río Napo. Las obras planteadas son: Dragado del río en sectores de “malos pasos” y construcción de carreteras paralelas al cauce. Pero un estudio de las consultoras SERMAN&AsociadosS.A. y CSI Ingenieros,[31] concluye que para el dragado del río se necesitaría desalojar, periódicamente cada año, 150 millones de metros cúbicos de material de río, lo que conllevaría a un costo anual de 700 millones de dólares, y el daño ambiental sería inminente. Asimismo la construcción de carreteras sería otro daño ambiental de gran magnitud, debido a la tala de bosques y a la extinción de especies nativas. Por lo tanto, el estudio finaliza que, técnica, económica y ambientalmente el dragado del río Napo, no es factible en la zona ecuatoriana.

Se estima que en la ruta Francisco de Orellana – Nuevo Rocafuerte, se transporta 250 mil ton/año, de las cuales el 80% es carga para las petroleras y el 20% corresponde a carga y pasajeros para las comunidades ribereñas y turismo en general. [32] Es oportuno mencionar que por todos los problemas

de navegabilidad en el río, los costos de transportación aumentan notablemente.

Gracias a las corrientes, la sedimentación del río aumenta año a año, es posible que el caudal se ramifique mucho más de lo que ya sucede en la actualidad, por lo tanto el calado disminuiría consecuentemente.

Cualquier mejora en la navegabilidad del río, mejorará la calidad de vida de las comunidades vulnerables asentadas en la Amazonía ecuatoriana; y además se disminuirán gastos de transportación para suministros de petroleras.

Un sistema de transporte capaz de evitar los obstáculos en el río, alcanzaría acogida rápidamente en las comunidades y representaría altos beneficios económicos y sociales

Este documento asume directamente la responsabilidad de elaborar un proyecto conceptual como solución para transportar eficientemente el 20% de la carga total, en la ruta Francisco de Orellana – Nuevo Rocafuerte (Parque Nacional Yasuní). Brindando seguridad, comodidad, rapidez y agilidad en el transporte de personal, suplementos de primera necesidad y carga general, a las comunidades y a las petroleras.

Por este medio se hará un modelo a seguir para construcciones futuras de embarcaciones, las cuales serán una necesidad primordial para navegar en un río muy accidentado y con bajas condiciones de navegabilidad.

Los altos índices de consumo, las altas exigencias y el nivel económico de petroleras, son factores a considerar para la futura implementación de este documento; como por ejemplo la construcción de una flota completa, para el transporte del 20% de la carga total anual.

Figura 5. Río Napo en Cabo Pantoja



Fuente: Iagua, continúan las medidas preventivas en el río Napo.
www.iagua.es

Por otra parte, los atracaderos y puertos de embarque no existen en todos los pueblos a lo largo de la cuenca del río Napo. Es sostenible que para un transporte fluvial eficaz de pasajeros y carga general, existan instalaciones

adecuadas en los puertos. En este documento se ha involucrado el diseño de puertos y atracaderos en los puntos más necesarios y estratégicos para la ejecución de la propuesta de transporte.

1.3 Alcances y limitaciones.

Uno de los fines de este documento es alcanzar una propuesta de transporte, eficiente y acorde a los problemas que se presentan en la cuenca del río.

Se pretende desarrollar el diseño conceptual y construir a proyecciones futuras, una embarcación capaz de atravesar bancos de sedimentos, palizadas, bajos del río; que se movilice en la ruta Francisco de Orellana – Nuevo Rocafuerte (Parque Nacional Yasuní), que tenga condiciones idóneas para agilizar el embarque y desembarque de pasajeros y carga general, que preste comodidades para turistas, ejecutivos de petroleras y personal en general.

Además, se pretende lograr el diseño de una embarcación que alcance velocidades por encima del promedio de velocidad de las embarcaciones lugareñas; para de este modo ahorrar en tiempos de traslado y operación.

Se hará el diseño, de atracaderos y se planificará la ubicación de puertos de embarque, constatando personalmente los lugares idóneos; tomando como referencia, fotos de adquisición propia de las riberas del río y sitios donde haya facilidad de acceso terrestre y amplitud de espacios.

Los atracaderos tendrán facilidades de embarque de pasajeros y de carga general, implementando muelles que se adapten mejor a las condiciones del río.

La construcción de una embarcación que pueda superar los obstáculos, derivará costos económicos bastante considerables; por lo que la propuesta de transporte se limita hasta un volumen de carga y pasajeros igual al promedio de volumen de transporte de la lancha de mayor capacidad de la zona. Esto se debe a que conforme se aumente la capacidad de pasajeros y carga, aumentarán notablemente los costos.

Se ha obviado el transporte de carga pesada con destino a petroleras, ya que para construir una embarcación idónea para dicha carga, se necesitan algunos factores como: alto presupuesto, un astillero apto con parrilla de varamiento y equipos para construcción, y personal capacitado.

Una embarcación que tenga dimensiones para transportar el promedio de personal y carga que transporta una embarcación actual en un viaje, podría construirse por bloques en un astillero existente, y ser transportada hasta su lugar de operación para su ensamblaje.

La ruta de transporte se ha limitado también en un tramo aproximado de 240 km, que corresponde Francisco de Orellana – Nuevo Rocafuerte (Parque Nacional Yasuní, límite con el Perú). Tomando en cuenta que las facilidades

de transporte existentes entre Ecuador y Perú (Iquitos) [31] son muy escasas, y que no hay más opciones de comunicación, no se puede hacer un estudio extenso y específico de mercado, ni de situación actual de las poblaciones peruanas; por ende el comercio existente es exclusivamente para la supervivencia de la ciudad de Iquitos, la cual cuenta como conexión solo aérea y fluvial, a pesar de que tiene alta industria y movimiento económico. Por estos motivos se ha limitado la propuesta de transporte hasta la frontera Ecuador-Perú.

Una ruta con transporte para intercambio de mercancías entre Francisco de Orellana e Iquitos, tomando en cuenta las leyes nacionales que evitan el contrabando y demás negocios ilícitos, sería una propuesta con altas posibilidades de viabilidad. Pero ese tema, se lo deja para proyectos futuros.

1.4 Descripción de las tendencias del mercado en la ruta propuesta.

Para analizar las principales tendencias de desarrollo del mercado, se ha dividido en dos grupos, como son:

- Agricultura.
- Turismo.

Puesto que la zona de estudio enmarca solo ciertas localidades correspondientes a la provincia de Orellana y Sucumbíos, esto presenta una problemática, debido a que los indicadores de mercado se pueden obtener

por provincias en la página web del Ministerio de Coordinación de la Producción, Empleo y Competitividad, y no por cantones. Sin embargo se resuelve obtener datos de seis comunidades Kichuwa en el Parque Nacional Yasuní y del cantón Aguarico las parroquias; Capitán Augusto Rivadeneira, Santa María de Huiririma, Tiputini, Yasuní y Nuevo Rocafuerte; lo cual representa la zona de estudio. Estas seis comunidades son: Nueva Providencia, Pompeya, San Roque, Indillama, Añangu y Sani Isla; pertenecientes al cantón Francisco de Orellana, provincia de Orellana, a excepción de San Roque que pertenece a la parroquia de El Edén, y parte de Sani Isla que pertenece a la parroquia Pañacocha, cantón Shushufinfi, provincia de Sucumbíos.

El desarrollo económico en la región, correspondiente al sector agrícola, es muy poco diversificado, y presenta bajos rendimientos con productos de mala calidad, lo que indica que existe deficiencia en el manejo. Esto se debe a que los métodos agropecuarios de los colonos vienen de regiones ecológicas y socio económicas muy diferentes, que no son ni adaptables ni sostenibles. Aún con este problema, se estima que 360 ha. de bosque son talados cada año para convertirse en áreas productivas, ya sea para agricultura o en la siembra de pastizales para ganadería. La zona apta para estas actividades, es el bosque inundado de aguas blancas que se encuentra a lo largo de la ribera del Río Napo. Cabe mencionar que el mayor motivo de deforestación, para áreas agrícolas, no es el crecimiento poblacional, sino la agricultura

migratoria; consistiendo en cultivar por algunos años, para luego ser abandonado, dejando que el suelo recupere su fertilidad, estos periodos de abandono son de tres a cinco años y de cultivo de dos a cinco años. La agricultura se da en siembra permanente y no permanente; siendo la primera para productos que se producen todo el año, como son, el plátano, yuca y cacao; y como no permanentes: maíz, arroz y café.

La producción agrícola en la región abarca 1.571 hectáreas, en donde cada familia tiene en promedio 5.2 hectáreas de chacra aproximadamente, destinando 3.44 (o más) hectáreas para productos que serán puestos a la venta (café, arroz, cacao y maíz) y para el autoconsumo 1.56 hectáreas de yuca, maíz, arroz y plátano. Las chacras presentan un crecimiento productivo de 1.5 a 2.3 hectáreas, y dejando de producir de 0.8 a 1 hectárea, por ende se presenta un incremento anual 302 hectáreas. En la Tabla I, se muestra la producción agrícola de las comunidades, tanto para el consumo como para la venta.

Tabla I. Producción agrícola de las comunidades.

Producto agrícola	Área [ha./Total]	Estimación [kg/ha.]	Estimación [kg/Año]	Comercialización
Café	76	1.274	96.824	de Mayo a Noviembre
Arroz	368	910	334.880	Julio y Agosto
Cacao	91	562	51.142	Permanente
Maíz	634	728	461.552	Marzo y Abril
Yuca	160	9.555	1528.800,00	Permanente

Plátano	242	200	48.400 ¹¹	Permanente
---------	-----	-----	----------------------	------------

Fuente: Análisis de los sistemas de producción de las comunidades

Kichuwas

Para la estimación anual de cada producto se tomó en consideración los meses de comercialización, además los porcentajes de pérdidas como el caso del cacao, el cual es afectado en 30% por plagas. La yuca representa la mayor producción, sin embargo ésta es destinada un 100% para el autoconsumo, y el cacao siendo la de menor producción por los problemas antes mencionados.

En la Tabla II, se muestra la producción anual en kilogramos destinada para la comercialización (1124,00 ton) y consumo (2755,00 ton y 59.530 racimos de plátano). La producción destinada a la comercialización es transportada hacia la feria de Pompeya o al cantón Francisco de Orellana, por medio de una barcaza dada por el FEPP¹² y el Vicariato de Guárico.

Tabla II. Consumo y venta de la producción agrícola de la zona de estudio

Cultivo	Consumo		Comercialización	
	[kg]	%	[kg]	%
Café	--	0	96.824	100
Arroz	71.874,4	13	481.055,6	87

¹¹ Producción agrícola anual por racimos.

¹² Fondo Ecuatoriano Populorum Progressio.

Cacao	--	0	51.142	100
Maíz	212.265,6	30	495.286,4	70
Yuca	2411.800,0	100	--	0
Plátano (u)	59.530	100	--	0

Fuente: Análisis de los sistemas de producción de las comunidades Quichuas (Kichwas) & Análisis de desarrollo del cantón Aguarico

Este tipo de embarcación representa altos costos de operación y servicio, que comparando con el rédito económico, existen pérdidas económicas, obligando a brindar subsidios. Por tanto la barcaza no constituyó una solución al problema, ocasionando que los productores se vean obligados a depender de sus canoas para el transporte de los productos. Para satisfacer la necesidad de transportar la manufactura agrícola, se requiere movilizar 3.1 toneladas diariamente. Es importante acotar que la mayor parte de los productos, son comercializados los fines de semana.

La actividad turística en la región se conforma por el turismo comunitario y el ecoturismo; siendo una vía alterna para el crecimiento económico y social endógeno. Esta actividad nació como una respuesta a la sensibilización para la conservación ambiental; pese al escaso protagonismo en la población local como agente clave en progreso de gestión turística. Su crecimiento se ha dado de forma continua.

En la Tabla III, se observa en ingreso mensual de turistas en el Parque Nacional Yasuní y Reserva Biológica de Limoncocha, tanto turistas

nacionales como extranjeros, siendo más representativa la afluencia extranjera. En el mes de agosto el Parque Nacional Yasuní, presentó los mayores ingresos turistas (nacionales y extranjeros), no tanto así la Reserva Biológica de Limoncocha, que muestra un mayor ingreso el mes julio, sin embargo el mes que le precede y antecede también originan altas visitas.

Tabla III. Visitas mensuales en la ruta propuesta

	Parque Nacional Yasuní		Reserva Biológica Limoncocha	
	nacional	extranjero	nacional	extranjero
Enero	322	375	270	77
Febrero	187	688	126	102
Marzo	198	509	621	108
Abril	190	527	849	62
Mayo	205	227	754	102
Junio	99	531	974	69
Julio	174	530	1121	143
Agosto	483	878	951	110
Septiembre	147	429	597	103
Octubre	103	530	796	35
Noviembre	105	760	626	47
Diciembre	27	288	705	58
Total	2240	6272	8390	1016

Fuente: www.optur.org/estadisticas-turismo.html

En la Tabla IV, se muestra el ingreso anual de turistas correspondiente al 2011 y 2012, donde claramente se ve un declive en la visitas al Parque Nacional Yasuní en 2012, donde uno de los parámetros de afectación fue la zozobra en la región por el lanzamiento del proyecto YASUNÍ-ITT, la misma que presentaba una iniciativa para mantener el petróleo bajo tierra.

Tabla IV. Ingreso anual de turistas en la zona de estudio.

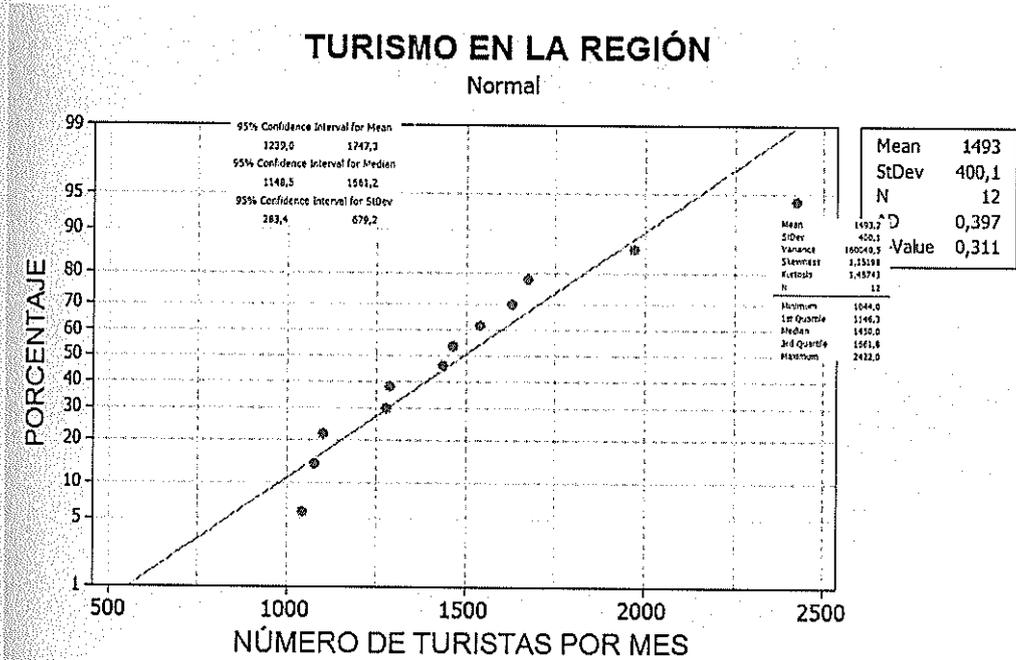
	2011	2012
Parque Nacional Yasuní	10313	8512
Reserva Biológica Limoncocha	4335	9406

Fuente: www.optur.org/estadisticas-turismo.html

Esto no sucede en la Reserva de Limoncocha, demostrando un aumento de visitas cercano al doble del año anterior.

En la Figura No. 6, representa el turismo en la región representado por una distribución normal, en donde se pretende establecer el número de turistas al mes, que visitan la región. Para esto fue necesario calcular las medidas de dispersión (rango y desviación estándar), y medidas de tendencia central, donde la media muestral corresponde a 1.493 turistas y la mediana a 1.450 turistas; utilizando criterios estadísticos antes mencionados se optó por tomar 1.450 turistas; lo cual corresponde al número de visitas al mes.

Figura 6. Distribución normal del turismo en la región.



Fuente: www.optur.org/estadisticas-turismo.html

Para el análisis de tendencias de mercado se obvió otras actividades comerciales como: pesca, silvicultura y ganadería. La pesca, debido a que estos alimentos no son de primera necesidad, por la entrada paulatina de productos industrializados provenientes de otras ciudades, que suplen la necesidad de pescar en el río.

Con respecto a la silvicultura, esta actividad involucra un medio de transporte de mayor escala, al cual este proyecto no está dirigido. La ganadería se da principalmente en algunas parroquias del cantón Aguarico, las cuales si cuentan con carreteras listas para la transportación.

CAPITULO 2

DISEÑO CONCEPTUAL DE UNA EMBARCACIÓN FLUVIAL TIPO HOVERCRAFT PARA LA RUTA EL COCA – PARQUE NACIONAL YASUNÍ

2.1 Introducción.

2.1.1 Principios generales

A nivel mundial, en la industria naval, se ha despertado el interés por fabricar naves de alta velocidad, tanto de bajo y alto desplazamiento. En los astilleros norteamericanos, aproximadamente el 30% de las órdenes de

construcciones [2] para todo el mundo, son para el mercado de embarcaciones de alta velocidad.

Existen casos en el mundo del transporte marítimo, en donde se necesita que la carga llegue más rápido que lo que se demora una embarcación convencional, y en donde no es factible asumir costos de transporte aéreo, debido a la magnitud de la carga. Gracias a estos antecedentes, la industria naval ha incursionado en el ámbito de los High Speed Crafts.

Según IMO¹³ y ABS¹⁴, un High Speed Craft es una embarcación capaz de transportarse a una velocidad mínima de 25 nudos, y llevar un mínimo de 35 pasajeros y/o carga general.[42] Los High Speed Crafts se clasifican en tres grupos, apoyados en aire, por sustentación hidrodinámica y de desplazamiento. Los apoyados en aire se sub clasifican en: Air Cushion Vehicles (ACV) y Surface-Effect Ships (SES). Los de tipo desplazamiento son las embarcaciones convencionales como: monocascos, catamaranes, trimaranes y cascos lubricados con aire. [2] Figura 7.

El Surface-Effect Ship (SES) y Foil Supported Craft, involucran el cálculo de una superficie mojada y un calado mínimo en el diseño de la embarcación

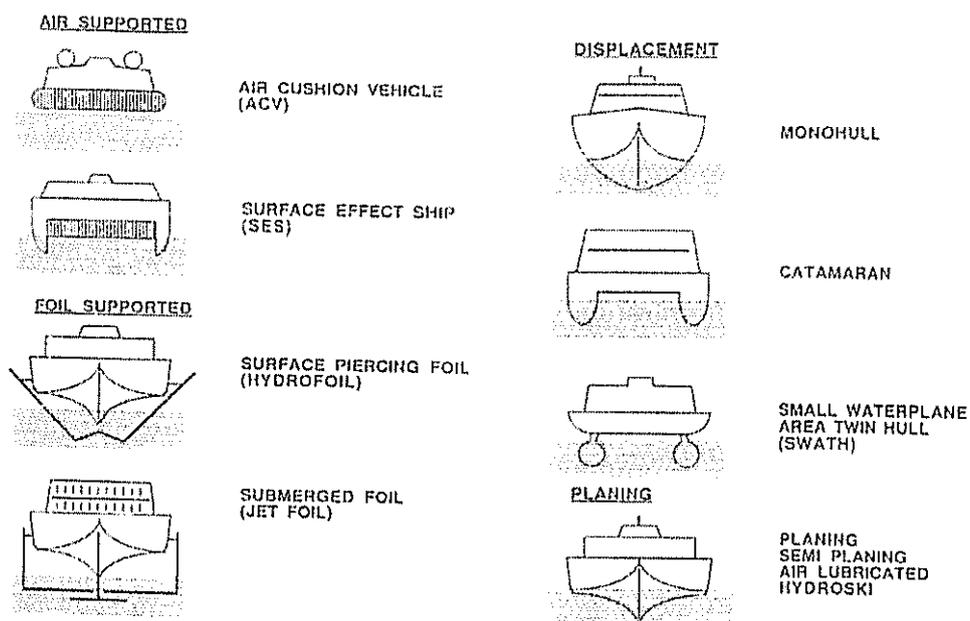
¹³ International Maritime Organization (IMO)

¹⁴ American Bureau of Shipping (ABS)

[2]; así mismo, los High Speed Crafts del tipo de desplazamiento, como ya es conocido, necesitan tener un calado considerable.

El tipo de embarcación High Speed Craft apoyada en aire, que no interactúa con el agua, es el Air Cushion Vehicle (ACV). El ACV es un vehículo que puede movilizarse por distintas superficies, entre ellas, agua, tierra, barro, nieve u otras; donde su inclinación no debe exceder el límite de diseño, que generalmente oscila los 20°. [2]

Figura 7. Clasificación de naves.



Fuente: [2]

Este tipo de vehículo puede ser utilizado en situaciones de contingencia, como llegar a lugares remotos, cuando existen instalaciones inadecuadas en la orilla o cuando la profundidad del río no es suficiente para navegar.

Hovercrafts pueden ser utilizados en ferrys utilitarios para transporte de pasajeros, en transporte de carga, en fines militares, en petroleros, en transporte para los polos, para botes de rescate, botes de apoyo para infraestructuras, apoyo en industria Offshore, para estudios geológicos y batimétricos, para proyectos ambientales, para construcción de puentes, para exploración en marea baja costera, para ocio y diversión, para súper yates, para filmaciones y publicidades, para botes que necesitan mantener una posición estática en ríos de mucha corriente o en inundaciones. [42]

Básicamente un ACV es un medio de transporte que se maneja como un auto, vuela como un avión y flota como un barco. Una combinación particularmente favorable para el problema ya mencionado anteriormente. Son embarcaciones que pueden aplicarse eficazmente cuando existan requerimientos especiales que otras embarcaciones no puedan cumplir.

Un ACV es una embarcación totalmente soportada por la presión (≤ 500 Pa.) [42] de aire ejercida entre la falda (estructura flexible) y la superficie del agua, permite de esta manera una holgura de aire entre ellas, reduciendo la resistencia provocada por el agua, y evitando que objetos improvisados en el río, ocasionen daños en el vehículo. El aire que se escapa por la falda es

compensado por ventiladores que van ubicados en la estructura y que dotan de aire por conductos laminares. Comúnmente, la presión de aire permite flotar a alturas entre 5 y 60 cm. [36] sobre cualquier superficie.

Los ACV's pueden alcanzar velocidades que los barcos convencionales y muchos vehículos terrestres, no pueden obtener, y todo esto, utilizando una potencia menor a la de un helicóptero con el mismo peso, y también utilizando una potencia menor a la de una embarcación planeadora del mismo peso y que opere a más de 40 nudos.[2]

Los ACV's tienen una semejanza con los botes planeadores e hidrofólios de alto rendimiento, que se sustentan hidrodinámicamente y que con una carga significativa, reducen su velocidad crucero, y no afecta su capacidad de navegabilidad.

Asimismo, un Hovercraft presenta muchas ventajas, pero también existen ciertas desventajas.

Ventajas [36]:

Es muy adaptable.

- Pueden trasladarse sobre la mayoría de superficies.
- No necesitan varadero o cama de varamiento para salir del agua.
- Son más rápidos que una embarcación convencional.

- Pueden operar en combinaciones de barro, hielo y viento, cuando cualquier otro transporte no puede operar con seguridad.
- Puede acortar distancias en recorridos inestables.
- Viaja a través de ríos, rápido o despacio, y no influye la corriente.
- Evita colisiones con troncos, desechos, piedras o bancos de arena.
- Tiene acceso al 75% de las zonas costeras.

Tiene costos eficientes.

- Su costo de operación es más barato que el costo de operación de un helicóptero.
- El mantenimiento lo pueden realizar ingenieros con buenos conocimientos de maquinaria en general.
- Su operación y mantenimiento no es complejo.
- Es amigable con el medio ambiente.
- Hace muy poca estela y turbulencia.
- No genera presión bajo el agua y no tiene impacto con la vida acuática.
- Tiene un consumo de combustible eficiente, ya que la operación de las hélices es en el aire y no está sujeto a los fenómenos hidrodinámicos que presentan las hélices de los barcos convencionales.

Desventajas [2]:

Está limitado a una carga predeterminada.

- Su peso está relacionado con su sustentación.
- Si se le agrega carga, se necesita aumentar considerablemente su potencia para alcanzar la velocidad de diseño.

Para su uso en el mar, su capacidad depende del tamaño y altura de la falda.

- Vientos fuertes y olas grandes afectan su rendimiento.
- Sus dimensiones son más grandes que una embarcación convencional con la misma capacidad de carga.
- La falda está expuesta a daños cuando hay mala operación.

Necesita un mantenimiento regular y planificado.

- Necesita inspección y mantenimiento periódico.
- Cuando no esté en uso, debe ser guardado bajo techo y protegido contra cambios climáticos extremos.

No puede operar en pendientes pronunciadas.

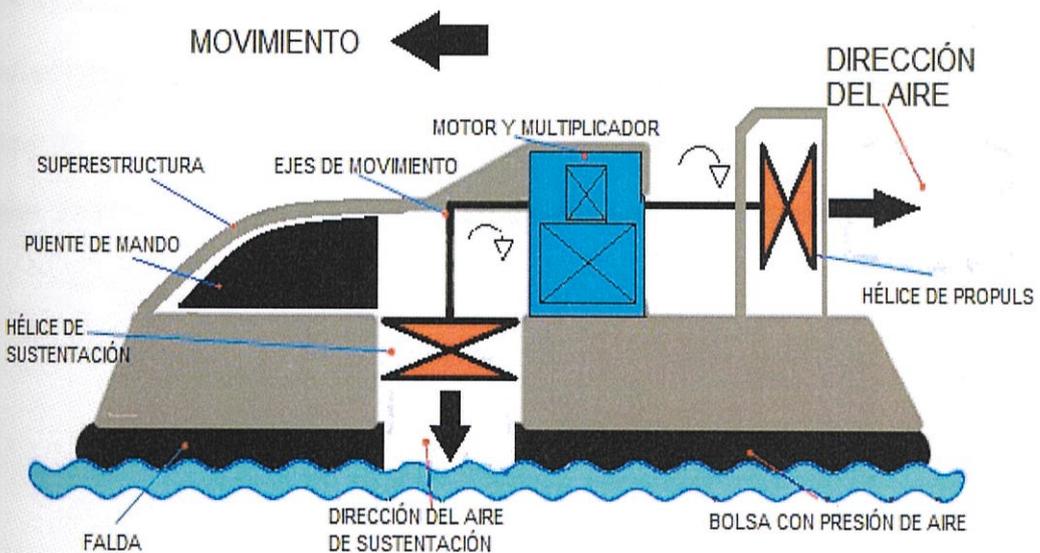
- Son susceptibles a las fuerzas laterales ocasionadas por pendientes, y generan deslizamientos.
- Si no existe una pendiente leve en el sitio de atraque o las instalaciones adecuadas, el manejo de carga y pasajeros se vuelve un inconveniente.
- Su volumen total es alto, hace que a altas velocidades su maniobrabilidad sea baja.
- Generan mucho caudal de aire y pueden llegar a ser ruidosos.

2.1.2 Descripción de un ACV.

Los Hovercrafts trabajan bajo dos principios fundamentales, de sustentación y de propulsión. El sistema de sustentación es un factor esencial, ya que es el que permite que la nave se sostenga sobre un colchón de aire que está elevado algunos centímetros de la superficie.

Consta principalmente de una estructura flexible, casco y superestructura, hélices de propulsión, hélices de sustentación, motores y multiplicadores, ejes de movimiento y sistemas auxiliares, tal como se puede ver en la Figura 8.

Figura 8. Esquema de un Hovercraft.



Fuente: Chris Woodford, Hovercraft and Hydrofoils

RESUMEN

En este trabajo se presenta una propuesta para el transporte de personal y carga general en la ruta Francisco de Orellana – Parque Nacional Yasuní. Se ha realizado el estudio del modelo actual de transporte fluvial de la zona, además se incluye el diseño conceptual de una embarcación tipo Hovercraft, se hace una propuesta portuaria que integre a las comunidades de la región y se analiza la factibilidad económica del proyecto. La navegación por esta zona del país se dificulta por la presencia de bajos, palizadas, sedimentación; por lo cual el diseño de una embarcación tipo Hovercraft, proporcionará una solución a este problema que afecta al desarrollo de la región. El Hovercraft tiene una eslora de 17,70 m y una manga de 8,35 m, navega a 60 nudos, con capacidad para transportar 60 pasajeros y 3,50 toneladas de carga general. La ruta de navegación es de aproximadamente 240 km y corresponde a la Hidrovía de la cuenca del río Napo, con el primer embarcadero en Francisco de Orellana, luego en Belén, Pañacocha, Tiputini y el último en Nuevo Rocafuerte. El valor final del Hovercraft es de US\$1'020.000,00, y estimando un financiamiento a quince años plazo, un flete por persona de quince dólares, con una frecuencia de dos viajes diarios, cinco días a la semana, se obtiene una razón de beneficio-costos de 2,63 y un TIR de 47%.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	V
ÍNDICE GENERAL.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO GENERAL.....	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
CAPITULO 1.....	5
DESCRIPCIÓN DEL MODELO ACTUAL DE TRANSPORTE FLUVIAL EN LA RUTA EL COCA – PARQUE NACIONAL YASUNÍ.....	5
1.1 ANTECEDENTES.....	5
1.2 JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.3 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	18

1.4 DESCRIPCIÓN DE LAS TENDENCIAS DEL MERCADO EN LA RUTA PROPUESTA.....	20
CAPITULO 2.....	28
DISEÑO CONCEPTUAL DE UNA EMBARCACIÓN FLUVIAL TIPO HOVERCRAFT PARA LA RUTA EL COCA – PARQUE NACIONAL YASUNÍ	28
2.1 INTRODUCCIÓN.....	28
2.1.1 Principios generales	28
2.1.2 Descripción de un ACV.....	35
2.1.3 Proceso de diseño.....	43
2.2 DIMENSIONAMIENTO	44
2.2.1 Estimación de las dimensiones principales del ACV.	45
2.2.2 Estimación de pesos.....	50
2.3 SISTEMA DE SUSTENTACIÓN.....	59
2.3.1 Determinación de potencia del sistema de sustentación.....	61
2.3.2 Selección de ventiladores de sustentación.....	69
2.3.3 Selección de motores de sustentación.	71
2.4 ESTRUCTURA FLEXIBLE.....	72
2.4.1 Sistemas de estructura flexible.....	74

2.4.2	Geometría de la falda flexible	76
2.4.3	Dimensionamiento de la falda flexible	79
2.4.4	Selección del material.....	81
2.4.5	Configuración de la falda flexible.....	82
2.5	SISTEMA DE PROPULSIÓN.....	83
2.5.1	Estimación de potencia.....	85
2.5.2	Selección de propulsores.	93
2.5.3	Selección de motores.	98
2.5.4	Transmisión de potencia.....	100
2.6	CÁLCULOS ESTRUCTURALES.	100
2.7	CRITERIOS DE ESTABILIDAD Y MANIOBRABILIDAD... ..	102
2.7.1	Criterio de estabilidad intacta.	102
2.7.2	Estabilidad y altura del colchón de aire.	102
2.7.3	Alturas metacéntricas transversales y longitudinales para pequeños ángulos de escora.	103
2.7.4	Requerimientos para estabilidad a grandes ángulos de escora.	104
2.7.5	Requerimientos de estabilidad en avería y compartimentación de boyantez.....	106
2.7.6	Requerimientos de navegabilidad.	107

2.7.7	Requerimientos de maniobrabilidad.	109
2.7.8	Requerimientos para habitabilidad, ruido interno o externo y niveles de vibración.....	111
2.8	DISTRIBUCIÓN GENERAL.....	115
2.9	HABITABILIDAD.....	117
2.10	SISTEMAS DE CONTROL Y SISTEMAS AUXILIARES... ..	118
CAPITULO 3.....		120
PROPUESTA PORTUARIA.....		120
3.1	INFRAESTRUCTURA PORTUARIA ACTUAL.....	123
3.1.1	Embarcadero fluvial de Francisco de Orellana	123
3.1.2	Muelle con puente de acceso basculante:.....	125
3.1.3	Embarcadero pilotado en Nuevo Rocafuerte.....	127
3.2	CRITERIOS DE DISEÑO PORTUARIO FLUVIAL.....	128
3.3	CORREDOR LOGÍSTICO PROPUESTO	132
3.4	SELECCIÓN DEL ATRACADERO Y PUERTO PROPUESTO.....	134
3.5	ESQUEMA DEL SISTEMA PORTUARIO FLUVIAL.....	135
3.6	DESCRIPCIÓN Y FACILIDADES DEL PUERTO PROPUESTO.....	136

CAPITULO 4.....	138
ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO	138
4.1 POBLACIONES BENEFICIADAS, PRODUCCIÓN Y CONSUMO ESTIMADOS.....	138
4.2 DETERMINACIÓN DE COSTES POR EL TRANSPORTE FLUVIAL.....	143
4.2.1 Estimación del flete y tiempos de navegación.....	143
4.2.2 Presupuesto inicial e inversión del proyecto.....	145
4.2.3 Cálculo de costos de operación.....	148
4.2.4 Cálculo del B/C, VAN y TIR.....	151
4.3 PLANIFICACIÓN.....	153
4.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	155
CONCLUSIONES	157
RECOMENDACIONES.....	159
ANEXOS.....	160
ANEXO A.....	161
ANEXO B.....	165
ANEXO C.....	166

ANEXO D.....	181
ANEXO E.....	212
ANEXO F.....	222
ANEXO G.....	248
ANEXO H.....	257
ANEXO I.....	261
REFERENCIAS.....	268

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Vestigios de las canoas Omaguas en el Amazonas	7
Figura 2. Etnias del siglo XVII	8
Figura 3. Tipos de transporte fluvial del Río Napo.....	11
Figura 4. Malos pasos y palizadas.....	14
Figura 5. Río Napo en Cabo Pantoja	17
Figura 6. Distribución normal del turismo en la región.....	27
Figura 7. Clasificación de naves.....	30
Figura 8. Esquema de un Hovercraft.....	35
Figura 9. Sistema de sustentación.....	37
Figura 10. Sistema de Propulsión	39
Figura 11. Timones de dirección.....	40
Figura 12. Cámara de distribución vs. Cortina de momento.....	41
Figura 13. Relación potencia-peso vs velocidad.....	48

Figura 14. Desplazamiento vs Eslora.	48
Figura 15. Desplazamiento vs eslora.	49
Figura 16. Estimación del peso estructural.	51
Figura 17. Peso del sistema de propulsión.	53
Figura 18. Peso del sistema eléctrico.	55
Figura 19. Peso auxiliar, menos peso del sistema de sustentación.	56
Figura 20. Peso de equipos y mobiliario.	58
Figura 21. Distribución de presiones de sustentación.	60
Figura 22. Altura equivalente de sustentación vs p_c/l_c	62
Figura 23. Evolución de la falda.	73
Figura 24. Sistema básico de falda flexible.	74
Figura 25. Bolsa y dedos para teorías simples.	77
Figura 26. Geometría básica de una falda flexible.	79
Figura 27. T/N vs. $D/N^{0,5}$	84
Figura 28. Estimación del coeficiente de arrastre de la falda.	90

Figura 29. Curvas de potencia de los propulsores y potencia requerida.	97
Figura 30. Características principales Caterpillar 3406E	99
Figura 31. Empuje y ángulo de giro para una hélice con Tobera.....	111
Figura 32. ISO 2631 para límites y tolerancias de aceleración y frecuencia.	114
Figura 33. Ubicación geográfica del Puerto de Puerto Francisco de Orellana.	123
Figura 34. Puerto de la ciudad Puerto Francisco de Orellana.	124
Figura 35. Modelo típico de muelle.	125
Figura 36. Condiciones de algunos muelles.	126
Figura 37. Embarcadero Pilotado de Nuevo Rocafuerte.....	127
Figura 38. Embarcaderos de carácter precario.....	128
Figura 39. Nodos portuarios de estudio.	132
Figura 40. Facilidades de acceso terrestre, sector El Belén.	133
Figura 41. Mapa de integración fluvial.	134

Figura 42. Diagrama de gestión portuaria.....	135
Figura 43. Número aproximado de personas que se movilizan en la zona.	141
Figura 44. Cronograma de actividades para la construcción del ACV.	154
Figura 45. Características principales Cummins QSB6.7.	163
Figura 46. Características principales Cummins QSB6.7	164
Figura 47. Selección del propulsor, nomenclatura de los modelos.....	179
Figura 48. Selección del propulsor, modelo.....	180
Figura 49. Resistencia longitudinal en quebrando (altura de ola 0.5 m).	184
Figura 50. Resistencia longitudinal en arrufo (altura de ola 0.5 m).....	185

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla I. Producción agrícola de las comunidades.....	22
Tabla II. Consumo y venta de la producción agrícola de la zona de estudio	23
Tabla III. Visitas mensuales en la ruta propuesta	25
Tabla IV. Ingreso anual de turistas en la zona de estudio.	26
Tabla V. Propuestas para satisfacer el mercado.	45
Tabla VI. Cálculo de eficiencia del transporte para las diferentes propuestas.....	47
Tabla VII. Estimación del desplazamiento y dimensiones principales. ..	50
Tabla VIII. Estimación de pesos.....	58
Tabla IX. Dimensiones preliminares de sustentación.	63
Tabla X. Variables para el cálculo de He	63
Tabla XI. Variables para el cálculo de Q	64

Tabla XII. Variables para el cálculo de Q.	64
Tabla XIII. Datos para calcular la presión total del ventilador.	67
Tabla XIV. Datos y cálculo de potencia de sustentación.	68
Tabla XV. Cálculo de la velocidad específica.	69
Tabla XVI. Velocidad específica para cada ventilador.	70
Tabla XVII. Rangos de velocidad específica.	70
Tabla XVIII. Características geométricas de la falda.	81
Tabla XIX. Datos preliminares.	91
Tabla XX. Cálculo de la resistencia.	91
Tabla XXI. Potencia entregada de todos los propulsores consultados. .	96
Tabla XXII. Cálculo del diámetro del eje	100
Tabla XXIII. Consideraciones para la estabilidad en el colchón de aire.	102
Tabla XXIV. Consideraciones de estabilidad en función de alturas metacéntricas.....	103
Tabla XXV. Criterios de estabilidad a grandes ángulos de escora	104

Tabla XXVI. Resultados de criterios de estabilidad a grandes ángulos de escora.....	104
Tabla XXVII. Criterios de estabilidad en avería.....	107
Tabla XXVIII. Estimación de presión en el fondo del tanque de boyantez a pr.....	109
Tabla XXIX. Estimación del factor de altura.....	113
Tabla XXX. Consumo estimado por persona al año.	142
Tabla XXXI. Estimación de consumo de alimentos al año en la zona.	143
Tabla XXXII. Fletes actuales por navegación en el río Napo.....	143
Tabla XXXIII. Estimación de tiempos de navegación.....	145
Tabla XXXIV. Estimación de mano de obra para el casco.....	146
Tabla XXXV. Estimación del precio del ACV.	146
Tabla XXXVI. Costes administrativos por mes y por día.....	149
Tabla XXXVII. Costes de mantenimiento por día y por viaje.	150
Tabla XXXVIII. Costo de operación por día y flete por viaje con 60 personas.....	152

Tabla XXXIX. Valores iniciales para el análisis económico.	152
Tabla XL. Análisis de B/C, VAN y TIR para fletes y tiempos de operación a la semana.	155
Tabla XLI. Aproximación del coeficiente de pérdida en los ductos, Kd	161
Tabla XLII. Aproximación del coeficiente de pérdida en el ventilador ..	161
Tabla XLIII. Aproximación del coeficiente de ganancia en el ventilador	162
Tabla XLIV. Selección del modelo de ventilador para propulsión	162
Tabla XLV. Relaciones adimensionales de la estructura flexible	165
Tabla XLVI. Estimación de CT para NACA 6259A-18 de 3 palas.	166
Tabla XLVII. Estimación de CP para NACA 6259A-18 de 3 palas.	167
Tabla XLVIII. Estimación de potencia para NACA 6259A-18 de 3 palas, con ángulo de ataque de 34,9 grados.....	167
Tabla XLIX. Estimación de potencia para NACA 6259A-18 de 3 palas, con ángulo de ataque de 39,8 grados.....	168
Tabla L. Estimación de CT para CLARK Y 6267A-18 de 3 palas.	170

Tabla LI. Estimación de CP para CLARK Y 6267A-18 de 3 palas	171
Tabla LII. Estimación de potencia para CLARK Y 6267A-18 de 3 palas, con ángulo de ataque de 35,2 grados.....	172
Tabla LIII. Estimación de potencia para CLARK Y 6267A-18 de 3 palas, con ángulo de ataque de 40,1 grados.....	173
Tabla LIV. Estimación de CT para CLARK Y 5868-9 de 4 palas.	174
Tabla LV. Estimación de CP para CLARK Y 5868-9 de 4 palas	175
Tabla LVI. Estimación de potencia para CLARK Y 5868-9 de 4 palas, con ángulo de ataque de 35 grados.	176
Tabla LVII. Estimación de potencia para CLARK Y 5868-9 de 4 palas, con ángulo de ataque de 40 grados.....	177
Tabla LVIII. Momento flector y fuerza cortante en aguas tranquilas. ...	181
Tabla LIX. Resistencia longitudinal en aguas tranquilas.....	182
Tabla LX. Momento flector y fuerza cortante en quebrando (altura de ola 0,5 m).....	183
Tabla LXI. Momento flector y fuerza cortante en arrufo (altura de ola 0,5 m).....	184

Tabla LXII. Cálculo del módulo seccional de la cuaderna maestra.....	210
Tabla LXIII. Cálculo del módulo seccional en secciones del buque.....	211
Tabla LXIV. Condición - salida de puerto.....	212
Tabla LXV. Análisis del criterio de estabilidad OMI, condición - salida de puerto.....	213
Tabla LXVI. Análisis del criterio de estabilidad intacta HSC 200, condición - salida de puerto.....	214
Tabla LXVII. Condición - medio día.....	215
Tabla LXVIII. Condición Medio día.....	217
Tabla LXIX. Análisis del criterio de estabilidad intacta HSC 200, condición - medio día.....	218
Tabla LXX. Condición - llegada a puerto. [Fuente:Elaboración propia]	219
Tabla LXXI. Análisis del criterio de estabilidad intacta HSC 200, condición - llegada a puerto.....	219
Tabla LXXII. Flujo de caja para 15 años plazo.....	223
Tabla LXXIII. Cálculo de van y tir para 5 días a la semana, 10 \$ de flete.	224

Tabla LXXIV. Cálculo de van y tir para 5 días a la semana, 15 \$ de flete.
..... 227

Tabla LXXV. Cálculo de van y tir para 5 días a la semana, 20 \$ de flete.
..... 230

Tabla LXXVI. Cálculo de van y tir para 5 días a la semana, 30 \$ de flete.
..... 233

Tabla LXXVII. Cálculo de van y tir para 6 días a la semana, 10 \$ de flete.
..... 236

Tabla LXXVIII. Cálculo de van y tir para 6 días a la semana, 15 \$ de flete.
..... 239

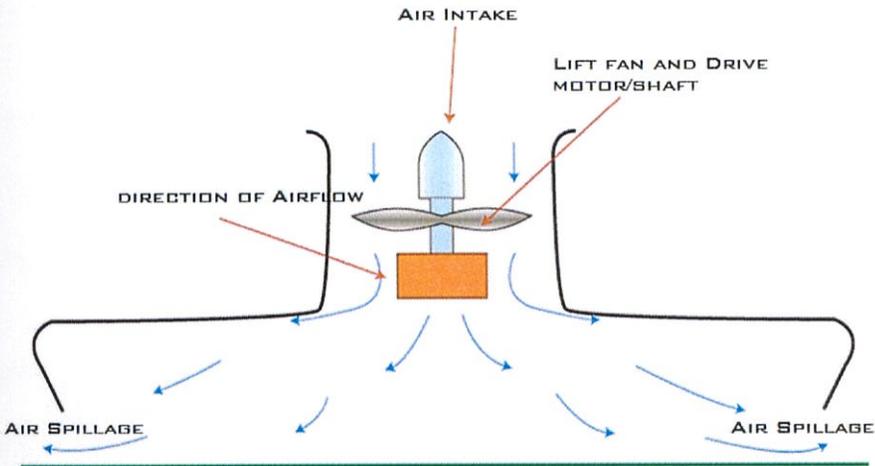
Tabla LXXIX. Cálculo de van y tir para 6 días a la semana, 20 \$ de flete.
..... 242

Tabla LXXX. Cálculo de van y tir para 6 días a la semana, 30 \$ de flete.
..... 245

El sistema de potencia de la embarcación puede presentar dos casos: que la hélice de sustentación y la hélice de propulsión tengan motores independientes, o que la embarcación posea un solo motor a bordo pero con mayor potencia y una mayor complejidad al momento de transmitir el movimiento a la hélice y al ventilador.

El sistema de sustentación, que se puede apreciar en la Figura 9, necesita generar mucho caudal de aire, por este motivo las hélices son diseñadas para que sean más eficientes al aire libre, muy parecido a los aeroplanos. La hélice tiene que forzar una cantidad específica de aire para que el hovercraft pueda sustentarse sobre la superficie, si hay demasiado flujo de aire, la nave se sustentará demasiado alto y hará que el aerodeslizador se vuelque; insuficiente aire hará que el ACV se quede muy pegado a la superficie, y el propósito del hovercraft no se cumpla. Las hélices comunes no son eficientes cuando existen contrapresiones de aire, es decir cuando exista reflujo de aire, debido a esto, en Hovercrafts se utilizan ventiladores centrífugos.

Figura 9. Sistema de sustentación.



Fuente: ref. [36]

Los ventiladores giran a altas revoluciones, aspirando el aire por una tobera y enviándolo hacia los bordes de la falda flexible. El diseño centrífugo del ventilador hace que se aproveche el aire que regresa por la contrapresión, y aporta potencia de giro en vez de reducirla. [2]

El eje que transmite potencia al ventilador está conectado hacia el otro extremo con una caja de cambios multiplicadora, y que a su vez se conecta con el motor principal o con el motor de sustentación.

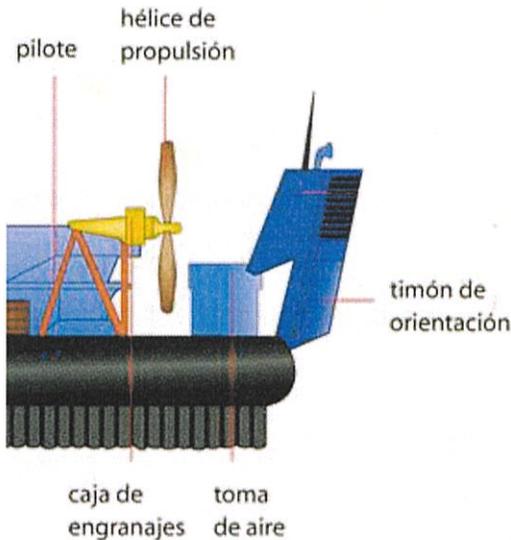
El sistema de propulsión consta de: hélices, motores, cajas de aire y timones, Figura 10. Las hélices que generalmente se utilizan van desde cuatro palas hasta nueve palas, con diámetros considerables que bordean los 5 pies o

más; son del tipo de álabes fijos, que no hacen girar el aire en forma de espiral, si no que envía directamente el flujo hacia atrás.

En el caso que sean motores independientes la velocidad de rotación de la hélice propulsora no dependerá de la velocidad de rotación del ventilador centrífugo para sustentación.

Los motores van ubicados normalmente en popa y son los componentes más pesados, por esto se requiere una presión de sustentación mayor en la zona que está debajo de ellos. Los motores que suelen ser utilizados son: de combustión interna o diésel, y de reacción o turbinas. Motores a diésel, son más silenciosos y más eficientes en consumo de combustible, pero tienen mayor tamaño y peso. Las turbinas entregan una potencia mucho mayor y con un menor peso que los motores diésel, pero emiten altos decibeles de ruido y el consumo de combustible es elevado.

Figura 10. Sistema de Propulsión



Fuente: Tecnología Industrial, Hovercraft, (
<http://tecnoblogueando.blogspot.com/2013/04/hovercraft-tambien-es-conocido-por-su.html>)

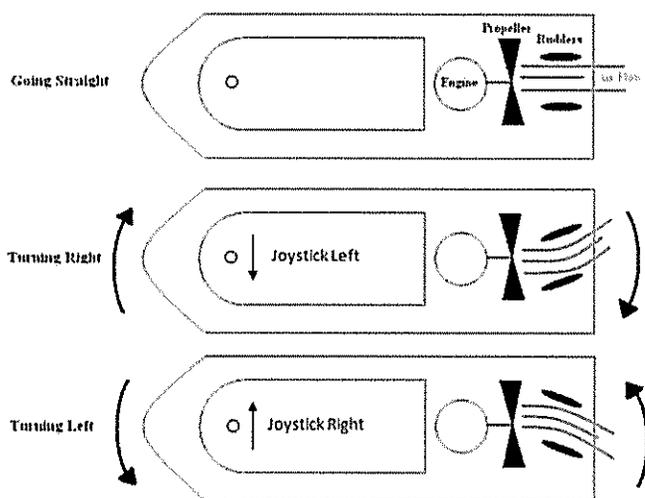
El motor está conectado a un eje propulsor y a la hélice de propulsión por un extremo, y por el otro extremo está conectado a una caja de engranajes y al ventilador de sustentación.

La caja de aire se ubica alrededor de la hélice, cumple la función de facilitar la llegada de aire hacia la hélice de propulsión y hacia el ventilador centrífugo de sustentación.

Para la selección de timones de dirección, se debe tomar en cuenta que su peso debe ser el mínimo, para generar la mayor cantidad de giro y de la forma más eficiente posible. Van ubicados detrás de las hélices e influyen

mucho en el peso del ACV. El sistema de control puede ser de forma hidráulica o eléctrica; en el mando hay una variedad de dispositivos y en algunos casos ordenadores. [36] El aire generado por la hélice, se direcciona colocando en sus extremos, dos timones; de esta manera, el aire pasa a través de ellos, dando la dirección requerida, tal como se ve en la Figura 11.

Figura 11. Timones de dirección.

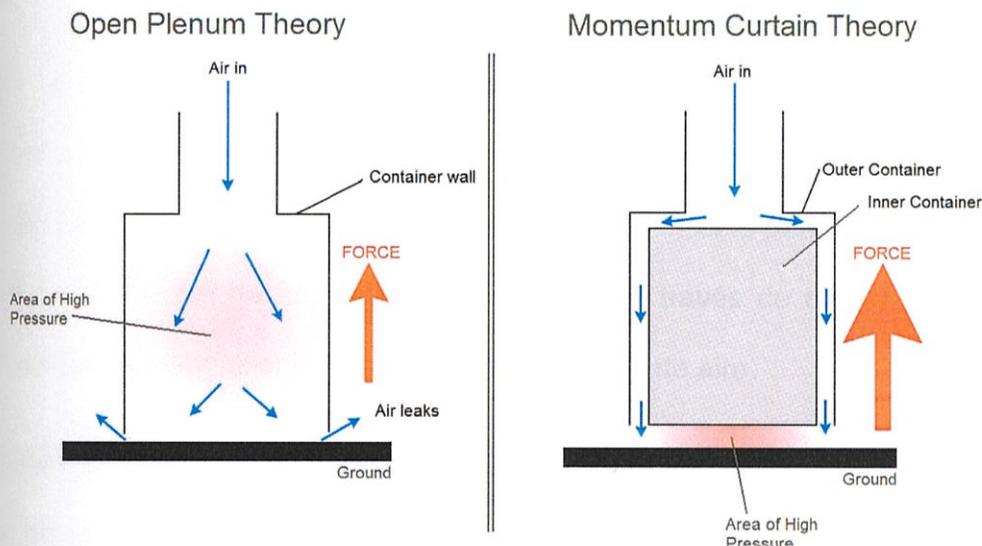


Fuente: Nipranch Shah, Hovercraft a Seminar Report.

El ACV en sus principios, tenía muchos inconvenientes con la estabilidad en estado de sustentación estacionaria, se utilizaba una cámara de distribución que necesitaba demasiada cantidad de flujo de aire para que tenga una sustentación estacionaria razonable.

Esto impulsó la utilización de cortinas de distribución o cortinas de momento, Figura 12.

Figura 12. Cámara de distribución vs. Cortina de momento.



Fuente: ref. [36]

El aire que se impulsa entre el casco y la superficie tiene gran cantidad de fugas alrededor de los bordes, esto conlleva a compensar con más potencia en el ventilador centrífugo. La cortina de momento, por medio de una pared dirigida hacia abajo, y debido a la dinámica de las moléculas de aire a alta velocidad, conduce el aire hacia los extremos del casco, generando una mayor presión, mayor elevación del casco sobre la superficie, reduciendo la fricción y aumentando la depuración de aire; todo esto con la misma potencia de entrada. [2]

A pesar de la cortina de momento, la elevación estacionaria seguía siendo baja y la potencia relativamente alta. Además, obstáculos simples, como olas pequeñas o desperdicios en la arena, eran muy altos con respecto la altura

de sustentación de la nave, esto condujo al desarrollo de una estructura flexible.

La falda flexible va instalada por debajo de los bordes de la cortina de momento, se extiende entre la superficie y la cortina para retener un mayor cojín de aire. La implementación de la estructura flexible permite mantener la velocidad normal de funcionamiento del ACV a través de olas y diferentes obstáculos; y permitiendo que haya menos fugas de aire.

El diseño de la falda es un paso destacado, ya que ésta no debe interferir en el abordaje de pasajeros y carga. El desgaste de la falda flexible puede ser mayor si los bordes están aleteando hacia arriba y hacia debajo de la superficie de agua. El material debe ser duradero y flexible, lo cual es un punto muy importante a considerar.

Por el costo que representa reemplazar toda una falda flexible cada vez que se deteriore, se han instalado dedos en la parte inferior de la falda, de esta manera se reemplazan solamente los dedos flexibles dañados, ahorrando así considerables sumas de dinero. [36]

La forma del cuerpo del ACV afecta a su estabilidad, maniobrabilidad y velocidad, mientras mayor sea el área de la base, mayor estabilidad tendrá; pero si es más largo y más estrecho, tendrá menor estabilidad y mayor velocidad. Por esto, los extremos son redondeados, para optimizar velocidad y estabilidad.

La aerodinámica es un campo también a considerar, ya que un ACV puede volar como un avión, sus formas deben producir un flujo aerodinámico, con un mínimo de turbulencia del aire en movimiento; para lograr eficiencia en consumo de combustible, optimizar velocidad y ahorrar costos de operación.

2.1.3 Proceso de diseño.

En un primer paso se debe conocer los propósitos de un proceso de diseño, que son: comercial, militar y de utilidad; en donde se observan parámetros como, beneficios, coste, eficiencia en el transporte, entre otros. En el caso de una embarcación comercial, el objetivo es transportar personas, carga o ambas, con el mayor beneficio, bajo costo y con alta eficiencia. Para una embarcación militar se presentan los mismos aspectos que en el caso de la comercial, sin embargo su bajo costo no es predominante. En una embarcación de utilidad, se consideran aspectos diferentes a los de una embarcación comercial, donde se enmarcan bajos costos de mantenimiento y una estructura simple. Lo ideal es encontrar un equilibrio entre eficiencia y economía.

Como un siguiente paso, se establecen los requerimientos y algunas características especiales, en caso de tenerlas, además de los parámetros como: capacidad de carga, capacidad de combustible, número de pasajeros y velocidad; con estas consideraciones se procede a la estimación del desplazamiento.

En el tercer paso, se estiman las dimensiones de eslora y manga; además se aproxima la potencia integrada, entendiéndose que ésta comprende la propulsión y sustentación. Todas estas estimaciones y aproximaciones nacen a partir de una base de datos [20], que incluye embarcaciones comerciales, militares y de utilidad; en donde es imprescindible conocer previamente sus desplazamientos. Con las dimensiones conocidas, se calcula el peso de los diferentes componentes de la embarcación.

2.2 Dimensionamiento

Para el dimensionamiento, en primera instancia se deben tomar en cuenta los parámetros descritos en la tendencia de mercado; donde se menciona una carga general de 3.1 toneladas y 49 turistas que se transportan diariamente en la ruta "Coca" – Nuevo Rocafuerte. A estos dos parámetros se suma el modelo actual de transporte de carga y pasajeros, en donde se desplazan un promedio de 60 personas diariamente, con un equipaje de mano de entre 25 y 30 kg, que es generalmente productos de primera necesidad.

Debido a que es una embarcación comercial, y su objetivo es transportar de un punto a otro con el mayor beneficio y bajo costo; se presentan 3 propuestas iniciales; en ellas se tiene en cuenta que transportar toda la demanda generaría una embarcación de mayor costo de construcción, un elevado mantenimiento y elevados costos de operación.

En la Tabla No. V se presentan las 3 propuestas, siendo la ruta y el número de viajes diarios (dos de ida y dos de vuelta, sin viajar en la noche), los mismos en todos los casos.

Tabla V. Propuestas para satisfacer el mercado.

	A	B	C
Pasajeros	100%	100%	75%
Carga	100%	65%	100%

Fuente: elaboración propia

La propuesta A, pretende satisfacer la demanda del mercado en un 100% para ambos casos; la propuesta B mantiene el 100% de pasajeros, pero se pretende satisfacer solo el 65% de la demanda de carga, asumiendo que cierto número de colonos mantendrán la costumbre de seguir transportando su carga en canoas particulares. Para la propuesta C, se plantea movilizar el 75% de los pasajeros y el 100% de la carga. Puesto que la demanda de carga y pasajeros es creciente, se debe proyectar a que en un futuro aumentará el número de embarcaciones y se complementará el 25% restante.

2.2.1 Estimación de las dimensiones principales del ACV.

Previo a la estimación de dimensiones, se debe seleccionar una propuesta de las presentadas en la Tabla No. V, para esto se propone comparar la eficiencia en el transporte (WV/P) [22], enfocándose a la carga útil y

consumo de combustible. Siendo W el desplazamiento de la embarcación en toneladas; V la velocidad en nudos, y P la potencia en caballos de fuerza. La expresión (WV/P) , tiene múltiples aplicaciones que ayudan en la toma de decisiones, para este caso se la utiliza variando las condiciones de carga. También puede ser utilizada en la selección del tipo de motor, ya sea diésel, turbina a gas o cualquier tipo que se ofrezca en el mercado.

La estimación del desplazamiento se obtiene conociendo que:

$$\text{DESPLAZAMIENTO} = \text{PESO LIGERO} + \text{CARGA ÚTIL} + \text{COMBUSTIBLE}$$

Debido a que se desconoce el peso ligero, se aproxima que la carga útil más el combustible, representan entre el 40 y 50 % [22], pág. 463. del peso ligero. La carga útil comprende la carga general y el peso total por el número de pasajeros a transportar. La autonomía de la embarcación será de 12 horas de navegación, lo suficiente para que se cumpla dos viajes de ida y vuelta, y se abastezca de combustible al final de la jornada diaria; para cumplir con este objetivo, la nave debe alcanzar una velocidad mínima de 40 nudos.

En la Tabla No. VI, se muestran los ítems para el cálculo de eficiencia en el transporte.

Tabla VI. Cálculo de eficiencia del transporte para las diferentes propuestas.

	A	B	C
Carga útil [ton.]	6.30	5.70	5.20
Combustible [gal.]	166.30	153.60	141.50
Carga útil + Combustible [ton.]	6.90	6.20	5.60
Peso ligero [ton.]	13.70	12.40	11.30
Desplazamiento [ton.]	20.60	18.70	16.90
Potencia [hp.]	1962.00	1801.00	1649.00
Velocidad [nudos]	60.00	61.00	62.00
Eficiencia (WV/P)	3.87	3.88	3.90

Fuente: elaboración propia

En la Tabla VI, se puede observar que la de mayor eficiencia, es la propuesta C, que abarca el 75% de la demanda de pasajeros y el 100% de la carga.

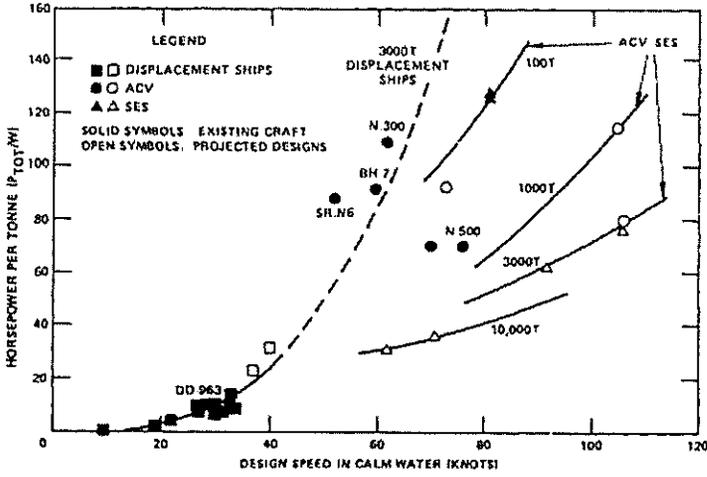
El cálculo de potencia nace a partir de una base de datos de 70 embarcaciones [20], de la cual se obtiene la siguiente expresión, donde W representa el desplazamiento en toneladas.

$$P[\text{hp}] = 0.3299 \times W^{\frac{7}{8}}$$

La velocidad del ACV se mantiene fija, pero cambia la relación peso/potencia, lo que hace que cambie un pequeño porcentaje la velocidad.

Para determinar la velocidad inicial, se hace uso de la Figura 13.

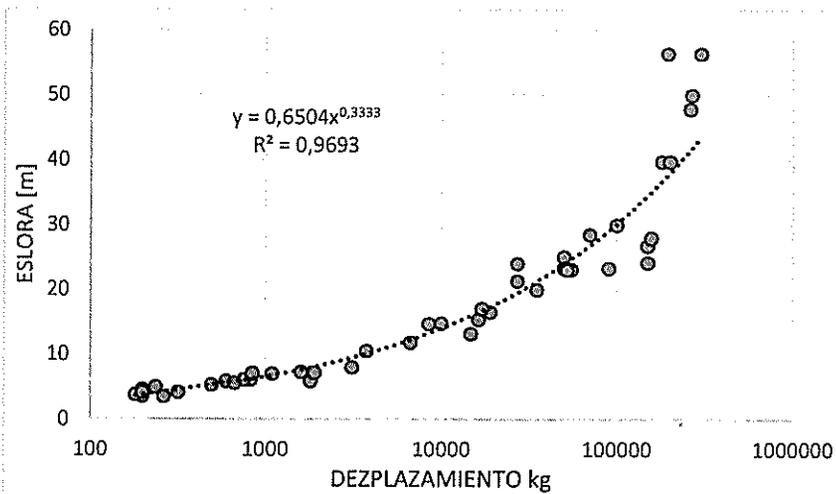
Figura 13. Relación potencia-peso vs velocidad.



Fuente: [42], pág. 52

Con la relación potencia - peso, se determinan las velocidades correspondientes en nudos.

Figura 14. Desplazamiento vs Eslora.



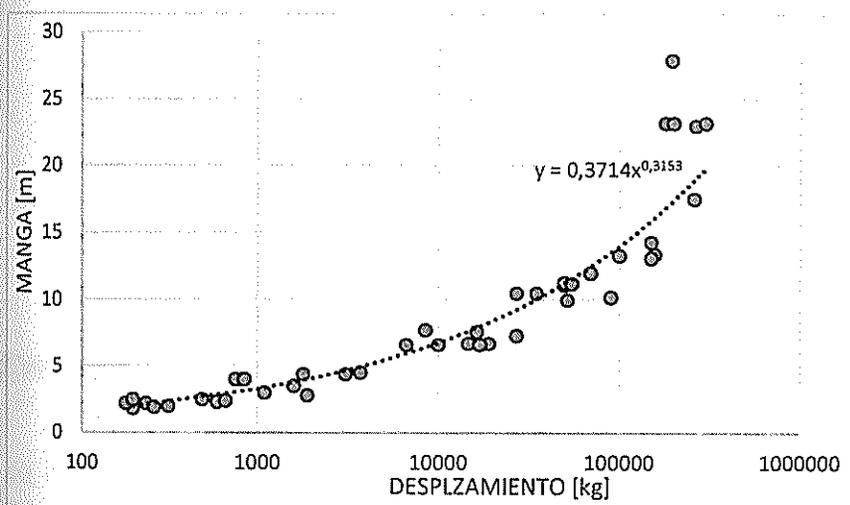
Fuente: elaboración propia

A partir de la ecuación mostrada en la Figura 14, se obtiene la eslora (L), conociendo que el desplazamiento (W) es de 16900 kg,

$$L(m) = 0.6504 \times W^{\frac{1}{3}}$$

$$L = 16.69 \text{ [metros]}$$

Figura 15. Desplazamiento vs eslora.



Fuente: elaboración propia

De igual forma que el caso anterior, se obtiene la manga (B), a partir del desplazamiento (W) de 16900 kg.

$$B(m) = 0.3714 \times W^{0.3153}$$

$$B = 7.88 \text{ [metros]}$$

Con las dimensiones obtenidas, se opta por aumentar un metro más a la eslora calculada, proporcionando un espacio extra para clasificar la carga. Por ende es necesario corregir la manga y determinar el nuevo peso de la embarcación; dando como resultado las dimensiones mostradas en la siguiente tabla:

Tabla VII. Estimación del desplazamiento y dimensiones principales.

Eslora	17.69	m.
Manga	8.35	m.
Peso	20.12	ton.
Potencia	1923	hp.
Velocidad	60	nudos

Fuente: elaboración propia

2.2.2 Estimación de pesos.

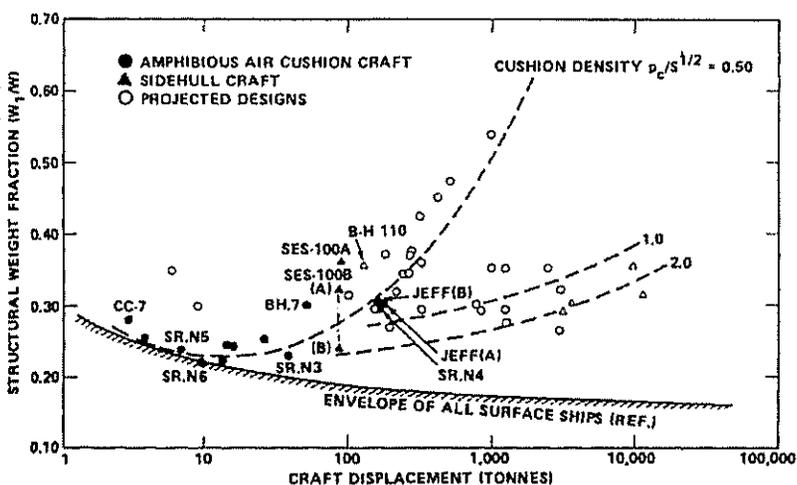
Como se mencionó anteriormente, el peso de la embarcación se divide en dos grupos; el peso ligero y la carga. Para la estimación del peso ligero, se subdivide en los siguientes componentes: estructurales, sistema de propulsión, grupo eléctrico, control y vigilancia, sistema auxiliar, outfitting y habitabilidad, y armamento. Para la estimación de la carga, se determina en base a la carga útil y combustible.

La estimación de pesos para cada uno de los subgrupos, se hace en función de fórmulas obtenidas a partir de las curvas de base de datos, que representan los pesos de 70 ACV,

Peso estructural (W_1)

Para la correspondiente estimación se hace uso de la siguiente figura:

Figura 16. Estimación del peso estructural.



Fuente: [42], pág. 254

En la Figura No. 16, en el eje de las abscisas, se observa el desplazamiento de la nave; y en el eje de las ordenadas la fracción del peso estructural sobre el desplazamiento. Además se observan tres curvas que corresponden a la densidad del cojín de aire. Observando la ecuación propuesta, $\frac{P_c}{\sqrt{s}}$ es la densidad del cojín de aire, P_c es la presión del cojín de aire, s es el área del cojín de aire, y W es el desplazamiento.

Por ende, si se divide en tres grupos la presión del cojín de aire, también se dividirá la fracción del peso estructural, como se muestra a continuación:

$$\frac{W_1}{W} = \frac{0.28}{W^{1/3}} + \frac{0.04 W^{1/3}}{\left(0.0064 \frac{P_c}{\sqrt{S}}\right)^{1/3}} \quad \text{SI } 0.0064 \frac{P_c}{\sqrt{S}} \text{ ES CERCANO A } 0.5$$

$$\frac{W_1}{W} = 0.24 + \frac{0.007 W^{1/3}}{\left(0.0064 \frac{P_c}{\sqrt{S}}\right)^{1/3}} \quad \text{SI } 0.0064 \frac{P_c}{\sqrt{S}} \text{ ES CERCANO A } 1.0$$

$$\frac{W_1}{W} = 0.21 + \frac{0.008 W^{1/3}}{\left(0.0064 \frac{P_c}{\sqrt{S}}\right)^{1/3}} \quad \text{SI } 0.0064 \frac{P_c}{\sqrt{S}} \text{ ES CERCANO A } 2.0$$

Para lo cual tenemos que:

$$0.0064 \frac{\frac{W[N]}{s[m^2]}}{\sqrt{S}[m]} \rightarrow 0.0064 \frac{\frac{W}{\text{ESLORA} \times \text{MANGA}}}{\sqrt{\text{ESLORA} \times \text{MANGA}}}$$

$$\rightarrow 0.0064 \frac{\frac{20.12 [\text{ton}] \cdot 9.8 \left[\frac{m}{s}\right] \cdot 1000 \left[\frac{kg}{ton}\right]}{17.69 [m] \times 8.35 [m]}}{\sqrt{17.69 [m] \times 8.35 [m]}} \rightarrow 0.7$$

Resultando cercana a 0.5, por lo tanto se calcula el peso estructural con la ecuación siguiente:

$$\frac{W_1}{W} = \frac{0.28}{W^{1/3}} + \frac{0.04 W^{1/3}}{\left(0.0064 \frac{P_c}{\sqrt{S}}\right)^{1/3}} \rightarrow \frac{0.28}{(20.12)^{1/3}} + \frac{0.04 (20.12)^{1/3}}{(0.7)^{1/3}} \rightarrow 0.225$$

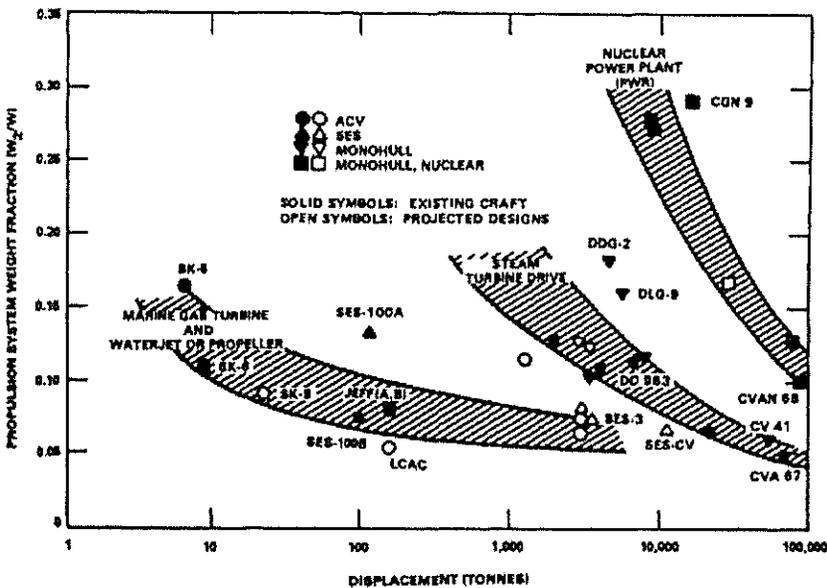
Resultando un peso estructural igual a 4.54 [ton].

Peso del sistema de propulsión (W_2).

El peso del sistema de propulsión comprende: los componentes del sistema de propulsión, ventiladores y ductos del sistema de sustentación.

Debido a que los componentes del sistema de propulsión varían dependiendo del tipo de instalación que se utilice, y para que éstos tengan correlación con el peso, se marcan tendencias de acuerdo al tipo de instalación, tal como se muestra a continuación:

Figura 17. Peso del sistema de propulsión.



Fuente: [42], pág. 452

En la Figura 17 se observan los diferentes tipos de sistema de propulsión, clasificados por el tipo de instalación, de donde se obtiene la siguiente expresión:

$$\frac{W_2}{W} = \left(\frac{W_2}{P} \right) * \left(\frac{P}{WV} \right) * V$$

Donde $\frac{W_2}{P}$ es el peso específico del sistema de propulsión, igual a $1.25 + \frac{74}{\sqrt{P}}$,

$\frac{P}{WV}$ es el inverso de la eficiencia del transporte y V la velocidad.

$$\begin{aligned} \frac{W_2}{W} &= \left(1.25 + \frac{74}{\sqrt{P}} \right) * \left(\frac{P}{550 WV} \right) * (V) \\ &\rightarrow \left(1.25 + \frac{74}{\sqrt{1923 \text{ [hp]}}} \right) * \left(\frac{1923 \text{ [hp]}}{550 * 20.12 \text{ [ton]} * 60 \text{ [kn]}} \right) \\ &* (60 \text{ [kn]}) \rightarrow 0.51 \end{aligned}$$

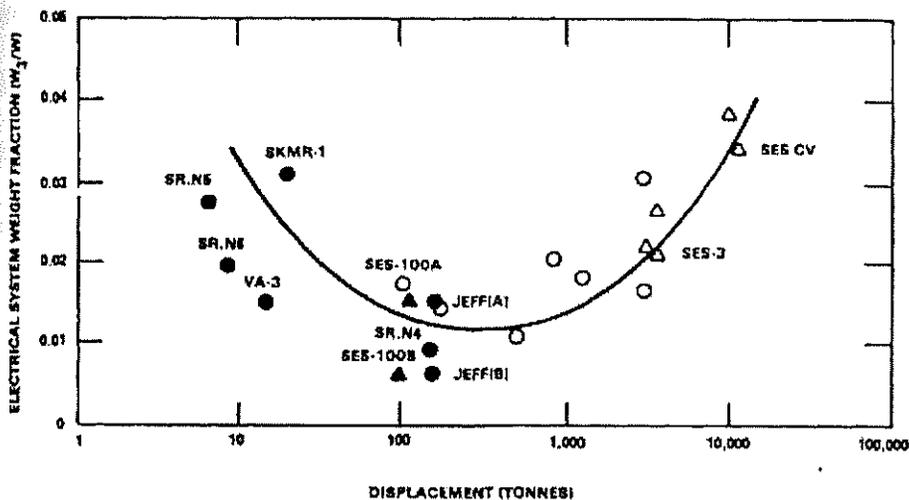
Resultando un peso del sistema de propulsión igual a 10.27 [ton].

Peso del sistema eléctrico (W_3)

La expresión que estima el peso del sistema eléctrico se la obtiene a partir de la Figura 18.

En la Figura 18 se puede observar que no existe una correlación lineal entre el desplazamiento y el adimensional del peso del sistema eléctrico; sin embargo se logra obtener la siguiente expresión:

Figura 18. Peso del sistema eléctrico.



Fuente: [42], pág. 453

$$\frac{W_3}{W} = 0.0034 \sqrt{W} + \frac{0.10}{\sqrt{W}} \rightarrow 0.0034 \sqrt{20.12 \text{ [ton]}} + \frac{0.10}{\sqrt{20.12 \text{ [ton]}}} \\ \rightarrow 0.0037$$

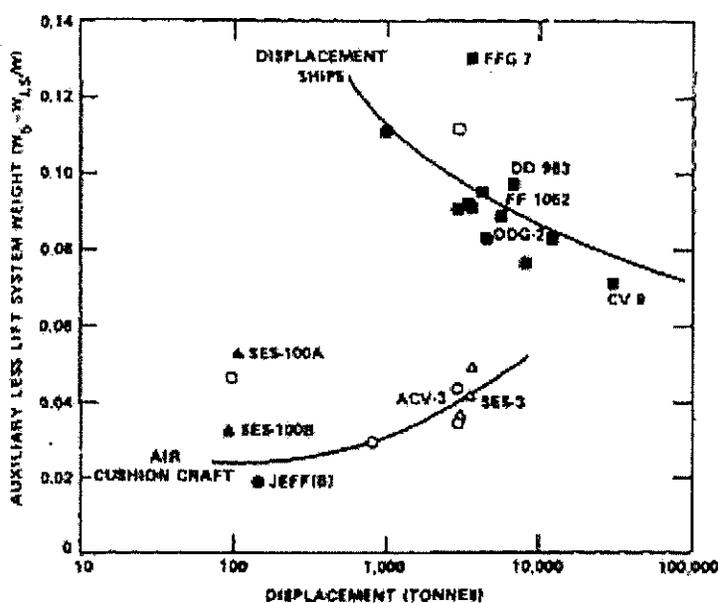
Resultando un peso del sistema de eléctrico igual a 0.76 [ton].

Se debe tener en cuenta que para un diseño preliminar se revisan cuidadosamente los componentes a utilizar para poder aproximar el peso de forma más exacta

Peso del sistema auxiliar (W_5)

Puesto que en la siguiente figura solo se representan los sistemas básicos (Neumático, hidráulico, aire acondicionado) se deberá añadir cualquier requerimiento especial. También se añadirá el peso del combustible y lubricantes, en caso de que se haga uso especial de los mismos. Además, debido a que los sistemas de sustentación están compuestos por hélices, conductos, elementos de control de sustentación, se calcula el adimensional del peso auxiliar menos el peso correspondiente al sistema de sustentación, y de esta manera se obtiene una mayor comprensión de la distribución del sistema auxiliar

Figura 19. Peso auxiliar, menos peso del sistema de sustentación.



Fuente: [42], pág. 456

En la Figura 19, se puede observar una amplia dispersión con respecto a la línea de tendencia de ACV, esto principalmente se debe a las diferentes funciones que realiza el sistema de sustentación, pero se obtiene la siguiente expresión:

$$\frac{W_5 - W_{LS}}{W} = 0.0024 \sqrt[3]{W} + \frac{0.06}{\sqrt[3]{W}}$$

En donde W_{LS} se lo calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$\frac{W_{LS}}{W} = 0.044 + \frac{0.08}{\sqrt[3]{W}}$$

Siendo W el desplazamiento en toneladas, y dando como resultado un peso auxiliar igual a 2.05 ton.

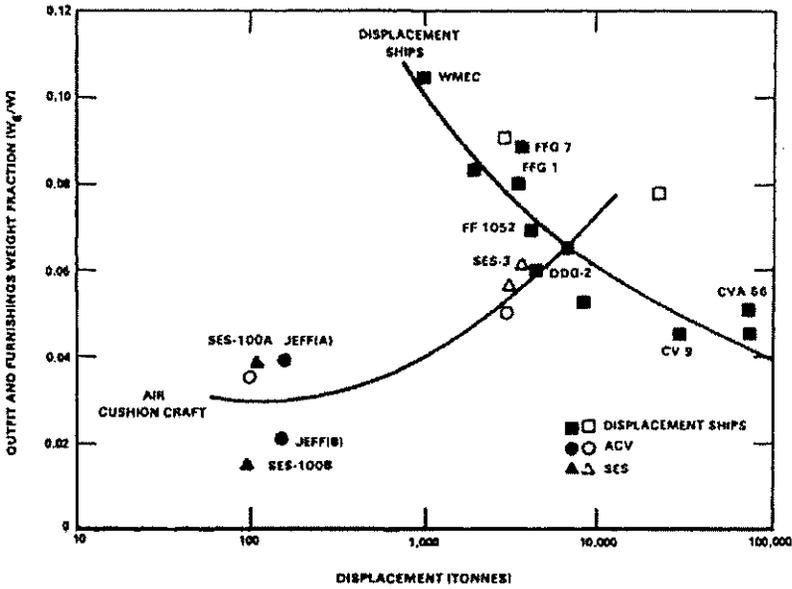
Peso de equipos y mobiliario (W_6).

En la Figura 20 se presentan datos dispersos pero si existe una correlación entre ellos, y se obtiene la siguiente expresión:

$$\frac{W_6}{W} = 0.003 \sqrt[3]{W} + \frac{0.007}{\sqrt[3]{W}}$$

Siendo W el desplazamiento en toneladas, dando como resultado un peso de equipos y mobiliario igual a 0.22 [ton].

Figura 20. Peso de equipos y mobiliario.



Fuente: [42], pág. 460

En la siguiente tabla se presenta en resumen la estimación de pesos:

Tabla VIII. Estimación de pesos.

Estructural	4.54	W1
Sistema de propulsión	10.27	W2
Sistema eléctrico	0.76	W3
Mando y vigilancia	NA	W4
Sistema auxiliar	2.05	W5
Equipos y mobiliario	0.22	W6
Armamento	NA	W7

Fuente: elaboración propia

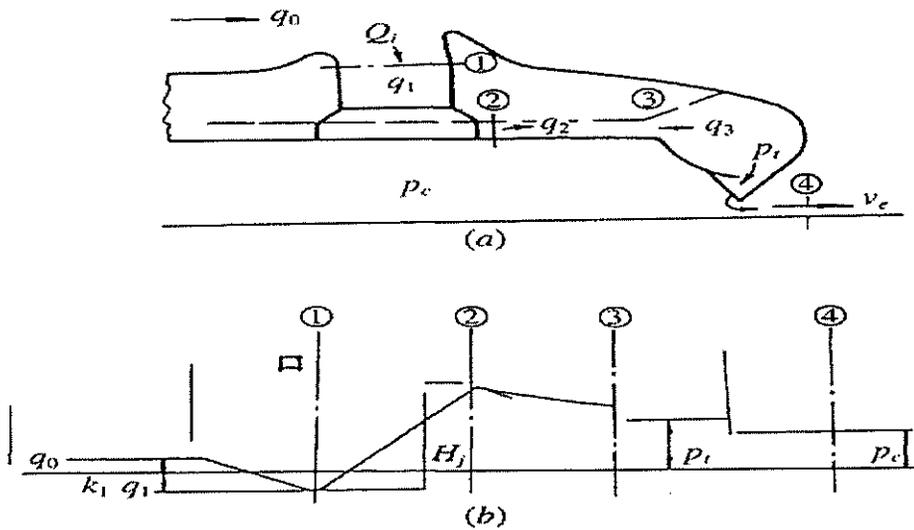
En la Tabla VIII, se observa que no se realizó la estimación de pesos del sistema de mando y vigilancia (W_4) y del sistema de armamento (W_7), puesto que el ACV cumplirá únicamente una función comercial. En caso que se desee incluir estos parámetros, deberá ser para una embarcación militar y se la realizará con las siguientes expresiones:

$$\frac{W_4}{W} = \frac{0.14}{\sqrt[3]{W}} - \frac{W_3}{W}; \frac{W_7}{W} = \frac{0.50}{\sqrt[3]{W}}$$

2.3 Sistema de sustentación.

Un punto de partida para el diseño del sistema de sustentación, es asumir que el conjunto flexible del ACV actuará como una especie de amortiguador, que incluye segmentos inferiores como cojín primario y una faldilla superior que actúa como bolsa para la distribución de aire.

Figura 21. Distribución de presiones de sustentación.



Fuente: [42], pág. 406

La Figura 21 muestra un diagrama de una distribución típica de presiones en un sistema de sustentación, donde q_0 es la presión de entrada de aire al ventilador centrífugo, $k_1 q_1$ indica las pérdidas de presión de entrada, H_j indica un incremento considerable de presión, lo que significa el cabezal de presión total en el ventilador. En la sección 3 del diagrama existe una pérdida de presión por turbulencia, justo antes de que el aire ingrese a la bolsa de aire, dando como resultado la presión p_t . Luego el aire pasa por la bolsa hasta llegar a la falda, resultando una presión del colchón p_c .

2.3.1 Determinación de potencia del sistema de sustentación.

El cálculo del caudal de aire involucra el cálculo de un coeficiente de caudal (\bar{Q}) y se representa como:

$$\bar{Q} = \frac{Q}{S_c(2p_c/\rho_a)^{0.5}} \quad [1]$$

Donde Q es el caudal de aire en (m^3/s), S_c es el área del colchón en (m^2), p_c es la presión dentro del colchón en (N/m^2), y ρ_a es la densidad del aire en (s^2N/m^4). El valor de Q depende de la velocidad de la nave, las pérdidas derivadas de olas y el control de aceleración. Según métodos estadísticos realizados en base a ACVs actualmente construidos se ha conseguido un rango de coeficiente de caudal:

$$\bar{Q} = 0.015 - 0.030 \quad [2]$$

Y por unidad de peso (ton) se escribe como:

$$Q/W = 5.0 - 10.0 (m^3/s /ton) \quad [3]$$

La estimación inicial del caudal de aire se basa en la altura equivalente de sustentación (H_e/l_c).

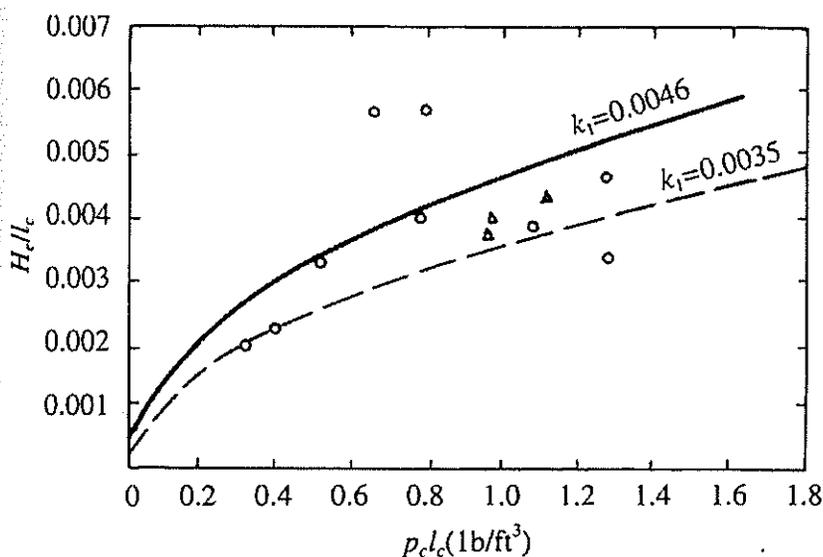
$$H_e/l_c = 0.05/W^{0.5} \quad [4]$$

y

$$H_e/l_c = K_1(p_c/l_c)^{0.5} \quad [5]$$

Donde H_e o h en (ft) es la distancia de sustentación desde la superficie hasta la falda, incluyendo los dedos flexibles; $l_c = S_c/B_c$ es la relación de longitud en (ft), S_c es el área del colchón en (ft²), B_c es la manga del colchón en (ft); W es el peso del ACV en (ton); p_c/l_c es la relación entre la presión del colchón y la relación de longitud (lb/ft³); H_{ck} es la altura de la falda en m, K_1 es una constante que $0.0035 < K < 0.0046$ o que puede ser encontrada en la Figura 22.

Figura 22. Altura equivalente de sustentación vs p_c/l_c .



Fuente: [42], pág. 409

Obtenida la altura equivalente de sustentación, el caudal de aire es igual:

$$Q = \phi l_j H_e (2p_c / \rho_a)^{0.5} \quad [6]$$

Donde l_j es el perímetro total de las circunferencias de las toberas de salida de aire en (m) y ϕ es el coeficiente de flujo ($\phi = 0.6$).

Reemplazando [6] en [1] queda que:

$$\bar{Q} = \frac{\phi l_j H_e}{s_c} \quad [7]$$

Conocidos los datos de dimensionamiento en la Tabla No. IX, se comienza con la homologación de unidades requeridas en las formulaciones:

Tabla IX. Dimensiones preliminares de sustentación.

p_c	149,64	kg/m ²
W	20120,00	kg.
B_c	7,95	m.
L_c	16,91	m.
H_{ck}	0,95	m.

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo del caudal es necesario conocer la altura equivalente de sustentación H_e/l_c y la altura de sustentación H_e , para lo cual se hallan las variables necesarias ya descritas anteriormente, Tabla X.

Tabla X. Variables para el cálculo de H_e

H_e	0,31	ft.
l_c	55,46	ft.

S_c	1447,19	ft ²
B_c	26,09	ft.
W	20,12	ton.
p_c	30,60	lb/ft ²
H_e/l_c	0,005617	-
p_c/l_c	0,5517	lb/ft ³
K_1	0,0046	-

Fuente: elaboración propia

Para conocer K_1 se necesita entrar con p_c/l_c y H_e/l_c en la Figura 22, y da como resultado $K_1 = 0,0046$.

Una vez encontrado H_e y más los datos en la Tabla X, es posible calcular el caudal, asumiendo un valor preliminar del diámetro de las toberas de 2,85ft, y también asumiendo que en todo el colchón de aire se ubicarán 4 toberas de salida de aire.

Tabla XI. Variables para el cálculo de Q

Q	100,82	m ³ /s
ϕ	0,6	-
l_j (4 toberas)	10,91	.m
d(tobera)	0,868	m.

Fuente: elaboración propia

Habiendo obtenido el valor del caudal, se calcula el coeficiente de caudal.

Tabla XII. Variables para el cálculo de \bar{Q} .

\bar{Q}	0,0151678	-
-----------	-----------	---

Q/W	5,01	m ³ /s /ton
Q	100,80	m ³ /s
S _c	134,45	m ²
p _c	1466,55	N/m ²
ρ _a	1,20	s ² N/m ⁴

Fuente: elaboración propia

Tomando en cuenta que ($\bar{Q} = 0.015 - 0.030$) y ($Q/W = 5.0 - 10.0$ (m³/s / ton)), se puede comprobar que los valores obtenidos de coeficientes de caudal están dentro del rango esperado.

Para calcular la presión total en el ventilador es indispensable encontrar todas las pérdidas de cabezal de presión en las tuberías. El primer paso será hallar la relación de presión de la bolsa de aire - colchón (p_t/p_c), la cual se asume como 1.09, por experiencia de construcción de diseñadores norteamericanos. [42] La presión en los ductos de salida de aire, de ser posible, debe ser igual en todos; por este motivo, en muchos casos las tuberías están conectadas entre sí de forma paralela, logrando una presión total en las bolsas de aire, básicamente igual. Las tuberías se derivan a cuatro puntos del ACV, que están ubicados en proa, en popa, en forma longitudinal y transversal, cada sección nace de una bolsa de presión principal, que envía el aire a una bolsa individual de cada sección y a su vez traslada el aire a los orificios de salida que van en la falda.

Las ecuaciones para calcular la presión en varios conductos dependen de las relaciones de presión colchón – bolsa y tendrán varios grados de libertad, por lo que se utiliza métodos iterativos. La presión total del ventilador (H_j) puede ser estimada con las siguientes expresiones:

$$H_j = p_c(p_t/p_c) + k_d\rho_a(Q/d_2^2)^2 + k_Eq_E - k_Rq_A$$

El primer término de la derecha representa la presión de la bolsa, el segundo representa la pérdida del cabezal de presión desde el ventilador hasta la falda, el tercero representa la pérdida de cabezal de presión en la entrada de aire, y el cuarto representa la recuperación de cabezal de presión en la entrada.

d_2 es el diámetro de la hélice del ventilador, k_d es el coeficiente de pérdida de presión desde la salida del ventilador a la falda, k_E es el coeficiente de pérdida de presión en la entrada al ventilador, k_R es un coeficiente de recuperación de cabezal de presión a la entrada de aire, q_E es el cabezal dinámico de aire de entrada al ventilador, y se expresa:

$$q_E = 0,5\rho_a[4Q/(\pi d_E^2)]^2$$

d_E es el diámetro de la entrada del ventilador, ρ_a es la densidad del aire y Q es el caudal de entrada de aire.

$$q_A = 0,5\rho_a(V_S + V_W)^2$$

V_S es la velocidad del ACV, V_W es la velocidad del viento.

Obteniendo los coeficientes de las tablas, usando valores ya conocidos, calculando q_E y q_A , sabiendo que la velocidad del ACV es 60 nudos y la velocidad del viento es 1,35 km/h [30], se puede emplear la siguiente tabla de datos.

Tabla XIII. Datos para calcular la presión total del ventilador.

p_t/p_c	1,09	-
p_c	1466,55	N/m ²
d_2	3,47	m
k_d	0,33	-
k_E	0,01000807	-
k_R	1.00	-
q_E	68,04	N/m ²
q_A	575,67	N/m ²
d_E	3,47	m
ρ_a	1,20	s ² N/m ⁴
Q	100,82	m ³ /s
V_S	30,60	m/s
V_W	0,37	m/s

Fuente: elaboración propia

Se tiene como resultado que la presión total del ventilador es $H_j = 2202,59$ Pa.

La potencia de sustentación (N_{e1}) puede ser resuelta por la ecuación de Bernoulli, en donde se tendrán en cuenta ciertos datos ya calculados, como el caudal de aire del ventilador (Q), la presión total del ventilador (H_j), la eficiencia del ventilador (η_F) y la eficiencia de transmisión (η_M); y se expresa de la siguiente manera;

$$N_{e1} = H_j Q / [1000 \eta_F \eta_M]$$

Expresando la presión en (N/m^2), el caudal en (m^3/s), y tomando en cuenta que la multiplicación de la eficiencia del ventilador y la eficiencia de transmisión da como resultado la eficiencia del sistema de sustentación ($\eta_{N.C.}$) y utilizando un valor de 0,7 [43]; se tiene que:

Tabla XIV. Datos y cálculo de potencia de sustentación.

$\eta_{N.C.}$	0,70	
Q	100,82	m^3/s
H_j	2202,59	N/m^2
N_{e1}	317,24	Kw
	425,41	Hp

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla XIV, será necesario seleccionar ventiladores capaces de entregar alrededor de 430 HP, con 100 m^3/s de caudal y con una presión de 2200 Pa.

2.3.2 Selección de ventiladores de sustentación.

Existen tres tipos de ventiladores: centrífugo, axial y de flujo mixto. El ventilador de tipo centrífugo entrega mayor presión de aire y menor caudal; el ventilador axial entrega menor presión y mayor caudal; el ventilador del tipo flujo mixto entrega una curva equilibrada entre presión y caudal.

La selección del tipo de ventilador depende de la velocidad específica del ventilador, la cual se encuentra mediante la siguiente expresión:

$$N_s = n Q^{0,5} / (g H)^{0,75}$$

Donde N_s es la velocidad específica, n es la velocidad del ventilador en (rad/s), Q es el caudal del ventilador en (m^3/s), g es la gravedad ($9,8 m/s^2$), H es la presión total del ventilador (mmWg), y se tiene que:

Tabla XV. Cálculo de la velocidad específica.

N_s	2,77	-
n	157,08	rad/s
Q	100,82	m^3/s
H	224,60	mmWg
g	9,80	m/s^2

Fuente: elaboración propia.

Los datos utilizados para encontrar la velocidad específica son los que denotan la totalidad del sistema, pero como ya se mencionó anteriormente, se instalarán 4 ventiladores para el sistema de sustentación y su

configuración se puede observar en los planos de distribución [ANEXO G], por lo tanto el caudal de cada ventilador será el cociente entre el caudal total y 4; siguiendo esta aclaración, recalculando la presión y la potencia, se tiene que las características de cada ventilador son:

Tabla XVI. Velocidad específica para cada ventilador.

D (D/1,15)	0,76	m
N_s	1,3997	-
n	1500	rpm
Q	25,2052	m ³ /s
H	2175,9891	N/m ²

Fuente: elaboración propia.

Los rangos definidos para decidir qué tipo de ventilador se debe utilizar, son los siguientes:

Tabla XVII. Rangos de velocidad específica.

$2 < N_s < 3$	Apropiado para ventiladores centrífugos
$2 < N_s < 4$	Apropiado para ventiladores de flujo mixto
$2 < N_s > 3$	Apropiado para ventiladores axiales

Fuente: [42]. pág. 420

Con una velocidad específica de $N_s = 1,4$ se opta por utilizar el ventilador centrífugo, debido a la mayor cercanía en el rango definido.

De acuerdo a los datos de caudal, presión estática y diámetro requerido; es posible buscar en catálogos de fabricantes la hélice idónea para el sistema. Por lo tanto, en función del catálogo del fabricante, el ventilador marca SODECA, modelo 28125, cumple con los requerimientos para la sustentación del ACV. [ANEXO A]

2.3.3 Selección de motores de sustentación.

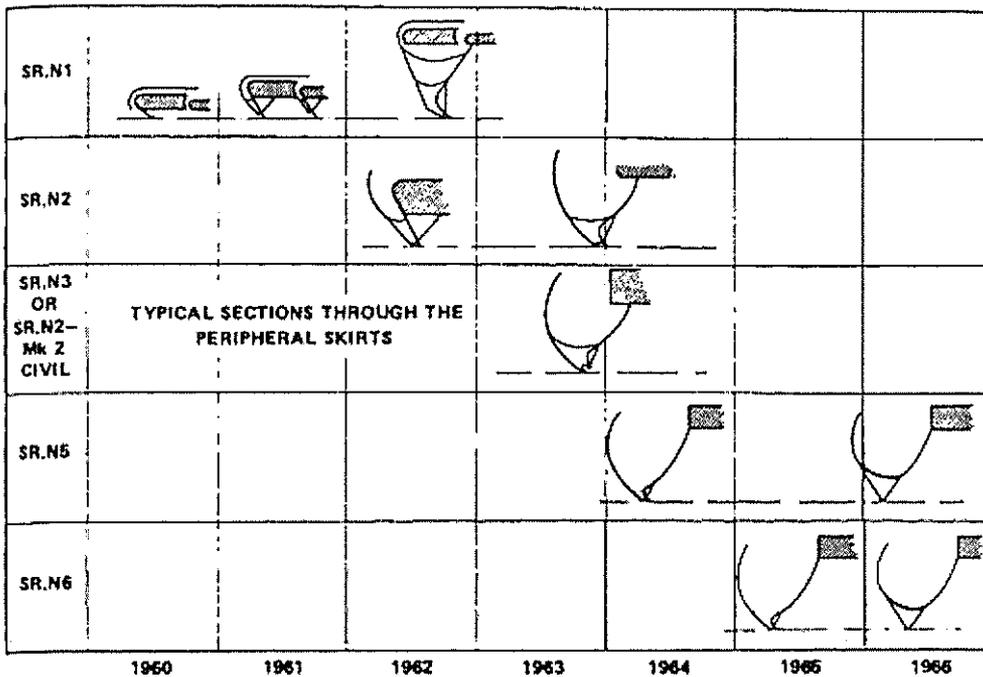
La potencia total de sustentación será de 430 hp, la cual será dividida entre 4 ventiladores centrífugos, y por facilidades de transmisión de potencia y espacios disponibles, se opta por escoger dos ramales; será entonces necesario escoger dos motores a un régimen de revoluciones de 1500 rpm, de 215 hp de potencia cada uno, los cuales a su vez alimentarán a dos ventiladores de sustentación por cada ramal. Conociendo estos argumentos, es posible buscar en catálogos de motores disponibles en el mercado.

Revisando los catálogos de la marca Cummins (ANEXO I, Figura 45), para motores marinos, se encuentra que el modelo QSB6.7 del tipo Quantum Series Marine, cumple con valores cercanos a los requeridos, con BHP=227 hp y 3000 rpm a plena carga. Conociendo que la velocidad de rotación de los ventiladores de sustentación debe ser 1500 rpm, será necesario instalar una caja reductora de engranajes con una relación 2:1.

2.4 Estructura flexible.

La estructura flexible o falda flexible, está encargada de contener el colchón de aire sobre el cual opera el ACV, y de generar una brecha con la superficie para un menor gasto de energía durante el movimiento; la falda no siempre fue flexible, pues los primeros modelos aparecieron como una estructura rígida, que no solo presentaron ineficiencia en la redirección del flujo de aire, sino también generaron una contribución en la resistencia del movimiento debido a la poca altura de sustentación. A esto se suma la poca absorción al impacto de la olas y la falta de evasión de pequeños obstáculos, transmitiendo de forma directa la fuerza a través de toda la estructura, provocando fracturas y acortando su tiempo de vida; esto casi provoca una temprana extinción del ACV, por ende se exigió un mayor desarrollo y una pronta evolución.

Figura 23. Evolución de la falda.



Fuente: [3], pág. 97

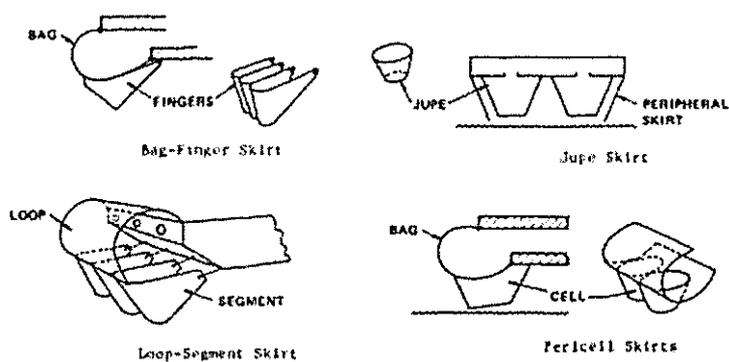
La estructura flexible es uno de los principales elementos del sistema de colchón de aire, ya que no solo incluye la sustentación, sino además la estabilidad y maniobrabilidad de la embarcación. Por lo tanto es una parte importante e influyente para determinar la viabilidad y hasta cierto punto la rentabilidad de operación de la embarcación.

La falda puede definirse como una estructura plegable y construida a partir de un material compuesto, de tejido recubierto de elastómero, que se infla y estabiliza la presión del colchón de aire.

2.4.1 Sistemas de estructura flexible.

En la actualidad se encuentran diferentes tipos de formas de faldas flexibles, las cuales deben adaptarse al problema de transferencia de carga desde el mar (o superficie en la que se encuentre) hacia la falda, y ésta al casco.

Figura 24. Sistema básico de falda flexible



Fuente: [22]

Cada tipo de falda flexible ha pasado por constantes mejoras, las primeras versiones tendían a doblarse más allá del límite de deformación, provocando un mayor arrastre y en otros casos hasta el volcamiento; sin embargo, se han venido desarrollando a través de un proceso de prueba y error, hasta llegar a las actuales que presentan ventajas como: reducción en la potencia de sustentación, holgura con los obstáculos, disminución en la resistencia con el agua, mejor maniobrabilidad [3], [22].

Entre los tipos de faldas sobresale, "falda de bolsa y dedos" (Bag – Finger Skirt), la misma que se deriva del concepto de faldas de bucles y segmentos (Loop – Segment Skirt), del cual se sustituyó el bucle por la bolsa, asegurando que la presión en la bolsa sea mayor a la presión del colchón. Las faldas antes mencionadas corresponden a una clasificación llamada "Respuesta", que son faldas sometidas a grandes deformaciones geométricas, en respuesta a las entradas de aire, incluso cuando el material de la falda es inelástico; también existen faldas de "No-Respuesta", donde la falda no sufre deformaciones, excepto por el contorno de la región en contacto con la superficie, que permite una pequeña deformación, esto se debe principalmente por el material. Dentro de las faldas que "No-Responden", se tiene: Falda de conos (Jupe skirt) y Falda de celdas (Pericell); la primera consta de un sistema multicelular de conos truncados invertidos, el número de conos necesarios son determinados por la carga útil y estabilidad, además presenta ineficiente manejo del flujo de aire debido a la escasa superficie en contacto disponible [3]. La falda de celda es una combinación de la falda de bolsa y dedos con falda de conos.

Se elegirá el tipo de falda que presente facilidades de reparación y mantenimiento, debido a que se encuentra expuesta a daños como la deslaminación que es provocada por la entrada de agua, que afecta tanto el interior como el exterior del caucho; de cualquier modo se presentan más situaciones:

- Abrasión provocada por el constante contacto con arenas, piedras, etc.
- Corrosión del elastómero si opera en agua salada.
- Rasgado debido al revestimiento y calidad de adhesión utilizada.

La falda de bolsa y dedos presenta la mejor disposición de reparación y mantenimiento, ya que afortunadamente en la mayoría de los casos solo se producen daños en los dedos (daño local), por consiguiente no afecta en la totalidad del rendimiento de la nave, y pueden ser reemplazados sobre cualquier superficie. Teniendo en consideración lo antes mencionado, conjuntamente con las limitaciones que presenta la ruta a navegar, se seleccionó el sistema de bolsa y dedos.

2.4.2 Geometría de la falda flexible

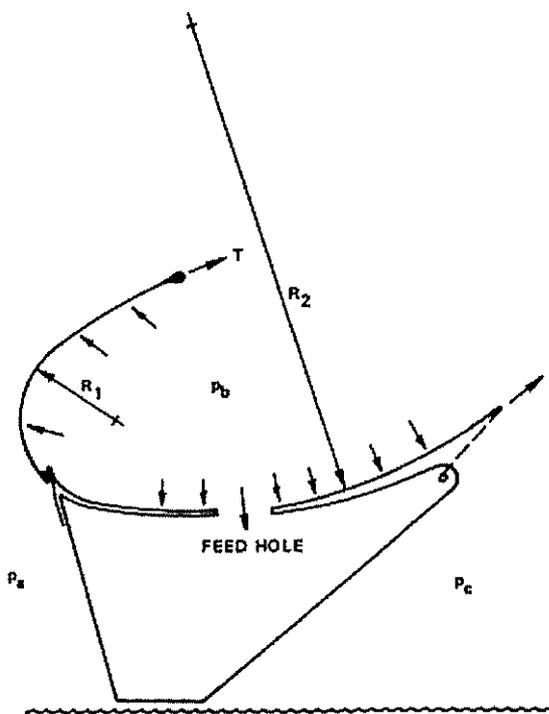
No existe en la actualidad una teoría apropiada que pueda predecir la geometría de la falda en su forma tridimensional, sin embargo se han desarrollado teorías bidimensionales simples (hace caso omiso a los efectos de peso y rigidez), que junto con experiencias de embarcaciones y pruebas con modelos, se pueden aplicar para el diseño de la falda.

Se ha logrado usar relaciones y rangos que ayuden a predecir de forma sencilla las dimensiones de la falda, siendo de utilidad en los primeros pasos

del diseño; no obstante se encontró que los efectos de peso y rigidez del material han tenido solo un pequeño impacto en la estabilidad.

Como se había propuesto anteriormente para el diseño de la falda de bolsa y dedos, es conveniente representar a la sección en forma bidimensional, donde se pretende analizar las fuerzas que actúan, formadas a partir de la sucesión de arcos, como se muestra en la Figura 25.

Figura 25. Bolsa y dedos para teorías simples



Fuente: [3], pág.101

Los análisis nacen a partir de calcular la tensión de arco por unidad de anchura, y viene dada por:

$$T = P_b * R_1$$

Donde $P_b [kg/m^2]$ es la presión de la bolsa y $R_1 [m]$ es el radio (R_1 usualmente es 1/8 de la manga). Al no haber gradiente de presión o discontinuidad dentro de la bolsa, la tensión por unidad de anchura puede expresarse como [3]:

$$T = (P_b - P_c) * R_2$$

A partir de la expresión anterior se puede encontrar una relación geométrica descartando los pesos y las cargas de los dedos.

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\frac{P_b}{P_c} - 1}{\frac{P_b}{P_c}}$$

En donde:

$$1.10 < \frac{P_b}{P_c} < 1.80$$

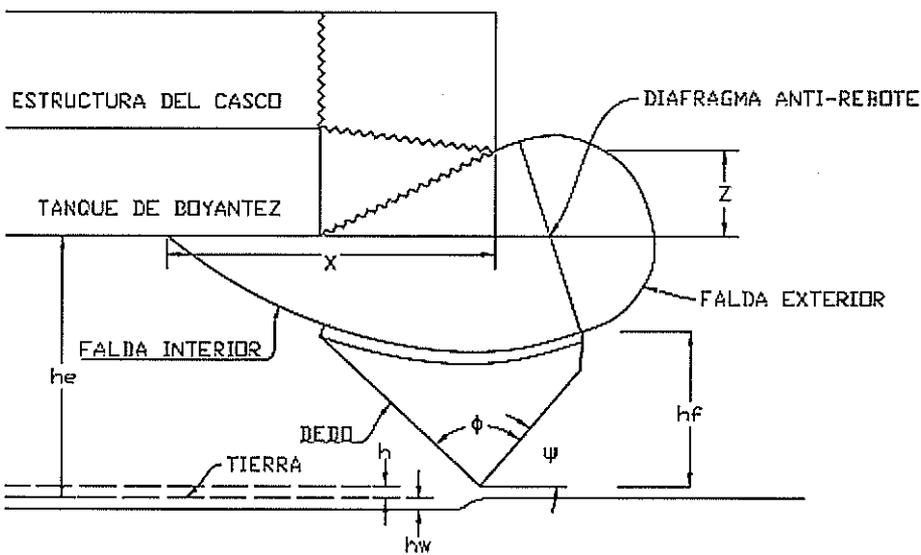
Por ende la forma de la bolsa depende de la relación entre la presión de la bolsa y la presión del colchón del aire, entonces resulta no ser dependiente del tamaño y se puede utilizar a gran escala y en modelos. Sin embargo las cargas en la bolsa si son dependientes del tamaño, esto significa que si la presión en el colchón aumenta con un factor de escala λ , también lo hará el radio de la bolsa, entonces la carga del material de la bolsa aumenta en λ^2 como se muestra a continuación:

$$T \sim P(\lambda)R(\lambda) \sim P * R * \lambda^2$$

2.4.3 Dimensionamiento de la falda flexible

Como se explica anteriormente, la teoría para el diseño de faldas se basa en relaciones simples; y no está excepto de esto el dimensionamiento de los dedos y demás medidas que se ilustran a continuación.

Figura 26. Geometría básica de una falda flexible.



Fuente: elaboración propia

- h_e : Profundidad del colchón de aire, medido desde la superficie hasta la base del tanque de boyantez.
- h_f : altura del dedo, varía entre un 80 - 50 % de la altura de la falda h_e (profundidad del colchón) [22] [42], en la práctica un 20% [42]

adicional mejoraría el arrastre del dedo de la bolsa. El ancho del dedo se encuentra entre un 40 - 50 % de su altura.

- h : es la brecha que existe entre la superficie y el dedo, los valores típicos van desde 2.5 a 15 cm [22] y se la puede obtener a partir de la representación de un promedio estadístico.

$$\frac{h}{L} (\text{air gap}) = \frac{0.014}{\sqrt[3]{W}}; h = 0.091 \text{ m}$$

- h_w : representa la depresión del agua cuando el ACV se encuentra estático.

$$h_w = \frac{P_c}{\rho_a * g} = 0.14 \text{ m}$$

- ϕ : ángulo de inclinación de entrada, generalmente entre 0° y 90° ¹⁵
- Ψ : ángulo de inclinación de los dedos, en general se lo toma entre 40° y 50° ¹⁶

Debido a que hasta el momento no existen métodos de diseño sistemáticos y completos para el dimensionamiento de la falda, se estima a partir de lo presentado por BHC Technical Report SP 4432 [3] y Georgios Gougoulidis [14] donde se resumen [ANEXO B] [Tabla No. I] los factores de diseño, que

¹⁵ Un ángulo muy pequeño presenta un arrugamiento en los dedos y uno muy grande provoca un mayor uso de material, por ende un aumento del peso.

¹⁶ Para ángulos menores a 40 grados presenta un mejor desempeño para la estabilidad estática, pero induce una menor área de presión acelerándolo rápidamente.

no solo ayudan a dar un dimensionamiento inicial sino además a prevenir la zozobra; a partir de ellos tenemos:

Tabla XVIII. Características geométricas de la falda.

B_c	7.955	m.
L_c	16.90	m.
S_c	134.5	m^2
P_c	149.6	kg/m^2
h_e	0.954	m.
l_e	19.88	m.
C_Δ	7.955	m.
H_{cg}	0.238	m.
T	594	kg/m^2

Fuente: elaboración propia

Por lo tanto, el diseño de la falda debe ser optimizado en etapas, utilizando un refinamiento progresivo; para esta etapa de diseño conceptual de la nave se puede partir en base a los presentados en la Tabla No. XVIII.

2.4.4 Selección del material.

A partir de la tensión que soporta la falda se determina el material a usar, entre los existentes y de mayor comercialización tenemos:

- Natural rubber.

- Neoprene.

Aunque ambos son dos polímeros, el neopreno es sintético y resistente a los cambios de temperatura, por el contrario el caucho natural se encontró frágil en clima frío y pegajoso en calor. Para la tensión que soporta la bolsa y los pesos de la falda, sumado la fuerza de arrastre de la falda, se determina el peso específico de fabricación requerido para el neopreno 30 (0z/yd²) [42], soportando una tensión al desgarre de aproximadamente 240 (lb). Debido a que los dedos se encuentran en contacto con el agua, el caucho natural no se ve sustancialmente afectado por la abrasión del calor, por ende se establece utilizar caucho natural HCL 1000g (30oz) Segment/Finger Material¹⁷, y para la bolsa neylon recubierto de neopreno de alta resistencia L 1700g (50oz) Loops/Bags Material.

5 Configuración de la falda flexible.

La configuración de la falda flexible parte del seccionamiento del colchón de espuma y del cambio de la presión dentro del colchón en función de la elevación, aumentando cuando la profundidad del colchón disminuye y viceversa, por lo tanto es necesario crear un momento de recuperación, seccionando el cojín.

En el tipo de seccionamiento que se desee, la presión de la bolsa cambia en función del área de la sección, en consecuencia cambia el flujo de aire, además la configuración de las áreas repercute directamente en la estabilidad longitudinal y transversal. Existen muchas variaciones en cuanto a la compartimentación, sin embargo existe un grupo que produce mayor porcentaje de recuperación [42] y a partir del cual se realiza la división. [ANEXO G].

Sistema de propulsión

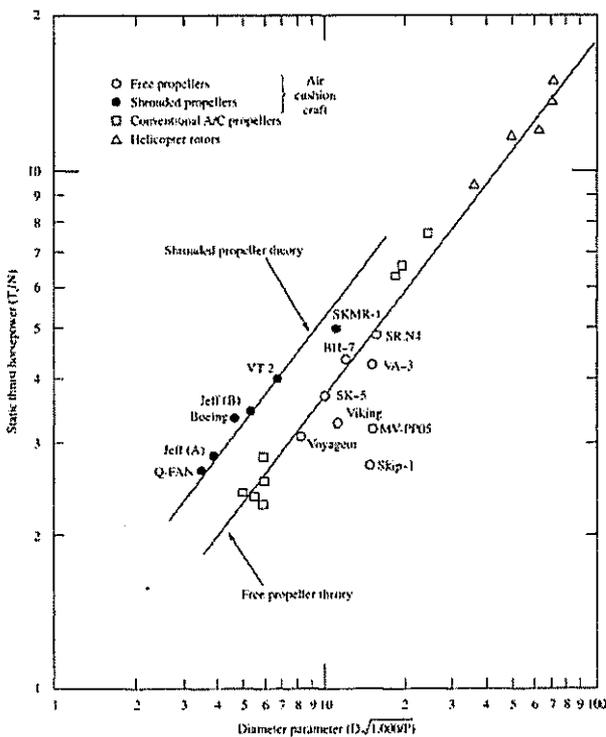
Los ACV's son generalmente propulsados por hélices aerodinámicas, que operan con o sin toberas. En el diseño de un ACV se debe tener muy en cuenta los efectos causados por el viento, especialmente para Hovercrafts que desempeñan los 30 hasta los 50 nudos. El efecto causado por el viento tiene mayor significancia en los ACV's que van a 55 nudos o más. [42]

El principal problema al diseñar el sistema de propulsión, es reducir al máximo el diámetro del propulsor (debido al peso y espacio ocupado), y aumentar al máximo la eficiencia energética, teniendo en cuenta que los niveles de ruido estén en el rango permitido. La implementación de toberas conjuntamente con propulsores de vórtices más finos, han logrado disminuir el ruido que producían los ACV's en alrededor de los años 70. Las toberas o

ductos optimizan el sistema, proporcionan un empuje adicional e
 aumentan estabilidad direccional a la embarcación.

el sistema de propulsión se puede utilizar un propulsor o un impulsor
 (en inglés: propeller, impeller), la función será la misma ya que las
 opciones cuentan con recubrimiento o tobera, la diferencia radica en que
 el propulsor convierte un flujo en empuje; mientras que el impulsor, transmite
 el flujo de un lugar a otro, generalmente utilizado en bombas centrífugas o
 hélices.

Figura 27. T/N vs. $D/N^{0,5}$.



Fuente: [42], pág 505

De acuerdo a estas consideraciones, el sistema de sustentación lleva instalado un impulsor y el sistema de propulsión lleva instalado un propulsor con recubrimiento o tobera. Según la Figura 27 los propulsores con recubrimiento entregan un mayor empuje con una menor relación de diámetro, es decir, ocupan menos espacio a bordo, cumpliendo de esta manera el requerimiento de eficiencia en la propulsión.

5.1 Estimación de potencia.

Para la estimación de potencia se necesita tomar en cuenta el empuje que necesitará desarrollar cada propulsor, la velocidad de avance y el coeficiente propulsivo. El empuje que aporta cada propulsor puede ser encontrado sumando la resistencia aerodinámica, la resistencia de la falda flexible y la resistencia ocasionada por olas.

La resistencia aerodinámica es la que aporta el aire cuando el casco y la superestructura avanzan a cierta velocidad a través del aire; puede ser descrita de la siguiente manera:

$$R_a = C_a * \frac{\rho_a}{2} * S_a * v^2$$

Donde R_a es la resistencia aerodinámica en (N), C_a es el coeficiente para el perfil aerodinámico de arrastre, ρ_a es la densidad del aire en ($N s^2/m^4$), S_a es la proyección frontal del casco y de la superestructura sobre el agua en (m^2),

v es la velocidad de avance en (m/s) . C_a es un valor conseguido en experimentos en túneles de viento para diseños específicos de ACV's; particularmente C_a para embarcaciones de pasajeros es generalmente pequeño y puede ser estimado en base a la geometría de otra embarcación similar. C_a puede ser asumido entre 0,4 y 0,6 [42], donde el menor valor es para formas finas y el mayor valor es para formas más rústicas.

El aire presurizado debajo de la falda flexible se escapa por los bordes y debe ser compensado, esta masa de aire se acelera en función de la velocidad de la embarcación, creando de esta manera un momento de arrastre aerodinámico, el cual puede ser escrito como:

$$R_m = Q * \rho_a * v$$

Donde R_m es el momento de arrastre aerodinámico en (N), Q es el flujo de aire de entrada en (m^3/s) , ρ_a es la densidad de la masa de aire en $(N s^2/m^4)$ y v es la velocidad de avance en (m/s) .

El caudal (Q) puede ser encontrado a través de la ecuación de la continuidad, que dice:

$$Q = A * v$$

Donde Q es el caudal en (m^3/s), A es el área a través por donde pasa el fluido en (m^2), v es la velocidad de avance en (m/s).

Asimismo, la resistencia de la falda se produce por la atracción física entre la superficie del agua y el material. Esta resistencia (R_{sk}) se compone en: fricción con el agua (R_{sf}), resistencia por presión de la falda (R_{sp}), resistencia por salpicadura (R_{ss}) y resistencia por inercia (R_{si}), pero de acuerdo a [42] pág. 101, la resistencia total de la falda puede ser escrita así:

$$R_{sk} = R_{sk1} + R_{sk2}$$

Donde R_{sk} en (N) es la resistencia total de la falda, R_{sk1} es el arrastre de la falda en la superficie mojada, R_{sk2} es el arrastre debido a las olas.

Deduciendo el arrastre en superficie mojada se tiene que:

$$R_{sk1} = C_{sk1} \times 10^{-6} * (h/l_j)^{-0,34} * l_j * S_c^{0,5} * q_w$$

Donde C_{sk1} es el coeficiente hidrodinámico, h es la altura de sustentación (m), l_j es el perímetro de la falda (m), q_w es el cabezal hidrodinámico a la velocidad del ACV (Pa). C_{sk1} se puede encontrar mediante la siguiente expresión:

$$C_{sk1} = 1,35 + 0,112 * (p_c/l_c)$$

Donde p_c es la presión del colchón de aire (Pa).

La resistencia de arrastre debido a las olas se deduce de la siguiente expresión:

$$R_{sk2} = C_{sk2} * R_w$$

Donde C_{sk2} es el coeficiente de arrastre debido a las olas, R_w es el momento de arrastre debido a las fugas de aire en la falda (N) y se expresa así:

$$R_w = C_w * p_c^2 * B_c / (\rho_w * g)$$

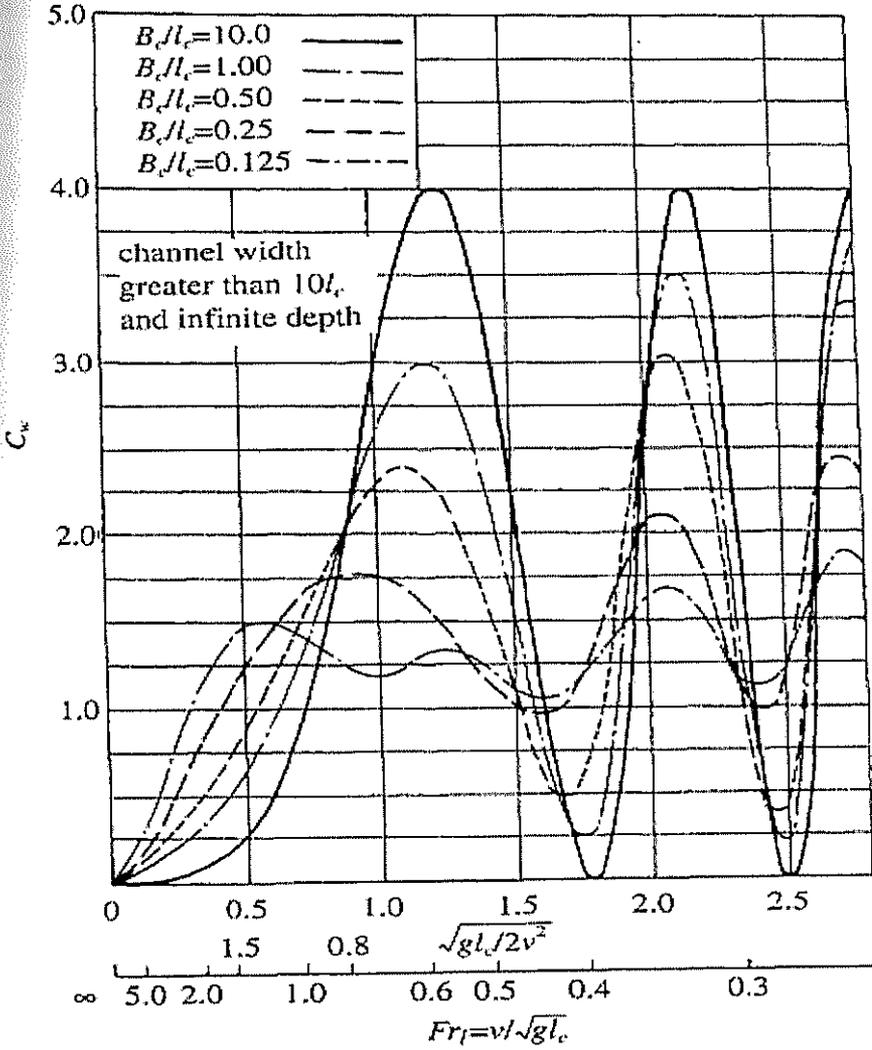
Donde C_w es el coeficiente de arrastre, p_c es la presión del colchón (Pa), B_c es la manga del ACV (m), ρ_w es la densidad del agua y g es la gravedad. C_w puede ser encontrado entrando a la curva de coeficientes (figura No. 28), la cual está en base al número de Froude ($Fr = v / \sqrt{g * l_c}$) y la relación ($B_c / l_c = 0,5$). Iterando la velocidad con una separación de 10 nudos, desde los 20 hasta los 70 nudos, y hallando el respectivo número de Froude, se obtienen valores de $C_w = 2 - 1,3 - 0,75 - 0,5 - 0,25 - 0,2$.

$$C_{sk2} = \{ [2,8167(p_c/l_c)^{-0,259}] - 1 \},$$

Donde p_c es la presión del colchón y l_c es el perímetro del colchón, ya mencionados anteriormente

La resistencia por olas es una fuerza absorbida debida a la creación de olas cuando el ACV se desplaza a través del agua, así sea únicamente sobre la superficie. Generalmente las olas se forman en el área de proa de la falda y aumentan su cresta cuando el aire en el colchón agita las moléculas de la superficie

Figura 28. Estimación del coeficiente de arrastre de la falda.



Fuente: [42], pág. 87

La resistencia por olas será constante a cada régimen de velocidad ya que depende directamente del peso (W), y se expresa:

$$R_{a''} = W * a''$$

nde W es el peso de la embarcación y a'' es el ángulo entre la superficie del agua y las líneas de la falda de proa y popa, que según la referencia [42].
 g. 118 varía entre 0,25 y 0,5.

ocigiendo los datos necesarios para el cálculo de la resistencia total se tiene que:

Tabla XIX. Datos preliminares.

Dato	Valor	Unidad	Dato	Valor	Unidad	Dato	Valor	Unidad
l_j	0,6	-	l_j	0,4	-	l_j	49,7	m.
B_c	1,2	$N s^2/m^4$	B_c	7,95	m.	S_c	134,355	m^2
ρ_w	12	m^2	ρ_w	1000	kg/m^3	h	0,088	m.
W	30,6	m/s	W	20,12	ton.	K_t	1,15-1,25	-
a''	16,9	M	a''	0,25	$^\circ$	C_{sk1}	2,341	-

Fuente: elaboración propia.

ando para cada valor de velocidad y elaborando una tabla de datos se tiene que:

Tabla XX. Cálculo de la resistencia.

Vel.	R Aero.	Caudal	R Mom. Aero.	Froud
V (nudos)	$R_a (N)(0,4Ca)$	$Q (m^3/s)$	$R_m (N)$	Froud
20,0	299,6	122,4	1498,2	0,8
30,0	674,2	183,6	3370,9	1,2
40,0	1198,5	244,8	5992,7	1,6
50,0	1872,7	306,0	9363,6	2,0
60,0	2696,7	367,2	13483,6	2,4

70,0	3670,5	428,4	18352,7	2,8
------	--------	-------	---------	-----

	R Mom. Falda		R Falda.	R Total Aero.	R Total Falda	R TOTAL.
Cw	Rw (N)	qw	Rsk (N)	Rta (N)	Rtsk (N)	Rt (N)
2,0	36,3	52020	626,9	1797,8	663,3	2830
1,3	23,6	117045	1375,7	4045,1	1399,3	6261
0,8	13,6	208080	2428,6	7191,2	2442,2	11079
0,5	9,1	325125	3787,4	11236,3	3796,5	17288
0,3	4,5	468180	5448,7	16180,3	5453,2	24879
0,2	3,6	637245	7414,7	22023,2	7418,4	33858

Fuente: elaboración propia.

a una velocidad de crucero de 60 nudos, se observa en la tabla No. XX, la resistencia al avance del ACV (R total) será de alrededor de 25000 N.

potencia mecánica que será necesaria para impulsar la nave a 60 nudos puede encontrarse con el empuje necesario:

$$P = E * V$$

nde P es la potencia en (watts), E es el empuje en (N), V es la velocidad (m/s). Empleando un empuje de 25000 N, una velocidad de 30,6 m/s, con factor de seguridad del 15% en el empuje y con una eficiencia propulsiva 0,75, se obtiene una potencia EHP=1574 hp.

2 Selección de propulsores.

Como primer paso para la selección de los propulsores, se toma en cuenta el tipo de serie de las palas, en este caso se optó por las series más conocidas, las series NACA. Dentro de los catálogos disponibles de dichas series, hay 3 posibles opciones a elegir: de 3 palas, de 4 palas, y de 4 palas dual-rotating.

Para las series NACA de 3 palas se tomó dos modelos referenciales: N° 6267A-18 y N° 6267^a-18. [15]

La expresión para hallar el empuje de un propulsor, [6] es la que se indica a continuación:

$$T = C_T * \rho * n^2 * D^4$$

Donde T es el empuje en lbs, C_T es el coeficiente de empuje, ρ es la densidad de la masa de aire en slugs/ft³, n es la velocidad de rotación en rpm/s, D es el diámetro del propulsor en ft.

La potencia desarrollada por un propulsor [6] puede expresarse así:

$$P = C_P * \rho * n^3 * D^5$$

Donde P es la potencia en lbs ft/s, C_p es el coeficiente propulsivo, ρ es la densidad de la masa de aire en slugs/ft³, n es la velocidad de rotación en rev/s), D es el diámetro del propulsor en ft.

Además para la selección del propulsor es necesario conocer la velocidad de avance que se representa con la siguiente expresión:

$$J = V/nD$$

Donde J es la velocidad de avance, V es la velocidad del ACV menos la velocidad del viento, n es el régimen de rotación en rev/s y D es el diámetro del propulsor.

Una vez conocida la velocidad de avance, variando el régimen de rotación (aproximado 2200 rpm) hasta encontrar valores adecuados de potencia, y hallando coeficientes de empuje y coeficientes propulsivos de acuerdo a las tablas de series NACA para 3 palas; se puede aproximar la potencia que entregará un propulsor de 3 palas, a cierto diámetro y a ciertos ángulos de ataque de las palas.

Se harán cálculos para las series disponibles en los textos referenciados, que son: [17]

- NACA 6259A-18 de 3 palas, con ángulos de ataque de 34,9 y 39,8 grados.
- CLARK Y 6267A-18 de 3 palas, con ángulos de ataque de 35,2 y 40,1 grados.
- CLARK Y 5868-9 de 4 palas, con ángulos de ataque de 35 y 40 grados.

Variando el diámetro y encontrando valores aproximados de potencia efectiva entregada del propulsor, se puede hacer una comparación entre las tres elecciones, para decidir la mejor opción.

La embarcación necesita un empuje de 25000 N para alcanzar 60 nudos de velocidad, desarrollando una potencia total de 1574 hp. Una embarcación que necesite dicha potencia, y que lleve instalado un solo propulsor a bordo, se vería inmersa en problemas de espacios e instalaciones de ejes motrices, ya que el diámetro del propulsor sería demasiado grande. Se decidió instalar dos hélices propulsoras con sus respectivos motores y ejes motrices.

Con esta asunción se puede dividir la potencia efectiva en 2, para encontrar dos propulsores que desarrollen 787 hp cada uno y tengan el mismo efecto propulsivo.

Al observar estos argumentos se puede elaborar curvas de potencia de las hélices analizadas, para hallar la que desarrolle una potencia similar a la potencia requerida y tenga el menor diámetro posible.

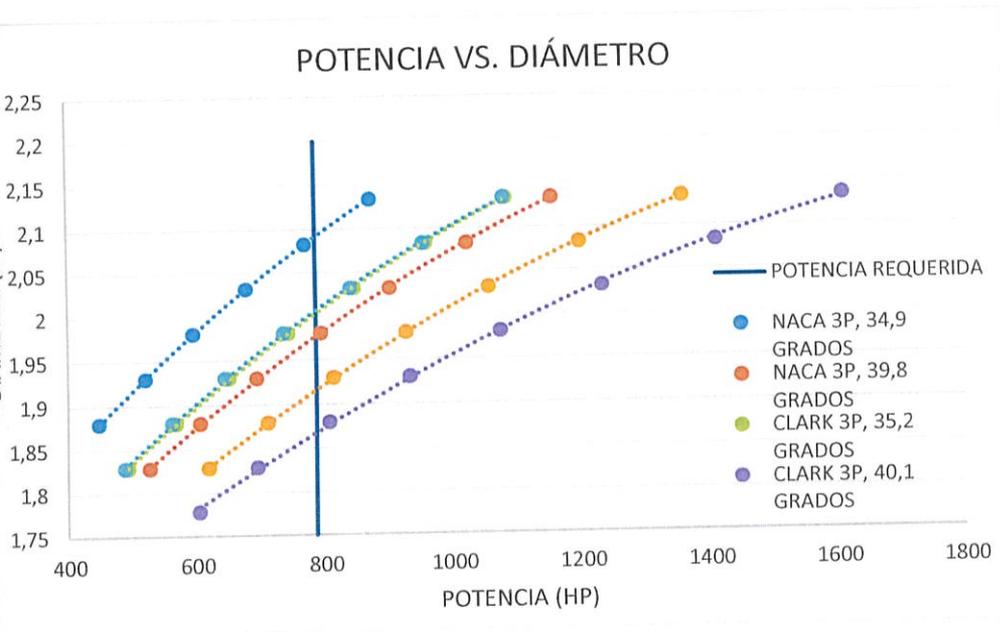
Tabla XXI. Potencia entregada de todos los propulsores consultados.

D (m.)	THP [hp]					
	NACA 6259A- 18 de 3 palas		CLARK Y 6267A- 18 de 3 palas		CLARK Y 5868-9 de 4 palas	
	34,9°	39,8°	35,2°	40,1°	35,0°	40,0°
1,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,78	0,00	0,00	0,00	603,91	0,00	0,00
1,83	0,00	527,24	493,30	695,26	488,34	619,11
1,88	448,03	605,60	567,63	806,83	561,93	710,96
1,93	520,61	694,15	650,76	932,76	644,26	813,46
1,98	595,28	794,12	743,49	1074,48	736,08	927,51
2,03	678,42	902,69	846,63	1233,49	841,02	1056,88
2,08	770,74	1022,90	959,46	1411,44	954,71	1198,93
2,13	873,01	1155,67	1084,11	1610,07	1080,53	1359,61

Fuente: elaboración propia.

Al observar la Tabla No. XXI, el diámetro del propulsor a 787 hp, oscila entre 1,88 y 2,0 m, para los 6 tipos de hélices analizados

Figura 29. Curvas de potencia de los propulsores y potencia requerida.



Fuente: elaboración propia.

laborando curvas de potencia para cada hélice se puede escoger la que más se acerque a la potencia requerida y al menor diámetro, observando la figura 29, se nota que la hélice del tipo CLARK 3P con ángulo de ataque de 40,1 grados es la que desarrolla la potencia requerida a un menor diámetro, alrededor de 1,87 m. De acuerdo a los diámetros disponibles, se tendrá que el diámetro del propulsor es 74" (1,88 m.) y su potencia necesaria será 807 hp, utilizando el perfil CLARK de 3 palas con ángulo de ataque de 40,1°.

Según la marca Hartzell Propeller INC [18], el modelo de hélice HC-3EYR-1RF / F7392 / SM7, cumple con los requerimientos de diámetro, número de palas y ángulo de ataque ya mencionados.

El diámetro de las toberas de las hélices se expresa como:

$$Dt = 1,15 * D$$

Donde Dt es el diámetro de la tobera y D es el diámetro de cada propulsor.

Dando como resultado un diámetro de la tobera de 2,16 m.

El índice de ruido puede ser estimado con la siguiente expresión:

$$dB = 72 + 8,2 * \log(P)$$

Donde dB es el índice de ruido y P es la potencia en (hp); dando como resultado 99 dB de ruido para todo el conjunto energético que es de 2030 hp, valor que está dentro del rango permitido de maquinarias que es máximo 100 dB. A pesar de estar dentro del rango permitido se debe considerar aislar las paredes de salas de máquinas y habitabilidad, y hacer un análisis de ruido más extenso.

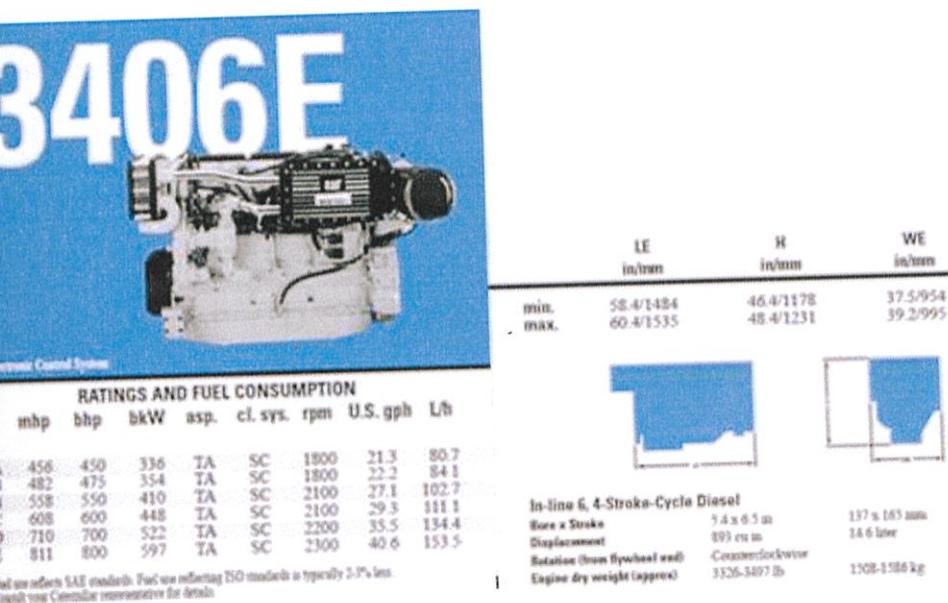
2.5.3 Selección de motores.

Conociendo que la potencia necesaria para alcanzar 60 nudos es de 787 hp por cada ramal de propulsión y que los propulsores necesitan 807 hp, a un

de revoluciones de alrededor de 2200 rpm, es posible buscar en los catálogos de motores disponibles en el mercado. (Anexo I)

Al revisar los catálogos de la marca Caterpillar (figura No. 30), para motores de 800 hp, se encuentra que el modelo 3406E del tipo High Performance - E, es normalmente utilizado para botes planeadores o naves de alto rendimiento, cumple con valores cercanos a los requeridos, con BHP=800 hp y 2300 rpm a plena carga.

Figura 30. Características principales Caterpillar 3406E



Fuente: CAT marine engine, selection guide, pág 21.

2.5.4 Transmisión de potencia.

El diámetro del eje de transmisión de potencia puede ser estimado¹⁸, teniendo como referencia que el esfuerzo a la tensión en la punta del eje, debe ser 700 N/mm², por lo tanto el diámetro puede ser expresado:

$$D = 11,5 (P_D/n)^{1/3}$$

Donde D es el diámetro en (cm), P_D es la potencia al eje en (kW) y n son las revoluciones del eje en (rpm). Usando los datos ya conocidos de cada motor de propulsión se tiene la Tabla XXII, en donde se especifica que el diámetro de los ejes para cada motor será de 7,3 cm.

Tabla XXII. Cálculo del diámetro del eje

PD	588,32	kW.
n	2300	rpm.
D	7,30	cm.

Fuente: elaboración propia.

2.6 Cálculos estructurales.

El dimensionamiento de los elementos que forman parte de la cuaderna maaestra, se lo ha realizado de acuerdo a las Reglas para la clasificación de "High speed, Light craft and Naval surface craft" para una embarcación de pasajeros según lo estipula Det Norske Veritas, D.N.V., 2002 [7] para una

¹⁸ Diseño Naval 1, notas de clase, Ing. Cristóbal Mariscal Díaz, pág 40.

embarcación de aluminio. DNV define a un hovercraft como “una embarcación en donde todo o una parte significativa de su peso, puede ser soportado en reposo o en movimiento, por un colchón de aire continuo”.

Entre los diferentes tipos de cuadernaje, se ha considerado un sistema transversal [ANEXO D]; para el análisis según DNV es necesario partir del cálculo de la aceleración vertical, típica para embarcaciones de gran velocidad y poco desplazamiento, seguido del cálculo de presiones según el tipo de casco. Después de este proceso se estiman los mínimos espesores requeridos en cada sección y se realiza el cálculo del mínimo modulo seccional de la embarcación y de los elementos estructurales [ANEXO D].

Con el cálculo del mínimo modulo seccional para la cuaderna maestra y cada configuración de las secciones del casco y superestructura, se deriva al proceso de selección de espesores y tipo de refuerzo según ofrece el mercado. En el ANEXO D, Tabla LXII se comprueba el cumplimiento del mínimo modulo seccional requerido con un factor de seguridad de 1.63 (1.5 es recomendable por DNV).

2.7 Criterios de estabilidad y maniobrabilidad

2.7.1 Criterio de estabilidad intacta.

Las normas dictadas por las casas clasificadoras de la actualidad, no son orientadas a la sustentación dinámica de naves de alta velocidad, específicamente refiriéndose a los aerodeslizadores. En base a experimentos realizados en otros modelos y pruebas a naves existentes y también algunas consideraciones de DNV acerca de (Passenger Craft Requirements, International Code of Safety for High-Speed Craft, 2000 HSC Code), se ha podido recopilar criterios que puedan aportar a una operación estable de un ACV.

2.7.2 Estabilidad y altura del colchón de aire.

Si el colchón de aire puede ser bien compartimentado y tener una relación de presión $pt / pc = 1.3$, que puede ser asumida, la altura de la falda debe estar dentro de los siguientes rangos:

Tabla XXIII. Consideraciones para la estabilidad en el colchón de aire.

Consideraciones	Comprobación
$\frac{h_{sk}}{B_c} \leq 0,17$	$0,954/7,95 = 0,12$
$(Z_g + h_{sk})/B_c \leq 0,33$	$(0,9 + 0,954)/7,95 = 0,23$

Fuente: elaboración propia.

Donde h_{sk} es la altura de la falda en (m), B_c es la manga del colchón en (m) y Z_g es la altura CG en (m). Observando la Tabla XXIII se encuentra que los requerimientos para que el ACV en función del colchón de aire sea estable, están dentro del rango moderado y cumplen con lo prescrito.

2.7.3 Alturas metacéntricas transversales y longitudinales para pequeños ángulos de escora.

Conociéndose que las alturas metacéntricas son aspectos muy importantes para describir la estabilidad de una nave, en el caso de embarcaciones con esloras considerables y con pequeños ángulos de escora. Por lo tanto, pueden escribirse algunas expresiones comprobatorias para pequeños ángulos de escora:

Tabla XXIV. Consideraciones de estabilidad en función de alturas metacéntricas.

Consideraciones	Comprobación
$\bar{h}_\theta = h_\theta/B_c \geq 0,3 - 0,4$	$13,18/7,95 = 1,65$
$\bar{h}_\psi = h_\psi/l_c \geq 1,0 - 1,5$	$51,21/16,905 = 3,029$

Fuente: elaboración propia.

Donde h_θ denota la altura metacéntrica transversal y h_ψ denota la altura metacéntrica longitudinal. Observando la Tabla XXIV, se nota que las consideraciones de estabilidad para pequeños ángulos de escora, cumplen con lo prescrito y el diseño está en el rango moderado de estabilidad.

2.7.4 Requerimientos para estabilidad a grandes ángulos de escora.

La estabilidad transversal de un ACV bajo la acción del momento de escora a grandes ángulos, debe cumplir con criterios según OMI [26], a tres condiciones de carga: al inicio de la jornada, mitad de jornada y al final de jornada. Los cálculos se pueden encontrar en el ANEXO E, los criterios y resultados son los siguientes:

Tabla XXV. Criterios de estabilidad a grandes ángulos de escora

CRITERIOS OMI				
Criterio 1	Área hasta 30°	>=	0,055	[m.rad]
Criterio 2	Área hasta 40°	>=	0,09	[m.rad]
Criterio 3	Ángulo de volcamiento ($\square v$)	>	40	[grados]
Criterio 4	Área entre 30° y 40°	>	0,03	[m.rad]
Criterio 5	Área entre 30° y $\square v$	>	0,03	[m.rad]
Criterio 6	GZ para $\square \geq 30^\circ$	>	0,2	[m]
Criterio 7	GM	>	0,15	[m]
Criterio 8	GZ	>	25	[grados]

Fuente: elaboración propia con Criterios OMI según International Code of Safety for Passenger Ships.

Tabla XXVI. Resultados de criterios de estabilidad a grandes ángulos de escora.

CONDICIÓN 1

CRITERIOS OMI				Resultado	% requerido	Satisface Criterio?
o 1	Área hasta 30°	>=	0,055 [m.rad]	1,043	5%	Cumple

Criterio 2	Área hasta 40°	>=	0,09	[m.rad]	1,438	6%	Cumple
Criterio 3	Ángulo de volcamiento (□v)	>	40	[grados]	70	57%	Cumple
Criterio 4	Área entre 30° y 40°	>	0,03	[m.rad]	0,395	8%	Cumple
Criterio 5	Área entre 30° y □v	>	0,03	[m.rad]	1,166	3%	Cumple
Criterio 6	GZ para □>=30°	>	0,2	[m]	2,380	8%	Cumple
Criterio 7	GM	>	0,15	[m]	16,771	1%	Cumple
Criterio 8	GZ máximo	>=	25	[grados]	25	100%	Cumple

CONDICIÓN 2

CRITERIOS OMI				Resultado	% requerido	Satisface Criterio?	
Criterio 1	Área hasta 30°	>=	0,055	[m.rad]	1,060	5%	Cumple
Criterio 2	Área hasta 40°	>=	0,09	[m.rad]	1,459	6%	Cumple
Criterio 3	Ángulo de volcamiento (□v)	>	40	[grados]	70	57%	Cumple
Criterio 4	Área entre 30° y 40°	>	0,03	[m.rad]	0,398	8%	Cumple
Criterio 5	Área entre 30° y □v	>	0,03	[m.rad]	1,180	3%	Cumple
Criterio 6	GZ para □>=30°	>	0,2	[m]	2,399	8%	Cumple
Criterio 7	GM	>	0,15	[m]	17,334	1%	Cumple
Criterio 8	GZ máximo	>=	25	[grados]	25	100%	Cumple

CONDICIÓN 3

CRITERIOS OMI				Resultado	% requerido	Satisface Criterio?	
Criterio 1	Área hasta 30°	>=	0,055	[m.rad]	1,073	5%	Cumple
Criterio 2	Área hasta 40°	>=	0,09	[m.rad]	1,470	6%	Cumple
Criterio 3	Ángulo de volcamiento (□v)	>	40	[grados]	70	57%	Cumple
Criterio 4	Área entre 30° y 40°	>	0,03	[m.rad]	0,398	8%	Cumple
Criterio 5	Área entre 30° y □v	>	0,03	[m.rad]	1,173	3%	Cumple
Criterio 6	GZ para □>=30°	>	0,2	[m]	2,396	8%	Cumple
Criterio 7	GM	>	0,15	[m]	17,920	1%	Cumple
Criterio 8	GZ máximo	>=	25	[grados]	20	125%	No cumple

Fuente: elaboración propia.

En general los ACV's no tienen grandes ángulos de escora, comparándolos con buques de desplazamiento; pero para el análisis se toma 25 grados como un ángulo de escora grande. Según la Tabla XXVI se observa que el ACV en proyección, cumple con todos los criterios de estabilidad a excepción del GZ máximo que no cumple debido a que la carga a bordo ha sido desalojada al final del día.

2.7.5 Requerimientos de estabilidad en avería y compartimentación de boyantez.

La estabilidad y flotabilidad en condición estática del ACV no tiene que verse afectada cuando existan averías en el fondo o en el costado del casco. Además, los ángulos de diseño y el francobordo del tanque de boyantez no deben variar de forma significativa por cualquier entrada de agua. En base a estos requisitos, se pueden verificar los siguientes criterios:

- En el cálculo de flotabilidad, el coeficiente de espacios libres debe ser: 0,95 en áreas de pasajeros y tripulación, 0,80 en áreas para maquinaria y 0,6 en bodegas de carga.
- El ACV en modo estático y en uso del tanque de boyantez, debe tener una distancia mínima de 75 mm entre la línea de agua de máxima carga y la cubierta superior del tanque de boyantez.
- La altura metacéntrica transversal en estado de avería no debe ser inferior a 0,05 m. El rango de estabilidad transversal debe ser mayor a

30° en el caso de inmersión simétrica y mayor a 20° en el caso de inmersión asimétrica.

Tabla XXVII. Criterios de estabilidad en avería.

Criterio	Rango	Valores	Comprobación
Espacios libres	$C_{ap} \geq 0,95$	$C_{ap} \geq 0,97$	Cumple
	$C_{am} \geq 0,80$	$C_{am} \geq 0,85$	Cumple
	$C_{ac} \geq 0,60$	$C_{ac} \geq 0,60$	Cumple
Francobordo	$F_b \geq 75mm$	$F_b = 200mm$	Cumple
Altura Metacéntrica	$h_{\theta} \geq 0,05m$	$h_{\theta} = 13,18$	Cumple
	$\theta_1 \geq 30^{\circ}$	$\theta_1 = 70^{\circ}$	Cumple
	$\theta_2 \geq 20^{\circ}$	$\theta_2 = 25^{\circ}$	Cumple

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la Tabla XXVII, el ACV en proyección cumple con todos los criterios de estabilidad consultados, lo que denota que su rendimiento en modo estático es óptimo.

2.7.6 Requerimientos de navegabilidad.

Las condiciones de olas y viento limitan las operaciones regulares del ACV, dichas condiciones pueden exigir cierto aporte para navegar como se lo ha planificado en el diseño. Por este motivo se toman en cuenta ciertos criterios de navegabilidad.

La estabilidad de la nave en olas se basa en algunos requisitos que se obtienen con pruebas en modelos y con estadísticas de naves existentes. Algunas pautas sencillas controlan el diseño debido a las olas, y la mayoría de estos criterios se enfocan en el rendimiento del ACV y la comodidad de los pasajeros.

La pérdida de velocidad debida a la acción de las olas y del viento, puede ser significativa si se compara con la operación en aguas tranquilas. Para satisfacer los requisitos es necesario estimar una potencia de reserva de la nave.

Los efectos de slamming en ACV's generalmente son 50% menores a los efectos en una embarcación planeadora. Sin embargo las presiones en el peak de proa varían entre 3,45 bar. Los miembros estructurales que soportan más los efectos de slamming son los paneles inferiores, incluyendo los longitudinales y transversales, y éstos deben ser diseñados con una presión de 2,07 bar. Las presiones debidas al efecto slamming caen linealmente hasta 25% hasta la popa.

La presión puede ser estimada con la siguiente expresión:

$$p = 0,0324 * K_2 * V_v * V$$

Donde p es la presión en lb/plg^2 , $K_2 = 2$ es un factor de ponderación de la estación en el casco, V es la velocidad del ACV en ft/s , V_v es la velocidad vertical relativa en ft/s y es:

$$V_v = 2,26 * \pi * H / (l_w^{0,5}) + V_s$$

Donde H es la altura de la ola en (ft), l_w es el largo de la ola en (ft), V_s es una tasa de salpicadura (2 ft/s).

Tabla XXVIII. Estimación de presión en el fondo del tanque de boyantez a pr.

H	1,64	ft
l_w	52,91	ft
V_s	2	ft/s
V_v	3,6	ft/s
V	101,26	ft/s
K_2	2	-
p	23,62	lb/plg ²

Fuente: elaboración propia.

Según la Tabla XXVIII, la presión en el peak de proa del tanque de boyantez es de 23,62 lb/plg^2 (1,63 bar), valor que está dentro del criterio de slamming, por lo tanto si cumple.

2.7.7 Requerimientos de maniobrabilidad.

Existen algunas consideraciones para embarcaciones del tipo Hovercraft que se describen a continuación.

radio de giro a alta velocidad.- Es normal que un ACV tenga suficiente fuerza en sus timones, para que la nave gire con fuerza mientras viaja a gran velocidad en una dirección dada; el problema de un ACV se centra en recuperar la posición inicial después de que se haya hecho el giro, y evitar los deslizamientos laterales mientras se mantiene la velocidad. El radio de giro es proporcional al empuje generado por los propulsores, debido a esto es el tema principal para el diseño de maniobrabilidad, es estimar una velocidad adecuada al tiempo meteorológico del lugar donde va a operar el ACV.

Capacidad para mantener la ruta después de olas.- Generalmente un ACV es aerodinámicamente estable de cara al viento, la situación crítica es cuando vienen el viento a favor. La aplicación de presiones intermitentes bajo el empujón de aire ayuda a mejorar las precipitaciones inestables de maniobrabilidad. Pero en condiciones de viento en calma, como en la zona del oriente ecuatoriano, no sucede dicho problema. Para lograr estabilidad en viento a favor o en contra, lo único que se hace es incrementar el área de las alas o timones verticales.

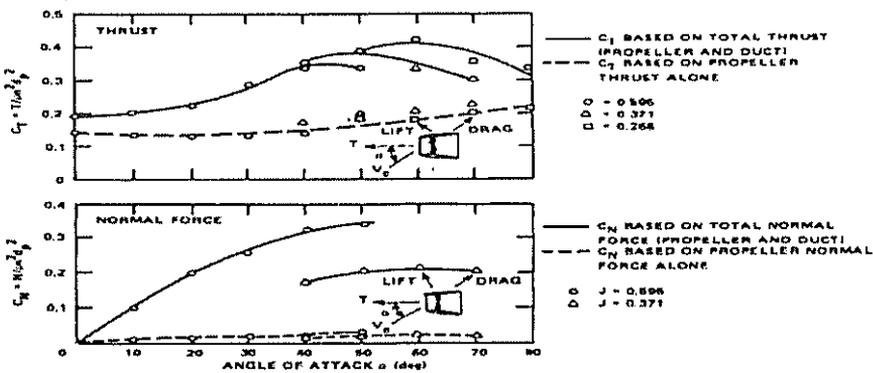
Para estimar el radio de giro se necesita conocer el coeficiente de empuje de la hélice, y la expresión dice que:

$$C_T = \frac{T}{\rho n^2} * d_p^2$$

Donde C_T es el coeficiente de empuje, T es el empuje del propulsor, ρ es la densidad del aire, n son las revoluciones de la hélice, y d_p es el diámetro del propulsor.

Obteniendo un valor de $C_T = 0,23$ y observando en la Figura 31, para hélices cubiertas con tobera, aproximadamente el ángulo de giro que tendrá el ACV será de 28 grados.

Figura 31. Empuje y ángulo de giro para una hélice con Tobera.



Fuente: [22], pág. 194.

2.7.8 Requerimientos para habitabilidad, ruido interno o externo y niveles de vibración.

Los criterios de habitabilidad se utilizan para influir directamente en la comodidad de los pasajeros y tripulación. Amplitud de espacios y movimiento, como también aceleraciones verticales, son los puntos de enfoque en el diseño de habitabilidad. Fijaciones de los asientos, soportes de

los motores, etc. deben soportar cargas debidas a las aceleraciones, mientras que montajes flexibles deben funcionar como amortiguadores de vibraciones.

Debido a la alta velocidad del ACV y la ligereza de la estructura del casco, a eso sumado alta generación de potencia de motores de propulsión y sustentación, el aerodeslizador se ha caracterizado por un alto grado de vibración, alto nivel de ruido y grandes aceleraciones verticales. Estos factores reducen la habitabilidad de la embarcación, pero con el pasar de los años, las nuevas tecnologías en fabricación de motores y hélices han ayudado mucho en la reducción de dichos inconvenientes.

Para evaluar la habitabilidad, autores recomiendan utilizar el criterio ISO 2631, pero para eso es necesario conocer el efecto de la aceleración vertical, que se puede expresar así:

$$g_{\text{coll}} = 1.2 \left(\frac{P}{g\Delta} \right)$$

Donde

- P : La carga debería ser menor a: $P = 3290 \text{ kN}$ y $P = 89.55 \text{ kN}$
: $P = 460 (M c_L)^{2/3} (E c_H)^{1/3}$
: $P = 460 M c_L (c_H (T + 2))^{1/2}$
- M : Factor del material
: 1.0 para aluminio
- c_L : Factor de eslora
: $(165 + L)/245 (L/80)^{0.4}$
: 0.380
- c_H : Factor de altura

: Energía cinética de la nave a velocidad V
 : $1/2 \Delta V^2$
 : Eslora entre perpendiculares, m
 : 16.113
 : Puntal, m
 : 1.060
 : Profundidad del colchón de aire (-), m
 : 0.950
 : D , m
 : 1.060
 : Desplazamiento, t
 : 21.49
 : Velocidad de crucero, m/s
 : 30.84
 : gravedad, (m/s^2)
 : 9.81

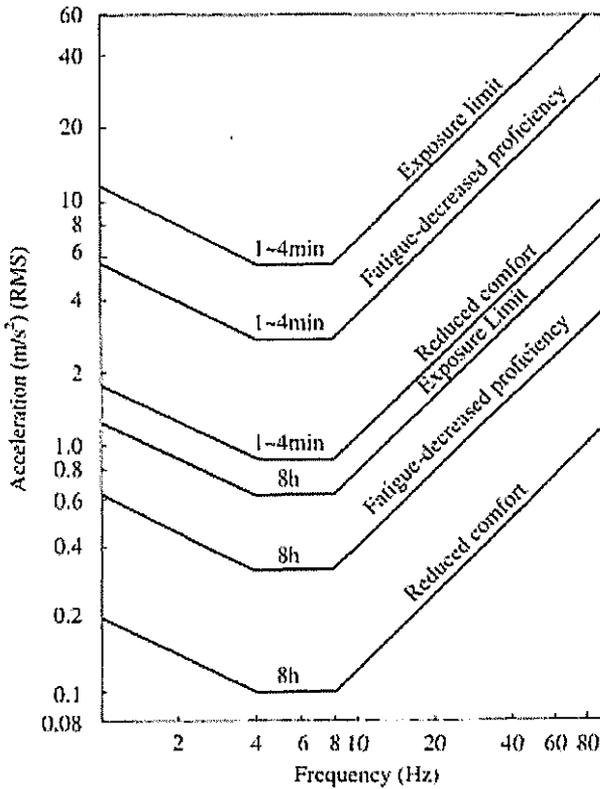
Tabla XXIX. Estimación del factor de altura.

Factor c_H	Catamaran/surface effect ship	Monohull/hydrofoil	Air-cushion vehicle
c_H	$\frac{T + 2 + f(D/2)}{2D}$	$\frac{T + 2 + f(D/2)}{2D}$	$\frac{f}{4}$
where: $f=0$ for where: $f=1$ for where: $f=2$ for	$T + 2 < D - H_T$ $D > T + 2 \geq D - H_T$ $T + 2 \geq D$	$T + 2 < D$ $T + 2 \geq D$ --	-- $H_T > 2$ $H_T \leq 2$

Fuente: [26], pág. 39

Utilizando los valores anteriores, se tiene que la aceleración vertical que desarrollará el ACV será $g_{coll} = 0,51 m/s^2$, utilizando este valor e ingresando en la Figura 32, se observa que la condición de habitabilidad operando a 8 horas continuas, es aceptable y tiene un rango de tolerancia de fatiga aceptable en los pasajeros.

Figura 32. ISO 2631 para límites y tolerancias de aceleración y frecuencia.



Fuente: [42], pag 369

El ruido que puedan percibir los pasajeros puede reducirse si se aumenta lo más posible la distancia entre los motores y ventiladores a bordo, y los espacios destinados para pasajeros; como también se pueden reducir los niveles de ruido, aumentando el aislamiento en las cabinas.

El aislamiento puede ser de dos tipos, instalando materiales sintéticos como recubrimientos en las cabinas de pasajeros, o instalando barreras alrededor de los motores.

Si existen más fuentes de ruido cerca de los pasajeros, como cajas de engranajes o tuberías hidráulicas, también deben ser aisladas contra el ruido.

Para el montaje de los motores principales y auxiliares, debe ser analizado el supuesto caso que se pueda ocasionar ruidos debidos a las vibraciones.

Después de implementar los aislamientos, el nivel de ruido en áreas de pasajeros no debe exceder los 70 dB, pero con implementación de alfombras o corcho en las paredes se puede lograr niveles de ruido de 65 dB o menos.

2.8 Distribución general.

El ACV tiene restringido el espacio para habitabilidad y carga, debido a que solo se tiene disponible una cubierta principal, y no es recomendable aumentar cubiertas ya que incrementaría la resistencia aerodinámica, por ende incrementaría significativamente la potencia requerida; y además, dos o más cubiertas dificultan la entrada de aire en los propulsores. Por otra parte los conductos de entrada de aire para los ventiladores de sustentación disminuyen espacios, ya que van ubicados en los pasillos laterales.

La distribución general se divide en 3 grupos que son: área de pasajeros, área de carga y área de maquinarias. Se tiene disponible aproximadamente para área de pasajeros 45 m², para área de carga 10 m², para área de

maquinarias de sustentación 17,5 m², para área de maquinarias de propulsión 19,2 m².

Para una nave de pasajeros que operará solo de día en tramos cortos, no es necesario incluir camarotes para la tripulación; pero se debe tomar en cuenta espacios cómodos para pasajeros.

El puente de mando va ubicado hacia proa y tiene un ángulo de visión frontal, medido según SOLAS¹⁹ de 6°, para dar la mayor claridad posible de visión hacia el frente y hacia ambas bandas de los costados.

En la distribución general de este diseño conceptual se tomará en cuenta diseños de ACV's ya construidos, tratando de aprovechar los espacios al máximo. El ACV estará provisto de todos requerimientos para naves de pasajeros, según normas internacionales.

El puente de mando irá ubicado en línea de crujía hacia proa y elevado 86 cm más de la cubierta principal; mientras que la sala de máquinas, las toberas y hélices de propulsión están hacia popa. Las dos salas de máquinas de sustentación van ubicadas junto al puente de mando.

En la sala de máquinas de propulsión van instalados dos motores, un banco de baterías, un tablero de control, válvulas, tanque de aceite y tanques de

¹⁹ SOLAS: Convenio Internacional para la seguridad de la vida humana en el mar. 1974.

combustible. En las salas de máquinas de sustentación irá instalado un motor en cada sala, tablero de control, tanque de aceite y tanque de combustible. El sistema de enfriamiento de los cuatro motores a bordo será por intercambiador de calor, por entradas de aire directas hacia las salas de máquinas.

Se dispondrá de dos tanques de combustible para la sala de máquinas de propulsión con capacidad de 565 galones cada uno, ubicados hacia crujía; un tanque de combustible en cada sala de máquinas de sustentación con capacidad de 280 galones, todos los tanques para una autonomía de 1000 km. Además un tanque para agua dulce de 100 galones ubicado sobre los tanques de combustible de la sala de máquinas de propulsión,

Las paredes de la superestructura están a 3,07 m. de crujía, dejando un espacio de 1,1 m. para instalar entradas de aire de sustentación y para que sea usado como pasillo lateral y entrada de pasajeros.

2.9 Habitabilidad.

La habitabilidad está ubicada en cubierta principal en sección media, se contará con capacidad para transportar 60 pasajeros, por lo que se han dispuesto 6 filas de 9 pasajeros y una fila de 6 pasajeros, con dos pasillos centrales de 0,8m de ancho, y una separación entre filas de 50 cm. En el

espacio sobrante en la fila de 6, irá instalado un baño, con lavamanos e inodoro.

El ACV lleva dispuestas dos puertas de embarque para pasajeros, a babor y a estribor de 0,6 m cada una, además dos puertas de embarque de carga de 1,0 m cada una. Todas las puertas son del tipo abatible hacia arriba, de tal manera que facilita el ingreso de pasajeros y de carga.

Se instalará un aire acondicionado en el área de pasajeros con capacidad de 60000 BTU y un aire acondicionado independiente en la cabina de mando. Los pasajeros podrán ver televisión mientras viajan, gracias a dos pantallas de 50" en cada extremo del área.

En el puente de mando irán ubicados controles para navegación y mandos de las máquinas a bordo, y contará con un espacio para una cama retráctil a disposición del capitán o cualquier tripulante.

2.10 Sistemas de control y sistemas auxiliares.

En el puente de mando irán instalados cuatro controles remotos del tipo Morse, para maniobrar las dos máquinas de propulsión y las dos máquinas de sustentación, para empuje estático, arranque, parada y aceleración a máxima potencia; rueda o timón de gobierno de madera, un compás magnético, una mesa de control y un asiento para el timonel. Además

controles de luces de navegación y luces de emergencia e instrumentación completa para la distribución eléctrica a bordo.

Como equipos de navegación, se llevará instalado un Radar de 24 millas o más, un navegador con asistencia satelital GPS, una Ecosonda de rango hasta 100 metros, Radio VHF y Radio HF.[16]

El sistema de agua dulce para el baño es únicamente un tanque de agua de 100 galones con caída por gravedad hacia el lavamanos y el inodoro, más un tanque de aguas negras bajo la superficie del baño.

Se deberá llevar instalado un sistema contra incendios, de acuerdo a normas FAO²⁰, OMI, para lo cual se necesitarán bombas auxiliares y tuberías. Además un sistema de achique, con tuberías ubicadas en lugares estratégicos de la superestructura y del casco.

²⁰ FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

CAPITULO 3

PROPUESTA PORTUARIA

Para una área en desarrollo económico fluvial, es indispensable contar con un corredor logístico funcionando en buenas condiciones, para esto es necesario un estudio de la zona de influencia, tanto económico-social, ambiental y geográfico; estudio que actualmente ha sido desarrollado por el Banco Interamericano de Desarrollo [33].

Un corredor logístico eficiente se mide por la capacidad de conectar sus nodos fácilmente; y los nodos se miden por la capacidad de movilizar la carga y descarga de productos, además de la disponibilidad del fondeo para

un seguro atraque de la nave, como también la disponibilidad de áreas de almacenaje y equipos para un adecuado manejo.

Actualmente cada nodo (embarcadero) del corredor logístico no muestra ninguna de las características de un buen funcionamiento, una de estas se debe a la geografía de la zona descrita en el capítulo 1; aunque este parámetro se podría mejorar con un dragado del río, el Estudio de Navegabilidad del Río Napo [35] no lo recomienda viable. La poca flexibilidad de transporte de personas y mercancías afecta al tiempo que toma conectar los puntos extremos de la ruta (Puerto Francisco de Orellana - Nuevo Rocafuerte) en canoas de pasajeros; estos tiempos oscilan alrededor de 10 horas a favor de la corriente y 12 horas contracorriente, siendo solo posible la navegación durante las horas de luz, generando un alto costo de transporte para las personas y productos, por ende encareciendo lo centros de abastecimiento.

Las actuales limitaciones de los embarcaderos, tanto en logística de personas y carga, complican aún más el desarrollo productivo, haciendo que se transporten por carreteras a grandes distancias. Este aspecto da un motivo más para convertir al Río Napo en la espina dorsal del desarrollo intermodal en la región.

to es lograr una integración regional agilizando las operaciones de porte, apuntando principalmente a un sector en crecimiento como es el no comunitario, y también sectores ya establecidos como el transporte personal de petroleras y productos donde su volumen representa un so valor unitario. Esto se puede lograr utilizando embarcaciones de buen empeño como el ACV, pese a las limitaciones de navegabilidad que se entan. Se requiere de un número de obras simultáneas de un costo vo bajo, que aseguren la navegabilidad de día y de noche durante todo ío; obras como: señalización, balizamiento, servicios de navegación y s de navegación en constante actualización, entre las principales.

hidrovía funcionando a partir de un sistema sustentable, puede permitir nlace de fortalecimiento con los países pertenecientes al IIRSA²¹, y de manera se experimentarían cambios estructurales [41] como:

Manejo adecuado de información, movilidad e intercambiabilidad de flujos de mercado.

Concepción de nuevas políticas económicas que permitan un rcambio equilibrado de comercio.

a Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana (IIRSA)

Permitir a los puertos ser multifuncionales, dejando de ser de simple transferencia o de primera generación, para ser puertos de tercera generación.

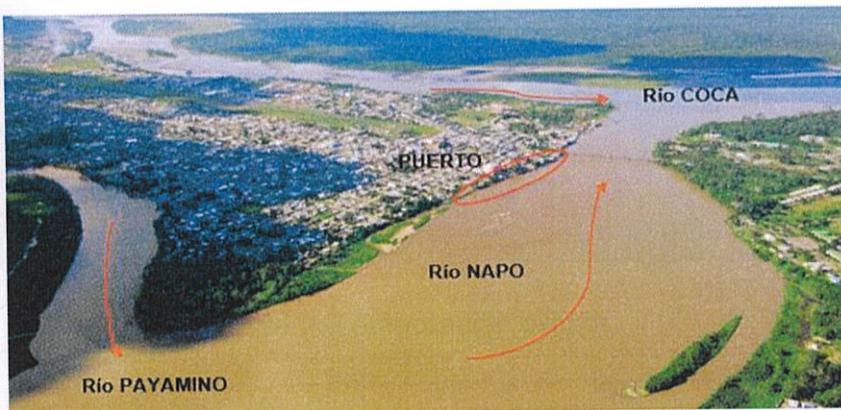
1.1 Infraestructura portuaria actual.

La infraestructura portuaria comercial sirve tanto para el transporte de productos regionales y mercancías de primera necesidad, como para el embarque y desembarque de personas.

Dentro de la infraestructura portuaria se encuentran diferentes tipos de embarcaderos, algunos funcionando en condiciones precarias:

1.1.1 Embarcadero fluvial de Francisco de Orellana

Figura 33. Ubicación geográfica del Puerto de Puerto Francisco de Orellana.



Fuente: google earth imágenes.

Puerto Francisco de Orellana ubicado en el Malecón Municipal, no dispone de equipos, ni cuenta con la infraestructura necesaria para manejar grandes volúmenes de carga, además de un restringido acceso en ciertos meses del año por acumulación de sedimentación.

El terminal portuario de Puerto Francisco de Orellana está ubicado en el margen izquierdo del río Napo, protegido por un muro de gaviones y un muelle de hormigón de 200 metros de longitud, que permite el atraque de al menos 20 embarcaciones.

Figura 34. Puerto de la ciudad Puerto Francisco de Orellana.



Fuente: elaboración propia.

El puerto consta de una plataforma flotante de ancho 3.20 m. y largo 10.50 m., soportada a partir de dos boyas de 0.80 m. de diámetro, y un puente basculante de ancho 2.0 m. y largo 10 m., además cuenta con un área en

ierta de 120.0 m², de la cual 85.0 m² son para pasajeros y 35 m² como administrativa. Este escenario no ha sido proyectado para una expansión a futuro, ya que hasta el momento no cumple con la demanda de comercio internacional.

2.2 Muelle con puente de acceso basculante:

Figura 35. Modelo típico de muelle.



Fuente: elaboración propia

Este tipo de instalación consta de tres segmentos:

- (1) Soporte a tierra a partir de un estribo.
- (2) Puente acceso, donde su longitud depende de la diferencia en vaciante y creciente.
- (3) Muelle.

atracadero presenta problemas debido a la constante acumulación de palizadas, asimismo tiene poca área de operación que restringe la capacidad de carga; en algunos casos se ha utilizado pilotes de protección que evitan la acumulación de palizadas, pero esto solo ha sido utilizado para los atracaderos de uso petrolero.

En algunos lugares se observa que la falta de estudio y mala planificación, ocasionan un bajo desempeño de los atracaderos, como se observa en la siguiente ilustración:

Figura 36. Condiciones de algunos muelles.



Fuente: elaboración propia

En algunos de los casos, el repentino fallo de los embarcaderos no se debe a los problemas antes mencionados, sino a la no oportuna reubicación, necesaria por el cambiante cauce del río.

3 Embarcadero pilotado en Nuevo Rocafuerte

Figura 37. Embarcadero Pilotado de Nuevo Rocafuerte.



Fuente: [31]

Este embarcadero presenta dos mecanismos articulados, que sirven tanto de anclaje en la ribera del río, como de apoyo para el soporte de la plataforma montada sobre flotadores tipo catamarán; con puente de acceso basculante central. Este sistema es menos propenso a la acumulación de palizadas.

A lo largo del río es normal encontrarse con embarcaderos de carácter recreario y de uso familiar.

Figura 38. Embarcaderos de carácter precario.



Fuente: elaboración propia.

3.2 Criterios de diseño portuario fluvial.

Las condiciones ecológicas que presentan la zona, así como la restricción de calado, y el constante reencauce del río, dificultan la toma de alternativas acerca de las instalaciones portuarias; siendo éstos, puntos importantes para los criterios de diseño, sin dejar de lado los costos operativos y de mantenimiento. Asimismo se debe contar con disponibilidad de:

- Áreas terrestres
- Áreas acuáticas
- Agua potable
- Energía eléctrica
- Alcantarillado
- Sistema de comunicaciones

Los puertos deben cumplir la función de servir de interfaz entre los distintos modos de transporte, así como ser multifuncionales e integrados a una cadena logística, en donde lo primordial no se basa solo en la infra y superestructura, sino también de una adecuada gestión portuaria, con mano de obra calificada y entrenada.

Parte de los criterios de diseño surgen de las nuevas concepciones y planificaciones portuarias [25]:

- Instalaciones con acceso de libre atraque.
- Disponibilidad de calado todo el año.
- Sistema de transferencia y almacenaje de carga eficiente.
- Calidad y eficiencia en las operaciones y servicios.
- Conexión vial cercana.
- Capacidad de manejar pequeñas, medianas y grandes cargas.
- Capacidad portuaria suficiente.

- Plan de manejo de carga y descarga.
- Logística adecuada para pasajeros y carga.
- Clasificación de la carga transportada.

Además se debe contar con ciertas características de funcionamiento para una integración en la cadena de transporte:

- Capacidad de atraer nuevos flujos de carga.
- Proximidad a importantes zonas de consumo y producción, con conexión a un hinterland.
- Automatización de procesos de entrada y control.
- Implementación de nuevas tecnologías para el manejo de la carga.
- Desarrollo de líneas de transporte especial.
- Adaptación a los cambios de productividad
- Manejo sostenible con el entorno.

Cada criterio se debe tomar en cuenta en los sistemas portuarios, y además forman un modelo de gestión portuaria que puede fusionarse con las diversas formas de gestión existentes:

- Landlord (puerto propietario): sistema de gestión donde la Autoridad Portuaria toma las decisiones correspondientes a la construcción y desarrollo de la infraestructura, como también de la reserva y

asignación de espacios, asegurando además el funcionamiento de todas sus instalaciones.

- Tool (puerto instrumento): sistema de gestión donde la Autoridad Portuaria es la encargada de la construcción y financiamiento, para después ceder la exportación del mismo a entidades privadas.
- Comprehensive (puerto explotador): el sistema de gestión combina los dos antes mencionados, siendo la Autoridad Portuaria autosuficiente como para no requerir servicios de la empresa privada.

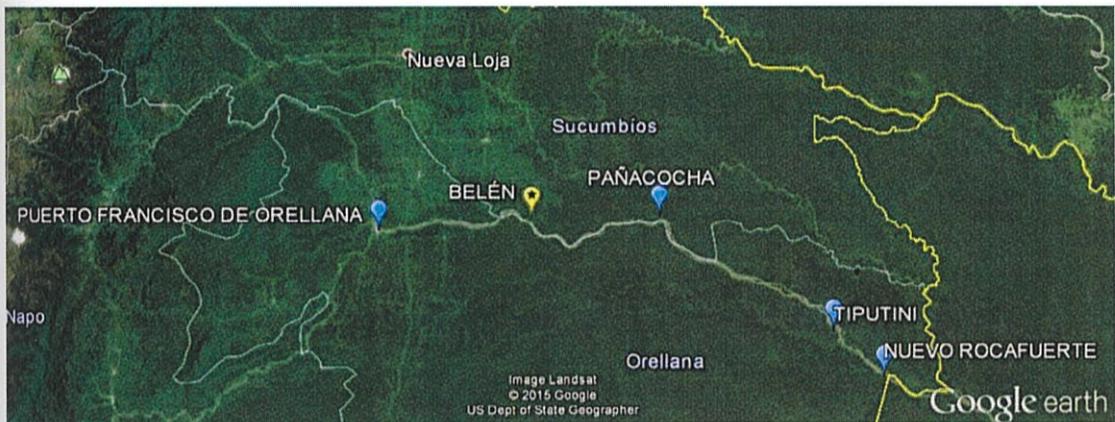
El sistema de gestión actual en Puerto Francisco de Orellana corresponde a un "puerto instrumento o tool", conformado por una red de instalaciones de diferentes empresas, entre las que se destacan [33]:

- Compañía de Transporte Fluvial Orellana, CCTFO.- se encarga del embarque y desembarque de pasajeros.
- Ecualogística.- brinda servicios de carga y descarga de mercancías.
- Yuturi.- compañía turística encargada del embarque y desembarque de pasajeros.
- Ficckae.- compañía perteneciente al Hotel "La Mansion".
- Servicios Petroleros Galeth, SEPEGA.- da servicio de carga y descarga para petroleras y transporte de personal.

3.3 Corredor logístico propuesto

Para la conformación de un corredor logístico se establecieron zonas estratégicas que enmarcan: turismo, carga, accesibilidad terrestre y altos niveles demográficos a lo largo de la ribera (aunque resultan poco numerosos y dispersos). Con esto se plantea los siguientes puntos:

Figura 39. Nodos portuarios de estudio.



Fuente: google earth maps

Siendo Puerto Francisco de Orellana el punto de partida, contando con diferentes accesos viales, además de ser un punto de conexión hacia otras capitales comerciales. En el caso de Belén, que también cuenta con acceso terrestre y áreas adecuadas para implementar una infra y superestructura para un soporte internacional, se ha considerado en este sector la ubicación de un puerto fluvial intermodal.

los principales atractivos turísticos y por lo tanto de gran interés para contar con servicios logísticos cercanos.

Figura 41. Mapa de integración fluvial.



Fuente: google earth maps

3.4 Selección del atracadero y puerto propuesto

Para la infraestructura portuaria en Belén, se ha tenido en cuenta que el río presenta grandes diferencias de niveles de agua en vaciante y creciente, por lo tanto se considera conveniente contar con muelles flotantes, debido a su facilidad de adopción a este problema; al mismo tiempo es necesario contar con la presencia de grúas en el muelle, sitios de almacenaje provisional y demás prestaciones que se describen en el esquema portuario. El diseño del muelle flotante, se adjunta en el ANEXO H.

Para el embarcadero correspondiente a: Pañacocha, Tiputini y Nuevo Rocafuerte, se plantean problemáticas similares a Belén, por lo tanto también se cuenta con la presencia de un muelle flotante, con reutilización de aproximadamente el 70%, para este muelle se diseñó un acceso tanto para carga como para pasajeros; su diseño se adjunta en el ANEXO H.

3.5 Esquema del sistema portuario fluvial

El esquema adoptado en Belén, es similar al de un sistema portuario marítimo internacional, pero de menor escala, y debido a la reducida producción se ha obviado algunos componentes, sin embargo se ha diseñado una línea de transferencia que permita su adaptación cuando se crea conveniente. El esquema portuario consta de:

Figura 42. Diagrama de gestión portuaria.



Fuente: google earth maps

- a) Zona de carreteras.
- b) Zona de tierra para industria (obviada para la fase en desarrollo).
- c) Zonas vecinas al puerto, para actividades de apoyo industrial (obviada para la fase en desarrollo).
- d) Terrenos destinados a la industria, centro de almacenamiento y redistribución.
- e) Áreas destinadas a almacenamiento y maniobras de carga y descarga.
- f) Muelle.
- g) Área destinada a maniobras.
- h) Pilotes de protección para palizadas.

3.6 Descripción y facilidades del puerto propuesto.

El puerto con muelle flotante elegido facilita el atraque de diversas embarcaciones de pequeña, mediana y gran capacidad de carga (eslora máxima recomendable, 35 metros). El muelle flotante consta de una plataforma de embarque y desembarque, como de cables conectados a los extremos con el lecho del río, tirando hacia adentro, compensando la fuerza de arrastre. En la sección D, el área se distribuye tanto para la salida como entrada de carga, igualmente se usa como un almacenamiento preventivo. En esta sección además se contará con oficinas administrativas, de vigilancia, etc.

El muelle contará con dos grúas móviles, con capacidad de hasta 40 toneladas, con una cinta transportadora en los interiores de los centros de almacenamiento y de auto elevadores en el interior.

CAPITULO 4

ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO

4.1 Poblaciones beneficiadas, producción y consumo estimados.

En la cuenca del río Napo, aunque es difícil aproximar el número de habitantes por las irregularidades de la selva, según datos INEC²² 2010, existen aproximadamente 38 comunidades que están a las orillas del río y que su principal medio de transporte es el fluvial; se estaría hablando de 4102 personas involucradas. A esta demanda de transporte se incrementa la demanda por turistas que llegan a la zona y personal de petroleras.

²² INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos. www.ecuadorencifras.gob.ec

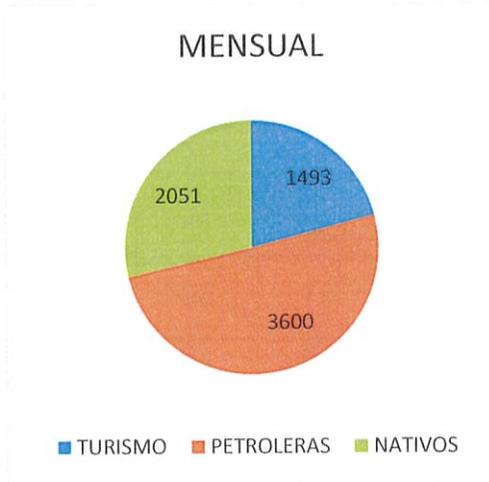
La agricultura es una actividad poco explotada, con la ejecución de este proyecto, las personas tendrán una opción extra de transporte para trasladar su pequeña producción hasta la ciudad Francisco de Orellana. Aunque por los costos de los fletes, los agricultores generalmente venden sus productos a intermediarios en el mercado de Providencia, con un transporte como el ACV las personas podrán llevar sus productos y venderlos directamente en el mercado mayorista de Francisco de Orellana.

Gracias a la extensa biodiversidad de la zona, hay muchos ecuatorianos y extranjeros interesados en conocer y vivir experiencias en la selva ecuatoriana. Se conoce que existen hosterías internas en la selva de propietarios extranjeros, que por falta de transporte público y por la demora de navegación, tienen sus propias canoas para llevar a los turistas a sus hoteles. Con el transporte propuesto, los turistas viajarán cómodos y llegarán de forma rápida a su destino; los propietarios de hoteles no tendrán la preocupación por el transporte y recibirán más huéspedes. Esto significará un incremento considerable en turismo.

Las petroleras internadas en la selva amazónica, necesitan constantemente un transporte rápido y cómodo para que los funcionarios entren y salgan de los bloques. Trabajadores tienen turnos rotativos, trabajan 21 días corridos y descansan 9; necesitan salir de sus puntos de trabajo en la mayor brevedad posible, no pueden darse el lujo de demorar las 12 horas que se toman las

canoas que prestan el servicio de transporte. Debido a esto las petroleras contratan "deslizadores", que son lanchas rápidas para máximo 20 pasajeros, pero a un elevado costo; los deslizadores tienen un alto consumo de combustible, además si son motores de dos tiempos tienen mucha emanación de gases tóxicos que aportan en la contaminación del medio ambiente. Las petroleras muchas veces optan por hacer uso de helicópteros para el traslado de personal, pero a costos mucho más altos comparando con los deslizadores; es por esto que estas grandes empresas están en la búsqueda constante de transporte rápido y eficaz para sus trabajadores. Con el uso del ACV, los trabajadores se trasladan rápido, cómodos y con costos mucho más bajos que los que han venido pagando. Es difícil estimar una cantidad de trabajadores que se movilicen por día de todas las petroleras que se ubican en la zona, pero por constatación propia, aproximadamente son seis deslizadores que se movilizan con trabajadores de petroleras por día, lo que significa aproximadamente 120 personas al día.

Figura 43. Número aproximado de personas que se movilizan en la zona.



Fuente: elaboración propia.

Estimando que la mitad de los pobladores se movilizan mensualmente, se observa en la Figura 43 que la mayor cantidad de personas que se transportan a través del río pertenecen a actividades petroleras. Aproximando que el 50% del personal de las petroleras, la totalidad de los turistas y los nativos, usarán el tipo de transporte que se propone, se estarían transportando una cantidad de 5344 personas mensualmente. La cifra puede aumentar o disminuir de acuerdo a medidas económicas petroleras, o de acuerdo a políticas de gobierno.

Los productos de primera necesidad que no se cultivan en sus huertas, pueden estimarse de acuerdo al consumo de la canasta básica por habitante, tomando como referencia un análisis del INE de España y haciendo una

extrapolación al año 2015, se estima el consumo de alimentos por cada habitante.

Tabla XXX. Consumo estimado por persona al año.

Consumo por persona/año.				Extrapolación
Alimentos	1981	1991	2002	2015
Pan, fideos y cereales (kg)	93	73	64	53,4
Carnes (kg)	64	65	57	64,9
Pescados (kg)	26	27	26	27,0
Huevos (unidades)	274	205	117	203,9
Aceite (litros)	19	15	15	15,0
Leche (litros)	125	118	97	117,7
Frutas (kg)	102	108	81	107,7
Papas, legumbres y hortalizas (kg)	137	111	92	110,8

Fuente: [19], pág. 1

El consumo anual de alimentos por cada habitante, en peso, es 511 kg. Estimando que la mitad de la población son niños y consumen el 50% de la cantidad de alimentos, se tiene que consumo total de toda la población a las orillas del río es 1572 ton. Para el consumo anual de alimentos por turistas y por personal de petroleras, se asume la misma cifra.

Resumiendo se tiene que los habitantes a lo largo de la orilla del río producen un subtotal de 5962 ton y consumen un subtotal de 6410 ton al año, de acuerdo a la tabla XXXI.

Tabla XXXI. Estimación de consumo de alimentos al año en la zona.

	Consumo (ton)	Comercialización (ton)	Subtotal (ton)
Producción	4838,5	1124	5962,5
Compra de productos	1572	-	-
Subtotal	6410,5	-	-
		Total (ton)	7534,5

Fuente: elaboración propia.

4.2 Determinación de costes por el transporte fluvial.

En el análisis económico de un proyecto se podrá analizar la factibilidad de ejecutarlo o no, estimar beneficios o pérdidas, y obtener decisiones para inversiones futuras; asimismo se puede estimar un déficit inicial para obtener beneficios en el futuro. Se puede tomar como ironía que el análisis económico del proyecto es el punto de partida para decidir si se ejecuta o no, sabiendo que en el orden cronológico va como punto final.

4.2.1 Estimación del flete y tiempos de navegación.

Por constatación propia, se investigó que los costos para navegación en el río, establecidos por el Municipio de Francisco de Orellana son:

Tabla XXXII. Fletes actuales por navegación en el río Napo.

Embarcación	Flete por persona (\$)	Tiempo hasta Rocafuerte (h)	Flete de carga (\$/100 lbs)
Canoa a motor	15	11	5

Deslizador	30	3,5	-
------------	----	-----	---

Fuente: elaboración propia.

servando la Tabla XXXII, se nota que la diferencia de fletes entre los dos transportes disponibles es bastante grande, a esto se debe que las comunidades ribereñas no tengan acceso a un transporte cómodo y rápido.

La estimación de un nuevo flete dependerá de la calidad ofrecida por un nuevo transporte y no deberá exceder el 10% del flete establecido actualmente, además dependerá de los tiempos de navegación y la competencia que exista en el lugar; pero tomando en cuenta que el ACV estará servicio en gran parte a pobladores locales, no se excede del valor mínimo actual de flete, que es 15 dólares.

Partiendo con 15 dólares, es posible que después se puedan tomar decisiones acerca de disminuir o aumentar el flete, en el caso de que el beneficio/coste sea muy alto o exista inflación respectivamente. Pero con el flete a \$15 se asegura que las personas que viven en las riberas del río, podrán hacer uso del transporte, también los petroleros y los turistas.

Por puntos estratégicos, por densidad poblacional y por distancias, el ACV hará paradas en puerto Francisco de Orellana, en puerto Belén, en Pañacocha, Tiputini y puerto Nuevo Rocafuerte.

Tabla XXXIII. Estimación de tiempos de navegación.

Puntos de parada	Distancia aprox. (km)	Tiempo de navegación a 60 nudos (h)	Tiempo de parada (min)
Fco. De Orellana	0	0	-
Belén	79,2	0,71	5
Pañacocha	120	1,08	5
Tiputini	192	1,73	5
Nuevo Rocafuerte	240	2,16	5
		Total	2h30'

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla XXXIII se estima que el ACV se demorará 2h30' desde puerto Francisco de Orellana hasta Nuevo Rocafuerte con cuatro paradas de 5 minutos cada una, a una velocidad de 60 nudos.

4.2.2 Presupuesto inicial e inversión del proyecto.

Para determinar el presupuesto inicial, que es aproximadamente del 20 al 30% del valor del proyecto, se determina el costo total del ACV.

Para estimar un costo total se puede dividir en secciones que son: Sistema Propulsivo, sistema de sustentación, estructura y casco, Sistema flexible, Equipos y accesorios.

Tomando como un coste de hombre-hora por tonelada de \$350 y teniendo en cuenta que el peso total de la estructura de aluminio es de 3,5 ton.; se puede estimar el coste de mano de obra $H - H = 1358$. Conociendo que los obreros

trabajan aproximadamente 160 horas al mes, se estima que la obra del casco estaría lista en una semana. [16]

$$1358 \frac{H - H}{OBRA} = 33 * 160 * MES$$

Tabla XXXIV. Estimación de mano de obra para el casco.

Hombre hora estructura	
H-H/obra	\$ 1.358
semana	\$ 1
H-H/sem	\$ 1.358
\$/H-H	\$ 18
Coste	\$ 24.444

Fuente: elaboración propia.

Recopilando información, solicitando cotizaciones a las empresas en el mercado acerca motores de propulsión, sustentación, precio de la tonelada de aluminio; consultando valores de la falda flexible en otros países y estimando el precio en el país, se elabora una lista preliminar de precios de construcción. [8]

Tabla XXXV. Estimación del precio del ACV.

Sistema	Descripción	Cant.	Precio unit.	Precio total
Propulsión	Motor CAT C18	2U	\$ 140.000,00	\$ 280.000,00
	Eje propulsor Aquamet	4M	\$ 822,00	\$ 3.288,00
	Hartzell propeller 74"	2U	\$ 8.400,00	\$ 16.800,00
	Banco de Baterías de 12V 195 A 33 Pl.	6U	\$ 210,00	\$ 1.260,00

	Sistema de Gobierno	1U	\$ 8.800,00	\$ 8.800,00
	Instalación	-	\$ 40.500,00	\$ 81.000,00
			Sistema	\$ 391.148,00
Sustentación	Motor Cummins QSB6.7	2U	\$ 39.200,00	\$ 78.400,00
	Sodeca fan	4U	\$ 25.000,00	\$ 100.000,00
	Eje propulsor Aquamet	20M	\$ 350,00	\$ 7.000,00
	Bat.12V 195 A 33 Pl.	4U	\$ 210,00	\$ 840,00
	Tablero de 24-12 VDC	1U	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
	Instalación	-	\$ 22.000,00	\$ 44.000,00
			Sistema	\$ 231.440,00
Estructural	Peso estructural de Al.	3.9T	\$ 4.500,00	\$ 17.460,00
	Mano de obra	-	\$ 24.444,00	\$ 24.444,00
	Implementos	1U	\$ 7.000,00	\$ 7.000,00
			Sistema	\$ 48.904,00
Falda	Dedos flexibles	1U	\$ 1.664,92	\$ 1.664,92
	Bolsa de aire	1U	\$ 3.026,59	\$ 3.026,59
	Juntas	8U	\$ 350,00	\$ 2.800,00
	Instalación	-	\$ 10.000,00	\$ 10.000,00
			Sistema	\$ 17.491,51
Equipos y ACC.	Radar Furuno mod. 821-24 millas	1U	\$ 5.500,00	\$ 5.500,00
	GPS Magallanes MOD	1U	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00
	Ecosonda Furuno mod.	1U	\$ 1.450,00	\$ 1.450,00
	Radio VHF president.	1U	\$ 1.100,00	\$ 1.100,00
	Radio HF ICM 7010.	1U	\$ 2.300,00	\$ 2.300,00
	Materiales eléctricos.	1U	\$ 55.000,00	\$ 55.000,00
	Acce. e instalaciones.	1U	\$ 60.000,00	\$ 60.000,00
			Sistema	\$ 126.850
Costo total				\$ 815.834

Beneficio 10%	\$	81.583
Impuestos 15%	\$	122.375
Costo final	\$	1 019.792

Fuente: elaboración propia.

Incluyendo un beneficio del 10% para el constructor en el país, más la imposición de impuestos, se estima que el ACV "WILDCRAFT" tiene un costo total de UN MILLÓN VEINTE MIL DÓLARES. (US\$1'020 000,).

Y que la inversión inicial debida al 20% de la inversión total será de DOSCIENTOS CUATRO MIL DÓLARES (\$204 000), mientras que el 80% restante será financiado por un ente bancario.

4.2.3 Cálculo de costos de operación.

Estimar antes de la construcción los costos de operación es complicado, ya que se depende mucho de los operarios y de circunstancias que se puedan dar en la operación. Los resultados son proporcionales a la ejecución, los buenos resultados dependen de la buena intervención de los trabajadores y encargados del proyecto, y también influyen directamente en el gasto por mantenimiento y el análisis económico en general del proyecto. Se pueden reducir los costos de operación optando por adquirir repuestos o insumos de menor calidad, pero esto a la larga afecta al rendimiento del ACV y significaría más gasto.

Los puntos a tomar en cuenta para los costos de operación son:

- ✓ Administración.
 - Salarios de administrador y operarios.
 - Seguros.
 - Permisos de operación.
- ✓ Mantenimiento.
 - Consumo de combustible por viaje.
 - Cambios de aceite a motores de propulsión y sustentación, y chequeo general de motores.
 - Revisión de la estructura rígida y estructura flexible.
 - Carenamiento cada tres años.

Asignando un capitán encargado de la nave, un asistente a bordo, un jefe de máquinas y una persona encargada de asuntos administrativos, se determina los costos derivados por la administración, detallados en la Tabla XXXVI.

Tabla XXXVI. Costes administrativos por mes y por día.

Administrativo/Mes		
Cargo	Cantidad	Sueldo
Capitán	1	\$ 1.800
Asistente	1	\$ 1.000
Jefe de maquinas	1	\$ 1.800
Administrador	1	\$ 2.000
Permisos de transporte (0,1%)	1	\$ 1.020
Total/mes		\$ 7.620
Total/ día		\$ 254

Fuente: elaboración propia.

costes por mantenimientos dependen de las horas uso de cada elemento, los cambios de aceite se deberán hacer cada 250 horas de trabajo para cada motor, de acuerdo a las especificaciones del fabricante. La bolsa de aire deberá cambiarse en su totalidad después de 1000 horas de trabajo, y mismo los dedos flexibles deberán cambiarse después de 500 horas de trabajo. El consumo de combustible se calcula por 2,5 horas de viaje, y los motores funcionan a plena carga 10 horas al día. La entrada a careamiento se calcula por 3 años, que se especifica en los costos totales de operación. Aproximando los costes de mantenimiento por día se observa la Tabla XXXVII.

Tabla XXXVII. Costes de mantenimiento por día y por viaje.

	Prop (gl/h)	Sust (gl/h)	t/día (h)	cons/día (gl)	cost. Unit	coste/día
Combustible	45	12,5	10	575	\$ 1,05	\$ 603,75
aceites	0,052	0,032	10	0,84	\$ 35,00	\$ 29,40
Dedos flexibles	500 horas	-	10	-	\$ 1.664,92	\$ 33,30
Bolsa de aire	1000 horas	-	10	-	\$ 3.026,59	\$ 30,27
Cost. dedos	-	-	10	-	\$ 5.000,00	\$ 10,00
Cost. bolsa	-	-	10	-	\$ 5.000,00	\$ 5,00
Entrada a careamiento	3 años	-	10	-	20% obra	
					Total/día	\$ 712
					Total /viaje	\$ 178

Fuente: elaboración propia.

4.2.4 Cálculo del B/C, VAN y TIR.

Para tomar decisiones acerca de la rentabilidad y factibilidad del proyecto es necesario conocer la relación beneficio/coste, la cual indicará qué tan rentable resulta ejecutar el proyecto. Para interpretar mejor los datos obtenidos, se necesita conocer los conceptos de cada indicador. [21]

El valor actual neto (VAN) es la diferencia entre los ingresos esperados a un plazo específico y el valor de los egresos que el ACV ocasione. También puede ser entendido como la rentabilidad que espera conseguir el inversionista.

La tasa interna de retorno (TIR) es un criterio de rentabilidad que consiste en igualar el total de los ingresos con el total de los egresos, y se expresa:

$$VAN = \frac{\sum R_t}{(1+i)^t} = 0$$

Donde t es el tiempo de ejecución del flujo de caja, i es una tasa por descuento, R_t es el flujo neto de dinero en efectivo.

La razón beneficio/coste (B/C) consiste en dividir el total de ingresos para el total de egresos, y es un indicador de la recuperación de la inversión inicial.

Para que el proyecto tenga aceptación y sea ejecutable se debe comprobar que: $VAN > 0$, $TIR > \text{tasa corriente}$, $B/C > 1$.

Para hacer el cálculo de parámetros económicos es necesario conocer los costos de operación por día y el valor del flete por viaje.

Tabla XXXVIII. Costo de operación por día y flete por viaje con 60 personas.

Costo por día	
Flete - Persona	\$ 15,00
Flete - Viaje	\$ 900,00
Administración./día	\$ 253,99
Incremento en el número de viajes	5%
Operativos / viaje	\$ 177,93
Incremento % de costos operativos	5%

Fuente: elaboración propia

Conociendo costes por día se determinan los valores iniciales por año, para hacer el análisis del VAN y TIR se inicia con los valores de la Tabla XXXIX.

Tabla XXXIX. Valores iniciales para el análisis económico.

Valores iniciales	
Valor de la inversión	\$ 1.019.791,89
Porcentaje del préstamo	80%
Préstamo	\$ 815.833,51
Gastos administrativos	\$ 91.438
Inversión propia	\$ 203.958,38
Años del préstamo	15
Vida útil del proyecto	20
Tasa de interés	12,5%
% del valor residual	20%
Tasa de retorno	20%

Valor residual	\$ 203.958,38
Tasa de impuestos	25%
seguros (5% anual)	\$ 50.990

Fuente: elaboración propia.

El cálculo de B/C, VAN y TIR se lo puede encontrar en el (ANEXO F), con un flete impuesto de US\$15 y con una jornada laboral de 10 horas diarias, 5 días a la semana el resultado es:

$$B/C = 2,63$$

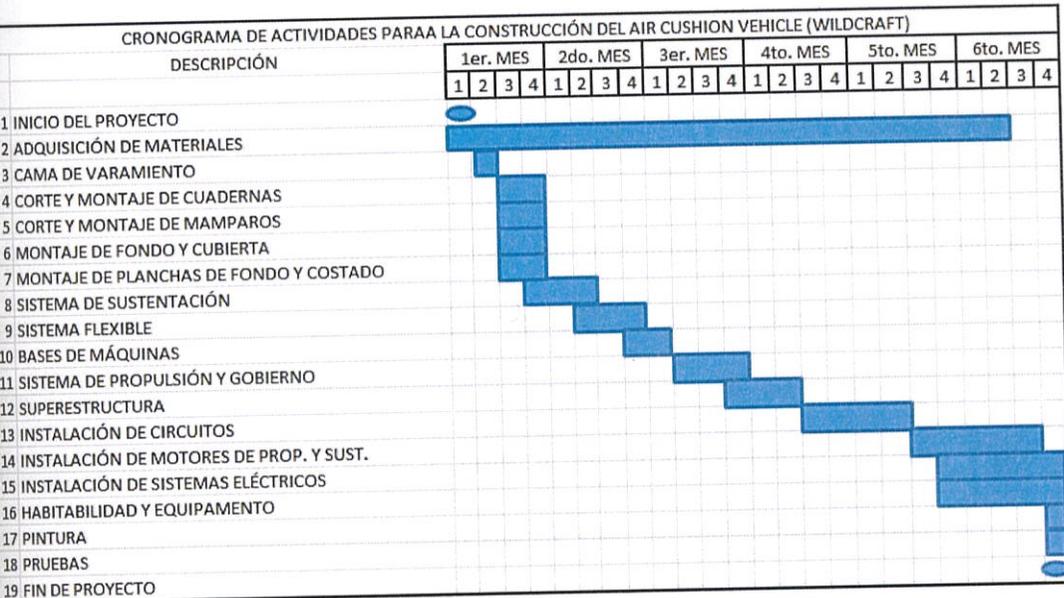
$$VAN = 1.682.493$$

$$TIR = 47\%$$

4.3 Planificación.

El tiempo estimado para la construcción, dependerá directamente de los tiempos de adquisición de los equipos y materiales, los motores y hélices son los que toman más tiempo en llegar al país, aproximadamente 6 meses; en base a dicho tiempo se puede elaborar un cronograma de trabajo que se observa en la Figura 44.

Figura 44. Cronograma de actividades para la construcción del ACV.



Fuente: elaboración propia.

Todos los materiales que sean adquiridos con anterioridad deberán ser almacenados en bodegas para preservar su estado. Habitabilidad, equipamientos, instalaciones eléctricas y electrónicas deberán ser subcontratadas para el momento de las pruebas.

Debido a la facilidad de movilidad del ACV, éste puede ser construido es un espacio independiente a un astillero o varadero; por lo tanto de darse el caso, se construiría en Puerto Francisco de Orellana.

En el capítulo 3 se detalla una propuesta de puntos de atraque a lo largo del río, pero dicha planificación queda en manos de los gobiernos seccionales o del gobierno central, ya que los terrenos son propiedad de los municipios o

del estado. Lo que se propone es únicamente una propuesta complementaria al uso del ACV en la zona.

4.4 Análisis de resultados.

Según los cálculos de beneficio/coste, valor actual neto y tasa interna de retorno, para un flete por persona de \$15, indican que el proyecto es totalmente viable con altos réditos económicos, pero es posible exponer posibilidades de nuevos fletes y tiempos de operación a la semana. Para dicho análisis se elaboró una tabla con 4 valores distintos de fletes, en los casos que el ACV opere 5 y 6 días a la semana.

Tabla XL. Análisis de B/C, VAN y TIR para fletes y tiempos de operación a la semana.

		5 Días a la semana			
Flete x persona	Flete x viaje	B/C	VAN		TIR
\$ 10	\$ 600	1,76	\$	374.513	23%
\$ 5	\$ 900	2,63	\$	1.682.493	47%
\$ 20	\$ 1.200	3,51	\$	2.990.473	70%
\$ 30	\$ 1.800	5,27	\$	5.606.433	115%

		6 Días a la semana			
Flete x persona	Flete x viaje	B/C	VAN		TIR
\$ 10	\$ 600	1,93	\$	751.450	30%
\$ 15	\$ 900	2,89	\$	2.321.026	58%
\$ 20	\$ 1.200	3,85	\$	3.890.602	85%
\$ 30	\$ 1.800	5,78	\$	7.029.754	140%

Fuente: Elaboración propia.

Analizando la Tabla XL, se observa que estableciendo un flete (\$10) menor al mínimo existente (\$15), se obtiene un $B/C=1,93$ en caso de operar 6 días a la semana; en caso de operar 5 días a la semana el $B/C=1,76$, lo que indica que es muy factible llevar a cabo el proyecto. Si se establece el flete a \$15, los beneficios económicos son mucho más altos, y se deja la posibilidad de tener ganancias en circunstancias de escasez de demanda de pasajeros.

Estableciendo un flete igual al flete impuesto en los deslizadores (\$30), las ganancias son buenas, pero se limitan las oportunidades que las personas nativas hagan uso del transporte.

La mejor opción es establecer un flete de US\$15 y operar 5 días a la semana, con esta decisión se obtienen buenos réditos económicos ($B/C=2,63$ y $TIR=47\%$), las personas optarían por hacer uso del ACV, se evitan gastos por horas extras a los operadores, se da oportunidad a que en los tiempos de navegación el ACV vaya a plena carga y se liberan dos días a la semana para mantenimiento.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se ha desarrollado el diseño a nivel conceptual de una embarcación tipo Hovercraft para transporte de carga y pasajeros, cuya ruta principal es Francisco de Orellana – Parque Nacional Yasuní. Se siguieron formulaciones basadas en libros para diseño de ACV's, también formulaciones de casas clasificadoras para High Speed Crafts y normativas de seguridad de entidades marítimas. Además se determinaron los embarcaderos en la ruta propuesta y se analizó la factibilidad económica. Se puede concluir lo siguiente:

- Se ha descrito el modelo actual de transporte fluvial de la zona y se ha determinado que es necesario encontrar una solución a los problemas de navegación actuales, derivados de la profundidad del río Napo.
- La embarcación tipo Hovercraft tiene una eslora de 17,69 m y una manga de 8,35 m, con capacidad para transportar 60 pasajeros, 25 kg de carga personal por cada pasajero y 2 toneladas de carga extra. La embarcación navega a una velocidad crucero de 60 nudos, tarda 2,5 horas en completar la ruta de un extremo a otro y 10 horas en completar el total del recorrido diario.
- El Hovercraft lleva instalado 2 motores marca CAT para propulsión, de 1000 hp cada uno y dos motores marca Cummins para sustentación, de 215 hp cada uno. Tiene un sistema flexible de bolsa y dedos con

subdivisión transversal y longitudinal. Además lleva instalados 4 ventiladores centrífugos que entregan un caudal de $100 \text{ m}^3/\text{s}$ de aire para sustentación, y dos hélices de 3 palas con toberas y diámetro 1,88 m. para propulsión.

- Se determinó que la ruta de navegación de la nave corresponde a la Hidrovía de la cuenca del río Napo, con embarcaderos en Francisco de Orellana, Belén, Pañacocha, Tiputini y Nuevo Rocafuerte, en una ruta que recorre aproximadamente 240 [km]. Los puntos de embarque entregan facilidad para el manejo y transporte de carga y pasajeros.
- El análisis económico realizado incide implícitamente que: la construcción y la implementación del modelo de transporte propuesto es factible desde el punto de vista económico. El valor aproximado de la embarcación es de US\$ 1'020.000,00; analizando con un financiamiento a 15 años plazo se llegó a obtener 3 indicadores: una razón de beneficio - costo de 2,63; VAN=1'682 493; y un TIR de 47%. Todos estos indicadores se cumplen cobrando un pasaje de 15 dólares por persona, trabajando 5 días a la semana. Este análisis también indica que se mantendrán flujos de caja positivos, dejando la puerta abierta para extender en un futuro, un proyecto que alcance la ruta Francisco de Orellana – Iquitos o Manaos.

RECOMENDACIONES

1. Tener en cuenta que el tema propuesto es el inicio de una alternativa para el transporte en general en zonas de difícil navegación, como lo es la cuenca del Río Napo.
2. La implementación de un vehículo de colchón de aire, en un eje fluvial multimodal entre Ecuador – Perú, puede ser complementado con otro tipo de embarcaciones, debido a que en la zona del Perú la profundidad del río brinda mayores facilidades de navegación.
3. El análisis económico gira en torno a una asunción de plena carga, sería interesante realizar un análisis estadístico profundo de variaciones de movilidad de las personas en el transporte fluvial.
4. Se ha realizado el diseño conceptual de la embarcación tipo Hovercraft; en caso de la ejecución de este proyecto, es necesario hacer más de una iteración a la espiral de diseño.
5. La adquisición de motores, hélices, equipos, materiales, por medio de importación, tiene una dificultad considerable en cuestión de tiempos y precios. Sería aceptable estudiar la opción de construir el ACV en un país donde estén disponibles todas las partes.

ANEXOS

ANEXO A

SISTEMA DE SUSTENTACIÓN

Tabla XLI. Aproximación del coeficiente de pérdida en los ductos, K_d Table 12.3 Loss coefficient in air ducts k_d [94] (including SES)

Year	Craft weight (t)	Type of air flow distribution (air duct system)			
		Free diffusion into pressure chamber (on craft SR.N4, BH.7)	Mixed controlled and free diffusion (on craft SR.N6)	Centrifugal fans with short outlet diffusers (on craft JEFF(A), VT 1, 3KSES)	Axial fans with conical diffusers (on craft HD.2)
1980	100	0.037	0.0114	0.0063	0.0035
	10 000	0.037		0.0055	0.0030
1990	100	0.035	0.0110	0.0055	0.0032
	10 000	0.035		0.0045	0.0028
2000	100	0.033	0.0105	0.0050	0.0030
	10 000	0.033		0.0042	0.0026

Fuente: [42], pág 411.

Tabla XLII. Aproximación del coeficiente de pérdida en el ventilador

Table 12.4 Loss coefficient of fan inlet k_e (including SES)

Year	Craft weight (t)	Configuration of fan inlet		
		Opening inlet, integrated fan system (on craft SR.N6, SR.N4, BH.7)	Opening inlet, circular inlet (on craft JEFF(B), HD2, N300, N500)	Air ingested from diffusion (on craft JEFF(A), VT1, VT2, CC-8, 3KSES, SES-100A, SES-100B)
1980	100	0.016	0.01	0.016
	10 000	0.014	0.009	0.014
1990	100	0.012	0.009	0.012
	10 000	0.011	0.008	0.011
2000	100	0.010	0.008	0.010
	10 000	0.009	0.007	0.009

Fuente: ref. [42], pág 412.

Tabla XLIII. Aproximación del coeficiente de ganancia en el ventilador

Table 12.5 Pressure recovery coefficient at inlet of fan k_R (including SES)

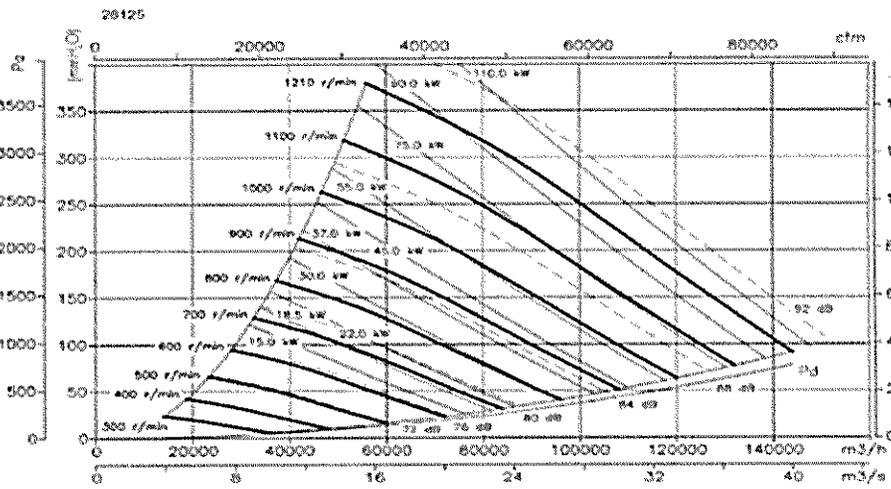
Year	Craft weight (t)	Configuration of fan inlet				
		Rearwards facing fan inlet (on craft HD.2)	Integrated fan and propeller system (on craft SR.N6, SR.N4, LACV-30, BH.7)	Flush inlet (on craft JEFF(A)&(B), VT 1 and 2, SES-100B, N300 and 500, 3KSES, CC-7, MV-PP5, Aist, etc.)	Scooping inlet (on craft SES-100A)	Fan forward inlet (on craft HM.2, Gus)
1980	100	~ 0.2	0.4	0.5	0.7	1.0
	10 000	~ 0.2	0.5	0.6	0.8	1.0
1990	100	~ 0.2	0.45	0.55	0.8	1.0
	10 000	~ 0.2	0.55	0.65	0.85	1.0
2000	100	~ 0.2	0.5	0.6	0.85	1.0
	10 000	~ 0.2	0.6	0.7	0.9	1.0

Fuente: ref. [42], pág 412.

Tabla XLIV. Selección del modelo de ventilador para propulsión

Q= Caudal en m³/h, m³/s y cfm

P= Presión estática en mm c.a., Pa e inwg



Fuente: Ventiladores centrífugos y extractores en línea para conductos,

SODECA, pg 214.

Figura 45. Características principales Cummins QSB6.7.



QSB6.7 QUANTUM SERIES ENGINE

Features

Fuel System: Bosch HPCR with hardened components to safely operate alternative fuels such as kerosene and JP8/JP5

Lubrication System: Front mounted filters, oil service interval increased to 500 hours if use ULSD fuels

Electrical System: 12v and 24v, isolated and non-isolated, systems available

Air Intake System: New Walker air filter significantly reduces noise

Seawater System: Optional dry run capability

Emissions: EPA Tier 3, RCD and IMO2

Breather System: Closed Crankcase Ventilation available on all ratings

Engine Overview

- Unmatched performance driven through a perfectly matched turbocharger and a new 24-valve cylinder head that delivers industry-leading power density
- Quiet operation, including an 80-percent reduction in noise at idle, is one of the many benefits from the common-rail fuel system
- Enhanced sociability from the high-pressure common-rail design virtually eliminates smoke and improves the whole boating experience
- Maximize vessel performance and access comprehensive vessel diagnostic information via SmartCraft® electronics
- Peace of mind delivered by the Cummins Captain's Briefing and global service network

Engine Specifications

Configuration	In-line 6-cylinder, 4-stroke diesel
Bore & Stroke	107 mm x 124 mm (4.21 in x 4.88 in)
Displacement	6.7 L (408 in ³)
Aspiration	Turbocharged / Aftercooled
Rotation	Counterclockwise facing flywheel



Power Ratings

Rating	kW	MEP	BHP	Rated		Max Torque		Emissions
				RPM	N-in	RPM	RPM	
HO/GS	405	550	542	3300	1695	2000	EPA Tier 3, IMO II, RCD, EU Stage IIIa	
HO/GS	353	480	473	3300	1580	2000		
HO/ID	312	425	419	3000	1424	2000		
HO/ID	279	380	375	3000	1335	2000		
ID	261	355	349	2900	1150	2000		
HO	261	355	350	3000	1150	2000		
HO/MCD	224	305	301	2600	1174	1700		
HO/HD	184	250	247	2600	983	1500		
ID	169	230	227	3000	891	1200		

Ratings and specifications subject to change without notice. Not responsible for typographical errors.

Fuente: [Cummins Marine Guide.]

Figura 46. Características principales Cummins QSB6.7

QSB6.7 QUANTUM SERIES ENGINE

Fuel Consumption (Prop Curve)

Rating	Cooling type	KW	MHP	BHP	Fuel Consumption		Emissions
					Rated L/hr(gal/hr)	Cruise L/hr(gal/hr)	
HO/GS	HX	405	550	542	110.2(29.1)	90.6(21.2)	EPA Tier 3, IMO II, RCD, EU Stage IIIa
HO/GS	HX	353	480	473	96.3(25.4)	71.2(18.8)	
HO/ID	HX	312	425	419	82.3(21.7)	60.4(15.9)	
HO/ID	HX	279	380	375	73.9(19.5)	55.2(14.6)	
ID	HX	261	355	349	68.1(18.0)	56(14.6)	
HO	HX	261	355	350	67.6(17.9)	51.9(13.7)	
HO/MCD	HX	224	305	301	55.6(14.7)	45.9(12.1)	
HO/HD	HX	184	250	247	46.9(12.4)	38.4(10.1)	
ID	HX	169	230	227	47.3(12.5)	33.8(8.9)	

Fuel consumption data represents performance along a 2.7 fixed pitch propeller curve (for HO, ID, MCD, 3.0 for HD and CON ratings). Fuel consumption is based on fuel of 35 $\frac{1}{2}$ API gravity at 16°C (60°F) having an LHV of 42,780 KJ/KG (10,390 BTU/lb) when used at 29°C (85°F) and weighing 838.9 g/liter (7.001 lb/US gal). Observed horsepower is certified within $\pm 5\%$ of rated horsepower. Consult your local Cummins professional for further information.

Engine Dimensions

Length		Width		Height		Weight (Dry)*	
mm	in	mm	in	mm	in	kg	lb
1097	43.1	910	35.8	957	33.74	659	1450

*Length measured from back of flywheel to engine front.
Weight does not include customer specific options (alternator, starter, engine mounts).

Available Accessories

Engine Controls: Digital Throttle and Shift

Instrumentation: SmartCraft® 2.5 digital displays standard with Zeus®, optional as Inboard

Vessel System Integration: SmartCraft® 2.5 monitors fluid level, vessel range, depth, vessel speed, rudder position, temperatures and more

Ratings Definitions

Heavy Duty (HD): Intended for nearly continuous use in variable load applications, where full power is limited to eight hours out of every ten hours of operation. Also, reduced power operation must be at or below cruise rpm, which is 200 rpm below the maximum rated speed. This rating is for applications operating less than 5000 hours per year.

Medium Continuous (MD): Intended for moderate use in variable load applications, where full power is limited to six hours out of every twelve hours of operation. Also, reduced power operation must be at or below cruise rpm, which is 200 rpm below the maximum rated speed. This rating is for applications operating less than 3000 hours per year.

Intermittent (ID): Intended for intermittent use in variable load applications, where full power is limited to two hours out of every eight hours of operation. Also, reduced power operation must be at or below cruise rpm, which is 200 rpm below the maximum rated speed. This rating is for applications operating less than 1500 hours per year.

Government Service (GS): Intended for infrequent use in variable load applications, where full power is limited to one hour out of every eight hours of operation. Also, reduced power operation must be at or below cruise speed (rpm). Cruise speed (rpm) is dependent on the engine rated speed (rpm). Refer to Table 1 below. For applications operating less than 500 hours per year. Engines with this rating are restricted to non-revenue generating government service propulsion applications. It is not to be used in any revenue generating commercial applications, nor is it to be used in recreational/pleasure applications.

High Output (HO): Intended for infrequent use in variable load applications, where full power is limited to one hour out of every eight hours of operation. Also, reduced power operation must be at or below cruise speed (rpm). Cruise speed (rpm) is dependent on the engine rated speed (rpm). Refer to Table 1 below. For applications operating less than 500 hours per year. Engines with this rating are intended for powering recreational/pleasure use vessels only. Commercial use is defined as any work or employment related use of the product, or any use of the product which generates income, for any part of the warranty period, even if the product is only occasionally used for such purposes.

Rating Conditions: Declared power ratings are based upon ISO 15550 reference conditions/ air pressure of 100kPa (29.612 in Hg) air temperature of 25°C (77°F) and 30% relative humidity. Propeller Shaft Power represents the net power available after typical reverse/reduction gear losses and is 97% of rated power. Power rated in accordance with IMCI procedures.

Ratings and specifications subject to change without notice.
Not responsible for typographical errors.



Cummins Inc.
1301 Leeds Avenue - Suite 301
Cranston, RI 02909-0539
U.S.A.

Build # #4267262 Printed in U.S.A. 10/13
©2013 Cummins Inc.

Rated Speed	Cruise Speed (reduction from rated)
2000 to 2800 rpm	200 rpm
2801 to 3600 rpm	200 rpm
3601 to 4500 rpm	400 rpm

Fuente: [Cummins Marine Guide.]

ANEXO B

ESTRUCTURA FLEXIBLE

Tabla XLV. Relaciones adimensionales de la estructura flexible

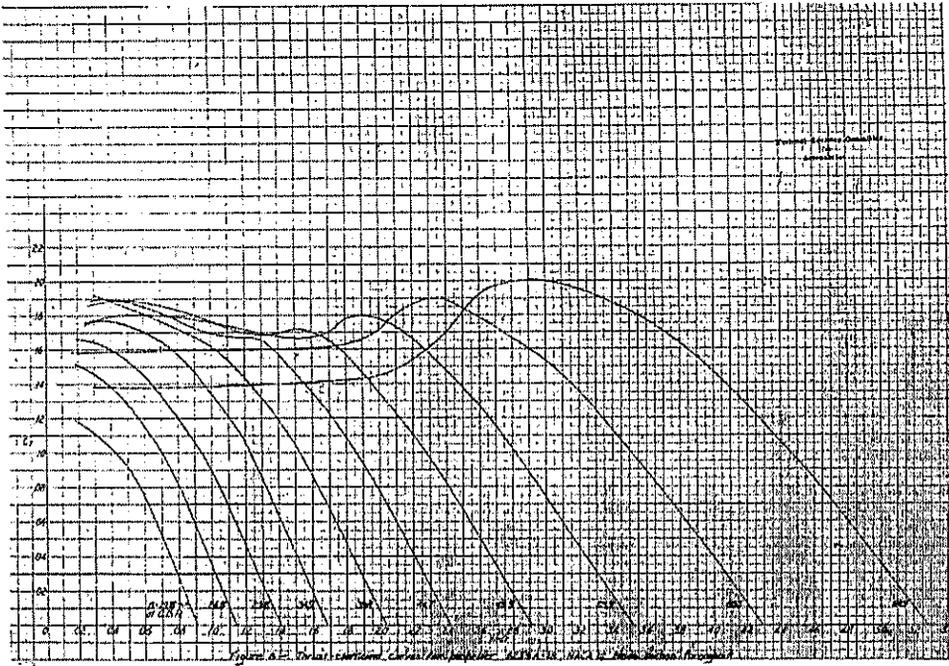
$\frac{Z_h}{X_h}$	$\frac{\text{Hinge vertical spacing}}{\text{Hinge horizontal spacing}}$	0.15 – 1.00
$\frac{L_j}{X_h}$	$\frac{\text{Bag perimeter}}{\text{Hinge horizontal spacing}}$	1.75 – 3.50
$\frac{B_c}{X_h}$	$\frac{\text{Cushion beam}}{\text{Hinge horizontal spacing}}$	5.00 – 7.50
$\frac{h_e}{B_c}$	$\frac{\text{Skirt depth}}{\text{Cushio beam}}$	0.10 – 0.20
$\frac{B_c}{l_e}$	$\frac{\text{Cushion Beam}}{\text{Effective cushion length}}$	0.40 – 0.75
C_Δ	Cushion loading	0.01 – 0.03
$\frac{H_{cg}}{C_\Delta B_c}$	$\frac{\text{CG height ratio}}{\text{Cushion loading}}$	10 – 25
$\frac{L_c}{B_c}$	$\frac{\text{Cushion length}}{\text{Cushion beam}}$	2.0 – 2.5
$\frac{P_c}{L_c}$	$\frac{\text{Cushion pressure}}{\text{Cushion length}}$	10 – 15 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ Low density craft 15 – 20 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ higt density craft
B_c	Cushion beam	$\left[\frac{W}{\left(\frac{P_c}{L_c}\right) \left(\frac{L_c}{B_c}\right)^2} \right]^{1/3}$
L_c	Cushion length	$B_c \left(\frac{L_c}{B_c}\right)$
S_c	Cushion area	$L_c B_c$

Fuente: [42], [3], [22]

ANEXO C

SISTEMA PROPULSIVO

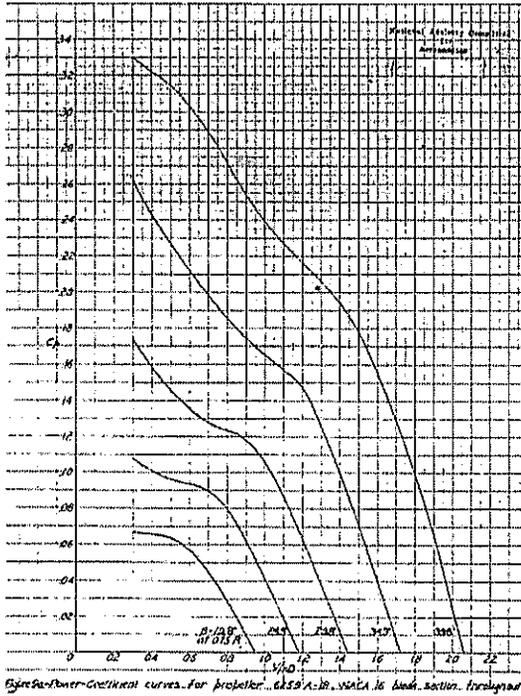
Tabla XLVI. Estimación de CT para NACA 6259A-18 de 3 palas.



Fuente: [Wind-tunnel tests of two Hamilton Standard propellers embodying

CLARK Y and NACA 16-Series Blade sections]

Tabla XLVII. Estimación de CP para NACA 6259A-18 de 3 palas.



Fuente: [Wind-tunnel tests of two Hamilton Standard propellers embodying CLARK Y and NACA 16-Series Blade sections]

Tabla XLVIII. Estimación de potencia para NACA 6259A-18 de 3 palas, con ángulo de ataque de 34,9 grados

D (pulg)	D (m)	D(ft)	V(Kn)	V(m/s)	N (RPM)	J	Coef emp.	Coef pot.
52	1,32	4,33	60	30,4	2200	0,63	-	-
54	1,37	4,50	60	30,4	2200	0,61	-	-
56	1,42	4,66	60	30,4	2200	0,58	-	-
58	1,47	4,83	60	30,4	2200	0,56	-	-
60	1,52	5,00	60	30,4	2200	0,55	-	-
62	1,57	5,16	60	30,4	2200	0,53	-	-
64	1,62	5,33	60	30,4	2200	0,51	-	-
66	1,67	5,50	60	30,4	2200	0,50	-	-

68	1,72	5,66	60	30,4	2200	0,48	-	-
70	1,77	5,83	60	30,4	2200	0,47	-	-
72	1,82	6,00	60	30,4	2200	0,45	-	-
74	1,87	6,16	60	30,4	2200	0,44	0,176	0,236
76	1,93	6,33	60	30,4	2200	0,43	0,176	0,240
78	1,98	6,50	60	30,4	2200	0,42	0,176	0,241
80	2,03	6,66	60	30,4	2200	0,41	0,177	0,242
82	2,08	6,83	60	30,4	2200	0,40	0,170	0,243
84	2,13	7,00	60	30,4	2200	0,39	0,177	0,244

D (pulg)	Empuje [lb]	Empuje efec [N]	Potencia efec [ft-lb/s]	THP [hp]
52	-	-	-	-
54	-	-	-	-
56	-	-	-	-
58	-	-	-	-
60	-	-	-	-
62	-	-	-	-
64	-	-	-	-
66	-	-	-	-
68	-	-	-	-
70	-	-	-	-
72	-	-	-	-
74	810,4	3609,9	246415,4	448
76	904,2	4027,7	286336,3	521
78	1004,9	4476,3	327406,4	595
80	1113,2	4959,0	373132,0	678
82	1183,6	5272,2	423909,1	771
84	1357,0	6044,8	480157,2	873

Fuente: [Elaboración propia.]

Tabla XLIX. Estimación de potencia para NACA 6259A-18 de 3 palas, con ángulo de ataque de 39,8 grados

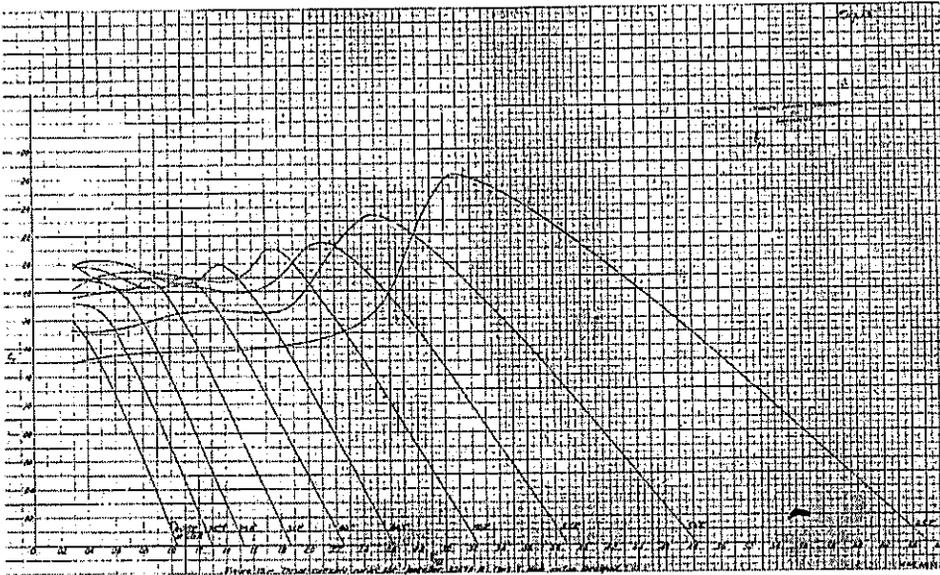
D (pulg)	D (m)	D (ft)	V (Kn)	V (m/s)	N (RPM)	J	Coef emp.	Coef pot.
52	1,32	4,33	60	30,4	2200	0,63	-	-
54	1,37	4,50	60	30,4	2200	0,61	-	-

56	1,42	4,66	60	30,4	2200	0,58	-	-
58	1,47	4,83	60	30,4	2200	0,56	-	-
60	1,52	5,00	60	30,4	2200	0,55	-	-
62	1,57	5,16	60	30,4	2200	0,53	-	-
64	1,62	5,33	60	30,4	2200	0,51	-	-
66	1,67	5,50	60	30,4	2200	0,50	-	-
68	1,72	5,66	60	30,4	2200	0,48	-	-
70	1,77	5,83	60	30,4	2200	0,47	-	-
72	1,82	6,00	60	30,4	2200	0,45	0,176	0,319
74	1,87	6,16	60	30,4	2200	0,44	0,187	0,319
76	1,93	6,33	60	30,4	2200	0,43	0,187	0,320
78	1,98	6,50	60	30,4	2200	0,42	0,188	0,322
80	2,03	6,66	60	30,4	2200	0,41	0,188	0,322
82	2,08	6,83	60	30,4	2200	0,40	0,189	0,323
84	2,13	7,00	60	30,4	2200	0,39	0,189	0,323

D (pulg)	Empuje [lb]	Empuje [N]	Potencia [ft-lb/s]	THP [hp]
52	-	-	-	-
54	-	-	-	-
56	-	-	-	-
58	-	-	-	-
60	-	-	-	-
62	-	-	-	-
64	-	-	-	-
66	-	-	-	-
68	-	-	-	-
70	-	-	-	-
72	728,3	3244,4	289980,7	527
74	861,2	3836,1	333078,4	606
76	960,7	4279,4	381781,7	694
78	1068,7	4760,7	436768,4	794
80	1185,8	5282,1	496481,4	903
82	1312,4	5846,0	562595,4	1023
84	1449,0	6454,6	635617,9	1156

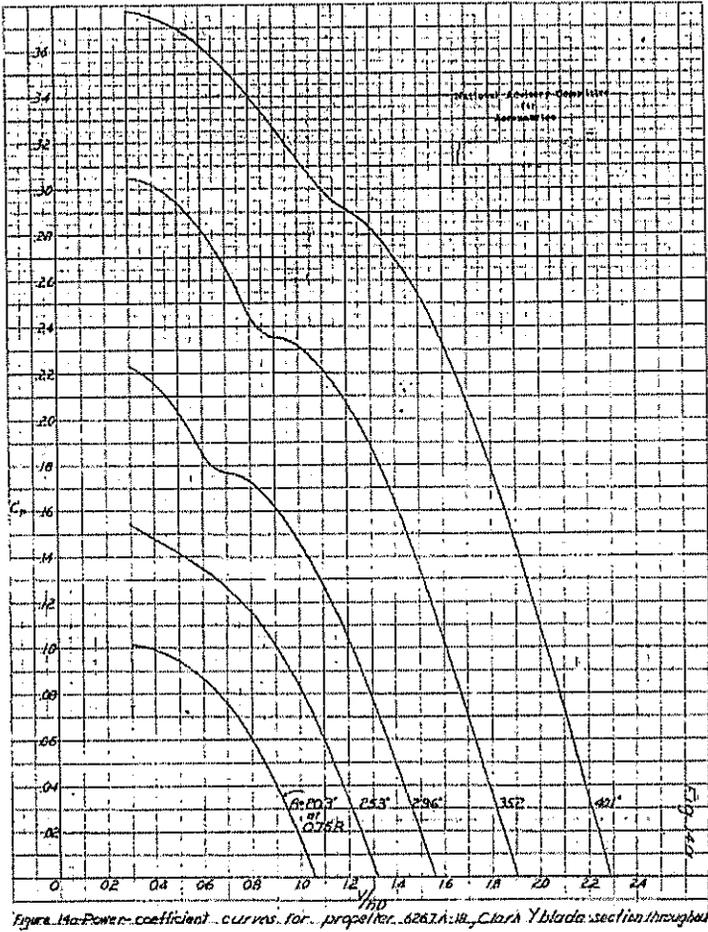
Fuente: [Elaboración propia.]

Tabla L. Estimación de CT para CLARK Y 6267A-18 de 3 palas.



Fuente: Wind-tunnel tests of two Hamilton Standard propellers embodying
CLARK Y and NACA 16-Series Blade sections

Tabla LI. Estimación de CP para CLARK Y 6267A-18 de 3 palas



Fuente: Wind-tunnel tests of two Hamilton Standard propellers embodying

CLARK Y and NACA 16-Series Blade sections.

Tabla LII. Estimación de potencia para CLARK Y 6267A-18 de 3 palas, con ángulo de ataque de 35,2 grados.

D (pulg)	D(m)	D(ft)	V(Kn)	V(m/s)	N (RPM)	J	Coef emp.	Coef pot.
52	1,32	4,33	60	30,5	2200	0,63	-	-
54	1,37	4,50	60	30,5	2200	0,61	-	-
56	1,42	4,67	60	30,5	2200	0,58	-	-
58	1,47	4,83	60	30,5	2200	0,56	-	-
60	1,52	5,00	60	30,5	2200	0,55	-	-
62	1,57	5,17	60	30,5	2200	0,53	-	-
64	1,63	5,33	60	30,5	2200	0,51	-	-
66	1,68	5,50	60	30,5	2200	0,50	-	-
68	1,73	5,67	60	30,5	2200	0,48	-	-
70	1,78	5,83	60	30,5	2200	0,47	-	-
72	1,83	6,00	60	30,5	2200	0,45	0,191	0,298
74	1,88	6,17	60	30,5	2200	0,44	0,192	0,299
76	1,93	6,33	60	30,5	2200	0,43	0,192	0,300
78	1,98	6,50	60	30,5	2200	0,42	0,193	0,301
80	2,03	6,67	60	30,5	2200	0,41	0,193	0,302
82	2,08	6,83	60	30,5	2200	0,40	0,194	0,303
84	2,13	7,00	60	30,5	2200	0,39	0,194	0,303

D (pulg)	Empuje [lb]	Empuje [N]	Potencia [ft-lb/s]	THP [hp]
52	-	-	-	-
54	-	-	-	-
56	-	-	-	-
58	-	-	-	-
60	-	-	-	-
62	-	-	-	-
64	-	-	-	-
66	-	-	-	-
68	-	-	-	-
70	-	-	-	-
72	790,4	3520,9	271316,3	493
74	884,3	3939,0	312195,7	568
76	986,4	4393,8	357920,3	651
78	1097,2	4887,6	408918,4	743
80	1217,3	5422,6	465644,0	847

82	1347,2	6001,0	527705,7	959
84	1487,3	6625,3	596260,8	1084

Fuente: elaboración propia

Tabla LIII. Estimación de potencia para CLARK Y 6267A-18 de 3 palas, con ángulo de ataque de 40,1 grados.

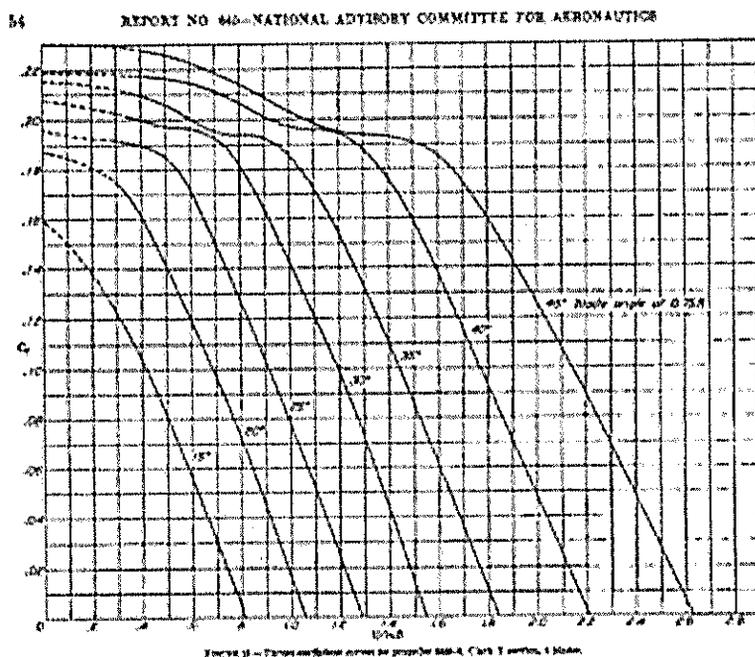
D (pulg)	D(m)	D(ft)	V(Kn)	V (m/s)	N (RPM)	J	Coef emp.	Coef pot.
52	1,32	4,33	60	30,5	2200	0,63	-	-
54	1,37	4,50	60	30,5	2200	0,61	-	-
56	1,42	4,67	60	30,5	2200	0,58	-	-
58	1,47	4,83	60	30,5	2200	0,56	-	-
60	1,52	5,00	60	30,5	2200	0,55	-	-
62	1,57	5,17	60	30,5	2200	0,53	-	-
64	1,63	5,33	60	30,5	2200	0,51	-	-
66	1,68	5,50	60	30,5	2200	0,50	-	-
68	1,73	5,67	60	30,5	2200	0,48	-	-
70	1,78	5,83	60	30,5	2200	0,47	0,204	0,420
72	1,83	6,00	60	30,5	2200	0,45	0,204	0,420
74	1,88	6,17	60	30,5	2200	0,44	0,203	0,425
76	1,93	6,33	60	30,5	2200	0,43	0,203	0,430
78	1,98	6,50	60	30,5	2200	0,42	0,203	0,435
80	2,03	6,67	60	30,5	2200	0,41	0,203	0,440
82	2,08	6,83	60	30,5	2200	0,40	0,203	0,445
84	2,13	7,00	60	30,5	2200	0,39	0,202	0,450

D (pulg)	Empuje [N]	Potencia [ft-lb/s]	THP [hp]
52	-	-	-
54	-	-	-
56	-	-	-
58	-	-	-
60	-	-	-
62	-	-	-
64	-	-	-
66	-	-	-
68	-	-	-

70	3351,6	332151,8	604
72	3751,3	382392,1	695
74	4175,5	443756,5	807
76	4645,6	513019,2	933
78	5141,5	590961,8	1074
80	5689,5	678421,8	1233
82	6280,1	776294,4	1411
84	6898,5	885535,8	1610

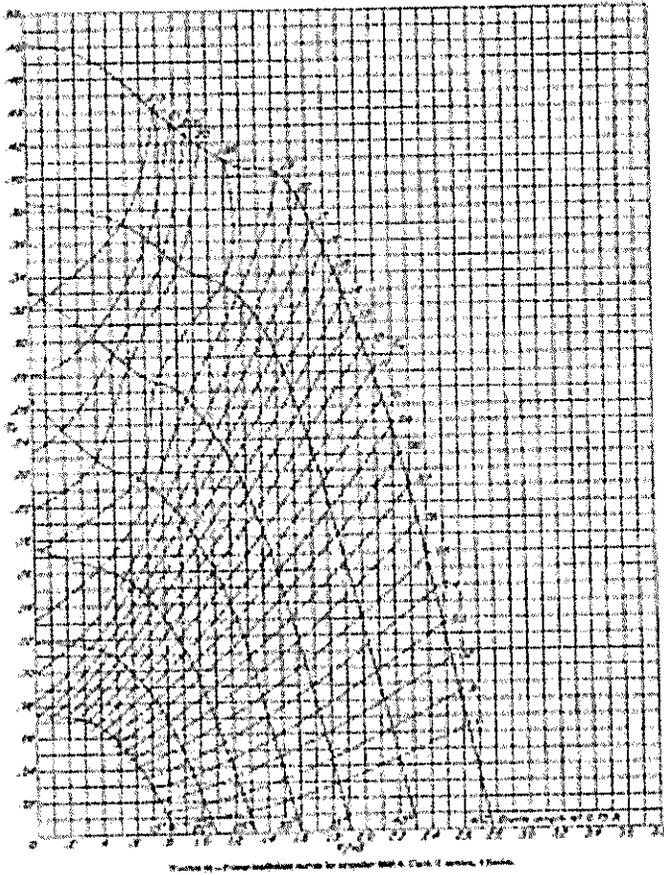
Fuente: elaboración propia.

Tabla LIV. Estimación de CT para CLARK Y 5868-9 de 4 palas.



Fuente: The aerodynamic characteristics of full-scale propellers having 2,3, and 4 blades of CLARK and R.A.F. 6 airfoil sections, pág 554

Tabla LV. Estimación de CP para CLARK Y 5868-9 de 4 palas



Fuente: The aerodynamic characteristics of full-scale propellers having 2,3, and 4 blades of CLARK and R.A.F. 6 airfoil sections, pág 555.

ola LVI. Estimación de potencia para CLARK Y 5868-9 de 4 palas, con ángulo de ataque de 35 grados.

D (pulg)	D (m)	D (ft)	V (Kn)	V (m/s)	N (RPM)	J	Coef emp.	Coef pot.
52	1,32	4,33	60	30,5	2200	0,63	-	-
54	1,37	4,50	60	30,5	2200	0,61	-	-
56	1,42	4,67	60	30,5	2200	0,58	-	-
58	1,47	4,83	60	30,5	2200	0,56	-	-
60	1,52	5,00	60	30,5	2200	0,55	-	-
62	1,57	5,17	60	30,5	2200	0,53	-	-
64	1,63	5,33	60	30,5	2200	0,51	-	-
66	1,68	5,50	60	30,5	2200	0,50	-	-
68	1,73	5,67	60	30,5	2200	0,48	-	-
70	1,78	5,83	60	30,5	2200	0,47	-	-
72	1,83	6,00	60	30,5	2200	0,45	0,206	0,295
74	1,88	6,17	60	30,5	2200	0,44	0,207	0,296
76	1,93	6,33	60	30,5	2200	0,43	0,207	0,297
78	1,98	6,50	60	30,5	2200	0,42	0,208	0,298
80	2,03	6,67	60	30,5	2200	0,41	0,208	0,300
82	2,08	6,83	60	30,5	2200	0,40	0,209	0,301
84	2,13	7,00	60	30,5	2200	0,39	0,210	0,302

D (pulg)	EMPUJE [lb]	Empuje efec [N]	Potencia efect [ft- lb/s]	THP [hp]
52	0,0	0,0	0,0	0
54	0,0	0,0	0,0	0
56	0,0	0,0	0,0	0
58	0,0	0,0	0,0	0
60	0,0	0,0	0,0	0
62	0,0	0,0	0,0	0
64	0,0	0,0	0,0	0
66	0,0	0,0	0,0	0
68	0,0	0,0	0,0	0
70	0,0	0,0	0,0	0
72	852,5	3797,4	268584,9	488
74	953,5	4247,5	309063,3	562

76	1063,4	4737,1	354341,1	644
78	1182,7	5268,5	404842,8	736
80	1311,9	5844,0	462560,3	841
82	1455,1	6481,7	525089,0	955
84	1610,0	7171,8	594292,9	1081

Fuente: Elaboración propia.

Tabla LVII. Estimación de potencia para CLARK Y 5868-9 de 4 palas, con ángulo de ataque de 40 grados.

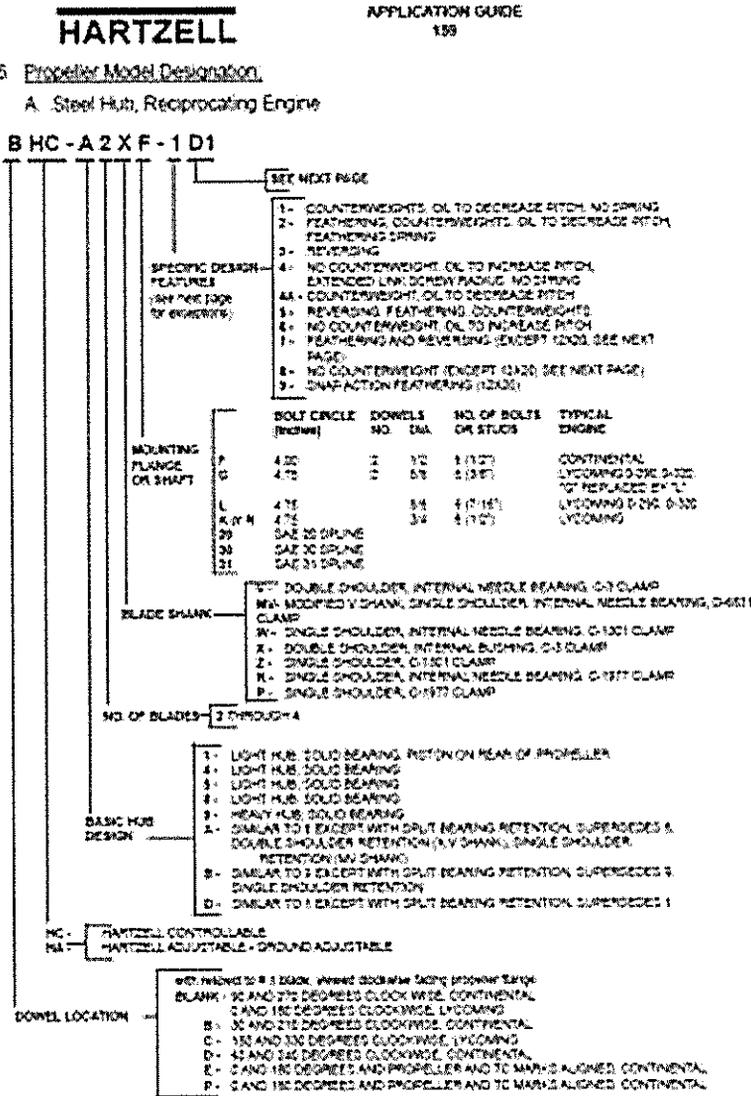
D (pulg)	D (m)	D (ft)	V (Kn)	V (m/s)	N (RPM)	J	Coef emp.	Coef pot.
52	1,32	4,33	60	30,5	2200	0,63	-	-
54	1,37	4,50	60	30,5	2200	0,61	-	-
56	1,42	4,67	60	30,5	2200	0,58	-	-
58	1,47	4,83	60	30,5	2200	0,56	-	-
60	1,52	5,00	60	30,5	2200	0,55	-	-
62	1,57	5,17	60	30,5	2200	0,53	-	-
64	1,63	5,33	60	30,5	2200	0,51	-	-
66	1,68	5,50	60	30,5	2200	0,50	-	-
68	1,73	5,67	60	30,5	2200	0,48	-	-
70	1,78	5,83	60	30,5	2200	0,47	-	-
72	1,83	6,00	60	30,5	2200	0,45	0,220	0,374
74	1,88	6,17	60	30,5	2200	0,44	0,221	0,375
76	1,93	6,33	60	30,5	2200	0,43	0,222	0,375
78	1,98	6,50	60	30,5	2200	0,42	0,223	0,376
80	2,03	6,67	60	30,5	2200	0,41	0,224	0,377
82	2,08	6,83	60	30,5	2200	0,40	0,224	0,378
84	2,13	7,00	60	30,5	2200	0,39	0,225	0,380

D (pulg)	Empuje [lb]	Empuje efec [N]	Potencia efect [ft- lb/s]	THP [hp]
52	0,0	0,0	0,0	0

54	0,0	0,0	0,0	0
56	0,0	0,0	0,0	0
58	0,0	0,0	0,0	0
60	0,0	0,0	0,0	0
62	0,0	0,0	0,0	0
64	0,0	0,0	0,0	0
66	0,0	0,0	0,0	0
68	0,0	0,0	0,0	0
70	0,0	0,0	0,0	0
72	910,4	4055,5	340511,1	619
74	1020,5	4545,8	391027,8	711
76	1140,5	5080,4	447400,4	813
78	1271,1	5662,0	510129,1	928
80	1412,8	6293,6	581284,1	1057
82	1559,5	6946,9	659414,1	1199
84	1725,0	7684,0	747785,8	1360

Fuente: Elaboración propia.

Figura 47. Selección del propulsor, nomenclatura de los modelos.



Fuente: Hartzell Propeller INC, Manual Revision Transmittal, Manual 159, Application Guide, pág 8.

Figura 48. Selección del propulsor, modelo.

HARTZELL

APPLICATION GUIDE

159

AERMACCHI S.P.A.

Model: S 202-22R

Trade Name:

Aircraft T.C./STC: A8EU

Propeller Model: HC-C2YK-1BF

Propeller T.C.: P-820

Blade Model(s): P5477-04

Prop Diameter: 70

Prop Setup:

Ref. Radius: 30

Reverse Angle: NA

Low Pitch Angle: 15.5 ± 0.2

Non-HPI Items:

Non-HPI Spinner:

Hartzell Approved Items:

Item Type	Item Number	Description	Quantity	Qty. Pkt.	Comments
PROPELLER	C200181	HC-C2YK-1BF-P5477-04	1	AC	
BLADE	P5477-04	PCP-BLADE UNIT, ALUM (1-1)	2	Prop	
MTS BOLT/STUD	A-20X7	STUD MOUNTING, 1/2-20	4	Prop	

IDS No.: 2555 Rev.: -

Date: 05/30/2006

Modifier:

Engine Model: G-640-E4A5

Power: 220 HP @ 2700 RPM

Placard/Restr:

Notes:

Startlock Angle: NA

Feather/High Angle: 32.0 ± 0.5

Cwt Angle: NA

Non-HPI Governor:

IDS No.: 3275

Rev.: 1

Date: 05/12/2014

Modifier: AERODYME CORPORATION

Engine Model: IO-360-A3A5

Power: 210 HP @ 2700 RPM

Placard/Restr: Avoid continuous operation below 15" manifold pressure between 2050 and 2450 RPM.

Notes:

Startlock Angle: N/A

Feather/High Angle: 30.0 ± 1.0

Cwt Angle:

Non-HPI Governor:

Non-HPI Items:

Non-HPI Spinner:

Hartzell Approved Items:

Item Type	Item Number	Description	Quantity	Qty. Pkt.	Comments
PROPELLER	E2P00022	HC-E3YK-1BF-P5477-04	1	AC	
PROPELLER	E2P00022ND	HC-E3YK-1BF-P5477-04	1	AC	
BLADE	P5477-04	PCP-BLADE UNIT, ALUM (1-1)	2	Prop	
SPINNER	C-3535-1	SPINNER ASSEMBLY	1	Prop	
SPINNER	C-3535-1P	SPINNER ASSEMBLY	1	Prop	
SPIN MTS KIT	A-2474-1	SPINNER - MTS KIT	1	Prop	
MTS BOLTS/STUD	A-20X7	STUD MOUNTING, 1/2-20	4	Prop	

Fuente: Hartzell Propeller INC, Manual Revision Transmittal, Manual 159,

Application Guide, pág 5.

ANEXO D

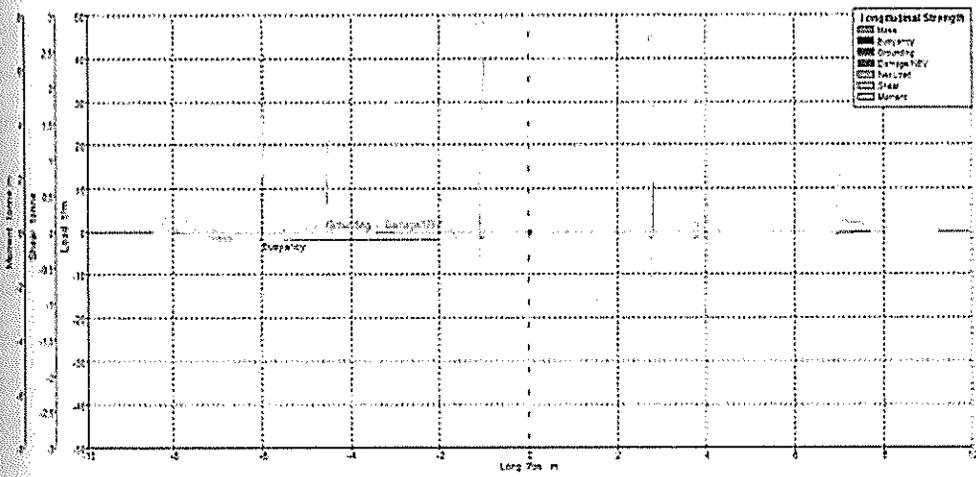
CÁLCULO ESTRUCTURAL

Tabla LVIII. Momento flector y fuerza cortante en aguas tranquilas.

Estación	Long. pos. m	Mass t/m	Buoyancy t/m	Net load t/m	Shear tonne	Moment tonne.m
0	-7,6	0,0	-0,5	-0,5	0,1	0,1
1	-6,6	0,0	-1,7	-1,7	-1,1	-0,3
2	-5,5	1,0	-1,8	-0,9	1,0	-0,3
3	-4,4	1,0	-1,8	-0,8	2,1	0,5
4	-3,3	1,4	-1,7	-0,3	1,3	2,4
5	-2,2	0,9	-1,6	-0,7	0,6	3,5
6	-1,1	40,0	-1,6	38,4	-0,6	3,4
7	0,0	0,0	-1,5	-1,5	1,4	5,6
8	1,1	0,0	-1,5	-1,5	-0,2	6,2
9	2,1	0,0	-1,4	-1,4	-1,8	5,1
10	3,2	0,0	-1,3	-1,3	1,2	4,4
11	4,3	0,0	-1,3	-1,3	0,0	5,0
12	5,4	0,0	-1,2	-1,2	-1,4	4,3
13	6,5	0,0	-0,8	-0,8	-2,4	2,2
14	7,6	1,6	-0,2	1,5	-0,7	0,2

Fuente: Maxsurf V20.0

Tabla LIX. Resistencia longitudinal en aguas tranquilas.



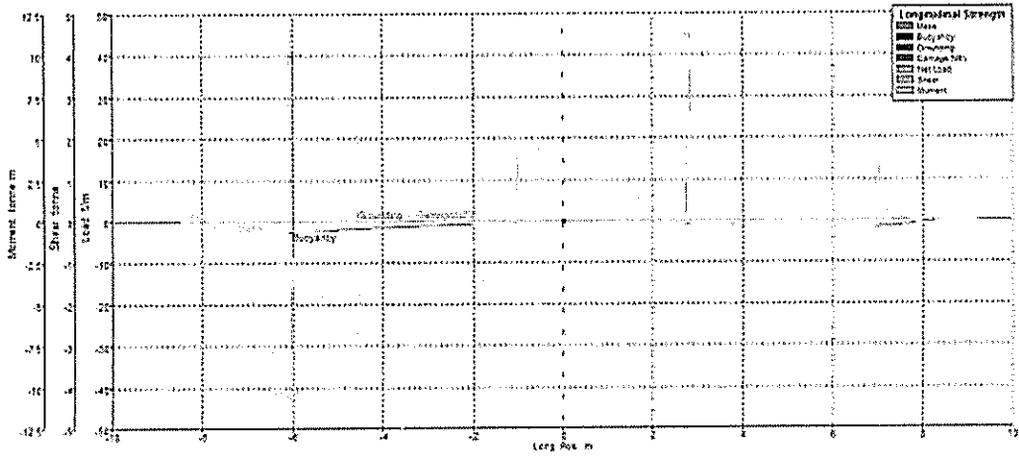
Fuente: Maxsurf V20.0

Tabla LX. Momento flector y fuerza cortante en quebrando (altura de ola 0,5 m).

Estación	Long. pos. m	Mass t/m	Buoyancy t/m	Net load t/m	Shear tonne	Moment tonne.m
0	-7,6	0,0	-1,5	-1,5	-0,3	0,0
1	-6,6	0,0	-3,0	-3,0	-2,9	-1,6
2	-5,5	1,0	-2,4	-1,4	-1,7	-4,1
3	-4,4	1,0	-1,7	-0,7	-0,9	-6,4
4	-3,3	1,4	-1,2	0,2	-1,3	-7,7
5	-2,2	0,9	-0,9	0,1	-1,3	-9,1
6	-1,1	40,0	-0,6	39,4	-1,6	-10,8
7	0,0	0,0	-0,5	-0,5	1,5	-9,0
8	1,1	0,0	-0,6	-0,6	0,9	-7,7
9	2,1	0,0	-0,7	-0,7	0,2	-7,1
10	3,2	0,0	-0,9	-0,9	3,9	-5,3
11	4,3	0,0	-1,3	-1,3	2,9	-1,6
12	5,4	0,0	-1,8	-1,8	1,2	0,7
13	6,5	0,0	-1,8	-1,8	-0,8	0,9
14	7,6	1,6	-1,2	0,5	-0,2	0,0

Fuente: Maxsurf V20.0

Figura 49. Resistencia longitudinal en quebrando (altura de ola 0.5 m).



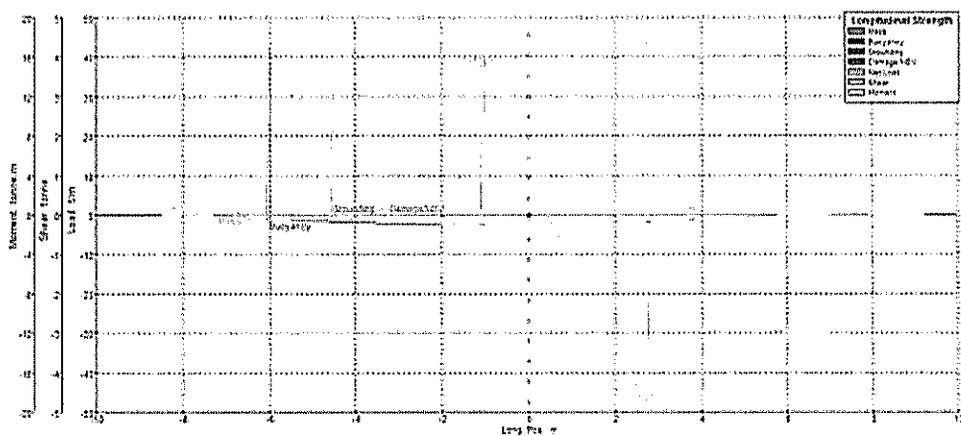
Fuente: Maxsurf V20.0

Tabla LXI. Momento flector y fuerza cortante en arrufo (altura de ola 0,5 m).

Estación	Long. pos. m	Mass t/m	Buoyancy t/m	Net load t/m	Shear tonne	Moment tonne.m
0	-7,6	0	0	0	0,2	0,1
1	-6,6	0	-0,6	-0,6	-0,1	0,3
2	-5,5	1	-1,2	-0,3	3	2
3	-4,4	1	-1,7	-0,8	4,4	5,3
4	-3,3	1,4	-2,1	-0,7	3,5	9,6
5	-2,2	0,9	-2,3	-1,4	2,2	12,7
6	-1,1	40	-2,4	37,6	0,1	13,8
7	0	0	-2,4	-2,4	1,1	16,3
8	1,1	0	-2,2	-2,2	-1,4	16,1
9	2,1	0	-1,9	-1,9	-3,7	13,3
10	3,2	0	-1,5	-1,5	-1,1	10,3
11	4,3	0	-1	-1	-2,2	8,5
12	5,4	0	-0,3	-0,3	-2,9	5,7
13	6,5	0	0	0	-3	2,4
14	7,6	1,6	0	1,6	-0,7	0,2

Fuente: Maxsurf V20.0

Figura 50. Resistencia longitudinal en arrufo (altura de ola 0.5 m).



Fuente: Maxsurf V20.0

PRINCIPIO DE DISEÑO Y DISEÑO DE CARGAS

SECCIÓN 2 CARGAS DE DISEÑO

B. ACELERACIONES B-200 ACELERACIÓN VERTICAL DE DISEÑO

200-01 : La aceleración vertical de diseño en el centro de gravedad de la embarcación a_{cg} debe ser especificado por el constructor, y normalmente no deberá ser inferior a:

$$a_{cg} = \frac{V}{\sqrt{L}} \frac{3.2}{L^{0.76}} f_g g_0 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

La aceleración vertical de diseño es una aproximación para el promedio 1/100 aceleraciones más altas.

Mínimo a_{cg} : 1.0 g_0 por restricciones de servicio R0-R4.

Mínimo a_{cg} : 0.5 g_0 por restricciones de servicio R5-R6²³.

$\frac{V}{\sqrt{L}}$: No necesita tomar valores mayores a 3; $\frac{V}{\sqrt{L}} = 3$

f_g : Factor de aceleración (fracción de g_0); es restringido por el tipo de servicio y área.

Restricciones de área de servicio (Pt. 1 Ch.1 Sec.2 B 401)

$$f_g = 0.5 \text{ R5-R6}$$

$$g_0 = 9.81 \text{ m/s}^2$$

Por lo tanto

Condition	Notation	Winter	Summer	Tropical
Ocean	None	1)	1)	1)
Ocean	R0	300	1)	1)
Ocean	R1	100	300	300
Offshore	R2	50	100	250
Coastal	R3	20	50	100
Inshore	R4	5	10	20
Inland	R5	1	2	5
Sheltered	R6	0.2	0.3	0.5

²³ La restricción de servicio para proyectos futuros. Ir ende se deberá revisar su actualización.

Type and service notation	Service area restriction notation					
	R0	R1	R2	R3	R4	R5-R6
Passenger	1)	1	1	1	1	0.5
Car ferry	1)	1	1	1	1	0.5
Cargo	4	3	2	1	1	0.5
Patrol	7	5	3	1	1	0.5
Yacht	1	1	1	1	1	0.5

1) Service area restriction R0 is not available for class notations Passenger and Car Ferry.

$$a_{cg} = 0.58 g_0 = 5.69 \text{ m/s}^2$$

La aceleración vertical se la puede estimar a partir de la relación entre los valores instantáneos

$$a_{cg} = \frac{k_h g_0}{1650} \left(\frac{H_s}{B_{WL2}} + 0.084 \right) (50 - \beta_{cg}) \left(\frac{V}{\sqrt{L}} \right)^2 \frac{L (B_{WL2})^2}{\Delta} \quad (\text{m/s}^2)$$

- H_s : Altura de ola significativa en metros.
- B_{WL2} : Manga de la línea de diseño en L/2
- β_{cg} : Ángulo de astilla muerta en LCG en grados.
: Mínimo 10 °
: Máximo 30 °
- Δ : Desplazamiento
- k_h : Factor del tipo de casco. Es una estimación para la corrección de a_{cg}

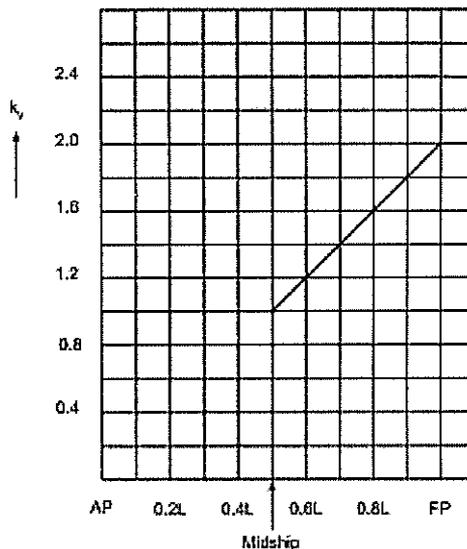
Hull type	k_h
Monohull, Catamaran	1.0
Wave Piercer	0.9
SES, ACV	0.8
Foil assisted hull (see 206)	0.7
SWATH (see 206)	0.7

$$a_{cg} = 0.85 g_0 = 8.31 \text{ m/s}^2$$

200-02 : A menos que se establezca lo contrario, la aceleración vertical de diseño a diferentes posiciones a lo largo de la eslora, no debe ser menor a:

$$a_v = k_v a_{cg}$$

Donde



k_v : Factor de distribución longitudinal

: 1.0 a popa de $L/2$

: $(L_x - 0.5L)/(L/2) + 1.0$ Donde L_x es la distancia a proa desde AP en metros

Donde

$$a_v = 0.85 g_0 = 8.31 \text{ m/s}^2 \text{ Para } L/2$$

C. PRESIONES Y FUERZAS
C-200 PRESIÓN EN EL FONDO POR GOLPE "SLAMMING"

200-01 : La presión de diseño por golpe en el fondo de la embarcación con velocidad $\frac{v}{\sqrt{L}} \geq 3$ es:

$$P_{sl} = 1.3 k_l \left(\frac{\Delta}{nA}\right)^{0.3} (T_0)^{0.7} \frac{50 - \beta_x}{50 - \beta_{cg}} a_{cg} \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

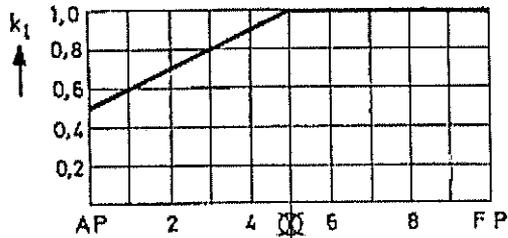
k_l : Factor de distribución longitudinal

: 0.5 a 1.0 a popa de

$L/2$

: 1.0 a 1.0 a proa de

$L/2$



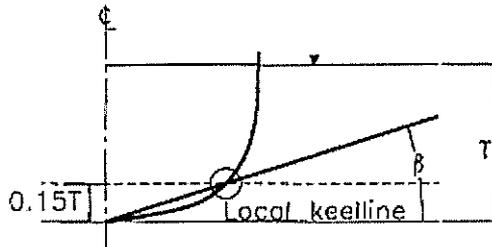
n : Número de cascoA : Área de carga de diseño para el elemento considerado en m^2 pero es necesario para cualquier estructura ser $< 0.002 \Delta/T$

Para planchas el área de carga de diseño no debe ser mayor que $2.5 s^2$

Para $l/s < 2.5$ el área de carga de diseño debe ser sl

- s : Espaciamiento del refuerzo o viga en metros.
- l : Longitud del refuerzo o viga en metros.
- β_x : Ángulo de astilla muerta de una sección transversal
- : Mínimo 10°
- : Máximo 30°

Para β_{cg} y β_x muy pronunciados, se lo estima de la siguiente manera:



A_{pl} : Espaciamiento x span para planchas, no más grandes que $2.5 s^2$ pero no necesita ser $< 0.002 \Delta/T$

- : Espaciamiento x span = $1.40 m^2$
- : $2.5 s^2 = 4.90 m^2$
- : $0.002 \Delta/T = 0.171 m^2$
- $A_{pl} = 4.90 m^2$**

A_{st} : Espaciamiento x span para refuerzos y vigas

- : Espaciamiento x span = $1.000 m^2$
- : $0.002 \Delta/T = 0.171 m^2$
- $A_{st} = 1.00 m^2$**

A_{fr} : Espaciamiento x span para refuerzos y vigas

- : Espaciamiento x span = $0.600 m^2$
- : $0.002 \Delta/T = 0.704 m^2$
- $A_{fr} = 0.604 m^2$**

Para un calado cuando se encuentra en modo no-desplazamiento de 0.235 m en $L/2$, desplazando 20,40 toneladas.

200-02 : Por lo tanto la presión en el fondo por golpe es:

PLANCHA	k_l	A (m ²)	β_x (°)	P_{st} (kN/m ²)
LCG	0.88	4.90	10	5.467

REFUERZOS	k_l	A (m ²)	β_x (°)	P_{st} (kN/m ²)
LCG	0.88	0.678	10	5.467
CUADERNAS	k_l	A (m ²)	β_x (°)	P_{st} (kN/m ²)
LCG	0.88	0.750	10	9.60

200-03 : Todos han de estar diseñado para una presión de golpe al cabeceo en la parte inferior de la siguiente manera:

$$P_{st} = \frac{21}{\tan \beta_x} k_a k_b C_w \left(1 - \frac{20 T_L}{L} \right) \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Sobre la presión es extiende con una longitud desde FP $(0.1 + 0.15 V/\sqrt{L})L$ hacia popa. V/\sqrt{L} No necesita tomar valores mayores que 3. P_{st} Se reduce gradualmente a cero en 0.175 L popa de la eslora anterior.

- Extensión de la presión de golpe (SLAMMING) = 0.45 L a FP

LCG = 6.93 m a proa desde la perpendicular de popa

LCG = 0.391 L

- Reducción por una presión de golpe al cabeceo

LCG = 0.836 P_{st}

k_a : 1.00 para planchas

- vigas : $(1.1 - 20 l_\lambda / L)$ Máximo 1.0 y mínimo 0.35 para refuerzos y
- l_λ : Dimensión longitudinal en metro del área de carga
 = 1.00 m para refuerzos
 = 1.00 m para cuadernas
 = 1.00 para refuerzos
 = 1.00 para cuadernas
- k_b : 1.00 para planchas y refuerzos longitudinales
 : $L/40 l + 0.5$ Máximo 1.0 para una viga transversal (cuaderna)
- l : Span en metros de viga = 3.00 m
 = 0.647
- C_w : Coeficiente de ola = $0.008 L$ para $L < 100 m$, sin restricción de servicio
 = 0.1415
- T_L : Calado más bajo en la velocidad de servicio en metro a FP medida desde la línea de agua hasta la quilla.
 : 0.240 m

Por lo tanto, la presión de golpe en el fondo por cabeceo es:

PLANCHA	$\beta_x (^\circ)$	$P_{st} (kN/m^2)$
LCG	10	12.37
REFUERZOS	$\beta_x (^\circ)$	$P_{st} (kN/m^2)$
LCG	10	8.01
CUADERNA	$\beta_x (^\circ)$	$P_{st} (kN/m^2)$
LCG	10	8.01

200-04 : La presión en el fondo de la estructura no debe ser menor a la dada en **500-01**

C-500 **PRESIÓN DEL MAR**

500-01 : Presión activa sobre el fondo de la embarcación, costado (incluido el costado de la superestructura) y cubiertas a la intemperie se debe tomar como:

Para un punto de carga por debajo de la línea de flotación

$$P = 10 h_0 + \left(k_s - 1.5 \frac{h_0}{T} \right) C_W \quad (kN/m^2)$$

Para un punto de carga por encima de la línea de flotación

$$P = a k_s (C_W - 0.67 h_0) \quad (kN/m^2)$$

La presión de mar mínima está dada por la tabla.

h_0 : Distancia vertical en metros de la línea de flotación de calado T al punto de carga.

: 0.240 m,
fondo,
todos los
elementos
(sponga

el calado para simplificar)

: 0.200 m, planchas del costado

: 0.220 m, refuerzo lateral

: .200 m, marco lateral

k_s : 3.7 A popa de la sección media.

: $\frac{5}{c_B} = 6.42$ En FP, variando linealmente entre la sección media

y FP.

k_s : 2.0 A LCG

a : 1.0 Para el costado de embarcación y cubierta de francobordo abierta.

: 0.8 Para las cubiertas de intemperie sobre la cubierta de francobordo.

C_W : Coeficiente de ola.

Table C1 Minimum sea pressures

Notation	Sides	Weather decks	Roofs higher than 0.1 L above WL
R0, R1, R2, R3	6.5	5	3
R4	5	4	3
R5-R6	4	3	3

: 0.1415

Por lo tanto la presión de mar calculada es:

FONDO	P (kN/m ²)
LCG	4
PLANCHA DE COSTADO	P (kN/m ²)
LCG	4
REFUERZO DE COSTADO	P (kN/m ²)
LCG	4
CUADERNA DE COSTADO	P (kN/m ²)
LCG	4

C. PRESIONES Y FUERZAS
C-700 CARGA SECA, VÍVERES Y EQUIPOS

700-01 : La presión en el interior del fondo, cubierta y escotillas

Table C2 Standard load parameters	
Decks	Parameters
Weather deck and weather deck hatch covers intended for cargo	$\rho H = 1.0 \text{ t/m}^2$
Sheltered deck, sheltered hatch covers and inner bottom for cargo or stores	$\rho = 0.7 \text{ t/m}^3$ H = vertical distance in m from the load point to the deck above. For load points below hatchways H shall be measured to the top of coaming
Platform deck in machinery space	$\rho H = 1.6 \text{ t/m}^2$
Accommodation decks	$\rho H = 0.35 \text{ t/m}^2$, when not directly calculated, including the deck's own mass. Minimum 0.25 t/m^2 .

$$P = \rho H (g_0 + 0.5 a_v) \quad (\text{kN/m}^2)$$

a_v : Aceleración vertical.

H : Altura de estiba en metros.

Plataforma en cubierta para espacios de víveres

$$P = 20.168 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

C. PRESIONES Y
FUERZAS
C-800 UNIDADES PESADAS

800-01 : La fuerza vertical que actúa sobre las estructuras de soporte de las unidades rígidas de carga, equipos u otros componentes estructurales normalmente se tomará como:

$$P_v = (g_o + 0.5 a_v)M \text{ (kN)}$$

M : Masa por unidad de toneladas

Espacios en cubierta para los motores de propulsión

$$P_v = 58.22 \text{ (kN)}$$

RESUME: MÁXIMAS PRESIONES DE DISEÑO

PLANCHA DEL FONDO	
$P \text{ (kN/m}^2\text{)}$	
LCG	12.37
REFUERZOS DEL FONDO	
$P \text{ (kN/m}^2\text{)}$	
LCG	12.37
CUADERNA DEL FONDO	
$P \text{ (kN/m}^2\text{)}$	
LCG	8.01

PLANCHA DEL COSTADO SUP	
$P (kN/m^2)$	
LCG	8.01
REFUERZOS DEL COSTADO SUP	
$P (kN/m^2)$	
LCG	8.01
CUADERNA DE COSTADO	
$P (kN/m^2)$	
LCG	4
PLANCHA DE CUBIERTA	
$P (kN/m^2)$	
LCG	8.01
REFUERZOS DE CUBIERTA	
$P (kN/m^2)$	
LCG	8.01

SECCIÓN 3

CARGAS
CASCO

VIGA-

A. FLEXIÓN LONGITUDINAL, CORTANTE Y
CARGAS AXIALES
A-200 CREST LANDING

200-01 : Para embarcaciones con $V/\sqrt{L} \geq 3$ la presión de golpe está actuando en un área equivalente a la superficie de referencia, A_R

El área se encuentra en el punto de carga del LCG. La distribución de peso se ve aumentada por la aceleración del LCG. Caso viga-buque cuando esta fuera del agua.

$$A_R = k \Delta \frac{\left[1 + 0.2 \frac{a_{cg}}{g_0}\right]}{T} \quad (m^2)$$

k :
: 0.7

- Δ : Desplazamiento en toneladas
 : 21.40
 a_{cg} : Aceleración vertical
 : $0.850 g_0 = 8.31 \text{ m/s}^2$
 T : Calado de diseño, m
 : 0.240 m
 A_R : 73.02 m^2

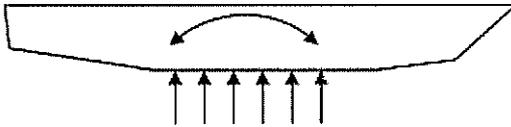


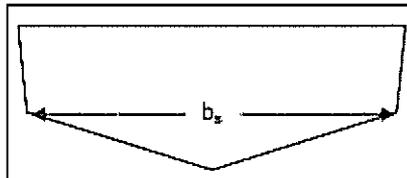
Figure 1.

200-02 : Se debe analizar la distribución de peso, debido a la combinación de la carga

200-03 : El momento flector longitudinal en $L/2$ se asume que:

$$M_B = \frac{\Delta}{2} (g_o + a_v) \left(e_w - \frac{l_s}{4} \right) \text{ (kNm)}$$

- e_w : La mitad de la distancia desde LCG de la mitad de cuerpo de proa a LCG del medio cuerpo de popa del buque, en m
 : $0.25 L$ si no se conoce
 : 4.612 m
 l_s : Extensión longitudinal del área de referencia de golpe
 : A_R/B_s
 B_s : Manga del área de referencia de golpe



: 6.90 m

$$M_B = 381.19 \text{ (kNm)}$$

A. FLEXIÓN LONGITUDINAL, CORTANTE Y CARGAS AXIALES
A-300 HOLLOW LANDING

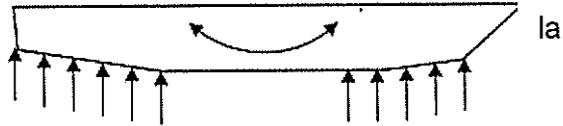
300-01 : Similar a CREST LANDING

$$A_R = k \Delta \frac{\left[1 + 0.2 \frac{a_{cg}}{g_o}\right]}{T} \quad (m^2)$$

k :
 : 0.6

A_R : 62.59 m^2

300-02 : Se debe analizar distribución de peso, debido a la combinación de la carga



300-03 : El momento flector longitudinal en $L/2$ se asume que:

$$M_B = \frac{\Delta}{2} (g_o + a_v)(e_T - e_w) \quad (kNm)$$

e_w : La mitad de la distancia desde LCG de la mitad de cuerpo de proa a LCG del medio cuerpo de popa del buque, en m
 : 0.20 L si no se conoce
 : 3.538 m

e_T : Distancia media desde el centro $A_R/2$ de las áreas extremas a LCG del buque en metros

$$M_B = 11449.24 \quad (kNm)$$

A. FLEXIÓN LONGITUDINAL, CORTANTE Y CARGAS AXIALES
A-500 MOMENTO FLECTOR EN ARRUFO Y QUEBRANTO

500-01 : Para todo el análisis del casco en arrufo y quebranto se tiene en cuenta estructuras sumergidas y no sumergidas

500-03 : Formulas provisionales para momentos flector (aguas tranquilas + olas)

Quebranto

$$\begin{aligned} M_{T\ HOG} &= M_{SW} + 0.19 C_W L^2 B C_B \\ &= M_{SW} + 413.75 \end{aligned}$$

Arrufo

$$\begin{aligned} M_{T\ SAG} &= M_{SW} + 0.14 C_W L^2 B (C_B + 0.7) \\ &= M_{SW} + 99.784 \end{aligned}$$

M_{SW} : Momento flector en aguas tranquilas para la más desfavorable condición en kNm.

: $0.141 C_W L^2 B$ (kNm)

: 0, si no se conoce

: 243.942 kNm En arrufo en máxima carga. [ANEXO ESTRUCTURA AGUAS TRANQUILAS]

Se debe realizar una corrección del 20% al momento en arrufo en olas.

$$\begin{aligned} M_{T\ SAG} &= M_{SW} + 1.20 C_W L^2 B (C_B + 0.7) \\ &= M_{SW} + 119.74 \end{aligned}$$

Por lo tanto el momento total en quebranto y arrufo es:

$$M_{T\ HOG} = M_{SW} + 413.75$$

$$= 648.692 \text{ kNm}$$

$$M_{T \text{ SAG}} = M_{SW} + 119.74$$

$$= 354.682 \text{ kNm}$$

A. FLEXIÓN LONGITUDINAL, CORTANTE Y CARGAS AXIALES
A-600 FUERZA CORTANTE DESDE LA FLEXIÓN LONGITUDINAL

600-01 : La fuerza cortante puede estar relacionada con la flexión longitudinal de la siguiente manera:

$$Q_b = \frac{M_B}{0.25 L}$$

RESUME: MÁXIMO MOMENTO FLECTOR EN QUEBRANTO Y ARRUFO

	QUEBRANTO	ARRUFO	FUERZA CORTANTE
<i>kNm</i>	12097.93	11803.91	3003.27

DISEÑO ESTRUCTURAL DEL CASCO - ALUMINIO

SECCIÓN 2 RESISTENCIA VIGA-CASCO
B. RESISTENCIA A LA FLEXIÓN VERTICAL
B-100 MÓDULO SECCIONAL REQUERIDO

100-01 : El módulo seccional viga-casco viene dado por:

$$Z = \frac{M}{\sigma} \times 10^3 \text{ (cm}^3\text{)}$$

- M* : Momento flector longitudinal en L/2 en kNm
 : Momento flector en arrufo y quebranto
 : Hollow landing or crest landing bending moment
 : Máximo momento flector en agua tranquila + olas

σ : $175 f_1 \frac{N}{mm^2}$
 f_1 : Factor del material (Ch.3, Sec.2, Table B1, B2, B3 or B4)
 : 0.89 5083-H116 PLATE
 : 0.76 6061-T6 EXTRUSION
 : 0.60 5083-H116 PLATE, IN THE WELDED CONDITION
 : 0.48 6061-T6 EXTRUSION, IN THE WELDED
 CONDITION

Por lo tanto el mínimo módulo requerido con el máximo momento flector es:

Máximo momento flector (kNm)		Mínimo módulo sec. requerido	
QUEBRANTO	ARRUFO	(cm^3)	(cm^3)
648.692	354.689	77675.3	75787.54

DISEÑO ESTRUCTURAL DEL CASCO - ALUMINIO

SECCIÓN 5

PLANCHA Y REFUERZOS

A. GENERAL A-300 ESFUERZOS ADMISIBLE

300-01 : Máximo esfuerzos de flexión admisible en planchas y refuerzos

Item:	Plate (N/mm^2)		Stiffener (N/mm^2)	
Bottom, slamming load	$200f_1 =$	178.0	$180f_1 =$	136.8
Bottom, sea load	$180f_1 =$	160.2	$160f_1 =$	121.6
Side	$180f_1 =$	160.2	$160f_1 =$	121.6

A. B-100 PLANCHA MÍNIMO ESPESOR

100-01 : Es espesor de la estructura en general no debe ser menor a:

$$t = \frac{t_0 + kL}{\sqrt{f}} \frac{s}{S_R} \text{ (mm)}$$

- f : $\sigma_f/240$
 σ_f : Tensión de fluencia N/mm^2 a 0.2 % de la aleación sin soldar, no debe ser tomada una mayor del 70% de la resistencia a la tracción.
 σ_Y : 214.0 N/mm^2 pero 0.7 $\sigma_U =$
 212.1 N/mm^2
 σ_f : 212.1 N/mm^2
 f : 0.884
 t_0 : 4.0 fondo y costado hasta la línea de agua
 : 2.5 costado sobre la línea de agua
 : 3.0 para cubierta, mamparo de colisión y mamparo del tanque
 : 1 para cubierta de superestructura
 k : 0.03 fondo hasta la línea de agua
 : 0.01 costado sobre la línea de agua
 : 0.03 para cubierta, mamparo de colisión y mamparo del tanque
 : 0.01 para cubierta de superestructura

Table B1 Values of t_0 and k			
Item		t_0	k
<i>Shell plating</i>	Bottom, bilge and side to loaded water line	4.0	0.03
	Side above loaded water line	3.5	0.02
	Bottom aft in way of rudder, shaft brackets etc.	10.0	0.10
<i>Deck and inner bottom plating</i>	Strength deck weather part forward of amidships	3.0	0.03
	Strength deck weather part aft of amidships	2.5	0.02
	Inner bottom	3.0	0.03
	Car deck	4.0	0.03
	Accommodation deck	2.0	0.02
	Deck for cargo	4.0	0.03
	Superstructure and deckhouse decks	1.0	0.01
<i>Bulkhead plating</i>	Collision bulkhead	3.0	0.03
	Tank bulkhead	3.0	0.03
	Other watertight bulkheads	3.0	0.02
	Superstructure and deckhouse front	3.0	0.01
	Superstructure and deckhouse sides and aft	2.5	0.01
<i>Other structures</i>	Foundations	3.0	0.08
	Structures not mentioned above	3.0	0

s : Actual espaciamento entre refuerzos, m

: 1.00 Fondo

: 1.00 Costado

S_R : Espaciamento entre refuerzos básico, m

: $2(100 + L)/1000$

: 0.204

$\frac{s}{S_R}$: No debe ser menor a 0.5 o mayor que 1

: 1.00 Fondo

: 1.00 Costado

Por lo tanto el mínimo espesor para planchas es:

En el fondo y costado por debajo de la línea de agua

$$t = 4.76 \text{ (mm)}$$

En el costado por encima de la línea de agua

$$t = 2.83 \text{ (mm)}$$

En la cubierta, mamparo de colisión y mamparo del tanque

$$t = 3.94 \text{ (mm)}$$

Cubierta superestructura

$$t = 1.23 \text{ (mm)}$$

**B. PLANCHA
B-200 FLEXIÓN**

200-01 : Requerimiento general de espesores para planchas sujetas a presión lateral:

$$t = \frac{s\sqrt{C P}}{\sqrt{\sigma}} \text{ (mm)}$$

C : Factor de corrección por el radio de aspecto

:s/l

Table B2 Values of C								
Degree of fixation of plate edges	Aspect ratio < 0.5				Aspect ratio = 1.0			
	σ_l	σ_s	σ_x	σ_y	σ_l	σ_x	σ_y	σ_s
Clamped along all edges	500	342	75	250	310	310	130	130
Longest edge clamped, shortest edge simply supported	500	0	75	250	425	0	140	200
σ_l = stress at midpoint of longest edge. σ_s = stress at midpoint of shortest edge. σ_x = maximum field stress parallel to longest edge. σ_y = maximum field stress parallel to shortest edge.								

s/l : 1.00 Fondo

: 0.67 Costado

200-01 : Requerimiento de espesores para una plancha empotrada:

$$t = \frac{22.4 s \sqrt{P}}{\sqrt{\sigma}} \text{ (mm)}$$

- P : Presión de diseño.
 : $PV \geq 150 \text{ (kNm)}$
 : P Presión de diseño (kN/m^2)
 : V Volumen de presión (m^2)
 σ : De acuerdo a la sección 5 **300-01**

La presión de diseño (Slamming except as noted)

PLANCHA DEL FONDO	$P \text{ (kN/m}^2\text{)}$
LCG	12.37
PLANCHA DE COSTADO SUP	$P \text{ (kN/m}^2\text{)}$
LCG	8.01
PLANCHA DE CUBIERTA	$P \text{ (kN/m}^2\text{)}$
LCG	8.01

Por lo tanto el espesor requerido debido a la presión lateral es:

PLANCHA DEL FONDO	$t \text{ (mm)}$
LCG	4.47
PLANCHA DE COSTADO SUP	$t \text{ (mm)}$
LCG	2.38
PLANCHA DE CUBIERTA	$t \text{ (mm)}$
LCG	3.56

RESUME: ESPESORES REQUERIDOS PARA EL PLANCHAJE

PLANCHA DEL FONDO	
t (mm)	
LCG	4.76
PLANCHA DE COSTADO SUP	
t (mm)	
LCG	2.83
PLANCHA DE CUBIERTA	
t (mm)	
LCG	3.94
PLANCHA DE CUBIERTA SUP	
t (mm)	
LCG	1.23

Item	m
Continuous longitudinal members	85
Non-continuous longitudinal members	100
Transverse members	100
Vertical members, ends fixed	100
Vertical members, simply supported	135
Bottom longitudinal members	85
Bottom transverse members	100
Side longitudinal members	85
Side vertical members	100
Deck longitudinal members	85
Deck transverse members	100
Watertight bulkhead stiffeners, fixed ends	65
Watertight bulkhead stiffeners, fixed one end (lower)	85
Watertight bulkhead stiffeners, simply supported ends	125
Watertight bulkhead horizontal stiffeners, fixed ends	85
Watertight bulkhead horizontal stiffeners, fixed one end (upper)	75
Watertight bulkhead horizontal stiffeners, simply supported	125
Tank cargo bulkhead, fixed ends	100
Tank cargo bulkhead, simply supported	135
Deckhouse stiffeners	100
Casing stiffeners	100

C. REFUERZO
C- FLEXIÓN

100

100-01 : El módulo de la sección de longitudinales, vigas, cuadernas y otros refuerzos sometido a presión lateral no es inferior a:

$$Z = \frac{ml^2sP}{\sigma} \text{ (cm}^3\text{)}$$

- m : Factor de momento de flexión según grado de limitaciones extremas y el tipo de carga.
 : 85 Miembro longitudinal continuo en el fondo y costado
 l : Distancia entre refuerzos, en metros
 : 1.0 Fondo
 : 1.0 Costado
 S : Espaciamiento entre refuerzos, m
 : 1.0 Fondo
 : 1.5 Costado
 σ : Esfuerzo admisible nominal en N/mm^2 debido a la presión lateral.
 : 136.8 Fondo de golpe
 : 121.6 Costado

C. REFUERZO
C-200 SLAMMING

200-01 : El módulo de sección de los longitudinales o refuerzos transversales de fondo, no debe ser inferior a:

$$Z = \frac{ml^2sP_{sl}}{\sigma_{sl}} \text{ (cm}^3\text{)}$$

- m : Factor de momento de flexión según grado de limitaciones extremas y el tipo de carga.
 : 85 Miembro longitudinal continuo en el fondo y costado
 l : Distancia entre refuerzos secundarios, en metros
 : 1.00 Costado
 S : Espaciamiento entre refuerzos, m
 : 1.00 Fondo
 P_{sl} : Presión por golpe

$$\begin{aligned}\sigma_{sl} & : 180 f_1 \\ & : 136.8\end{aligned}$$

La presión de diseño (Slamming except as noted)

REFUERZO DE FONDO	P (kN/m ²)
LCG	12.31
REFUERZO DE COSTADO	P (kN/m ²)
LCG	8.01

Por lo tanto el módulo seccional requerido para refuerzos de fondo y costado es:

REFUERZO DE FONDO	(cm ³)
LCG	7.64
REFUERZO DE COSTADO	(cm ³)
LCG	4.97

DISEÑO ESTRUCTURAL DEL CASCO - ALUMINIO

SECCIÓN 6 WEB FRAMES AND GIRDER SYSTEMS

A. GENERAL

A-400 ESFUERZOS ADMISIBLE

400-01 : Máximo esfuerzos de flexión admisible en web frames and girder.

Item:	Bonding stress (N/mm ²)		Shear stress (N/mm ²)		Equivalent stress (N/mm ²)	
Dynamic load	180f ₁ =	160.2	90f ₁ =	30.1	200f ₁ =	178.0
Sea, static load	160f ₁ =	142.4	90f ₁ =	30.1	130f ₁ =	160.2

B. WEB FRAMES AND GIRDERS
B-400 REQUISITOS DE RESISTENCIA

400-01 : El módulo seccional para el refuerzo primario está sujeto a la presión lateral y no debe ser menor a:

$$Z = \frac{mS^2bP}{\sigma} \text{ (cm}^3\text{)}$$

Item	m	ks	
Bottom:	Web frames	100	0.63
	Floors	100	0.63
	Longitudinal girders	100	0.63
Side:	Longitudinal girders	100	0.54
	Web frames, upper end	100	0.54
	Web frames, lower end	100	0.72
	Deck girders	100	0.63
Bulkhead:	Horizontal girders	100	0.54
	Vertical girders, upper end	100	0.54
	Vertical girders, lower end	100	0.72

- m : Factor de momento de flexión
 : 100 Fondo y web frames
 : 100 Costado y web frames
- S : Distancia entre refuerzos primarios, m
 : 1.00 Fondo
 : 1.50 Costado
- b : Manga del área de carga, m
 : 1.00 Fondo
 : 1.50 Costado
- σ : 160 f_1 Máximo
 : 142.4

La presión de diseño (Slamming except as noted)

CUADERNA DE FONDO	P (kN/m ²)
LCG	12.31
CUADERNO DE COSTADO	P (kN/m ²)
LCG	8.01

Por lo tanto el módulo seccional requerido para cuadernas de fondo y costado es:

CUADERNA DE FONDO	(cm ³)
LCG	8.69
PLANCHA DE COSTADO	(cm ³)
LCG	5.63

CÁLCULO DEL MÓDULO SECCIONAL

Tabla LXII. Cálculo del módulo seccional de la cuaderna maestra.

SECCIÓN	ELEMENTO	b[cm]	h[cm]	z[cm]	A[cm ²]	Az[cm ³]	Steiner	Ix
FONDO	PLANCHA	600,0	0,50	0,25	300,0	75,0	6,3	562886,8
	LONGITUDINAL	0,3	30,00	15,00	900,0	13500,0	675,0	735085,4
	QUILLA	0,4	44,00	22,00	17,6	387,2	2839,5	11025,0
	PLATINA [4]	0,3	12,00	6,00	14,4	86,4	43,2	20364,5
DOBLE FONDO	PLANCHA	600,0	0,30	44,15	1080,0	47682,0	1,4	369,8
	PLATINA [4]	0,3	10,00	44,15	12,0	529,8	25,0	29,1
COSTADO	PLANCHA1 [2]	100,0	0,30	22,00	180,0	3960,0	0,2	83716,2
	PLANCHA2 [2]	120,0	0,50	91,00	120,0	10920,0	1,3	270000,3
	PLANTINA1 [2]	7,0	0,30	22,00	4,2	92,4	0,0	1953,4
	PLANTINA2 [2]	5,0	0,30	91,00	3,0	273,0	0,0	6750,0
CUBIERTA	PLANCHA	840,0	0,40	147,20	336,0	49459,2	4,5	3608652,3
	PLATINA [5]	0,3	7,00	142,00	10,5	1491,0	8,6	101745,9
		10,0	0,30	137,15	6,0	822,9	0,0	52547,9
		0,3	12,00	142,00	7,2	1022,4	43,2	69805,9
Z [cm]					43,6			
SM [cm³]					126817,8			
SM [cm³] DNV					77675,3			
FS					1,63			

Fuente: Elaboración propia

Tabla LXIII. Cálculo del módulo seccional en secciones del buque.

CUBIERTA										
ELEMENTO	b[cm]	h[cm]	z[cm]	A[cm ²]	Az[cm ³]	Stheiner	lx	Z [cm]	I [cm ⁴]	SM[cm ³]
PLANCHA	12,0	0,40	0,20	4,8	1,0	0,1	9027,0			
PLATINA	0,3	7,00	3,9	2,1	8,2	8,6	3312,7	1,3	12339,6	9305,3
T	10,0	0,30	12,55	3,0	37,7	0,0	1886,0	5,4	16928,8	3130,4
	0,3	12,00	6,4	3,6	23,0	43,2	5015,9			
FONDO										
ELEMENTO	b[cm]	h[cm]	z[cm]	A[cm ²]	Az[cm ³]	Stheiner	lx	Z [cm]	I [cm ⁴]	SM[cm ³]
PLANCHA	15,0	0,50	0,25	7,5	1,9	0,2	14072,2			
PLATINA	0,3	12,00	6,5	3,6	23,4	43,2	4989,2	2,3	19061,3	8371,2
LONGITUDINAL	0,3	30,00	59,5	9,0	535,5	675,0	2960,1	32,6	17032,2	523,0
QUILLA	0,4	44,00	22,5	17,6	396,0	2839,5	10649,9	15,9	24722,0	1559,6
DOBLE FONDO										
ELEMENTO	b[cm]	h[cm]	z[cm]	A[cm ²]	Az[cm ³]	Stheiner	lx	Z [cm]	I [cm ⁴]	SM[cm ³]
PLANCHA	12,0	0,40	0,20	4,8	1,0	0,1	9027,0			
PLATINA	0,3	10,00	5,4	3,0	16,2	25,0	4394,9	2,2	13421,9	6100,8
COSTADO										
ELEMENTO	b[cm]	h[cm]	z[cm]	A[cm ²]	Az[cm ³]	Stheiner	lx	Z [cm]	I [cm ⁴]	SM[cm ³]
PLANCHA SUPE	9,0	0,30	0,15	2,7	0,4	0,0	5089,4			
PLANCHA	15,0	0,50	0,25	7,5	1,9	0,2	14072,2			
PLATINA SUPER	5,0	0,30	0,45	1,5	0,7	0,0	2788,5	0,3	7877,8	30636,1
PLATINA	7,0	0,30	0,45	2,1	0,9	0,0	3903,9	0,3	17976,0	61195,1

Fuente: elaboración propia

ANEXO E

ESTABILIDAD

Tabla LXIV. Condición - salida de puerto.

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³
Lightship	1	4	4	
MOTOR-PROP-BB	1	2,05	2,05	
MOTOR-PROP-SB	1	2,05	2,05	
MOTOR-SUST-BB	1	0,522	0,522	
MOTOR-SUST-SB	1	0,522	0,522	
SIST-PROP BB	1	0,1	0,1	
SISIT-PROP SB	1	0,1	0,1	
PERSONAS	1	4,5	4,5	
SUPERESTRUCTURA	1	0,2	0,2	
CARGA	1	2	2	
D- BB -SUS	96%	1,014	0,974	1,207
AGUAS NEGRAS	0%	0,197	0	0,192
D -SB - SUS	96%	1,014	0,974	1,207
D- BB - PRP	96%	1,729	1,66	2,058
D -SB - PRP	96%	1,729	1,66	2,058
Total Loadcase			21,311	6,723

Item Name	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Lightship		-1,073	0	0,342
MOTOR-PROP-BB		-6,027	-1,95	2,165
MOTOR-PROP-SB		-6,027	1,95	2,165
MOTOR-SUST-BB		7	-1,95	1,5
MOTOR-SUST-SB		7	1,95	1,5
SIST-PROP BB		-8,247	-1,95	2,565
SISIT-PROP SB		-8,247	1,95	2,565

PERSONAS		2,773	0	0,7
SUPERESTRUCTURA		3,773	0	1,7
CARGA		-4,5	0	1,4
D- BB -SUS	1,159	7,473	-2,418	0,767
AGUAS NEGRAS	0	-3,227	0	0
D -SB - SUS	1,159	7,473	2,418	0,767
D- BB - PRP	1,976	-3,75	-2,8	0,576
D -SB - PRP	1,976	-3,75	2,8	0,576
Total Loadcase	6,27	-0,798	0	1,033

Fuente: elaboración propia

Tabla LXV. Análisis del criterio de estabilidad OMI, condición - salida de puerto

q	GZ	CRITERIO 1		CRITERIO 2		CRITERIO 3	CRITERIO 4	CRITERIO 5		CRITERIO 6	CRITERIO 7	CRITERIO 8					
		F.S.	Area	F.S.	Area			F.S.	Area								
0	0.000	1	0,00	1	0,00												
5	1,363	3	4,09	4	5,45												
10	2,071	3	6,21	2	4,14												
15	2,326	2	4,65	4	9,30												
20	2,419	3	7,26	2	4,64												
25	2,430	3	7,29	4	9,72												
30	2,380	1	2,38	2	4,76			1	2,38								
35	2,276			4	9,11			4	9,11								
40	2,122			1	2,12			2	4,24								
45	1,933							4	7,75								
50	1,727							2	3,45								
55	1,496							4	5,98								
60	1,247							2	2,49								
65	0,985							4	3,94								
70	0,713							1	0,71								
75	0,433																
KG [m]	1,3	Area	1,04 [mrad]	Area	1,44 [mrad]	qv	70 [°]	Area	0,395 [m.rad]	Area	1,17 [m.rad]	GZ	2,380 [m.rad]	GM	#### [m]	q	25 [°]
GM [m]	16,8	CUMPLE		CUMPLE		CUMPLE		CUMPLE		CUMPLE		CUMPLE		CUMPLE		CUMPLE	

Fuente:Elaboración propia

Tabla LXVI. Análisis del criterio de estabilidad intacta HSC 200, condición - salida de puerto.

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
Intact Stability	C306/404: Intact stability criteria with Passengers.				Pass	
	Angle of steady heel shall be less than (<)	15,0	deg	1,2	Pass	+91,98
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	40,00	%	84,22	Pass	+110,55
	GZ(intersection) / GZ(max) shall be less than (<)	60,00	%	15,39	Pass	+74,35
HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact	1.2 Area 0 to 30 or GZmax	3,5419	m.deg	43,5032	Pass	+1128,24
HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact	1.3 Area 30 to 40	1,7190	m.deg	22,7941	Pass	+1226,01
HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact	1.5 Angle of maximum GZ	15,0	deg	23,2	Pass	+54,55

HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact	1.6 Initial GMt	0,150	m	16,515	Pass	+10910, 00
HSC2000 Ch2 Part B: Passenge r craft. Intact	2.11 Angle of equilibrium - passenger crowding heeling arm	10,0	deg	0,0	Pass	+100,00

Fuente:Elaboración propia

Tabla LXVII. Condición - medio día.

Item Name	Quant ity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volum e m^3	Total Volum e m^3	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Lightship	1	4,000	4,000			-1,073	0,000	0,342
MOTOR- PROP-BB	1	2,050	2,050			-6,027	-1,950	2,165
MOTOR- PROP-SB	1	2,050	2,050			-6,027	1,950	2,165
MOTOR- SUST-BB	1	0,522	0,522			7,000	-1,950	1,500
MOTOR- SUST-SB	1	0,522	0,522			7,000	1,950	1,500

D -SB - PRP	25 %	1,729	0,432	2,058	0,515	-3,750	2,800	0,150
Total Loadcase			17,593	6,723	1,806	-1,091	0,000	1,080

Fuente: elaboración propia

Tabla LXVIII. Condición Medio día.

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
Intact Stability	C306/404: Intact stability criteria with Passengers.				Pass	
	Angle of steady heel shall be less than (<)	15,0	deg	1,3	Pass	+91,61
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	40,00	%	82,98	Pass	+107,45
	GZ(intersection) / GZ(max) shall be less than (<)	60,00	%	16,70	Pass	+72,17
HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact	1.2 Area 0 to 30 or GZmax	3,5680	m.de g	43,2300	Pass	+1111,61
HSC 2000 Annex 8	1.3 Area 30 to 40	1,719	m.de	22,993	Pass	+1237,6

Monohull. Intact		0	g	5		1
HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact	1.5 Angle of maximum GZ	15,0	deg	22,7	Pass	+51,51
HSC 2000 Annex 8 Monohull. Intact	1.6 Initial GMt	0,150	m	17,227	Pass	+11384, 67
HSC2000 Ch2 Part B: Passenger craft. Intact	2.11 Angle of equilibrium - passenger crowding heeling arm	10,0	deg	0,0	Pass	+100,00

Fuente:Elaboración propia

Tabla LXIX. Análisis del criterio de estabilidad intacta HSC 200, condición - medio día.

α	GZ	CRITERIO 1		CRITERIO 2		CRITERIO 3		CRITERIO 4		CRITERIO 5		CRITERIO 6		CRITERIO 7		CRITERIO 8	
		F.S.	Area	F.S.	Area					F.S.	Area						
0	0,000	1	0,00	1	0,00												
5	1,417	3	4,25	4	5,67												
10	2,115	3	6,35	2	4,23												
15	2,359	2	4,72	4	9,44												
20	2,445	3	7,34	2	4,89												
25	2,450	3	7,35	4	9,80												
30	2,399	1	2,40	2	4,60					1	2,40						
35	2,294			4	9,18					4	9,18						
40	2,145			1	2,15					2	4,29						
45	1,992									4	7,85						
50	1,791									2	3,50						
55	1,519									4	6,00						
60	1,209									2	2,54						
65	1,005									4	4,02						
70	0,730									1	0,73						
75	0,449																
ND (m)	1,3	Area	1,00 [mrad]	Area	1,48 [mrad]	IV	70 [°]	Area	0,095 [mrad]	Area	1,18 [mrad]	GZ	2,399 [mrad]	GM	11384,67 [m]	α	25 [°]
GM [m]	17,3	CUMPLE		CUMPLE		CUMPLE		CUMPLE		CUMPLE		CUMPLE		CUMPLE		CUMPLE	

Fuente:elaboración propia

Tabla LXX. Condición - llegada a puerto. [Fuente:Elaboración propia]

GZ	CRITERIO 1		CRITERIO 2		CRITERIO 3	CRITERIO 4	CRITERIO 5		CRITERIO 6	CRITERIO 7	CRITERIO 8				
	F.S.	Area	F.S.	Area			F.S.	Area							
0,000	1	0,00	1	0,00											
1,472	3	4,42	4	5,89											
2,154	3	6,46	2	4,31											
2,283	2	4,77	4	9,53											
2,459	3	7,38	2	4,92											
2,453	3	7,38	4	9,81											
2,396	1	2,40	2	4,79			1	2,40							
2,280			4	9,16			4	9,16							
2,141			1	2,14			2	4,28							
1,956							4	7,82							
1,743							2	3,49							
1,597							4	8,63							
1,254							2	2,51							
0,987							4	3,95							
0,709							1	0,71							
0,422															
1,3	Area	1,07 [m.rad]	Area	1,47 [m.rad]	70 [°]	Area	0,398 [m.rad]	Area	1,17 [m.rad]	GZ	2,396 [m.rad]	GM	### [m]	α	20 [°]
17,9	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	

Fuente: elaboración propia

Tabla LXXI. Análisis del criterio de estabilidad intacta HSC 200, condición - llegada a puerto

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
Intact Stability	C306/404: Intact stability criteria with Passengers.				Pass	
	Angle of steady heel shall be less than (<)	15,0	deg	1,3	Pass	+91,11
	Area1 / Area2 shall be	40,00	%	81,21	Pass	+103,02

		greater than (>)					
		GZ(intersection) / GZ(max) shall be less than (<)	60,00	%	18,40	Pass	+69,33
HSC Annex Monohull. Intact	2000 8	1.2 Area 0 to 30 or GZmax	3,620 1	m.deg	41,678 1	Pass	+1051,30
HSC Annex Monohull. Intact	2000 8	1.3 Area 30 to 40	1,719 0	m.deg	22,936 5	Pass	+1234,29
HSC Annex Monohull. Intact	2000 8	1.5 Angle of maximum GZ	15,0	deg	21,8	Pass	+45,45
HSC Annex Monohull. Intact	2000 8	1.6 Initial GMT	0,150	m	18,070	Pass	+11946,67
HSC2000 Ch2 Part B: Passenger craft. Intact		2.11 Angle of equilibrium - passenger crowding	10,0	deg	0,0	Pass	+100,00

	heeling arm					
--	-------------	--	--	--	--	--

Fuente:elaboración propia

ANEXO F

**CUADRO DE VAN Y TIR PARA DISTINTOS FLETES Y A DIFERENTES DÍAS
DE OPERACIÓN.**

AÑOS	PAGOS DEL PRESTAMO	PRESTAMO PENDIENTE	INTERESES PRESTAMO	FLUJO	FACTOR VA 30%	FDC
1	\$ 54.388,90	\$ 761.444,61	\$ 101.979,19	\$ 156.368,09	0,83	\$ 130.306,74
2	\$ 54.388,90	\$ 707.055,71	\$ 95.180,58	\$ 149.569,48	0,69	\$ 103.867,69
3	\$ 54.388,90	\$ 652.666,81	\$ 88.381,96	\$ 142.770,86	0,58	\$ 82.622,03
4	\$ 54.388,90	\$ 598.277,91	\$ 81.583,35	\$ 135.972,25	0,48	\$ 65.573,04
5	\$ 54.388,90	\$ 543.889,01	\$ 74.784,74	\$ 129.173,64	0,40	\$ 51.911,99
6	\$ 54.388,90	\$ 489.500,11	\$ 67.986,13	\$ 122.375,03	0,33	\$ 40.983,15
7	\$ 54.388,90	\$ 435.111,21	\$ 61.187,51	\$ 115.576,41	0,28	\$ 32.255,26
8	\$ 54.388,90	\$ 380.722,30	\$ 54.388,90	\$ 108.777,80	0,23	\$ 25.298,24
9	\$ 54.388,90	\$ 326.333,40	\$ 47.590,29	\$ 101.979,19	0,19	\$ 19.764,25
10	\$ 54.388,90	\$ 271.944,50	\$ 40.791,68	\$ 95.180,58	0,16	\$ 15.372,19
11	\$ 54.388,90	\$ 217.555,60	\$ 33.993,06	\$ 88.381,96	0,13	\$ 11.895,15
12	\$ 54.388,90	\$ 163.166,70	\$ 27.194,45	\$ 81.583,35	0,11	\$ 9.150,12
13	\$ 54.388,90	\$ 108.777,80	\$ 20.395,84	\$ 74.784,74	0,09	\$ 6.989,67
14	\$ 54.388,90	\$ 54.388,90	\$ 13.597,23	\$ 67.986,13	0,08	\$ 5.295,21
15	\$ 54.388,90	\$ (0,00)	\$ 6.798,61	\$ 61.187,51	0,06	\$ 3.971,40
	\$ 815.833,51		\$ 815.833,51	\$ 1.631.667,02		\$ 605.256,13

Fuente: elaboración propia

Años	Capital	Rebaja de impuestos							Impuestos				FCD			
		Ingresos totales	Cost. De operación	Utilidad bruta	Intereses	Amorti.	Utilidad antes de impuestos	Partici. laboral 15%	Base imponible	Imp. A la renta 25%	Utilidad neta	PW 30%				
0	\$ (203.958)												\$ (203.958)	1	\$	
1		\$ 576.000	\$ 313.239	\$ 262.761	\$ 101.979	\$ 40.792	\$ 119.991	\$ 17.999	\$ 101.992	\$ 25.498	\$ 237.263	0,83	\$ 197.720			
2		\$ 604.800	\$ 328.900	\$ 275.900	\$ 95.181	\$ 40.792	\$ 139.927	\$ 20.989	\$ 118.938	\$ 29.735	\$ 246.165	0,69	\$ 170.948			
3		\$ 635.040	\$ 549.304	\$ 85.736	\$ 88.382	\$ 40.792	\$ (43.438)	\$ (6.516)	\$ (36.922)	\$ (9.230)	\$ 94.967	0,58	\$ 54.958			
4		\$ 666.792	\$ 345.345	\$ 321.447	\$ 81.583	\$ 40.792	\$ 199.071	\$ 29.861	\$ 169.211	\$ 42.303	\$ 279.144	0,48	\$ 134.618			
5		\$ 700.132	\$ 362.613	\$ 337.519	\$ 74.785	\$ 40.792	\$ 221.942	\$ 33.291	\$ 188.651	\$ 47.163	\$ 290.356	0,40	\$ 116.688			
6		\$ 735.138	\$ 584.702	\$ 150.436	\$ 67.986	\$ 40.792	\$ 41.659	\$ 6.249	\$ 35.410	\$ 8.852	\$ 141.584	0,33	\$ 47.416			
7		\$ 771.895	\$ 380.743	\$ 391.152	\$ 61.188	\$ 40.792	\$ 289.172	\$ 43.376	\$ 245.797	\$ 61.449	\$ 329.703	0,28	\$ 92.014			
8		\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	0,23	\$			

9		\$	851.014	623.728	227.286	47.590	40.792	138.904	20.836	118.069	29.517	197.769	0,19	38.329
10		\$	893.565	419.770	473.795	40.792	40.792	392.212	58.832	333.380	83.345	390.450	0,16	63.060
11		\$	938.243	440.758	497.485	33.993	40.792	422.700	63.405	359.295	89.824	407.661	0,13	54.866
12		\$	985.155	666.754	318.401	27.194	40.792	250.415	37.562	212.853	53.213	265.188	0,11	29.743
13		\$	1.034.413	462.796	571.617	20.396	40.792	510.430	76.564	433.865	108.466	463.151	0,09	43.288
14		\$	1.086.134	485.936	600.198	13.597	40.792	545.809	81.871	463.938	115.984	484.214	0,08	37.714
15		\$	1.140.441	714.191	426.250	6.799	40.792	378.659	56.799	321.860	80.465	345.785	0,06	22.443
16		\$	1.197.463	749.900	447.562	815.834	40.792	(409.063)	(61.359)	(347.704)	(86.926)	534.488	0,054	28.909
17		\$	1.257.336	787.396	469.940	-	40.792	429.149	64.372	364.776	91.194	378.746	0,05	17.071
18		\$	1.320.203	1.030.724	289.479	-	40.792	248.687	37.303	211.384	52.846	236.633	0,04	8.888
19		\$	1.386.213	826.765	559.447	-	40.792	518.656	77.798	440.857	110.214	449.233	0,03	14.061
20	\$	203.958	1.455.523	868.104	587.420	-	40.792	546.628	81.994	464.634	116.158	471.261	0,03	12.292

B/C 1,76

VAN	\$ 374.513
TIR	24%

Fuente: elaboración propia

impuestos

Años	Capital	Ingresos totales	Cost. De operación	Utilidad bruta	Intereses	Amorti.	Utilidad antes de impuestos	Partici. laboral 15%	Base imponible	Imp. A la renta 25%	Utilidad neta	PW 30%	FCD
0	\$ (203.958)										\$ (203.958)	1	\$ (203.958)
1		\$ 864.000	\$ 313.239	\$ 550.761	\$ 101.979	\$ 40.792	\$ 407.991	\$ 61.199	\$ 346.792	\$ 86.698	\$ 464.063	0,83	\$ 386.720
2		\$ 907.200	\$ 328.900	\$ 578.300	\$ 95.181	\$ 40.792	\$ 442.327	\$ 66.349	\$ 375.978	\$ 93.995	\$ 484.305	0,69	\$ 336.323
3		\$ 952.560	\$ 549.304	\$ 403.256	\$ 88.382	\$ 40.792	\$ 274.082	\$ 41.112	\$ 232.970	\$ 58.243	\$ 345.014	0,58	\$ 199.661
4		\$ 1.000.188	\$ 345.345	\$ 654.843	\$ 81.583	\$ 40.792	\$ 532.467	\$ 79.870	\$ 452.597	\$ 113.149	\$ 541.693	0,48	\$ 261.233
5		\$ 1.050.197	\$ 362.613	\$ 687.585	\$ 74.785	\$ 40.792	\$ 572.008	\$ 85.801	\$ 486.207	\$ 121.552	\$ 566.033	0,40	\$ 227.476
6		\$ 1.102.707	\$ 584.702	\$ 518.005	\$ 67.986	\$ 40.792	\$ 409.228	\$ 61.384	\$ 347.844	\$ 86.961	\$ 431.045	0,33	\$ 144.356
7		\$ 1.157.843	\$ 380.743	\$ 777.099	\$ 61.188	\$ 40.792	\$ 675.120	\$ 101.268	\$ 573.852	\$ 143.463	\$ 633.636	0,28	\$ 176.836
8		\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	0,23	\$

18.643.879 | 7.078.560

B/C | 2,63

	\$	
VAN	1.682.493	
TIR	47%	

Fuente: elaboración propia

\$	18.643.879
\$	7.078.560

B/C	2,63
-----	------

VAN	\$ 1.682.493
TIR	47%

Fuente: elaboración propia

Rebaja de impuestos

Impuestos

Años	Capital	Ingresos totales	Cost. De operación	Utilidad bruta	Intereses	Amortifi.	Utilidad antes de impuestos	Partici. laboral 15%	Base imponible	Imp. A la renta 25%	Utilidad neta	PW 30%	FCD
0	\$ (203.958)										\$ (203.958)	1	\$ (203.958)
1		\$ 1.152.000	\$ 313.239	\$ 838.761	\$ 101.979	\$ 40.792	\$ 695.991	\$ 104.399	\$ 591.592	\$ 147.898	\$ 690.863	0,83	\$ 575.720
2		\$ 1.209.600	\$ 328.900	\$ 880.700	\$ 95.181	\$ 40.792	\$ 744.727	\$ 111.709	\$ 633.018	\$ 158.255	\$ 722.445	0,69	\$ 501.698
3		\$ 1.270.080	\$ 549.304	\$ 720.776	\$ 88.382	\$ 40.792	\$ 591.602	\$ 88.740	\$ 502.862	\$ 125.716	\$ 595.061	0,58	\$ 344.364
4		\$ 1.333.584	\$ 345.345	\$ 988.239	\$ 81.583	\$ 40.792	\$ 865.863	\$ 129.880	\$ 735.984	\$ 183.996	\$ 804.243	0,48	\$ 387.848
5		\$ 1.400.263	\$ 362.613	\$ 1.037.650	\$ 74.785	\$ 40.792	\$ 922.074	\$ 138.311	\$ 783.763	\$ 195.941	\$ 841.710	0,40	\$ 338.264
6		\$ 1.470.276	\$ 584.702	\$ 885.575	\$ 67.986	\$ 40.792	\$ 776.797	\$ 116.520	\$ 660.277	\$ 165.069	\$ 720.505	0,33	\$ 241.296
7		\$ 1.543.790	\$ 380.743	\$ 1.163.047	\$ 61.188	\$ 40.792	\$ 1.061.068	\$ 159.160	\$ 901.907	\$ 225.477	\$ 937.570	0,28	\$ 261.659
8		\$ 1.620.980	\$ 399.781	\$ 1.221.199	\$ 54.389	\$ 40.792	\$ 1.126.019	\$ 168.903	\$ 957.116	\$ 239.279	\$ 981.920	0,23	\$ 228.363
9		\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	0,19	\$

10	1.787.130	419.770	1.367.361	40.792	40.792	1.285.777	192.867	1.092.911	273.228	1.094.133	0,16	176.709
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$		\$
11	1.876.487	440.758	1.435.729	33.993	40.792	1.360.944	204.142	1.156.802	289.201	1.146.528	0,13	154.309
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$		\$
12	1.970.311	666.754	1.303.557	27.194	40.792	1.235.570	185.336	1.050.235	262.559	1.040.998	0,11	116.755
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$		\$
13	2.068.826	462.796	1.606.031	20.396	40.792	1.544.843	231.726	1.313.117	328.279	1.277.751	0,09	119.424
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$		\$
14	2.172.268	485.936	1.686.332	13.597	40.792	1.631.943	244.791	1.387.152	346.788	1.339.544	0,08	104.332
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$		\$
15	2.280.881	714.191	1.566.690	6.799	40.792	1.519.100	227.865	1.291.235	322.809	1.243.882	0,06	80.735
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$		\$
16	2.394.925	749.900	1.645.025	815.834	40.792	788.400	118.260	670.140	167.535	1.477.490	0,054	79.914
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$		\$
17	2.514.672	787.396	1.727.276	-	40.792	1.686.484	252.973	1.433.512	358.378	1.368.898	0,05	61.701
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$		\$
18	2.640.405	1.030.724	1.609.681	-	40.792	1.568.890	235.333	1.333.556	333.389	1.276.292	0,04	47.939
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$		\$
19	2.772.425	826.765	1.945.660	-	40.792	1.904.868	285.730	1.619.138	404.785	1.540.876	0,03	48.231
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$		\$
20	2.911.047	868.104	2.042.943	-	40.792	2.002.151	300.323	1.701.829	425.457	1.617.486	0,03	42.191
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$		\$
	203.958											

\$	24.858.505	\$	7.078.560
----	------------	----	-----------

VAN	\$	2.990.473
-----	----	-----------

Fuente: elaboración propia]

Años	Capital	Rebaja de impuestos						Impuestos					PW 30%	FCD			
		Ingresos totales	Cost. De operación	Utilidad bruta	Intereses	Amorti.	Utilidad antes de impuestos	Partici. laboral 15%	Base imponible	Imp. A la renta 25%	Utilidad neta						
0	\$ (203.958)														\$ (203.958)	1	\$ (203.958)
1	\$ 1.728.000	\$ 313.239	\$ 1.414.761	\$ 101.979	\$ 40.792	\$ 1.271.991	\$ 190.799	\$ 1.081.192	\$ 270.298	\$ 1.144.463	\$ 0,83	\$ 953.720					
2	\$ 1.814.400	\$ 328.900	\$ 1.485.500	\$ 95.181	\$ 40.792	\$ 1.349.527	\$ 202.429	\$ 1.147.098	\$ 286.775	\$ 1.198.725	\$ 0,69	\$ 832.448					
3	\$ 1.905.120	\$ 549.304	\$ 1.355.816	\$ 88.382	\$ 40.792	\$ 1.226.642	\$ 183.996	\$ 1.042.646	\$ 260.662	\$ 1.095.155	\$ 0,58	\$ 633.770					
4	\$ 2.000.376	\$ 345.345	\$ 1.655.031	\$ 81.583	\$ 40.792	\$ 1.532.655	\$ 229.898	\$ 1.302.757	\$ 325.689	\$ 1.329.341	\$ 0,48	\$ 641.079					
5	\$ 2.100.395	\$ 362.613	\$ 1.737.782	\$ 74.785	\$ 40.792	\$ 1.622.206	\$ 243.331	\$ 1.378.875	\$ 344.719	\$ 1.393.063	\$ 0,40	\$ 559.841					
6	\$ 2.205.415	\$ 584.702	\$ 1.620.713	\$ 67.986	\$ 40.792	\$ 1.511.935	\$ 226.790	\$ 1.285.145	\$ 321.286	\$ 1.299.427	\$ 0,33	\$ 435.175					
7	\$ 2.315.685	\$ 380.743	\$ 1.934.942	\$ 61.188	\$ 40.792	\$ 1.832.963	\$ 274.944	\$ 1.558.018	\$ 389.505	\$ 1.545.437	\$ 0,28	\$ 431.303					
8	\$ 2.431.470	\$ 399.781	\$ 2.031.689	\$ 54.389	\$ 40.792	\$ 1.936.508	\$ 290.476	\$ 1.646.032	\$ 411.508	\$ 1.620.181	\$ 0,23	\$ 376.802					
9	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$ 0,19	\$					

Fuente: elaboración propia

Años	Capital	Rebaja de impuestos						Impuestos					PW 30%	FCD			
		Ingresos totales	Cost. De operación	Utilidad bruta	Intereses	Amorti.	Utilidad antes de impuestos	Partici. laboral 15%	Base imponible	Imp. A la renta 25%	Utilidad neta						
0	\$ (203.958)														\$ (203.958)	1	\$ (203.958)
1	\$ 691.200	\$ 347.401	\$ 343.799	\$ 101.979	\$ 40.792	\$ 201.028	\$ 30.154	\$ 170.874	\$ 42.719	\$ 301.081					\$ 301.081	0,83	\$ 250.901
2	\$ 725.760	\$ 364.771	\$ 360.989	\$ 95.181	\$ 40.792	\$ 225.017	\$ 33.753	\$ 191.264	\$ 47.816	\$ 313.173					\$ 313.173	0,69	\$ 217.481
3	\$ 762.048	\$ 586.968	\$ 175.080	\$ 88.382	\$ 40.792	\$ 45.907	\$ 6.886	\$ 39.021	\$ 9.755	\$ 165.325					\$ 165.325	0,58	\$ 95.674
4	\$ 800.150	\$ 383.009	\$ 417.141	\$ 81.583	\$ 40.792	\$ 294.766	\$ 44.215	\$ 250.551	\$ 62.638	\$ 354.503					\$ 354.503	0,48	\$ 170.960
5	\$ 840.158	\$ 402.160	\$ 437.998	\$ 74.785	\$ 40.792	\$ 322.422	\$ 48.363	\$ 274.058	\$ 68.515	\$ 369.483					\$ 369.483	0,40	\$ 148.487
6	\$ 882.166	\$ 626.226	\$ 255.940	\$ 67.986	\$ 40.792	\$ 147.162	\$ 22.074	\$ 125.087	\$ 31.272	\$ 224.668					\$ 224.668	0,33	\$ 75.241
7	\$ 926.274	\$ 422.268	\$ 504.006	\$ 61.188	\$ 40.792	\$ 402.027	\$ 60.304	\$ 341.723	\$ 85.431	\$ 418.575					\$ 418.575	0,28	\$ 116.817
8	\$ 972.588	\$ 443.381	\$ 529.207	\$ 54.389	\$ 40.792	\$ 434.026	\$ 65.104	\$ 368.922	\$ 92.231	\$ 436.976					\$ 436.976	0,23	\$ 101.627
9	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$					\$	0,19	\$

10	\$ 1,072,278	\$ 465,550	\$ 606,728	\$ 40,792	\$ 525,144	\$ 78,772	\$ 446,373	\$ 111,593	\$ 495,135	\$ 0,16	\$ 79,967
11	\$ 1,125,892	\$ 488,828	\$ 637,064	\$ 33,993	\$ 562,279	\$ 84,342	\$ 477,937	\$ 119,484	\$ 517,580	\$ 0,13	\$ 69,660
12	\$ 1,182,187	\$ 717,228	\$ 464,959	\$ 27,194	\$ 396,973	\$ 59,546	\$ 337,427	\$ 84,357	\$ 380,602	\$ 0,11	\$ 42,687
13	\$ 1,241,296	\$ 513,269	\$ 728,027	\$ 20,396	\$ 666,839	\$ 100,026	\$ 566,813	\$ 141,703	\$ 586,323	\$ 0,09	\$ 54,800
14	\$ 1,303,361	\$ 538,933	\$ 764,428	\$ 13,597	\$ 710,039	\$ 106,506	\$ 603,533	\$ 150,883	\$ 613,545	\$ 0,08	\$ 47,787
15	\$ 1,368,529	\$ 769,838	\$ 598,691	\$ 6,799	\$ 551,101	\$ 82,665	\$ 468,436	\$ 117,109	\$ 481,582	\$ 0,06	\$ 31,257
16	\$ 1,436,955	\$ 808,330	\$ 628,626	\$ 815,834	\$ (228,000)	\$ (34,200)	\$ (193,800)	\$ (48,450)	\$ 677,075	\$ 0,054	\$ 36,622
17	\$ 1,508,803	\$ 848,746	\$ 660,057	\$ -	\$ 619,265	\$ 92,890	\$ 526,375	\$ 131,594	\$ 528,463	\$ 0,05	\$ 23,820
18	\$ 1,584,243	\$ 1,095,142	\$ 489,101	\$ -	\$ 448,310	\$ 67,246	\$ 381,063	\$ 95,266	\$ 393,836	\$ 0,04	\$ 14,793
19	\$ 1,663,455	\$ 891,183	\$ 772,272	\$ -	\$ 731,480	\$ 109,722	\$ 621,758	\$ 155,440	\$ 616,832	\$ 0,03	\$ 19,307
20	\$ 203,958	\$ 935,743	\$ 810,885	\$ -	\$ 770,094	\$ 115,514	\$ 654,580	\$ 163,645	\$ 647,240	\$ 0,03	\$ 16,883

\$ 14,915,103	\$ 7,739,338
---------------	--------------

VAN	\$ 751,450
-----	------------

Fuente: elaboración propia

Años	Capital	Rebaja de impuestos							Impuestos				PW 30%	FCD		
		Ingresos totales	Cost. De operación	Utilidad bruta	Intereses	Amorti.	Utilidad antes de impuestos	Partici. laboral 15%	Base imponible	Imp. A la renta 25%	Utilidad neta					
0	\$ (203.958)													\$ (203.958)	1	\$ (203.958)
1	\$ 1.036.800	\$ 347.401	\$ 689.399	\$ 101.979	\$ 40.792	\$ 546.628	\$ 81.994	\$ 464.634	\$ 116.159	\$ 573.241	\$ 0,83	\$ 477.701				
2	\$ 1.088.640	\$ 364.771	\$ 723.869	\$ 95.181	\$ 40.792	\$ 587.897	\$ 88.185	\$ 499.712	\$ 124.928	\$ 598.941	\$ 0,69	\$ 415.931				
3	\$ 1.143.072	\$ 586.968	\$ 556.104	\$ 88.382	\$ 40.792	\$ 426.931	\$ 64.040	\$ 362.891	\$ 90.723	\$ 465.381	\$ 0,58	\$ 269.318				
4	\$ 1.200.226	\$ 383.009	\$ 817.216	\$ 81.583	\$ 40.792	\$ 694.841	\$ 104.226	\$ 590.615	\$ 147.654	\$ 669.562	\$ 0,48	\$ 322.899				
5	\$ 1.260.237	\$ 402.160	\$ 858.077	\$ 74.785	\$ 40.792	\$ 742.501	\$ 111.375	\$ 631.125	\$ 157.781	\$ 700.296	\$ 0,40	\$ 281.433				
6	\$ 1.323.249	\$ 626.226	\$ 697.022	\$ 67.986	\$ 40.792	\$ 588.245	\$ 88.237	\$ 500.008	\$ 125.002	\$ 572.020	\$ 0,33	\$ 191.569				
7	\$ 1.389.411	\$ 422.268	\$ 967.143	\$ 61.188	\$ 40.792	\$ 865.164	\$ 129.775	\$ 735.389	\$ 183.847	\$ 783.296	\$ 0,28	\$ 218.604				
8	\$ 1.458.882	\$ 443.381	\$ 1.015.500	\$ 54.389	\$ 40.792	\$ 920.320	\$ 138.048	\$ 782.272	\$ 195.568	\$ 819.932	\$ 0,23	\$ 190.690				
9	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$ 0,19	\$				

10	1.608.417	465.550	1.142.867	40.792	1.061.283	159.193	902.091	225.523	917.344	0,16	148.156
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$		\$
11	1.688.838	488.828	1.200.010	33.993	1.125.225	168.784	956.442	239.110	960.900	0,13	129.326
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$		\$
12	1.773.280	717.228	1.056.052	27.194	988.066	148.210	839.856	209.964	846.088	0,11	94.894
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$		\$
13	1.861.944	513.269	1.348.675	20.396	1.287.487	193.123	1.094.364	273.591	1.075.084	0,09	100.481
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$		\$
14	1.955.041	538.933	1.416.108	13.597	1.361.719	204.258	1.157.462	289.365	1.126.743	0,08	87.758
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$		\$
15	2.052.793	769.838	1.282.955	6.799	1.235.365	185.305	1.050.060	262.515	1.020.440	0,06	66.232
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$		\$
16	2.155.433	808.330	1.347.103	815.834	490.478	73.572	416.906	104.227	1.242.877	0,054	67.225
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$		\$
17	2.263.204	848.746	1.414.458	-	1.373.667	206.050	1.167.617	291.904	1.122.554	0,05	50.597
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$		\$
18	2.376.365	1.095.142	1.281.223	-	1.240.431	186.065	1.054.366	263.592	1.017.631	0,04	38.223
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$		\$
19	2.495.183	891.183	1.603.999	-	1.563.208	234.481	1.328.727	332.182	1.271.818	0,03	39.809
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$		\$
20	2.619.942	935.743	1.684.199	-	1.643.408	246.511	1.396.897	349.224	1.334.975	0,03	34.822
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$		\$

\$	22.372.655
\$	7.739.338

VAN	\$ 2.321.026

Fuente: elaboración propia

Impuestos

Rebaja de impuestos

Años	Capital	Rebaja de impuestos							Impuestos				FCD			
		Ingresos totales	Cost. De operación	Utilidad bruta	Intereses	Amorti.	Utilidad antes de impuestos	Partici. laboral 15%	Base imponible	Imp. A la renta 25%	Utilidad neta	PW 30%				
0	\$ (203.958)													\$ (203.958)	1	\$ (203.958)
1	\$ 1.382.400	\$ 347.401	\$ 1.034.999	\$ 101.979	\$ 40.792	\$ 892.228	\$ 133.834	\$ 758.394	\$ 189.599	\$ 845.401	0,83	\$ 704.501				
2	\$ 1.451.520	\$ 364.771	\$ 1.086.749	\$ 95.181	\$ 40.792	\$ 950.777	\$ 142.617	\$ 808.160	\$ 202.040	\$ 884.709	0,69	\$ 614.381				
3	\$ 1.524.096	\$ 586.968	\$ 937.128	\$ 88.382	\$ 40.792	\$ 807.955	\$ 121.193	\$ 686.761	\$ 171.690	\$ 765.438	0,58	\$ 442.962				
4	\$ 1.600.301	\$ 383.009	\$ 1.217.291	\$ 81.583	\$ 40.792	\$ 1.094.916	\$ 164.237	\$ 930.679	\$ 232.670	\$ 984.622	0,48	\$ 474.837				
5	\$ 1.680.316	\$ 402.160	\$ 1.278.156	\$ 74.785	\$ 40.792	\$ 1.162.580	\$ 174.387	\$ 988.193	\$ 247.048	\$ 1.031.108	0,40	\$ 414.379				
6	\$ 1.764.332	\$ 626.226	\$ 1.138.105	\$ 67.986	\$ 40.792	\$ 1.029.328	\$ 154.399	\$ 874.928	\$ 218.732	\$ 919.373	0,33	\$ 307.896				
7	\$ 1.852.548	\$ 422.268	\$ 1.430.280	\$ 61.188	\$ 40.792	\$ 1.328.301	\$ 199.245	\$ 1.129.056	\$ 282.264	\$ 1.148.016	0,28	\$ 320.390				
8	\$ 1.945.176	\$ 443.381	\$ 1.501.794	\$ 54.389	\$ 40.792	\$ 1.406.614	\$ 210.992	\$ 1.195.622	\$ 298.905	\$ 1.202.889	0,23	\$ 279.754				
9	\$ 2.042.434	\$ 669.509	\$ 1.372.926	\$ 47.590	\$ 40.792	\$ 1.284.544	\$ 192.682	\$ 1.091.862	\$ 272.966	\$ 1.099.960	0,19	\$ 213.180				

11	\$	2.251.784	\$	488.828	\$	1.762.956	\$	33.993	\$	40.792	\$	1.688.171	\$	253.226	\$	1.434.946	\$	358.736	\$	1.404.220	\$	0,13	\$	188.991
12	\$	2.364.373	\$	717.228	\$	1.647.146	\$	27.194	\$	40.792	\$	1.579.159	\$	236.874	\$	1.342.285	\$	335.571	\$	1.311.574	\$	0,11	\$	147.102
13	\$	2.482.592	\$	513.269	\$	1.969.323	\$	20.396	\$	40.792	\$	1.908.135	\$	286.220	\$	1.621.915	\$	405.479	\$	1.563.844	\$	0,09	\$	146.163
14	\$	2.606.721	\$	538.933	\$	2.067.789	\$	13.597	\$	40.792	\$	2.013.400	\$	302.010	\$	1.711.390	\$	427.847	\$	1.639.941	\$	0,08	\$	127.729
15	\$	2.737.057	\$	769.838	\$	1.967.220	\$	6.799	\$	40.792	\$	1.919.629	\$	287.944	\$	1.631.685	\$	407.921	\$	1.559.298	\$	0,06	\$	101.207
16	\$	2.873.910	\$	808.330	\$	2.065.581	\$	815.834	\$	40.792	\$	1.208.956	\$	181.343	\$	1.027.612	\$	256.903	\$	1.808.678	\$	0,054	\$	97.828
17	\$	3.017.606	\$	848.746	\$	2.168.860	\$	-	\$	40.792	\$	2.128.068	\$	319.210	\$	1.808.858	\$	452.214	\$	1.716.645	\$	0,05	\$	77.375
18	\$	3.168.486	\$	1.095.142	\$	2.073.344	\$	-	\$	40.792	\$	2.032.553	\$	304.883	\$	1.727.670	\$	431.917	\$	1.641.427	\$	0,04	\$	61.654
19	\$	3.326.910	\$	891.183	\$	2.435.727	\$	-	\$	40.792	\$	2.394.935	\$	359.240	\$	2.035.695	\$	508.924	\$	1.926.803	\$	0,03	\$	60.311
20	\$	3.493.256	\$	935.743	\$	2.557.513	\$	-	\$	40.792	\$	2.516.722	\$	377.508	\$	2.139.213	\$	534.803	\$	2.022.710	\$	0,03	\$	52.760

\$	29.830.206	\$	7.739.338
----	------------	----	-----------

B/C	3,85
-----	------

	\$	3.890.602
VAN		
TIR		85%

Fuente: elaboración propia

Años	Capital	Rebaja de impuestos						Impuestos				PW 30%	FCD			
		Ingresos totales	Cost. De operación	Utilidad bruta	Intereses	Amorti.	Utilidad antes de impuestos	Partici. laboral 15%	Base imponible	Imp. A la renta 25%	Utilidad neta					
0	\$ (203.958)													\$ (203.958)	1	\$ (203.958)
1	\$ 2.073.600	\$ 347.401	\$ 1.726.199	\$ 101.979	\$ 40.792	\$ 1.583.428	\$ 237.514	\$ 1.345.914	\$ 336.479	\$ 1.389.721	\$ 235.500	\$ 1.158.221	\$ 333.626	\$ 1.365.551	0,83	\$ 1.158.101
2	\$ 2.177.280	\$ 364.771	\$ 1.812.509	\$ 95.181	\$ 40.792	\$ 1.676.537	\$ 251.481	\$ 1.425.056	\$ 356.264	\$ 1.456.245	\$ 235.500	\$ 1.334.502	\$ 402.702	\$ 1.614.740	0,69	\$ 1.011.281
3	\$ 2.286.144	\$ 586.968	\$ 1.699.176	\$ 88.382	\$ 40.792	\$ 1.570.003	\$ 284.260	\$ 1.610.807	\$ 425.582	\$ 1.692.732	\$ 284.260	\$ 1.610.807	\$ 425.582	\$ 1.692.732	0,58	\$ 790.249
4	\$ 2.400.451	\$ 383.009	\$ 2.017.442	\$ 81.583	\$ 40.792	\$ 1.895.067	\$ 300.411	\$ 1.702.327	\$ 406.192	\$ 1.614.079	\$ 300.411	\$ 1.702.327	\$ 406.192	\$ 1.614.079	0,48	\$ 778.713
5	\$ 2.520.474	\$ 402.160	\$ 2.118.314	\$ 74.785	\$ 40.792	\$ 2.002.737	\$ 286.724	\$ 1.624.769	\$ 479.097	\$ 1.877.457	\$ 286.724	\$ 1.624.769	\$ 479.097	\$ 1.877.457	0,40	\$ 680.271
6	\$ 2.646.497	\$ 626.226	\$ 2.020.271	\$ 67.986	\$ 40.792	\$ 1.911.493	\$ 338.186	\$ 1.916.389	\$ 505.580	\$ 1.968.802	\$ 338.186	\$ 1.916.389	\$ 505.580	\$ 1.968.802	0,33	\$ 540.552
7	\$ 2.778.822	\$ 422.268	\$ 2.356.554	\$ 61.188	\$ 40.792	\$ 2.254.575	\$ 356.880	\$ 2.022.321	\$ 1.968.802	\$ 1.968.802	\$ 356.880	\$ 2.022.321	\$ 1.968.802	\$ 1.968.802	0,28	\$ 523.964
8	\$ 2.917.763	\$ 443.381	\$ 2.474.382	\$ 54.389	\$ 40.792	\$ 2.379.202	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	0,23	\$ 457.880
9	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	0,19	\$

	\$	3.377.676	\$	488.828	\$	2.888.848	\$	33.993	\$	40.792	\$	2.814.063	\$	422.109	\$	2.391.954	\$	597.988	\$	2.290.860	\$	0,13	\$	308.322
11	\$	3.546.560	\$	717.228	\$	2.829.332	\$	27.194	\$	40.792	\$	2.761.346	\$	414.202	\$	2.347.144	\$	586.786	\$	2.242.546	\$	0,11	\$	251.516
12	\$	3.723.888	\$	513.269	\$	3.210.618	\$	20.396	\$	40.792	\$	3.149.431	\$	472.415	\$	2.677.016	\$	669.254	\$	2.541.364	\$	0,09	\$	237.526
13	\$	3.910.082	\$	538.933	\$	3.371.149	\$	13.597	\$	40.792	\$	3.316.760	\$	497.514	\$	2.819.246	\$	704.812	\$	2.666.338	\$	0,08	\$	207.672
14	\$	4.105.586	\$	769.838	\$	3.335.748	\$	6.799	\$	40.792	\$	3.288.158	\$	493.224	\$	2.794.934	\$	698.734	\$	2.637.015	\$	0,06	\$	171.157
15	\$	4.310.865	\$	808.330	\$	3.502.536	\$	815.834	\$	40.792	\$	2.645.911	\$	396.887	\$	2.249.024	\$	562.256	\$	2.940.280	\$	0,054	\$	159.034
16	\$	4.526.409	\$	848.746	\$	3.677.663	\$	-	\$	40.792	\$	3.636.871	\$	545.531	\$	3.091.340	\$	772.835	\$	2.904.828	\$	0,05	\$	130.930
17	\$	4.752.729	\$	1.095.142	\$	3.657.587	\$	-	\$	40.792	\$	3.616.796	\$	542.519	\$	3.074.276	\$	768.569	\$	2.889.018	\$	0,04	\$	108.515
18	\$	4.990.366	\$	891.183	\$	4.099.182	\$	-	\$	40.792	\$	4.058.391	\$	608.759	\$	3.449.632	\$	862.408	\$	3.236.774	\$	0,03	\$	101.314
19	\$	5.239.884	\$	935.743	\$	4.304.141	\$	-	\$	40.792	\$	4.263.350	\$	639.502	\$	3.623.847	\$	905.962	\$	3.398.180	\$	0,03	\$	88.638
20	\$	203.958																						

\$	44.745.309	\$	7.739.338
----	------------	----	-----------

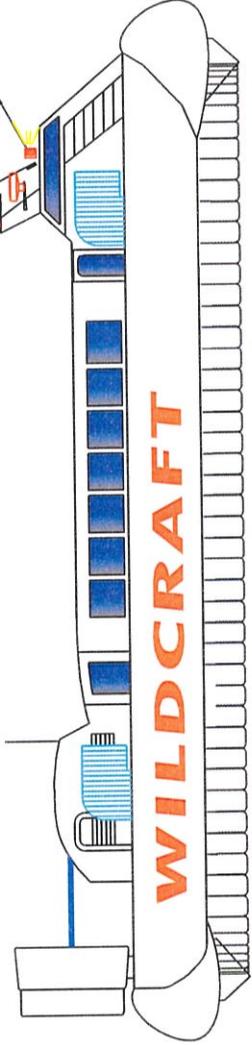
	\$	7.029.754
	VAN	

Fuente: elaboración propia

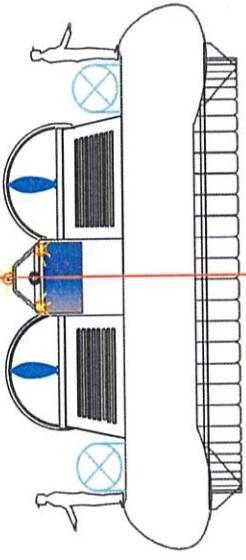
ANEXO G

PLANOS DE LA EMBARCACIÓN.

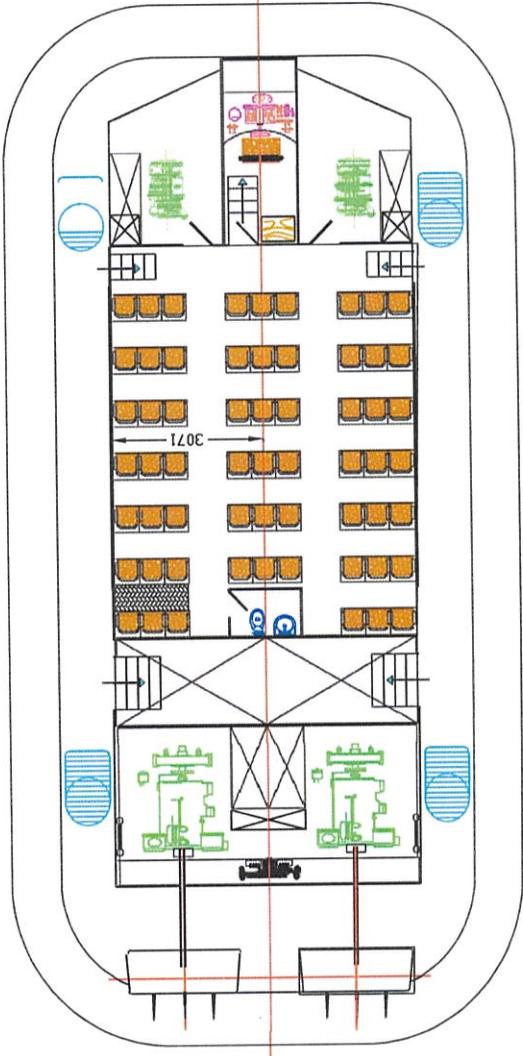
VISTA LONGITUDINAL



VISTA TRANSVERSAL

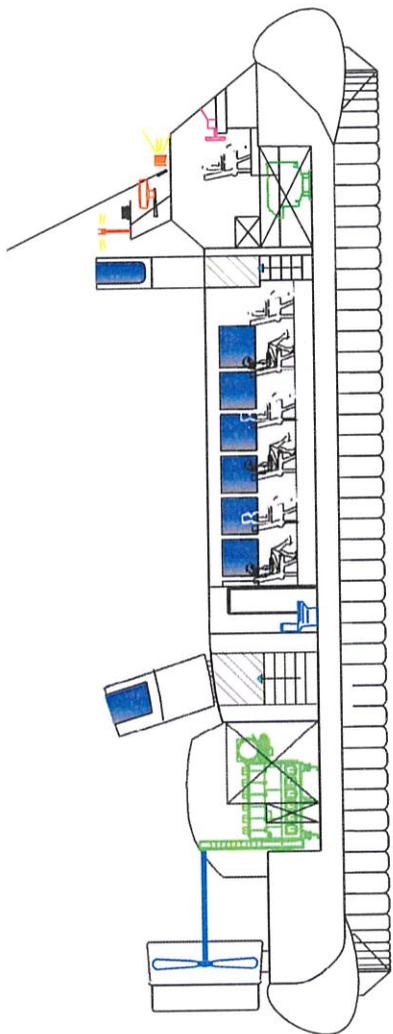


VISTA DE PLANTA



ESLOVA MARCA VENCIDOR CAPACIDAD	3550 (L) 245 (L) 50 (L) DE PAPA (GEO)
WILDCRAFT	
	
UNIVERSIDAD DEL PINAR DEL RÍO INSTITUTO TECNOLÓGICO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS	
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE SISTEMAS INSTITUTO TECNOLÓGICO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS	

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9



CORTE EN CRUJÍA



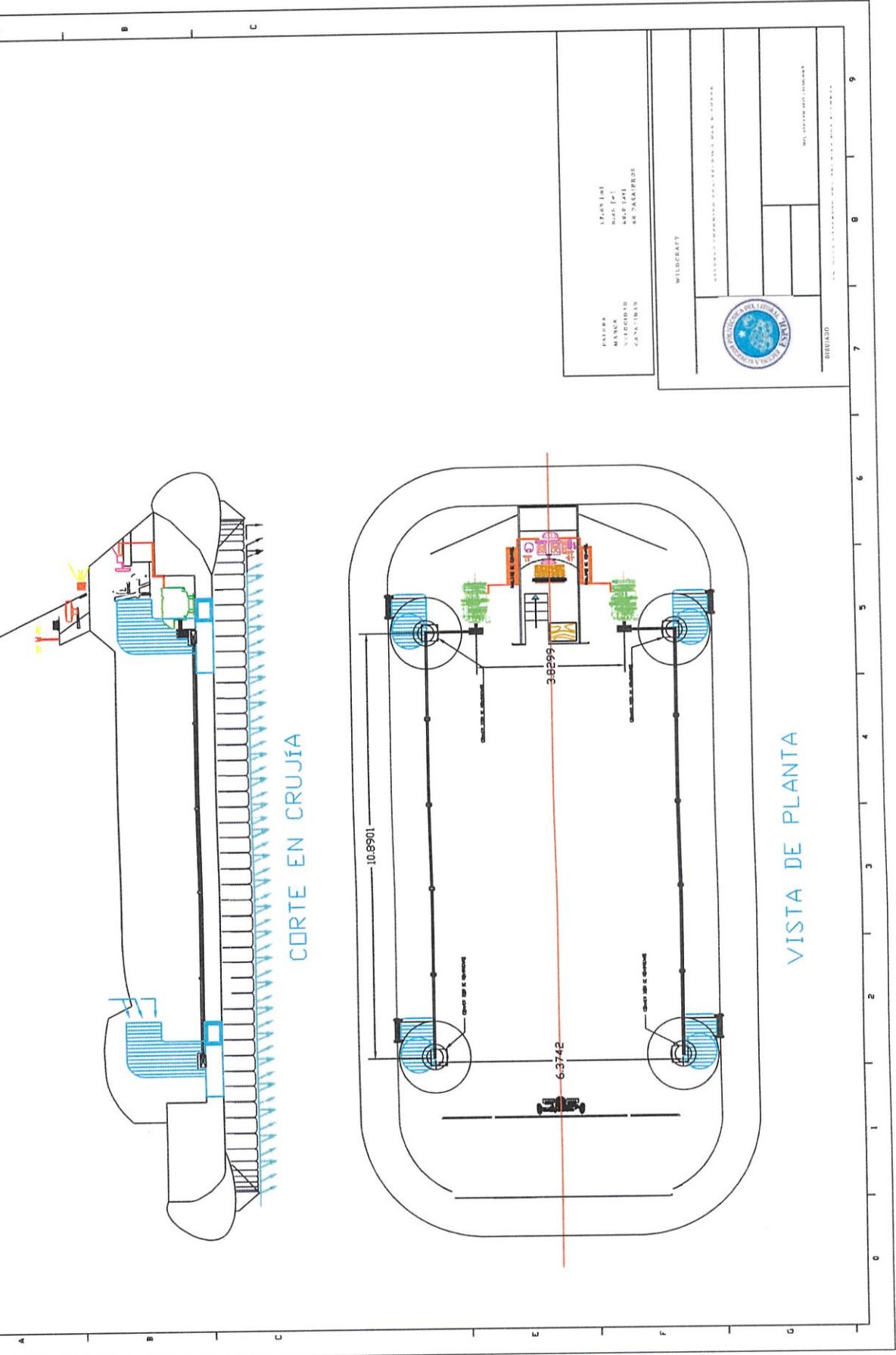
ESCUELA
 MATERIAL
 SUELOS
 ESTRUCTURAS
 CÁLCULO

WILDEKRAFT



UNIVERSITÄT
 WILDEKRAFT

UNIVERSITÄT WILDEKRAFT
 UNIVERSITÄT WILDEKRAFT



CORTE EN CRUJÍA

VISTA DE PLANTA

FUENTE:
 MANEJO:
 VIGILANCIA:
 CANT. 10/13

TITULO I (A)
 N.º 101
 CANT. 10/13

WILDCRAFT

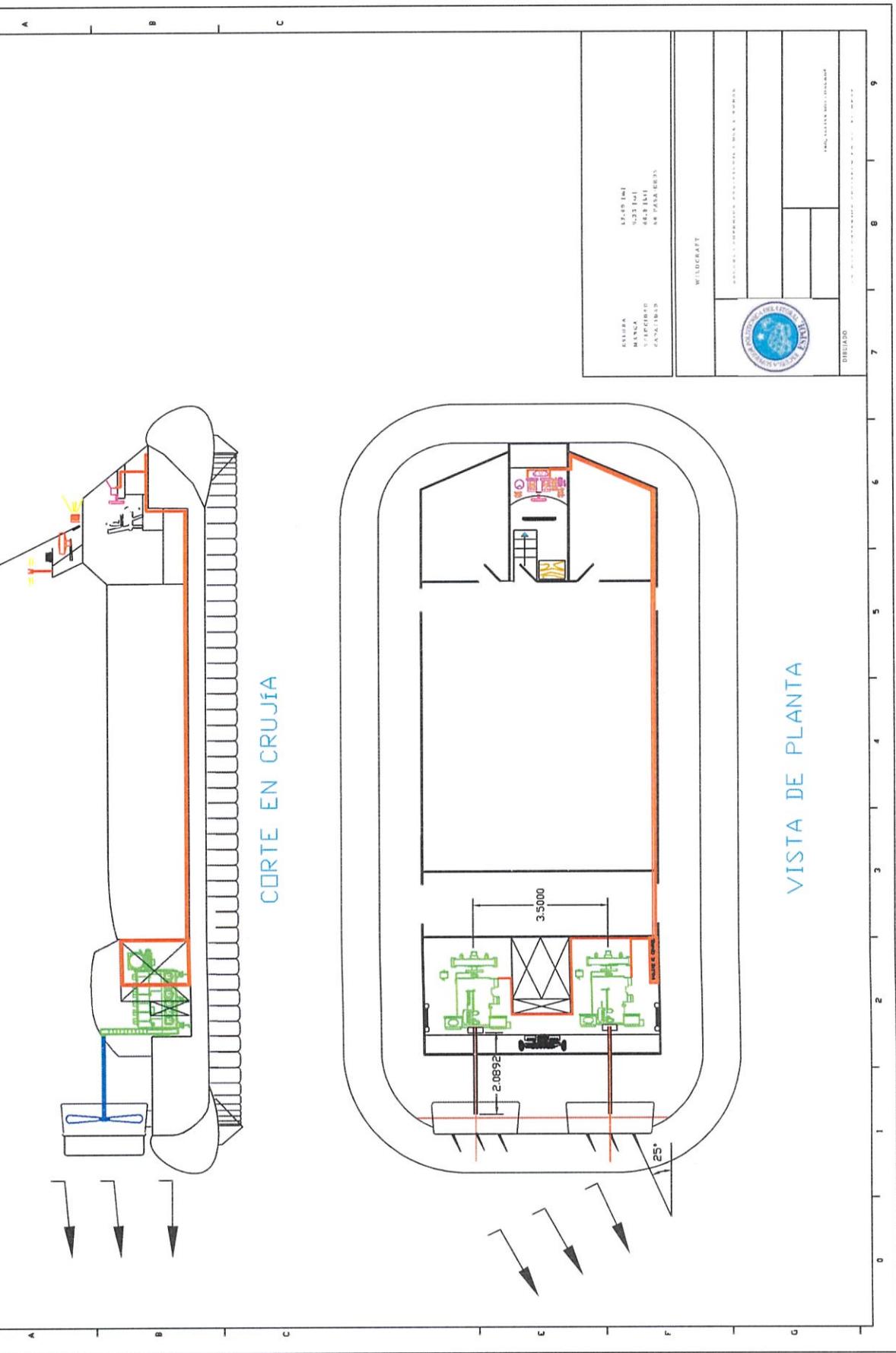


INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

DISEÑADO:
 WILDCRAFT

PLAN DE OBRAS:
 PLAN DE OBRAS

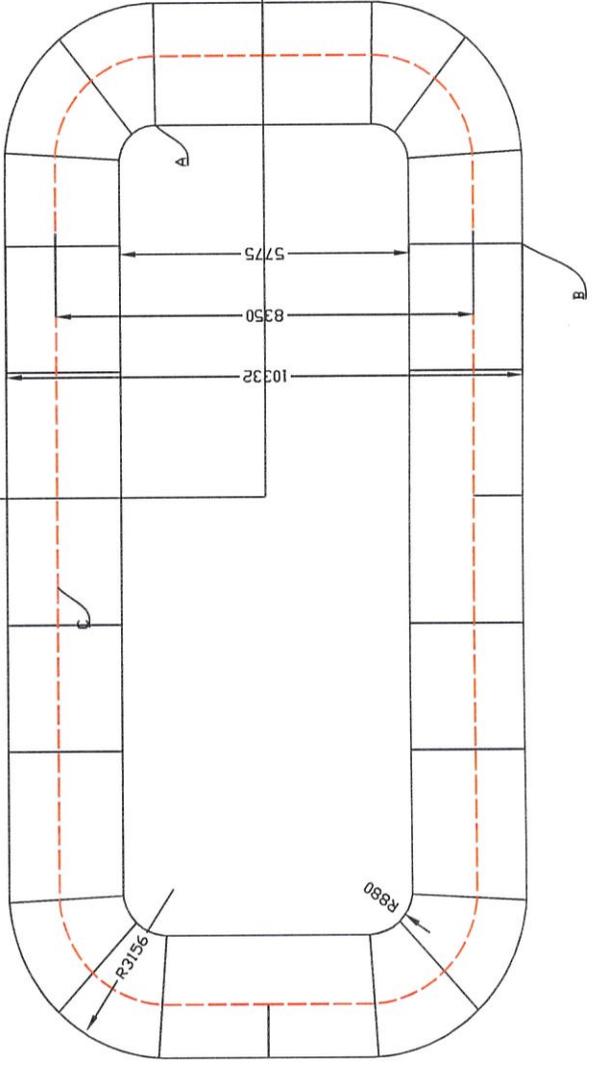
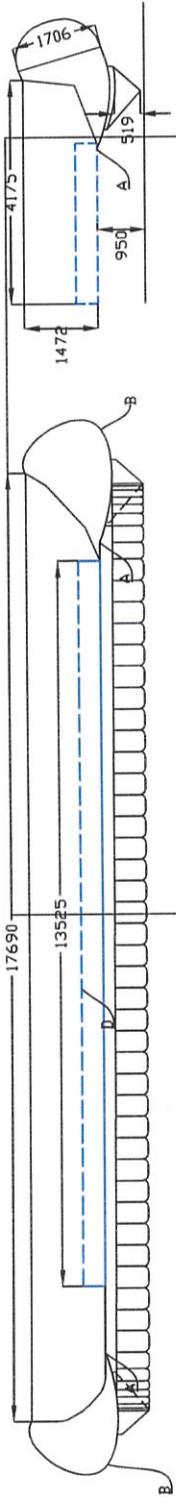
N.º 101
 CANT. 10/13



CORTE EN CRUZÍA

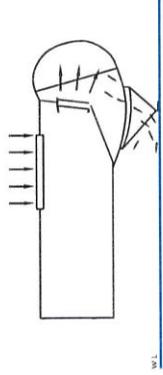
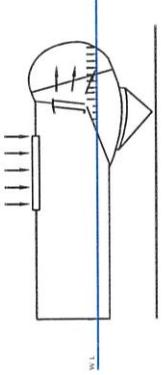
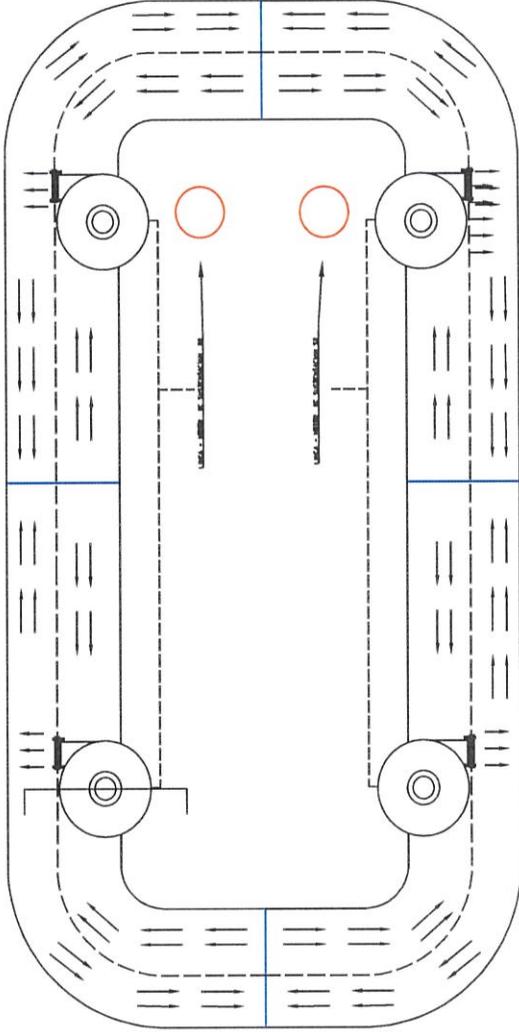
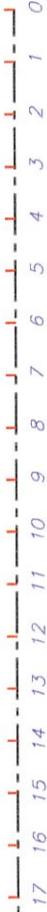
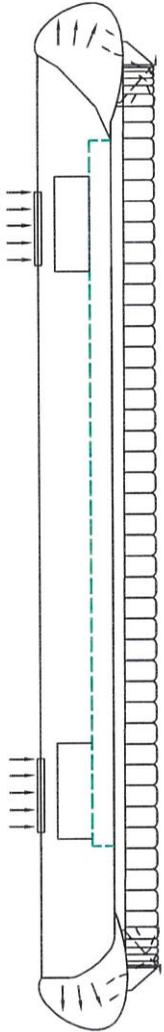
VISTA DE PLANTA

ESTUDIA MANEJA VERIFICA CANTIDAD	47,48 (m) 9,23 (m) 44,8 (m) 48 PASADIZOS
WILDCRAFT	
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA	
	
DISEÑADO	
4000, 4000, 4000, 4000	
100, 100, 100, 100, 100, 100, 100, 100	



DETALLE	
A	BOLSA INTERIOR
B	BOLSA EXTERIOR
C	CONEXIÓN
D	TANQUE DE BOYANTEZ

SLODRA MANOJA ZOOGRABO ALTURA EN SUSSENERGOS 8.146 (m)	(T) 05 151 (F) 25 101 (M) 25 101 (R) 25 101
WILDCRAFT	
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS CIENTÍFICOS	
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y ESTUDIOS	
BIBLIOTECA	



UNIVERSITÀ MANGA VELOCITÀ VELOCITÀ / VELOCITÀ 318 (100/100)		1742 (10) 828 (10) 318 (100/100)	
		WILDCRAFT	
UNIVERSITÀ DEL SALENTO UNIVERSITÀ DEL SALENTO		UNIVERSITÀ DEL SALENTO	
UNIVERSITÀ DEL SALENTO		UNIVERSITÀ DEL SALENTO	

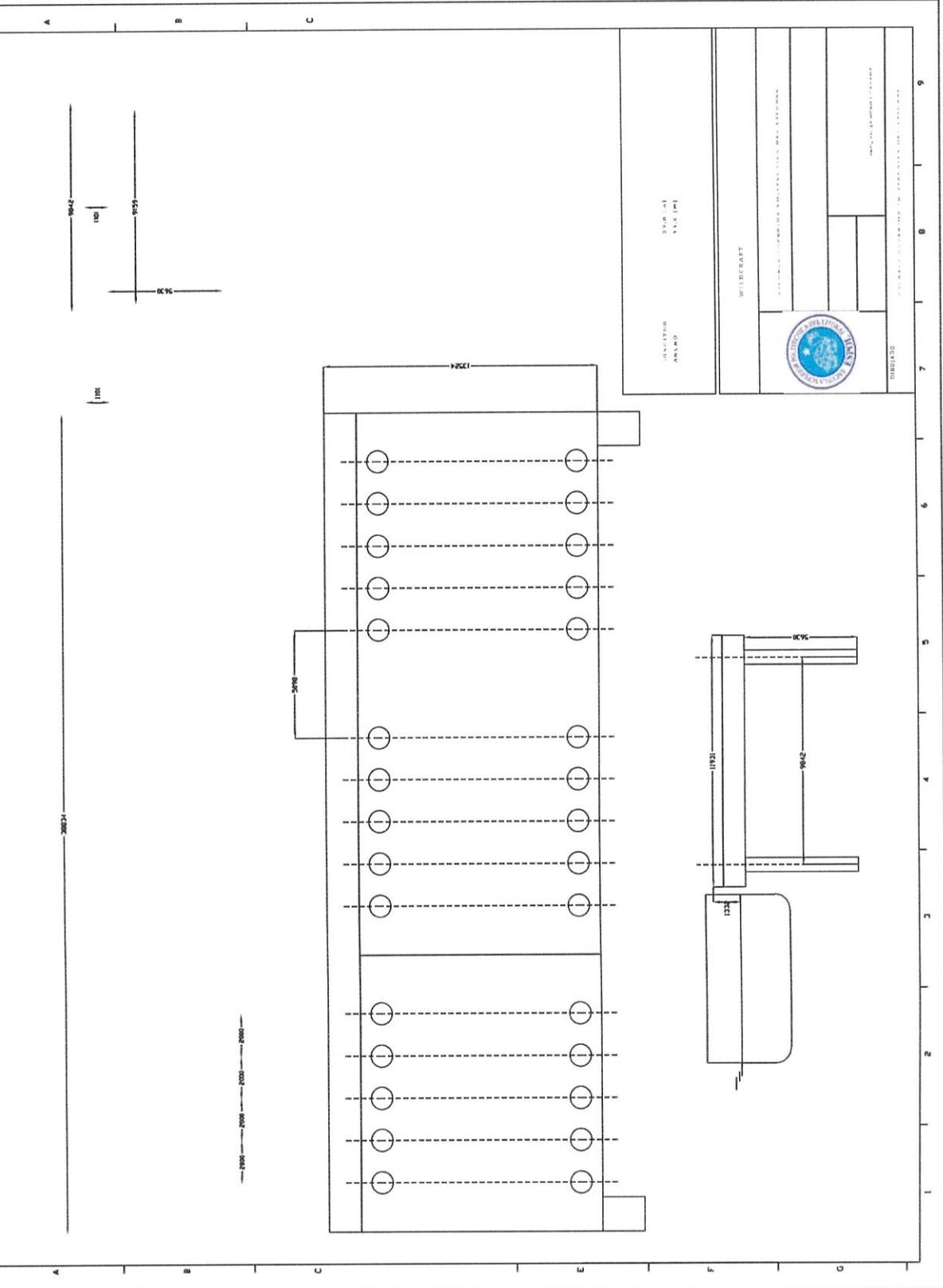
A B C

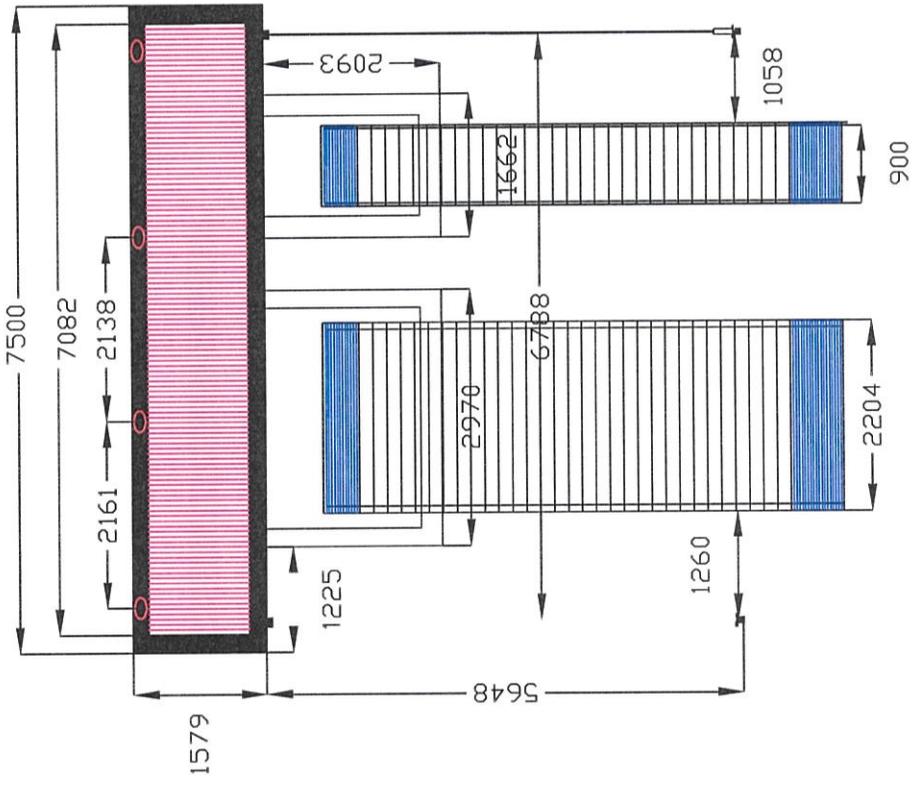
A B C D E F G

1 2 3 4 5 6 7 8 9

ANEXO H

ESQUEMAS PORTUARIOS.





PROJEKT
ANLEGE
TITEL

WELDKRAFT

VERGLEICHENDE STUDIEN DER VERFAHREN

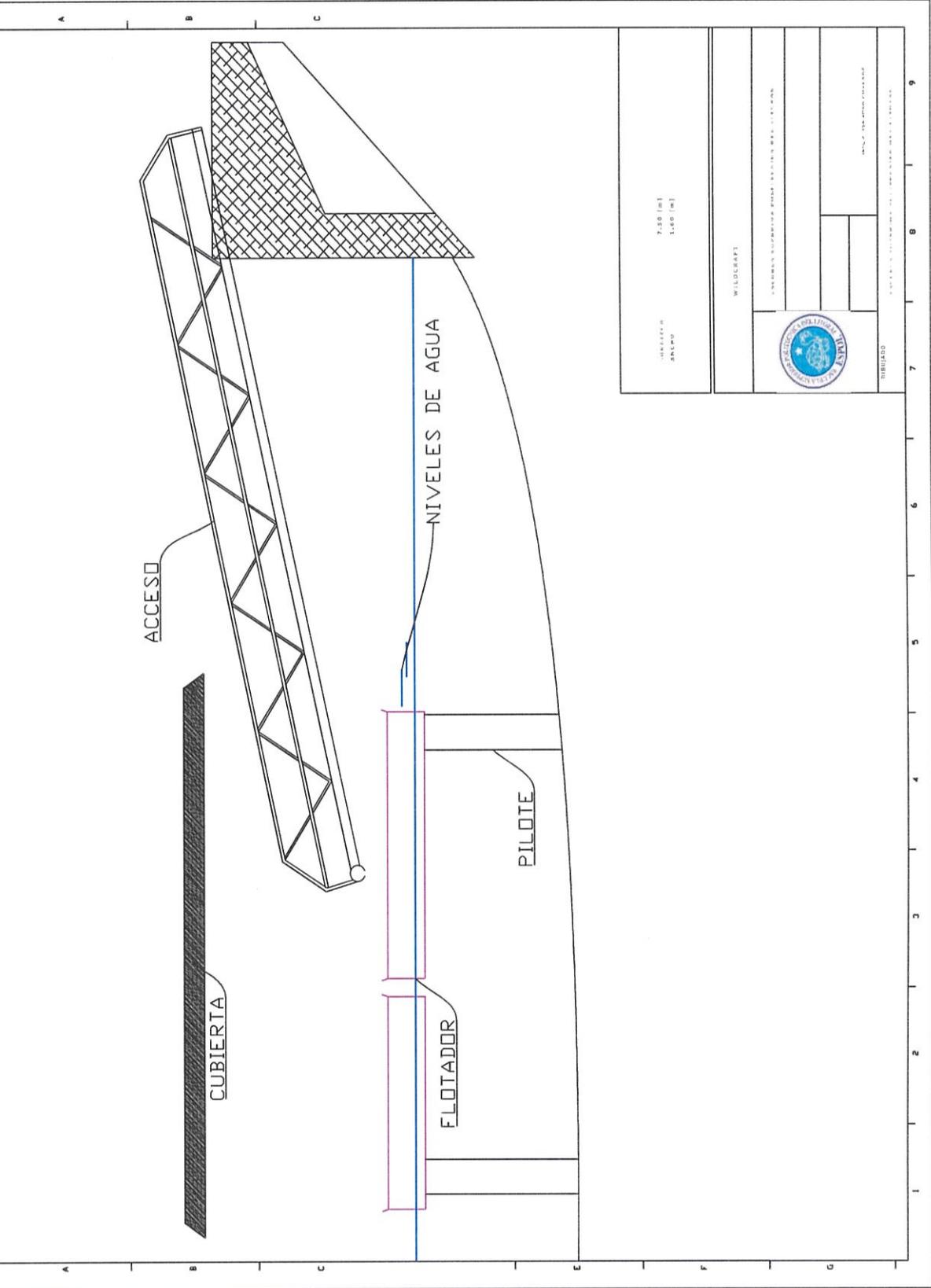


INSTITUT FÜR VERFAHRENTECHNIK

VERGLEICHENDE STUDIEN DER VERFAHREN

PROJEKTANLEGE TITEL

1 2 3 4 5 6 7 8 9



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA		7.50 (M) 1.50 (M)	
WILDCRAFT			
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA			
			
INSTITUTO			
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA			

ANEXO I

COTIZACIONES DE MOTORES y ALUMINIO.



Importadora Industrial Agrícola S.A. I.I.A.S.A.

Guayaquil, Abril 13 del 2015
2015MOG-0098

Señor
David Feijóo
GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE GUAYAQUIL
GUAYAQUIL

De nuestras consideraciones.

De acuerdo a su solicitud tenemos el agrado de adjuntar nuestra Nota de Cotización de Precio Corriente N° 2015MOG-0098 que ampara el equipo marca CATERPILLAR modelo C18. (Nueva) descrito en las hojas adjuntas, con sus especificaciones y catálogos respectivos.

No está por demás informar, que nuestra organización cuenta con Servicios Post-Ventas de Repuestos y Talleres que garantizan la buena conservación de los productos de nuestra distribución.

Atentamente,


Jorge Romero Peña
Gerente Nacional
División Industrial

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO CAT® PARA TODO EL ECUADOR.

REGIÓN COSTA	REGIÓN SIERRA	REGIÓN ALTIPLANO	REGIÓN ORIENTE
Manta Suroccidental Av. J. Jacca Mariposa #14-2 Tel: (06) 2337777 Fax: (06) 2340200 - 2344471	Sanctoral Surco Plaza Comercial Norte Km. 7.5 Tel: (05) 2424861 - 2467170 Fax: (05) 2472868	Agencia Ambato Av. Mariscal y Independencia Filadelfo Tel: (03) 2469822 Teléfono: (03) 2465335	Agencia El Guano Vía Loja Km. 448 - 8 Tel: (06) 3337277 Tel: (06) 3337277
Agencia Cacha y Guayaquil 1. Guayaquil # 207 B. Mijangos Tel: (04) 2987488 Fax: (04) 2314787	Agencia Mitoche Av. Circunvalación Norte y Mantel Llanos C.E. 20080 Tel: (03) 2962264 - 2965242 Fax: (03) 2962345	Agencia Santo Domingo Avenida Colón Km. 1 y Av. Tolosa Tel: (05) 3622768 - 3622768 Cel: 091 311530	Agencia Loja Av. Salvador Allende Calle 10 y Vía a Shalupa Tel: (07) 2711161 / 270 2711140 Fax: 07 2702710
Agencia San Cayetano Parque # 212 - 174 y 204 Tel: (06) 2442262 - 2441189 Tel: (06) 2442262	Agencia Patateña Av. Rómulo León y Calle 10000 (Magdalena) Tel: (05) 2648706 - 2648706 / 2648707	Agencia San Pablo Av. Maldonado 209-18 y Cuzco 1400 Tel: (05) 2644548 - 2688625	Agencia Loja Agria Av. Ocho # 957 Km. 8 (Or.) Tel: (07) 2702710

CAT

Importadora Industrial Agrícola S.A. I.I.A.S.A.

Nota de Cotización de Precio Eficiente

Anexo a Carta N° 2015MDG-0088

Pagina 01 de 03

tipo cotizado : MOTOR MARINO
 Marca CATERPILLAR modelo C18

FORMACION TECNICA :

OR
 1001 HP @ 2300 RPM Rating "E" para Intercambiador de calor.

SISTEMA DE ADMISION DE AIRE

Enfriador - con circuito de agua de mar, resistente a la corrosión
 Filtro de aire/ Respiradero del carter (sistema cerrado)
 Turbocargador, enfriado por agua de las camisas

SISTEMA DE CONTROL

Gobernador Electrónico
 Estrategia de modo de arranque frío
 Velocidad en vacío programable
 Diagnóstico electrónico y detección de fallas
 Monitoreo de motor y transmisión (velocidad, temperatura, presión)
 Control de relación aire / combustible

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Termostato y caja
 Bomba de agua de las camisas, mando de engranaje
 Bomba de agua de mar, impulsor de caucho, autocebante
 Intercambiador de calor, con tanque de expansión (solo en modelo con turbocargador de calor)

SISTEMA DE ESCAPE

Múltiple y turbocargador enfriados por agua
 Salida de salida redonda 152 mm. (6 in.)

VOLANTE Y CAJA DEL VOLANTE

Volante SAE No.14, 113 dientes
 Caja del volante, SAE No.1
 Configuración SAE estándar

SISTEMA DE COMBUSTIBLE

Filtro de combustible, lado derecho en babor, lado izquierdo en estribor
 Bomba de transferencia de combustible
 Bomba de cebado de combustible
 Líneas flexibles de combustible

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO CAT® PARA TODOS EL ECUADOR.

REGION COSTA

Mano Sucremil
 Av. J. Torres Mariposa Km. 2
 Tel: (04) 2310177
 Fax: (04) 2348299 - 2344671

Agencia Centro Cotacachi
 L. Urbando F. 227 y E. Moreno
 Tel: (04) 2381884
 Fax: (04) 2314797

Agencia San Cayetano
 Pto. P. 212 - 214 y C.O. 20
 Tel: (04) 2342399 - 2348299
 Fax: (04) 2348270

Agencia Maná
 Leticia Pichincha Pichincha s/n Km. 6.5
 Vía Maná - Montalvo
 Tel: (05) 3721177 Cel: (05) 9241933

Agencia Machala
 Av. Circunvalación Norte 1
 Hospital Laredo C.E. Siquem
 Tel: (07) 2982264 - 2982269
 Fax: (07) 2982546

Agencia Patateña
 Av. Fariña Macha y Calle Ordoñez (Escuela)
 Tel: (05) 2438198. Telefax: (05) 2438201

REGION SIERRA

General Ordoñez
 Desamparados Norte Km. 7.5
 Tel: (02) 3431082 - 3482728
 Fax: (02) 3473438

Agencia Centro Baños
 Av. República 12-45 entre Alvarado
 e Independencia
 Tel: (02) 2241346 - 2451160
 Fax: (02) 2460732

Agencia San Guilo
 Av. Maritimo 3359 T8 y Cuarentena
 Tel: (02) 2845446 - 2846620

Agencia Ambato
 Av. Alvarado y Humboldt Pto. 1
 Tel: (02) 2456822
 Telefax: (02) 2448435

Agencia Centro Cuenca
 Alameda Condesurcana y
 Av. TAVARA
 Tel: (02) 3802766 - 3802768
 Cel: (06) 2113862

REGION ALTIPLANO

General Cuenca
 Av. España # 12 - 95 - 97
 Tel: (07) 2668852 - 2652050
 Fax: (07) 2626852

Agencia Loja
 Av. General Bustamante
 Cal. Mir y Ota y Balcón
 Tel: (07) 2111124 - (07) 2111561
 Fax: (07) 2577337

REGION ORIENTE

Agencia El Cajas
 Vía Lago Agrio Km. 9
 Tel: (06) 3707777
 Cel: (06) 3512119

Agencia Lago Agrio
 Av. Chile #95 Frente El Oro
 e 25 de Junio
 Telefax: (06) 2800117

IASA

CAT

Importadora Industrial Agrícola S.A. I.I.A.S.A.

Nota de Especificación de Precio Eficiente

Anexo a Carta N° 2015MOG-0098

Página 02 de 03

INSTRUMENTACIÓN

Panel de instrumentos 24 voltios
 Horómetro eléctrico
 Interruptor de arranque y parada
 Botón de parada de emergencia
 Luz indicadora de mantenimiento
 Luz de diagnóstico
 Luz de alarma
 Interruptor para indicar mantenimiento
 Breakers de 15A y 3A
 Interruptor magnético de arranque del motor

SISTEMA DE LUBRICACIÓN

Respiradero del cárter
 Enfriador de aceite
 Filtro de aceite, enroscable, lado derecho en babor, lado izquierdo en estribor
 Carter sumidero central
 Ducto de llenado, bayoneta
 Bomba de aceite, mando de engranaje

SISTEMA DE MONTAJE

Soporte frontal, ajustable

TOMA DE FUERZA

Mando de bomba hidráulica, SAE A, estriado de 11 dientes, torque máximo de 46 lb-pie, giro en sentido contrario al reloj visto desde la parte frontal del motor hacia el mando, y gira a 1.41 veces la velocidad del motor.
 Polea cigueñal, 292 mm (11.5 pulg.) dos canales de 15.88 mm (0.63 pulg.) de ancho.

GENERAL

Aislador de vibraciones torsionales (damper)
 Armellas de levantamiento
 Opciones de servicio lado derecho o lado izquierdo
 Kit de instalación electrónica (conectores, pines, bases)

ACCESORIOS

- ✓ Motor de Arranque eléctrico
- ✓ Alternador 24 volt. 105 Amp.
- ✓ Harness de 50 pies
- ✓ Separador de agua
- ✓ Intercambiador de calor

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO CAT® PARA TODO EL ECUADOR.

REGION COSTA

Morón Compañía
 Av. 2 Surca Miraflores Eto. 2
 Tel: (04) 2337777

Fax: (04) 2386020 - 2344671

Agencia Centro Guayaquil
 L. Oroscoy # 232 / E. Morón

Tel: (04) 232-988

Fax: (04) 2316787

Agencia San Cayetano
 Puenza # 312 - 314 y Ocho

Tel: (04) 2422200 - 2445188

Fax: (04) 2443578

REGION COSTA

Agencia Manabí
 Limón Verde Puentes Blancos s/n Km. 8.5

9to. Milenio - Montecristo

Tel: (02) 5231777 - 5231777

Agencia Manabí
 Av. Caraculacachi Norte y

Morán Leizaola C.D. Sábalo

Tel: (02) 2983568 - 2983249

Fax: (02) 2983248

Agencia Pichincha
 Av. Ramos Viqueo y Calle Oroscoy (ex-Par)

Tel: (02) 3550798 - 3550797

REGION ENCAÑA

Agencia Guilo
 P.O. Box 10000 10000 7.2

Tel: (02) 2425882 - 2488128

Agencia Guano Guilo
 Av. República 13-45 entre Alameda

y Inglaterra

Tel: (02) 2841344 - 3451193

Fax: (02) 2827037

Agencia San Buldo
 Av. Maldonado 525-78 y Calabambó

Tel: (02) 2684540 - 2688037

REGION ALTIPLANO

Agencia Amaluza
 Av. Alameda y Benito Juárez Páez

Tel: (02) 2428302

Agencia Santa Cruz
 Av. República 13-45 entre Alameda

y Inglaterra

Tel: (02) 3822788 - 3822788

Agencia San Buldo
 Av. Maldonado 525-78 y Calabambó

Tel: (02) 2684540 - 2688037

Agencia Cacha
 Av. España # 13 - 10 - 107

Tel: (02) 2886000 - 2886266

Agencia Loja
 Av. Sánchez Bustamante

Calle 5ª y 6ª y Street

Tel: (02) 3211113 - 3211113

Agencia El Oro
 Vía Lago Agrio - Guayaquil

Tel: (04) 2337777

Agencia Loja Agria
 Av. Oroscoy # 232 y E. Oroscoy

Tel: (04) 2337777



Superadora Industrial Agrícola S.A. I.I.A.S.A.

Nota de Cotización de Precios Ofertados

Anexo a Carta N° 2015MOG-0098

Página 03 de 03

- ✓ Amperímetro
- ✓ Panel de control
- ✓ Aisladores de vibración
- ✓ Codete escape seco

Procedencia del equipo : ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMERICA

Garantía : 1 AÑO SIN LÍMITE DE HORAS DE USO, UNA VEZ REALIZADA LA ENTREGA TÉCNICA POR PARTE DE NUESTROS TALLERES. SEGUN GARANTÍA DEL FABRICANTE.

Precio UNITARIO de venta en almacén . US\$ 125,000.00
 12% IVA . US\$ 15,000.00
 Precio total UNITARIO incluido el IVA . US\$ 140,000.00

Nota: Precio unitario basado en la compra de DOS máquinas

"Los precios, especificaciones y disponibilidad están sujetos a cambio sin previo aviso. Además estos precios no incluyen: seguros y transporte o cualquier variación que hubiere con el impuesto al Valor Agregado y/o tributos al comercio exterior."

Plazo de entrega : 24 semanas

Forma de pago : DE CONTADO, CONTRA ENTREGA EN NUESTRAS INSTALACIONES

Validez de la oferta : 15 días, salvo venta previa.

Esta cotización está sujeta al artículo N° 148 del Código de Comercio.

Atentamente,


 Jorge Romero Peña
 Gerente Nacional
 División Industrial

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO CAT® PARA TODO EL COLOMBIANO

REGION COSTA

Wendy Guayquil
 Av. J. Simón Bolívar Km. 3
 Tel: (04) 2311717
 Suc: (04) 234254 - 2344671

Agencia Centro Guayquil
 C. Simón Bolívar # 22 y B. Mariscal
 Tel: (04) 2341888
 Fax: (04) 2314737

Agencia San Guayquil
 Parcela # 272 - 214 y Calle
 Nariño, Cda. 2342780 - 2342789
 Fax: (04) 2342878

Agencia Manizales
 C/ Comendador Nieto y
 Manuel Llanusa C.C. 154025
 Selo: (05) 2465284 - 2465299
 Fax: (05) 2465248

Agencia Pasto
 Av. Simón Bolívar y Calle Directo (Impresos)
 Tel: (05) 2633790 - 2633791 - 2633792
 Fax: (05) 2633790

REGION SIERRA

Soledad Dalto
 Financiera Nueva Nación Km. 7.8
 Tel: (03) 2478862 - 2462793
 Fax: (03) 2472460

Agencia Centro Dalto
 Av. República ES-40 entre Alameda
 e Ingeniería
 Tel: (03) 2248648 - 2421183
 Fax: (03) 2465037

Agencia San Dalto
 Av. Independencia 526-78 y Quilacantha
 Tel: (03) 2644543 - 2644621

REGION AJUSTO

Santiago Cuacac
 Av. España # 13 - SE - 57
 Tel: (03) 2864850 - 2862296
 Fax: (03) 2864852

Agencia Lata
 Av. General Santander
 Carrera 5 y 6 entre
 Tel: (03) 2711101 - 2711142
 Fax: (03) 2711107

REGION ORIENTE

Agencia El Guano
 Rd. Lago Agrio Km. 9
 Tel: (06) 2321779
 Fax: (06) 2633380

Agencia Lago Agrio
 Av. Calle #17 entre 5119a
 y 5120a de Sur
 Tel: Fax: (06) 2638117

LISTA DE PRECIOS CEDAL 2015
PLANCHAS DE ALUMINIO

ización: 12.01.2015

go ERP	Item	m1	m2	[USD/sh]	STOCK DURAN	STOCK QUITO
1 5L	PL CORRUGADAS 5LAG COR1 100X200 2mm	1,00	2,00	48,89	19	
1 5L	PL CORRUGADAS 5LAG COR1 100X200 3 mm	1,00	2,00	73,95	65	167
1 5L	PL CORRUGADAS 5LAG COR1 100X200 1.5mm	1,00	2,00	38,76		
1 5L	PL CORRUGADAS 5LAG COR1 122X244 2mm	1,2	2,44	81,17		
1 5L	PL CORRUGADAS 5LAG COR1 122X244 3 mm	1,2	2,44	111,84	415	
1 5L	PL CORRUGADAS 5LAG COR1 122X244 1.5mm	1,2	2,44	62,02		
00	PL LISAS 100X200 1.2 mm	1,00	2,00	27,64		109
00	PL LISAS 100X200 1.5 mm	1,00	2,00	34,49		59
00	PL LISAS 100X200 2.0 mm	1,00	2,00	45,57	168	39
00	PL LISAS 100X200 3.0 mm	1,00	2,00	68,63	98	69
00	PL LISAS 122X244 1.5 mm	1,2	2,44	51,64	140	
00	PL LISAS 122X244 2.0 mm	1,2	2,44	66,75	50	45
00	PL LISAS 122X244 3.0 mm	1,2	2,44	102,64	6	46

INDUSUR S.A.					
					
			MMP-15027		
Atención Sr. David Feijó					
Fecha: Guayaquil, 08 de abril de 2015					
					
SUMINISTRO DE EQUIPOS					
Item	Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Total	Observaciones
A.- EQUIPOS					
1	Motor Marino Cummins Modelo QSB6.7 de 230 hp @ 3000 rpm (INTERMITENTE).	1	35.000,00	35.000,00	Nota 1
			Subtotal .-	35.000,00	
			IVA	4.200,00	
			Total .-	39.200,00	
Nota:					
1 CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR					
Sistema de arranque.					
Sistema de arranque eléctrico de 12 voltios.					
Sistema de combustible.					
Electroválvula de corte de combustible					
Filtro primario de combustible montado					
Sistema de enfriamiento.					
Sistema de enfriamiento por intercambiador de calor					
Sistema de combustion de aire.					
Filtro de aire montado					
Sistema de escape.					
Sistema de escape húmedo					
Montaje de motor.					
Flywheel housing - SAE # 3					

REFERENCIAS

- [1] ALTMANN, J, MSC, Organización del Tratado de Cooperación Amazónica OTCA, 2007.
- [2] AMERICAN INSTITUTE OF MARINE UNDER WRITER TECHNICAL SERVICES COMMITTEE, High Speed Craft.
- [3] AMYOT, J. R., "Hovercraft Technology, Economies and Applications", Elsevier Studies in Mechanical Engineering, vol. XI, Elsevier, 1989.
- [4] COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE CEPAL., Perfiles de infraestructura y transporte en América Latina "caso Ecuador", unidad de servicios de infraestructura, 2012
- [5] COMUNIDAD ANDINA, Comercio binacional ECUADOR y PERÚ, 1998.
- [6] DESMOND, G., Working Chart for de Computation of Propeller Thrust Throughout-the Take-off Range, 1943.
- [7] DET NORSKE VERITAS DNV., Rules for classification of high speed, light craft and naval surface craft, January 2002

- [8] ESPINOZA, R., Diseño y construcción de un vehículo anfibia para pasajeros soportado en colchón de aire para el golfo de Nicoya-Costa Rica, Guayaquil-Ecuador, 2008
- [9] EVISA, Ventiladores axiales, 2012.
- [10] FITZPATRICK, P., Calculation of thrust in a ducted fan assembly for hovercraft.
- [11] FREIRE, M., GONZALES, F., Economía transporte marítimo, 2003.
- [12] GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL FRANCISCO DE ORELLANA, Plan de desarrollo y ordenamiento territorial, municipal de francisco de Orellana.
- [13] GONZÁLEZ J., Modelo número para estudio del flujo en un ventilador centrífugo de pequeñas dimensiones, 2010.
- [14] GOUGOULIDIS G., Mathcad model for the estimation of cost and main characteristics of air-cushion vehicles in the preliminary design stage. Marine engineering, 1998.
- [15] GRAY W. H., Wind-tunnel tests of two Hamilton standard propeller embodying CLARK Y and NACA 16-series blade section, 1941.

- [16] GUTIÉRREZ, K., Diseño preliminar de un remolcador prototipo para la armada nacional. Guayaquil-Ecuador, 2003
- [17] HARTMAN, E., The aerodynamic characteristic of full-scale propeller having 2,3 and 4 blade off CLARK Y and R. A. F. 6 air foil section.
- [18] HARTZEL PROPELLER INC., Application guide, 2015.
- [19] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA DE ESPAÑA INE., Boletín informativo del instituto nacional de estadística, mayo 2014
- [20] JUNG TAE-CHEOL, ENG B., Design of air cushion vehicles using artificial intelligence: expert system and generic algorithm, 2002.
- [21] MANKIW, G., Principios de economía, 2002.
- [22] MANTLE, P. J., "air cushion craft development", David w. Taylor naval ship research and development center, Bethesda, Maryland, 1980.
- [23] MARINE TECHNOLOGY REQUIREMENTS BOARD, stability and control of hovercraft, notes for commanders. Published by department of industry, stationary office, London, 1980.
- [24] NICOTRA-GEBHARDT, Ventiladores centrífugos.

- [25] OBREGÓN, R., Consideraciones de diseño para embarcaderos fluviales en ríos de la Amazonía: caso embarcaderos fluvial cabo Pantoja, lima- Perú, 2005.
- [26] ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL OMI, Adoption of the international code of safety for High Speed Craft, 1994.
- [27] RIVAS, R., Soluciones rápidas del transporte intermodal, Caracas- Venezuela, octubre de 1978.
- [28] SARABIA, M., modelo de simulación para la planeación y programación de operaciones de transporte fluvial.
- [29] SASSARINI, P., Diseño aerodinámico de un aerodeslizador ligero para capacidad de dos personas, 2009.
- [30] SELEC-EP, Estudio de impacto ambiental definitivo, 2013.
- [31] SERMAN & ASOCIADOS SA Y CSI INGENIEROS, estudio binacional de navegabilidad del río Napo, resumen ejecutivo, octubre 2010.
- [32] SERMAN & ASOCIADOS SA Y CSI INGENIEROS, estudio binacional de navegabilidad del río Napo, vol. I, octubre 2010.
- [33] SERMAN & ASOCIADOS SA Y CSI INGENIEROS, estudio binacional de navegabilidad del río Napo, vol. III, octubre 2010.

- [34] SERMAN & ASOCIADOS SA Y CSI INGENIEROS, Estudio binacional de navegabilidad del río Napo, vol. V informe final, octubre 2010.
- [35] SERMAN & ASOCIADOS SA Y CSI INGENIEROS, Estudio binacional de navegabilidad del río Napo, vol. VI Informe final, octubre 2010.
- [36] SHAH, N., Hovercraft seminar report, 2014.
- [37] SHIP STRUCTURE COMMITTEE, Comparative structural requirements for High Speed Crafts, 2005.
- [38] SODECA., Ventiladores centrifugos y extractores en línea para conductos, 2015.
- [39] TORREZ, J., Light - weight material selection for high speed of naval craft, 2007.
- [40] UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, Centro de excelencia en transporte intermodal y fluvial, integración amazónica a través del transporte fluvial de personas y carga, 2009.
- [41] VELARDE TOSCANO, M., Notas de clases de transporte marítimo, ESPOL, 2012.
- [42] YUN L. & BLIAULT A., Theory and Design of Air Cushion Craft, 2000.

- [43] YUYU B. AND D'YACHENKO V.K., Basic theories of air cushion vehicle, 1972.