

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar

Diseño de una embarcación de servicio de carga contenerizada para una
empresa de turismo en las Islas Galápagos

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Naval

Presentado por:

Cristhian Anderson Torres Castro

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2019

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mi familia quienes han comprendido el duro camino que seguí para llegar hasta aquí. Así mismo, aprovecho para dedicar el trabajo a mis compañeros de carrera, alentando a que con paciencia y tolerancia continúen esforzándose por alcanzar la meta, la que para nosotros no es el final sino, solo *el inicio de una larga curva de aprendizaje.*

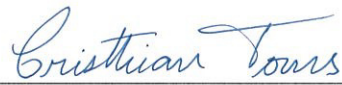
AGRADECIMIENTOS

Utilizo este espacio para agradecer a Dios por todas sus bendiciones, a mis padres Fulton Torres y Julia Castro, quienes durante éstos años han invertido en mi educación, brindándome al mismo tiempo su ejemplo de paciencia, trabajo duro y honradez.

Y finalmente, agradezco a mi tutor y a todos mis profesores de quienes adquirí los conocimientos necesarios para llevar a cabo éste proyecto.

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Cristhian Anderson Torres Castro* y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"




Cristhian Anderson Torres Castro

EVALUADORES



Hugo José Jama Aveiga
PROFESOR DE LA MATERIA



Hugo José Jama Aveiga
PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Como respuesta a los problemas logísticos por la ineficiente transportación de carga presentada hacia las Islas Galápagos, el presente trabajo tiene como finalidad diseñar una embarcación de servicio de carga contenerizada para una empresa de turismo de Puerto Ayora, evitando así el alto costo de inversión en transporte de carga, llevando únicamente sus productos y que tenga un accesible costo de construcción. Con el uso de la espiral de diseño naval, tecnología de grupo, y a través de conversaciones con la empresa armadora, se identificaron los requerimientos para el desarrollo del diseño conceptual y preliminar de la nave, el cuál fue complementado y mejorado para alcanzar el diseño definitivo y así, preparar un presupuesto de dos escenarios de construcción. El buque proyecto resultó en 41.6 metros de eslora, 9.10 metros de manga, 3.67 metros de puntal y un calado máximo de 2.80 metros, con capacidad de 91.42 toneladas de carga distribuidos en un nivel o Tier de 13 contenedores de 6 pies en carga seca y 6 contenedores de 10 pies en refrigerados, y con un límite máximo de hasta 12.59 toneladas en un segundo Tier, llegando a tener un costo mayor a los 4.7 y 3.6 millones de dólares para el escenario I y II respectivamente. Finalmente, se concluye que, tras haberse aplicado tres vueltas a la espiral de diseño, el buque proyecto tardaría de 3 a 5 días de tiempo para carga y descarga, contando con las dimensiones adecuadas para operar en los bajos calados de su destino.

Palabras Clave: Espiral de diseño, Tecnología de Grupo, buque proyecto, diseño preliminar, diseño definitivo.

ABSTRACT

As an answer to logistics problems due to the presented inefficient cargo transportation until Galápagos Islands, the present work has as objective to design a containerized cargo service ship for a tourism company in Puerto Ayora, so avoiding high investment costs in cargo transportation, carrying only its products and with an accessible shipbuilding cost. Using cycle of design, group technology, and through meetings with the ship-owner company, it identified the requirements for developing of conceptual and preliminary design of vessel, which was complemented and improved for reaching the definitive design and so, to prepare a budget of two different building situations. The project ship resulted in 41.6 meters in length, 9.10 meters in breadth, 3.67 meters in depth and a maximum draft of 2.80 meters, with load capacity of 91.42 tons distributed in one tier of 13 six feet dry cargo containers and 6 ten feet reefer containers, and with a limit maximum of 12.59 tons in a second tier, getting a cost greater than 4.7 and 3.7 million dollars for the situation I and II respectively. Finally, it infers that after having applied three turns to cycle of design, the project ship would take around 3 or 5 days for loading and unloading, having appropriate dimensions for operating in the low drafts of its destiny.

Keywords: Cycle of design, Group technology, project ship, preliminary design, definitive design.

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	5
RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE PLANOS	XIII
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Justificación del problema.....	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo General	2
1.3.2 Objetivos Específicos	2
1.4 Marco teórico	2
1.4.1 Filosofía del buque proyecto	2
1.4.2 Tecnología de Grupo.....	6
1.4.3 Espiral de Diseño	6
1.4.4 Normas y regulaciones.....	7
CAPÍTULO 2.....	11
2. Metodología	11
2.1 Requerimientos del armador.....	11

2.2	Diseño Conceptual	12
2.3	Diseño Preliminar	15
2.3.1	Líneas de forma	15
2.3.2	Arreglo Estructural.....	16
2.3.3	Propulsión	17
2.3.4	Capacidades	18
2.3.5	Sistema Eléctrico y Electrónico	18
2.3.6	Arquitectura Naval.....	19
2.4	Mejoras e implicaciones.....	20
2.4.1	Complementación	21
2.4.2	Mejoras del diseño	25
2.5	Presupuesto.....	28
CAPÍTULO 3.....		30
3.	Resultados Y ANÁLISIS.....	30
3.1	Diseño Conceptual	30
3.2	Diseño Preliminar	32
3.3	Mejoras e implicaciones.....	34
3.3.1	Complementación	34
3.3.2	Mejoras del diseño	38
3.4	Presupuesto.....	45
CAPÍTULO 4.....		51
4.	Conclusiones Y Recomendaciones.....	51
	Conclusiones	51
	Recomendaciones	52
BIBLIOGRAFÍA.....		53
APÉNDICES		55

APÉNDICE A	56
APÉNDICE B	61
APÉNDICE C	66
APÉNDICE D	72
APÉNDICE E	75
APÉNDICE F	81

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
IACS	International Association of Classification Societies
IMO	International Maritime Organization
OSV	Offshore Support Vessel
PSV	Platform Supply Vessel
AHTS	Anchor handling tug supply vessel
MPSV	Multi-purpose Support Vessel
FCS	Fast Crew Supplier
GT	Grupo Tecnológico
SOLAS	International convention for the Safety of Life at Sea
MARPOL	International convention for the Prevention of Pollution from Ships
ILLC	International Load Lines Convention
MSC	Maritime Safety Committee
IS Code	Intact Stability Code
PNG	Parque Nacional Galápagos
ABS	American Bureau of Shipping
BV	Bureau Veritas
CCS	China Classification Society
CRS	Croatian Register of Shipping
DNV GL	Det Norske Veritas & Germanischer Lloyd
IR Class	Indian Register of Shipping
KR	Korean Register of Shipping
LR	Lloyd's Register
NKK	Nippon Kaiji Kyokai ó ClassNK
PRS	Polish Register of Shipping
RINA	Registro Italiano Navale
RS	Russian Maritime Register of Shipping
ISO	International Organization for Standardization
OC	Offshore Container

RE	Reefer Container
TEU	Twenty Foot Equivalent Unit
DWT	Deadweight
SVR	Steel Vessels Rules (ABS rules)
U90M	Steel Vessels Under 90 meters in length (ABS rules)
OSV R	Offshore Support Vessels Rules (ABS)
FS	Factor de Seguridad
SNAME	The Society of Naval Architects and Marine Engineers

SIMBOLOGÍA

m	Metros
m ²	Metros cuadrados
m ³	Metros cúbicos
mm	Milímetros
ton	Toneladas métricas
ft	Pies
Kg	Kilogramos
knots	Nudos
kW	Kilowatts
hp	Caballos de fuerza o <i>Horsepower</i>
gal	Galones
EN	Número de Equipo
A	Área bélica
HH	Hombres Hora
M/O	Mano de Obra
Fr	Número de Froude
η_p	Eficiencia propulsiva
V	Velocidad de operación
Δ	Desplazamiento del buque
L	Eslora total
LPP	Eslora entre perpendiculares
B	Manga
D	Puntal
T	Calado
d _{max}	Deflexión máxima
σ	Esfuerzo Equivalente
N	Newtons de Fuerza
GZ	Brazo adrizante
BHP	Potencia al freno en hp

C _B	Coeficiente Block o de Bloque
C _M	Coeficiente de Sección media
C _P	Coeficiente Prismático
C _F	Coeficiente del Plano de flotación
X _B	Posición longitudinal del centro de la carena en %
LCB	Posición Longitudinal del centro de la carena en metros
AR	Área lateral proyectada de cada timón
HR	Altura del timón

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Conversación Armador - Ingeniero	3
Figura 1.2 Filosofía de un Buque OSV	4
Figura 1.3 Filosofía de una Barcaza Portacontenedores	5
Figura 1.4 Filosofía del Buque Proyecto	5
Figura 1.5 Grupos Tecnológicos (GT).....	6
Figura 1.6 Espiral de Diseño.....	7
Figura 2.1 Proceso de dimensionamiento.....	12
Figura 2.2 Regresión lineal de base de datos para L.....	13
Figura 2.3 Opciones de distribución de estiba	14
Figura 2.4 Bosquejo de matriz de decisión con las posibles combinaciones	14
Figura 2.5 Proceso del campo líneas de forma.....	15
Figura 2.6 Proceso del campo Estructura	16
Figura 2.7 Proceso del campo Propulsión	17
Figura 2.8 Proceso del campo Capacidades	18
Figura 2.9 Proceso para selección de generadores.....	19
Figura 2.10 Proceso del campo Estabilidad.....	19
Figura 2.11 Proceso para mejoras del diseño	20
Figura 2.12 Complementación – Amarre y Fondeo	21
Figura 2.13 Ejemplo de Área Bélica del buque proyecto	22
Figura 2.14 Complementación - Maniobrabilidad.....	23
Figura 2.15 Esquema de maniobra típica de prueba de mar [3]	24
Figura 2.16 Ajuste de precisión para el peso estructural	24
Figura 2.17 Resumen de mejoras al diseño	25
Figura 2.18 Implicaciones sobre la Estabilidad.....	27
Figura 2.19 Implicaciones sobre el arreglo estructural.....	27
Figura 2.20 Implicaciones sobre el arreglo general del buque.....	27
Figura 2.21 Proceso del campo costos.....	28
Figura 2.22 Método para estimación de costos por GT	29
Figura 3.1 Primeras formas del casco concepto	31

Figura 3.2 Análisis cebrá típico del casco	31
Figura 3.3 Diseño conceptual del buque proyecto	31
Figura 3.4 Observación y revisión del cambios dimensionales.....	32
Figura 3.5 Diseño preliminar del buque proyecto.....	33
Figura 3.6 Elementos de amarre y fondeo en vista de planta	36
Figura 3.7 Timón del buque proyecto de tipo suspendido	37
Figura 3.8 Capacidad de agua dulce preliminar vs mejorada	39
Figura 3.9 Redistribución de tanques de combustible y lodo	41
Figura 3.10 Factores de seguridad por pruebas	42
Figura 3.11 Esfuerzo equivalente de la cubierta por pruebas	42
Figura 3.12 Deflexión máxima del panel de cubierta por pruebas	43
Figura 3.13 Doble sobre la plancha de cubierta para reducir aplastamiento	43
Figura 3.14 Comparación de alternativas para costo de construcción.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Especificaciones del peso máximo de los contenedores abordo	10
Tabla 2.1 Requerimientos del armador	11
Tabla 2.2 Rangos adimensionales para buques OSV	13
Tabla 2.3 Actuales tasas de construcción de un astillero nacional	28
Tabla 3.1 Resultados de diseño conceptual	30
Tabla 3.2 Cálculo del Número de Equipo	34
Tabla 3.3 Resultados para elementos de fondeo.....	35
Tabla 3.4 Resultados para elementos de amarre	35
Tabla 3.5 Dimensiones obtenidas del timón y mecha.....	36
Tabla 3.6 Resultados de calificación para prueba de maniobrabilidad	37
Tabla 3.7 Comparación de resultados en peso estructural.....	38
Tabla 3.8 Potencia preliminar del generador	40
Tabla 3.9 Potencia mejorada del generador	40
Tabla 3.10 Resumen de evaluaciones de estabilidad por aumento de carga.....	44
Tabla 3.11 Resumen del Costo del proyecto	45

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 3.1 Línea propulsora preliminar	41
Plano 3.2 Línea propulsora mejorada	41

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del problema

En los últimos 10 años, el Gobierno del Ecuador junto con las Autoridades Portuarias intentan hacer frente a la contaminación de los recursos marinos en las Islas Galápagos, producto de las zozobras de buques de carga general, cuya tasa de hundimientos ha aumentado considerablemente, por lo que, las autoridades se han visto obligadas a exigir la entrada de carga a las islas en contenedores. No obstante, la logística para la distribución de estos, se ha vuelto un asunto crítico y un problema a discutir, puesto que no se dispone de un sistema de grúas que mejore la eficiencia y tiempo de transportación.

En consecuencia, la empresa cliente, cuya carga sirve de suministro para su flota de transporte turístico, se ha visto afectada por la ineficiente logística de transportación y carga ya que, de acuerdo a las estadísticas, su carga (contenerizada) llevada por compañías navieras tarda de 35 a 40 días en llegar al establecimiento actual de la empresa, que está ubicada en Puerto Ayora.

Lo antes dicho, resulta un alto costo de inversión con el riesgo de afectar la integridad de la carga debido al tiempo. Con estos antecedentes se plantea la siguiente interrogante: ¿Se puede diseñar una embarcación para que la empresa evite el alto costo de inversión en transporte de carga, que envíe únicamente sus productos, y con un accesible costo de construcción? La formulación de esta pregunta nos lleva a plantear la necesidad de diseñar una embarcación de servicio exclusivo de carga contenerizada para una empresa de turismo en las Islas Galápagos.

1.2 Justificación del problema

Se pretende presentar a la empresa cliente (armador) el diseño de una embarcación de carga contenerizada, para que transporte únicamente su carga desde Guayaquil hasta el muelle en Puerto Ayora (Isla Santa Cruz), de manera que, llegue al muelle y realice la carga y descarga sin contratiempos, y así, los productos y suministros lleguen en buen estado. Con el buque proyecto, el armador podría reducir sus costos de inversión en transporte anual a través de empresas navieras, a costo por construcción,

operación y mantenimiento (cada 2 años), además de que el diseño cumpliría con los requerimientos estipulados por la Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación (IACS) y como es de esperarse de embarcaciones rumbo a Galápagos, cumpliría con las normas ambientales y de seguridad establecidas en la Organización Marítima Internacional (IMO).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar una embarcación de servicio exclusivo de carga contenerizada del armador para transportar la mercadería de manera íntegra y eficiente, aplicando el método de la espiral de diseño cumpliendo con las regulaciones pertinentes.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Identificar los requerimientos del armador para el desarrollo del diseño conceptual y preliminar de la embarcación de hasta 90 toneladas en mini contenedores a través de una entrevista estructurada.
2. Complementar el diseño con mejoras y modificaciones para obtener resultados de mejor precisión.
3. Proveer el presupuesto de la embarcación considerando al menos dos escenarios para la pertinente toma de decisión del armador.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Filosofía del buque proyecto

Normalmente, en el campo marítimo, cuando un armador piensa en una embarcación, su primera idea es, el tipo de buque o tipo de servicio que define a tal nave, no obstante, al buque proyecto no lo define el tipo de embarcación, sino el tipo de servicio que va a brindar al cliente, que es exclusivo y tiene como fundamento las preferencias del armador basadas en la propia experiencia, las que se apartan de lo típico.

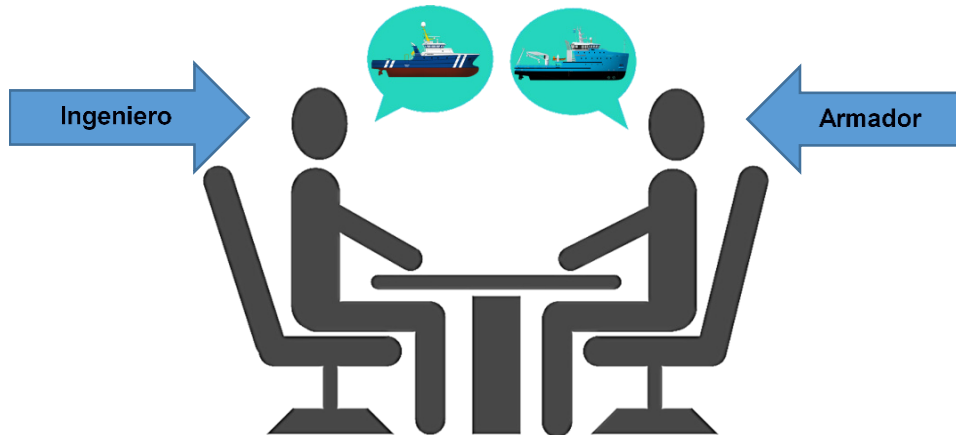


Figura 1.1 Conversación Armador - Ingeniero

Debido a que el tipo de servicio de la embarcación es atípica, puede darse una discrepancia entre el concepto ideal del armador y el del ingeniero o diseñador, como lo muestra la Figura 1.1, sin embargo, esta se intenta resolver con las preferencias del cliente, las cuáles se basan en características específicas de dos tipos de buques:

- El primero, *buque de apoyo costa afuera (Offshore supply vessel / OSV)*, que se dedican al abastecimiento, reparaciones y mantenimiento de todo tipo de estructuras *offshore* y, de acuerdo al servicio, pueden ser de tipo PSV, AHTS, MPSV, FCS, etc. Sin embargo, el cliente espera que su nave conserve únicamente la distribución general de estos, independientemente de los tipos de OSV mencionados, tal como lo explica la Figura 1.2.

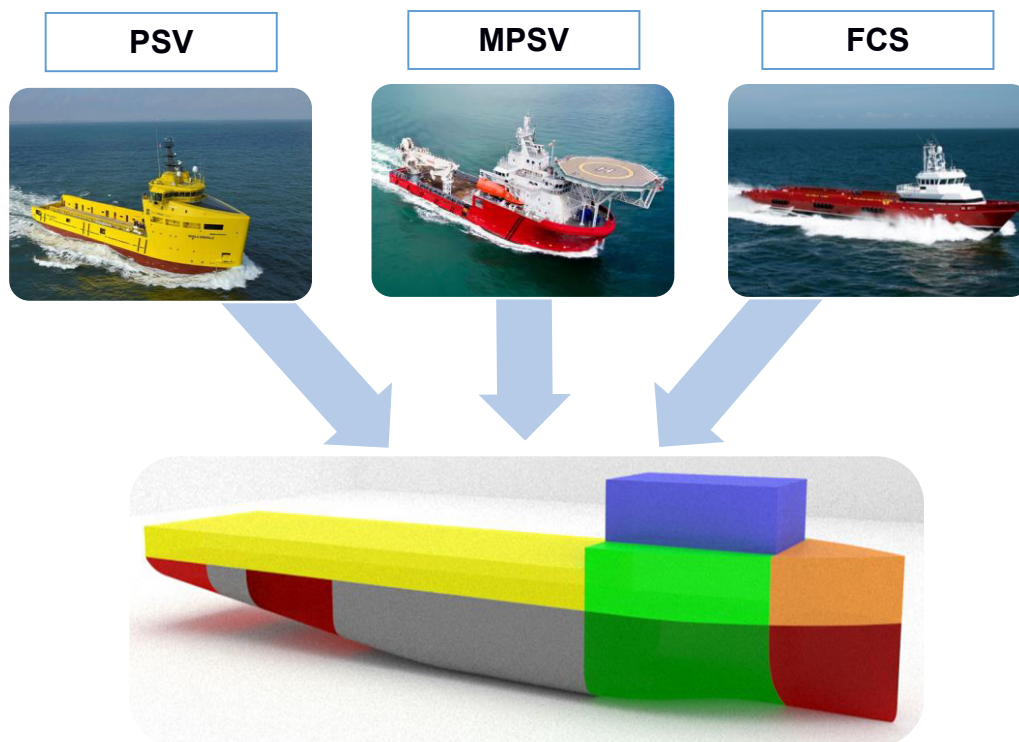


Figura 1.2 Filosofía de un Buque OSV

- Y el segundo, una *Barcaza portacontenedores celular (Port feeder barges)*, las que operan alimentando a buques portacontenedores que no estén cerca de la costa, esto se ve usualmente en los grandes puertos europeos y asiáticos. Sin embargo, el armador prefiere la implementación de las celdas utilizadas en estas embarcaciones, para así evitar contratiempos por contenedores trincados sobre cubierta.

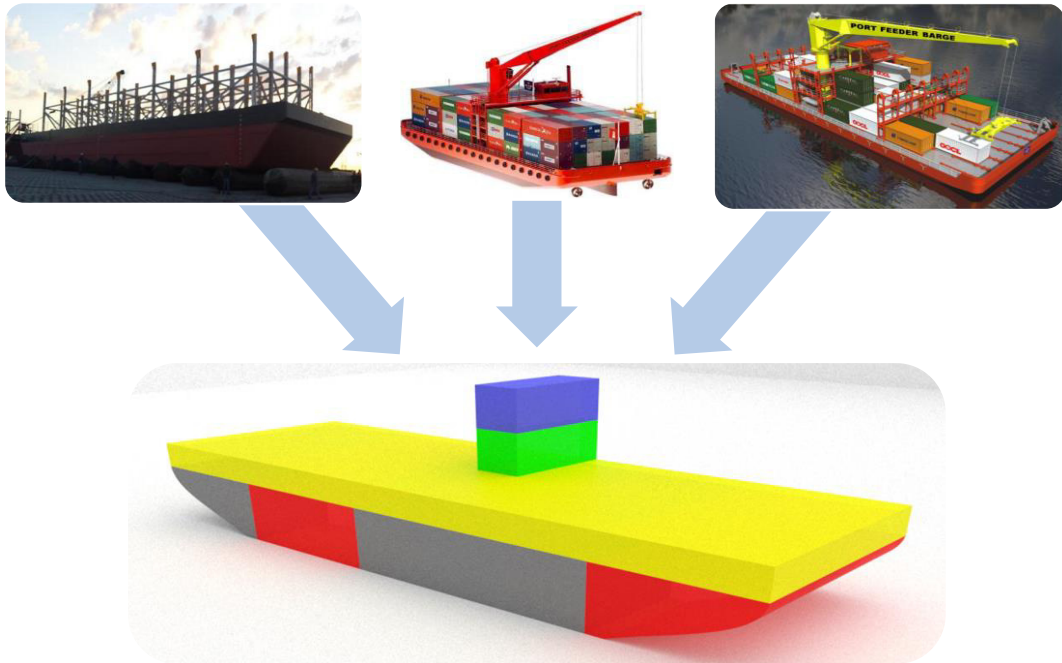


Figura 1.3 Filosofía de una Barcaza Portacontenedores

En la Figura 1.3 se muestra el concepto de este tipo de barcazas, y al igual que la Figura 1.2, la zona de carga se ilustra en el bloque amarillo, por tanto, se pensó que para alcanzar la visión del armador, ambas zonas de carga debían ser combinadas, obteniendo así la filosofía del buque proyecto ilustrada en la Figura 1.4.



Figura 1.4 Filosofía del Buque Proyecto

1.4.2 Tecnología de Grupo

La tecnología de grupo es una herramienta que sirve para gestionar y administrar el diseño y construcción de cualquier tipo de buque. Esta herramienta fue implementada por primera vez en la Armada de los Estados Unidos [1], y actualmente ya es utilizada por los astilleros, ayudando a mejorar la producción. Generalmente, en todo proyecto naval se considera dividir el trabajo en 10 grupos, tal como lo ilustra la Figura 1.5.

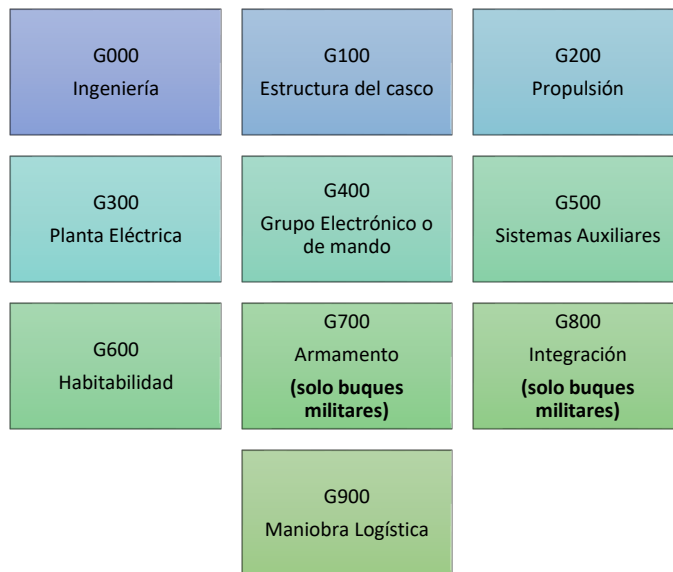


Figura 1.5 Grupos Tecnológicos (GT)

Cabe recalcar, que la tecnología de grupo no es un método, sino, una técnica o herramienta de gestión para proyectos navales. Siendo de esta manera, como se administran e integran los conocimientos adquiridos de Ingeniería Naval.

1.4.3 Espiral de Diseño

La espiral o ciclo de diseño es un método utilizado por grupos de ingeniería para alcanzar resultados más precisos conforme a la etapa de avance. El ciclo consiste en tres etapas de menor a mayor precisión a) Conceptual; b) Preliminar y c) En detalle. La correspondiente al literal a, resulta de las primeras aproximaciones del diseño, para eventualmente, mejorar éstas cifras con la etapa preliminar, y finalmente con la última, comprender la parte constructiva de la embarcación como tal, es decir ya lista para producirla. El contenido de cada ciclo del método puede variar dependiendo del campo de ingeniería, en el caso de la naval se utiliza la ilustrada en la Figura 1.6.

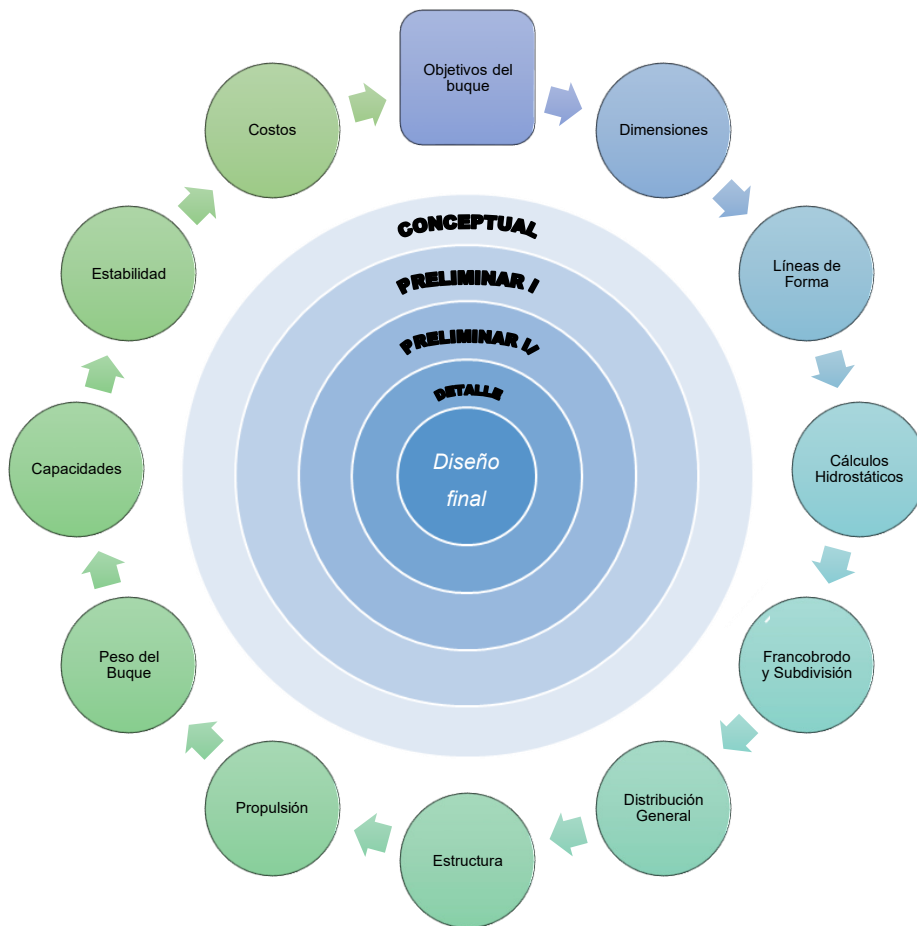


Figura 1.6 Espiral de Diseño

La propuesta de buque proyecto abarca hasta una fase previa del diseño en detalle, es decir, hasta una mejora de la etapa preliminar I. Nótese en la Figura 1.6 que esta etapa correspondería a una fase preliminar II y para alcanzar esta etapa es necesario realizar mejoras y complementos al diseño. Además, independientemente de la etapa de diseño, siempre el diseñador sigue una revisión por campos de cálculo o criterios que van desde los objetivos del buque, dimensionamiento, formas, etc., hasta los costos.

Se puede decir que los campos de la espiral de diseño contienen a la tecnología de grupo, y es la razón por la que la espiral es un método, mientras que la tecnología de grupo es una herramienta que permite llevarla a cabo de forma organizada.

1.4.4 Normas y regulaciones

Para explicar las normas y regulaciones que enmarcan el proyecto, se debe hablar de las entidades las proveen.

1.4.4.1 Organización Marítima Internacional (IMO)

Ésta entidad aparece en el año 1958 como respuesta a la alta tasa de hundimientos de buques y debido a la serie de problemas de seguridad reportados, se reunieron expertos para formar convenios cuyas regulaciones eviten estas zozobras en futuras embarcaciones. Toda embarcación debe cumplir las siguientes normativas:

- Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, SOLAS.
- Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, MARPOL 73/78.
- Convenio internacional sobre líneas de carga, ILLC.
- Código internacional de estabilidad intacta, MSC.267(85) IS Code.

Cada convenio juega un papel importante en el desarrollo del diseño del buque proyecto, sobre todo MARPOL cuando de Galápagos se trata, ya que el Parque Nacional Galápagos (PNG) exige a los buques el cumplimiento de los Anexos IV, V, y VI de dicho convenio, que se definen como:

- Anexo IV: *Reglas para prevenir la contaminación por las aguas sucias de los buques*
- Anexo V: *Reglas para prevenir la contaminación por las basuras de los buques*
- Anexo VI: *Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques*

Los convenios que establece la IMO deben ser cumplidos al momento de operar, sin embargo, para su procedimiento las embarcaciones requieren de un diseño y construcción de calidad, para eso, aparecen las sociedades de clasificación.

1.4.4.2 Sociedad de Clasificación

En la industria marítima, una clasificadora o sociedad de clasificación, es una entidad que garantiza a los armadores, la calidad del diseño y construcción del buque con un tiempo de vida de hasta 25 años. Esto lo hacen, a través de sus reglas o formulaciones empíricas, que han sido producto de la estadística de resultados y pruebas a través de los años.

La Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación (IACS) es el conjunto de clasificadoras de mayor confianza y reconocimiento a nivel mundial, ya que sus reglas obedecen a los convenios estipulados por la IMO y son las siguientes:

- American Bureau of Shipping (ABS)
- Bureau Veritas (BV)
- China Classification Society (CCS)
- Croatian Register of Shipping (CRS)
- Det Norske Veritas & Germanischer Lloyd (DNV GL)
- Indian Register of Shipping (IR Class)
- Korean Register of Shipping (KR)
- Lloyd's Register (LR)
- Nippon Kaiji Kyokai (ClassNK ó NKK)
- Polish Register of Shipping (PRS)
- Registro Italiano Navale (RINA)
- Russian Maritime Register of Shipping (RS)

En la actualidad, la autoridad marítima nacional de nuestro país trabaja en establecer que toda embarcación con rumbo a Galápagos debe ser de Clase IACS, por lo que el armador puede seleccionar cualquiera de éstas, para evitar clasificar su nave en el futuro.

1.4.4.3 Organización Internacional de Normalización (ISO)

Debido a las exigencias de la Autoridad Marítima Nacional, la carga con destino a Galápagos vía marítima, debe ser contenerizada, es decir que para el diseño es necesario conocer las dimensiones y capacidades de los contenedores a utilizar. Para ello, existen las normas ISO, cuya organización tiene el propósito de crear estándares que faciliten la fabricación de productos que brinden un servicio común entre países y que a su vez, sean seguros.

La norma que fundamenta a la carga del buque proyecto es la ISO 668 *Series 1 freight containers — Classification, dimensions and ratings*, que estipula los estándares para todo tipo de contenedor. Esto incluye, los *offshore containers* (OC), que van desde los 6 hasta los 10 pies de tamaño, y pueden ser:

- De carga seca – *Freight*
- De carga refrigerada – *Reefer (RE)*

Estos contenedores son llamados comúnmente “mini contenedores”, ya que su carga admisible (*Payload*) solo va desde los 3400 hasta 7870 Kg (ver Tabla 1.1)

Tabla 1.1 Especificaciones del peso máximo de los contenedores abordo

Max Gross Weight = Max payload + Max Tare			
	OC	RE	
Nominal Length [ft]	6	10	Total
Cantidad	13	6	19
Max. Gross Weight [kg]	5000	10160	15160
Total Gross Weight [Ton]	65	60,96	125,96
Payload Max [Kg]	3400	7870	11270
Total Payload Max [Ton]	44,2	47,22	91,42

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

La metodología que se utilizó para alcanzar los objetivos fue la espiral de diseño explicada en la sección 1.4.3, sin embargo, sus campos de cálculo tienen procesos implícitos que se mostrarán en este capítulo, por cada etapa de diseño.

2.1 Requerimientos del armador

Previo al desarrollo del diseño se tuvo que conocer cuáles eran los requerimientos del armador, por lo que fue necesario entrevistar al armador (Figura 1.1), para así no solo llegar a su visión de buque sino también a las características técnicas que debe tener su embarcación, dadas en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Requerimientos del armador

N°	Aspecto	Descripción
1	Capacidad de carga sobrecubierta	13 OC (6 ft.); 3 RE TEU (20 ft.)
2	Sistema de Propulsión	Doble línea propulsora
3	Tipo de Combustible	Diésel Premium
4	Sistema de Escape	Seco
5	Destino	Isla Puerto Ayora (Galápagos)
6	Estado de Mar	3 – 4
7	Velocidad de navegación	9 nudos \pm 10%
8	Sistemas de tratamiento	Aguas de lastre; Aguas grises y negras; Agua de Sentina
9	Clasificación	IACS
10	Clasificadora	ABS
11	Estándares Internacionales	ISO
12	Regulaciones Nacionales	Autoridad Marítima Nacional
13	Regulaciones ambientales	MARPOL Anexos IV, V, VI
14	Regulaciones de Seguridad	SOLAS
15	Número de Tripulantes	8
16	Autonomía de navegación	15000 galones

El buque proyecto debería tener la capacidad de carga de 13 OC de carga seca, y 3 RE de 20 pies (TEU), sin embargo, para no exigir demasiada capacidad de grúa se sustituyeron los RE TEU por RE de 10 pies, y por tanto se llevarían 6 RE de 10 pies, para no cambiar la carga requerida por el armador (ver Tabla 1.1).

2.2 Diseño Conceptual

Para llevar a cabo el diseño conceptual se tuvo recurrir a técnicas de estimación por regresiones lineales y por formulaciones empíricas descritas en el cuaderno 1 de la memoria de cálculos *Un diseño conceptual y preliminar de un buque de apoyo para servicio exclusivo de carga en contenedores offshore, desde las costas ecuatorianas con destino a las Islas Galápagos* [2], y con esto obtener las primeras cifras del diseño. El proceso cubre los campos de: Dimensionamiento y formas cuyo proceso lo resume la Figura 2.1, mientras que los otros ya fueron cubiertos por los requerimientos del armador como variables fijas.

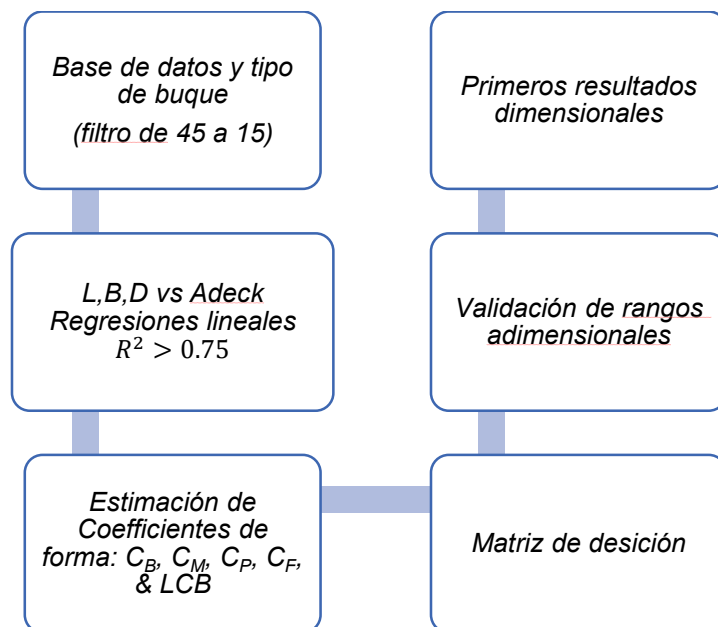


Figura 2.1 Proceso de dimensionamiento

Las regresiones lineales fueron producto de una base de datos de 45 buques offshore, la cual fue filtrada hasta un total de 15, con base en los rangos adimensionales de buques OSV (Tabla 2.2) que reporta la referencia [3]. Estos

rangos son aplicables únicamente bajo régimen conceptual, mas no en etapas posteriores de diseño.

Tabla 2.2 Rangos adimensionales para buques OSV

L/B	2.5 - 4.7
B/D	1.9 - 2.5
B/T	2.1 - 2.8
L/D	5.0 - 9.5
T/D	0.78 - 0.91

Una vez realizado el filtro, se procedió a graficar curvas con las variables de eslora (L), manga (B) y puntal (D) versus, otra variable que sea fija y que sea directamente proporcional a las mencionadas anteriormente. La variable fija resultó ser el área de cubierta (A_{deck}), que aumentaba conforme se incrementaba la eslora en la base de datos, y se consideró un coeficiente de determinación (R^2) superior a 0.75 (véase ejemplo Figura 2.2). A_{deck} era un parámetro fijo por que se deriva de la cantidad ya dada en la Tabla 2.1, y de cómo se distribuyen los contenedores sobre cubierta (estiba).

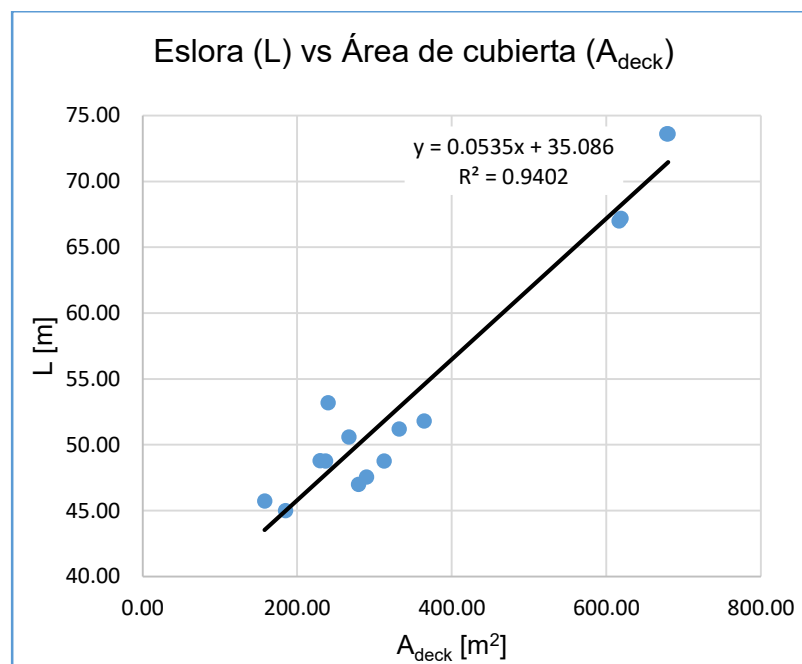


Figura 2.2 Regresión lineal de base de datos para L

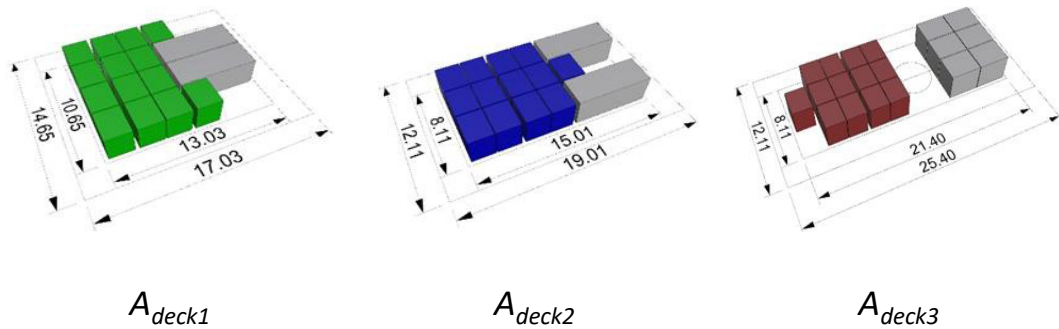


Figura 2.3 Opciones de distribución de estiba

La estiba de contenedores dependía de la cantidad de OC y RE a llevar, por lo que se generaron tres posibles estibas como lo muestra la Figura 2.3, donde se muestran las cotas (en metros) de tres opciones para el área. Con cada área se calcularon las dimensiones y coeficientes de forma utilizando las curvas de regresión, teoría de arquitectura naval, y formulaciones empíricas de la referencia [3], generando así una matriz de decisión con opciones de dimensión para seleccionar o inclusive combinarse como sea conveniente con alguna de las tres posibles estibas, tal como lo explica la Figura 2.4.

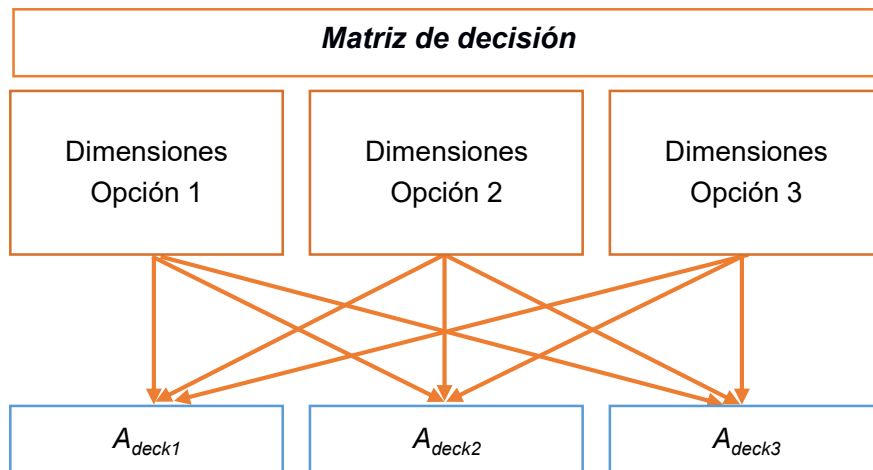


Figura 2.4 Bosquejo de matriz de decisión con las posibles combinaciones

Para seleccionar las dimensiones se consideró al que tenía una mejor percepción de proporcionalidad entre la longitud de la superestructura y la longitud del área de cubierta. Obteniendo las dimensiones y coeficientes de forma se generaron las formas para el primer casco y la distribución general del buque.

2.3 Diseño Preliminar

Ciertamente, por espiral de diseño, se tuvo que conectar la fase conceptual con la preliminar. Este enlace se logró con la vinculación de teorías de arquitectura naval, estabilidad, estructuras, maquinaria marítima y propulsión, desplegadas desde el cuaderno 2 al 8 de la referencia [2]. Para una mejor comprensión, a continuación, se resumen e ilustran los procedimientos por campo de cálculo considerado en la espiral.

2.3.1 Líneas de forma

A partir de los coeficientes estimados en la sección 2.2, se generaron las líneas de forma y el casco en tres dimensiones, para luego realizar los cálculos hidrostáticos y obtener valores más precisos de los coeficientes de forma y desplazamiento al calado de diseño estimado en el proceso de dicha sección, siguiendo el proceso de la Figura 2.5.

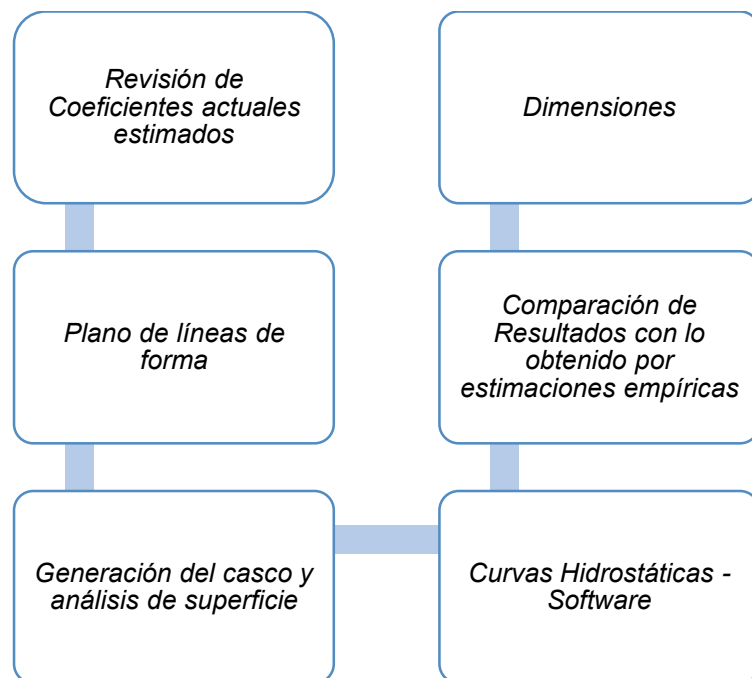


Figura 2.5 Proceso del campo líneas de forma

Así como se compararon los coeficientes de formas, también los desplazamientos, obtenidos por estimaciones de peso ligero o en rosca (*Lighthship*) y peso muerto (*Deadweight, DWT*), con el calculado por el software de ingeniería naval

correspondiente. Esto se hizo con el fin de validar las formas del casco, y posteriormente realizar las subdivisiones (compartimentación) y escantillado pertinentes.

2.3.2 Arreglo Estructural

En este campo, se desarrolló el procedimiento de la Figura 2.6 para alcanzar el arreglo estructural adecuado que esté en armonía con la cubierta principal, en especial, la zona de carga, ya que ésta puede tener el arreglo más relevante del casco debido a que la operación y carga muerta se sitúan en la zona, incluso, con el arreglo estructural se ubicó de mejor manera los mamparos, tanques y accesos en toda la embarcación.

Al final, lo que permitió realizar el escantillado fue la altura de carga y presiones por ABS, de acuerdo a la asignación del tipo de compartimento o de carga por niveles de cubierta. Y con esto, ya se pudo obtener un peso más preciso del casco y superestructura junto con la validación de la resistencia longitudinal del casco.

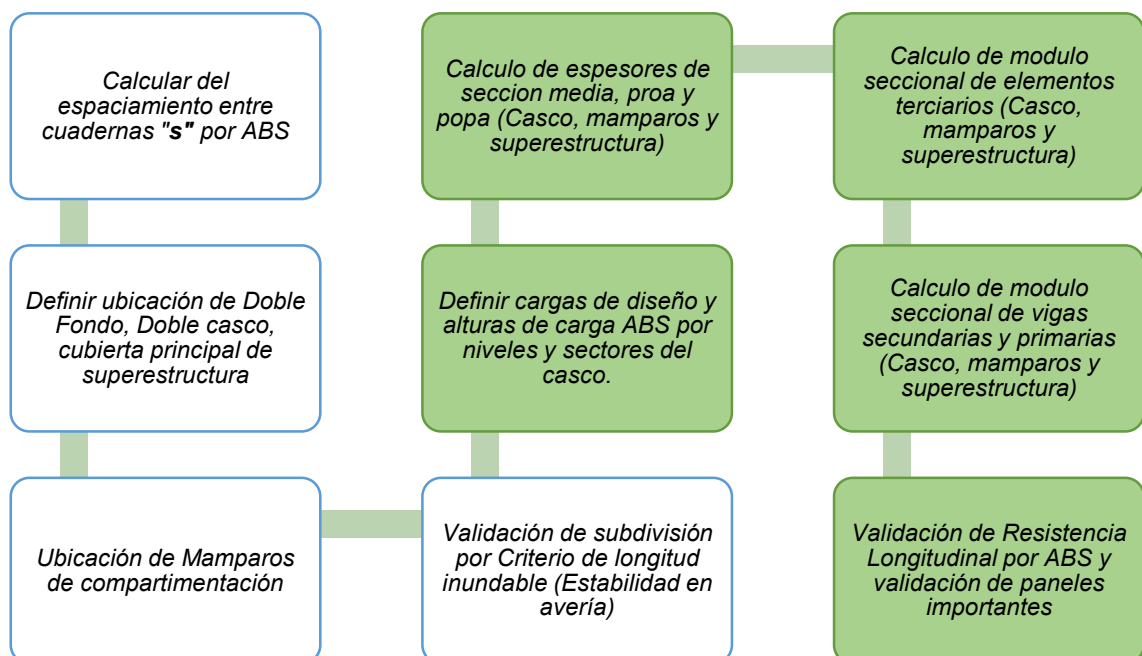


Figura 2.6 Proceso del campo Estructura

Por requerimientos de armador la sociedad de clasificación IACS a emplear fue ABS, y se utilizaron tanto las regulaciones generales de *Steel Vessels Rules 2017* (SVR)

[4], así como las específicas de *Steel Vessels under 90 meters (295 feet) in length 2017 (U90M)* [5], y *Offshore Support Vessels 2015 (OSV R)* [6]. Éste último, solo para ciertos detalles (para superestructura, por ejemplo), ya que la mayoría de reglas coinciden con las reglas generales SVR y con U90M.

2.3.3 Propulsión

Los cálculos de este campo están detallados en el cuaderno 4 de la referencia [2] y básicamente tuvo como objetivo la selección del sistema propulsor adecuado para alcanzar la velocidad requerida (ver Tabla 2.1) y que cumpla tanto los requerimientos ambientales de MARPOL [7] como los de seguridad en SOLAS [8].

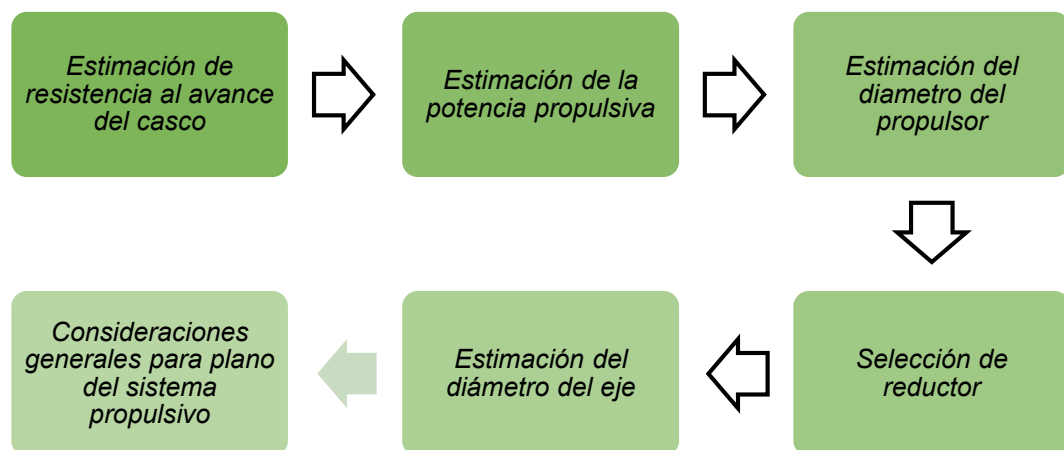


Figura 2.7 Proceso del campo Propulsión

Siguiendo el proceso de la Figura 2.7 se estimó la resistencia al avance del casco, para velocidades de entre 8 a 13 nudos, utilizando un software de ingeniería naval. Con esto, se encontró el valor de potencia requerida del motor considerando que, por requerimiento del armador, la embarcación es con doble línea propulsiva.

Además, se elaboró un plano del sistema propulsor con el reductor y propulsor (hélice) seleccionados, que muestra la ubicación de los apoyos y bridas, a lo largo del eje ya que, en ese entonces, el buque proyecto contaba con una sala de máquinas ubicada en sección media.

2.3.4 Capacidades

Este campo de la espiral envuelve a la autonomía, y al abastecimiento de servicio interno del buque a través de los sistemas auxiliares. Esto se consiguió siguiendo el proceso de la Figura 2.8 en el que se estimaron los diámetros de tuberías para los sistemas de achique, contra incendio, de combustible y de agua dulce por SOLAS.

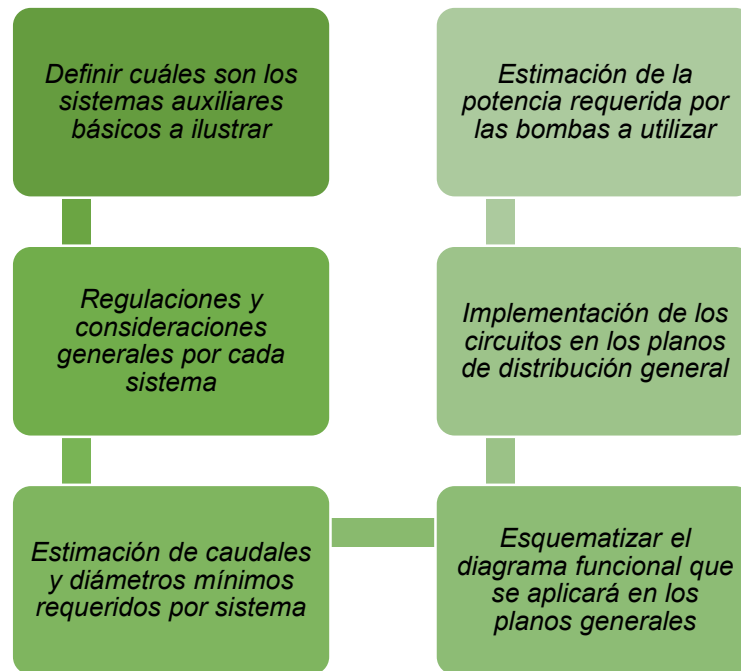


Figura 2.8 Proceso del campo Capacidades

Luego, en base a los diámetros y pérdidas, seleccionaron los accesorios y bombas necesarias en cada circuito para finalmente implementarse un bosquejo en el plano de tales circuitos, y cómo estaban dispuestos en el buque.

2.3.5 Sistema Eléctrico y Electrónico

Estos sistemas, aunque no aparezcan como campos de la espiral, siempre serán indispensables para los sistemas del buque, ya que su función principal es la alimentación de electricidad a las máquinas, habitabilidad, sistemas de mando y operación.

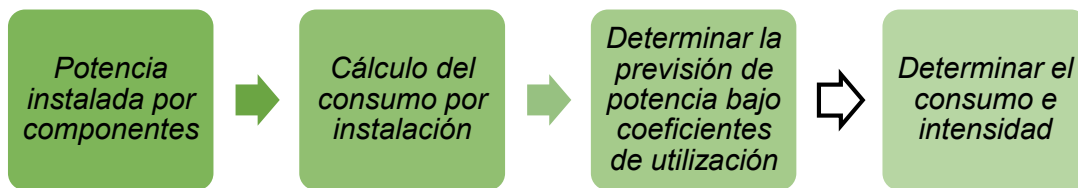


Figura 2.9 Proceso para selección de generadores

El procedimiento lo resume la Figura 2.9, incluyendo el abastecimiento de corriente eléctrica a los RE solicitados por el armador, primero, se planteó un listado con los kilowatts requeridos de la red de alumbrado exterior e interior del buque, seguido de un listado para los componentes de instalación monofásica y otro listado para los componentes de instalación trifásica, conociéndose a esto como *balance eléctrico*. Finalmente, convirtiendo los kilowatts a kilovatios requeridos mediante los coeficientes de utilización, y así obtener la potencia requerida del generador.

2.3.6 Arquitectura Naval

Ciertamente, uno de los desafíos del diseño fue la *estabilidad* del buque proyecto, ya que la carga y equipamiento en mayoría están sobre cubierta, por lo que se vio implicada una notable elevación del centro de gravedad, en las distintas condiciones de carga que demanda la OMI bajo el MSC.267(85) IS Code [9].

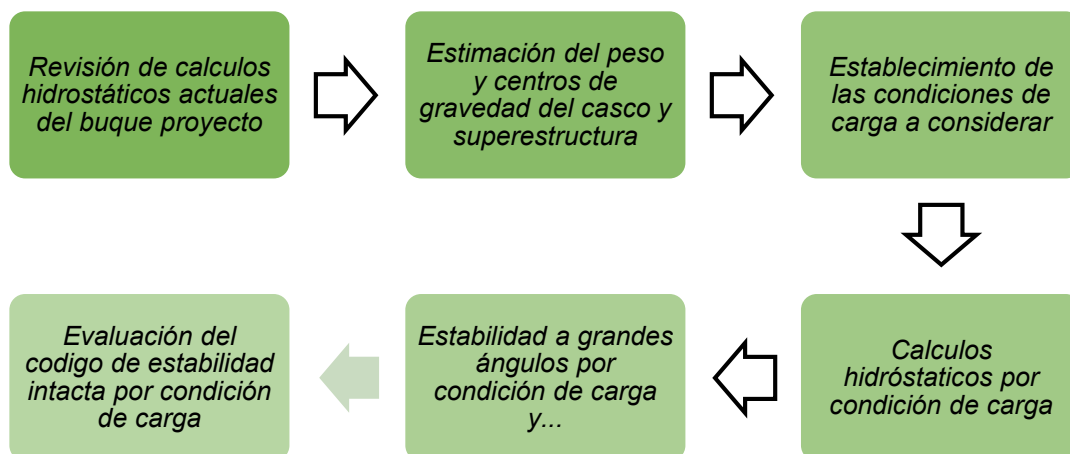


Figura 2.10 Proceso del campo Estabilidad

De acuerdo a la Figura 2.10, se estimaron los centros de gravedad de la embarcación con un software de Ingeniería Naval, que además permitió evaluar los criterios de estabilidad intacta (IS Code) a pequeños y grandes ángulos. Con dichos valores, se

demonstró el cumplimiento del código en las condiciones más críticas de carga y/o navegación, y que también lo exige la Autoridad Marítima Nacional.

2.4 Mejoras e implicaciones

Según la espiral de la Figura 1.6, esta sección correspondería a una fase previa al diseño constructivo. Para conectar el diseño preliminar con ésta etapa, se realizó una segunda entrevista con el armador, en donde se presentó el diseño preliminar del buque. Una vez recibido su punto de vista, se procedió a desarrollar complementos y mejoras al diseño con sus implicaciones como lo muestra la Figura 2.11.

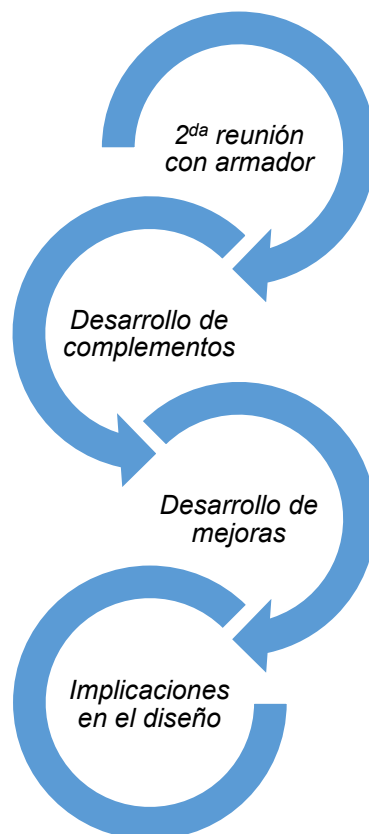


Figura 2.11 Proceso para mejoras del diseño

Para la complementación, se añadieron los cálculos correspondientes al amarre y fondeo del buque, junto a la predicción de los criterios de maniobrabilidad que el mismo debe cumplir. Estos cálculos se hicieron de acuerdo a ABS U90M sección 3-

5-1 / 3.1 [5] y, *ABS Guide for vessel Maneuverability* [10] sección 2-3, respectivamente.

2.4.1 Complementación

2.4.1.1 Amarre y fondeo

Desarrollar este complemento fue vital para seleccionar el equipamiento necesario que permita al buque realizar las operaciones de amarre y fondeo, en muelle y en altamar y así, actualizar el peso de la embarcación, contabilizado hasta el momento.

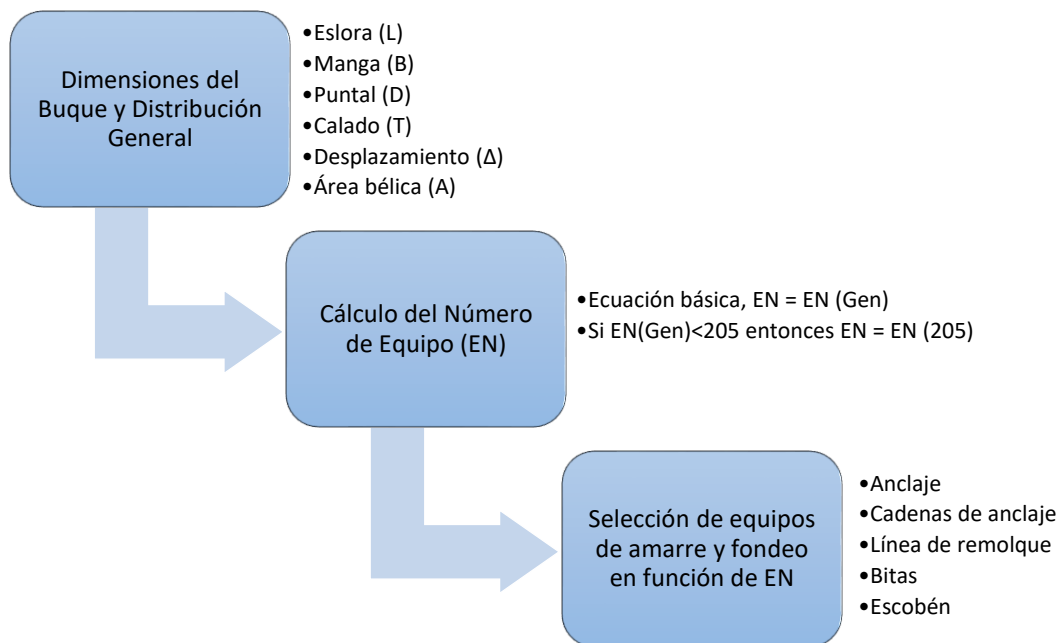


Figura 2.12 Complementación – Amarre y Fondeo

La Figura 2.12 ilustra de forma general como se consiguió llegar al arreglo de los elementos de amarre y fondeo. Sin embargo, no está demás conocer cómo se obtuvieron ciertos valores mencionados en el esquema. El primero es el área bélica, que se define como el área proyectada del perfil del buque, tomada sobre la línea de flotación al T de diseño como el muestra el ejemplo en la Figura 2.13.

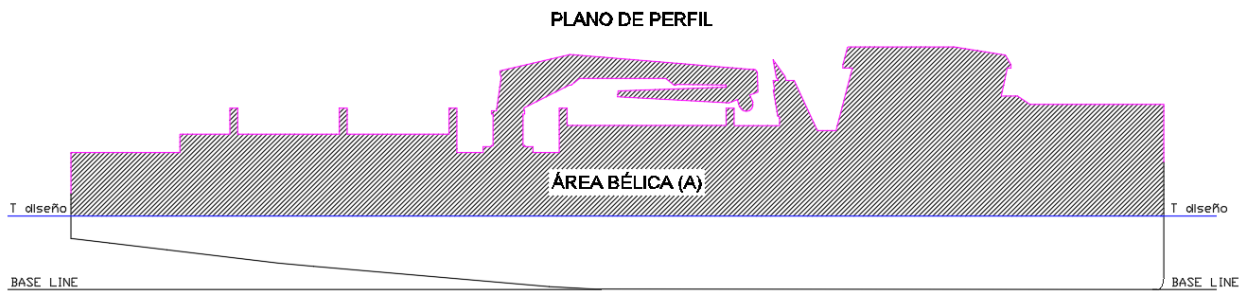


Figura 2.13 Ejemplo de Área Bélica del buque proyecto

Y el segundo, es la formulación para el EN, la que de forma general se calculó como:

$$EN = k\Delta^{\frac{2}{3}} + mBh + nA \quad (2.1)$$

Donde k , m y n eran coeficientes dados en la misma regulación, el desplazamiento Δ , se ingresaba en toneladas, y las dimensiones como B o h (que dependía de los nieles de superestructura) se ingresaban en metros.

Una vez empleada la ecuación (2.1), si EN resultaba menor a 205 entonces se debía recalcular de la siguiente manera:

$$EN (205) = k\Delta^{\frac{2}{3}} + m \left(Ba + \sum bh \right) + na \quad (2.2)$$

Donde a era el francobordo y se ingresaba en metros, además de que el resto de variables las explicaba en detalle la referencia [5]. Finalmente, con el valor de EN se ingresó a las tablas de la sección 3-5-1 en [5] para seleccionar los equipos.

2.4.1.2 Maniobrabilidad

Todo buque por exigencia de la autoridad marítima nacional y la clasificadora, debe aprobar la prueba de maniobrabilidad (prueba de mar). Sin embargo, la prueba se realiza una vez que se dé la botadura del buque (*launching*). Por dicha razón, lo único que se hizo, fue una predicción de los parámetros que se miden en la prueba para calificar los criterios que estipula ABS en la guía de maniobrabilidad [10].

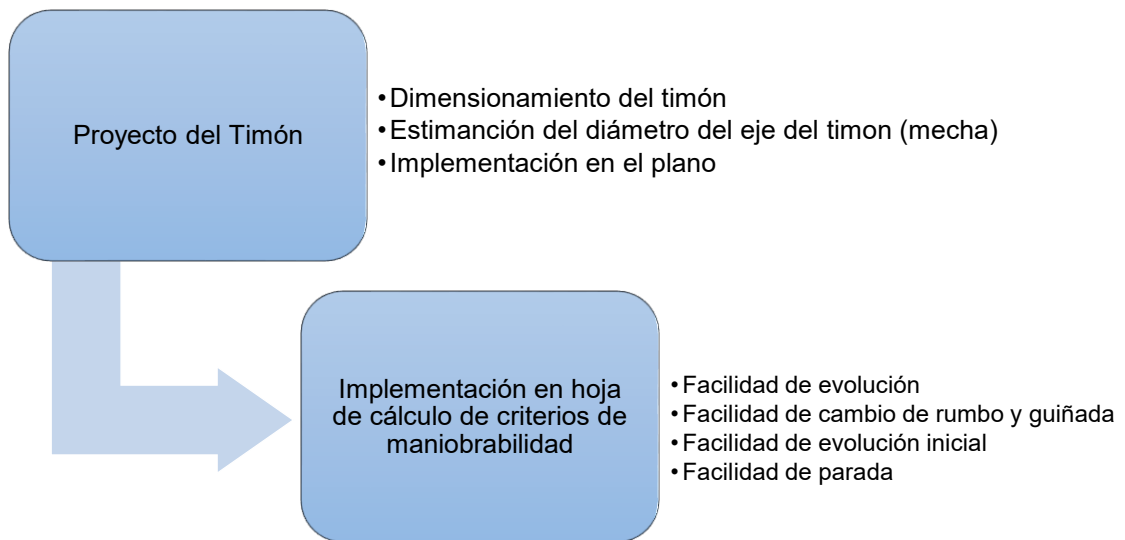


Figura 2.14 Complementación - Maniobrabilidad

La Figura 2.14 muestra el procedimiento que se siguió para el desarrollo de éste complemento. Al proyecto del timón lo constituye el dimensionamiento del timón y la mecha, para lo cual se consideró que el área proyectada del timón AR , de acuerdo a la referencia [3] debe estar entre el 1.5% y 2.5% del producto entre, la eslora entre perpendiculares L_{PP} y el calado T . Por otra parte, para obtener la altura del timón HR se consideraron los claros que recomienda la enciclopedia de tecnología naval Wartsila [11], y con los valores de AR y HR , se llegó al valor de la cuerda L_t .

Una vez determinada las dimensiones del timón, se procedió a calcular el centro de presión del timón bajo formulaciones empíricas recomendadas en el capítulo 3.6 de la referencia [3]. Luego, se implementaron los 4 criterios de maniobrabilidad por ABS expuestos en la Figura 2.14, los cuales iban en función de las dimensiones principales del buque y del timón, además de la predicción de los parámetros de la Figura 2.15 que fueron calculados tanto por fórmulas ABS como por Alvariño [3].

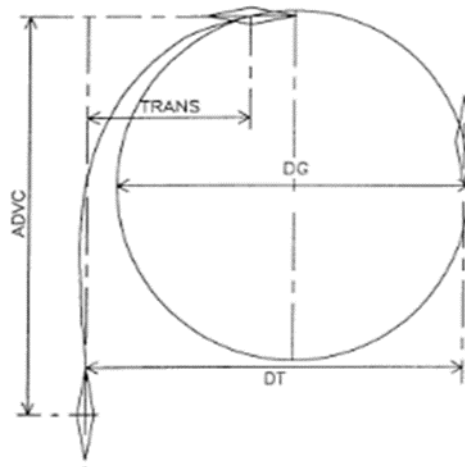


Figura 2.15 Esquema de maniobra típica de prueba de mar [3]

Donde DG es el diámetro de Giro, DT es el diámetro táctico, TRANS es la caída o transfer, y ADVC es el avance.

2.4.1.3 *Peso Estructural*

Finalmente, previo a la siguiente etapa de diseño, se ajustó el peso estructural de la embarcación ya que éste valor se lo había considerado en la memoria de cálculos [2] como bloques totalmente prismáticos que contabilizaba las cuadernas y bulárcamas en él (ver Figura 2.16). Para dar una mejor precisión de éste peso estructural, se ingresó el casco en un software de ingeniería naval que sumaba los pesos de los elementos estructurales con su propiedad y curvatura pertinentes.

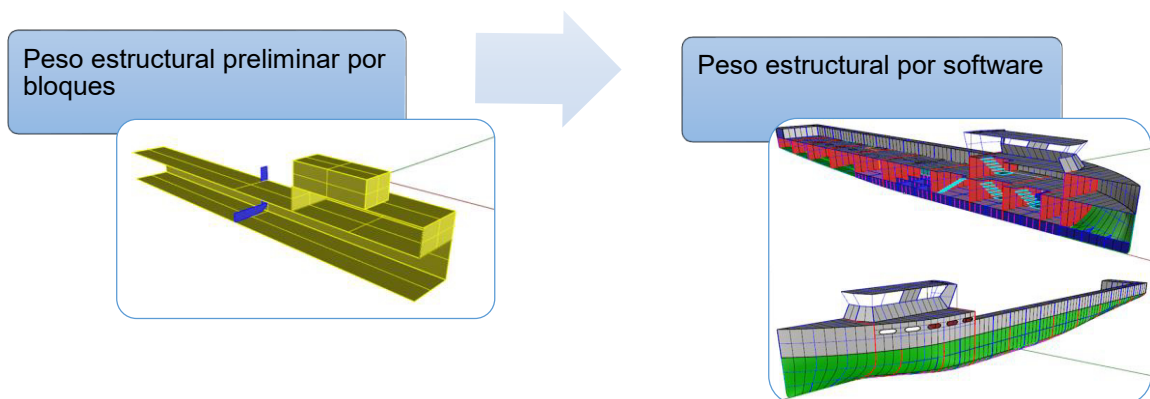


Figura 2.16 Ajuste de precisión para el peso estructural

El peso resultante en el software, no incluía peso por cordones de soldadura (15%), ni de misceláneos (5%). Sin embargo, se asumió que el peso inicial por bloques si incluía misceláneos, mas no soldadura.

2.4.2 Mejoras del diseño

Posterior a la segunda entrevista, se procedió a realizar un resumen de los puntos más relevantes a modificar del diseño preliminar (ver Figura 2.17), cuyas implicaciones las resumen la Figura 2.18 y Figura 2.19.

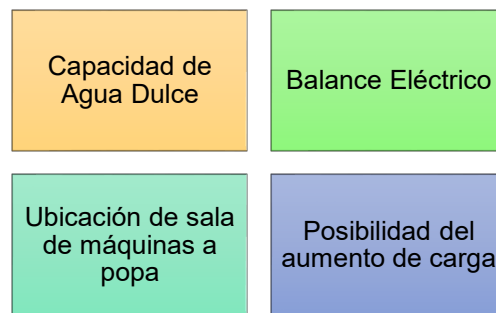


Figura 2.17 Resumen de mejoras al diseño

2.4.2.1 Capacidad de Agua dulce

Una modificación del diseño fue la capacidad del agua dulce para la tripulación ya que inicialmente se contaba con 9.927 m³ de agua, suficiente para 8 tripulantes por lo que, el cliente por su experiencia en otros proyectos, prefirió aumentar la capacidad de agua. Ésta modificación tenía implicaciones sobre la estabilidad, el arreglo estructural y el arreglo general, debido al aumento de tamaño de los tanques de agua dulce.

2.4.2.2 Balance Eléctrico

La particularidad de un balance eléctrico en fase preliminar es el uso de altos factores de seguridad (FS) utilizados sobre el consumo de los equipos. Los FS se veían reflejados en los coeficientes de utilización, los cuales se asignaban según la situación, es decir, buque en puerto, en travesía y en operación. Pero lo más influyente sobre la potencia requerida era la asignación del tipo de instalación de los

componentes (Alumbrado, monofásica y trifásica). Por tanto, lo que se hizo fue, modificar estos FS en los consumos y la asignación de algunos componentes.

2.4.2.3 Ubicación de sala de máquinas a popa

El diseño preliminar contaba con una sala de máquinas (principal) ubicada en sección media del buque. Esto resultaba en dos líneas de ejes propulsores de 18.09 metros de largo, lo que implicaba en costo, la adquisición de 4 ejes de 10 metros de longitud y diámetro de 5 pulgadas, además de que el diseño del sistema consideraba una eficiencia propulsiva (η_p) de 0.45 debido a las pérdidas mecánicas. Por estas razones, se reubicó la maquinaria principal hacia popa, con el fin de reducir la longitud de los ejes y conservando la eficiencia como factor de seguridad.

2.4.2.4 Posibilidad del aumento de carga

En esta mejora, se intentó responder lo siguiente: ¿Es posible tener buena respuesta del buque al aumentar la carga requerida de diseño? Esta interrogante se generó con el fin de dar un límite de las condiciones de operación del buque al armador ya que, desde la etapa conceptual, el proyecto estaba diseñado para llevar 13 OC y 6 RE de 6 y 10 pies, respectivamente. Por tanto, lo que se hizo fue aumentar una fila de contenedores (*Tier*), y analizar la influencia de este cambio sobre la cubierta y más aún la estabilidad.

En cuanto a las implicaciones de cada mejora de la Figura 2.17, en esencia fueron sobre los campos de arquitectura naval (ver Figura 2.18) y arreglo estructural (ver Figura 2.19), conllevando esto a la modificación de la distribución general (ver Figura 2.20).

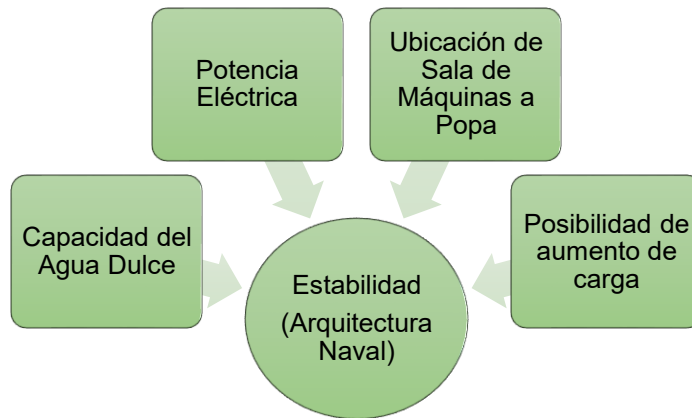


Figura 2.18 Implicaciones sobre la Estabilidad

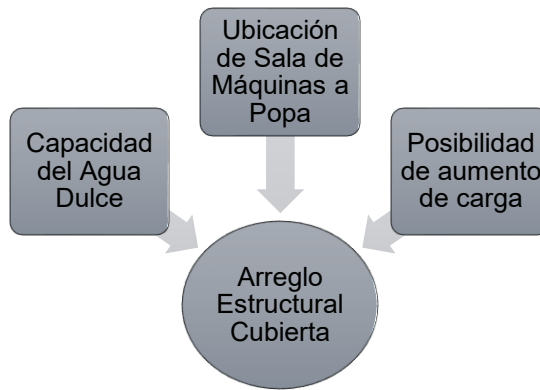


Figura 2.19 Implicaciones sobre el arreglo estructural

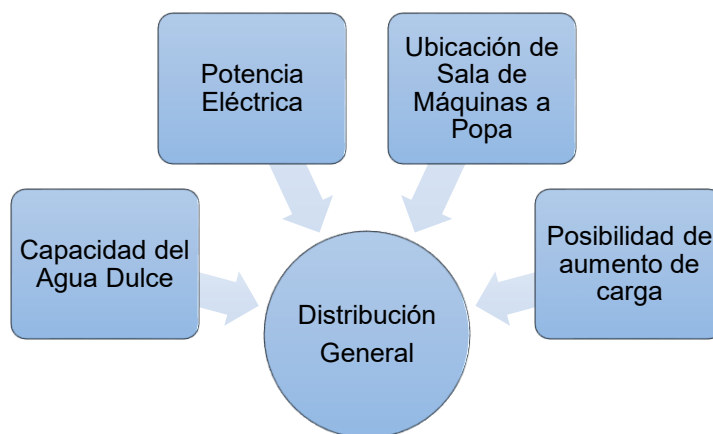


Figura 2.20 Implicaciones sobre el arreglo general del buque

2.5 Presupuesto

Para éste último campo de la espiral, se siguió el esquema de la Figura 2.21.

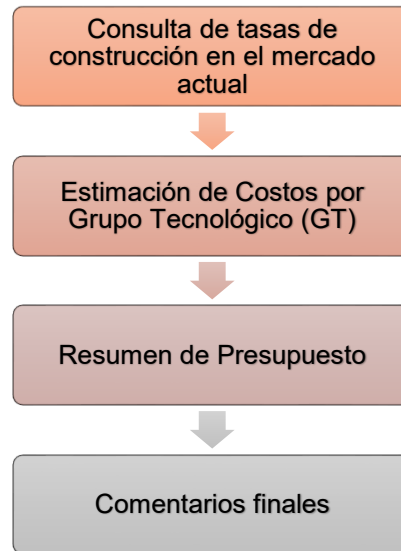


Figura 2.21 Proceso del campo costos

Por cada GT se estimaron los costos siguiendo el esquema de la Figura 2.22, excluyendo los grupos G700 y G800, debido a que el buque proyecto era de tipo comercial, y se utilizaron las tasas de la Tabla 2.3.

Tabla 2.3 Actuales tasas de construcción de un astillero nacional

\$/Kg construcc. en Acero	\$ 8.00
\$/Kg. compra de Acero	\$ 1.10
\$/HH montaje	\$ 15.00
\$/m ² recubrimiento de habitabilidad	\$ 800.00
\$/camarote	\$ 7,500.00
\$/m ² Pintado	\$ 1.50

El costo por kilogramo de compra de acero de \$1.10, fue omitido debido a que se realizaron cotizaciones en material, anexadas en los apéndices de este informe.

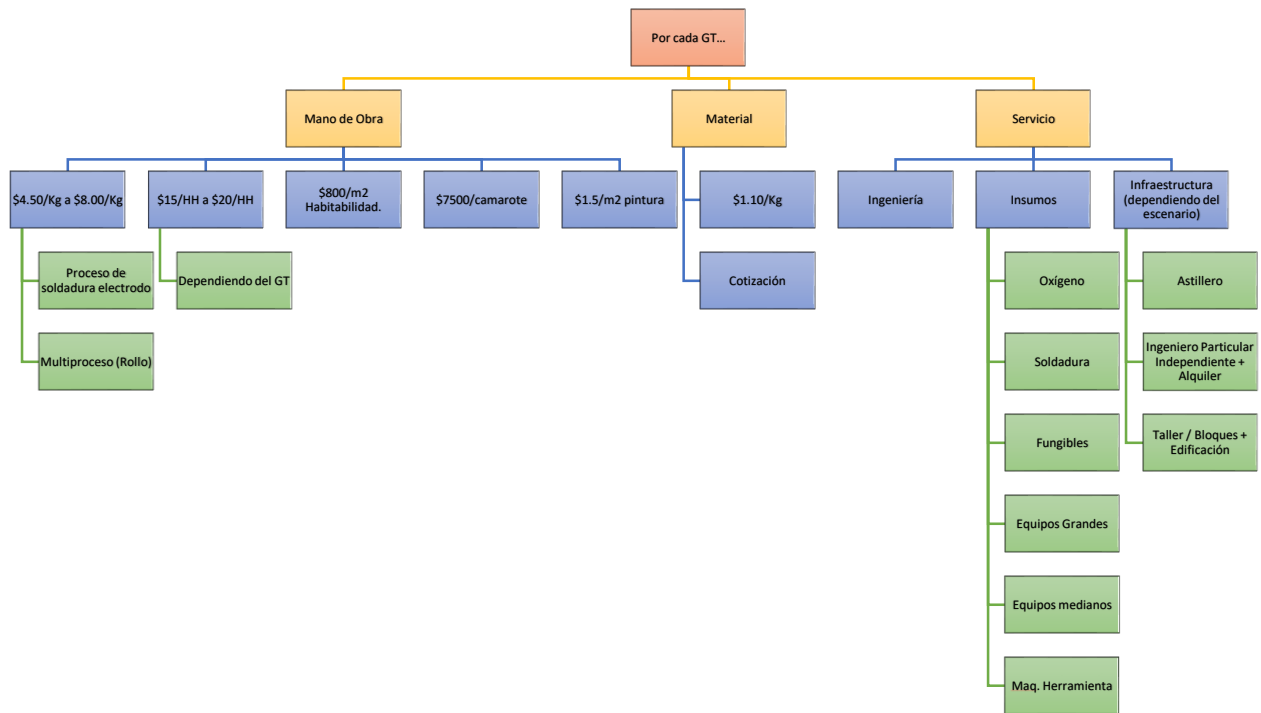


Figura 2.22 Método para estimación de costos por GT

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Diseño Conceptual

Con las regresiones lineales se obtuvieron las dimensiones de la Tabla 3.1, en donde se estimaron los coeficientes de forma por las formulaciones empíricas tomadas de las transparencias del Instituto Superior Técnico de Lisboa del profesor Manuel Ventura [12], además de otras fórmulas como *Townsin*, *Alexander* y *Meredith*.

Tabla 3.1 Resultados de diseño conceptual

L [m]	41.60			
B [m]	8.86			
D [m]	3.67			
T [m]	3.17			
Fr	0.34			
V [nudos]	13.00			
C_B	<i>Ventura</i>	<i>Townsin</i>	<i>Alexander</i>	<i>Meredith</i>
	0.532	0.549	0.515	0.570
C_M	0.935	0.942	0.926	0.951
C_P	0.569	0.583	0.556	0.600
C_F	0.799	0.807	0.792	0.817
XB	-2.534	-2.306	-2.771	-2.003
LCB [m]	-1.023	-0.930	-1.118	-0.808

Todas las formulaciones estaban en función de la velocidad (*Número de Froude*, F_r), por lo que se intentó llegar a unas formas que permitan el incremento de la velocidad de operación (V) a 13 nudos, aun sabiendo que lo requerido eran 9 nudos. Esto se hizo con la finalidad de generar el primer casco de la Figura 3.1 que no iba a ser necesariamente el definitivo.

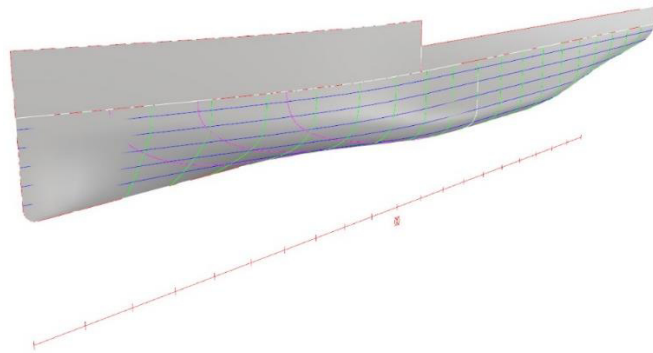


Figura 3.1 Primeras formas del casco concepto

Una vez que se generaron las formas del casco mediante un software CAD 3D, se hizo una revisión de la suavidad y continuidad de la superficie con un análisis cebra que provee el software como lo ilustra la Figura 3.2.

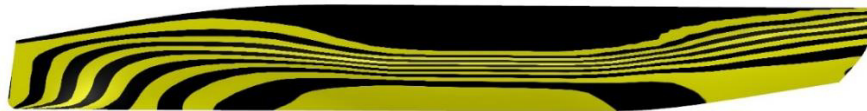


Figura 3.2 Análisis cebra típico del casco

Finalmente, se realizó una primera distribución general del buque que sea fiel a los requerimientos del armador y al concepto del buque, resultando en lo ilustrado por la Figura 3.3.

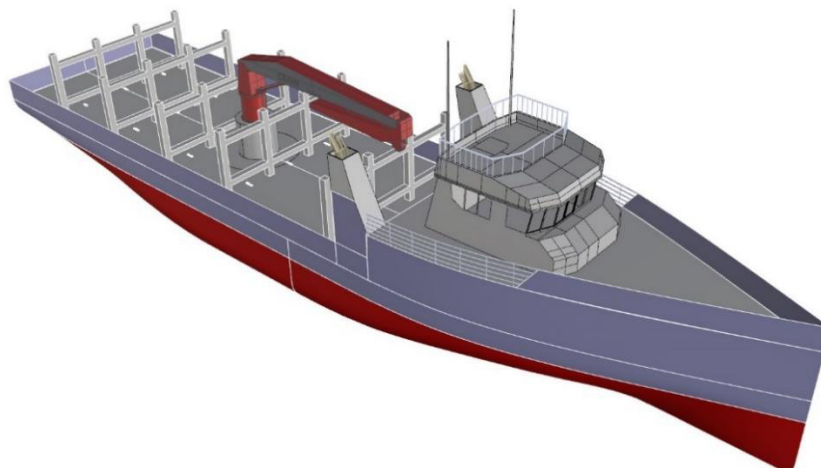


Figura 3.3 Diseño conceptual del buque proyecto

3.2 Diseño Preliminar

Se desarrollaron los campos de cálculo de la sección 2.3, y durante el proceso se presentaron cambios que influyeron directamente sobre las dimensiones calculadas en la sección anterior. De acuerdo a la Figura 3.4, el primer cambio fue producto de la necesidad del doble casco que exigía el PNG, cuya estructura implicaba una ampliación del pasillo de costado, y por tanto un incremento de 8.86 a 9.10 metros de manga. Luego, por cumplimiento adimensional de formas, se aumentó el calado de 3.17 a 3.25 metros, los cuales no eran de diseño, sino más bien su objetivo era el de cubrir la mayor boyantes posible. Ambos cambios resultaron en nuevos coeficientes que implicaron un reajuste de las formas del casco, para luego ingresar el casco a un software de Ingeniería Naval, calcular los coeficientes de forma al calado de 3.25 metros y comparar.

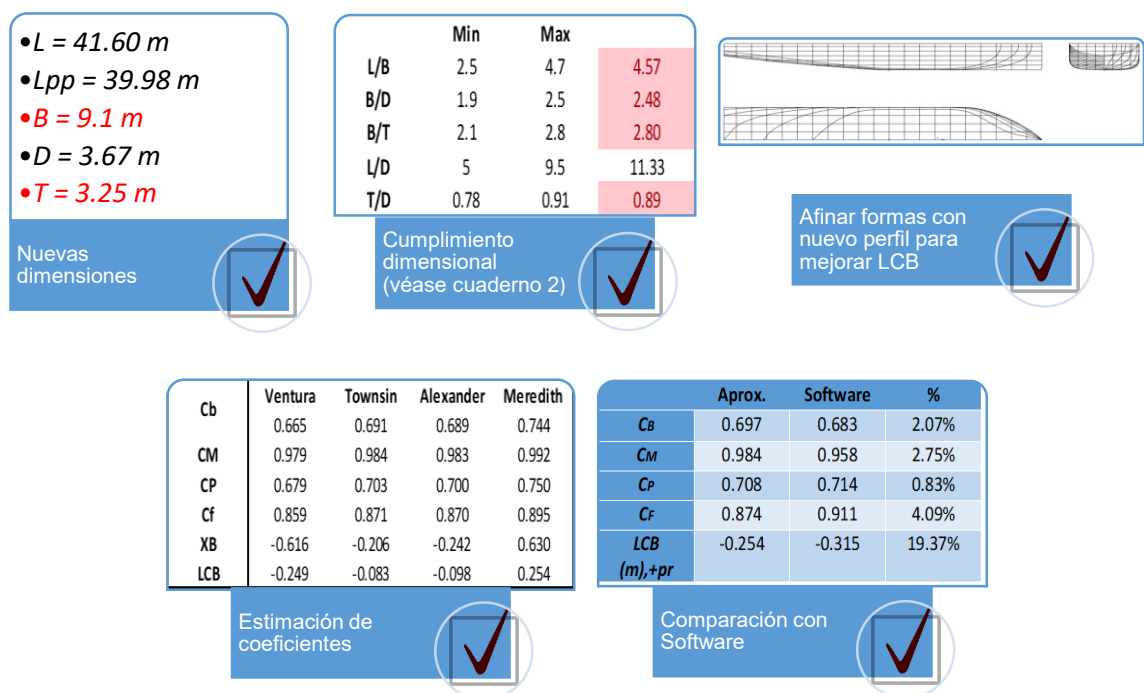


Figura 3.4 Observación y revisión del cambios dimensionales

Una vez comparados los coeficientes, se modificó el calado de 3.25 metros, al de diseño o el estipulado por el ILLC. Dicho calado fue de 2.80 metros, es decir, que mientras los campos de la espiral emitan resultados en peso, la suma total de aquello (*Desplazamiento del buque, Δ*) no debía resultar mayor a 704.10 toneladas en el

proceso. Finalmente, los resultados preliminares de la embarcación se resumen en la ficha técnica de la Figura 3.5.

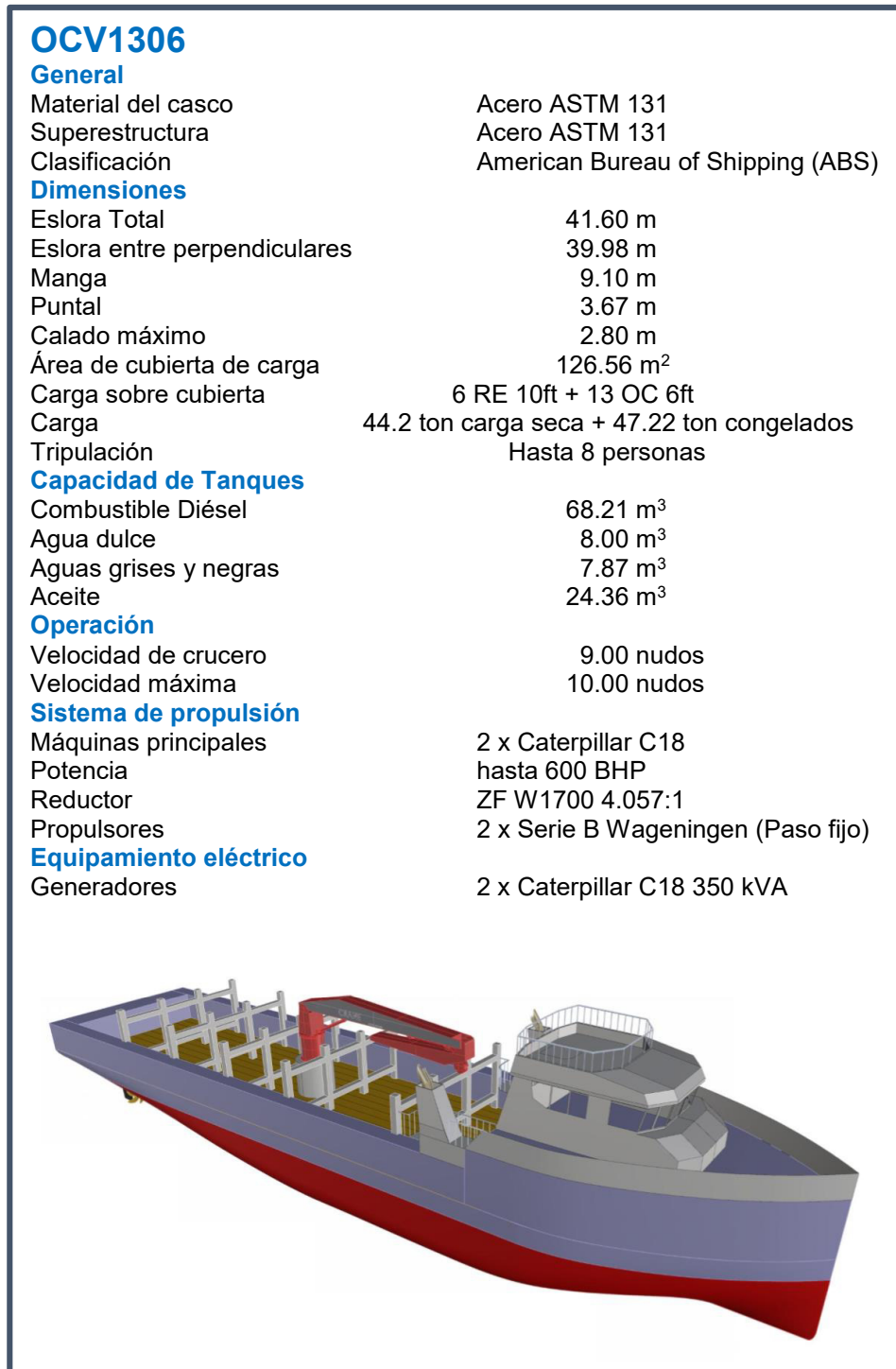


Figura 3.5 Diseño preliminar del buque proyecto

3.3 Mejoras e implicaciones

3.3.1 Complementación

3.3.1.1 Amarre y fondeo

Se calculó el número de equipo EN de 199.57 con la etapa actual de diseño empleando la ecuación (2.1). Para ello, se consideraron los resultados de la Figura 3.5 y el desplazamiento de 704.10 toneladas, además de las variables h y b que correspondían a la altura y ancho de los dos niveles (*tier 1*, *tier 2*) de superestructura, de inferior a superior respectivamente (ver Tabla 3.2). Dicho esto, se recalculó un EN de 179.60 con la ecuación (2.2) ya que inicialmente era menor a 205.

Tabla 3.2 Cálculo del Número de Equipo

k	1	
m	2	
n	0.1	
Δ	704.1	ton
B	9.10	m
a	0.87	m
h(tier1)	2.40	m
h(tier2)	2.40	m
h	5.67	m
b(tier1)	9.10	m
b(tier2)	4.94	m
Área bélica (A)	172.32	m ²
EN (General)	199.57	
EN (205)	179.60	

Con EN (205) se ingresó a la *Tabla 1 - sección 3-5-1* del ABS U90M [5]. En tal tabla se tomó el EN menor inmediato de 175 como lo indicaba la regla. Para éste valor se indicaba el número y peso del anclaje, además de la longitud total de cadena en metros y el diámetro de los eslabones en milímetros. Sabiendo esto, se seleccionaron los elementos de fondeo, como lo son cabrestante, ancla y cadenas, cuyos valores se resumen en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3 Resultados para elementos de fondeo

Cantidad de anclas	2	
Tipo de ancla	Hall	
Longitud total de cadena	302.5	m
Longitud de cadena por ancla	151.25	m
Cantidad de tramos por cadena (27.5 m)	6	
Diámetro de eslabón	24	mm
Diámetro del escobén	249.6	mm
Potencia de cabrestante	51.6	hp
	38.47	kW

De igual manera, se ingresó con el valor EN de 175 en la *Tabla 2 – sección 3-5-1* del ABS U90M [5], la cual indicaba la longitud máxima de la línea de amarre o remolque. Además, se indicaba la cantidad mínima de líneas, cuyo número se incrementó en uno ya que la razón EN/A estaba entre 0.9 y 1.1, estipulado en la regla 3-5-1 / 17. Con esto, se seleccionaron los elementos de amarre como lo son las bitas y los *chocks* llamados comúnmente “ojos de buey”, utilizando las características resumidas en la *Tabla 3.4*.

Tabla 3.4 Resultados para elementos de amarre

EN/A	0.96	
Cantidad de líneas de amarre (3)	4	
Longitud por línea de amarre	120	m
Carga de rotura de la línea	11.4	ton
Cantidad de bitas (tres a babor y estribor)	6	
Peso por bita	86	Kg
Cantidad de chocks	6	
Carga de rotura de chocks	9.12	ton

Los elementos de amarre y fondeo fueron seleccionados de catálogos de *Trillo*, *Manufacturera 3M* y *MORDEC*. Y por último se distribuyeron los elementos en el plano de arreglo general como se ve en la *Figura 3.6*.

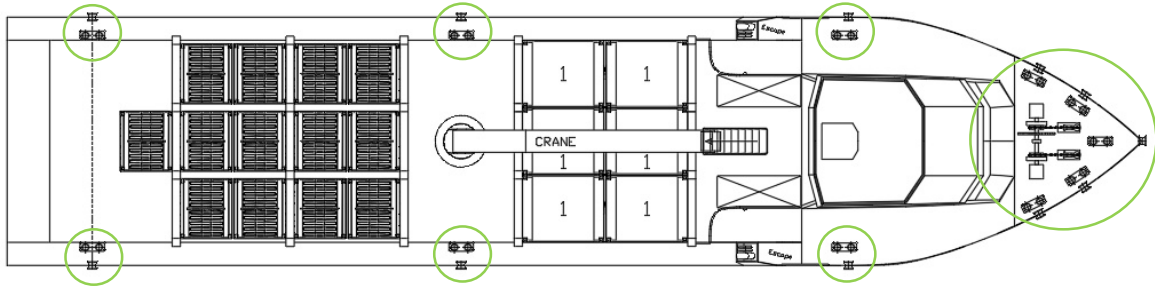


Figura 3.6 Elementos de amarre y fondeo en vista de planta

3.3.1.2 Maniobrabilidad

Se calcularon las dimensiones del timón (de tipo suspendido) y la mecha obtenidas en la Tabla 3.5, las cuales fueron implementadas en el perfil del buque como se muestra en la Figura 3.7. Además, se consideró el claro de 8% de la altura disponible h , sobre la línea central del barón (mecha), desde el cuál se mide también el centro de presión XP.

Tabla 3.5 Dimensiones obtenidas del timón y mecha

Altura disponible, h	1.81	m
8%h	0.1448	m
AR	2.28	m ²
HR	1.67	m
Cuerda, c	1.37	m
Perfil folio	NACA0015	
Espesor de Perfil	0.2054	m
Centro de presión XP(avante)	0.132	m
Centro de presión XP(atrás)	0.708	m
Diámetro de la mecha	134	mm

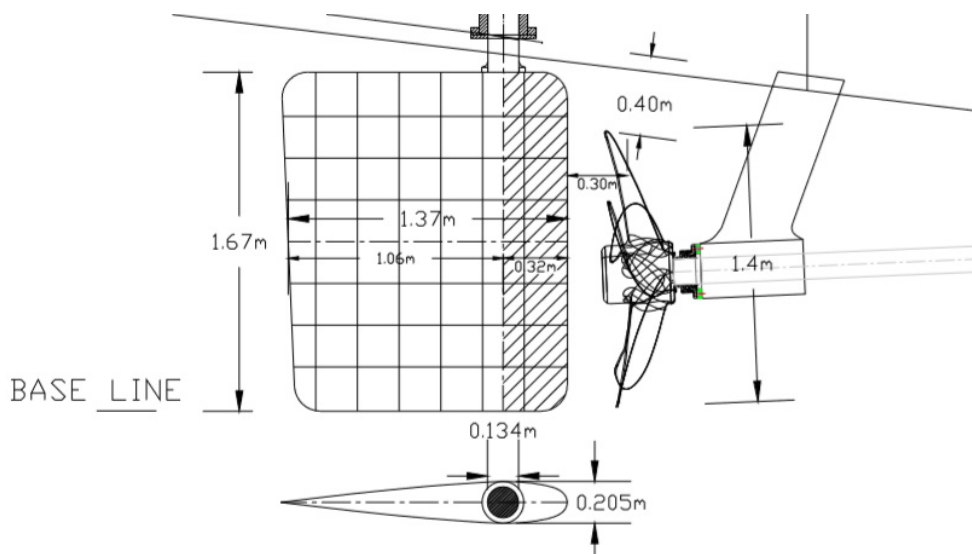


Figura 3.7 Timón del buque proyecto de tipo suspendido

Con dichos resultados se realizaron las predicciones de los parámetros de la Figura 2.15 utilizando las formulaciones descritas en los apéndices de éste informe. Con ello, se evaluaron los criterios de maniobrabilidad, con calificaciones (ratings) desde 1 hasta 5 de peor a mejor respuesta respectivamente. Y finalmente, con los resultados en la Tabla 3.6 se obtuvo un promedio de 3.20.

Tabla 3.6 Resultados de calificación para prueba de maniobrabilidad

CRITERIOS		RATINGS
Facilidad de evolución	<i>Díámetro táctico</i>	5
	<i>Avance</i>	PASS
Facilidad de cambio de rumbo	<i>Primer Ángulo de rebasamiento 10/10</i>	2
	<i>Segundo Ángulo de rebasamiento 10/10</i>	PASS
	<i>Primer Ángulo de rebasamiento 20/20</i>	2
Facilidad de Evolución inicial		3
Facilidad de Parada	<i>Track reach</i>	PASS
	<i>Head reach</i>	4
Rating Promedio		3.2

3.3.1.3 Peso estructural

Se calculó el peso estructural del buque por software, comparando los resultados con lo estimado por bloques prismáticos. De acuerdo a la Tabla 3.7, el peso por software resultó en un 5.96 % menor al estimado por prismas, obteniendo así un peso más preciso de 193.24 toneladas en estructura que incluye misceláneos (5%), también se apreció una ligera diferencia entre los centros de gravedad. Con estos resultados se comprobó la poca variación entre ambos métodos de estimación del peso estructural, conservando obviamente los valores obtenidos por software.

Tabla 3.7 Comparación de resultados en peso estructural

	Peso [Ton] Bloques	Peso [Ton] Software	%
Casco	163.8	155.32	
Regala	18.836		
Superestructura Tier1	15.09	13.89	
Superestructura Tier2	7.02	5.19	
Total	204.75	193.24	5.96
	LCG [m] Bloques	LCG [m] Software	
Casco	-0.315	-0.486	
Regala	-9.212		
Superestructura Tier1	12.35	12.866	
Superestructura Tier2	11.41	11.414	
	VCG [m] Bloques	VCG [m] Software	
Casco	2.05	2.059	
Regala	4.596		
Superestructura Tier1	5.656	5.325	
Superestructura Tier2	7.879	7.682	

3.3.2 Mejoras del diseño

Con los aportes de la complementación al diseño, se desarrollaron las mejoras cuyos resultados será mostrados en ésta sección, y para un mejor entendimiento, cada punto se muestra como preliminar versus mejora. Por lo que, al final de la sección se presentará la ficha técnica del buque proyecto mejorado con el comentario pertinente.

3.3.2.1 Capacidad de Agua dulce

Se incrementó la capacidad de agua dulce de 9.93 a 19.46 m³ abasteciendo a 6 tripulantes más 2 bodegueros. Este volumen no solo considera el consumo por habitabilidad de 135 galones por persona sino también, el de la planta de tratamiento de 120 galones por persona.

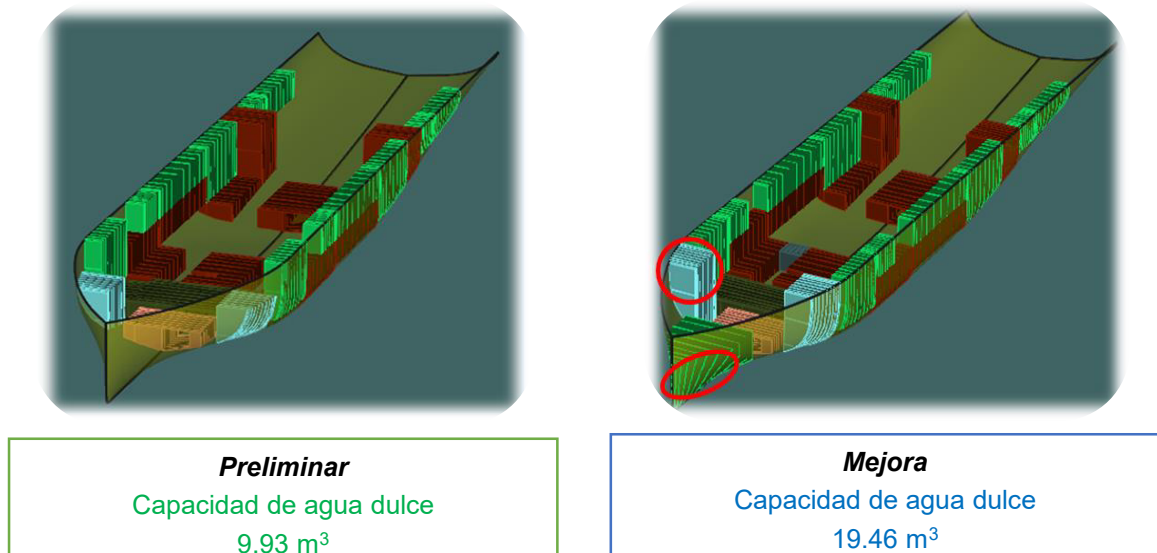


Figura 3.8 Capacidad de agua dulce preliminar vs mejorada

La comparación de la Figura 1.1 entre la fase preliminar y mejorada, indica cómo se vio implicado el aumento del tanque de agua dulce. A éste tanque se le añadió otro sobre el anterior, que se extiende hasta la cubierta principal, para evitar eliminar *cofferdams* que son obligatorios para separar el agua dulce de otros fluidos. Por último, se añadió lastre en el pique de proa con fines de estabilidad longitudinal.

3.3.2.2 Balance Eléctrico

Se ajustaron los factores de seguridad en el listado de los tres tipos de instalación a bordo, dado en los apéndices de este informe. La navegación de ida fue la situación de mayor consumo en el balance eléctrico, con un valor de 73.7 kW monofásico y 196.6 kW trifásico. Comparado con la potencia preliminar requerida, los 98.3 kW de la Tabla 3.9 fue un 32% del obtenido en la Tabla 3.8.

Tabla 3.8 Potencia preliminar del generador

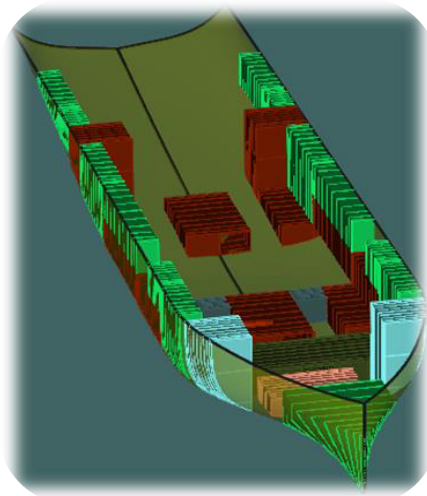
Potencia Monof.	603.5	kW
Potencia Trifásic.	95.5	kW
# Generadores	2	
kW por generador	301.8	kW
Generador	CAT C18	

Tabla 3.9 Potencia mejorada del generador

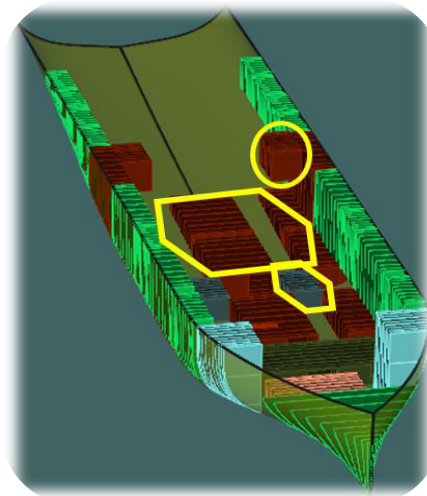
Potencia Monof.	73.7	kW
Potencia Trifásic.	196.6	kW
# Generadores	2	
kW por generador	98.3	kW
Generador	CAT C4.4	

3.3.2.3 Ubicación de sala de máquinas a popa

Con la reubicación de la sala de máquinas a popa se presentaron tres implicaciones sobre el diseño preliminar. El primero fue, una nueva distribución de tanques y sistema de combustible y lodo, cuyos cambios se muestran en la Figura 3.9. Luego, el Plano 3.1 se modificó, reduciendo el eje a 8.26 metros de longitud, con 4.83 grados de inclinación dado en el Plano 3.2. Y por último se recalculó el diámetro del eje con *ABS U90M Sección 4-3-1 / 7.1* [5], manteniendo las 5 pulgadas en material *Aquamet*.

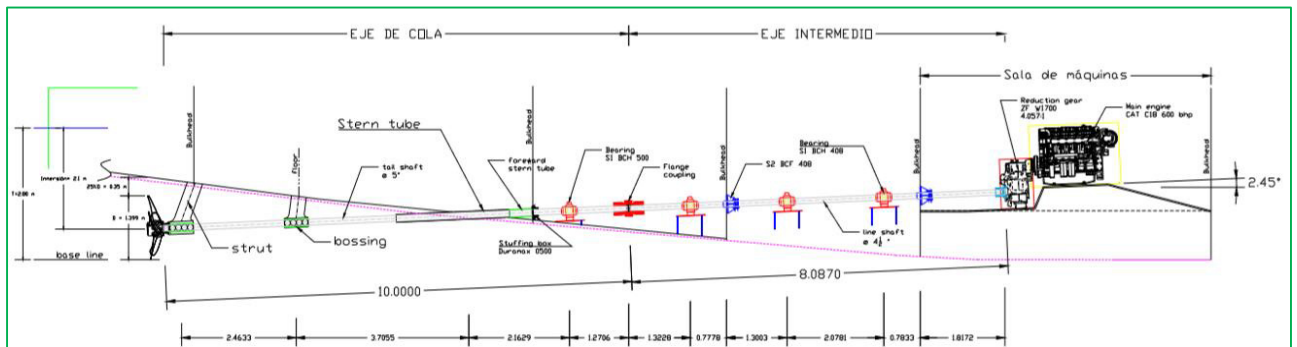


Distribución de tanques de combustible preliminar
75.21 m³

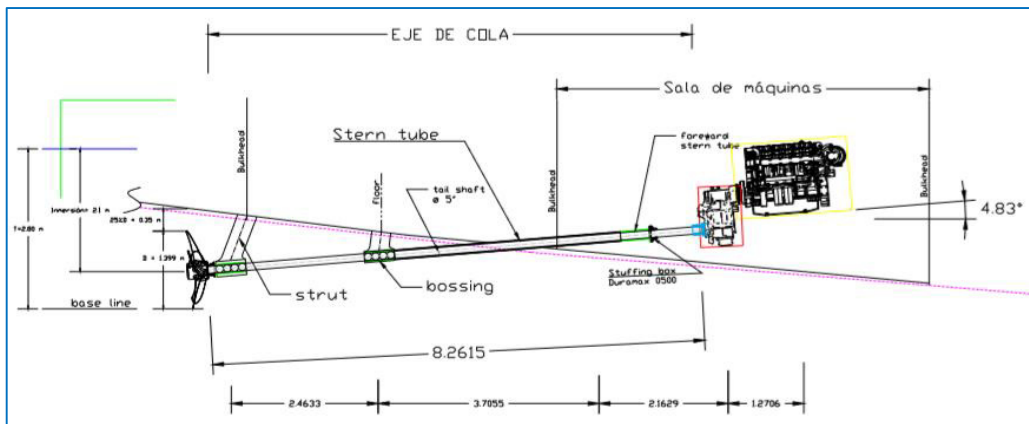


Distribución de tanques de combustible modificada
76.49 m³

Figura 3.9 Redistribución de tanques de combustible y lodo



Plano 3.1 Línea propulsora preliminar



Plano 3.2 Línea propulsora mejorada

3.3.2.4 Posibilidad del aumento de carga

Se realizó el análisis estructural de la cubierta con un software de elementos finitos obteniendo los siguientes resultados.

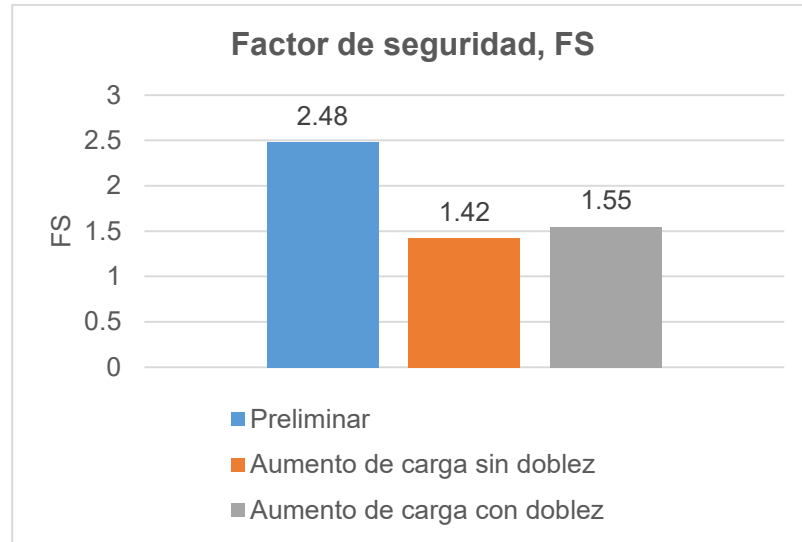


Figura 3.10 Factores de seguridad por pruebas

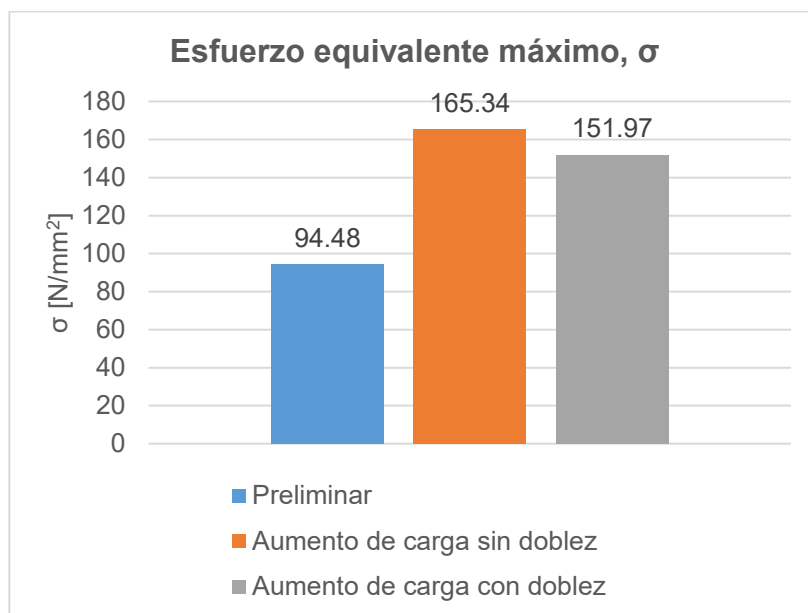


Figura 3.11 Esfuerzo equivalente de la cubierta por pruebas

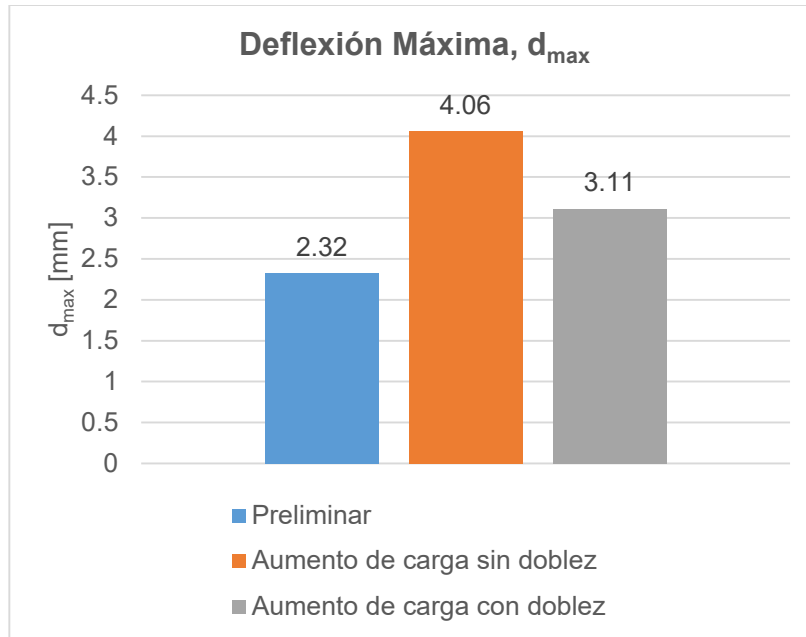


Figura 3.12 Deflexión máxima del panel de cubierta por pruebas

Para la última prueba (aumento de carga con dobléz) se emplearon 103600 nodos y 103233 elementos, con una calidad promedio de 0.9891 y desviación estándar de $2.99E-2$. Las cargas aplicadas se detallan en los apéndices de este informe.

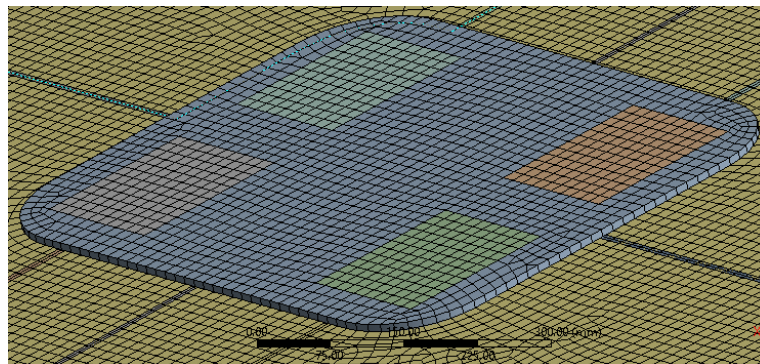


Figura 3.13 Dobléz sobre la plancha de cubierta para reducir aplastamiento

Y en cuanto a los criterios de estabilidad [9], para la condición crítica de *Salida 100% Carga + 100% Consumibles* se obtuvieron los resultados de la Tabla 3.10.

Tabla 3.10 Resumen de evaluaciones de estabilidad por aumento de carga

<i>Aumento del TIER 2 con Payload al:</i>		75% 94.47 Ton	50% 62.98 Ton	30% 37.78 Ton	10% 12.59 Ton	
Code	Criteria	Status				Margin
						%
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle					
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	Pass	Pass	Pass	Pass	204.42
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	Fail	Pass	Pass	Pass	139.35
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	Fail	Fail	Fail	Pass	59.94
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	Fail	Fail	Pass	Pass	88
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	Fail	Fail	Fail	Fail	-12.73
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	Pass	Pass	Pass	Pass	943.33
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling	Fail	Fail	Fail	Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	Pass	Pass	Pass	Pass	86.95
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	Pass	Pass	Pass	Pass	80.58
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	Fail	Fail	Fail	Pass	8.84
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.1: GZ area between 0 and angle of maximum GZ	Fail	Fail	Pass	Pass	67.45
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.2: Area 30 to 40	Fail	Fail	Fail	Pass	59.94
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.3: Maximum GZ at 30 or greater	Fail	Fail	Pass	Pass	88
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.4: Angle of maximum GZ	Fail	Pass	Pass	Pass	45.45
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.5: Initial GMt	Pass	Pass	Pass	Pass	943.33

El margen mostrado en la Tabla 3.10, correspondía a la reducción de carga del segundo Tier de contenedores que se aumentó. Las pruebas de estabilidad detalladas se encuentran desplegadas en los apéndices de éste informe.

3.4 Presupuesto

En los apéndices de este informe, se detallaron los cálculos por cada GT, cuyos valores se resumen en la Tabla 3.11.

Tabla 3.11 Resumen del Costo del proyecto

G100	\$1,828,564.01
G200	\$1,007,726.16
G300	\$616,500.00
G400	\$107,500.00
G500	\$669,015.79
G600	\$164,847.56
Total (M/O + Material)	\$4,394,153.52
Total (Servicios)	\$330,007.20
Costo del proyecto	\$4,724,160.72

Con el fin de proveer al armador opciones de viabilidad, se plantearon dos escenarios. El primero, en el que el cliente contrata al astillero para la construcción del buque cubriendo mano de obra, material y servicios. Y el segundo, en el que el astillero solo cubriría mano de obra y servicios, ya que el material sería provisto por el cliente.

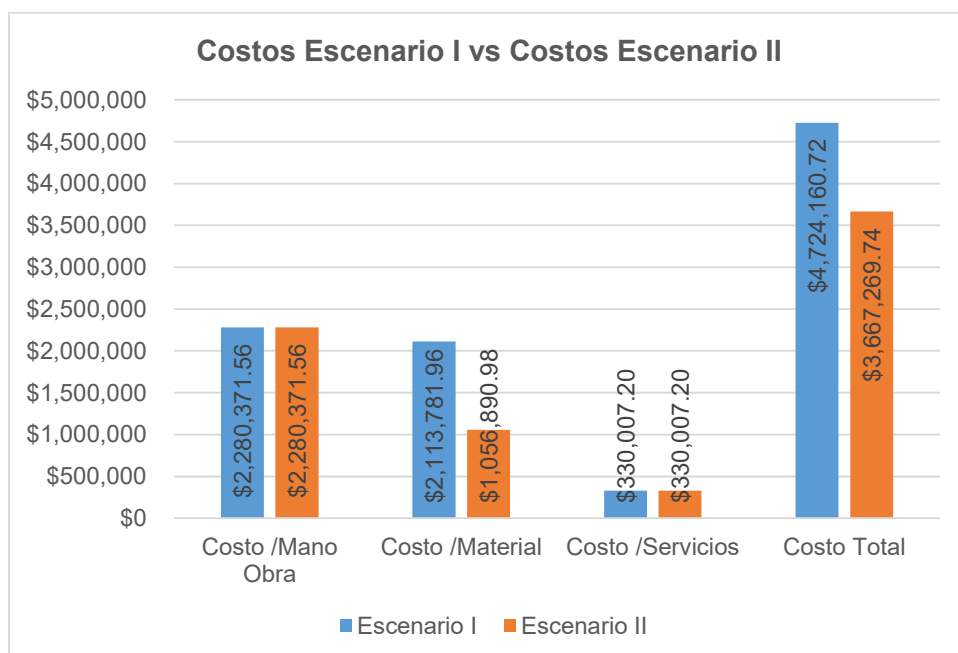


Figura 3.14 Comparación de alternativas para costo de construcción

Para finalizar se realizó una renderización básica (ver apéndices) del buque proyecto mejorado, con la finalidad de conseguir una impresión de venta realística en la ficha técnica final mostrada a continuación.



OCV1306

GENERAL

Material del casco

Acero ASTM 131

Superestructura

Acero ASTM 131

Clasificación

American Bureau of Shipping (ABS)

DIMENSIONES

Eslora Total

41.60 m

Eslora entre perpendiculares

39.98 m

Manga

9.10 m

Puntal

3.67 m

Calado máximo

2.80 m

Área de cubierta de carga

126.56 m²

Carga sobre cubierta

13 OC 6ft + 6 RE 10ft

Carga

44.2 ton carga seca + 47.22 ton congelados

Tripulación

Hasta 8 personas

CAPACIDAD DE TANQUES

Combustible Diésel

76.49 m³

Agua dulce

19.46 m³

Aguas grises y negras

6.61 m³

Aceite

19.63 m³

OPERATION

Velocidad de crucero

9.00 nudos

Velocidad máxima

10.00 nudos

SISTEMA DE PROPULSIÓN

Máquinas principales

2x Caterpillar C18

Potencia

hasta 600 BHP

Reductor

ZF W350-1 3.500:1

Propulsores

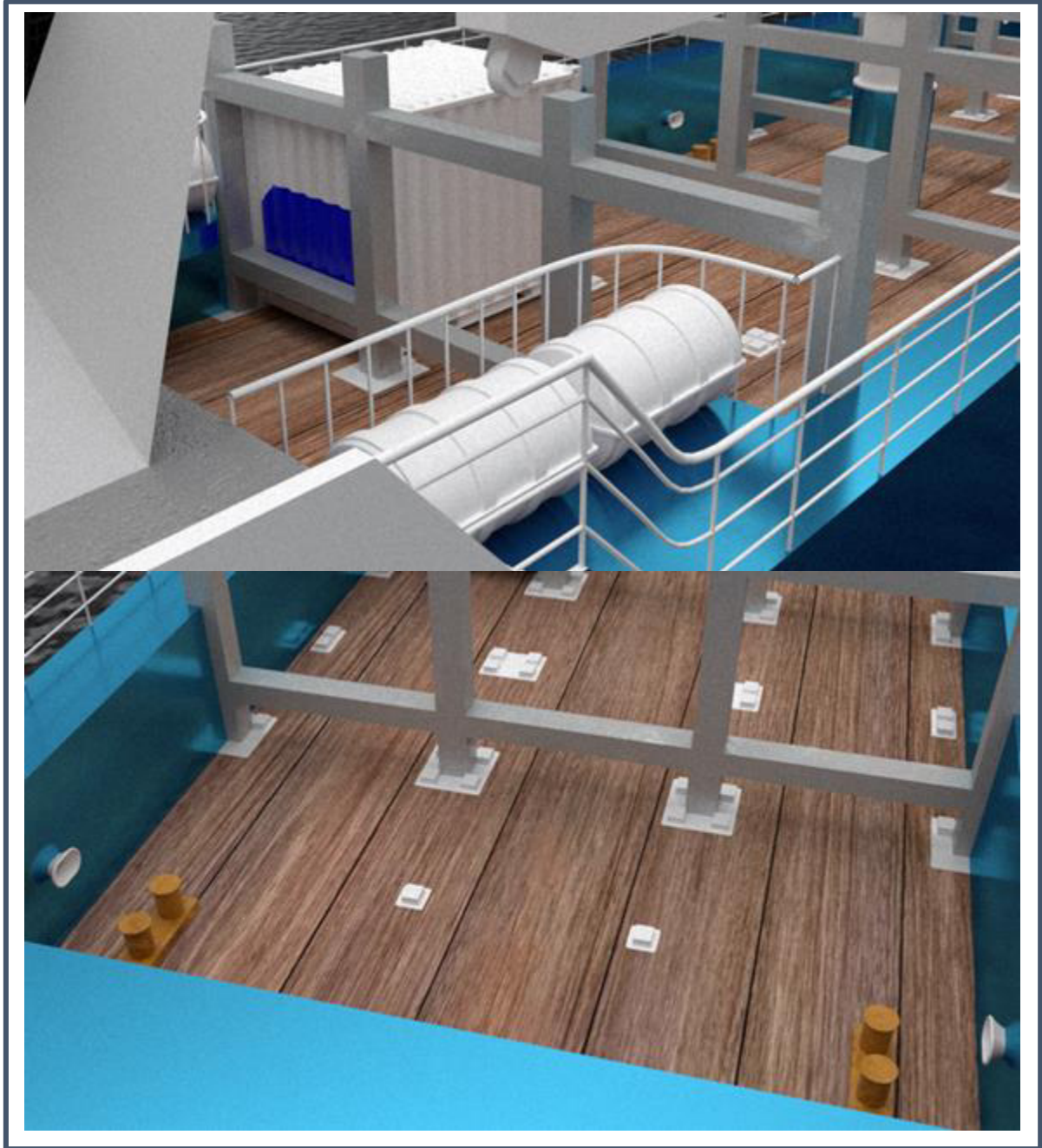
2x Serie B Wageningen (Paso fijo)

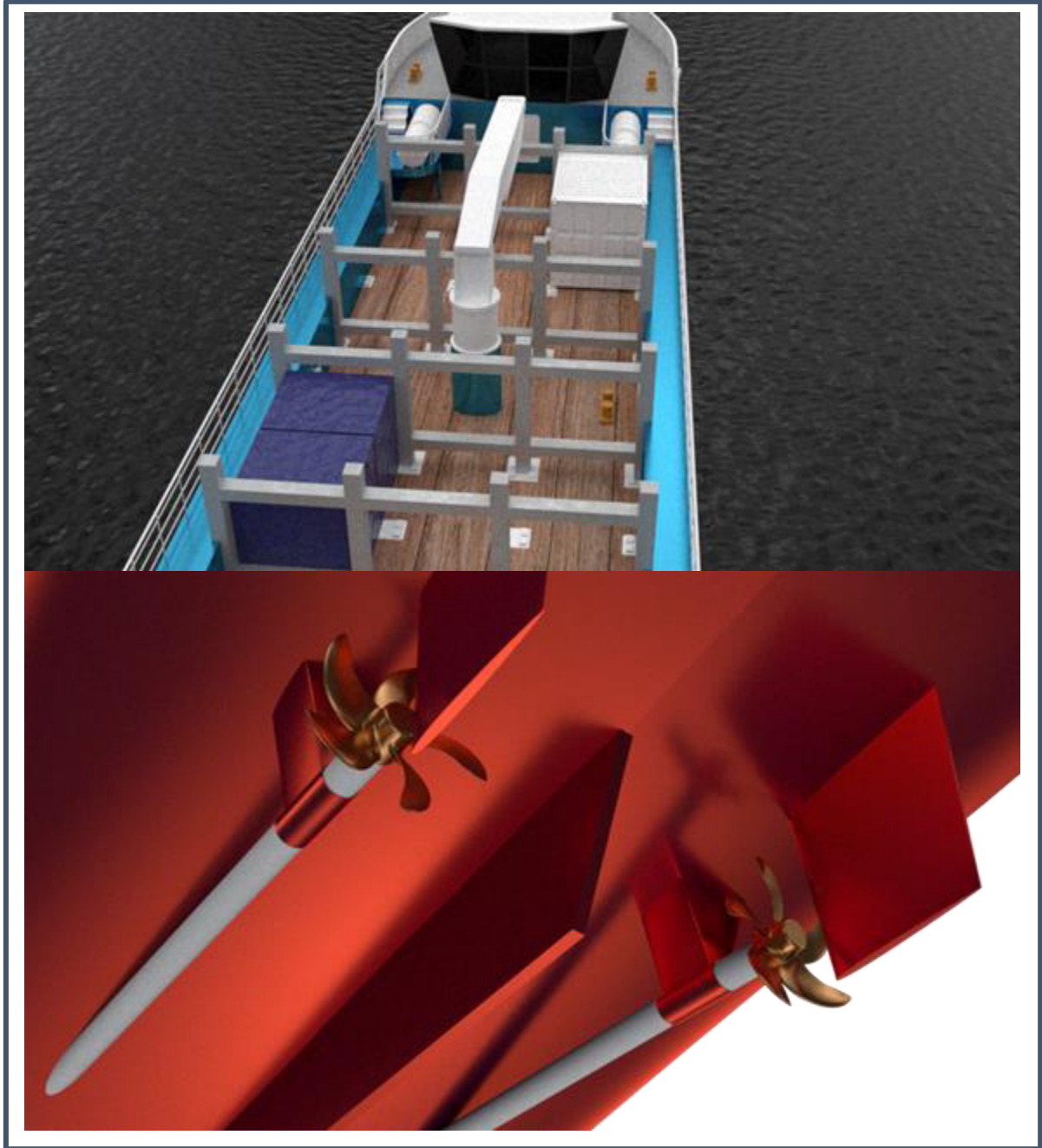
EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO

Generadores

2x 99ekW - 60 Hz Caterpillar C4.4







CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para este proyecto se diseñó un buque de carga contenerizada para las islas Galápagos que brindará un servicio exclusivo para la empresa armadora, con 3 a 5 días de tiempo para carga y descarga, aplicando el método de la espiral de diseño y cumpliendo con las regulaciones ambientales e internacionales. Además, cuenta con las dimensiones adecuadas para operar a bajos calados en Puerto Ayora (destino). Finalmente, después de haber realizado tres vueltas al diseño, se puede concluir:

Conclusiones

A través de conversaciones con la empresa cliente, se identificaron los requerimientos de la misma. Los de mayor interés fueron la capacidad de carga, tripulación, velocidad de navegación y autonomía. Con ello, se desarrollaron los diseños conceptual y preliminar del buque proyecto para transportar 91.42 toneladas en *Payload*. Finalmente, distribuyéndose en 44.2 toneladas en carga seca más 47.22 toneladas en carga refrigerada con contenedores de 6 y 10 pies respectivamente.

Partiendo de la etapa preliminar se desarrollaron los complementos y mejoras al diseño. Los elementos para amarre y fondeo contribuyeron con pesos implícitos en la estabilidad, y por otro lado con el dimensionamiento obtenido del timón se aprobaron los criterios de maniobrabilidad bajo predicciones de prueba de mar. Luego, se procedió a realizar las mejoras, incrementando la capacidad de agua dulce, reajustando la potencia requerida por el generador, reubicando la sala de máquinas en popa y estableciendo un límite de carga al diseño de hasta 12.6 ton en un segundo Tier. Y finalmente, alcanzando un diseño definitivo.

Se preparó el presupuesto de la embarcación para dos posibles escenarios de construcción. El primero, donde la mano de obra, el material y los servicios son cubiertos por el astillero, y el segundo en que la empresa armadora se encargaría únicamente de la adquisición del material, llegándose a estimar un costo de construcción de \$4,724,160.72 para el escenario I y \$3,667,269.74 para el escenario II. Dichos valores dependen de la pertinente toma de decisión del armador.

Recomendaciones

Evaluar la respuesta estructural y dinámica de las celdas sobre cubierta, ante las fuerzas laterales y aceleraciones durante la operación del buque para llegar a establecer un escantillón adecuado de las mismas.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. L. Storch, C. P. Hammon, H. M. Bunch y R. C. Moore, Ship Production, Centreville Md.: Cornelle Maritime Press, 1995.
- [2] C. A. Torres, «Un diseño conceptual y preliminar de un buque de apoyo para servicio exclusivo de carga en contenedores offshore, desde las costas ecuatorianas con destino a las Islas Galápagos,» FIMCBOR - ESPOL, Guayaquil, 2018.
- [3] R. Alvariño, J. J. Aspiroz y M. Meizoso, El proyecto básico del buque mercante, Madrid: Fondo editorial de Ingeniería Naval - Colegio Oficial de Ingenieros Navales, 1997.
- [4] American Bureau of Shipping, Rules for building and classing steel vessels, Houston: American Bureau of Shipping, 2017.
- [5] American Bureau of Shipping, Rules for building and classing steel vessels under 90 meters (295 feet) in length, Houston: American Bureau of Shipping, 2017.
- [6] American Bureau of Shipping, Rules for building and classing Offshore support vessels, Houston: American Boreau of Shipping, 2015.
- [7] Organización Mrítima Internacional, «MARPOL 73/78,» de *Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques* , Londres, 2002.
- [8] International Maritime Organization, «International Convention of Safety of Life at Sea,» de SOLAS, London, 2014.
- [9] Maritime Safety Committee, «Adoption of the International Code on Intact Stability,» International Maritime Organization (IMO), Londres, 2008.
- [10] American Bureau of Shipping, Guide for vessel maneuverability, Houston: American Bureau of Shipping, 2017.
- [11] J. Babicz, Wärtsilä Encyclopedia of Ship Technology, Helsinki: Wärtsilä Corporation, 2015.
- [12] «Estimation Methods for Basic Ship Design,» Instituto Superior Técnico de Lisboa, 2011. [En línea].

APÉNDICES

APÉNDICE A

Proformas, cotizaciones y catálogos utilizados

Proformas y cotizaciones



MATRIZ MANTA: Av. 24 de Mayo y Calle 4ta., esquina Telf: (05) 2620839-2624952-097633993
QUITO Norte: Guayaquilas Oest-177 y Av. de la Prensa Telf: (02) 3960900
QUITO Sur: Taura y Panamericana Sur Km 5 - 1/2 Telf: (02) 2671310

ESTABLECIMIENTOS:
AMBATO: Av. Atahualpa y Juan Jaramillo, Esquina Telf: (03) 2585682 - 2585601
CUENCA: Av. 1 de Abril entre Iribabara y El Oro Telf: (07) 2810042 - 2884788
EL COCA: Av. 9 de Octubre y Cuyabamba, esquina Telf: (06) 2860031 - 2860047
GUAYAQUIL: Planta: Vía Daule Km 10-1/2 Telf: (04) 2111319 - 2111411
(Alfil): Vía Daule Km 10-1/2 Telf: (04) 2111319 - 2111411
(Plantas): Vía Daule Km 10-1/2 Telf: (04) 2111319 - 2111411
Local 2 Norte: Vía Daule Km 8-1/2 Telf: (04) 6026653 - 6026654
Local 3 Sur: Eloy Alfaro y Calacuchima, Esquina Telf: (04) 2415371
IBARRA: Av. Cristóbal de Troya y Mejía Telf: (06) 2604596 - 2604597
LAGO AGRO: Vía Oña Km 2-1/2 Frente al Centro (entre la Milena y Oña) Telf: (06) 2302116
LOJA: Calle Ambato, entre Ibarra y Tulcan Telf: (07) 2550609
MACHALA: Guayas y El Guabo, esquina Telf: (07) 2921763 - 2921577
MILAGRO: Av. 17 de Septiembre y Colón Telf: (04) 2973671 - 2971356
PORTOVEJO: Av. Universitaria y César Chávez-Cañero Telf: (05) 2633105 - 2634569
QUEVEDO: Vía a Valencia Km. 1 Telf: (05) 2781618 - 2781229
RIOBAMBA: Av. Lizarraburo y Monsenor Leonidas Proaño Telf: (03) 2600137 - 2605383
STO. DOMINGO: Vía Quevedo Km 3-1/2, Frente al Bypass Vía Chrome y vía Esmeraldas Telf: (02) 3703144 - 3703145

WWW.DIPACMANTA.COM

DIPAC MANTA S.A.
R.U.C. 1390060757001
CONTRIBUYENTE ESPECIAL
RESOLUCIÓN 5388 DEL 2 DE JUNIO 2005 DIPAC MANTA S.A.

Num. Pedido
80801462

- La mercancía viaja por cuenta y riesgo del comprador.
- Salida la mercancía de nuestros almacenes no se aceptan reclamos.
- Los pagos deben realizarse con cheque cruzado a nombre de DIPAC MANTA S.A.

- Somos contribuyentes especiales favor no retener el IVA
- Emitir los comprobantes de retención a nombre de DIPAC MANTA S.A.

12/12/2018

NOMBRE/RAZON SOCIAL: 010999999 CRITHIAN TORRES

Telf: 9999999

Ruc / Cédula: 0940762859

fe-dipac@dipacmanta.com

Dirección: GUAYAQUIL

Forma/Pago: 01 CONTADO

ESTA COTIZACION ES VALIDA SOLO POR 1 DIA

Ord.	Artículo	Descripción	Und.	Cantidad	Precio	Total USD.
1	PNAV1560040	PLANCHA NAVAL 4mmx1500x6000	u	9,00	304,08	2.736,72
2	PNAV1560060	PLANCHA NAVAL 6mmx1500x6000	u	45,00	493,42	22.203,90
3	PNAV1560080	PLANCHA NAVAL 8mmx1500x6000	u	331,00	607,94	201.228,14
4	PNAV1560090	PLANCHA NAVAL 9mmx1500x6000	u	25,00	689,26	17.231,50
5	PNAV1560120	PLANCHA NAVAL 12mmx1500x6000	u	5,00	912,23	4.561,15
6	PNAV1560150	PLANCHA NAVAL 15mmx1500x6000	u	1,00	1.140,29	1.140,29



MATRIZ MANTA: Av. 24 de Mayo y Calle 4ta., esquina Telf: (05) 2620839-2624952-097633993
QUITO Norte: Guayaquilas Oest-177 y Av. de la Prensa Telf: (02) 3960900
QUITO Sur: Taura y Panamericana Sur Km 5 - 1/2 Telf: (02) 2671310

ESTABLECIMIENTOS:
AMBATO: Av. Atahualpa y Juan Jaramillo, Esquina Telf: (03) 2585682 - 2585601
CUENCA: Av. 1 de Abril entre Iribabara y El Oro Telf: (07) 2810042 - 2884788
EL COCA: Av. 9 de Octubre y Cuyabamba, esquina Telf: (06) 2860031 - 2860047
GUAYAQUIL: Planta: Vía Daule Km 10-1/2 Telf: (04) 2111319 - 2111411
(Alfil): Vía Daule Km 10-1/2 Telf: (04) 2111319 - 2111411
(Plantas): Vía Daule Km 10-1/2 Telf: (04) 2111319 - 2111411
Local 2 Norte: Vía Daule Km 8-1/2 Telf: (04) 6026653 - 6026654
Local 3 Sur: Eloy Alfaro y Calacuchima, Esquina Telf: (04) 2415371
IBARRA: Av. Cristóbal de Troya y Mejía Telf: (06) 2604596 - 2604597
LAGO AGRO: Vía Oña Km 2-1/2 Frente al Centro (entre la Milena y Oña) Telf: (06) 2302116
LOJA: Calle Ambato, entre Ibarra y Tulcan Telf: (07) 2550609
MACHALA: Guayas y El Guabo, esquina Telf: (07) 2921763 - 2921577
MILAGRO: Av. 17 de Septiembre y Colón Telf: (04) 2973671 - 2971356
PORTOVEJO: Av. Universitaria y César Chávez-Cañero Telf: (05) 2633105 - 2634569
QUEVEDO: Vía a Valencia Km. 1 Telf: (05) 2781618 - 2781229
RIOBAMBA: Av. Lizarraburo y Monsenor Leonidas Proaño Telf: (03) 2600137 - 2605383
STO. DOMINGO: Vía Quevedo Km 3-1/2, Frente al Bypass Vía Chrome y vía Esmeraldas Telf: (02) 3703144 - 3703145

WWW.DIPACMANTA.COM

DIPAC MANTA S.A.
R.U.C. 1390060757001
CONTRIBUYENTE ESPECIAL
RESOLUCIÓN 5388 DEL 2 DE JUNIO 2005 DIPAC MANTA S.A.

Num. Pedido
80801491

- La mercancía viaja por cuenta y riesgo del comprador.
- Salida la mercancía de nuestros almacenes no se aceptan reclamos.
- Los pagos deben realizarse con cheque cruzado a nombre de DIPAC MANTA S.A.

- Somos contribuyentes especiales favor no retener el IVA
- Emitir los comprobantes de retención a nombre de DIPAC MANTA S.A.

18/12/2018

NOMBRE/RAZON SOCIAL: 003999999 CRITHIAN TORRES

Telf: 9999999

Ruc / Cédula: 0940762859

fe-dipac@dipacmanta.com

Dirección: GUAYAQUIL

Forma/Pago: 01 CONTADO

ESTA COTIZACION ES VALIDA SOLO POR 1 DIA

Ord.	Artículo	Descripción	Und.	Cantidad	Precio	Total USD.
1	TSC40100	TUBERIA SIN COST.CED.40 1"	m	252,00	3,82	962,64
2	TSC40112	TUBERIA SIN COST.CED.40 1 1/2"	m	60,00	5,91	354,60
3	TSC40200	TUBERIA SIN COST.CED.40 2"	m	330,00	7,94	2.620,20
4	TSC40212	TUBERIA SIN COST.CED.40 2 1/2"	m	24,00	12,45	298,80
5	TSC40400	TUBERIA SIN COST.CED.40 4"	m	36,00	22,92	825,12
6	TAIR320020	TUB A INOX RED 304 2" X2.0MM	u	2,00	82,59	165,18
7	TAIR310015	TUBO AC. INOX. RED. 304 1"X 1	u	5,00	30,19	150,95

no se dispone stock de 2mm

Sr.
Cristhian Torres

Ciudad.

COTIZACION

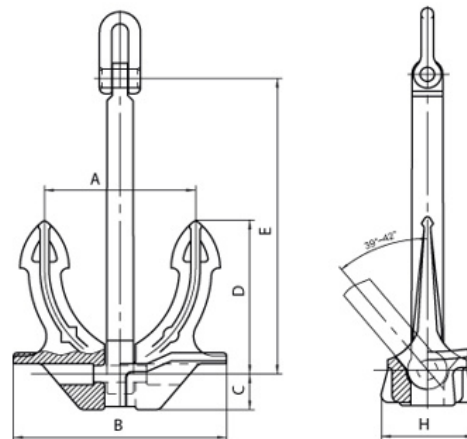
COPRIMARSA, TIENE EL GUSTO DE COTIZARLE LA SIGUIENTE TRANSMISION, CON SUS ACCESORIOS Y OPCIONES, ASI COMO SUS PRECIOS

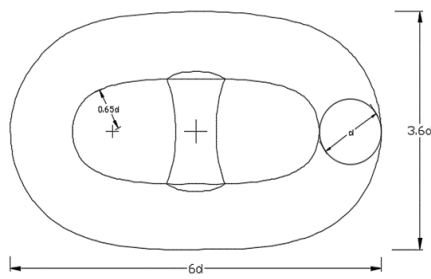
CTDA	DESCRIPCION	Ratio	REFERENCIA	COSTO UNITARIO	TOTAL U.S \$
2	Transmisi3n Marina ZFW350-1 , Cada una Incluye:	3.500:1		\$ 29,172.00	\$ 58,344.00
1	Unidad b3sica SAE 1				
1	Grupo de V3lvulas Electricas				
1	Enfriador de Aceite				
1	Soportes R3gidos				
1	Acople flexible VKE 4011 B				
1	Erida para Eje Propulsor				
1	Sistema de Control para Motor Electronico y Transmision Electrica, Incluye:			\$ 19,367.00	
2	Procesador Cruise Command				
1	Cabezal de Mando para Puente				
2	Cable para comunicacion de Procesador y Cabe				
1	Cable para comunicacion en Serie				
2	Cable para Aceleracion de Motor				
2	Cable para accionamiento de Marchas				
2	Cable de Poder y Bloqueo de Arranque				
1	Kit de Poder				
	Soporte T3cnico durante montaje				
	Pruebas de funcionamiento				
				SUB-TOTAL	\$ 77,711.00
				12%	I.V.A. \$ 9,325.32
				TOTAL	\$ 87,036.32

Cat3logos para elementos de amarre y fondeo

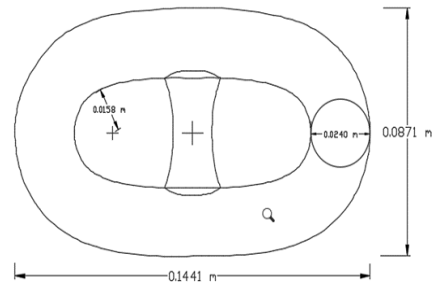
Anclas tipo HALL desde 100 hasta 3300 kg (en mm)

Peso Nominal (kg)	A	B	C	D	E	H
100	378	540	91	395	750	230
125	405	580	97	425	810	248
150	432	612	104	452	855	264
180	459	650	111	480	910	280
240	510	720	122	530	1010	310
280	534	760	130	560	1060	325
300	540	770	131	570	1080	331
320	560	790	132	580	1100	338
360	580	820	139	610	1150	353
420	610	860	146	640	1200	370
480	640	900	153	670	1260	387
520	652	920	158	680	1295	400
570	670	950	162	700	1330	408
660	710	1000	170	740	1440	430
780	750	1060	180	780	1480	465
850	770	1090	185	800	1530	468
900	780	1110	189	820	1550	477
1020	820	1160	197	860	1620	500
1140	850	1200	204	890	1680	520
1290	880	1250	212	920	1750	540
1440	920	1300	221	960	1820	560
1590	950	1340	228	990	1880	580
1740	980	1380	235	1020	1930	600
1920	1010	1430	243	1060	2000	620
2100	1040	1470	250	1090	2060	640
2280	1070	1510	257	1120	2110	650
2460	1100	1550	264	1150	2170	670
2640	1120	1590	270	1180	2230	690
2850	1150	1630	277	1210	2280	700
3060	1180	1670	284	1240	2340	720
3300	1210	1710	291	1270	2390	740





Medidas mínimas del eslabón por ABS



Dimensiones obtenidas del eslabón para TRILLO

Potencia del cabrestante

$$P = \frac{0,87 \cdot (P_C + P_A) \cdot e \cdot v_{izado}}{60 \cdot 75 \cdot \eta_{mm}}$$

Donde:

P: Potencia del Cabrestante en CV

P_C: Peso de 3 o 4 tramos de cadena fuera del agua

P_A: Peso de la cadena fuera del agua

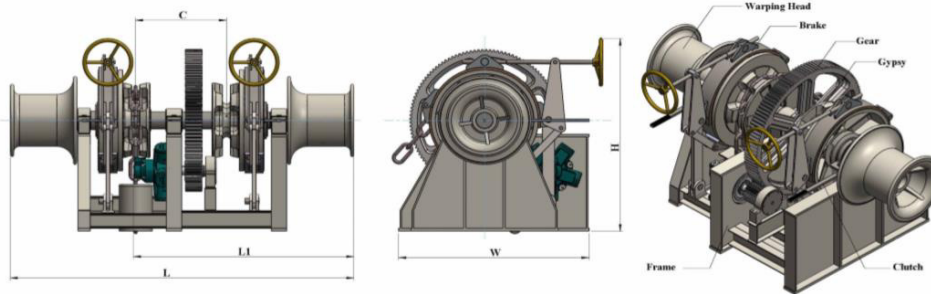
e: Eficiencia (1.5-2.5)

v_{izada}: Velocidad de izada en m/min

η_m: Desarrollo mecánico del cabrestante (0.5-0.7)

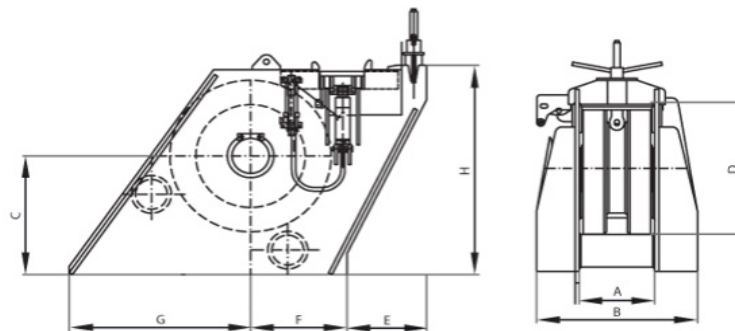
Nota: La Potencia P calculada se multiplica por un factor de 2, debido a la fricción en el tubo de escobén, además del FS de 10%. Finalmente duplicando el valor de P para obtener la potencia total.

MORDEC™ Deck Machinery



Model	Chain Dia. (mm)	Working Load (kN)		Supporting Load (kN)		Working Speed (mm)	Warping Load (kN)	Warping Speed (mm)	Motor Power (kW)	Dimensions (mm)				Weight (ton)
		U2	U3	U2	U3					C	L	H	W	
MD-AWH-17	17.5	13		82		10	8	8.5	7.5	600	1915	1360	1075	1.42
MD-AWH-19	19	15		95		10	8	8.5	7.5	600	1915	1360	1075	1.52
MD-AWH-20.5	20.5	18		110		10	8	8.5	7.5	600	1915	1360	1075	1.52
MD-AWH-22	22	21		126		10	8	8.5	7.5	600	1915	1360	1075	1.52
MD-AWH-24	24	25	27	149	214	10	10	8.5	11	800	2295	1565	1200	2.46
MD-AWH-26	26	29	32	175	250	10	10	8.5	11	800	2295	1565	1200	2.46
MD-AWH-28	28	33	37	202	289	10	30	8.5	15	1000	2440	1900	1400	3.28
MD-AWH-30	30	38	43	231	331	10	30	8.5	15	1000	2440	1900	4900	3.28
MD-AWH-32	32	44	49	262	375	10	30	8.5	22	1000	2750	2160	1500	4.25
MD-AWH-34	34	49	55	295	422	10	30	8.5	22	1000	2750	2160	1500	4.25
MD-AWH-36	36	55	62	329	473	10	30	8.5	22	1000	2750	2160	1500	4.25
MD-AWH-38	38	61	69	365	522	10	30	8.5	30	1200	3200	2420	1650	6.4
MD-AWH-40	40	68	76	403	576	10	50	8.5	30	1200	3200	2420	1650	5.1
MD-AWH-42	42	75	84	442	630	10	50	8.5	30	1200	3200	2420	1650	6.4
MD-AWH-44	44	84	92	442	630	10	50	8.5	30	1200	3200	2420	1650	6.4

Selección del Chain stopper



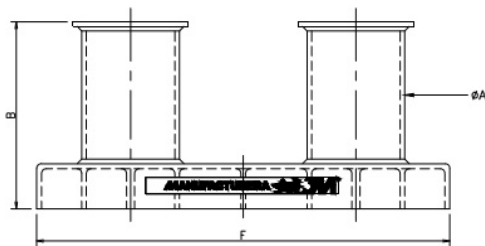
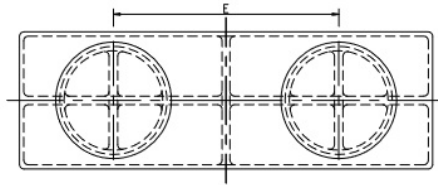
Go back to our chain products.

Type	Chain diam.	Weight	A	B	C	D	E	F	G	H
SMP 1	20 - 26	125	160	350	220	270	200	200	400	500
SMP 2	28 - 34	200	200	450	275	350	230	250	450	550
SMP 3	36 - 44	320	250	560	230	440	250	20	520	600
SMP 4	46 - 52	640	300	640	425	520	270	325	650	750
SMP 5	54 - 58	940	330	740	515	620	320	380	800	900
SMP 6	60 - 64	1060	350	780	565	670	340	400	900	950
SMP 7	66 - 73	1350	410	900	610	750	380	480	950	1100
SMP 8	76 - 84	1770	470	1000	680	870	430	520	980	1200
SMP 9	85 - 95	2520	530	1180	780	1000	520	610	1100	1350
SMP 10	96 - 105	3100	575	1230	830	1100	550	650	1250	1450
SMP 11	107 - 114	4200	640	1400	930	1250	620	720	1400	1630
SMP 12	117 - 124	5100	680	1450	1000	1360	720	780	1500	1750
SMP 13	127 - 132	5600	700	1500	1100	1450	730	820	1650	1920

Selección de Bitas



MATERIAL: Acero fundido, Hierro nodular o Placa y tubo de acero, Soldados. (Ver notas)



- Nota 1.- Se puede fabricar de acuerdo a dimensiones del cliente.
- Nota 2.- Los materiales pueden ser de acuerdo a especificaciones del cliente.
- Nota 3.- Se muestra construcción en placa y tubo de acero, soldado.

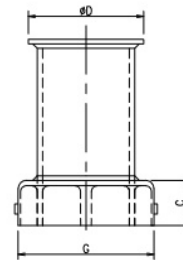


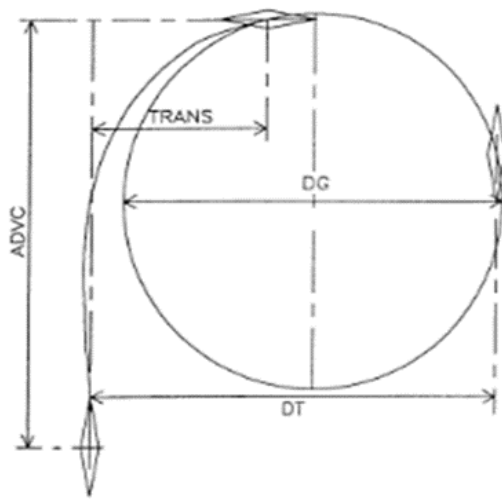
TABLA DE DIMENSIONES (pulg)

Modelo	Carga de seguridad (Tons. Métricas)	Tamaño Nominal	A	B	C	D	E	F	G
B009-1	1	2 1/2	2 7/8	5 15/16	1 9/16	3 1/2	6 7/8	12 1/4	5 5/16
B009-2	2	3	3 1/2	7 7/16	1 15/16	4 5/16	9 7/16	15 3/4	5 3/4
B009-3	3	4	4 1/2	9 3/16	2 15/16	5 1/2	9 7/8	17 3/4	6 7/8
B009-4	4	5	5 9/16	11	3 1/8	6 3/4	12 1/2	22	8
B009-5	5	6	6 5/8	13 13/16	3 9/16	7 7/8	15 3/4	28 1/2	10
B009-6	8	8	8 5/8	16 3/16	3 15/16	10 1/2	19 1/2	35 1/2	12
B009-7	12	10	10 3/4	20 7/16	4 15/16	12 3/4	24 13/16	45 1/2	15
B009-8	20	12	12 3/4	25 7/16	5 15/16	15 1/2	31 1/2	56 1/2	19
B009-9	32	16	16	31 7/16	6 15/16	19 3/4	39 1/2	71 1/2	23 3/4
B009-10	46	20	20	36 3/8	7 7/8	24 1/2	49 1/2	88 1/2	29 1/2

DIBUJO: 05010009	REV. 1
HOJA:	
PRODUCTO: BITA DE AMARRE	
PROF. DR. J. JOSÉ B. LEÓN C.P. 84600 TEL. (228) 710-0100 CORDOBA VERACRUZ MEXICO	

APÉNDICE B

Formulaciones tomadas del Libro de Alvariño para predicciones de parámetros de maniobrabilidad



Diámetro de Giro DG

Para buques de 2 hélices:

$$DG = LPP \left[0,727 - 197 CB / DELR + 4,65 B / LPP + 41 TRI / LPP + 188 / DELR - 218 AR / (LPP \times T) (NTI - 1) + 1,77 V / \sqrt{LPP} + 25,66 AB / (LPP \times T) \right]$$

Donde:

LPP: Eslora entre perpendiculares en [m]

B: Manga en [m]

D: Puntal en [m]

T: Calado en [m]

CB: Coeficiente Block

DELR: Ángulo del Timón (a 35° se desarrolla el mayor Coeficiente de sustentación del perfil NACA0015)

TRI: Trimado del Buque en [m]

NTI: Número de Timones

V: Velocidad de operación en Nudos

AR: Área lateral proyectada de cada timón en [m²]

AB: Área proyectada del perfil del bulbo de proa sobre crujía en [m²]

Diámetro Táctico o de Evolución, DT [m]

Para buques de 2 hélices:

$$DT = LPP (0,14 + DG / LPP)$$

Donde:

LPP: Eslora entre perpendiculares en [m]

DG: Diámetro de giro en [m]

Avance, ADVC [m]

Para buques de 2 hélices:

$$ADVC = LPP (0,514 DT / LPP + 1,10)$$

Donde:

LPP: Eslora entre perpendiculares en [m]

DT: Diámetro Táctico en [m]

Caída o Transferencia, TRANS [m]

Para buques de 2 hélices:

$$TRANS = LPP (0,531 DT / LPP - 0,357)$$

Donde:

LPP: Eslora entre perpendiculares en [m]

DT: Diámetro Táctico en [m]

Distancia recorrida, RH [m]

$$RH = 0,305 \exp (0,773 - 5 \times 10^{-5} PP + 0,617 \ln (PP)) \times DISW^{1/3}$$

Donde PP es un parámetro de potencia que se calcula como:

$$PP = 0,305 V^3 \times DISW / (PBA \times DP)$$

Donde:

V: Velocidad de operación en nudos

DISW: Es el desplazamiento en [Ton]

DP: Diámetro del propulsor en [m]

PBA: Máxima potencia del motor dando atrás en [BHP], correspondiente entre el 35% y 40% de la máxima potencia marcha avante.

Implementación de evaluación de criterios de maniobrabilidad de ABS en hoja de cálculo Excel

Para las tablas mostradas a continuación, las casillas o cifras ingresadas en fuente en color **Azul**, corresponden a lo ingresado por el Usuario.

**TABLE 1
Overview of Standards and Criteria**

Measure of Maneuverability	Criteria and Standard	Maneuver	IMO Standard	ABS Guide Requirement
<i>Required for Optional Class Notation</i>				
Turning Ability	Tactical Diameter	Turning Circle	$TD < 5L$	Rated $Rtd \geq 1$
	Advance		$Ad < 4.5L$	Not rated $Ad < 4.5L$
Course Changing and Yaw Checking Ability	First Overshoot Angle	10/10 Zig-zag test	$\alpha 1_0 \leq f_{10}(L/V)$	Rated $R\alpha_{10} \geq 1$
	Second Overshoot Angle		$\alpha 1_2 \leq f_{10}(L/V)$	Not rated $\alpha 1_2 \leq f_{10}(L/V)$
	First Overshoot Angle	20/20 Zig-zag test	$\alpha 2_0 \leq 25$	Rated $R\alpha_{20} \geq 1$
Initial Turning Ability	Distance traveled before 10-degrees course change	10/10 Zig-zag test	$l_{10} \leq 2.5L$	Rated $Rl_{10} \geq 1$
Stopping Ability	Track Reach	Crash stop	$TR < 15L^{(1)}$	Not rated $TR < 15L^{(1)}$
	Head Reach		None	Rated $Rts \geq 1$
<i>Recommended, Not Required for Optional Class Notation</i>				
Straight-line Stability and Course Keeping Ability	Residual turning rate	Pull-out test	$r \neq 0$	Not rated $r \neq 0$
	Width of instability ⁽²⁾ loop	Simplified spiral	$\alpha_w \leq f_d(L/V)$	Not rated $\alpha_w \leq f_d(L/V)$

LPP	39.98m
B	9.1m
T	2.8m
CB	0.647
Δ	704.1ton
INPUT DATA	

1. Facilidad de Evolución(Turning ability)	
DIÁMETRO DE GIRO	
CB	0.647
DELR	35°
B	9.1m
TRI	0m
AR	2.28m²
NTI	2 timones
AB	0m²
LPP	39.98m
T	2.8m
V	9 nudos
DG	63.75m
Check DG/LPP	OK
DIÁMETRO TÁCTICO O DE EVOLUCIÓN	
DT	69.34m
Check DT	OK
AVANCE	
ADVC	79.62m
Check ADVC	OK
CAÍDA O TRANSFER	
TRANS	22.55m

Δ	704.1ton
RATING ABS Guide Requirements	
5L	199.9
4.26-1.62E-6 Δ	170.27
3.67-1.62E-6 Δ	145.08
2.79-1.62E-6 Δ	111.50
2.16-1.62E-6 Δ	86.31
DT	69.34
Rtd	5

2. Facilidad de cambio de rumbo y guiñada	
1er Angulo de rebasamiento (overshoot) 10/10	
V	4.63m/s
LPP/V	8.64seg
f101(L/V)	10.00
Check 2.4	NOT PASS
α 101	10grados
10.04+2.22CB	11.48
7.42+2.22CB	8.86
3.92+2.22CB	5.36
1.29+2.22CB	2.73
Rta10	2
Check	OK

1er Angulo de rebasamiento (overshoot) 20/20	
α 201	20.00grados
20.09+4.44CB	22.96grados
14.84+4.44CB	17.71grados
7.84+4.44CB	10.71grados
2.59+4.44CB	5.46grados
Rta20	2
Check	OK

2do Angulo de rebasamiento 10/10	
f102(L/V)	25.0grados
α 102	20grados
Check	OK

3. Facilidad de evolución inicial	
DLÁMETRO DE GIRO	
CB	0.647
DELR	10°
B	9.1m
TRI	0
AR	2.28m²
NTI	2timones
AB	0m²
LPP	39.98m
T	2.8m
V	9nudos
DG	236.63m
DIAMETRO TÁCTICO Ó DE EVOLUCIÓN	
DT	69.34m
AVANCE	
ADVC, I10	79.62m
Check I10	OK
CAÍDA O TRANSFER	
TRANS	22.55m

RATING ABS Guide Requirements	
2.5L	99.95
2.24L	89.56
2.07L	82.76
1.89L	75.56
1.63L	65.17
Rti	3
Check	OK

Facilidad de Parada	
PREDICCIÓN de TR	
V	9 nudos
Δ	704.1ton
MCR	600BHP
PBA (35%-40%MCR)	210BHP
DP	1.4m
PP	532.49m
TR	275.29m
Lpp	39.98m
Check Track Reach	OK
Fn	0.23
Dist. Recorrida RH	275.29m
RH/Lpp	6.886
Fn(69.4+0.000139Δ)	16.25
Fn(56.2+0.000139Δ)	13.16
Fn(29.8+0.000139Δ)	6.99
Fn(16.6+0.000139Δ)	3.90
Rts	4
Check Stop abil.	OK

RESULTADOS		RATINGS
Facilidad de evolución	<i>Diámetro táctico</i>	5
	<i>Avance</i>	PASS
Facilidad de cambio de rumbo	<i>Primer Angulo de rebasamiento 10/10</i>	2
	<i>Segundo Angulo de rebasamiento 10/10</i>	PASS
	<i>Primer Angulo de rebasamiento 20/20</i>	2
Facilidad de Evolución inicial		3
Facilidad de Parada	<i>Track reach</i>	PASS
	<i>Head reach</i>	4
Rating Average		3.2

APÉNDICE C

Modificación de Factores de Seguridad al Balance Eléctrico

Red de Alumbrado

Antes...

CONSUMIDORES (DENOMINACIÓN)	POT. NOM. (KW)	CANT. (Nº)	POT. INST. (KW)	FS	POT. REQ. (KW)
RED DE ALUMBRADO					
a) Red de Alumbrado exterior del buque					
Lámpara Fluorescente	0.04	36	1.44	1.25	1.8
Reflector laminar	0.1	6	0.6	1.25	0.75
Foco Incandescente	0.06	10	0.6	1.25	0.75
b) Red de alumbrado interior del buque					
Alumbrado en locales de habitación	7.25	1	7.25	1.5	10.875
Alumbrado en espacios de maquinaria	5.34	1	5.34	1.5	8.01
Alumbrado en espacios de carga	3.86	1	3.86	1.5	5.79
Alumbrado en espacios de reunión	0.79	1	0.79	1.5	1.185
c) Luces de Navegación	0.9	1	0.9	1.5	1.35
d) Luces de emergencia del buque	1.94	1	1.94	1.5	2.91
TOTAL(KW)					33.42

Después...

CONSUMIDORES (DENOMINACIÓN)	POT. NOM. (KW)	CANT. (Nº)	POT. INST. (KW)	FS	POT. REQ. (KW)
RED DE ALUMBRADO					
a) Red de Alumbrado exterior del buque					
Lámpara Fluorescente	0.04	36	1.44	1.25	1.8
Reflector laminar	0.1	6	0.6	1.25	0.75
Foco Incandescente	0.06	10	0.6	1.25	0.75
b) Red de alumbrado interior del buque					
Alumbrado en locales de habitación	7.25	1	7.25	1.25	9.063
Alumbrado en espacios de maquinaria	5.34	1	5.34	1.25	6.675
Alumbrado en espacios de carga	3.86	1	3.86	1.25	4.825
Alumbrado en espacios de reunión	0.79	1	0.79	1.25	0.988
c) Luces de Navegación	0.9	1	0.9	1.25	1.125
d) Luces de emergencia del buque	1.94	1	1.94	1.25	2.425
TOTAL(KW)					28.4

Instalación Monofásica

Antes...

CONSUMIDORES (DENOMINACIÓN)	POT. NOM. (KW)	CANT. (Nº)	POT. INST. (KW)	FS	POT. REQ. (KW)
INSTALACIÓN MONOFÁSICA					
a) Servicios de mando y control del buque					
Equipo servomotor timón	8.33	1	8.33	1.5	12.495
Equipo giro piloto	1.5	1	1.5	1.5	2.25
Equipo Control de máquina	1.5	1	1.5	1.5	2.25
Equipos de navegación	3.01	1	3.01	1.5	4.515
Equipos de radio-comunicación	2.3	1	2.3	1.5	3.45
b) Servicios generales del buque					
Frigorífico	0.8	2	1.6	1.4	2.24
Cortadora	0.3	1	0.3	1.4	0.42
Microonda	1	2	2	1.4	2.8
Cafetería	2.2	2	4.4	1.4	6.16
Hervidor de agua	2	1	2	1.4	2.8
Batidora	0.5	1	0.5	1.4	0.7
Aspiradora	0.7	1	0.7	1.4	0.98
Horno	3	1	3	1.4	4.2
Taladro	1	1	1	1.4	1.4
Amoladora	1	1	1	1.4	1.4
Equipo lavandería	0.75	1	0.75	1.4	1.05
Cocina y despensa	3.3	1	3.3	1.4	4.62
Ventiladores clima acondicionado	2	1	2	1.4	2.8
Ventiladores camarotes	3.3	1	3.3	1.4	4.62
Toma corriente servicio trabajo	0.5	4	2	1.4	2.8
Toma corriente servicio habitación	0.2	10	2	1.4	2.8

c)Equipos Auxiliares					
Bomba de trasiego de combustible	0.1	2	0.2	1.25	0.25
Bomba purificador de combustible	0.1	4	0.4	1.25	0.5
Bomba servicio diario de combustible	0.1	4	0.4	1.25	0.5
Bomba de aceite lubricante	0.1	2	0.2	1.25	0.25
Bomba del separador de aceite	0.1	2	0.2	1.25	0.25
Bomba de aceite engranaje del reductor	0.1	1	0.1	1.25	0.125
Bomba contra incendio y agua salada	46	2	92	1.25	115
Bomba contra incendios emergencia	46	1	46	1.25	57.5
Bomba de sentina y lastre	46	6	276	1.25	345
Bomba de agua dulce	0.53	1	0.53	1.25	0.6625
Bomba de agua potable	0.53	1	0.53	1.25	0.6625
Planta séptica	2.5	1	2.5	1.25	3.125
Compresor de aire	5	1	5	1.25	6.25
Ventiladores Bodega Carga	2.3	1	2.3	1.25	2.875
Ventiladores sal de máquinas	3.2	1	3.2	1.25	4
Ventiladores tiro forzado	5	1	5	1.25	6.25
Servicio carga de batería	0.5	2	1	1.25	1.25
Motor monofásico servicio equipo	3.72	2	7.44	1.25	9.3
TOTAL(KW)					620.5

A instalación
trifásica

Después...

CONSUMIDORES (DENOMINACIÓN)	POT. NOM. (KW)	CANT. (Nº)	POT. INST. (KW)	FS	POT. REQ (KW)
INSTALACIÓN MONOFÁSICA					
a) Servicios de mando y control del buque					
Equipo servomotor timón	8.33	1	8.33	1.5	12.495
Equipo giro piloto	1.5	1	1.5	1.5	2.25
Equipo Control de máquina	1.5	1	1.5	1.5	2.25
Equipos de navegación	3.01	1	3.01	1.5	4.515
Equipos de radio-comunicación	2.3	1	2.3	1.5	3.45
b) Servicios generales del buque					
Frigorífico	0.8	2	1.6	1.1	1.76
Cortadora	0.3	1	0.3	1.1	0.33
Microonda	1	2	2	1.1	2.2
Cafeteria	2.2	2	4.4	1.1	4.84
Hervidor de agua	2	1	2	1.1	2.2
Batidora	0.5	1	0.5	1.1	0.55
Aspiradora	0.7	1	0.7	1.1	0.77
Horno	3	1	3	1.1	3.3
Taladro	1	1	1	1.1	1.1
Amoladora	1	1	1	1.1	1.1
Equipo lavandería	0.75	1	0.75	1.1	0.825
Cocina y despensa	3.3	1	3.3	1.1	3.63
Ventiladores clima acondicionado	2	1	2	1.1	2.2
Ventiladores camarotes	3.3	1	3.3	1.1	3.63
Toma corriente servicio trabajo	0.5	4	2	1.1	2.2
Toma corriente servicio habitación	0.2	10	2	1.1	2.2
TOTAL(KW)					57.795

Instalación trifásica

Antes...

CONSUMIDORES (DENOMINACIÓN)	POT. NOM. (KW)	CANT. (Nº)	POT. INST (KW)	FS	POT. REQ. (KW)
INSTALACIÓN TRIFÁSICA					
a) Instalaciones Fligoríficas					
Refrigeración de carga (REEFER 10ft)	15	3	45	1.4	63
Grupo soldador	2	1	2	1.4	2.8
b) Instalaciones de climatización					
Planta climatizadora habitabilidad	15	1	15	1.5	22.5
Planta climatizadora puente gobierno	3.2	1	3.2	1.5	4.8
c) Instalaciones de fuerza					
Molinete de ancla	10	1	10	1.4	14
Grúa carga/descarga	22	1	22	1.4	30.8
Monta cargas	5.2	2	10.4	1.4	14.56
Cabrestante	3	2	6	1.4	8.4
Chigres de bote salvavidas	2.3	1	2.3	1.4	3.22
d) Transformadores de corriente					
Transformad. 400/230 servicios 230 V	10	1	10	1.5	15
Transformad. 400/230 alumb. 230 V	10	1	10	1.5	15
Transformador 400/230 emergencia	10	1	10	1.5	15
Rectificador 400/24 Vcc	1	1	1	1.5	1.5
TOTAL(KW)					210.58

Después...

CONSUMIDORES (DENOMINACIÓN)	POT. NOM. (KW)	CANT. (Nº)	POT. INST (KW)	FS	POT. REQ (KW)
INSTALACIÓN TRIFÁSICA					
a) Instalaciones Fligoríficas					
Refrigeración de carga (REEFER 10ft)	7.36	12	88.32	1.3	114.82
Grupo soldador	2	1	2	1.3	2.6
b) Instalaciones de climatización					
Planta climatizadora habitabilidad	15	1	15	1.3	19.5
Planta climatizadora puente gobierno	3.2	1	3.2	1.3	4.16
c) Instalaciones de fuerza					
Molinete de ancla	10	1	10	1.3	13
Grúa carga/descarga	22	1	22	1.3	28.6
Monta cargas	5.2	2	10.4	1.3	13.52
Cabrestante	3	2	6	1.3	7.8
Chigres de bote salvavidas	2.3	1	2.3	1.3	2.99
d) Transformadores de corriente					
Transformad. 400/230 servicios 230 V	10	1	10	1.3	13
Transformad. 400/230 alumb. 230 V	10	1	10	1.3	13
Transformador 400/230 emergencia	10	1	10	1.3	13
Rectificador 400/24 Vcc	1	1	1	1.3	1.3

CONSUMIDORES (DENOMINACIÓN)	POT. NOM. (KW)	CANT. (Nº)	POT. INST (KW)	FS	POT. REQ (KW)
e) Equipos Auxiliares					
Bomba de trasiego de combustible	0.1	2	0.2	1.25	0.25
Bomba purificador de combustible	0.1	4	0.4	1.25	0.5
Bomba servicio diario de combustible	0.1	4	0.4	1.25	0.5
Bomba de aceite lubricante	0.1	2	0.2	1.25	0.25
Bomba del separador de aceite	0.1	2	0.2	1.25	0.25
Bomba de aceite engranaje del reductor	0.1	1	0.1	1.25	0.125
Bomba contra incendio y agua salada	46	1	46	1.25	57.5
Bomba contra incendios emergencia	46	1	46	1.25	57.5
Bomba de sentina y lastre	4.68	6	28.08	1.25	35.1
Bomba de agua dulce	0.53	1	0.53	1.25	0.6625
Bomba de agua potable	0.53	1	0.53	1.25	0.6625
Planta séptica	2.5	1	2.5	1.25	3.125
Compresor de aire	5	1	5	1.25	6.25
Ventiladores Bodega Carga	2.3	1	2.3	1.25	2.875
Ventiladores sal de máquinas	3.2	1	3.2	1.25	4
Ventiladoires tiro forzado	5	1	5	1.25	6.25
Servicio carga de batería	0.5	2	1	1.25	1.25
Motor monofásico servicio equipo	3.72	2	7.44	1.25	9.3
TOTAL(KW)					433.64

Antes...

DENOMINACIÓN	ALUMBRADO (KW)	Ku	Fuerza Monof. (KW)	Ku	Fuerza Trif. (KW)	Ku	Potencia (KW)
PUERTO							
Atraque y desatraque	33.42	0.4	620.5	0.15	210.58	0.17	142.24
Entrada y salida del pto.	33.42	0.62	620.5	0.19	210.58	0.1	159.67
Carga y descarga	33.42	0.1	620.5	0.19	210.58	0.41	207.57
TRAVESÍA							
Navegación de ida	33.42	0.4	620.5	0.54	210.58	0.45	443.20
Navegación de regreso	33.42	0.4	620.5	0.5	210.58	0.45	418.38
OPERACIÓN							
Maniobras	33.42	0.78	620.5	0.3	210.58	0.41	298.56
Otros servicios	33.42	0.62	620.5	0.26	210.58	0.12	207.32

Después...

DENOMINACIÓN	ALUMBRADO (KW)	Ku	Fuerza Monof. (KW)	Ku	Fuerza Trif. (KW)	Ku	Potencia (KW)
PUERTO							
Atraque y desatraque	28.4	0.4	57.795	0.15	433.636	0.17	93.75
Entrada y salida del pto.	28.4	0.62	57.795	0.19	433.636	0.1	71.95
Carga y descarga	28.4	0.1	57.795	0.19	433.636	0.41	191.61
TRAVESÍA							
Navegación de ida	28.4	0.4	57.795	0.54	433.636	0.45	237.71
Navegación de regreso	28.4	0.4	57.795	0.5	433.636	0.45	235.39
OPERACIÓN							
Maniobras	28.4	0.78	57.795	0.3	433.636	0.41	217.28
Otros servicios	28.4	0.62	57.795	0.26	433.636	0.12	84.67

Antes...

Potencia Monof.	603.5KW
Potencia Trif.	95.5KW
# Generadores	2
KW/generador	301.8KW

C18
Electronic Control System

GENERATOR SET

RATINGS AND FUEL CONSUMPTION

IMO Tier II

ekW@.8pf	kVA	Hz	rpm	U.S. g/h	g/bkW-hr	EPA	IMO	EU
280	350	50	1500	19.9	209.5	NC	II	IW
360*	450	50	1500	25.2	209.0	NC	II	IW

Después...

Potencia Monof.	73.7KW
Potencia Trif	196.6KW
# Generadores	2
KW/generador	98.3KW

C4.4

Electronic Control System

GENERATOR SET

RATINGS AND FUEL CONSUMPTION

U.S. EPA Tier 3 & IMO Tier II

ekW@.8pf	ekW@1.0pf	kVA	Hz	rpm	U.S. g/h	g/bkW-hr	EPA	IMO	EU
65		81	50	1500	5.2	236.8	T3C	NST	CC2
80		100	50	1500	6.2	227.5	T3C	NST	CC2
99		124	50	1500	7.4	217.9	T3C	NST	CC2
60		75	60	1800	5.0	241.9	T3C	NST	CC2
75		94	60	1800	5.9	231.3	T3C	NST	CC2
99		124	60	1800	7.5	220.3	T3C	NST	CC2

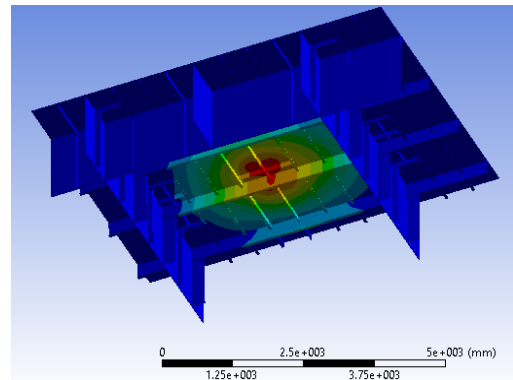
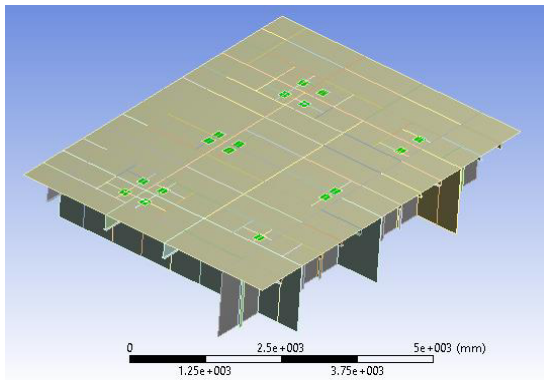
APÉNDICE D

Evaluación en elementos finitos de la cubierta por aumento de carga

Prueba 1: Preliminar (sin pads) – Un Tier

Carga Aplicada:	2.54 Ton por área de apoyo (150x180 mm), e.d. 0.094 Kg/mm².
Deflexión Máxima:	2.322 mm
Esfuerzo Equivalente Máximo:	94.48 N/mm ²
Factor de Seguridad	2.48

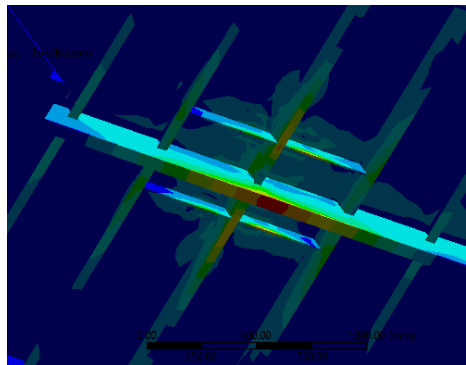
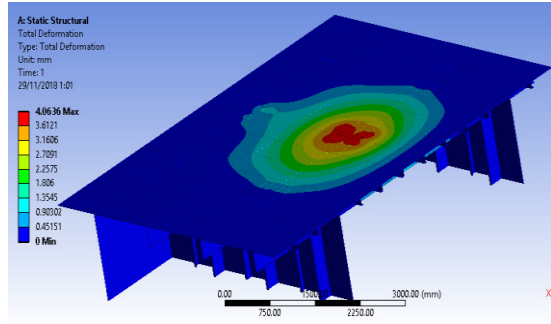
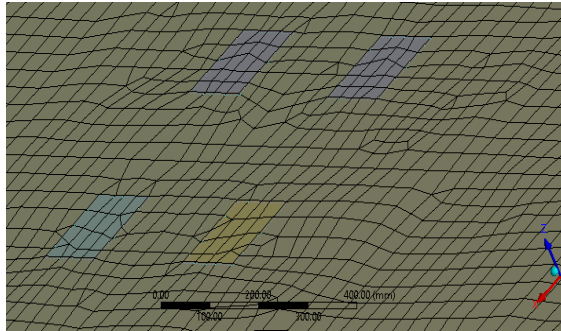
Propiedades de malla utilizada	
Número de Nodos:	793160
Número de Elementos:	794394



Prueba 2: Mejora (sin pads) - Dos Tiers

Carga Aplicada:	2.54+75% Ton por área de apoyo (150x180 mm), e.d. 0.094+75% Kg/mm².
Deflexión Máxima:	4.06 mm
Esfuerzo Equivalente Máximo:	165.34 N/mm ²
Factor de Seguridad	1.42

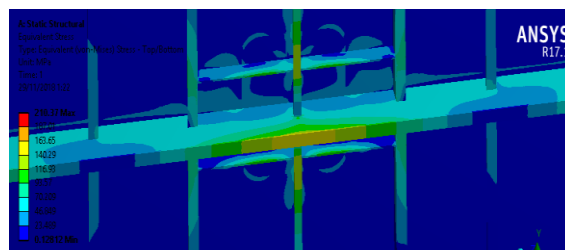
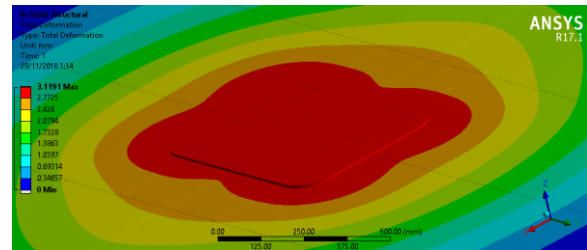
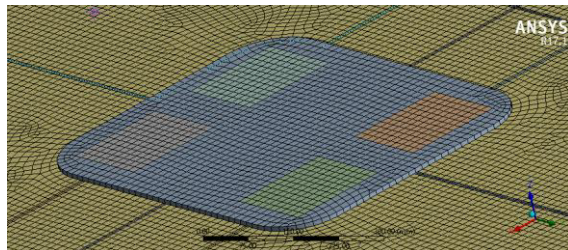
Propiedades de malla utilizada	
Número de Nodos:	793160
Número de Elementos:	794394



Prueba 3: Mejora (con pads) - Dos Tiers

Carga Aplicada:	2.54+75% Ton por área de apoyo (150x180 mm), e.d. 0.094+75% Kg/mm².
Deflexión Máxima:	3.11 mm
Esfuerzo Equivalente Máximo:	151.97 N/mm ²
Factor de Seguridad	1.55

Propiedades de malla utilizada	
Número de Nodos:	103600
Número de Elementos:	103233



Deflexión máxima de prueba 3 por ABS

ABS U90M Sección 3-2-12 / 9.1

$$d_{MAX} \leq 0.0044 l$$

$$d_{MAX} \leq 0.0044 (8 * 0.52 m)$$

$$d_{MAX} \leq 18.3 mm$$

$$3.11 mm \leq 18.3 mm$$

Nota: El frame spacing "s" corresponde al estipulado por ABS, el cuál es de 520 mm para el diseño estructural del buque proyecto.

APÉNDICE E

Pruebas del Código de Estabilidad Intacta por Aumento de Carga

Las condiciones de carga que exige la Clase y la Autoridad marítima nacional, son las siguientes:

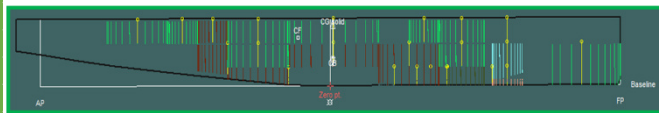
- Condición de Carga 0: Desvarada, Botadura o *Launching*
- Condición de Carga 1: Salida 100% consumibles + 100% Carga
- Condición de Carga 2: Llegada 10% consumibles + 100% Carga
- Condición de Carga 3: Salida 100% Diésel + 10% Agua Dulce + 100% Carga
- Condición de Carga 4: Llegada 10% Diésel + 100% Agua Dulce + 100% Carga

Sin embargo, por simplicidad se tomó la situación de estabilidad de mayor frecuencia en operación, para revisar la respuesta de los criterios ante el aumento de un segundo Tier. Es decir, la condición de carga 1 (LC 1) que se explica con las transparencias a continuación.

LC 1 ANTES / PESOS

Preliminar

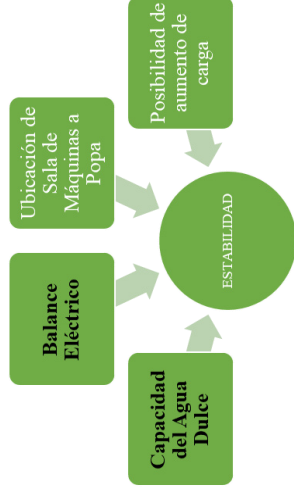
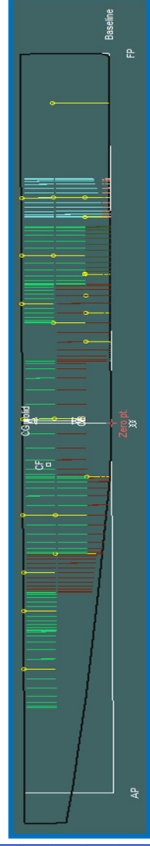
Draft Amidships m	2.601
Displacement t	637.7
Heel deg	0
Draft at FP m	2.532
Draft at AP m	2.669
Draft at LCF m	2.608
Trim (+ve by stern) m	0.136
WL Length m	41.6
Beam max extents on WL m	9.105
Wetted Area m ²	444.967
Waterpl. Area m ²	336.836
Prismatic coeff. (Cp)	0.672
Block coeff. (Cb)	0.632
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.947
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.889
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	0.167
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	-2.214
KB m	1.549
KG m	3.125
BMt m	3.367
BML m	64.666
GMt m	1.791
GML m	63.09
KMt m	4.916
KML m	66.215
Immersion (TPC) tonne/cm	3.453
MTc tonne.m	10.063
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	19.931
Max deck inclination deg	0.1955
Trim angle (+ve by stern) deg	0.1955



LC 1 DESPUÉS / PESOS

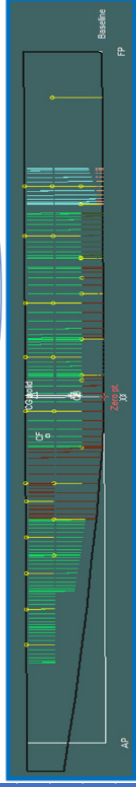
Complementos + 2 primeras mejoras

Draft Amidships m	2.588
Displacement t	634.1
Heel deg	0
Draft at FP m	2.501
Draft at AP m	2.675
Draft at LCF m	2.598
Trim(+ve by stem) m	0.174
WL Length m	41.6
Beam max extents on WL m	9.105
Wetted Area m ²	444.059
Waterpl. Area m ²	336.789
Prismatic coeff. (Cp)	0.672
Block coeff. (Cb)	0.631
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.945
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.889
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	0.12
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	-2.225
KB m	1.543
KG m	3.17
BMt m	3.387
BML m	65.004
Gmt m	1.759
GML m	63.377
KMt m	4.93
KML m	66.547
Immersion (TPc) tonne/cm	3.452
MTc tonne.m	10.051
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	19.47
Max deck inclination deg	0.249
Trim angle (+ve by stem) deg	0.249

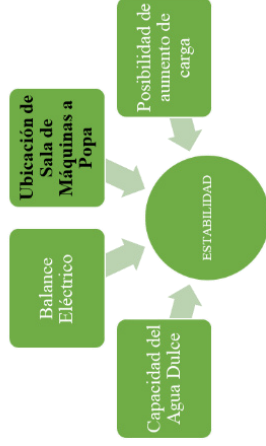


LC1 / SALA DE MAQ. Y DISTRIBUCIÓN DE TANQUES

Complementos + Todas las mejoras y sus implicaciones

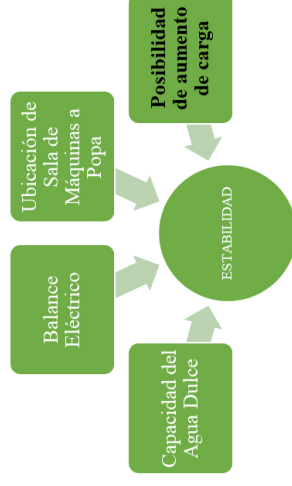
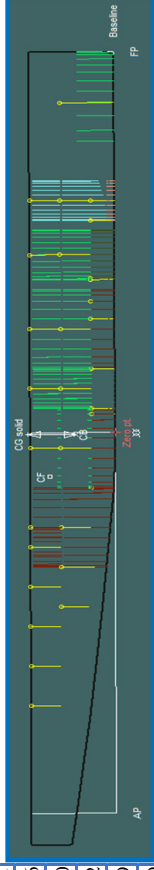


Draft Amidships m	2.636
Displacement t	650.1
Heel deg	0
Draft at FP m	2.564
Draft at AP m	2.709
Draft at LCF m	2.644
Trim (+ve by stern) m	0.145
WL Length m	41.6
Beam max extents on WL m	9.104
Wetted Area m²	448.52
Waterpl. Area m²	337.605
Prismatic coeff. (Cp)	0.675
Block coeff. (Cb)	0.635
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.946
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.891
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	0.108
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	-2.237
KB m	1.57
KG m	3.112
BMt m	3.32
BML m	63.754
GMt m	1.778
GML m	62.212
KMt m	4.89
KML m	65.323
Immersion (TPe) tonne/cm	3.46
MTC tonne.m	10.117
RM at Ideg = GMt.Disp.sin(l) tonne.m	20.178
Max deck inclination deg	0.2075
Trim angle (+ve by stern) deg	0.2075



LC1 / POSIBLE AUMENTO DE CARGA

Draft Amidships m	2.831
Displacement t	717.6
Heel deg	0
Draft at FP m	2.762
Draft at AP m	2.899
Draft at LCF m	2.839
Trim (+ve by stem) m	0.137
WL Length m	41.6
Beam max extents on WL m	9.103
Wetted Area m ²	467.119
Waterpl. Area m ²	340.882
Prismatic coeff. (Cp)	0.691
Block coeff. (Cb)	0.653
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.952
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.9
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	-0.105
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	-2.322
KB m	1.68
KG m	3.769
BMt m	3.079
BML m	59.047
GMt m	0.99
GML m	56.958
KMt m	4.759
KML m	60.727
Immersion (TPc) tonne/cm	3.494
MTC tonne.m	10.223
RM at 1 deg = GMT.Disp.sin(1) tonne.m	12.401
Max deck inclination deg	0.1962
Trim angle (+ve by stem) deg	0.1962



A pesar de que la estabilidad inicial muestra resultados positivos en cuanto a trimado (menor a 0.01L), y Altura Metacéntrica, lo que finalmente permitió la limitación de carga fue la estabilidad a grandes ángulos:

TIER 2 al 75% del Payload (94.47 ton)

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle	24.7	deg			
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	3.4901	Pass	+10.75
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	3.4901	Fail	-32.32
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	0.0482	Fail	-97.20
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	-0.049	Fail	-124.50
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	14.5	Fail	-41.82
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0.150	m	0.990	Pass	+560.00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Fail	
	Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	16.0	deg	2.3	Pass	+85.51
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (\leq)	80.00	%	23.31	Pass	+70.86
	Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	100.00	%	34.50	Fail	-65.50
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.1: GZ area between 0 and angle of maximum GZ	4.0107	m.deg	1.8157	Fail	-54.73
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.2: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	0.0482	Fail	-97.20
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.3: Maximum GZ at 30 or greater	0.200	m	-0.049	Fail	-124.50
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.4: Angle of maximum GZ	15.0	deg	14.5	Fail	-3.03
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.5: Initial GMT	0.150	m	0.990	Pass	+560.00

TIER 2 al 50% del Payload (62.98 ton)

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle	24.5	deg			
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	5.6390	Pass	+78.94
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	5.8612	Pass	+13.66
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	0.2223	Fail	-87.07
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	0.102	Fail	-49.00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	18.2	Fail	-27.27
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0.150	m	1.186	Pass	+690.67
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Fail	
	Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	16.0	deg	2.2	Pass	+86.04
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (\leq)	80.00	%	19.63	Pass	+75.46
	Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	100.00	%	56.69	Fail	-43.31
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.1: GZ area between 0 and angle of maximum GZ	3.8284	m.deg	3.1606	Fail	-17.44
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.2: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	0.2223	Fail	-87.07
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.3: Maximum GZ at 30 or greater	0.200	m	0.102	Fail	-49.00
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.4: Angle of maximum GZ	15.0	deg	18.2	Pass	+21.21
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.5: Initial GMT	0.150	m	1.186	Pass	+690.67

TIER 2 al 30% del Payload (37.78 ton)

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle	24.5	deg			
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	7.5782	Pass	+140.48
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	8.8233	Pass	+71.11
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	1.2450	Fail	-27.57
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	0.236	Pass	+18.00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	20.0	Fail	-20.00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0.150	m	1.367	Pass	+811.33
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Fail	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16.0	deg	2.2	Pass	+86.50
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80.00	%	17.57	Pass	+78.04
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100.00	%	80.57	Fail	-19.43
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.1: GZ area between 0 and angle of maximum GZ	3.7242	m.deg	4.4164	Pass	+18.59
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.2: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	1.2450	Fail	-27.57
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.3: Maximum GZ at 30 or greater	0.200	m	0.236	Pass	+18.00
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.4: Angle of maximum GZ	15.0	deg	20.0	Pass	+33.33
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.5: Initial GMt	0.150	m	1.367	Pass	+811.33



TIER 2 al 10% del Payload (12.59 ton)

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle	24.4	deg			
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	9.5932	Pass	+204.42
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	12.3424	Pass	+139.35
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	2.7492	Pass	+59.94
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	0.376	Pass	+88.00
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	21.8	Fail	-12.73
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0.150	m	1.565	Pass	+943.33
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16.0	deg	2.1	Pass	+86.95
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80.00	%	15.54	Pass	+80.58
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100.00	%	108.84	Pass	+8.84
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.1: GZ area between 0 and angle of maximum GZ	3.6201	m.deg	6.0617	Pass	+67.45
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.2: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	2.7492	Pass	+59.94
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.3: Maximum GZ at 30 or greater	0.200	m	0.376	Pass	+88.00
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.4: Angle of maximum GZ	15.0	deg	21.8	Pass	+45.45
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.5: Initial GMt	0.150	m	1.565	Pass	+943.33



APÉNDICE F

Recomendaciones y pasos a seguir para una básica renderización de un proyecto CAD 3D

El renderizar un modelo 3D de un proyecto tiene cierta ventaja al momento de vender la idea al cliente, ya que con esto se puede alcanzar una perspectiva de cómo se visualizaría el proyecto real, dando así un plus a la propuesta del producto presentada al armador. El objetivo de éste apéndice es, mostrar los pasos básicos del plug-in V-Ray para alcanzar dicha presentación del buque proyecto realizado, cubriendo únicamente la asignación de materiales del botón *Asset editor* en el esquema de la Ilustración 1.

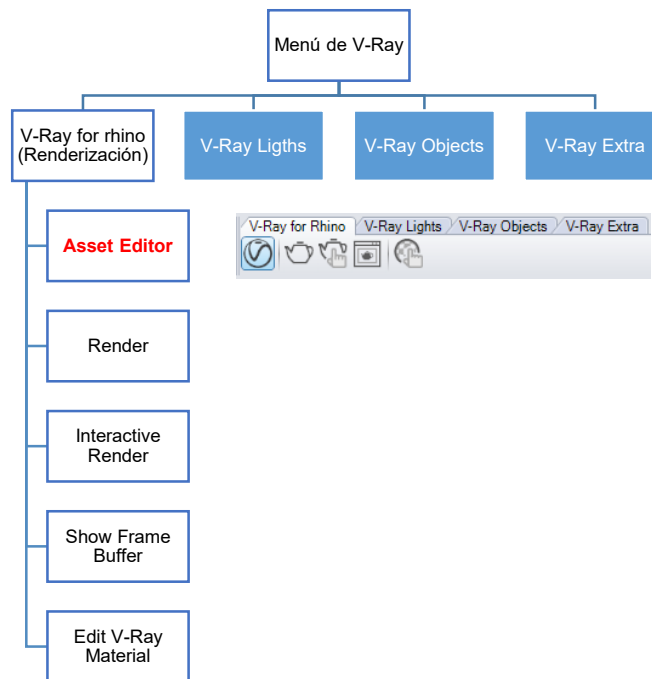


Ilustración 1 Menú desplegado a emplear del plug-in V-Ray

Los pasos a continuación solo son válidos para el plug-in *V-Ray* con versiones 3.0 o superior, el cuál puede ser utilizado en softwares CAD 3D como *Rhinoceros 5.0* (hasta versión 3.5), *Rhinoceros 6.0* (desde versión 3.6), y *Sketchup*.

1. El usuario ya debe haber finalizado con el dibujo CAD 3D (ver Ilustración 2), y los objetos en la maqueta, deben estar en capas, más no en bloques. De ser así, deben ser descompuestos en poli superficies o superficies, cual sea el caso.

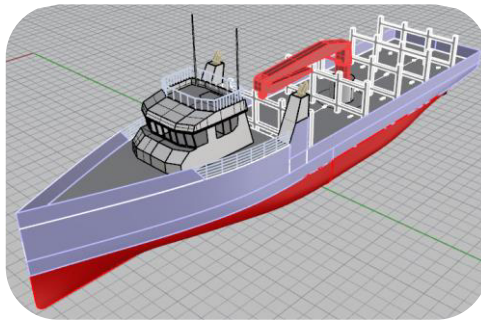



Ilustración 2 Dibujo CAD 3D finalizado

2. Antes de asignar materiales se verifica que ningún objeto de los importados por el usuario ya tengan material, clicando en el botón Render  una vez que se fija la vista del modelo.

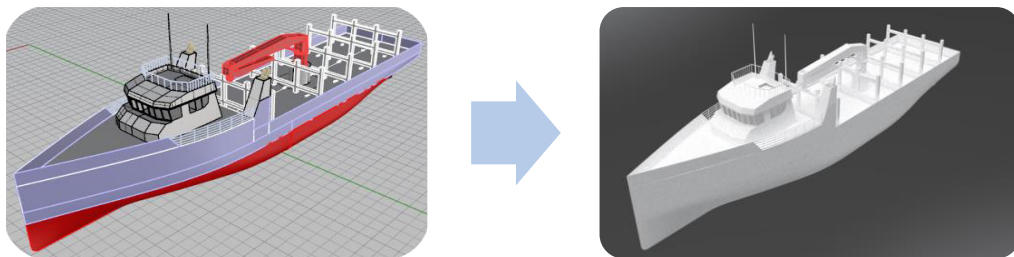

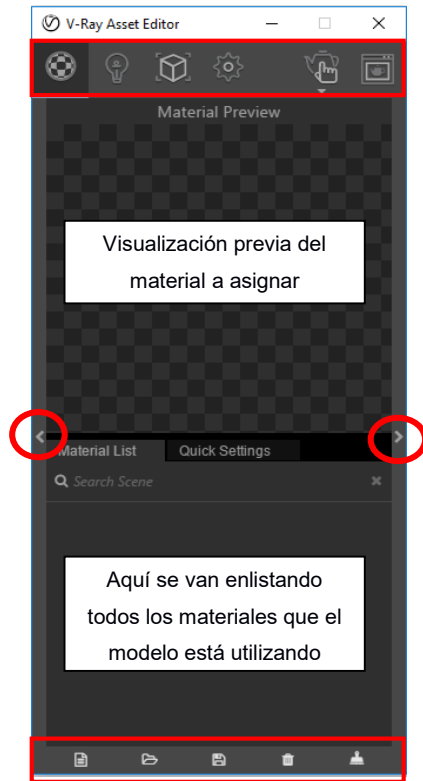


Ilustración 3 Verificación de materiales asignados sin conocimiento a la maqueta.

Nótese de la Ilustración 3 que la perspectiva está fija. En caso de que el usuario desee renderizar de modo interactivo o simultánea con el movimiento de la vista,, se debe cerrar la ventana actual de Render y utilizar el botón *Interactive Render*



3. Para asignar material, presionamos el botón Asset Editor , y se abrirá una ventana la cual contiene una barra superior, inferior, derecha e izquierda (ver Ilustración 4). Esta última la desplegamos presionando en la flecha dirección izquierda, el cual mostrará la opciones de la Ilustración 5, donde se encuentran por carpeta todas las categorías de materiales que dispone el plug-in.



Los botones mostrados en la Ilustración 1, excepto el primero, que aquí corresponde al panel actual llamado *Materials*.

Estos botones, corresponden de derecha a izq, a: Agregar material, Importar material, Guardar material, Eliminar material y Purgar materiales (e. d. eliminar los no utilizados o aplicados sobre el modelo)

Ilustración 4

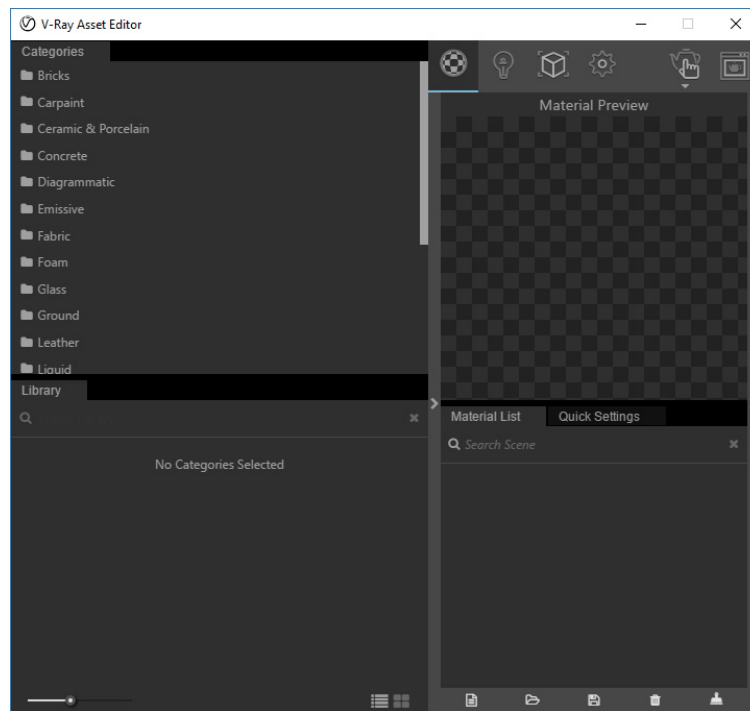


Ilustración 5

- Lo siguiente es, seleccionar una categoría (por ejemplo, la carpeta *Metal*), la cual al cliquear aparece el listado de materiales metálicos disponibles en el *Library* (ver Ilustración 6).

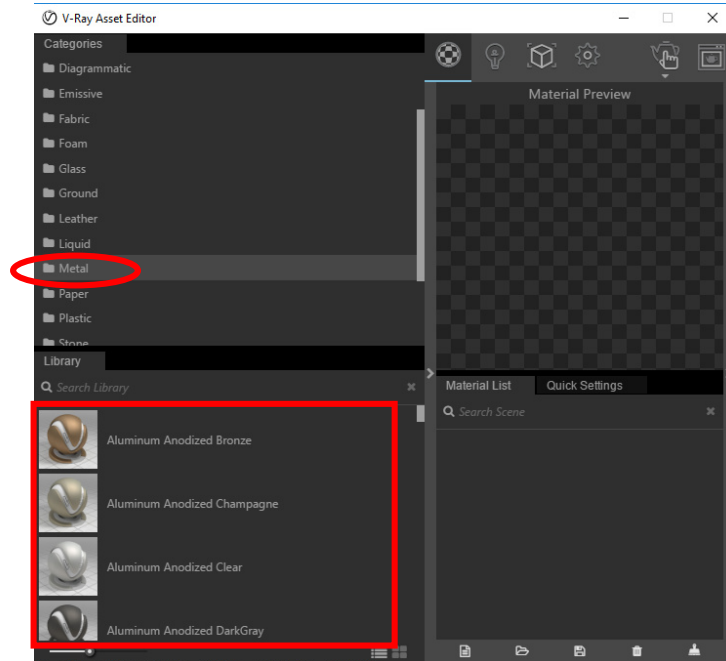


Ilustración 6

- Una vez desplegado el listado, buscamos el material o materiales a utilizar y con el clic izquierdo presionado, lo arrastramos hacia el panel *Material List* en la derecha (ver Ilustración 7). Una vez enlistado, cambiar el nombre al material con clic derecho – *Rename*.

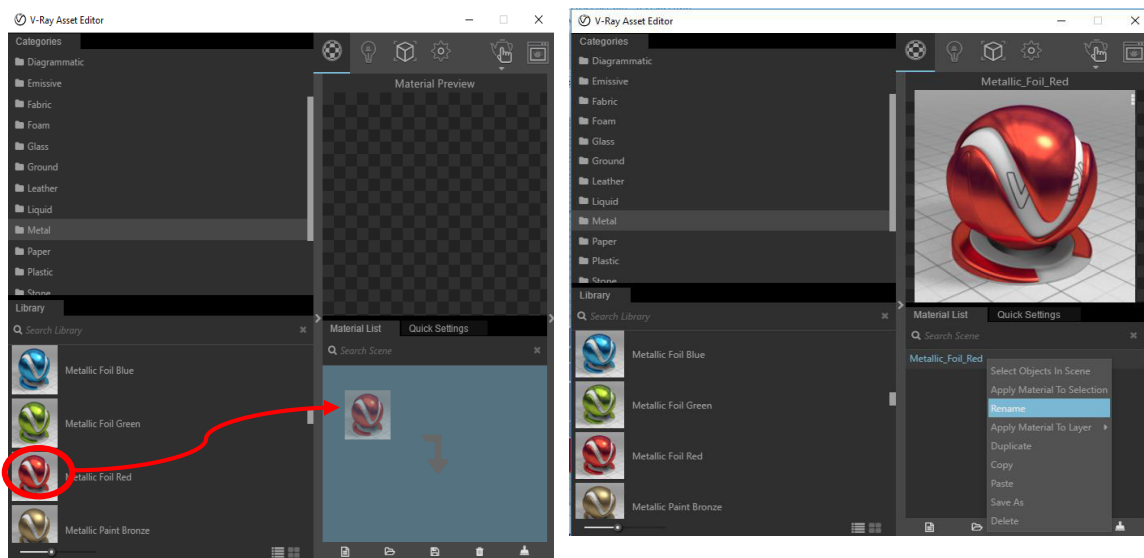


Ilustración 7

6. Una vez que se tiene el material en el panel, podemos minimizar el panel izquierdo volviendo a clicar en la flecha izquierda de la Ilustración 4.
7. Con el panel de *Materials* (ver Ilustración 8), procedemos a asignar a cada objeto el material respectivo. Primero, seleccionamos el objeto en el modelo, luego damos clic derecho sobre el material a asignar y clicamos en “*Apply Material to selection*”

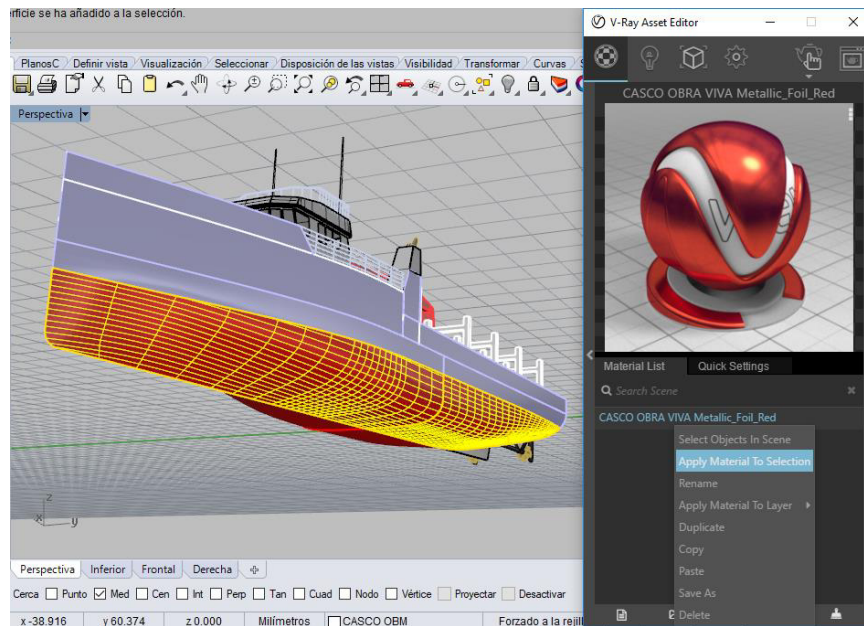


Ilustración 8

8. Suponiendo que ya se asignaron materiales a todos los objetos. Para renderizar y obtener las primeras imágenes, clicamos en el botón Render o Interactive render que también se encuentran en la parte superior derecha del mismo Asset editor (ver Ilustración 9).

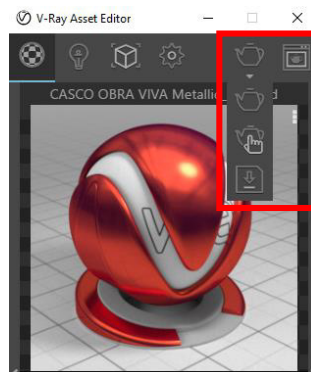





Ilustración 9

9. Una vez que presionamos el botón render o el interactivo, aparecerán dos ventanas. Una llamada *frame buffer*, y que también podemos abrir con el botón , y la otra que muestra el proceso de renderización en porcentaje (ver Ilustración 10). Se puede guardar la imagen en el menú superior del frame buffer  una vez que éste llegue al 100% (ver Ilustración 11), de no ser así el usuario puede detener la renderización  y guardar, aunque la calidad de la imagen no sería buena.

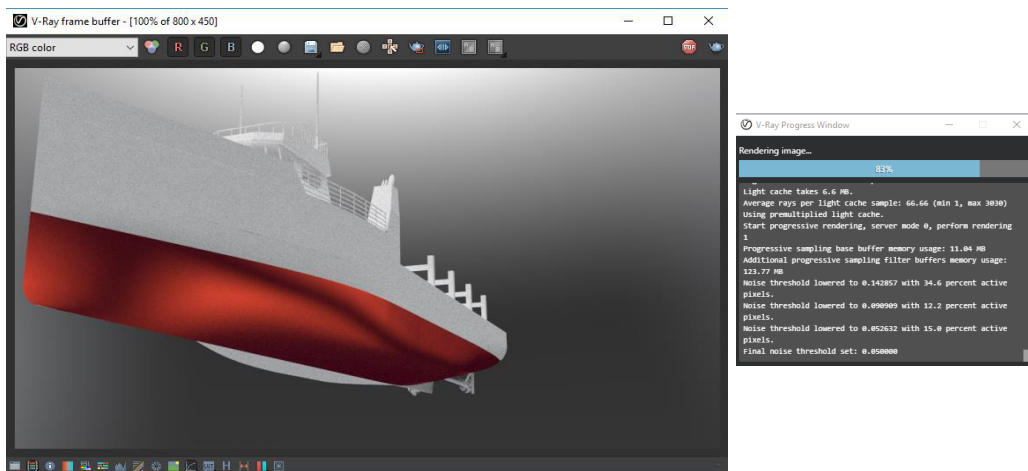


Ilustración 10

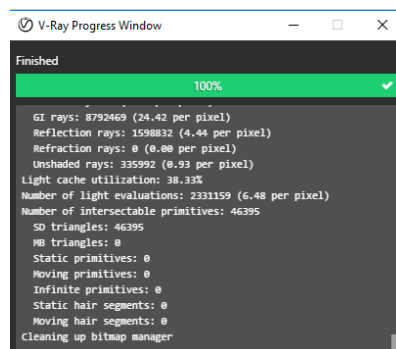


Ilustración 11

Para finalizar, se mencionan unas cuantas observaciones que el usuario debe conocer para mejorar su labor de renderización básica.

- Nótese de la Ilustración 8, que también se puede asignar material por capas sin seleccionar objetos. Simplemente se clikea en *Apply Material to Layer*, y se selecciona la capa a la cual se le asignará el material escogido.

- Si notamos en la Ilustración 8 en el Asset editor, a la derecha de Material List se encuentra la pestaña *Quick Settings*. Cuando clicamos el material en el listado y nos dirigimos a esta pestaña, se presentan las configuraciones rápidas y básicas del material (ver Ilustración 12). Es decir, que el usuario puede crear un nuevo material no solo con otro nombre sino también, crear uno nuevo a partir del mismo seleccionado, cambiando simplemente sus propiedades básicas.

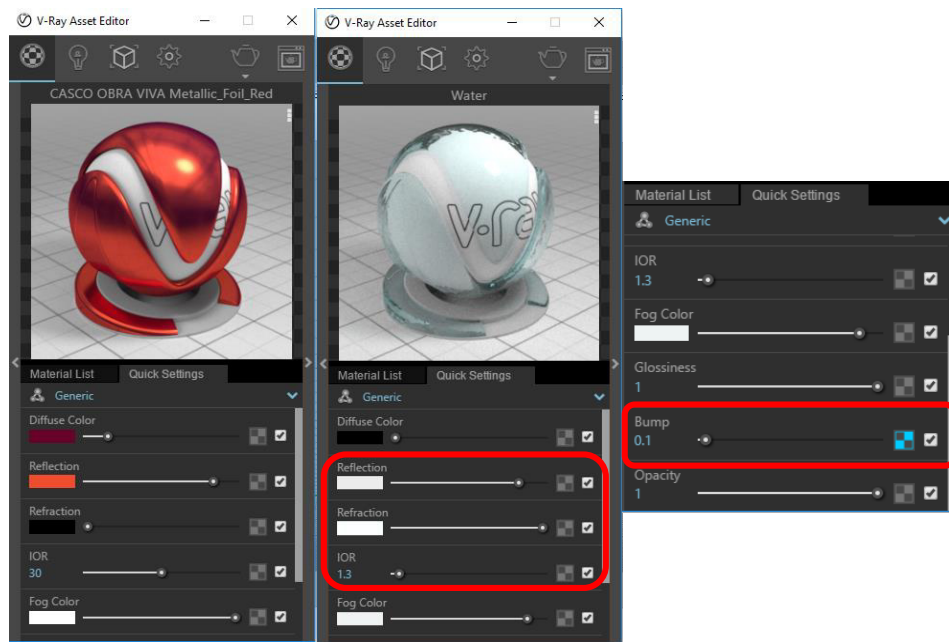


Ilustración 12

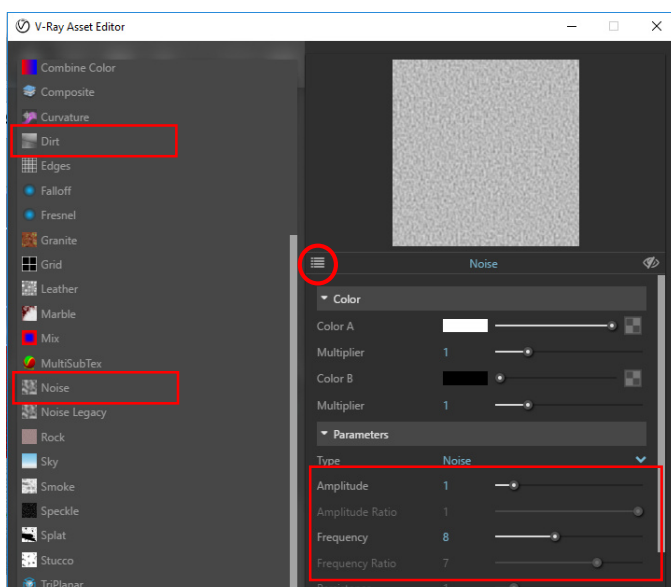



Ilustración 13

Por ejemplo, el material agua (*Water*, categoría *Liquid*) siguiendo la Ilustración 12, debe ser totalmente reflexivo y refractivo, además de que su IOR (distinto para cada material) es de 1.33. Inclusive para darle un *mapeo* de olas, ruido, viento, etc., se debería modificar la amplitud y frecuencia (para ruido por ejemplo), clicando en el botón  del *Bump* (ver Ilustración 13).