

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA NAVAL**



**Diseño de un trimarán pesquero artesanal de 9.60 metros de eslora para mejorar  
la estabilidad en la faena de pesca en la costa peruana**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO NAVAL**

**AUTOR**

**Ever Germain Orosco Palma**

**ASESOR**

**Manuel Arcenio Urcia Larios**

<http://orcid.org/000-0003-2330-1300>

**Chiclayo, 2022**

**Diseño de un trimarán pesquero artesanal de 9.60 metros de eslora  
para mejorar la estabilidad en la faena de pesca en la costa peruana**

PRESENTADA POR

**Ever Germain Orosco Palma**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO NAVAL**

APROBADA POR

Alexander Querevalu Morante  
PRESIDENTE

Lucio Antonio Llontop Mendoza  
SECRETARIO

Manuel Arcenio Urcia Larios  
VOCAL

## **Dedicatoria**

A mis padres quienes me enseñaron a luchar en la vida, por la educación, apoyo y consejos. A mi esposa Rosmery y mi hijos Manuel y Yermani, quienes con su ayuda y comprensión, nunca hubiera podido desarrollar esta tesis, y a todos aquellos que estuvieron involucrados en ello, los agradezco y les dedico esta dedicatoria.

## **Agradecimiento**

A dios por la vida y a mi familia por el apoyo en el día a día y en cada momento del disfrute de mi tesis.

# EVER G. OROSCO PALMA\_TESIS 100%

## INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE  
INTERNET

1%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[creativecommons.org](https://creativecommons.org)

Fuente de Internet

3%

2

[tesis.usat.edu.pe](https://tesis.usat.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

3

[www.fao.org](http://www.fao.org)

Fuente de Internet

1%

4

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

<1%

5

[pt.scribd.com](https://pt.scribd.com)

Fuente de Internet

<1%

6

[moam.info](http://moam.info)

Fuente de Internet

<1%

7

Submitted to Universidad Nacional del Centro  
del Peru

Trabajo del estudiante

<1%

8

[repositorio.une.edu.pe](https://repositorio.une.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

## Índice

Resumen .....	11
Abstract .....	12
1 Introducción .....	13
2 Problema de investigación. ....	14
2.1 Realidad problemática .....	14
2.2 Formulación del problema.....	16
2.3 Hipótesis. - .....	16
2.3.1 Variables.....	16
2.4 Objetivos.....	16
2.4.1 Objetivo General. ....	16
2.4.2 Objetivo Especifico .....	16
2.5 Justificación. ....	16
3 Marco teórico: .....	17
3.1 Antecedentes.....	17
3.2 Bases teóricas. ....	18
3.2.1 Definición de una embarcación (buque) .....	18
3.2.2 Coeficiente: .....	21
3.2.3 Número de froude (fn).- .....	22
3.2.4 Resistencia a la fricción de un casco: .....	22
3.2.5 Definición de Estabilidad. ....	23
Par de estabilidad en una embarcación. ....	23
3.2.6 Modelo de la forma estructural .....	24
3.2.7 Configuración de separación de los flotadores: .....	26
4 Marco metodológico. ....	27
4.1 Tipo y nivel de investigación.....	27
4.1.1 Enfoque. ....	27
4.1.2 Tipo: .....	27
4.2 Diseño de investigación.....	27
4.3 Población y muestra.....	28
4.3.1 Población:.....	28
4.3.2 Muestra:.....	28
4.4 Criterios de selección.....	28

4.5	Operación de variables.- .....	29
4.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	29
4.6.1	Técnicas:.....	29
4.6.2	Instrumentos:.....	30
4.7	Procedimiento de recolección de datos .....	30
4.8	Procesamiento y análisis de datos. ....	30
4.9	Matriz de consistencia. ....	31
5	Realizar un diagnóstico y análisis de las embarcaciones artesanales actuales de la zona, para definir el tamaño de la embarcación a diseñar. ....	32
5.1	Localización de la propuesta de diseño.- .....	32
5.2	Reglamento y leyes.- .....	33
5.3	Embarcaciones artesanales.- .....	33
5.3.1	Tipos de embarcación.- .....	33
5.3.2	Material de casco de la embarcación.- .....	35
5.3.3	Capacidad de bodega.....	36
5.3.4	Rango de eslora. ....	36
5.3.5	Sistema de propulsión de la embarcación y ubicación de motor. ....	38
5.3.6	Potencia del motor en las embarcaciones pesqueras artesanales .....	38
5.3.7	Sistema de conservación. ....	40
5.3.8	Artes de pesca.....	41
5.3.9	Embarcaciones en astillero.....	41
5.4	Accidente de naufragios de embarcaciones.- .....	42
5.5	Conclusión:.....	43
5.6	Realizar una propuesta de diseño del trimarán pesquero artesanal basándonos en normativa naval internacional. ....	44
5.6.1	Función y propósito.- .....	44
5.6.2	Tamaño.- .....	44
5.6.3	Diseño y características.-.....	44
5.6.4	Trimarán.-.....	45
5.6.5	Propulsión.- .....	45
5.6.6	Análisis y diseño .....	45
5.6.7	Resultado del diseño del trimarán pesquero.....	49
5.6.8	Determinación de los estabilizadores de la forma del trimarán .....	50
5.6.9	Hidrostática. ....	51
5.6.10	Curvas cruzadas.....	53
5.6.11	Planos generales del trimarán pesquero .....	54

5.6.12	Construcción del casco de acero. ....	55
5.6.13	Escantillado y su estructura.- .....	55
5.6.14	Calculo. ....	56
5.6.15	Revestimiento del forro del casco. ....	57
5.6.16	Calculo de pesos en el trimarán pesquero. ....	65
5.6.17	Resistencia y potencia .....	66
5.6.18	Resultados de estabilidad .....	69
5.7	Realizar un estudio económico de la propuesta del trimarán pesquero artesanal. ....	75
5.7.1	Estudio económico: .....	75
6	Conclusiones: .....	79
7	Recomendaciones: .....	80
8	Referencia .....	81

## Lista de graficas

Grafica 1. Tipo de embarcaciones pesqueras artesanales, según enepa III-2015 .....	35
Grafica 2. Tipos de materialdel casco de las embarcaciones, según enepa III-2015 .....	35
Grafica 3. Capacidad de bodega de las embarcaciones, según enepa III-2015.....	36
Grafica 4. Ramgo de eslora de las embarcaciones, según enepa III-2015. ....	37
Grafica 5. Ramgo de eslora de las embarcaciones, según enepa III-2015 .....	37
Grafica 6. Sistema de propulsión de la embarcación y ubicación de motor, según enepa III-2015. ....	38
Grafica 7. Potencia del motor en las embarcaciones pesqueras artesanales, según enepa III-2015. ....	39
Grafica 8. Porcentaje segun posicion de motor, según enepa III-2015.....	39
Grafica 9.sistema de conservacion en las embarcaciones, según enepa III-2015 .....	40

## Lista de tablas

Tabla 1. Proporción de flotadores del trimaran según [5].....	27
Tabla 2. Variables independiente e dependiente.....	30
Tabla 3 Matriz de consistencia.....	32
Tabla 4. Puertos principales de Lambayeque.....	33
Tabla 5. Tipos de arte de pesca en embarcaciones artesanales, según enepa III-2015 .....	42
Tabla 6. Embarcaciones proceso de construcción registrada en astillero, según enepa III-2015 .....	43
Tabla 7. Accidentes ocurridos durante los años 2012-2019 .....	44
Tabla 8. Característica de un monocasco y un multicasco.....	45
Tabla 9. Dimensiones principales de trimaranes similares al proyecto. ....	47
Tabla 10. Dimensiones obtenidas.....	50
Tabla 11. Dimensiones principales finales del trimarán .....	51
Tabla 12. Propiedades mecánicas de acero naval ASTM A131-grado A y ASTM 36. ....	56
Tabla 13. Datos para el escantillado en OMI.....	63
Tabla 14. Datos para el escantillado en Nordic-boat-standards .....	64
Tabla 15. Esquema comparativo entre ABS, OMI y Nordic .....	65
Tabla 16. Resultado de resistencia y potencia.....	67
Tabla 17. Cuadro de pesos en el trimaran .....	71
Tabla 18. Ganancias netas mensuales en faenas de pesca, enepa III 2015 .....	77
Tabla 19. Costo de inversión.....	78
Tabla 20. Gastos anuales.....	78
Tabla 21. Gastos anuales variables. ....	79
Tabla 22. Flujo neto caja anual. ....	79

## Lista de figuras

Fig. 1. Tipos de embarcaciones .....	19
Fig. 2. Tipos de proa, del libro De proa y popa.....	20
Fig. 3. Par de estabilidad, Teoría del buque. ....	23
Fig. 4. Momento de hundimiento y curvas de las olas.....	24
Fig. 5. Proporciones de las secciones transversales desde monocasco a trimarán. ....	25
Fig. 6. Configuración Geométrica de los flotadores del trimarán. ....	26
Fig. 7. Puertos principales en el Perú. ....	32
Fig. 8. Bosquejo de las forma de un casco principal y dos flotadores laterales. ....	45
Fig. 9. Plano de líneas de forma. ....	54
Fig. 10. Estructura del trimarán pesquero .....	61
Fig. 11. Simulación en Max surf de olas a una velocidad de 12 nudos .....	68
Fig. 12. Simulación en Max surf, bajo de olas a una velocidad de 12 nudos. ....	68
Fig. 13. Brazo Adrizante, curva GZ. ....	69
Fig. 14. Área de Cubierta del trimarán.....	73
Fig. 15. Luces de la proporción de los flotadores con respecto al casco principal del trimarán .....	73
Fig. 16. Forma de la propuesta del trimarán .....	74

## Resumen

Se diseñó una nueva forma de casco de embarcación pesquera artesanal para solucionar el problema de estabilidad en faenas de pesca. Primero se analizó la problemática de la población de 17920 embarcaciones artesanales actuales del litoral peruano involucrando a casi 60 000 pescadores, se analizó sus características, tamaño, material, capacidad y función, definiendo el tamaño de la embarcación a diseñar. En esta tesis se diseñó un nuevo tipo de embarcación Trimarán que presenta un casco central delgado y dos cascos laterales de menor volumen. Logrando la baja resistencia al avance y gran área en cubierta en la superficie para un fácil trabajo de pesca, menos vulnerabilidad en el momento de trabajo y con ayuda del software Naval se obtuvo el análisis de todos los pesos como también el análisis de sus estructuras obedeciendo normas navales y Registros de Clasificación. Como también un análisis económico para determinar el valor del proyecto y el costo de la inversión a proyectar. Que notamos que el proyecto tiene una inversión de 64 300 dólares, y la ganancia anual es de 9 700.00 dólares; por lo tanto es rentable en el periodo de su vida útil. Mostrando que en solo 6.5 años la inversión estará saldada, dándole un valor de vida útil más de 30 años por ser de un material diferente a lo que se viene construyendo.

Por lo tanto se llegó a determinar que el trimarán tendrá características diferentes en relación a las formas hidrodinámicas sobre las embarcaciones comunes de tipo de monocasco, que ayudara a solucionar el problema de hundimientos por escora de pequeñas embarcaciones pesqueras artesanales menores a 10 metros, como también la seguridad en la navegación de pesca, y el óptimo cuidando la vida del pescador local.

**Palabras Clave:** trimarán, monocasco, estabilidad.

## Abstract

A new form of artisanal fishing boat hull was designed to solve the stability problem in fishing operations, vulnerable at the time of work. First, the problem of the population of 17,920 current artisanal vessels on the Peruvian coast was analyzed, involving almost 60,000 fishermen, their characteristics, size, material, capacity and function were analyzed, defining the size of the vessel to be designed. In this thesis, a new type of Trimaran boat was designed that has a thin central hull and two smaller volume side hulls. Achieving low resistance to advance and a large deck area on the surface for easy fishing work, and with the help of Naval software, the analysis of all weights was obtained as well as the analysis of their structures obeying naval regulations and Classification Records. As well as an economic analysis to determine the value of the project and the cost of the investment to be projected. We note that the project has an investment of \$ 64,300, and the annual profit is \$ 9,700.00; therefore it is profitable in the period of its useful life. Showing that in just 6.5 years the investment will be paid off, giving it a useful life value of more than 30 years because it is made of a different material from what is being built.

Therefore, it was determined that the trimaran will have different characteristics in relation to the hydrodynamic forms on the common monohull type boats, which will help to solve the problem of sinking by list of small artisanal fishing boats less than 10 meters, as well as the safety in fishing navigation, and the optimum taking care of the life of the local fisherman.

**Keywords:** *trimarón, monohull, stability.*

## 1 Introducción

La inestabilidad y la carencia de espacio funcional de pesca radican en las pequeñas embarcaciones pesqueras artesanales peruanas, más a aquellas hechas empíricamente que traen problemas en su funcionamiento como resistencia al avance, estabilidad, velocidad, etc. Estas embarcaciones hechas sin estudios ni fundamentos académicos previos vienen provocando accidentes de hundimientos debido a su inestabilidad, que ocurren constantemente donde se pierden vidas humanas, estos se da por su inestabilidad y falta de proporción entre su eslora, manga y puntal escorándose en faena y volteándose, o cuando impactan con algún objeto en el casco, o cuando chocan con otras embarcaciones por mal tiempo, cuando tienen algún desprendimiento o avería en el del forro, generando así el hundimiento y el ahogo inesperados de la tripulación en el mar.

Las formas de las embarcaciones de pesca artesanales influye mucho en su estabilidad, como también la escases de espacio con respecto a su manga que muestran estas embarcaciones en la hora del trabajo, las embarcaciones pesqueras son de tipo monocasco que no son estables y que a su vez a la actualidad vienen construyéndose en la informalidad [1]. En sector pesquero artesanal, el número de embarcaciones se viene ascendiendo alrededor de 17 920 e/p artesanales en la costa peruana [2]. Las embarcaciones que carecen de estabilidad son las de menor escala y les corresponden a los pescadores de bajo recurso económicos siendo estos Botes (9 760), Lanchas (3 344), Chalanas (2 312), etc. [2].

Las dimensiones actuales de las embarcaciones artesanales de menor escala son normadas por el gobierno a través de sus decretos supremos donde se resume que solo se puede construir embarcaciones menores de 5 metros cúbicos de capacidad de bodega y tener en cuenta que solo podemos construir embarcaciones con medidas menor a de 12 m en eslora, con 4 metros en manga y 1,8 metros en puntal [3]. Desde el 2010 se viene construyendo embarcaciones artesanales de 6, 7, 8, 9 metros de eslora que cargan desde 2 hasta 5 toneladas de pesca; teniendo la posibilidad de construir embarcaciones más grandes hasta 12 m, sin embargo no lo hacen por ser un gasto innecesario ya que para 5 t de capacidad les basta una pequeña embarcación menor de 9 metros.

Este proyecto se llevara a cabo en la costa norte del país especialmente en Lambayeque. Por lo tanto ¿El diseño de un trimarán pesquero artesanal de 9.60m metros de eslora, solucionara el problema de estabilidad en pequeñas embarcaciones artesanales en la costa norte del país?

Por lo tanto urge la necesidad de plantear un nuevo diseño que mejore la estabilidad, resistencia al avance, maniobrabilidad, desplazamiento, espacio funcional y seguridad en el trabajo de las embarcaciones pesquera artesanal, planteando así una nueva forma de estructura de tipo multicasco llamado trimarán, por ser una embarcación de tres cascos (uno principal y dos laterales de menos volumen), con medidas de eslora de 9.6m y 2.4 de manga en el casco principal, y en los cascos laterales una eslora de 9m, 0.6m de manga respectivamente, siendo así evaluarla en un programa software, y su afinamiento respectivo del casco trimarán. Por lo que en [4] nos dice que un buque tendrá estabilidad en relación a su radio metacentro y su centro de gravedad y en el caso del trimarán con sus dos flotadores laterales ayudara al aumento de su manga total y su disminución del radio metacentro y así ayudando que la embarcación sea más estable.

Por ello se propone el diseño de un trimarán pesquero artesanal de 9.60 metros de eslora para mejorar la estabilidad y seguridad de los tripulantes en la faena de pesca, para lograr este objetivo se propone realizar el análisis de las embarcaciones actuales menores de 10 metros, tales como los botes, lancha, Chalana, Zapato, que estén normados por el D.S.N°018-2010, Siguiendo con la propuesta del diseño de un trimarán buscando dar solución al problema de estabilidad y seguridad. Y como último tenemos el análisis económico financiero.

## **2 Problema de investigación.**

### **2.1 Realidad problemática**

La inestabilidad en las embarcaciones en el mundo, es un factor de estudio por diferentes académicos dedicados a la ingeniería naval, buscando la buena proporcionalidad entre sus esloras, mangas y puntales de sus buques para así lograr un buen desplazamiento, resistencia al avance o lo que es mejor buscar estabilidad y evitar que sufra hundimiento de cualquier tipo. También vienen desarrollando nuevas formas de casco como por ejemplo el multicasco como los catamaranes o trimaranes, que vienen siendo una respuesta a la inestabilidad de cualquier elemento flotante.

En el Perú, cuenta con 17.920 embarcaciones especialmente el norte peruano, suman un total de 5038 armadores casi el 50% de embarcaciones artesanales de todo el litoral peruano, según el primer censo nacional de embarcaciones artesanales es aquí donde se viene desarrollando con mayor énfasis la actividad pesquera artesanal como

accidentes ocurridos durante la faena pesca por la inestabilidad de sus embarcaciones [1].

Lo que va del año 2018, las embarcaciones de tipo monocasco vienen sufriendo accidente en plena faena de pesca, los accidentes ocurren en todo el litoral peruano por mares anómalos y por escora de embarcaciones en plena faena. Esto se da por ser inestables en sus cascos o la falta una buena relación de proporción entre su manga y puntal. Al sufrir algún accidente o impacto este se pierde y termina volteando y naufragando. Otro problema que viene ocurriendo en sus faenas de pesca, tanto como (cerco cortina, relés, espinel, o de altura) son por problemas es el desprendimiento u orificio en algún lado del casco de la embarcación y es por eso tienden a hundirse. Estos accidentes aun en el Perú no están siendo registrados, o no existe entidad que lo recabe dicha información y lo dé a conocer.

Las embarcaciones en la región de Lambayeque, durante décadas las embarcaciones de pesca artesanal de menor escala poseen problemas de inestabilidad en sus naves pesqueras de tipo monocasco, problemas en incomodidad en el desarrollo de sus actividades de aparejos (espacio en cubierta) por ser muy reducidas en espacio y en cubierta, dificultades así en el rendimiento en el trabajo.

Las consecuencias por inestabilidad de las embarcaciones artesanales de tipo monocasco, son el naufragio y pérdidas de vidas humanas que viene dándose en todo el litoral peruano como también la pérdida de sus embarcaciones por hundimiento. Si no le damos solución al problema de estabilidad, seguirán ocurriendo hundimiento de las embarcaciones y también pérdidas de vidas humanas.

Por ello el planteamiento del diseño de un Trimarán Pesquero Artesanal de 9.6m de eslora, contribuirá a solucionar la estabilidad, rendimiento y comodidad de las naves pesqueras artesanales en el litoral peruano, beneficiando a los armadores artesanales que buscan su desarrollo a través de la pesca.

## 2.2 Formulación del problema

¿El diseño de un trimarán pesquero artesanal de 9.60m metros de eslora, solucionara el problema de estabilidad en pequeñas embarcaciones del litoral peruano?

## 2.3 Hipótesis.-

El desarrollo de diseño de un trimarán pesquero artesanal de 9.6m de eslora influye de manera significativa en su estabilidad de las embarcaciones en la costa lambayecana.

### 2.3.1 Variables

X: diseño de un trimarán pesquero artesanal de 9.6m de eslora

Y: su estabilidad.

## 2.4 Objetivos

### 2.4.1 Objetivo General.

- Diseñar un trimarán pesquero artesanal de 9.6 m de eslora para mejorar la estabilidad en faena de pesca.

### 2.4.2 Objetivo Especifico

- Realizar un diagnóstico y análisis de las embarcaciones artesanales, para definir el tamaño de la embarcación a diseñar.
- Realizar una propuesta de diseño del trimarán pesquero artesanal basándonos en normativa naval internacional.
- Realizar un estudio económico de la propuesta del trimarán pesquero artesanal.

## 2.5 Justificación.

Los constantes problemas de estabilidad de las embarcaciones pesqueras artesanales aumentan, teniendo como ello pérdidas de vidas humanas. El manejo de la tecnología naval para desarrollar las construcciones de embarcaciones artesanales es nula, todo lo hacen empíricamente; por ello urge una demanda de un nuevo prototipo de diseño de

embarcaciones que alude a mejorar la estabilidad dinámica en la faena de pesca para salvaguardar la vida de los pescadores. La importancia de crear una nueva nave tipo trimarán es la mayor estabilidad con respecto a los monocascos.

**Justificación tecnológica:**

La justificación tecnológica del proyecto es innovar las formas de embarcaciones en el ámbito naval pesquero para dar solución a los problemas de estabilidad, flotabilidad, velocidad, navegabilidad y resistencia al avance.

**Justificación económica:**

El aporte tecnológico a emplear, ayudaría a reducir costos tanto en sus estructuras del casco y en propulsión, disminuyendo el exceso de estructura asiéndolo más ligero, disminuyendo también el consumo de combustible y generando un ahorro económico.

**Justificación social:**

El desarrollo del proyecto beneficiara a la comunidad pesquera, por obtener una embarcación estable y seguro, una embarcación bajo en costo de adquisición en la construcción del casco y baja en la baja potencia obtenida.

### **3 Marco teórico:**

#### **3.1 Antecedentes**

En [5], se analizó las formas del casco del trimarán, y determinaron que poseían cualidades de estabilidad diferentes entre el monocasco y el multicascos, ya que el desplazamiento se distribuía uniformemente entre los cascos. También muestra una firme dependencia entre el desplazamiento lateral de los cascos y el área en cubierta, Así como también el desplazamiento lateral del casco y el brazo adrizante máximo de GZ.

En los estudios desarrollados sobre trimaranes en [6], nos habla sobre como los trimaranes tienen enormes ventajas comparativos con respecto a los de tipo monocascos, por lo que presentan menor resistencia al avance y mejor flujos laminar-turbulento del agua en casco, dispone mayor estabilidad y un menor contacto con la

superficie mojada, obviando así sus pesadas quillas que usan los monocascos, haciendo que el trimarán sea perfecto para navegar en aguas inquietas.

En la estabilidad de un elemento flotante desde un buque hasta una pequeña embarcación, se debe tener en cuenta sus seis grados de libertad, tres grados traslación y tres grados rotacionales del sistema de referencial. En nuestro caso la embarcación será estable en sus traslaciones cuando en la dirección vertical se eleva el cuerpo por las olas y el empuje disminuye con respecto a su peso y al contrario si el cuerpo se sumerge demasiado. También en condición de estabilidad de equilibrio corresponde una única posición vertical recto del centro de gravedad  $G$ . Como también en el cuerpo completamente sumergido la posición de  $G$  viene dada por el centro del casco en la cual fija la dirección del eje de inclinación, por la posición del metacentro  $M$  con relación a su eje [7]

La seguridad en el mar de las embarcaciones pesqueras que tienen cubierta y poseen una eslora inferior a 12 metros está estipulado para incitar la seguridad y salud del tripulante a bordo, brindando conciencia al múltiple variables con respecto a la importancia de navegabilidad, específicamente criterios de seguridad de las embarcaciones pesqueros que se organizan a través de leyes, normas y decretos [8].

El valor del momento par nos indica el comportamiento buque dentro de la estabilidad inicial, un buque recobra su posición de equilibrio inicial cuando factores como el viento y el mar lo sacan de ella, también nos dice que un buque va a depender de las posiciones del centro de gravedad, como también del radio metacentro y del valor del momento par de estabilidad transversal dentro de la estabilidad inicial. El desplazamiento del peso de la embarcación se hace mediante pesaje o mediante un cálculo hidrostático. Para el estudio de la estabilidad para barcos cerrados debe calcularse a través de su forma y se calculara su peso ligero y la ubicación de su centro de gravedad más relevante teniendo en cuenta el tipo de carga en cuestión [9].

## **3.2 Bases teóricas.**

### **3.2.1 Definición de una embarcación (buque)**

Es todo solido cerrado considerado como flotador semi-sumergido en un líquido, hermético total de donde su peso es menor al peso del volumen del líquido desplazado, cumpliendo las condiciones de estabilidad, flotabilidad, navegabilidad, velocidad y maniobrabilidad. [4]

Dimensiones principales:

Eslora (L): Distancia longitudinal medida desde proa a popa.

Manga (B): Distancia horizontal medida del sentido transversal de una embarcación o buque.

Puntal (D): distancia vertical de una embarcación o buque.

Calado (T): distancia vertical que mide la altura desde línea base hasta la línea de flotación [4]

### **Tipos formas de casco:**

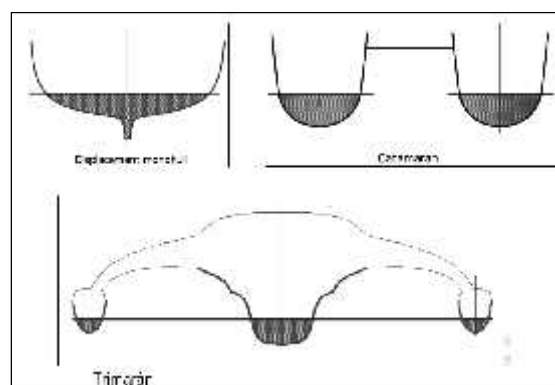
Según el número de sus cascos:

- **Monocasco:** Denominado así a las embarcaciones hechas en un solo casco, son utilizadas para diversas funciones como pesca, transporte, recreación etc., estos pueden ser deslizantes, de carga, planeadores.
- **Muticascos.** Se crean gracias a la necesidad de diseñar nuevas formas, llevan más de un solo casco y los más conocidos tenemos:

**Catamarán:** Estos diseños de formas son hechos de la unión de dos cascos teniendo particularidades como mayor velocidad y ser más estables que los monocascos.

**Trimarán:** Estos diseños de formas son hechos de la unión de tres cascos, uno principal y dos flotadores secundarios de menor proporción, estos tres cascos se unen estructuralmente y presentan enormes ventajas en comparación al monocasco teniendo menos resistencia al avance, mayor velocidad, mejor estabilidad.

*Fig. 1. Tipos de embarcaciones*



Elaboración: Nancy Figueroa

Datos: "Tipos de casco"

### Forma de proas.

La parte delantera de una embarcación o buque se llama proa, es la que corta las aguas reduciendo la resistencia al avance, es la parte donde encontramos el ángulo de entrada y existes muchas formas, la cual tenemos:

**Proa recta.** En época pasadas considerado casi universal.

**Proa trawler.** Normalmente en barcos pesqueros de altura

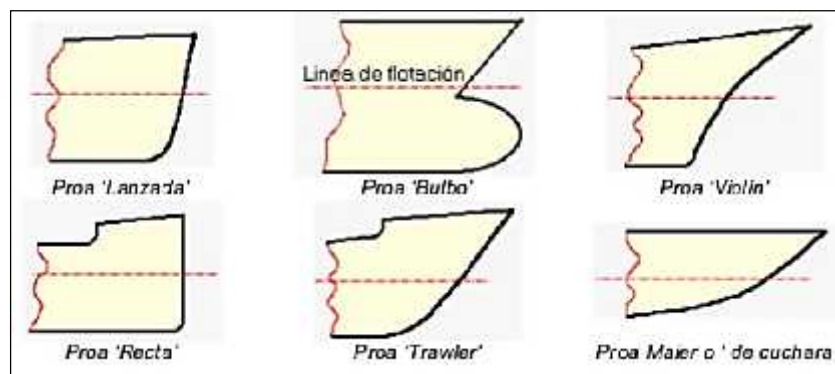
**Proa de violín.** Usualmente llamadas como clíper o de yate.

**Proa lanzada.** Comúnmente en los barcos de pesca, en algunos casos se le combina con proa recta.

**Proa de bulbo.** Porque lleva un bulbo en proa presentando menor resistencia al avance.

**Proa maier o de cuchara.** Es una proa muy abierta en forma de V muy abiertas presentando características de cabeceo en mal tiempo [10].

*Fig. 2. Tipos de proa, del libro De proa y popa.*



Elaboración: Nancy Figueroa

Datos: "Tipos de casco"

### 3.2.2 Coeficiente:

#### Coeficientes de bloque (block coefficient - CB):

Nos da una idea del afinamiento del buque por la relación del volumen de carena al volumen de un paralelepípedo circunscrito de la obra viva.

$$C_B = \frac{\nabla}{LBT} \quad C_B = 0.38 \div 0.80$$

#### Coeficiente Prismático longitudinal: (Cp)

Es la relación que existe entre el volumen de la carena y el de un cilindro de generatrices horizontales y su paralelas a la eslora que tenga la misma longitud del buque y cuya sección recta sea la de la cuaderna maestra del mismo.

$$C_p = \frac{\nabla}{A_x L} \quad C_p = 0.55 \div 0.80$$

#### Coeficiente Prismático vertical: (Cpv)

Es la relación que existe entre el volumen de carena y el de un cilindro de generatrices verticales circunscritas a la carena.

$$C_{vp} = \frac{\nabla}{A_w T}$$

#### Coeficiente de afinamiento de la cuaderna maestra:

Es la relación del área de la maestra, en la parte sumergida al área del rectángulo circunscrito.

$$C_x = \frac{A_x}{BT} \quad C_x = 0.75 \div 0.995$$

#### Coeficiente de flotación (wáter plane coefficient):

Es la relación del área de dicha línea de agua a la del rectángulo circunscrito.

$$C_w = \frac{A_w}{LB} \quad C_w = 0.67 \div 0.87$$

### Relación entre coeficientes:

$$C_P = \frac{C_B}{C_X} \quad C_{VP} = \frac{C_B}{C_W}$$

### 3.2.3 Número de froude (fn).-

Numero adimensionales de la Resistencia al avance, que dependerá de la Velocidad a la que se desplazara la nave pesquera y de su eslora en la flotación, que estará influenciada netamente en la Resistencia por Formación de Olas (Rw):

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{g \times Lwl}}$$

En este tema, además de ver el mencionado Número de Froude, también hay que recalcar a la Velocidad de diseño de la embarcación, ya que ambos parámetros están relacionados.

### 3.2.4 Resistencia a la fricción de un casco:

En [11], establece que la resistencia de una embarcación o barco, a una cierta velocidad es la fuerza que se necesita para mover la embarcación a cierta velocidad en aguas calmas.

$$R_F = f \cdot S \cdot V^n$$

Donde los valores de **f** y **n** dependen de la longitud y la condición de la superficie.

Donde:

$$R_F: 0,297 \cdot f \cdot S \cdot V^{1,8}$$

**f**: Coeficiente de fricción de Froude

**S**: Superficie mojada en  $m^2$

**V**: Velocidad en nudos.

### 3.2.5 Definición de Estabilidad.

La estabilidad es la cualidad que tiene cualquier elemento flotante de recuperar su posición de equilibrio inicial cuando es fue removido por fuerzas externas como el mar o el viento.

#### Par de estabilidad en una embarcación.

Cuando un buque se escora en un cierto ángulo, pasando de LoFo a L1F1, el desplazamiento seguirá actuando en G al no variar las cargas. A diferencia del centro de carena Co que si variara con respecto de su posición inicial, convirtiéndose en C1, el nuevo punto vertical de empuje interceptara en el plano diametral llamándolo Metacentro M.

$$M_{\text{Adrizante}} = \rho \cdot V \cdot GZ$$

Donde:

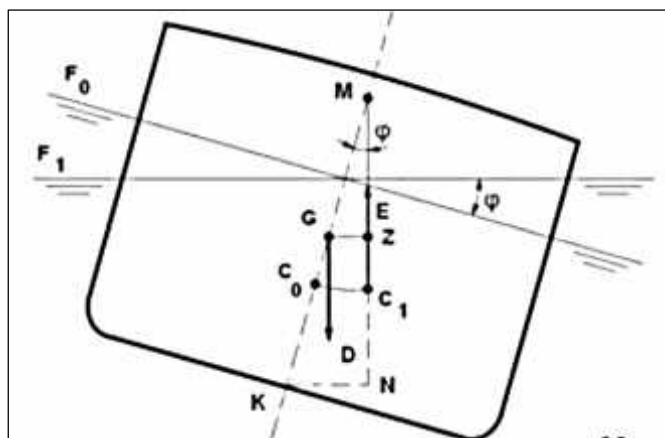
$$M = \rho \cdot V \cdot GZ$$

$$M = \rho \cdot V \cdot GM \cdot \sin \phi$$

$$M = \rho \cdot V \cdot (KM - KG) \cdot \sin \phi$$

$$M = \rho \cdot V \cdot (KM \cdot \sin \phi - KG \cdot \sin \phi)$$

*Fig. 3. Par de estabilidad, Teoría del buque.*



*Elaboración Antonio Bonilla de la corte.*

**Datos:** "Estabilidad"

### 3.2.6 Modelo de la forma estructural

En [9], el casco estará sometido a diversas fuerzas estructurales como el hundimiento y la curvatura de las olas, recibiendo cargas del momento flector cuando se sumerge y emergen los cascos laterales como muestra la figura 4

*Fig. 4. Momento de hundimiento y curvas de las olas.*

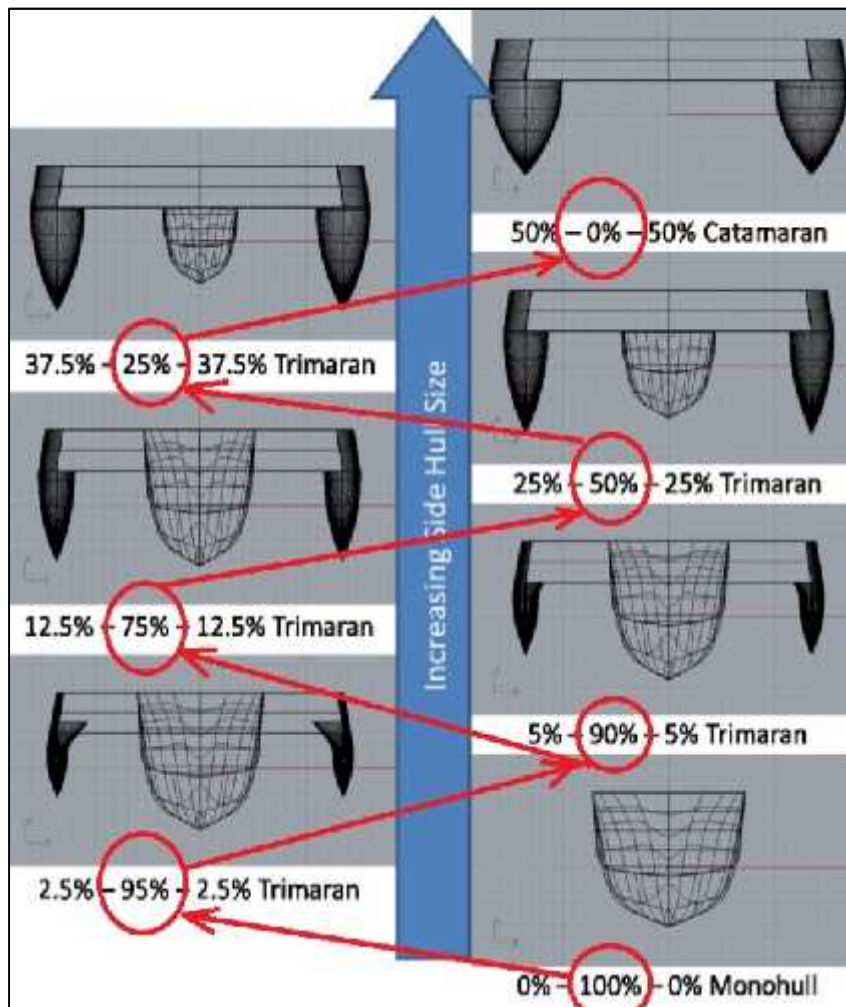


*Datos: William Scott.*

La estructura de un trimarán se describe con los dos cascos laterales acoplados a estructura de la cubierta que esta sostenida por el casco central. El modelo estructural no será el mismo que los barcos monocasco, es diferente tanto en la forma en que las cuatro partes principales de la estructura, el casco principal, la cubierta y los dos cascos laterales se deben conectar entre sí, como una sola pieza.

En [5], Muestra la proporción de las secciones principales de las cuadernas maestras del casco principal y cascos laterales a lo largo de los múltiples cascos en los trimaranes a diseñar, por lo tanto se diseña de acuerdo a las características y proporciones hidrostáticas para cada casco múltiple.

Fig. 5. Proporciones de las secciones transversales desde monocasco a trimarán.



Datos: William Scott weidle [5]

Donde nos dice que los parámetros que incluyen la relación de eslora y manga  $L / B$  y la relación Manga- calado,  $B / T$ ; van variando de acuerdo a la proporción dadas, donde su longitud de manga central y manga en los cascos laterales van cambiando como también los calados, y la distribución del desplazamiento. El origen se empieza en la perpendicular hacia adelante, en la línea central y en la línea de flotación de diseño.

### 3.2.7 Configuración de separación de los flotadores:

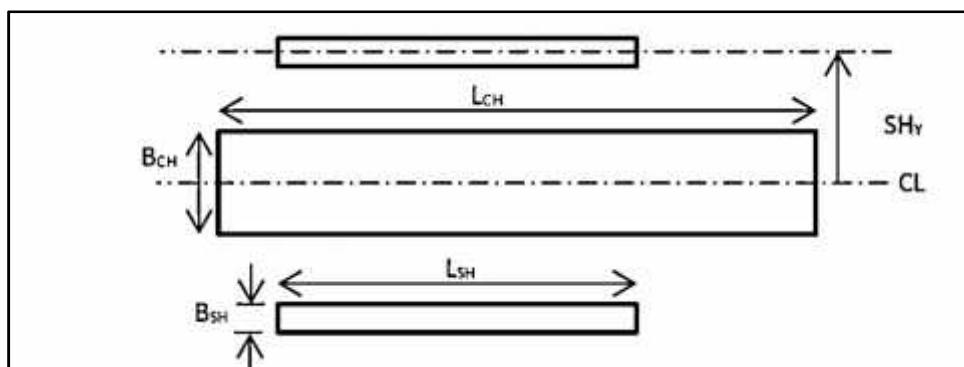
Según [12, p. 31], para un trimarán, dice que un cambio en el ancho total tiene un impacto mucho mayor en el radio metacéntrico lateral que las dimensiones del estabilizador, y tiene gran impacto de la separación transversal entre el casco lateral y el central.

TABLA 1. PROPORCION DE FLOTADORES DEL TRIMARAN SEGUN [5]

Variable	Initial Configuration	Increased SH Beam	Increased Overall Beam
$B_{SH}$	1	1.5	1
$SH_v$ [m]	10	10	15
$BM_T$	5.5	7.9	8.8
% $BM_T$ (CH)	51%	35%	32%
% $BM_T$ (SH)	49%	65%	68%

Datos: William Scott weidle [5].

Fig. 6. Configuración Geométrica de los flotadores del trimarán.



Datos: William Scott weidle [5].

## **4 Marco metodológico.**

### **4.1 Tipo y nivel de investigación**

#### **4.1.1 Enfoque.**

El enfoque de la propuesta de un nuevo diseño de embarcación pesquera artesanal de menor escala para mejorar la estabilidad dinámica en las faenas de pesca, es un enfoque cualitativo por ser un proceso constructivo, por que nace de la idea y forma lógica de proponer y desarrollar una solución de un constante problema de naufragio de los contantes pérdidas humanas en alta mar.

#### **4.1.2 Tipo:**

El tipo de investigación fue observacional ya que no habrá manipulación de las variables, la información recogida serán el motivo de estudio porque utilizaremos conocimientos de estabilidad de escora de la embarcación, como el giro alrededor del eje de inclinación transversal, flotabilidad, cabeceo, balance, en beneficio de la embarcación de los pescadores en el momento de la faena.

De acurdo a los objetivos de estudio de la investigación y sus características fue de un nivel descriptivo y por ser un análisis de diagnóstico de las embarcaciones artesanales para dar solución de estabilidad, diseño de forma y función espacial de la propuesta de diseño.

### **4.2 Diseño de investigación.**

En la investigación se diseñó un nuevo modelo de embarcación artesanal de menor escala en la cual tiene como objetivo diseñar una embarcación de forma trimarán óptimo en su diseño de forma y estabilidad, como también forma espacial.

### **4.3 Población y muestra.**

#### **4.3.1 Población:**

Esta investigación tuvo una población total de 12 mil embarcaciones, y del ENEPA III, a través de tablas dinámicas obtendremos las variables de: Tipos de embarcación, Material de casco de la embarcación, Capacidad de bodega, Rango de eslora, Sistema de propulsión de la embarcación, Ubicación de motor, Sistema de conservación.

#### **4.3.2 Muestra:**

En esta investigación se utilizó una muestra de embarcaciones artesanales de la parte norte del país (Piura, Lambayeque, Tumbes, La Libertad y Áncash), especialmente los datos de Lambayeque por ser donde estará ubicado el proyecto. Una muestra específica estaría dado por los colapsos y sufragio de las embarcaciones por escora e inestabilidad de sus embarcaciones.

### **4.4 Criterios de selección.**

El criterio de selección fue evaluando y analizando a aquellas embarcaciones que sufrieron accidentes en plena faena de pesca, las características que han influido para provocar momento escorante y reunir el por qué y evaluar el problema a tratar.

Se selecciona el tipo de casco de embarcación a trabajar (monocasco, catamarán o trimarán etc.) para ver su forma y estabilidad del casco que utilizaremos, como su resistencia al avance del nuevo diseño de la embarcación artesanal, potencia óptima de empuje y el material a construirse estructuralmente.

## 4.5 Operación de variables.-

TABLA 2. VARIABLES INDEPENDIENTE E DEPENDIENTE.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTO
<b>Independiente:</b> <b>DISEÑO DE UN TRIMARAN PESQUERO ARTESANAL DE 9.60 METROS DE ESLORA PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD EN LA FAENA DE PESCA</b>	<i>Normativas internacionales</i>	<i>Estudio de normativas internacionales</i>	<i>Análisis documental</i>	<i>ABS RINA BUREAU VERITAS FAO OMI</i>
<b>Dependiente:</b> <b>SU ESTABILIDAD ESPACIO EN CUBIERTA</b>	<i>Dimensiones de embarcación</i>	<i>L, B, D, T</i>	<i>Análisis dimensional de tipos de embarcaciones</i>	<i>EMBARCACIONES ARTESANALES MENOR ESCALA</i>
	<i>Resistencia de material de acero</i>	<i>ESFUERZO MINIMO ESFUERZO ADMISIBLE FACTOR DE SEGURRIDAD</i>	<i>ANALISIS DE ESFUERZO</i>	<i>ABS, RINA</i>
	<i>Sistema de propulsión</i>	<i>POTENCIA</i>	<i>ANALISIS DE POTENCIA</i>	<i>ABS, RINA</i>
	<i>Resistencia de unión de soldadura</i>	<i>TIPO DE SOLDADURA</i>	<i>ANALISIS DE POTENCIA</i>	<i>ABS, RINA</i>

*Elaboración Propia*

## 4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### 4.6.1 Técnicas:

Las principales técnicas que se utilizó en dicha investigación es:

- Registro de inundaciones de las embarcaciones en alta mar, vía internet
- *Entrevista vía telefónica y virtual* sobre las embarcaciones artesanales actuales.
- *Y análisis de documentos y planos* para analizar las disposiciones generales y distribución.

#### **4.6.2 Instrumentos:**

Los instrumentos de recolección de datos que se aplicara son:

- Utilización de la página de noticia para analizar las inundaciones.
- Instrumento de Navegación por internet para ubicar los propietarios de las embarcaciones actuales.
- Algunas Documentación de las embarcaciones hechas hasta el momento.

#### **4.7 Procedimiento de recolección de datos**

Nuestro procedimiento de recolección de datos disponibles en las entidades como la FAO, la dirección de capitania de puertos (DICAPI), decretos supremos del ministerio de producción (PRODUCE), todo relacionado a las normas y reglas para construir una embarcación artesanal de menor escala. Y también se hará uso de la fuente académicos como textos relacionados a la estabilidad de una embarcación pesquero.

#### **4.8 Procesamiento y análisis de datos.**

El diseño de un trimarán pesquero artesanal será justificado a través del programa naval (MaxSurf) que evaluaremos su resultado dinámico de flotabilidad, navegabilidad, maniobrabilidad velocidad y estabilidad para así validar el diseño que se pretende llegar.

## 4.9 Matriz de consistencia.

TABLA 3. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN Y MUESTRA
DISEÑO DE UN TRIMARÁN PESQUERO ARTESAL DE 9.6 M DE ESLORA PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD EN FAENA DE PESCA EN LA COSTA NORTE DEL PAIS	¿De qué manera influye diseño de un trimarán pesquero artesanal de 9.6m de eslora en su estabilidad la faena de pesca de la costa norte del Perú?	GENERAL:  PROPUESTA DE DISEÑO DE UN TRIMARÁN PESQUERO ARTESAL DE 9.6 M DE ESLORA PARA MEJORAR LA FAENA DE PESCA EN LA COSTA NORTE DEL PERU.	Diseño de un trimarán pesquero de 9.6m de eslora influye de manera significativa en la estabilidad de las embarcaciones.	Independiente:  DISEÑO DE UN TRIMARÁN PESQUERO DE 9.6M DE ESLORA	Tipo de investigación.-  No experimental. Transversal Descriptiva Correlacional.  Diseño de investigación.-	Población.  EMBARCACIONES ARTESANALES DEL LITORAL PERUANO
		ESPECÍFICOS:  1.- Realizar un análisis de las embarcaciones artesanales actuales de la zona  2.- Diseñar un trimarán pesquero basado en normativa naval  3.- Implementar un sistema de seguridad ocupacional para las personas de trabajo a bordo.  4.- Realizar un estudio costo y beneficio (análisis económico)				

Elaboración Propia



## 5.2 Reglamento y leyes.-

- Ley N° 25977: Ley General de Pesca, publicada el 21 de Diciembre de 1992, que nos dice sobre la autorización de los permisos de pesca artesanales [13]
- Decreto Supremo. N° 018-2010-PRODUCE, aquí nos refiere sobre las proporciones y dimensiones máximos a diseñar y también la capacidad máxima de carga de pesca.

## 5.3 Embarcaciones artesanales.-

Para proponer una nueva embarcación pesquera artesanal, es necesario saber los tipos de embarcaciones que existen, su propulsión que usan , su tamaño de acuerdo a su función, su material de construcción, capacidad y el resto de equipos que ayudan a realizar dicho trabajo, y todo esto para llevarlo a cabo en nuestra propuesta de diseño.

### 5.3.1 Tipos de embarcación.-

Existen muchos tipos de embarcación artesanales, dependiendo de su capacidad de bodega como su característica estructural, entre ellas tenemos: lancha, bote, chalana, yate y zapato, aunque aquí predomina las lanchas, botes, y chalanas y entre sus características tenemos:

**LANCHA:** Embarcación construida de madera y de fierro, mayormente equipadas y muestran casetas de gobierno, la ubicación del motor está dispuesto según el arte de pesca. Su capacidad de bodega esta entre 5 a 32 toneladas de capacidad, predominando así las lanchas de 6 a 20 toneladas. Su propulsión es solamente con motor y son de manera fija. Sus artes de pesca está dada por: cerco (boliche), arrastre (dos laterales), espinel de altura y de superficie, pinta de potera y trampa de anguilera. Estas embarcaciones son de multipropósitos que acoplan de 2 a 3 artes de pesca según su temporada o permiso de pesca [1].

**BOTE:** Embarcación de dimensiones variables que están construidos de madera y fibra de vidrio. Posee cubierta cerrada, parcialmente abierta, como también descubierta. Poseen caseta de gobierno en proa y a su vez como camarote en

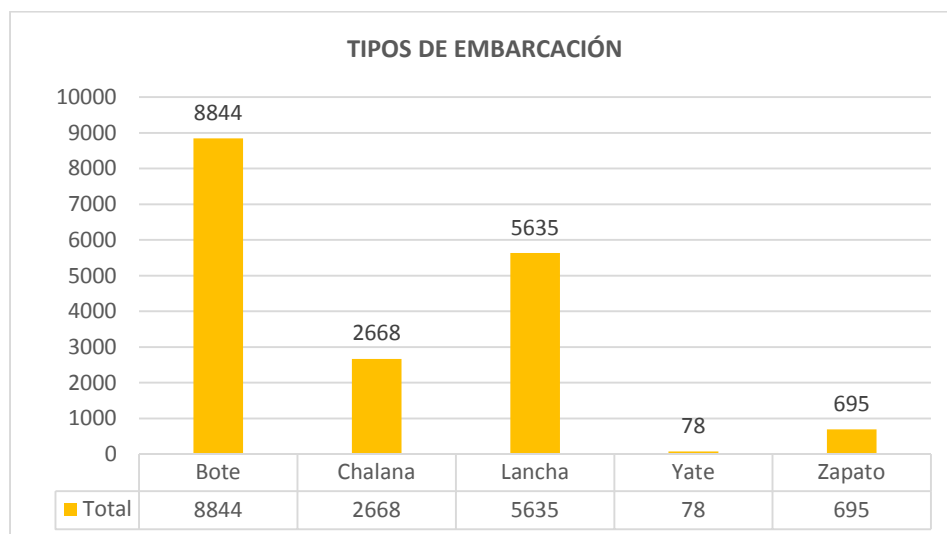
tiempo de pesca. Su capacidad de bodega esta entre 1 a 8 toneladas de capacidad, predominando así las botes de 2 a 5 toneladas. Su propulsión es con motor es de fuera de borda y son de manera fijas. Sus artes de pesca está dada por: cortina en la costa y de altura, cerco con boliche, espinel de altura y de superficie, pinta de anzuelo y algunos casos potera, buceo a compresora de fondo. Todas embarcaciones son de multipropósitos que acoplan de 2 a 3 artes de pesca según su temporada o permiso de pesca. [1]

**CHALANA:** Embarcación de madera de pequeño tamaño y prácticamente son casi sin cubierta, no poseen caseta de gobierno por lo que son manejada desde popa. Su capacidad de bodega esta entre 0.2 y 2 toneladas de capacidad predominando así las chalanas de 0.5 a 1 toneladas. Su propulsión es a través de remos y con motor es de fuera de borda fijas en popa. Sus artes de pescase está dada por: cortina en la costa, pinta con anzuelo en la costa y trampa cangrejera llamada nasa; también cumple función de transporte de personas como descarga y descarga de la pesca [1].

**ZAPATO:** Pequeña embarcación que está construida de madera, lo caracterizan por tener la proa de casi las mismas dimensiones que la popa de forma cuadrada y no tener quilla. Son de forma abierta, sin cubierta. Su capacidad de bodega esta entre 0.2 y 1 toneladas de capacidad predominando así los zapatos de 0.5 toneladas. Su propulsión es a través de remos, sus artes de pescase está dada por: cortina en la costa, pinta con anzuelo en la costa y trampa cangrejera llamada nasa; también cumple función de transporte de personas, también sirve de tipo panga de las embarcaciones pesqueras de tipo cerco [1].

En costa a nivel nacional se han definido 4 tipos de embarcaciones pesqueras artesanales tomando las características y capacidad de bodega: bote, chalana, lancha, zapato. Y así mismo, tenemos que prevalecen las embarcaciones de tipo bote con un total de 8844 embarcaciones, seguido están las lanchas con 5635 embarcaciones, las chalanas con 2668 embarcaciones, estas embarcaciones son las más comunes a nivel nacional. La flota total tiene un total de 49,3% de botes, casi un 50%, y con un 31,5% de embarcaciones tipo lanchas [1].

GRAFICA 1. TIPO DE EMBARCACIONES PESQUERAS ARTESANALES, SEGÚN ENEPA III-2015

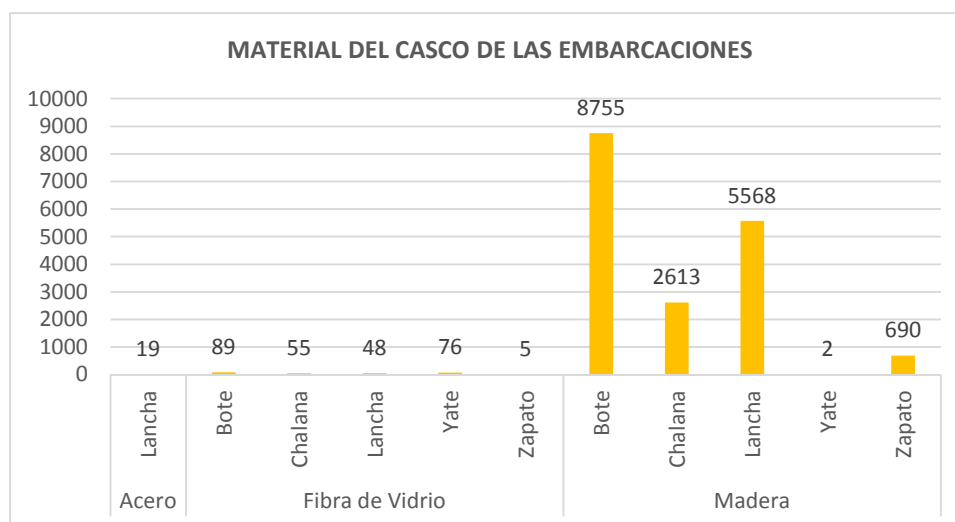


Fuente: IMARPE

### 5.3.2 Material de casco de la embarcación.-

Los materiales de construcción en las embarcaciones artesanales son de tres tipos: madera, fibra de vidrio y acero. La cual predomina los casco de madera en botes, lanchas y chalana, concluyendo así la enorme demanda de madera en las embarcaciones en Perú [1].

GRAFICA 2. TIPOS DE MATERIAL DEL CASCO DE LAS EMBARCACIONES, SEGÚN ENEPA III-2015

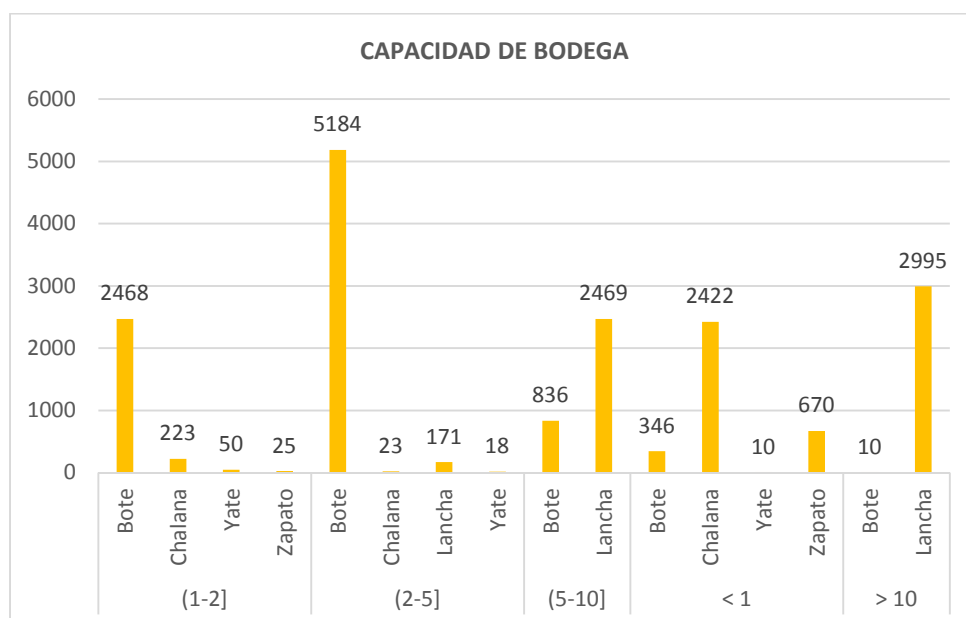


Fuente: IMARPE

### 5.3.3 Capacidad de bodega.

La Capacidad de bodega en las embarcaciones artesanales en Perú tenemos que: las embarcaciones de capacidad de bodega de 1 a 2 toneladas predominan los botes con 2468 embarcaciones, las embarcaciones de capacidad de bodega de 2 a 5 toneladas predominan los botes con 5184, con 5 a 10 predominan las lanchas con 2469 y seguidos de las lanchas mayores a 10 toneladas con 2995. Esto nos dice que prevalecen las embarcaciones de 2 a 5 toneladas y cumpliendo así el Decreto Supremo. N° 018-2010-PRODUCE, de no construir embarcaciones con capacidades mayores de 5 toneladas de capacidad [1].

GRAFICA 3. CAPACIDAD DE BODEGA DE LAS EMBARCACIONES, SEGÚN ENEPA III-2015.

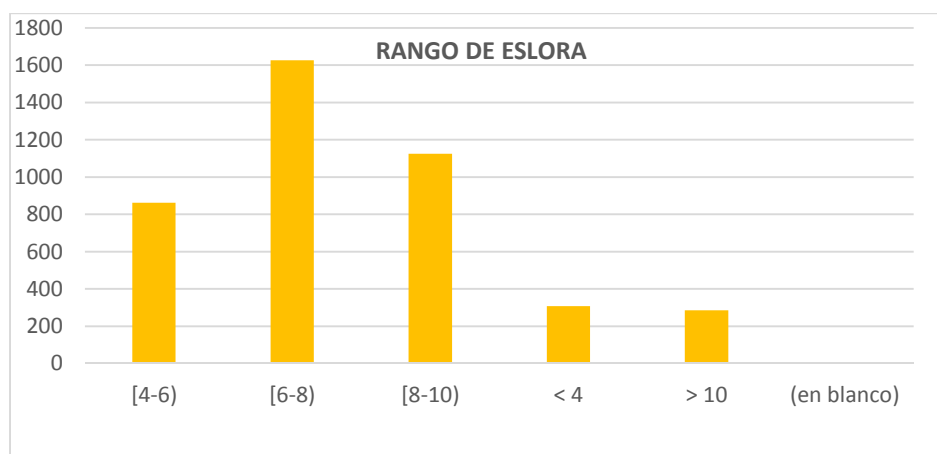


Fuente: IMARPE

### 5.3.4 Rango de eslora.

En el litoral peruano vemos que predominan las embarcaciones de menor escala con un rango de 6 a 8 metros con un aproximado de 1600 unidades seguido de las embarcaciones de 8 a 10 metros de eslora con 1100 embarcaciones aproximadamente.

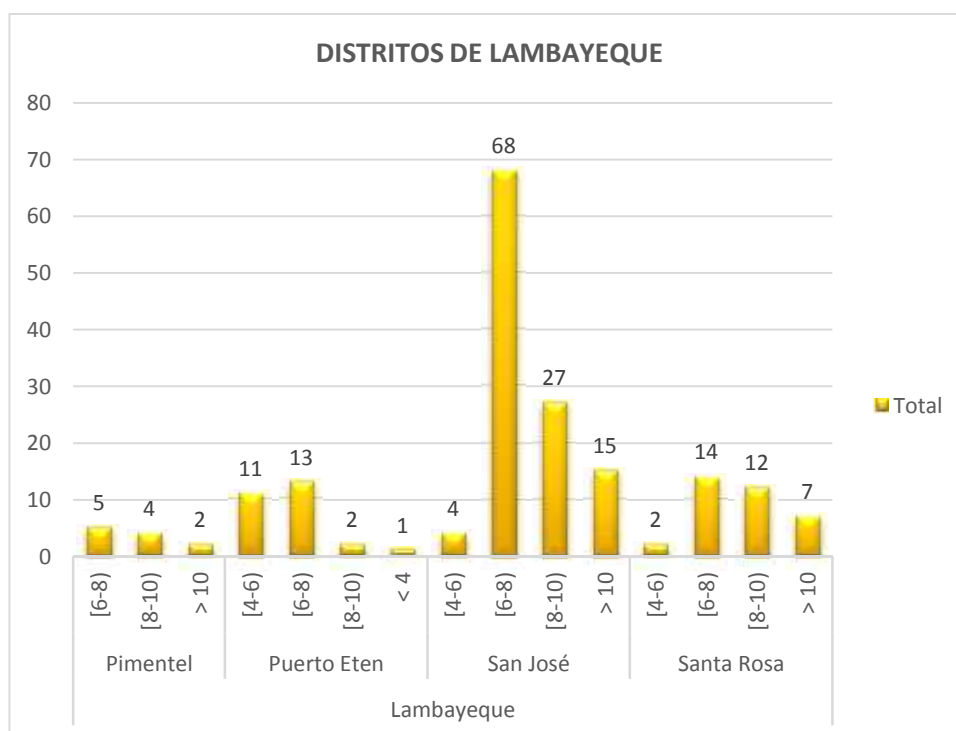
GRAFICA 4. RANGO DE ESLORA DE LAS EMBARCACIONES, SEGÚN ENEPA III-2015.



Fuente: IMARPE

En el litoral lambayecano, especialmente en sus distritos principales dedicados a la pesca artesanal como San José y Santa Rosa, predominan las embarcaciones de menor escala con un rango de 6 a 8 metros, seguido de las embarcaciones de 8 a 10 metros de eslora, siempre predominan las embarcaciones de un rango de 6 a 10 metro de eslora.

GRAFICA 5. RANGO DE ESLORA DE LAS EMBARCACIONES, SEGÚN ENEPA III-2015

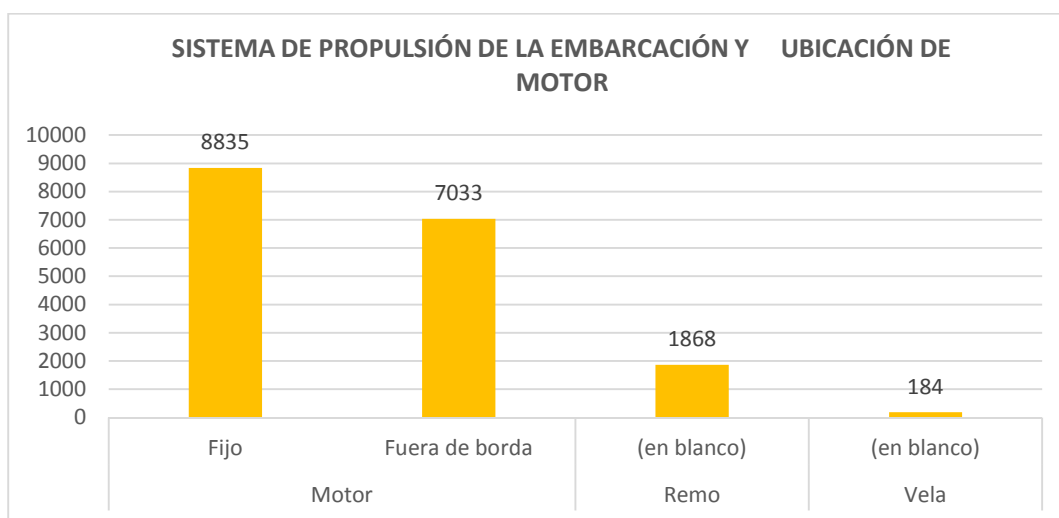


Fuente: IMARPE

### 5.3.5 Sistema de propulsión de la embarcación y ubicación de motor.

En las embarcaciones artesanales usan tres tipos de propulsión, el viento, los remos y el motor, en este diagrama observamos que el sistema propulsivo a través del motor predomina grandemente casi el 85% del total de las embarcaciones. Donde los motores fijos de propulsión predominan aun de motores fuera de borda, esto debido que necesita mayor potencia [1]

GRAFICA 6. SISTEMA DE PROPULSIÓN DE LA EMBARCACIÓN Y UBICACIÓN DE MOTOR, SEGÚN ENEPA III-2015.

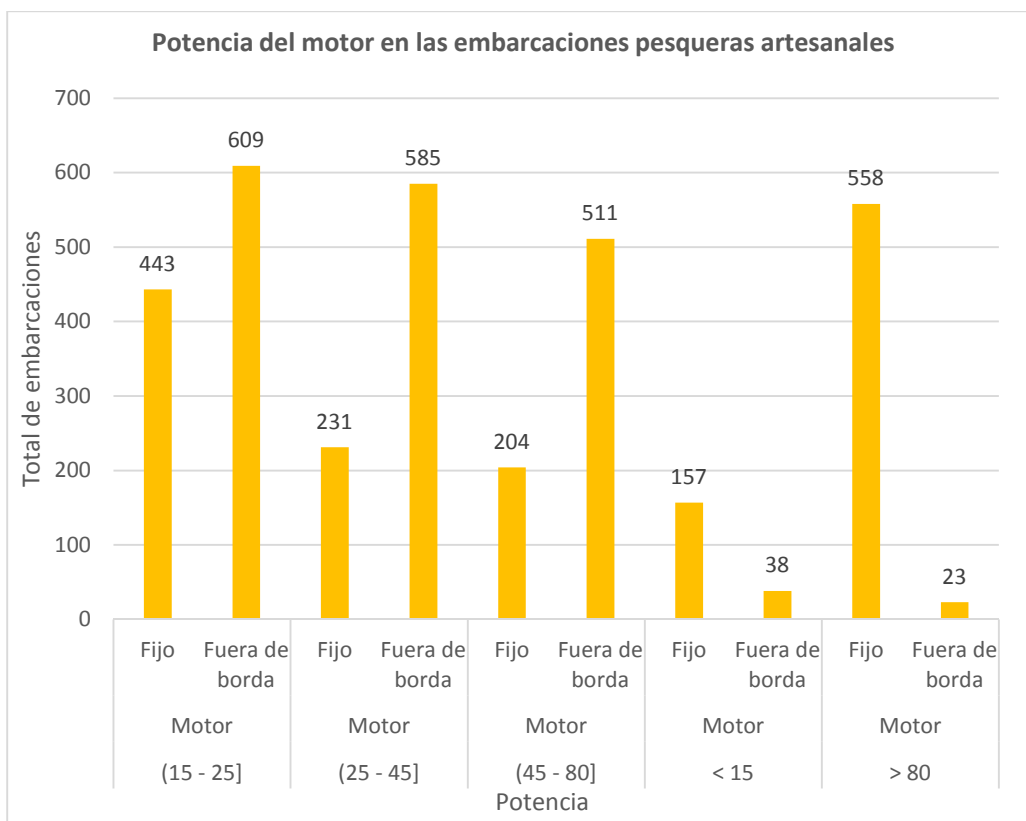


Fuente: IMARPE

### 5.3.6 Potencia del motor en las embarcaciones pesqueras artesanales

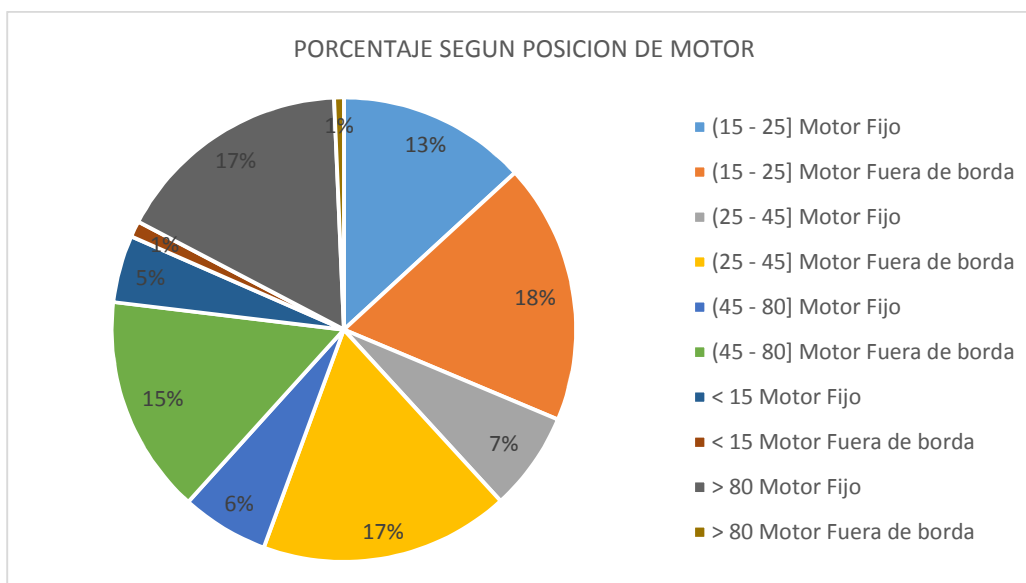
La potencia en sistema propulsivo de las embarcaciones es muy importante, y esto va de acuerdo al tamaño de volumen total de empuje de la embarcación, y notamos que se vienen instalando con frecuencia motores fuera de borda con un 60 % de embarcaciones, y también vemos que predominan los motores de menor potencia y fuera de borda. [1]

GRAFICA 7. POTENCIA DEL MOTOR EN LAS EMBARCACIONES PESQUERAS ARTESANALES, SEGÚN ENEPA III-2015.



Fuente: IMARPE

GRAFICA 8. PORCENTAJE SEGÚN POSICIÓN DE MOTOR, SEGÚN ENEPA III-2015.

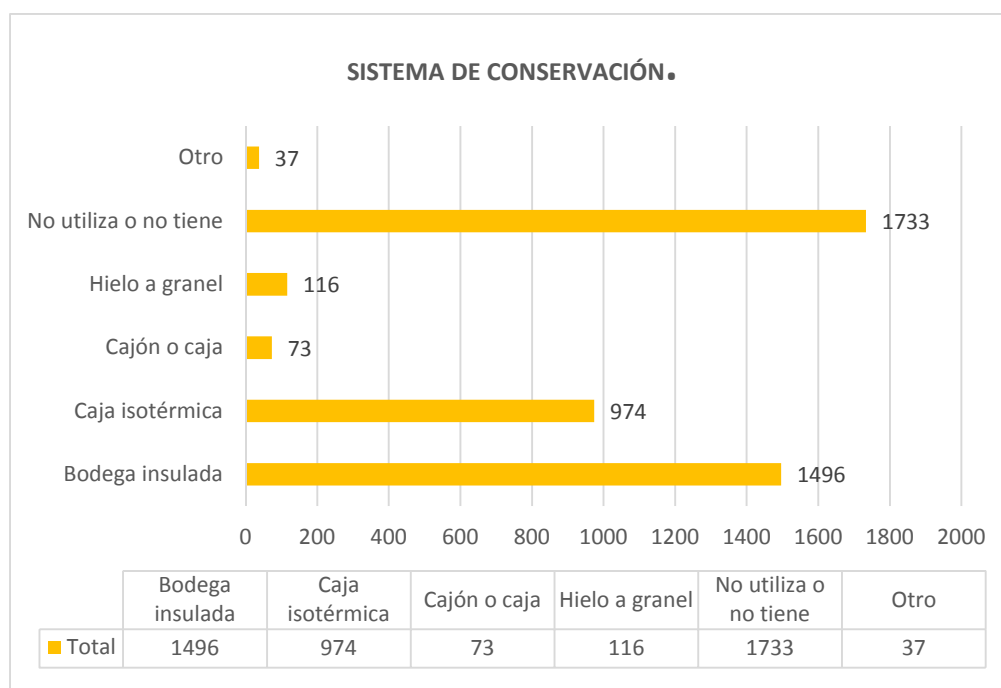


Fuente: IMARPE

### 5.3.7 Sistema de conservación.

El sistema de conservación en las embarcaciones pesqueras artesanales es un elemento muy básico para conservar la calidad de la pesca, en estos casos el producto hidrobiológico. Es por eso que se necesita un apropiado sistema de conservación que permite tener un producto más fresco. Como también mantener conservado la pesca por mayor tiempo durante la faena de pesca. En el cuadro vemos que mayormente las embarcaciones mantienen su hielo en bodegas insuladas con una cantidad de 1496 embarcaciones, seguido de las cajas térmicas con 974 embarcaciones, y con mayor volumen las embarcaciones que no usan o no tienen con 1733, esto se debe a muchos factores entre ellos la carencia de bodega como falta de espacio en donde no pueden tener una caja isotérmica porque les dificultaría trabajar [1].

*GRAFICA 9.SISTEMA DE CONSERVACION EN LAS EMBARCACIONES, SEGÚN ENEPA III-2015*



**Fuente:** IMARPE

### 5.3.8 Artes de pesca

Las embarcaciones pesquera artesanales desarrollan la actividad de pesca con diferentes tipos de aparejos según sus armadores, por ejemplo cerco, arrastre y cortina, en aparejos como espinel y pinta, también tenemos los métodos de buceo. La mayoría de embarcaciones tienen muchas maneras de realizar el trabajo de pesca, según el permiso de pesca que estén autorizado ya sea su volumen o cota, como también la zona donde pescar, ya sea altura o cerca a la costa, todo va de acuerdo el nivel de escala de embarcación y propósito [1].

*TABLA 4. TIPOS DE ARTE DE PESCA EN EMBARCACIONES ARTESANALES, SEGÚN ENEPA III-2015*

Artes de pesca	Variaciones
Arpón animalero	
Arrastre	
Buceo compresora	
Cerco	- Cerco para consumo - Cerco anchovetero
Cortina	- Cortina superficial costera - Cortina superficial de altura? - Cortina de fondo
Curricán	
Espinel	- Espinel de fondo vertical (usado en zonas costeras, principalmente Tumbes y Piura) - Espinel superficial (operado en la pesca de altura de especies pelágicas).
Pinta	- Pinta potera (dirigido exclusivamente a la captura de pota, con el empleo de muestras poteras) - Pinta con anzuelos (para la captura de peces y calamar común)
Trampa	- Trampa anguilera - Trampa cangrejera (incluye a la centolla) - Trampa ovas de pez volador (esteras)

*Fuente: IMARPE*

### 5.3.9 Embarcaciones en astillero.

Actualmente existen 41 astilleros que construyen embarcaciones artesanales en el litoral, la mayoría de astilleros están en caleta de San José con 16 astilleros y seguido de Parachique con 9 astilleros, las capacidades de carga de construcción de las embarcaciones fluctúan entre 3 a 80 toneladas. Actualmente se encuentran construyendo 2 679 toneladas totales repartidas en las embarcaciones en plena construcción donde 2.069 toneladas corresponde a las embarcaciones pesqueras artesanales en plena construcción [1].

**TABLA 5. EMBARCACIONES PROCESO DE CONSTRUCCIÓN REGISTRADA EN ASTILLERO, SEGÚN ENEPA III-2015**

Región	Lugar	Nº Astilleros visitados	Nº embarcaciones en construcción	CBOD (t)	CBOD acumulada (t)
	Total	41	204	3-80	2.679
Iumbes	Puerto Zarritos	1	2	5	16
	Cancas	1	2	4 y 5	9
Piura	Talara	1	1	10	10
	Sechura (pueblo)	1	2	6 y 8	14
	Parachique	9	47	3-20	243
Tambayeque	San José	16	100	4-80	1.542
	Santa Rosa	1	23	1-50	583
Lima	Huacho	1	1	5	8
Ica	San Andrés	3	13	4-10	90
Arequipa	Atico	3	12	5-20	142
Icaña	Vila Vila	1	1	5	8

Fuente: IMARPE

#### 5.4 Accidente de naufragios de embarcaciones.-

Durante mucho tiempo se viene evidenciando accidentes en alta mar, la mayoría de veces se trata de embarcaciones dedicada a la pesca, donde se han perdido vidas humanas. Estos siniestros ocurridos son por incendio, colisión y los que más ocurrente tiene es por volcadura e inundación por escora en plena pesca. Aquí mostramos accidentes ocurridos en alta mar en el litoral peruano.

- **Cantidad de embarcaciones accidentadas por año:**

Según los reportes noticieros web, existen 40 embarcaciones que han naufragados en un lapso de 10 años y demuestra la vulnerabilidad de las embarcaciones en alta mar.

**TABLA 6. CANTIDAD DE EMBARCACIONES ACCIDENTADOS, SEGÚN NOTICIEROS WEB.**

AÑO	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
EMBARCACIONES	3	3	2	2	1	6	6	12	2	3	40

*Elaboración Propia (MEDIOS Diarios web)*

- **Cantidad de tripulantes naufragados por año:**

Según los reportes noticieros web de embarcaciones naufragados durante 10 años, existen 392 tripulantes que han naufragado y de estos resultaron 268 tripulantes rescatados vivos, 74 fallecidos o ahogados y 50 desaparecidos no encontrados.

**TABLA 7. NUMERO DE TRIPULANTES NAUFRAGADOS POR AÑO.**

TRIPULANTES/AÑO	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
VIVOS	15	24	22	21	3	19	25	123	7	9	268
FALLECIDOS	6	13	6	17	0	15	3	9	0	5	74
DESAPARECIDOS	0	4	7	4	0	15	14	3	1	2	50
											392

*Elaboración Propia (MEDIOS Diarios web)*

## 5.5 Conclusión:

En este objetivo podemos concluir que la población de embarcaciones pesqueras artesanales es de 17920 embarcaciones a nivel nacional, y que con ello la falta estabilidad de las embarcaciones que son echas empíricamente, este diagnóstico concluyó que las embarcaciones de menor escala son las más comunes y con mayor demanda, mucho más aquella que tienen un rango de 10 a 6 metros de eslora, con respecto a la pesca artesanal en el litoral peruano son las más vulnerables en volcarse en momento de pesca, y que el registro de fallecidos notamos la cantidad de vidas perdidas obtenidas. Por tal razón concluimos que un nuevo diseño de embarcación artesanal como el trimarán pesquero nos dará una mayor estabilidad y aumento de área en cubierta para facilitar el trabajo de pesca.

## 5.6 Realizar una propuesta de diseño del trimarán pesquero artesanal basándonos en normativa naval internacional.

### 5.6.1 Función y propósito.-

La propuesta se basa en el diseño de una embarcación pesquera artesanal, que cumpla la función de pescar con el arte de pesca el cerco de cerda, cortina, relés, pinta y pota. Para ello debe tener buen espacio en cubierta para llevar de 2 a 3 tipos de aparejo. Con esta realizando en la actualidad.

### 5.6.2 Tamaño.-

El tamaño de determino gracias a la normas del Decreto Supremo. N° 018-2010-PRODUCE, y de acuerdo al estudio realizado en el diagnóstico, podemos determinar que las embarcaciones predominantes son aquellas donde la longitud de las embarcaciones son de 10 a 8 metros. Por lo tanto se construirá una embarcación trimarán de 9.6m de eslora con capacidad de 5metros cúbicos de capacidad de bodega.

### 5.6.3 Diseño y características.-

El diseño será de tipo trimarán por tener mejores características que el monocasco, las características son:

*TABLA 8. CARACTERÍSTICA DE UN MONOCASCO Y UN MULTICASCO.*

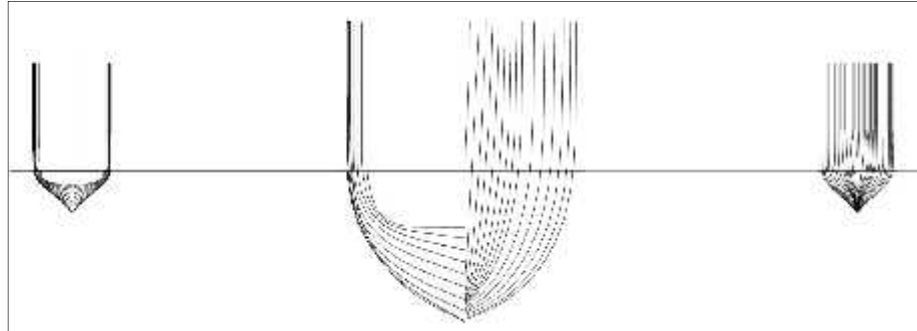
TIPO DE CASCO	CARACTERÍSTICAS
MONOCASCO	Menor estabilidad Mayor calado Menor espacio en relación a L-B Mayor resistencia hidrodinámica Mayor potencia para el desplazamiento Mayor peso Mayor calado
MILTICASCO	Mayor estabilidad Mayor maniobrabilidad Mayor espacio con relación a L-B Menor resistencia hidrodinámica Menor potencia para el desplazamiento Ligero Menor calado

*Elaboración Propia: EN W. Scott Weidle [5], R. E. Castillo Valdivia [6].*

#### 5.6.4 Trimarán.-

El trimarán es de tipo multicasco, la cual consta de un casco principal central y dos flotadores al lado del casco principal que ayudan a hacerlo más estables.

*Fig. 8. Bosquejo de las forma de un casco principal y dos flotadores laterales.*



*Elaboración Propia*

#### 5.6.5 Propulsión.-

Tendrá propulsión fuera de borda fija en popa de acuerdo a la potencia de desplazamiento total. En cuadro de resultado

#### 5.6.6 Análisis y diseño

##### Dimensiones principales

Se ha obtenido una serie de datos de las dimensiones principales de algunas embarcaciones tipo trimarán similar al de la propuesta de diseño que se señala en la tabla N°5, la cual se determinara a partir de relaciones de base experimentales las dimensiones esenciales.

TABLA 9. Dimensiones principales de trimaranes similares al proyecto.

	N. TRIMARÁN	L (Length)	B total (Breadth)	B. central (Breadth)	D (Depth)	T (Draft)	Speed kn	Hull	L/B	B/T
1	CSA31	9.44	8.08	2.7	2.4	0.4	9.0	wood	1.17	20.2
2	DRAGONFLY 35	10.68	8.2	3.85	1.9	0.55	9	composite	1.30	14.91
3	DRAGONFLY 1200	11.96	8.6	4.3	2	0.75	10	composite	1.39	11.47
4	DRAGONFLY 32	9.8	8	3.6	1.9	0.55	7	composite	1.23	14.55
5	DRAGONFLY 28	8.75	6.5	6.5	1.7	0.4	6	composite	1.35	16.25
6	LIBÉLULA 40	12.4	8.4	4	2.2	0.7	9	composite	1.48	12.00
7	DRAGONFLY 1000	9.95	7.6	3.9	1.75	0.55	8	composite	1.31	13.82
8	DRAGONFLY 25	7.65	5.8	2.3	1.5	0.35	7	composite	1.32	16.57
9	DRAGONFLY 800	8	6	2.9	1.5	0.4	7	composite	1.33	15.00
10	TR42 TRIMARAN	12.8	9.6	4.6	2.3	0.7	9	composite	1.33	13.71

*Elaboración Propia*

#### **Eslora (Length) (L):**

Realizando un promedio de las esloras de los diez trimaranes de la plataforma de datos se obtiene una eslora de  $L = 10.14$  m, obteniendo así una medida aceptable con respecto a la resolución del Decreto Supremo. N° 018-2010-PRODUCE, donde nos dice que podemos construir embarcaciones pesquera artesanales solo menores de 12 metros de eslora. Por ello nos inclinamos a desarrollar una embarcación de 9.60 m.

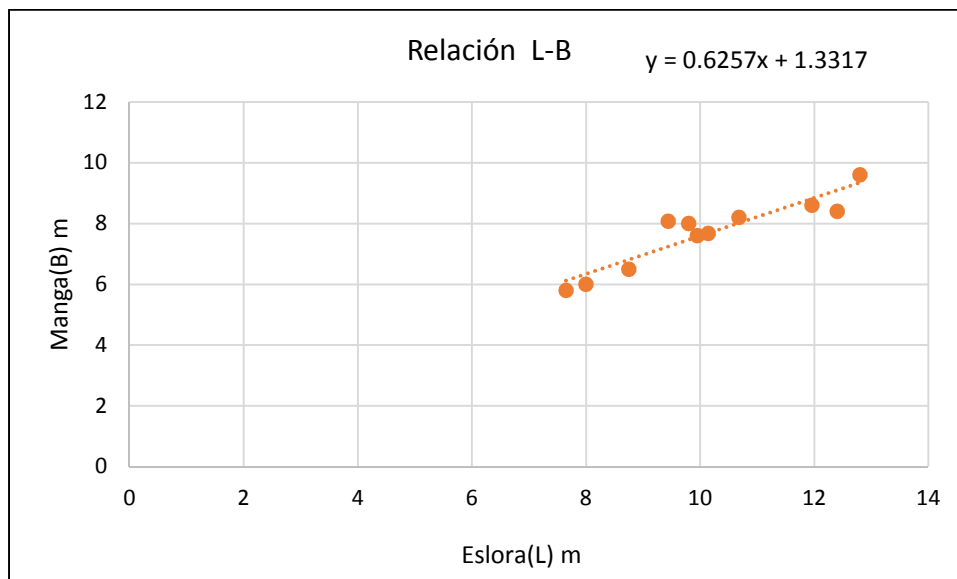
$$L \text{ (Length)} = 9.60 \text{ m}$$

#### **Manga total (Breadth) (B):**

Mediante la relación de L-B del diagrama, se obtiene la ecuación

$$B = 0.6257 * L + 1.3317$$

Grafico N° 1 Relación Eslora (L)- Manga total (B)

*Elaboración Propia*

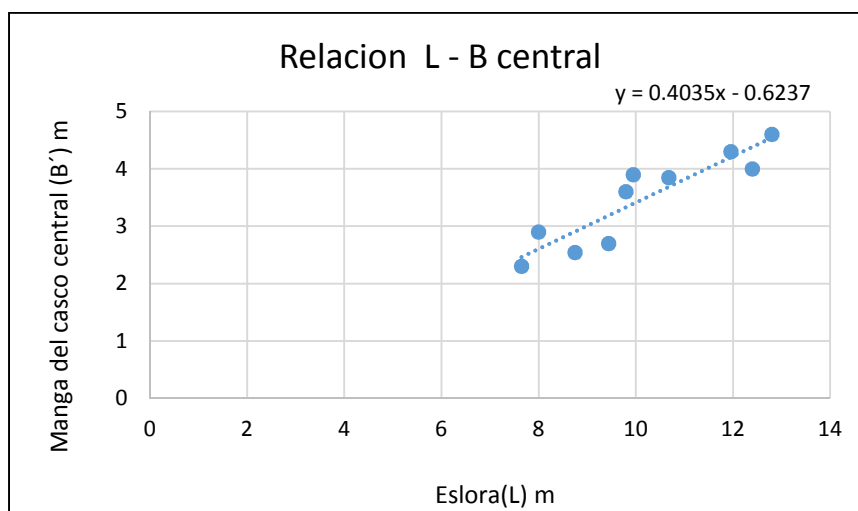
Introduciendo en la ecuación ( $B = 0.6257 * L + 1.3317$ ), la eslora  $L = 9.60$  m, se obtiene  $B = 7.33$ ; pero en este caso se elegirá el valor de  $B = 6.8$

**Manga del casco central (B´):**

Mediante la relación de L-B (casco central) del diagrama, se obtiene la ecuación:

$$B' = 0.4035 * L - 0.6237$$

Grafico N° 2. Relación Eslora (L)- Manga del casco central (B´)

*Elaboración Propia*

Introduciendo en la ecuación ( $B' = 0.4035 * L - 0.6237$ ), la eslora  $L = 9.60$  m, se obtiene  $B' = 3.2$ ; pero en este caso se elegirá el valor de  $B' = 2.4$

### Manga de los cascos laterales (B´):

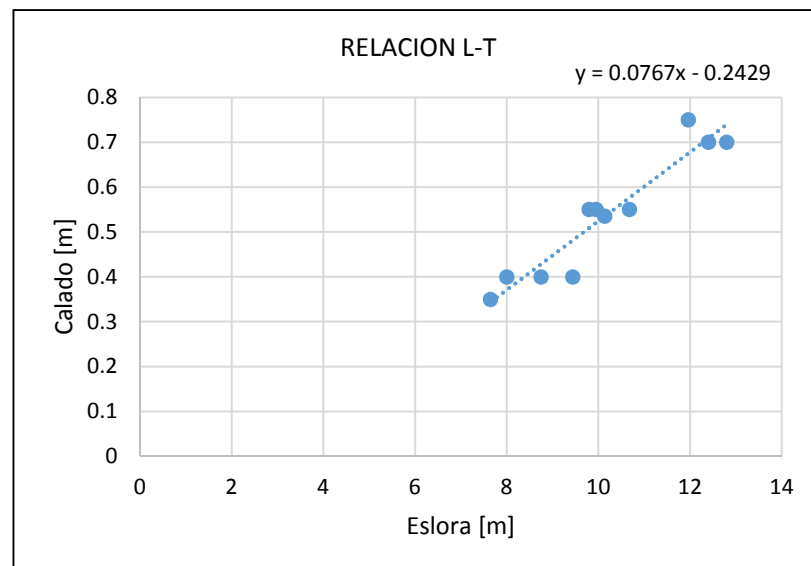
De acuerdo a [5] nos hace referencia que para los flotadores de un trimarán podemos escoger una proporción de acuerdo al estudio realizado para su estabilidad. Por lo tanto se decide escoger la relación de: (12.5-75-12.5)

### Calado (T):

- Mediante la relación de L-T del diagrama, se obtiene la ecuación

$$T = 0.0767 * L - 0.2429$$

*Grafico N° 3 Relación Eslora (L)- Calado (T)*



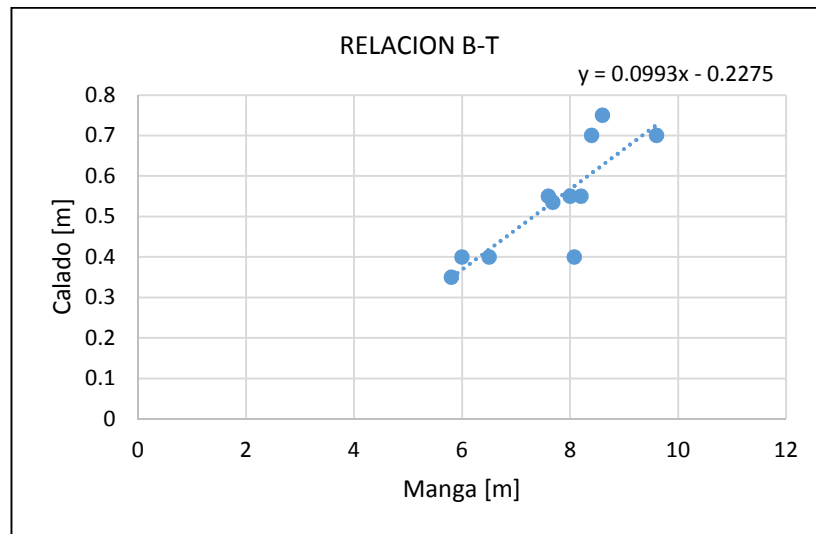
#### *Elaboración Propia*

Introduciendo en la ecuación ( $T = 0.0767 * L - 0.2429$ ), la eslora  $L = 9.60$  m, se obtiene  $T = 0.49$ .

- Mediante la relación de B-T del diagrama, se obtiene la ecuación

$$T = 0.0993B - 0.2275$$

Grafico N° 4 Relación Manga (B)- Calado (T)

*Elaboración Propia*

Introduciendo en la ecuación ( $T = 0.0993B - 0.2275$ ), la Manga  $B = 6.8$  m, se obtiene  $T = 0.44$ ; pero en este caso se elegirá el valor de  $T = 0.45$ . Que será el calado a utilizarse en el proyecto por esta en el rango de 0.49 y 0.44.

**Separación de los flotadores:**

Según [12], para el trimarán, tomaremos 1.60 que está dentro del rango

**5.6.7 Resultado del diseño del trimarán pesquero**

TABLA 10. Dimensiones obtenidas

Eslora L	9.60 m
Manga total $B_T$	6.80 m
Manga del casco principal	2.40 m
Manga de los cascos laterales $B'$	0.60 m
Separación amura interna del caso principal y la amura del casco lateral. C	1.60 m
Puntal D	2.10 m
Calado T	0.45 m

*Elaboración Propia*

Hallando el coeficiente de bloque con respecto a los datos obtenidos:

**Coeficiente de bloque:**

$$C_b = \frac{\nabla}{1.0 \cdot L \cdot B \cdot T}$$

**Donde:**

=Desplazamiento (t)

= Volumen de carena (m<sup>3</sup>)

L= eslora al 91% (m)

T= Calado (m)

B = Manga (m)

### 5.6.8 Determinación de los estabilizadores de la forma del trimarán

Las formas se hallan gracias a las grandes ventajas del trimarán, al analizar la estabilidad en la imposibilidad de hundirse, el estabilizador de un pequeño desplazamiento debe considerarse como completamente inundado [12].

*TABLA 11. Dimensiones principales finales del trimarán*

DIMENSIONES	SIMBOLO	VALOR	UNIDADES
Eslora	LWL	9.600	M
Manga	BWL	6.800	M
Puntal	D	2.000	M
Calado	T	0.450	M
Desplazamiento	$\Delta$	10.000	Ton
Volumen desplazado		9.897	m <sup>3</sup>
Área mojada	S <sub>m</sub>	29.612	m <sup>2</sup>
Sección de área máxima	A <sub>m</sub>	6.260	m <sup>2</sup>
Area del plano de flotación	AWL	43.984	m <sup>2</sup>
Coeficiente prismático	C <sub>p</sub>	0.648	-
Coeficiente de bloque	C <sub>b</sub>	0.298	-
Coef. de la cuaderna maestra	C <sub>m</sub>	0.460	-
Coef. de plano de flotación	CWP	0.674	-

*Elaboración Max Surf*

### 5.6.9 Hidrostática.

Se analizó los cálculos hidrostáticos en el programa Max surf (Hidromax) la cual se analiza la estabilidad del trimarán pesquero en diferentes calados, con una densidad de agua de mar de 1,025 Tn/m<sup>3</sup>.

*TABLA 123. Datos de los cálculos hidrostáticos*

	UNIDADES	CALADOS											
		0.474	0.536	0.595	0.652	0.708	0.762	0.815	0.868	0.921	0.973	1.026	1.079
Desplazamiento t	t	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000	10.000	11.000	12.000	13.000	14.000	15.000	16.000
Calado en FP	m	0.474	0.536	0.595	0.652	0.708	0.762	0.815	0.868	0.921	0.973	1.026	1.079
Calado en AP	m	0.474	0.536	0.595	0.652	0.708	0.762	0.815	0.868	0.921	0.973	1.026	1.079
Calado en LCF	m	0.474	0.536	0.595	0.652	0.708	0.762	0.815	0.868	0.921	0.973	1.026	1.079
Eslora WL	m	9.600	9.600	9.600	9.600	9.600	9.600	9.600	9.600	9.600	9.600	9.600	9.600
Manga WL	m	6.518	6.581	6.634	6.680	6.720	6.756	6.784	6.797	6.800	6.800	6.800	6.800
Superficie mojada	m <sup>2</sup>	23.380	26.447	29.333	32.101	34.779	37.388	39.941	42.447	44.939	47.429	49.919	52.409
Área de flotación	m <sup>2</sup>	15.352	16.195	16.843	17.372	17.800	18.147	18.403	18.519	18.544	18.548	18.550	18.550
Coefficiente prismático		0.580	0.575	0.571	0.567	0.565	0.562	0.560	0.558	0.556	0.555	0.554	0.552
Coefficiente de bloque		0.369	0.370	0.372	0.375	0.378	0.381	0.385	0.391	0.399	0.406	0.413	0.419
Max Sect. area coeff. (Cm)		0.636	0.643	0.652	0.661	0.669	0.678	0.687	0.701	0.717	0.732	0.746	0.758
Waterpl. area coeff. (Cwp)		0.551	0.548	0.546	0.544	0.542	0.540	0.538	0.537	0.537	0.537	0.537	0.537
LCB from zero pt. (+ve fwd)	m	3.604	3.554	3.514	3.480	3.451	3.426	3.404	3.385	3.369	3.354	3.342	3.331
LCF from zero pt. (+ve fwd)	m	3.325	3.287	3.258	3.233	3.211	3.193	3.178	3.171	3.170	3.170	3.170	3.170
KB	m	0.277	0.315	0.351	0.385	0.418	0.450	0.480	0.511	0.540	0.569	0.598	0.626
KG	m	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100
BMt	m	7.958	7.767	7.434	7.071	6.707	6.353	5.988	5.580	5.166	4.799	4.480	4.200
BML	m	17.498	15.045	13.189	11.742	10.579	9.622	8.815	8.109	7.492	6.957	6.494	6.088
GMt	m	7.135	6.983	6.685	6.357	6.025	5.702	5.369	4.991	4.606	4.268	3.978	3.726
GML	m	16.675	14.261	12.440	11.027	9.897	8.972	8.196	7.520	6.932	6.426	5.992	5.614
KMt	m	8.235	8.083	7.785	7.457	7.125	6.802	6.469	6.091	5.706	5.368	5.078	4.826
KML	m	17.775	15.361	13.540	12.127	10.997	10.072	9.296	8.620	8.032	7.526	7.092	6.714
Immersion (TPc)	t/cm	0.157	0.166	0.173	0.178	0.182	0.186	0.189	0.190	0.190	0.190	0.190	0.190
MTc	t.m	0.087	0.089	0.091	0.092	0.093	0.093	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	ton.m	0.623	0.731	0.817	0.887	0.946	0.995	1.031	1.045	1.045	1.043	1.041	1.040

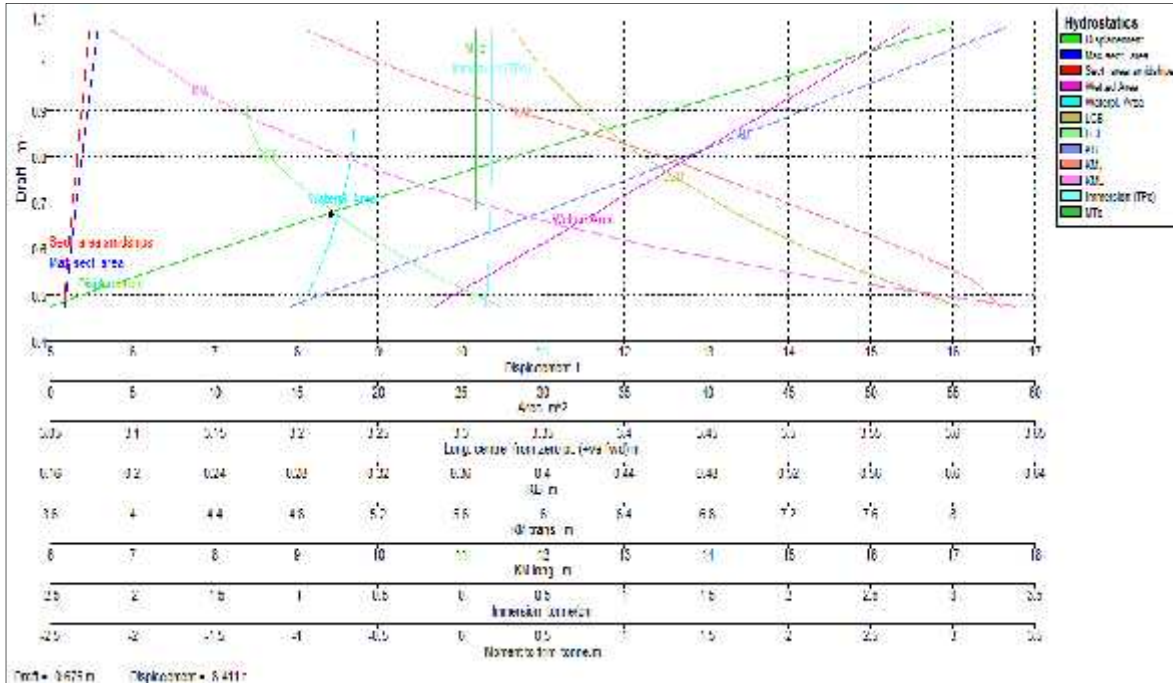
*Fuente: PROPIO*

*Elaboración Max Surf*

▪ **Curvas hidrostática**

Aquí se muestra el comportamiento del casco del trimarán pesquero a diferentes calados.

*Grafico 1. Curvas Hidrostáticas*

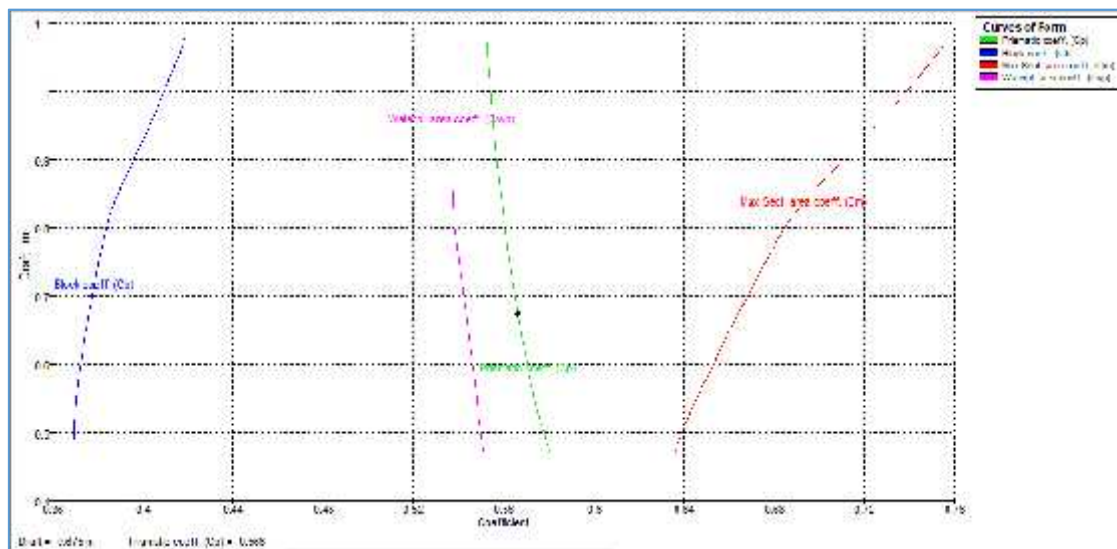


Fuente: PROPIO

Elaboración Max Surf

▪ **Curva de formas: calados-coeficientes**

*Grafico 2. Curva de coeficientes*



Fuente: PROPIO

Elaboración Max Surf

5.6.10 Curvas cruzadas

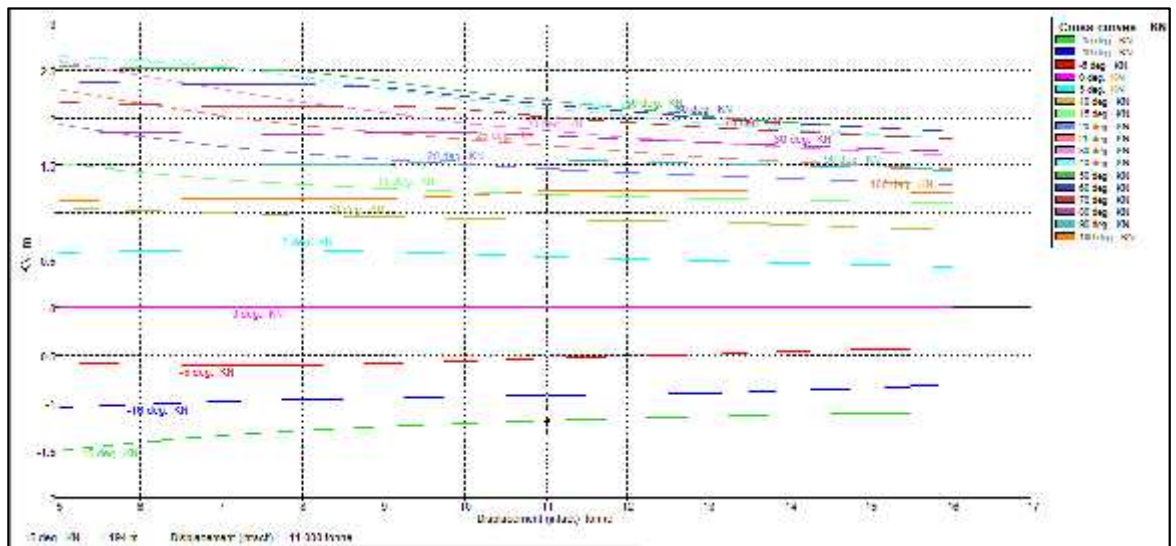
Tabla 13.El Brazo adrizante GZ O (KN) en función al desplazamiento y el ángulo de escora

DESPLAZAMIENTO t	CALADOS m	LCG m	KN																
			-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
5	0.47	3.60	-1.51	-1.05	-0.58	0.00	0.58	1.05	1.51	1.93	2.30	2.61	2.64	2.55	2.39	2.16	1.86	1.51	1.12
6	0.54	3.55	-1.42	-1.02	-0.60	0.00	0.60	1.02	1.42	1.80	2.15	2.45	2.61	2.53	2.37	2.14	1.85	1.51	1.14
7	0.60	3.51	-1.36	-0.99	-0.61	0.00	0.61	0.99	1.36	1.70	2.02	2.30	2.55	2.52	2.36	2.12	1.84	1.51	1.14
8	0.65	3.48	-1.30	-0.97	-0.61	0.00	0.61	0.97	1.30	1.62	1.93	2.16	2.43	2.49	2.36	2.12	1.83	1.50	1.15
9	0.71	3.45	-1.26	-0.95	-0.59	0.00	0.59	0.95	1.26	1.56	1.85	2.05	2.30	2.39	2.32	2.13	1.85	1.50	1.15
10	0.76	3.43	-1.22	-0.94	-0.56	0.00	0.56	0.94	1.22	1.51	1.77	1.95	2.19	2.28	2.23	2.08	1.85	1.56	1.18
11	0.82	3.40	-1.19	-0.92	-0.54	0.00	0.54	0.92	1.19	1.46	1.70	1.87	2.10	2.18	2.14	2.01	1.81	1.56	1.23
12	0.87	3.39	-1.17	-0.91	-0.51	0.00	0.51	0.91	1.17	1.43	1.64	1.80	2.02	2.10	2.07	1.95	1.77	1.54	1.24
13	0.92	3.37	-1.15	-0.90	-0.49	0.00	0.49	0.90	1.15	1.39	1.58	1.74	1.94	2.02	2.00	1.90	1.73	1.51	1.23
14	0.97	3.35	-1.13	-0.87	-0.46	0.00	0.46	0.87	1.13	1.36	1.53	1.68	1.88	1.96	1.95	1.86	1.70	1.49	1.23
15	1.03	3.34	-1.12	-0.85	-0.44	0.00	0.44	0.85	1.12	1.33	1.49	1.64	1.83	1.90	1.90	1.82	1.67	1.47	1.22
16	1.08	3.33	-1.11	-0.82	-0.42	0.00	0.42	0.82	1.11	1.30	1.46	1.60	1.78	1.86	1.86	1.78	1.64	1.45	1.21

Fuente: PROPIO

Elaboración Max Surf

Gráfico 3.KN en función al desplazamiento y el ángulo de escora

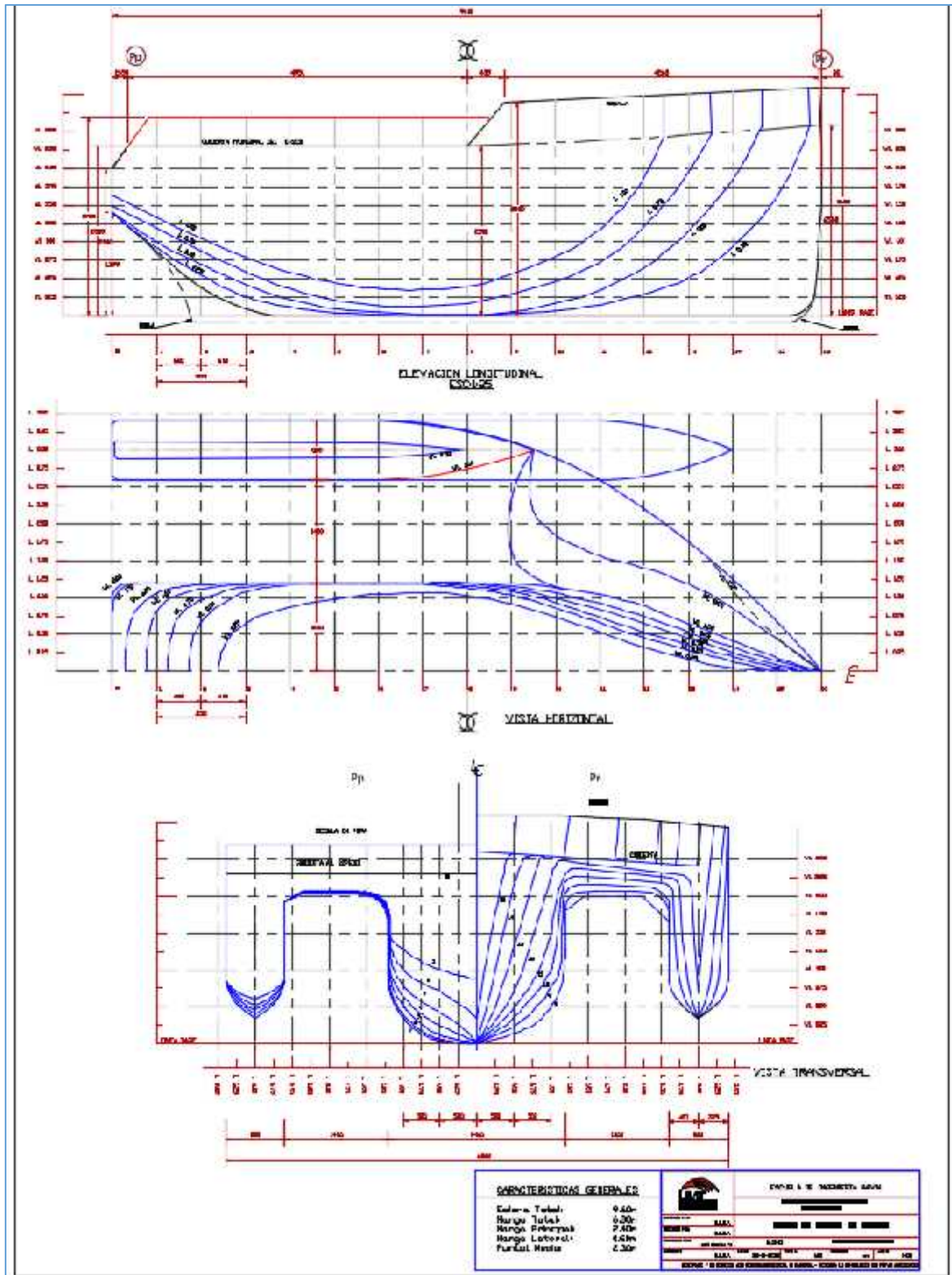


Fuente: PROPIO

Elaboración Max Surf

5.6.11 Planos generales del trimarán pesquero

Fig. 9. Plano de líneas de forma.



Fuente: PROPIO

### 5.6.12 Construcción del casco de acero.

- **Material.-**

El material a emplearse en el forro y estructura de la embarcación es de Acero naval, para su construcción se utilizará el Acero ASTM A131-Grado A, para el casco y cubierta, y el Acero A36 en los refuerzos longitudinales y transversales, teniendo en cuenta sus propiedades mecánicas mostrados en la tabla N° xx, que nos ayudara en los cálculos de escantillonado.

*TABLA 14. Propiedades Mecánicas de Acero Naval ASTM A131-Grado A y ASTM 36.*

NORMA TECNICA	Límite de Fluencia			Resistencia a la Tracción			Elongación	
	Kg/mm <sup>2</sup>	ksi	Mpa	Kg/mm <sup>2</sup>	ksi	Mpa	Probeta 2"	Probeta 8"
ASTM A 131/A 131 grado A	24 mín	34 mín	235 mín	41-53	58-75	450 - 520	24 % mín	21 % mín
ASTM A 36/A 36M	25.3 mín	36 mín	250 mín	41 - 56	58 - 80	400 - 550	23 % mín	20% mín

*Fuente: Tubisa sac*

### 5.6.13 Escantillonado y su estructura.-

El escantillonado ayuda a calcular el peso preciso del forro de los casco, de la cubierta que amarra a los cascos laterales con el principal y toda su estructura. En este caso se utilizara los Registros de Clasificación de ABS (American Bureau of Shipping), aplicados para embarcaciones menores hasta 12 metros de eslora. Como también se compara con el reglamento OMI y el Nordic – Boat - Standards.

- **Datos para el escantillonado en ABS**

Hallando los datos para el Cálculo:

- **Eslora de escantillonado**

Según ABS (American Bureau of Shipping), para la eslora de escantillonado se tomara la medida sobre la línea de flotación de verano desde la roda de proa al centro de la mecha del timón, o como también se puede coger el 96% de la eslora total para el calado de escantillonado, como se sabe el trazado de diseño se decidió hacer proa y popa rectos, por lo tanto la eslora de escantillonado sería de 9.60 m.

○ **Manga de escantillonado**

Según ABS (American Bureau of Shipping), la manga se medirá de mura a mura, por lo tanto en este proyecto se utilizara como la manga máxima de escantillonado de 6.80 m.

○ **Calado de escantillonado**

Según ABS (American Bureau of Shipping), el calado se medirá verticalmente de la sección transversal desde la línea base de diseño a la línea de flotación máxima de verano: por lo tanto en este proyecto se utilizara como el calado de escantillonado de 0.45 m.

En conclusión, los datos para el cálculo son:

- Eslora para escantillonado 9,6 m
- Separación de cuadernas 0.6 m
- Calado 0.45 m
- Manga 6.8 m
- Coeficiente de bloque 0,29

#### 5.6.14 **Calculo.**

Según ABS, trabaja en la sección 3-2-1/3 resistencia primaria del cálculo, para multicasco.

➤ **Longitudinales del Casco principal del Trimarán**

Están determinadas por las ecuaciones en el ABS:

**Módulo de la sección maestra**

$$SM=C1*C2*L2*B *(Cb+0.7) \text{ m-cm}^2$$

$$C1=30.67-(0.98*L) \quad 12 \text{ L } 18\text{m} \quad (\text{en este caso: } L$$

$$C2=0.01 \quad (0.01, 0.000144)$$

Dónde:

L=Eslora (m)

B=Manga (m)

$C_b$ =Coeficiente de bloque del diseño, se basa en la eslora (L)

Ecuación para obtener  $C_1$  en función de la eslora:

$$C_1 = 30.67 - (0.98 * L)$$

$$C_1 = 30.67 - (0.98 * 9.6)$$

$$C_1 = 21.262$$

$$C_2 = 0.01$$

Después reemplazamos en la fórmula para hallar el módulo de sección longitudinal del casco.

$$SM = C_1 * C_2 * L^2 * B * (C_b + 0.7)$$

$$SM = 21.26 * 0.01 * 9.6 * 6.8 * (0.29 + 0.7)$$

$$SM = 13.46 \text{ m-cm}^2.$$

### Momento de Inercia del casco

- El momento de inercia de la longitud del casco será obtenida en la fórmula:

$$I = L \frac{S}{3.3} \quad \text{m}^2 - \text{cm}^2$$

Donde:

L=Eslora (m)

SM= módulo de sección de los longitudinales del casco

$$I = L \frac{S}{3.3}$$

$$I = 9.6 \frac{1.4}{3.3}$$

$$I = 3.88 \text{ cm}^3\text{-m}$$

### 5.6.15 Revestimiento del forro del casco.

- El espesor del revestimiento del casco de la obra viva no debe ser menor de la ecuación:

$$t = \frac{S \bar{h}}{2} + 2.5$$

Dónde:

t=espesor del revestimiento para la parte inferior del casco (mm)

s= espacio de las ordenadas o entre cuadernas (mm) según OMI, 500mm para embarcaciones pesqueras.

h= profundidad, en este caso tomamos el puntal (D) en (m)

Se remplaza datos en la ecuación para obtener el espesor (t) del revestimiento de la parte inferior (obra viva)

$$t = \frac{S \bar{h}}{2} + 2.5$$

$$t = \frac{5 \cdot \overline{1.7}}{2} + 2.5$$

$$t = 5.3 \text{ mm}$$

▪ **Forro laterales:**

El espesor del revestimiento del casco de la obra muerta:

$$t = \frac{S \bar{h}}{2} + 2.5$$

Dónde:

t=espesor del revestimiento lateral del casco (mm)

s= espacio entre cuadernas transversales o longitudinales en (mm).

h= profundidad, (m).

$$t = \frac{S \bar{h}}{2} + 2.5$$

$$t = \frac{5 \cdot \overline{2.1}}{2} + 2.5$$

$$t = 5.2 \text{ mm.}$$

▪ **Forro o revestimiento de cubierta:**

$$t = 0.0 \quad L + 0.0 \quad s \text{ (mm)}$$

Dónde:

S= espacio entre cuaderna (mm)

L=Eslora (m)

$$t = 0.0 \quad L + 0.0 \quad s$$

$$t = 0.0 \quad 9.6 + 0.0 \quad 5$$

$$t = 4.9 \text{ mm.}$$

- **Forro o revestimiento lateral de proa.**

$$t = 0.0 (L + 3.8) + 0.0 \quad s \quad (\text{mm})$$

Dónde:

S= espacio entre cuaderna (mm)

L=Eslora (m)

$$t = 0.0 (9.6 + 3.8) + 0.0 \quad 5 \quad (\text{mm})$$

$$t = 4.5 \quad \text{m}$$

- **Forro o revestimiento lateral de popa.**

$$t = 0.0 (L + 3.5) + 0.0 \quad s$$

Dónde:

S= espacio entre cuaderna (mm)

L=Eslora (m)

$$t = 0.0 (9.6 + 3.5) + 0.0 \quad 5$$

$$t = 4.4 \quad \text{m}$$

- **Estructura inferior**
  - **Vagra central**

**Espesor de vagra central**

$$t = (0.0 \quad L) + 5.5m$$

Dónde:

S= espacio entre cuaderna (mm)

L=Eslora (m)

$$t = (0.0 \quad 9.6) + 5.5$$

$$t = 6.0 \quad \text{m} \quad .$$

- **Altura de vagra (casco central)**

$$h_g = 3 (B) + 1 \quad \bar{d} \quad \text{m}$$

Dónde:

$h_g$  = altura, en (mm)

$B = m$  ,  $e$  (m)

d=calado en (m)

$$h_g = 3(2,4) + 1,4 \text{ m}$$

$$h_g = 8,6 \text{ m}$$

○ **Quilla central:**

$$t = 0,063 L + 5 \text{ mm}$$

Donde:

L=Eslora (m)

$$t = 0,063(9,6) + 5 \text{ mm}$$

$$t = 5,6 \text{ mm}$$

**Vagra Lateral**

$$t = (0,05 S + C) \text{ m}$$

Donde:

S= espacio entre cuaderna (mm)

L=Eslora (m)

C= se tomara B/4 (a mita, entre vagra central y forro lateral)

$$t = (0,05(9,6) + 3) \text{ m}$$

$$t = 3,3 \text{ m}$$

▪ **Cuadernas**

Según ABS en estructuras transversales 0.05B, con grosor requerido para vigas laterales en la misma ubicación y deben estar embridados en su borde exterior:

$$\text{Grosor} = 0.05B = 0.12$$

El módulo de la sección maestra MS, de cada marco, fondo y fondo interior longitudinal en asociación con el revestimiento al que está unido no debe ser menor que el obtenido por la siguiente ecuación:

$$S = 7.8 c h s l^2 (c^3)$$

Dónde:

S= espacio entre cuaderna en m

l= tramo no admitido entre los estructura de soporte, en m.

h= distancia vertical, en m.

c= para cuadernas transversales. (0.8, libre de tanques)

$$S = 7.8 \cdot 0.8 \cdot 2.1 \cdot 6 \cdot 2.4^2 (c^3)$$

$$S = 1.8 (c^3)$$

▪ **Revestimiento interior de fondo interna:**

$$t = 0.0 L + 0.0 s + c \text{ (mm)}$$

Dónde:

t = espesor del revestimiento lateral del casco (mm)

L = longitud del buque, en m

s= espacio entre cuadernas en (mm).

c= 1.5 mm en el espacio del motor.

c= -0.5 mm en otra parte.

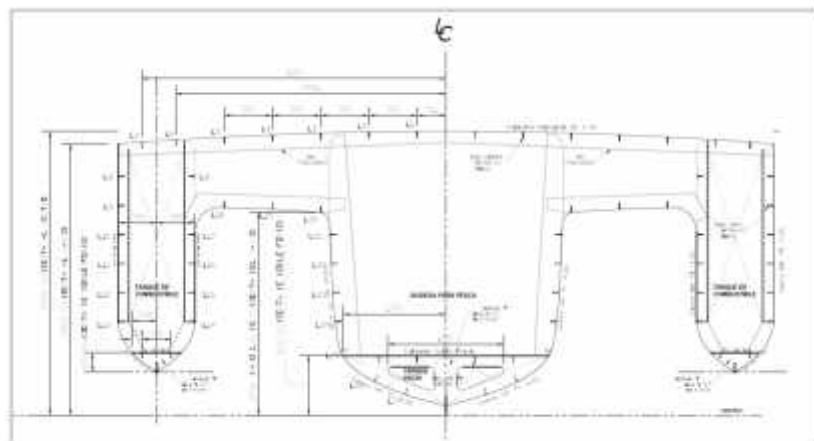
$$t = 0.0 (9.6) + 0.0 (.6) + 1.5 \text{ (mm)}$$

$$t = 1.8 \text{ (mm)}$$

▪ **Resultados en estructura:**

El resultado obtenido en el escantillonado ayudo a estructurar nuestra embarcación con sus longitudinales, quilla, revestimiento exterior e interior, ext.

*Fig. 10. Estructura del trimarán pesquero*



*Elaboración Propia*

▪ **Datos para el escantillonado en OMI:**

Los escantillonados dispuestos por OMI nos muestran dimensiones mínimos y se conseguirá efectuar una interpolación de las medidas en el caso de las embarcaciones cuya eslora total sea de entre 8 y 15 metros, y deberán efectuarse lo dispuesto a continuación:

TABLA 15. Datos para el escantillonado en OMI

LOA (m)	8	9	10	11	12	15	Observaciones
Clara de cuaderna (mm)	Máx 300	300	300	300	300	300	
Quilla de barra Área de sección (cm <sup>2</sup> )	18	19	20	21	22	24	Cuando no haya quilla de barra, chapa de la quilla = 2,5 x t fondo. Manga total 30 x LOA (mm).
Espesor mínimo (mm)	17	18	18	19	20	21	
Quilla vertical Área de sección (cm <sup>2</sup> )	18	19	20	21	22	24	Se prescribe solamente cuando no haya quilla de barra.
Espesor mínimo (mm)	6,5	6,5	7,5	7,5	8,5	8,5	
Varenga Altura (mm)	200	210	215	225	230	250	Se prescribe solamente en una de cada tres cuadernas sobre los armazones de las varengas de las otras cuadernas.  Podrá omitirse cuando se introduzca cemento hasta la parte superior de las varengas.
Espesor (mm) Ala (mm)	5,5 50 x 5,5	5,5 50 x 5,5	5,5 50 x 5,5	6,5 50 x 5,5	6,5 50 x 6,5	6,5 50 x 6,5	
Sobrequilla	UPN 100	UPN 100	UPN 100	UPN 100	UPN 120	UPN 120	(Canal) Se prescribe solamente cuando no haya quilla vertical.
Cuadernas Alma (mm) Módulo resistente (cm <sup>3</sup> )	90 x 8,5 23 cm <sup>3</sup>	90 x 8,5 24 cm <sup>3</sup>	90 x 8,5 25 cm <sup>3</sup>	95 x 8,5 25,2 cm <sup>3</sup>	95 x 8,5 26,3 cm <sup>3</sup>	100 x 8,5 28,4 cm <sup>3</sup>	
Planchas del fondo (mm)	5	5,5	6	6,5	6,5	7,5	Las chapas de la quilla y de la roda se incrementarán en 1 mm.
Planchas del forro (mm)	4,5	5	5,5	5,5	6	6,5	
Mamparos Planchas (mm) Alma del refuerzo (mm) Módulo resistente del refuerzo (cm <sup>3</sup> )	5 50 x 6,5 6,3	5,5 50 x 6,5 6,3	5,5 50 x 7,5 7,4	6 50 x 7,5 7,4	6 50 x 8,5 8,4	6,5 50 x 8,5 8,4	Clara máxima 500 mm.
Cubierta Planchas (mm) Alma del bao (mm) Módulo resistente del bao (cm <sup>3</sup> )	4,5 90 x 9 31	5 90 x 9 31	6 90 x 9 31	6 90 x 9 31	7 90 x 9 31	7 90 x 9 31	
Amurada (mm)	4,5	4,5	4,5	5	6	6	Refuerzo 50 x 6 mm. Clara máxima 600 mm.
Superestructura/caseta (mm)	3,5	3,5	4,5	4,5	5	6	Refuerzo 50 x 6 mm. Clara máxima 300 mm.

Fuente: OMI

En este caso se escogerá los parámetros de 10 metros de eslora, para comparar las medidas dadas por ABS Y NORDICO.

▪ **Datos para el escantillonado en Nordic-Boat-Standards.:**

Los escantillonados dispuestos por Nordic-Boat-Standards, nos muestran dimensiones mínimos y se conseguirá efectuar una interpolación de las medidas en el caso de las embarcaciones cuya eslora total sea de entre 8 y 15 metros, y deberán efectuarse lo dispuesto a continuación:

*TABLA 16. Datos para el escantillonado en Nordic-Boat-Standards*

Designation	Loa < 8.0 m	Loa = 15.0 m	Remarks
Frame distance	Max 500 mm	Max 500 mm	-
Bar keel	Sectional area 15 cm <sup>2</sup>	Sectional area 15 cm <sup>2</sup>	Where bar keel is omitted keelplate = 1.5 x t bottom. Total breadth 30 x Loa mm
Centerkeel	Sectional area 15 cm <sup>2</sup> . Min. thickness 6 mm	Sectional area 20 cm <sup>2</sup> . Min. thickness 6 mm	Required only where the bar keel is omitted
Floor	Height 200 mm thickness 4.5 mm	Height 250 mm thickness 3.5 mm	Required only at every third frame on the other frames skeleton floors
Flange on top of floor	50 x 3.0 mm	50 x 5.5 mm	May be omitted where cement is inserted up to the top of the floors
Keelson	UNP 100	UNP 120	Required only where center keel is omitted
Frames	90 x 6.0 mm (9.5 cm <sup>3</sup> )	100 x 6.5 mm (18.0 cm <sup>3</sup> )	-
Bottom plates	4.5 mm	7.0 mm	Keel plates and stem plates to be increased with 1.0 mm
Shell plates	4.0 mm	6.0 mm 1	-
Bulkheads	4.5 mm	6.0 mm	-
Bulkhead stiffeners	50 x 6.0 mm (6 cm <sup>3</sup> )	50 x 6.5 mm (7 cm <sup>3</sup> )	Max. spacing 750 mm
Deck	4.0 mm	6.0 mm	-
Deck beams	90 x 8 mm (22 cm <sup>3</sup> )	90 x 8 mm (22 cm <sup>3</sup> )	Maximum distance 500 mm. Maximum span 3.5m
Bulkwark	4.0 mm	5.0 mm	Stiffener 50 x 6 mm. Maximum distance 500 mm
Superstructure/ deckhouse	4.0 mm	5.0 mm	Stiffener 50 x 6 mm. Maximum spacing 500 mm

*Fuente: Nordic-Boat-Standards*

En este caso se interpolara para llegar a las dimensiones de 9.6 metros de eslora, para así comparar las medidas dadas por ABS Y NORDICO.

*TABLA 17. ESQUEMA COMPARATIVO ENTRE ABS, OMI Y NORDICO*

<b>Nomenclatura</b>	<b>ABS</b>	<b>OMI-FAO</b>	<b>NORDICO</b>
<b>DISTANCIA DE CUADERNA</b>	<b>Max 600mm</b>	Max 300 mm	Max 500 mm
<b>QUILLA CENTRAL</b>	Área seccional 20cm <sup>2</sup> . Grosor min. 5.6 mm	Área seccional 20cm <sup>2</sup> . Grosor min. 7.5 mm	Área seccional 15cm <sup>2</sup> . Grosor min. 6 mm
<b>VARENGA</b>		Altura 215 (mm) Espesor 5.5(mm) Ala 50 x 5,5 (mm)	
<b>CUADERNAS</b>	Alma 90x 8.5(mm) Modulo resistente 18.85(M3)	Alma 90x 8.5(mm) Modulo resistente 25 (M3)	90 x 6.0 mm (9.5 cm <sup>3</sup> )
<b>PLANCHAS DEL FONDO</b>	5.35mm	6mm	5.07mm (interpolado)
<b>PLANCHAS DEL FORRO</b>	5.20mm	5,5mm	4,45mm (interpolado)
<b>MAMPAROS</b>	4.5mm	Planchas 5.5 mm Alma del refuerzo 50x 7.5 mm Modulo resistente del refuerzo 7.4cm <sup>3</sup>	Plancha de 4.84mm (interpolado)  50 x 6.0 mm (6 cm <sup>3</sup> ) Max. espaciado 750 mm
<b>CUBIERTA</b>	4.5mm	Planchas 6 mm Alma del refuerzo 90x 9 mm Modulo resistente del refuerzo cm <sup>3</sup>	4.45mm(interpolado)
<b>AMURADA</b>		5mm	4.22mm(interpolado)
<b>SUPERESTRUCTURA/ CASERA</b>		4,5mm	4.22mm(interpolado)
<b>VIGAS DE CUBIERTA</b>	Alma 90x 8.5(mm) Modulo resistente 18.85(M3)		90 x 8 mm (22 cm <sup>3</sup> ) Máxima distancia 500

*Fuente: PROPIO*

### 5.6.16 Cálculo de pesos en el trimarán pesquero.

- **Agua dulce:**

$$\text{Tn/persona} = 0.015\text{Tn}$$

$$\text{N}^\circ \text{ personas} = 4$$

$$\text{N}^\circ \text{ de días} = 2$$

$$\text{CAD} = 0.12\text{Tn} = 0.2\text{Tn}$$

$$\text{Cada bodega tendrá} = \mathbf{0.1\text{Tn.}}$$

- **Tanque de aguas grises y negras:**

$$\text{Tn/persona} = 0.005\text{Tn}$$

$$\text{N}^\circ \text{ personas} = 4$$

$$\text{N}^\circ \text{ de días} = 2$$

$$\mathbf{CAG} = \mathbf{0.04\text{Tn.}}$$

- **Autonomía**

$$\text{Consumo máximo del motor} = 56.3 \text{ l/h}$$

$$\text{BHP del motor} = 110.3\text{kW}$$

$$\text{Autonomía} = 18\text{h}$$

$$\text{Consumo específico del motor} = 411\text{g/kW.h}$$

$$\text{Combustible de un motor} = 816.00\text{kg}$$

$$25\% \text{ por imprevistos} = 1020.00\text{kg}$$

En Cada tanque:

$$\mathbf{Consumo total = 2040.00\text{kg.}}$$

- **Capacidad de provisiones**

$$\text{N}^\circ \text{ personas} = 4$$

$$\text{Promedio de consumo} = 0.003$$

$$\text{N}^\circ \text{ días} = 2$$

$$\mathbf{Total} = \mathbf{0.024 \text{ ton}}$$

### 5.6.17 Resistencia y potencia

Aquí determinamos la Resistencia total y la Potencia del trimarán a través del programa Hull Spped en el software del Max Surf.

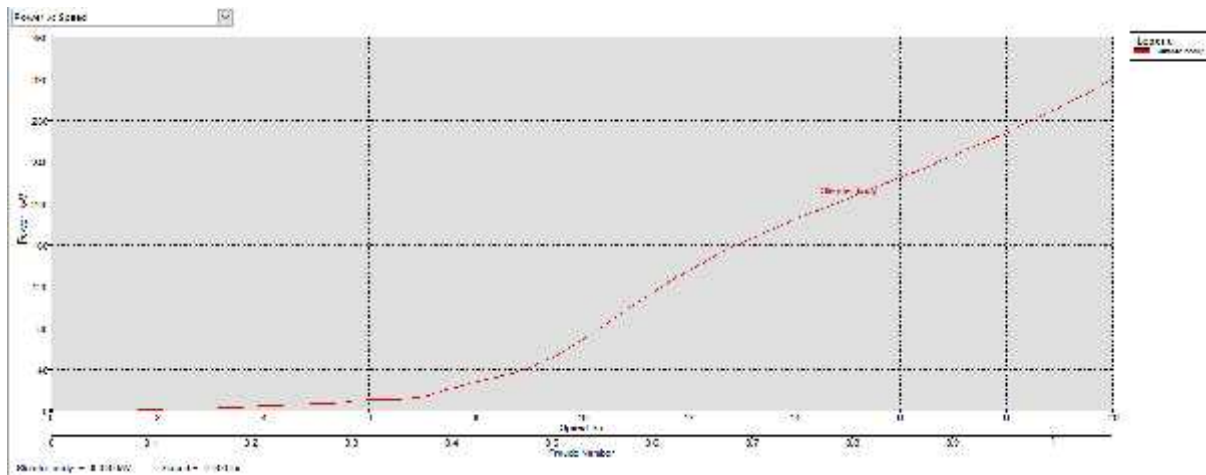
*TABLA 18. Resultado de resistencia y potencia*

SPEED (kn)	$F_n$ (LWL)	$F_n$ (Vol)	SLENDER BODY RESISTANCE (kN)	SLENDER BODY POWER (kW)
0	0	0	--	--
0.5	0.027	0.051	0	0.00
1	0.053	0.103	0.1	0.03
1.5	0.08	0.154	0.4	0.32
2	0.106	0.205	1	1.00
2.5	0.133	0.257	1.4	1.77
3	0.159	0.308	1.7	2.58
3.5	0.186	0.36	1.9	3.43
4	0.212	0.411	2.1	4.37
4.5	0.239	0.462	2.4	5.53
5	0.265	0.514	2.6	6.79
5.5	0.292	0.565	2.9	8.08
6	0.318	0.616	3.5	10.92
6.5	0.345	0.668	3.3	10.99
7	0.371	0.719	3.8	13.69
7.5	0.398	0.771	5.4	20.88
8	0.424	0.822	6.8	27.82
8.5	0.451	0.873	7.7	33.72
9	0.477	0.925	8.9	41.43
9.5	0.504	0.976	10.8	52.94
10	0.53	1.027	13.2	68.07
10.5	0.557	1.079	15.8	85.17
11	0.583	1.13	18.2	102.81
11.5	0.61	1.181	20.2	119.61
12	0.636	1.233	21.9	135.18
12.5	0.663	1.284	23.2	149.23
13	0.689	1.336	24.2	161.90
13.5	0.716	1.387	25	173.60
14	0.742	1.438	25.6	184.17
14.5	0.769	1.49	26.1	194.40
15	0.795	1.541	26.5	204.73
15.5	0.822	1.592	26.9	214.84

*Fuente: PROPIO*

*Elaboración Max Surf*

Gráfico 1. Curva de relación potencia - velocidad



Fuente: PROPIO

Elaboración Max Surf

Para el diseño del trimarán pesquero artesanal se requerirá una velocidad de 12 nudos con el número de Froude de 0.636, con una potencia de Slender Body de 135.18 (kw).

#### ■ POTENCIA

Potencia = 135.18 kW

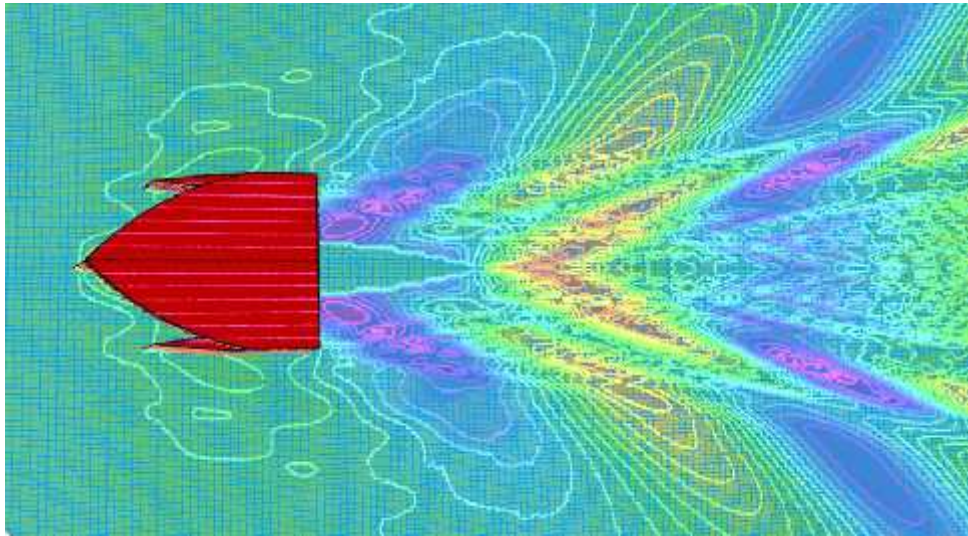
Factor de rendimiento FR = 0.65

Potencia de rendimiento PR = 207.97 kW

PR c/motor = **103.98 kW** = **139.34 HP** = **150 HP**

Aquí se muestra la simulación del trimarán pesquero artesanal, donde se ve la generación de olas producidas a la velocidad de 12 nudos, donde se observa las zonas de mayor y menor presión del agua sobre el casco del trimarán.

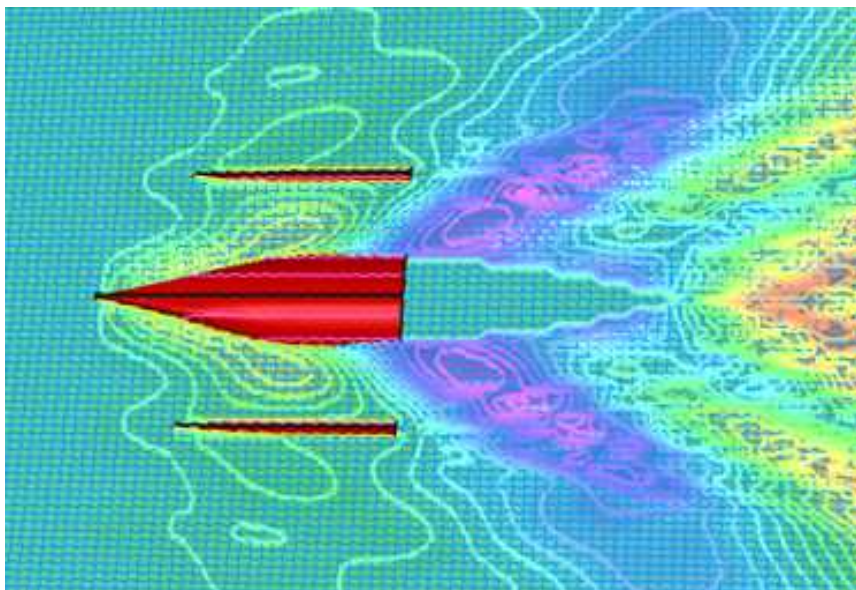
*Fig. 11. Simulación en Max surf de olas a una velocidad de 12 nudos*



*Fuente propia*

*Elaboración Max Surf*

*Fig. 12. Simulación en Max surf, bajo de olas a una velocidad de 12 nudos.*



*Fuente propia*

*Elaboración Max Surf*

Aquí notamos que el color morado nos indica las zonas de menor presión (zonas de succión del agua hacia los cascos), y el color rojo indica zonas de mayor presión (zonas de expulsión del agua fuera de los cascos)

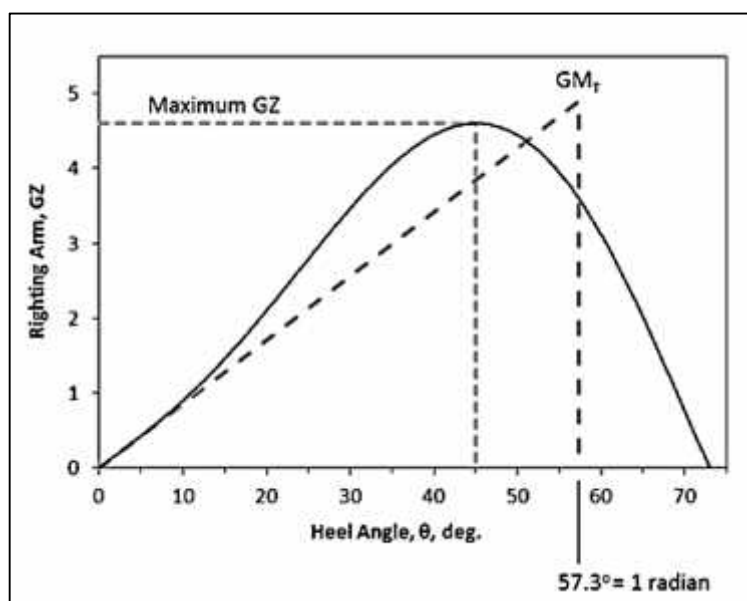
### 5.6.18 Resultados de estabilidad

El radio metracentro ( $M_t$ ) del trimarán es mucho más alto que la de un monocasco, y esto se debe a los presencia de los flotadores laterales. Hay que tener en cuenta que una modificación en el ancho total del trimarán tendrá un efecto superior en el radio metacéntrico transversal que las dimensiones de sus flotadores.

Según [14], el efecto que produce la separación transversal entre el casco principal y lateral en el  $M_t$  se nota usando cascos de forma rectangulares en sus secciones transversales.

Los ángulos de escora mayores de 10 grados, el radio metacentro  $M_t$  cambia de posición y la curva GZ como muestra la figura, muestra un resultado no lineal con el ángulo de escora.

*Fig. 13. Brazo Adrizante, curva GZ.*



*Elaboración: William Scott Weidle*

- **En trimarán**

Estabilidad del trimarán a diferentes condiciones de carga calculados en Max Surf-Stability. Condición en %100 de (combustible, tripulantes, carga de pesca, provisiones, ect)

**TABLA 19. CUADRO DE PESOS EN EL TRIMARÁN**

Item	Cantidad	Peso unitario (ton)	Peso total (ton)
Casco y estructura	1	5.61	5.61
Puente de mando	1	0,672	0.672
Motor fuera de borda	1	0,223	0.223
Ancla	1	0,027	0.027
winche	1	0.165	0.165
tripulantes	4	0.085	0.34
Baño	1	0.043	0.043
Cocina	1	0.12	0.12
Bodega principal	1	5	5
Tanque de combustible Br	1	1.02	1.02
Tanque de combustible Er	1	1.02	1.02
Tanque de agua dulce Br	1	0.1	0.1
Tanque de agua dulce Er	1	0.1	0.1
Tanque de aguas grises	1	0.04	0.04
tanque de agua negras	1	0.04	0.04
maniobra	1	0.3	0.3
Capacidad de provisiones	1	0.024	0.024
aparejos	1	1	1
		TOTAL	15.844

*Fuente: PROPIO*

*Elaboración Max Surf*

- **Primera condición de carga:**

El la salida de puerto el trimarán saldrá con 100% de (combustible y agua, provisiones, tripulantes)

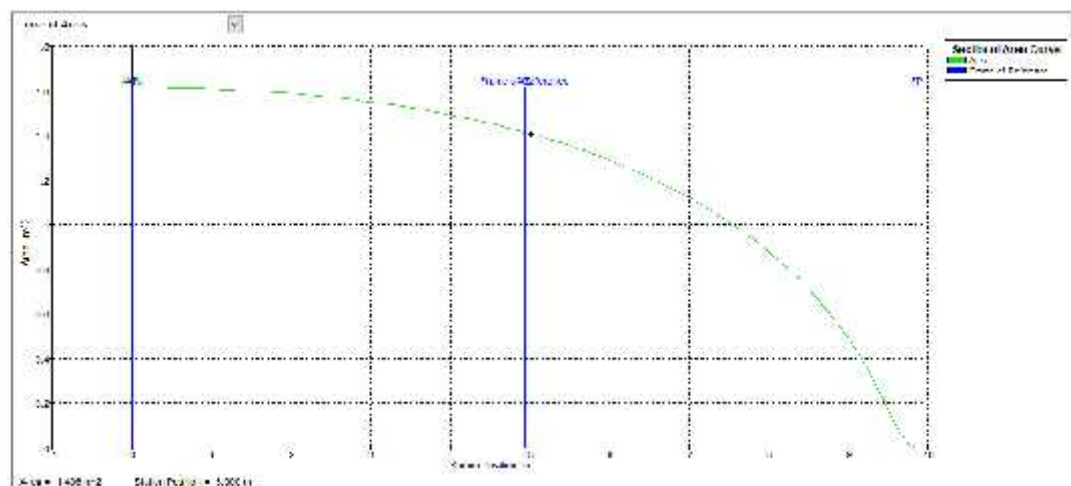
*Tabla 20. Características de la primera condición de carga.*

ITEM NAME	QUANTIFY	UNIT MASS (t)	TOTAL MASS (t)	LONG. ARM (m)	TRANS. ARM (m)	VERT. ARM (m)
CASCO Y ESTRUCTURAS	1	3.7	3.7	4.382	0	0.75
SUPERESTRUCTURA	1	1	1	7.5	0	1.5
PERSONAS	11	0.09	0.99	3.5	0	1.5
MOTOR - BABOR	1	0.183	0.183	0.2	-1.625	0.253
MOTOR - ESTRIBOR	1	0.183	0.183	0.2	1.625	0.253
AGUA DULCE - BABOR	100%	0.175	0.175	6.598	-1.623	0.604
AGUA DULCE - ESTRIBOR	100%	0.175	0.175	6.598	1.623	0.604
COMBUSTIBLE - BABOR	100%	0.41	0.41	5.994	-1.62	0.656
COMBUSTIBLE - ESTRIBOR	100%	0.41	0.41	5.994	1.62	0.656
BODEGA - BABOR	65%	4	2.6	2.983	-1.62	0.699
BODEGA - ESTRIBOR	65%	4	2.6	2.983	1.62	0.699
AGUAS GRISES - BABOR	0%	0.11	0	7.796	-1.625	0.3
AGUAS NEGRAS - ESTRIBOR	0%	0.11	0	7.796	1.625	0.3
PROVISIONES - BABOR	100%	0.04	0.04	8.195	-1.582	1.103
PROVISIONES - ESTRIBOR	100%	0.04	0.04	8.195	1.582	1.103
<b>Total Loadcase</b>			<b>12.508</b>	4.05	0	0.825
<b>FS correction</b>						0.068
<b>VCG fluid</b>						0.894

*Fuente: PROPIO*

*Elaboración Max Surf*

*Tabla 21 .Características de la primera condición de carga*



*Fuente: PROPIO*

*Elaboración Max Surf*

▪ **Segunda condición de carga:**

En la llegada a puerto el trimarán saldrá con 100% de (pesca en bodega, tripulantes, aguas grises), 50% de (agua dulce, provisiones, combustible)

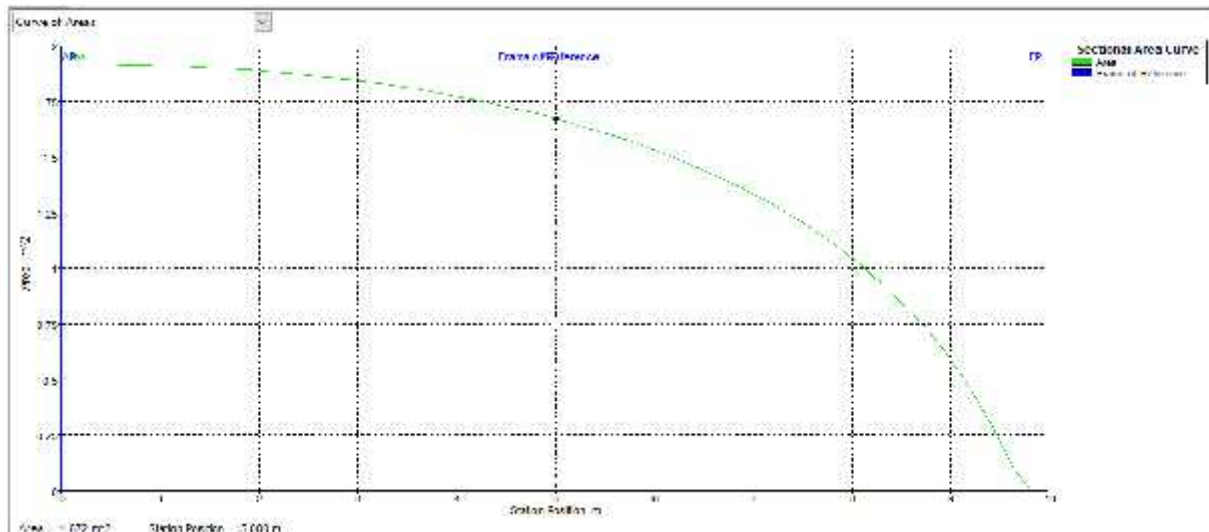
*Tabla 22. Características de la segunda condición de carga*

ITEM NAME	QUANTIFY	UNIT MASS (t)	TOTAL MASS (t)	LONG. ARM (m)	TRANS. ARM (m)	VERT. ARM (m)
CASCO Y ESTRUCTURAS	1	3.7	3.7	5.37	0	0.75
SUPERESTRUCTURA	1	1	1	7.5	0	1.5
PERSONAS	11	0.09	0.99	3.5	0	1.5
MOTOR - BABOR	1	0.183	0.183	0.2	-1.625	0.253
MOTOR - ESTRIBOR	1	0.183	0.183	0.2	1.625	0.253
AGUA DULCE - BABOR	50%	0.175	0.088	6.598	-1.625	0.455
AGUA DULCE - ESTRIBOR	50%	0.175	0.088	6.598	1.625	0.455
COMBUSTIBLE - BABOR	50%	0.41	0.205	5.994	-1.625	0.481
COMBUSTIBLE - ESTRIBOR	50%	0.41	0.205	5.994	1.625	0.481
BODEGA - BABOR	100%	4	4	2.985	-1.617	0.907
BODEGA - ESTRIBOR	100%	4	4	2.985	1.617	0.907
AGUAS GRISES - BABOR	100%	0.11	0.11	7.796	-1.625	0.503
AGUAS NEGRAS - ESTRIBOR	100%	0.11	0.11	7.796	1.625	0.503
PROVISIONES - BABOR	50%	0.04	0.02	8.195	-1.598	1.053
PROVISIONES - ESTRIBOR	50%	0.04	0.02	8.195	1.598	1.053
<b>Total Loadcase</b>			<b>14.902</b>	4.056	0	0.908
<b>FS correction</b>						0.015
<b>VCG fluid</b>						0.924

*Fuente: PROPIO*

*Elaboración Max Surf*

*Tabla 23. Características de la segunda condición de carga*

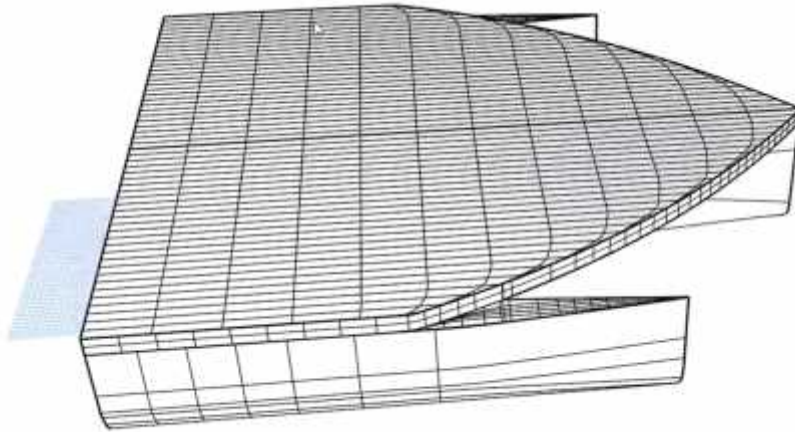


*Fuente: PROPIO*

*Elaboración Max Surf*

## Modelación del trimarán

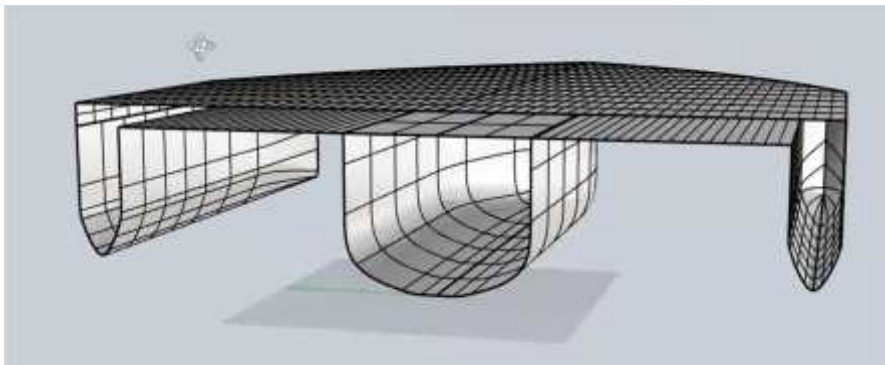
*Fig. 14. Área de Cubierta del trimarán*



*Fuente: PROPIO*

*Elaboración Max Surf.*

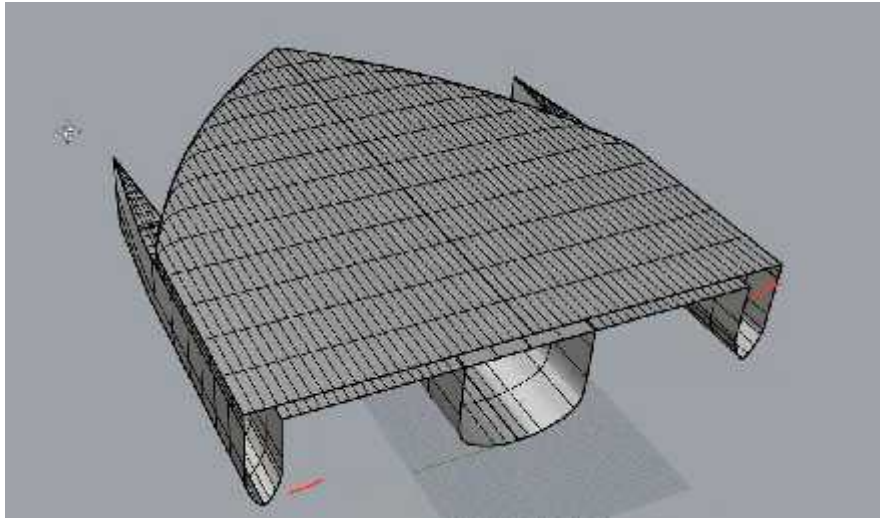
*Fig. 15. Luces de la proporción de los flotadores con respecto al casco principal del trimarán*



*Fuente: PROPIO*

*Elaboración Max Surf.*

*Fig. 16. Forma de la propuesta del trimarán*



*Fuente: PROPIO*

*Elaboración Max Surf.*

## **5.7 Realizar un estudio económico de la propuesta del trimarán pesquero artesanal.**

La inversión en una embarcación pesquera asume mucha responsabilidad, más aun cuando la nave pesquera estará sometida a muchas situaciones relacionadas con la naturaleza, mar, viento, escora etc.

El estudio económico de este proyecto nos ayudara a determinar y a priorizar elementos óptimos para aprovechar las ventajas de los recursos definidos en este proyecto, y consistirá en aplicar elementos necesarios disponibles sin llevar a sobrevalorar los costos.

La evaluación económica se basa especialmente en el uso de los recursos plasmados en el proyecto de inversión, en este caso el proyecto de embarcación trimarán pesquera artesanal, su evaluación y grado de complejidad, que se expresa en la prioridad de dicho proyecto.

Estaremos dispuestos a dar soluciones técnicas integradas a la economía y a la inversión hecha en el diseño, buscando un proyecto técnico y económico para los armadores dispuestos a invertir en una nueva solución de embarcación como es el trimarán pesquero artesanal.

### **5.7.1 Estudio económico:**

Calcularemos el total de inversión en este proyecto, y se tratara de obtener el beneficio o retorno del capital invertido en un cierto tiempo del trimarán pesquero artesanal. El estudio económico seguirá este procedimiento

Procedimiento:

- A. Recolección de datos de embarcaciones existentes (se encuentra realizada en el primer objetivo).
- B. Características de la embarcación (se encuentra realizada en el primer objetivo).
- C. Proyección del flujo de caja
- D. Utilización del diseño del proyecto para la obtención del material a utilizar en pesca.
- E. Costo de inversión para determinar el costo del proyecto
- F. Rentabilidad del proyecto.

## Proyección del flujo de caja

Esta tarea de será realizada de acuerdo al último censo **ENEPa III-2015**,

*TABLA 24. GANANCIAS NETAS MENSUALES EN FAENAS DE PESCA, ENEPA III*

Participa en las faenas	Total	Hasta S/ 1.000	De S/ 1.001 a S/ 2.000	De S/ 2.001 a S/ 3.000	De S/ 3.001 a S/ 5.000	Más de S/ 5.000	No trabajó	No específica
Total	100	52,4	28,1	8,5	3,6	2,8	2,3	2,2
Si	78,6	43,2	22,3	6,2	2,3	1,7	1,6	1,4
No	20,9	9,0	5,8	2,2	1,3	1,2	0,8	0,6
No específica	0,5	0,2						0,3
N= 3.835 armadores artesanales								

Fuente: ENEPA III

- Ingreso mensual según participación en faena de pesca.- según el censo en ENEPA III, se está considerando un valor promedio de 6000 soles mensuales. (2015). Actualmente el precio de la pesca después de 5 años ha variado en la cual sumaremos un él %30 de (6000) que resulta ser 7800.
- Ingreso Anual.-  
En relación a diferentes especies en la que podría capturar y también se considera un total por 12 meses, entonces 7800 por 12 meses igual a 93 600 soles anuales, equivalente a **26 700 dólares al año aprox.**
- Inversión.- El costo de una embarcación típica actual estará dada por los siguientes datos.  
Según precio del acero: 7\$ (dólares x kg)  
Según el peso del casco:  
Tenemos 5610 kg x 7= 39 270 \$ dólares.

TABLA 25. COSTO DE INVERSIÓN

COSTO DE INVERSION	
<i>Casco (8 a 11m)</i>	39 270.00
<i>Motor de 150 HP</i>	18 000.00
<i>Aparejo de pesca</i>	3 000.00
<i>Instalaciones de maniobra:</i>	4 030.00
<i>Sistema de achique</i>	
<i>Sistema eléctrico</i>	
<i>Navegador, sonda</i>	
<i>Radar, generador</i>	
<b>TOTAL</b>	<b>64 300.00 dólares</b>

*Elaboración: Propia*

Este es el costo de inversión para el proyecto del trimarán pesquero artesanal, sumando la cantidad de 64 3000 dólares.

- *Gastos anuales:* Los siguientes gastos anuales son:

TABLA 26. GASTOS ANUALES.

GASTOS ANUALES FIJOS	
Combustibles y lubricantes	9 000.00
Mantenimiento del casco	1 500.00
Sueldo tripulante (3)(930)	4 00.00
<i>Total de gastos anuales fijos</i>	<b>14 500.00</b>

*Elaboración: propia*

- *Gastos anuales variables:* Los siguientes gastos anuales variables son:

**TABLA 27. GASTOS ANUALES VARIABLES.**

GASTOS ANUALES VARIABLES	
Revisión y reparación del motor	900.00
Reparación casco	400.00
Reparación y reemplazo de aparejos	600.00
otros	600.00
<b>Total de gastos variables</b>	<b>\$ 2,500.00</b>

*Elaboración: propia*

En el planteamiento de la tabla de resumen de los ingresos y egresos anuales del proyecto del trimarán serán evaluados por un periodo de 6.5 años.

**TABLA 28. Flujo Neto Caja Anual.**

FLUJO NETO DE CAJA ANUAL		
	En 6.5 años	
Costo de inversión	64 300.00	<b>\$ 64, 300.00</b>
Ingreso anual según ENEPA 2015		<b>\$ 26, 700.00</b>
Gastos fijos		14, 500.00
Gastos variables		2, 500.00
<b>Ingreso - Egresos</b>		<b>9, 700.00</b>

*Elaboración: propia*

- *Rentabilidad del proyecto*

Notamos que el proyecto del trimarán pesquero artesanal tiene una inversión de 64 300 dólares, y la ganancia anual es de 9 700.00 dólares; por lo tanto es rentable en el periodo de su vida útil. Mostrando que en solo 6.5 años la inversión estará saldada, dándole un valor de vida útil más de 30 años por ser de un material diferente a lo que se viene construyendo (madera).

## 6 Conclusiones:

- En el diagnóstico y análisis de las embarcaciones pesqueras artesanales, se concluyó que el tamaño predominante es de 6 a 10 metros de eslora, con 2 a 5 toneladas máxima de carga, cumpliendo el decreto supremo N° 018-2010-PRODUCE, pero siendo construidas sin criterio, norma o reglamento alguno, son hechas empíricamente y que a su vez carecen de estabilidad, también se analizó que el sistema de propulsión de estas embarcaciones es el motor de fuera de borda, con un promedio de potencia de 40 a 90 hp. Y mayormente son embarcaciones de pesca multipropósito donde acoplan 2 a 3 tipos de arte de pesca.
- La propuesta de diseño del trimarán pesquero artesanal se ideó en base de las embarcaciones europeas modelados ya existentes, donde se tiene características y funciones similares que cumplen múltiples propósitos y entre ellos la pesca. Y dándole dimensiones apropiadas en las formas dinámicas de un trimarán se determinando la embarcación de 9.6m con una velocidad de 12 nudos, adecuándolo para que cumpla la función de pesca artesanal, asumiéndole una amplia área de trabajo en cubierta, y estabilidad.
- En la evaluación económica notamos la rentabilidad del proyecto, que en la construcción del trimarán pesquero artesanal ayudara a los pescadores a tener un tipo de embarcación diferente y más estable, y que en 5 años la inversión del trimarán pesquero artesanal estará saldada, dándole una vida útil de más de 30 años.

## 7 Recomendaciones:

- Se recomienda ante el nuevo Decreto Supremo N° 018-2020-PRODUCE; mejorar el sistema constructivo de las futuras proyectos de embarcaciones en el tema del incremento de flota para embarcaciones pesqueras de consumo humano directo.
- Se recomienda tener en cuenta la creación de una nueva normativa nacional con relación a las nuevas construcciones de embarcaciones artesanales de la costa peruana.
- Se recomienda un estudio de automatización en las embarcaciones pesquera peruanas en maniobras de pesca, para el cuidado del personal a bordo que pueden poner en peligro la vida.

## 8 Referencia

- [1] Instituto Nacional de Estadística, «I Censo Nacional de la Pesca Artesanal Ámbito Marítimo 2012,» 2012.
- [2] Instituto del Mar del Perú, «INFORME ISSN 0378-7702: Tercera encuesta estructural de la pesca artesanal en el litoral peruano. Resultados generales,» Violeta Valdivieso Milla, Lima, 2018.
- [3] Perú, Ministerio de la Producción, Decreto Supremo n°018-2010: Suspensión de Construcción o Adquisición de Embarcaciones Pesqueras Artesanales del Ambito Marino, Lima: Diario Oficial, 2010.
- [4] A. Bonilla, «Criterio de estabilidad,» de *Teoría del Buque*, Cádiz, San José, 1979, pp. 122-125.
- [5] W. Scott Weidle, Influence of Trimaran Geometric Parameters on Intact and Damaged Ship Stability, State University of Virginia, faculty of the Virginia Polytechnic Institute, 2017.
- [6] R. E. Castillo Valdivia, Consideraciones de proyecto de los sistemas a instalar en un trimaran, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, 2015, pp. 6-7.
- [7] A. Francescutto, Lecciones estáticas del barco - Parte I, Trieste, 2004, pp. 54-56.
- [8] FAO; OMI; OIT, «Recomendaciones de seguridad para los buques pesqueros con cubierta de eslora inferior a 12 metros y los buques pesqueros sin cubierta,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/3/a-i3108s.pdf>.
- [9] Lloyd's Register Group, Inglaterra, «Reglas para la clasificación de trimaranes,» London, julio, 2019.
- [10] L. Delgado Lallemand, «De Proa A Popa,» de *Conceptos Basicos*, Madrid, España, 2005, pp. 1-3.
- [11] U. F. Costaguta, «Fondamenti di idronautica,» de *Statica e Dinamica della nave Carene e propulsione*, Milano, Italia, 1981, pp. 98-101.
- [12] L. A. Dubrovsky V., Multi-Hull Ships, Fair Lawn, USA.: Backbone Publishing Company,, 2001, p. 495 .
- [13] Ministerio de Producción, «Reglamento de la Ley General de Pesca,» 21 Diciembre 1992. [En línea]. Available: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/per2920.pdf>.
- [14] Dubrovsky V., Ships with Outriggers, Fair Lawn, USA: Backbone Publishing Company, 2004.

[15] FAO; OMI; OIT, «Directrices para la implantación de la Parte B del Código, las Directrices de aplicación voluntaria y las Recomendaciones de seguridad,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/3/a-i3662s.pdf>.

[16] Gobierno Noruego, Nordic boat standard: commercial boats less than 15 meters, 1990.