

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar**

Análisis técnico económico del alargamiento de un buque atunero con  
capacidad de bodega de 340 m<sup>3</sup> de bandera ecuatoriana

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero Naval**

Presentado por:

Fernando Damian Falcones Echeverria

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

## DEDICATORIA

En primer lugar, a mis hijos Samantha y Damian, quienes fueron mi inspiración para seguir adelante, a mi esposa Andrea que nunca dudó de que nuestro esfuerzo y sacrificio nos permitiría este logro, a mis padres quienes siempre me apoyaron en los momentos de mayor flaqueza, a mi tío Roberto y tía Mary, que siempre me dieron la confianza y el apoyo para seguir con mis estudios y a todos mis familiares de quienes siempre recibí apoyo incondicional

# **AGRADECIMIENTO**

Mis más sinceros agradecimientos a mis docentes a lo largo de la carrera, evaluadores, compañeros de aula y a Javier Lavayen, quienes colaboraron con sus conocimientos a lo largo de mi vida estudiantil.

## DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Fernando Damian Falcones Echeverria* y doy mi consentimiento para que la ESPOC realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

-----

Fernando Damian Falcones Echeverria

## EVALUADORES

.....  
**Nadia Muñoz M.Sc.**

PROFESOR DE LA MATERIA

.....  
**Hugo Jama Ing.**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

Actualmente se registra un incremento del 3% anual en la captura del atún por embarcaciones atuneras ecuatorianas. Esto obliga a la flota a repotenciarse. En la actualidad en el país se está realizando el trabajo de alargamiento a buques atuneros, para así aumentar su capacidad de bodega y autonomía. En este documento se analiza el alargamiento de un buque atunero en 6,50 metros de su eslora, incrementando su capacidad de bodega de 216 m<sup>3</sup> a 335 m<sup>3</sup> donde se evalúa la modificación en la navegabilidad de la embarcación.

Se obtuvo como resultado que al realizar el alargamiento el buque satisface los criterios de estabilidad, pero no los de eslora inundable, así mismo por restricciones de calado solo puede ocupar 263 m<sup>3</sup> de bodega. La resistencia al avance no se ve modificada por el alargamiento por lo que la maquinaria instalada sigue siendo funcional. La resistencia estructural disminuye, pero esto no pone en riesgo la estructura de buque. Al considerar un tiempo de vida útil del proyecto de 20 años se verificó rentabilidad en los cuatro escenarios de carga para un precio de atún de \$1.600 por tonelada. Siendo este un precio de exportación. Para un precio de mercado interno de \$ 1.200 por tonelada de atún se recibe utilidades positivas en cuatro escenarios y utilidades negativas en un escenario crítico.

**Palabras Clave:** Alargamiento, estabilidad, estructura, resistencia, capacidad.

## **ABSTRACT**

*Currently there is an annual increase of 3% in the catch of tuna by Ecuadorian tuna vessels. This forces the fleet to repower itself. At present, the country is carrying out the work of lengthening tuna vessels, to increase their hold capacity and autonomy. This document analyzes the lengthening of a tuna vessel by 6,50 meters of its length, increasing its hold capacity from 216 m<sup>3</sup> to 335 m<sup>3</sup> where we will evaluate the change in the navigability of the vessel.*

*It was obtained as a result that when making the lengthening, the ship satisfies the stability criteria, but not those of floodable length, likewise due to draft restrictions it can only occupy 263 m<sup>3</sup> of hold. The resistance to the advance is not modified by the elongation reason why the installed machinery continues being functional. The structural resistance decreases but this does not jeopardize the ship's structure. When considering a useful life of the project of 20 years, profitability was verified in the four loading scenarios for a tuna price of \$ 1.600 per ton. This being an export price. For a domestic market price of \$ 1.200 per ton of tuna, positive profits are received in four scenarios and negative profits in a critical scenario.*

*Keywords: lengthening, stability, structure, drag, capacity.*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i> .....	II
INDICES GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE PLANOS.....	XII
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción .....	1
1.1 Descripción del problema .....	3
1.2 Justificación del problema.....	3
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos .....	4
1.4 Marco teórico .....	5
1.4.1 Estabilidad Intacta transversal.....	5
1.4.2 Estabilidad en avería. ....	7
1.4.3 Resistencia al avance.....	8
1.4.4 Resistencia longitudinal.....	10
CAPÍTULO 2.....	13
2. Metodología .....	13
2.1. Resumen de alargamiento.....	13
2.2. Criterios de estabilidad para buques pesqueros .....	14
2.2.1. Curva de brazos adrizantes.....	15



2.2.2.	Criterios de estabilidad buque alargado .....	15
2.3.	Eslora inundable .....	18
2.3.1.	Eslora inundable del buque sin alargar .....	19
2.3.2.	Eslora inundable del buque alargado .....	20
2.4.	Resistencia al avance .....	21
2.4.1.	Resistencia al avance del buque sin alargar .....	21
2.4.2.	Resistencia al avance del buque alargado .....	22
2.5.	Resistencia estructural.....	22
2.5.1.	Esfuerzos primarios.....	22
2.5.2.	Esfuerzos secundarios.....	24
2.5.3.	Esfuerzos terciarios .....	25
2.6.	Análisis económico.....	26
2.6.1.	Costo de un buque nuevo.....	26
2.6.2.	Costo de venta del buque antes de ser alargado.....	26
2.6.3.	Costo del alargamiento del buque atunero .....	28
2.6.4.	Costo operativo anual.....	28
2.6.5.	Ingresos Anuales.....	31
CAPÍTULO 3.....		32
3.	Resultados y análisis .....	32
3.1.	Criterios de estabilidad para buques pesqueros .....	32
3.1.1.	Condición: Salida de puerto.....	32
3.1.2.	Condición: Media travesía .....	33
3.1.3.	Condición: Llegada a puerto.....	34
3.1.4.	Condición: Bodegas completamente llenas.....	35
3.2.	Eslora inundable .....	35
3.3.	Resistencia al avance .....	36
3.3.1.	Esfuerzos Primarios .....	37

3.3.2.	Esfuerzos secundarios .....	37
3.3.3.	Esfuerzos terciarios .....	39
3.4.	Análisis económico .....	39
3.4.1.	Valor Actual Neto (VAN) .....	39
3.4.2.	Tasa interna de retorno (TIR) .....	41
CAPÍTULO 4.....		42
4.	Conclusiones y recomendaciones .....	42
4.1	Conclusiones .....	42
4.2	Recomendaciones .....	43
BIBLIOGRAFÍA		
APÉNDICES		

## ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
SPTMF	Subsecretaria de Puertos y Transporte Marítimo y Fluvial
IACS	Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación
DNV	Det Norsrke Veritas
OMI	Organización Marítima Internacional
SOLAS	Safety of Life Sea
INP	Instituto Nacional de Pesca
PNA	Principios de Arquitectura Naval
GM	Metacentric Height
GZ	Righting Arm
VAN	Valor Actual Neto
TIR	Tiempo de retorno de inversión

## SIMBOLOGÍA

Ton	Tonelada
Kg	Kilogramo
KN	Kilo Newton
m	Metro
mm	Milímetro

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Buque adrizado (Fuente: Autor) .....	5
Figura 1.2 Buque escorado con brazo adrizante. (Brazo Positivo).....	6
Figura 1.3 Curva típica de estabilidad. (Autor. PNA. Stability and Strength) .....	6
Figura 1.4 Curva típica de eslora inundables (Autor. PNA. Stability and Strength) .....	8
Figura 1.5 Resistencia friccional de un buque (Fuente- Ship Resistance and propulsion , Molland).....	8
Figura 1.6 Resistencia por presión viscosa en un buque. (Fuente- Ship Resistance and propulsion , Molland) .....	9
Figura 1.7 Resistencia por olas en un buque (Fuente- Ship Resistance and propulsion , Molland).....	9
Figura 1.8 Curva de resistencia típica en buques.....	10
Figura 1.9 Distribución de Fuerza de boyantes y pesos típicos en un buque. (Autor- PNA. Stability and Strength) .....	11
Figura 1.10 Distribución de pesos, esfuerzos cortantes y momentos flector-típicos de un buque. (Autor. PNA. Stability and Strength) .....	11
Figura 2.1 Esquema del alargamiento realizado. ....	13
Figura 2.2 Curva de brazos adrizando para cada condición de carga. Buque sin alargar. ....	15
Figura 2.3 Esquema del bloque insertado, .....	16
Figura 2.4 Curva de brazos adrizantes para cada condición de carga (Buque alargado)	18
Figura 2.5 Esquema de ubicación de línea marginal y mamparos estancos. Buque Atunero "A" sin alargar.....	19
Figura 2.6 Permeabilidad Buque Atunero "A" Sin alargar.....	20
Figura 2.7 Esquema de ubicación de línea marginal y mamparos estancos. Buque Atunero "A" alargado .....	20
Figura 2.8 Permeabilidad Buque Atunero "A" Alargado .....	21
Figura 2.9 Resistencia al avance del buque Atunero "A" sin alargar.....	21
Figura 2.10 Resistencia al avance del buque Atunero "A" alargado .....	22
Figura 2.11 Esquema 3D del bloque insertado.....	24
Figura 3.1 Carga máxima admisible del buque. ....	32
Figura 3.2 Comparación de brazos adrizantes condición Salida de Puerto (Sin alargar VS Alargado).....	33

Figura 3.3 Comparación de brazos adrizantes condición Media Travesía (Sin alargar VS Alargado) .....	34
Figura 3.4 Comparación de brazos adrizantes condición Llegada a puerto (Sin alargar VS Alargado) .....	35
Figura 3.5 Comparación de eslora inundable .....	36
Figura 3.6 Comparación de resistencia al avance .....	36
Figura 3.7 Resumen de VAN .....	40
Figura 3.8 Resumen TIR .....	41

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Comparación de variación de dimensiones principales. ....	14
Tabla 2.2 Características de carga de la embarcación sin alargar .....	14
Tabla 2.3 Resumen de pesos añadidos. ....	17
Tabla 2.4 Características de carga del buque alargado .....	17
Tabla 2.5 Permeabilidades según zona del buque [Autor: SOLAS] .....	19
Tabla 2.6 Cálculo de mínimo modulo seccional: buque sin alargar.....	23
Tabla 2.7 Cálculo de mínimo modulo seccional: buque alargado.....	23
Tabla 2.8 cálculo de Modulo seccional del buque. ....	25
Tabla 2.9 Costo por Grupo de un buque atunero Nuevo con capacidad de 350 m <sup>3</sup> de bodega. ....	26
Tabla 2.10 Factor de Mantenimiento. Fuente (N. Hidalgo – 2013).....	27
Tabla 2.11 Factor de obsolescencia. Fuente (N, Hidalgo - 2013).....	28
Tabla 2.12 Resumen de gastos fijos .....	29
Tabla 2.13 Comparativa de toneladas anuales capturadas en diversos escenarios. ....	30
Tabla 2.14 Bonificación según el rango del tripulante por tonelada de atún capturado..	30
Tabla 2.15 Bonificaciones anuales (buque sin alargar- Buque alargado).....	31
Tabla 2.16 Comparativa de ingresos del buque (alargado- Sin alargar) .....	31
Tabla 3.1 Mínimo modulo seccional (Buque sin alargar y Alargado).....	37
Tabla 3.2 Factores de seguridad en planchas de la embarcación.....	39
Tabla 3.3 Resumen de VAN .....	40
Tabla 3.4 Resumen de TIR.....	41
Tabla A.1 Tabular hidrostático del buque sin alargar	
Tabla A.2 Tabular de curvar cruzadas del buque sin alargar	
Tabla B.1 Tabular hidrostático del buque alargado	
Tabla B.2 Tabular de curvas cruzadas del buque alargado	
Tabla C.1 Resumen de planchas del buque	
Tabla C.2 Resumen de estructuras del buque	
Tabla D.1 Calculo de Momentos de la cuaderna maestra	
Tabla D.2 Calculo de Modulo seccional de la cuaderna maestra	
Tabla E.1 Costos del alargamiento del buque	
Tabla F.1 Avalúo del buque previo al alargamiento	
Tabla G.1 Salarios fijos de la tripulación previo al alargamiento	

Tabla H.1 Calculo del módulo seccional de los refuerzos de fondo del buque  
Tabla I.1 Utilidad neta del buque sin alargar. Escenario Ideal  
Tabla I.2 Utilidad neta del buque sin alargar. Escenario Normal  
Tabla I.3 Utilidad neta del buque sin alargar. Escenario Real  
Tabla I.4 Utilidad neta del buque sin alargar. Escenario Critico  
Tabla J.1 Utilidad neta del buque alargado. Escenario Ideal  
Tabla J.2 Utilidad neta del buque alargado. Escenario Normal  
Tabla J.3 Utilidad neta del buque alargado. Escenario Real  
Tabla J.4 Utilidad neta del buque alargado. Escenario Critico  
Tabla K.1 Diferencia entre utilidades neta del buque Escenario Ideal  
Tabla K.2 Diferencia entre utilidades neta del buque Escenario Normal  
Tabla K.3 Diferencia entre utilidades neta del buque Escenario Real  
Tabla K.4 Diferencia entre utilidades neta del buque Escenario Critico



## ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1 Líneas de forma del Buque Atunero “A” previo al alargamiento
- PLANO 2 Líneas de forma del Buque Atunero “A” posterior al alargamiento
- PLANO 3 Capacidad de combustible del Buque Atunero “A” previo al alargamiento
- PLANO 4 Capacidad de combustible del Buque Atunero “A” posterior al alargamiento
- PLANO 5 Capacidad de bodegas del Buque Atunero “A” previo al alargamiento
- PLANO 6 Capacidad de bodegas del Buque Atunero “A” posterior al alargamiento

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

Hasta mediados del siglo XX, la comercialización nacional de atún se centró en satisfacer las necesidades del mercado interno, a partir del cual se desarrollaron las pesquerías orientadas al comercio exterior. La industria del atún ha sido la columna vertebral de la industria pesquera del Ecuador, ya que se ha desarrollado en tres etapas: captura, procesamiento y venta. La pesca y el procesamiento de atún también han generado 24.000 empleos directos y 120.000 indirectos. La industria atunera es en la actualidad una de las principales fuentes de ingresos del país, contribuyendo alrededor del 65% a la generación de divisas. Esta industria ha aportado con el 10% en exportaciones no petroleras del Ecuador. Cerca del 50% de atunes se exportan a la Unión Europea, donde se requieren estándares de calidad de la captura como por ejemplo no transportar el atún en doble almacenamiento. La flota pesquera ecuatoriana es una de las embarcaciones pesqueras más grandes del Pacífico oriental ya que capturó alrededor de 280.000 toneladas de atún hasta el 2017 y es la nación pesquera más grande de la región.

Según el Instituto Nacional de Pesca (INP), desde el año 2000 al 2019 ha existido un incremento promedio en la captura de atún en aguas nacionales e internacionales del 6%. Para el año 2019 la captura total de atún fue de alrededor de 311 000 toneladas, de las cuales un 86% de esta captura fue realizada en aguas internacionales. Esto demuestra que un gran porcentaje de la captura de atún se hace en aguas internacionales.

El atún al ser una especie migratoria se encuentra alejada de las costas, lo que representa un reto para las embarcaciones ya que deben tener una autonomía adecuada y una capacidad de bodega que económicamente justifique la faena.

Por lo antes mencionado los barcos atuneros ecuatorianos deben ser repotenciados con la finalidad de seguir siendo competitivos a nivel mundial y poder seguir capturando volúmenes considerables, ya que según el registro regional de la Comisión Interamericana del Atún tropical (CIAT), la antigüedad promedio de las embarcaciones del pabellón ecuatoriano es de 33 años. Actualmente la

Subsecretaria de Puertos y Transporte Marítimo tiene registrado más de 114 embarcaciones atuneras.

Para que la armada ecuatoriana aumente su espacio de captura existen dos alternativas: la primera implica reemplazar las embarcaciones actuales por unas de mayor capacidad, mientras que la segunda implica aprovechar las embarcaciones ya existentes con sus equipos y modificarlas de tal forma que puedan transportar más captura y tener mayor autonomía.

Siendo la segunda opción la más viable ya que aprovecha un bien ya existente y el valor de inversión es bajo, la mejor manera en la cual una embarcación puede aumentar capacidad de carga es realizar una modificación en sus dimensiones principales, generalmente en la eslora. A este proceso se lo conoce como alargamiento.

Actualmente este modelo de alargamiento se ha realizado a buques de la compañía Nirsa, dichas modificaciones se realizaron en Astinave. EP. Al buque atunero Roberto A.

Las principales finalidades del alargamiento de buques son aumento de carga, aumento de autonomía y aumento de habitabilidad. Según el CPNV-SP Camilo Delgado, Gerente General de Astinave EP, quienes últimamente han realizado trabajos de alargamiento, indico que en el alargamiento del buque atunero Roberto A. los trabajos tardaron alrededor de 70 días alargando 4,00 metros en la eslora total del buque.

El alargamiento de este tipo de embarcaciones debe realizarse considerando la ejecución de la normativa de estabilidad de la Organización Marítima Internacional (OMI) como el código de estabilidad intacta, SOLAS y un análisis económico para validar la inversión.

El procedimiento para el alargamiento de un buque se lo realiza en varaderos o astilleros teniendo la embarcación sobre plataforma. Generalmente es dividido en la sección media, donde el área transversal es constante, así se aprovecha la mayor capacidad. Una vez dividido el buque, un bloque es insertado y soldado. Para esto además se debe considerar las tuberías de los sistemas auxiliares que pasan a través de este bloque, tales como combustible, salmuera, lastre, eléctrico e hidráulico.

Al realizar el alargamiento de un buque, siendo que se modifican las dimensiones principales, se debe considerar el cumplimiento de todas las reglas de construcción incluyendo además regulaciones de estabilidad como el Código de estabilidad Intacta y resistencia estructural proporcionada por la sociedad de clasificación DNV.

Cabe además notar que la modificación de medidas en la embarcación produce cambios en los costos de operación, incluyendo el costo de construcción. Además, se debe analizar

### **1.1 Descripción del problema**

La flota atunera del Ecuador conformada por 114 embarcaciones se ha mantenido en el mercado sin modificaciones por 33 años. La capacidad de carga se ha mantenido intacta, sin embargo, para el aumento de captura se han visto en la obligación de realizar mayor cantidad de viajes, lo que ha ocasionado mayores costos operativos y de mantenimiento de las embarcaciones

La insuficiente autonomía y la extensión de bodega de los buques atuneros de la flota ecuatoriana hacen necesaria la actualización de nuestros buques, de manera que podamos seguir siendo una potencia en la captura y exportación de atún. Para que los buques atuneros ecuatorianos sigan siendo competitivos a nivel internacional, es necesario que tengan la aptitud de realizar faenas más largas, de realizar capturas abundantes y de garantizar la calidad de la pesca.

Actualmente muchos buques atuneros desean ejecutar este modelo de repotenciación para así seguir teniendo ganancias, sin embargo, son pocos los astilleros que realizan este procedimiento de manera adecuada, puesto que no consideran la modificación de aspectos esenciales para la navegación como son; estabilidad intacta; estabilidad en avería; resistencia al avance y; resistencia longitudinal. Este caso en particular se le ha presentado al Ing. Naval Javier Lavayen, al cual una empresa privada ha solicitado supervisar un alargamiento a su buque, a pesar de ello, el observa que no se encuentra un estudio ni técnico ni económico a punto de realizar esta modificación.

### **1.2 Justificación del problema**

Actualmente la repotenciación es la manera más eficiente de aumentar la capacidad de carga y autonomía de buques atuneros, dado que existe un costo económico relativo a adquirir un nuevo buque con las capacidades deseadas. La

manera con la que se obtiene un aumento significativo de bodega es al realizar un alargamiento de la embarcación. Alargar una embarcación de manera técnica incurre en un aprovechamiento de los equipos ya instalados como; generadores, hélice, motor principal, compresores de enfriamiento bombas etc.

Aumentar la capacidad de carga y cumplir con las normas internacionales para la exportación al territorio europeo, han llevado a navieras del sector pesquero a apostar nuevamente por el servicio de alargamiento y repotenciación de buques. (El Universo, 2020)

Lo que se desea obtener de este proyecto es un análisis técnico y económico al ejecutar el alargamiento de un buque atunero, el cual por requerimiento del armador pretende aumentar su capacidad de bodega 120,00 metros cúbicos por tanto necesita ser alargado 6,50 (+/- 5%) en su eslora total. Esto permitirá determinar si es preciso realizar trabajos adicionales con la finalidad de recuperar una adecuada navegabilidad en la situación de que esta se vea afectada y conocer el costo total de la repotenciación.

La finalidad de este proyecto es proporcionar la información técnica suficiente para que luego de realizar este tipo de modificaciones al buque atunero dicha embarcación además de ser estable, segura estructuralmente sea rentable.

### **1.3 Objetivos**

Los objetivos de este esquema se dividen en dos, en los que se detalla a continuación.

#### **1.3.1 Objetivo General**

Evaluar la modificación en la navegabilidad de una embarcación atunera de bandera ecuatoriana al ser alargada 6.50 metros en su eslora total siguiendo regulaciones de la Sociedad Clasificadora DNV para desarrollar la capacidad de carga en 120 toneladas.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

La evaluar la navegabilidad de una embarcación es necesarios comprobar la estabilidad, resistencia el avance y resistencia estructural de la misma, además de esto se debe realizar un estudio económico para validar el proyecto. Es por esta razón que se define los siguientes objetivos específicos:

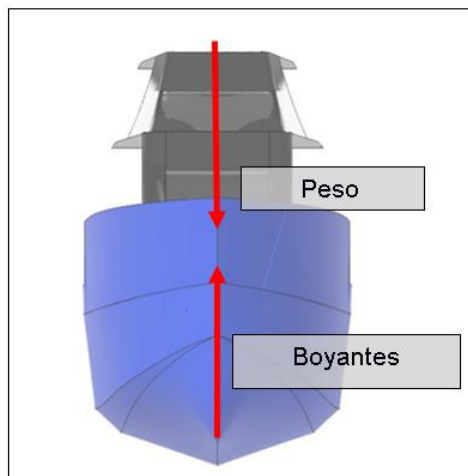
1. Evaluar los criterios de estabilidad y eslora inundable del buque.
2. Evaluar la resistencia a la marcha del buque.
3. Evaluar el esfuerzo cortante y momento flector permisible usando las reglas de la sociedad de clasificación DNV, de la embarcación una vez realizado el alargamiento.
4. Analizar costos y beneficios de la inversión para el alargamiento.

## 1.4 Marco teórico

### 1.4.1 Estabilidad Intacta transversal.

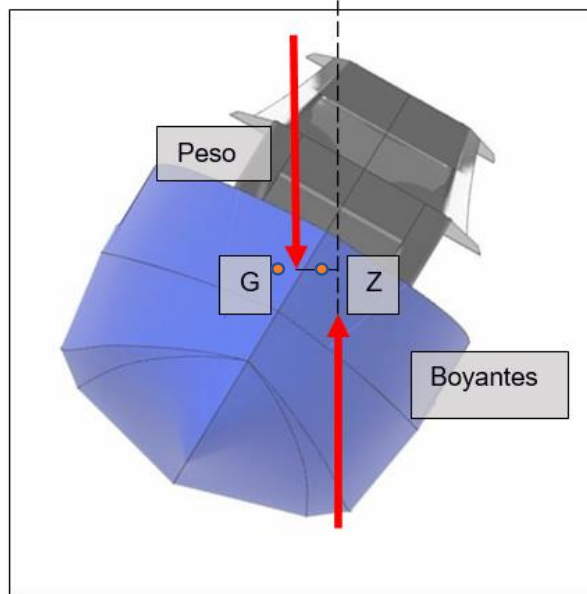
Una embarcación además de tener una adecuada boyantes debe permanecer adrizada, para que esto suceda las fortalezas resultantes del cuerpo deben ser igual a cero, esto implica que la resultante de los pesos del buque y la fuerza de boyantes son de igual magnitud y actuar sobre la misma línea de acción.

En la Figura 1.1. podemos observar una embarcación en equilibrio y adrizada.



**Figura 1.1 Buque adrizado (Fuente: Autor)**

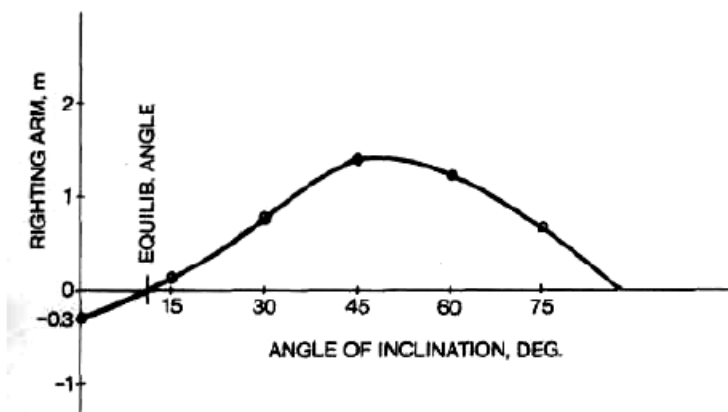
Cuando la embarcación por acciones de carga se inclina esto provoca que las fuerzas antes mencionadas no se encuentren sobre la misma línea de acción lo que provoca un momento, este momento al ser positivo se lo conoce como momento adrizante, mientras que cuando es negativo es llamado momento escorante. El momento adrizante es aquel que trata de regresar la embarcación al equilibrio.



**Figura 1.2 Buque escorado con brazo adrizante. (Brazo Positivo)**

Como se puede observar en la Figura 1.2 el valor  $GZ$  es el momento restaurador del buque.

Para estudiar la firmeza de una estructura flotante existe las llamadas curvas de estabilidad estática, Que es una figura donde se grafican los momentos adrizantes versus los ángulos de inclinación del buque.



**Figura 1.3 Curva típica de estabilidad. (Autor. PNA. Stability and Strength)**

La Figura 1.3 describe el comportamiento típico de una curva de brazos adrizantes, los criterios de estabilidad de la OMI hacen referencia a los mínimos valores de área que deben existir bajo esta curva.

#### **1.4.1.1 Criterios Generales (Código de estabilidad Intacta OMI)**

- El área bajo la curva de brazos adrizantes (Curva brazos GZ) no será inferior a 0,055 [metro-radial] hasta un ángulo de escora  $\theta=30$  [grados], ni bajo de 0,09 [metro-radial] hasta  $\theta=40$  [grados], o hasta el ángulo de desbordamiento descendente si este es bajo de 40 [grados]. Además, el área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos GZ) entre los ángulos de escora de 30 [grados] y 40 [grados], o 30 [grados] y el ángulo de inundación descentete no será inferior a 0,03 metro-radian (IMO, 2008)
- El brazo adrizante GZ será como mínimo de 0,2 [metro] a un ángulo de escora igual o superior a 30 grados. (IMO, 2008)
- El brazo adrizante máximo corresponderá a un ángulo de escora no inferior a 25 grados. (OMI, 2008)
- La altura metacéntrica inicial  $GM_0$  no será inferior a 0,15 metros (IMO, 2008)

#### **1.4.2 Estabilidad en avería.**

El diseñador debe preocuparse de que una embarcación tenga la suficiencia tras sufrir un siniestro que comprometa el armazón de la embarcación y exista ingreso de agua al casco, esta tenga la capacidad de seguir a flote. Esto se lo consigue con la localización de los mamparos transversales. Los cuales proporcionan estanqueidad a zonas de la embarcación, limitando el ingreso de agua al buque. Aquí se introduce un concepto llamado permeabilidad, que es la capacidad que tiene un compartimiento de inundarse, en pocas palabras, la capacidad de agua que lo podría ocupar.

Para analizar la estabilidad en avería debemos conocer el significado de eslora inundable. Laura K. Alford en 2014 esclarece que la eslora inundable es la eslora del buque que se necesita inundar para la línea marginal del buque se sumerja, y la línea margen se encuentra a un mínimo de 3'' bajo la cubierta de escantillón.

En la Figura 1.4. se observa una curva típica de eslora inundables, considerando las diferentes permeabilidades dependiendo de la destinación del compartimiento e inundando dos compartimentos continuos.



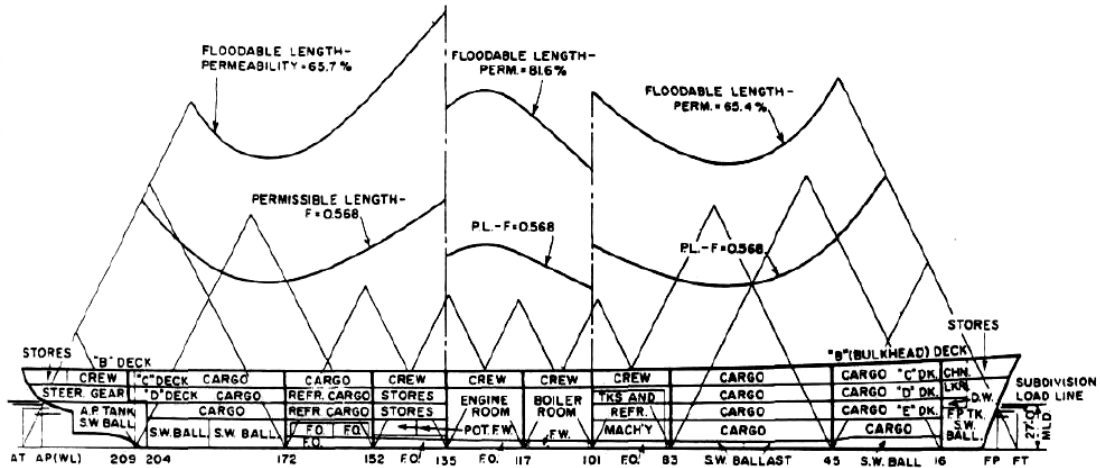


Figura 1.4 Curva típica de eslora inundables (Autor. PNA. Stability and Strength)

Solas establece que como mínimo la eslora inundable debe tener la longitud de dos compartimentos continuos.

### 1.4.3 Resistencia al avance.

Al desplazarse un cuerpo sobre un fluido este genera una resistencia opuesta al avance del cuerpo. En el ámbito naval se puede desglosar la resistencia total de la embarcación en los siguientes componentes:

$$\text{Resistencia Total} = \text{Resistencia Friccional} + \text{Resistencia a la presión Viscosa} + \text{Resistencia por olas} \quad (1.1)$$

#### 1.4.3.1 Resistencia Friccional

Como se muestra en la Figura 1.5, es el sumario de los elementos de las fuerzas cortantes tangenciales que actual sobre la superficie del casco.

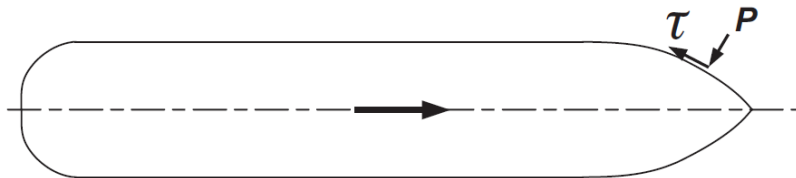
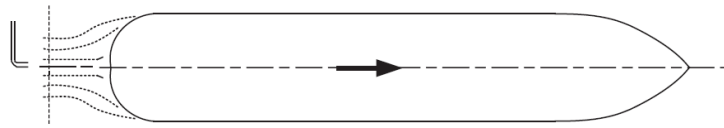


Figura 1.5 Resistencia friccional de un buque (Fuente- Ship Resistance and propulsion , Molland)

#### 1.4.3.2 Resistencia a la presión viscosa

En un flujo no ideal la resultante de las presiones que actúa en la proa y en la popa de la embarcación genera una resistencia.

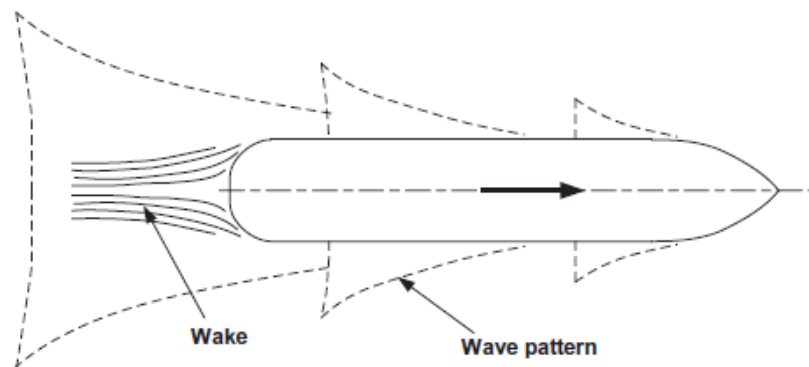


**Figura 1.6 Resistencia por presión viscosa en un buque. (Fuente- Ship Resistance and propulsion , Molland)**

La Figura 1.6, representa el efecto de la presión viscosa actuando sobre un casco.

### **1.4.3.3 Resistencia por olas**

El patrón de olas creado por el casco cuando la embarcación se desplaza se la puede considera como una pérdida de energía al generar dichas olas. En la Figura 1.7 se ilustra un patrón de olas típico de un buque.

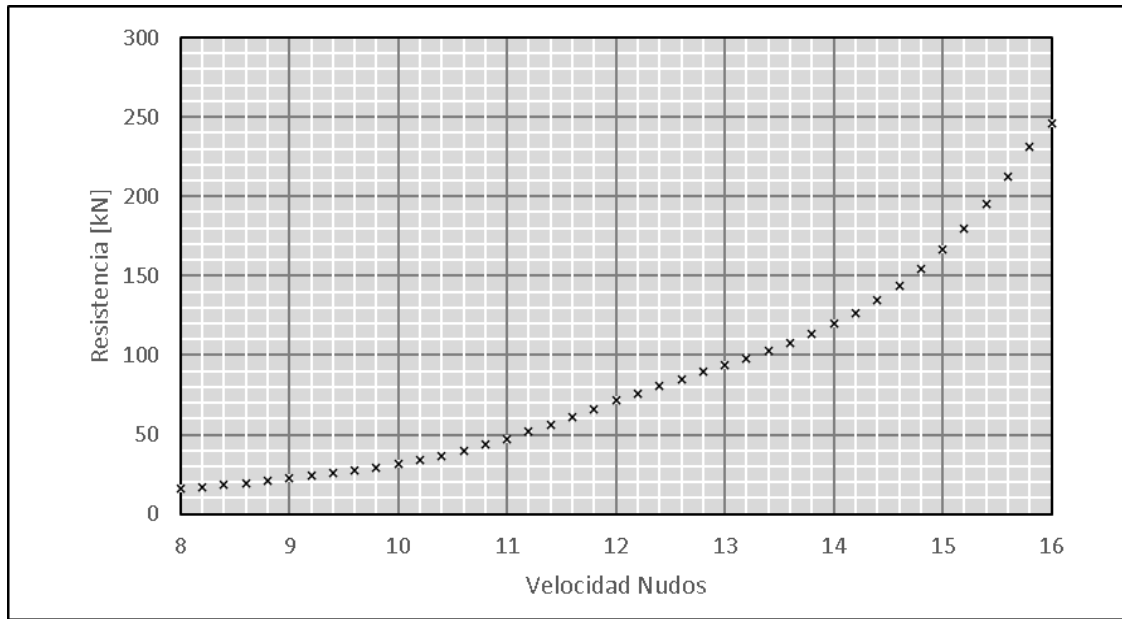


**Figura 1.7 Resistencia por olas en un buque (Fuente- Ship Resistance and propulsion , Molland)**

### **1.4.3.4 Estimación de la resistencia.**

Actualmente existen métodos empíricos para estimar la firmeza de una embarcación. Uno de los métodos más eficientes es el propuesto por Holtrop, ya que es aplicable para embarcaciones de desplazamiento. Existen herramientas computacionales las cuales nos proporcionan la aplicabilidad de este método para estimar la resistencia el avance.

En la Figura 1.8. Se puede observar como la firmeza al avance tiende a incrementarse con el aumento de velocidad de avance del buque, este el proceder típico de la resistencia.



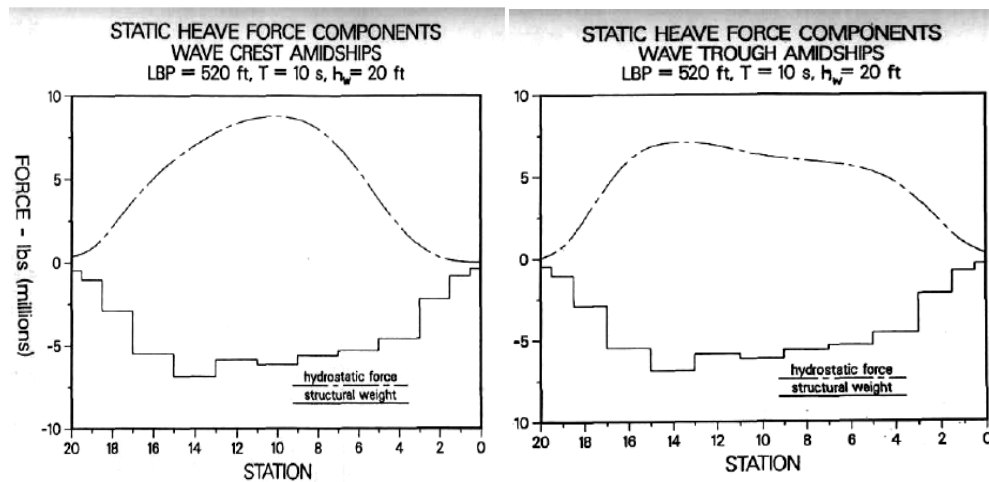
**Figura 1.8 Curva de resistencia típica en buques.**

#### 1.4.4 Resistencia longitudinal.

Un cuerpo flotante estático alargado como es el caso de las embarcaciones experimenta dos grandes cargas; la boyantes proveniente de la presión hidrostática y las fuerzas gravitacionales. Estas fuerzas actúan perpendicularmente a la eslora de la embarcación y son conocidos como fuerzas primarias, así mismo estos esfuerzos actúa sobre el buque como si fuera una viga.

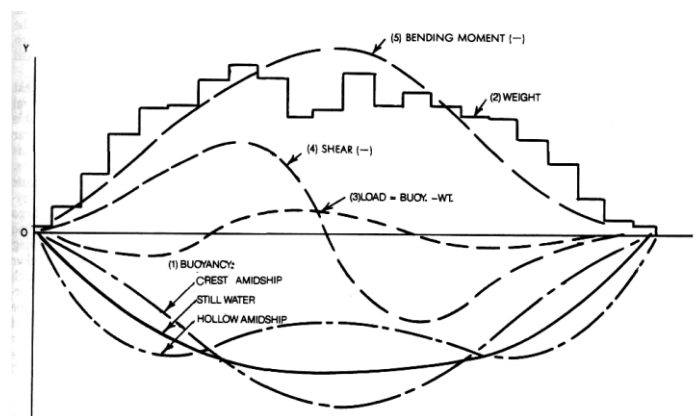
Las fuerzas hidrostáticas provienen de la presión que genera el agua sobre la embarcación y esta puede ser en aguas tranquilas, arrufo o quebranto. Las fuerzas gravitacionales incluyen el peso del propio cas de la embarcación y el peso de los componentes del buque como son; maquinaria, bodegas, tanques de lastre o tranques de combustible.

La Figura 1.9. describe el comportamiento de la fuerza de boyantes para los casos de arrufo y quebranto respectivamente, así mismo para la distribución de pesos estructurales del buque.



**Figura 1.9 Distribución de Fuerza de boyantes y pesos típicos en un buque.  
(Autor- PNA. Stability and Strength)**

Por esta manera se debe analizar las fuerzas cortantes y momentos flectores que se generan en el buque.



**Figura 1.10 Distribución de pesos, esfuerzos cortantes y momentos flector-típicos de un buque. (Autor. PNA. Stability and Strength)**

En la Figura 1.10 se observa una distribución típica de esfuerzos y momentos flectores actuando sobre un buque, en esta figura también se observan los pesos que actúan sobre dicho casco.

#### **1.4.4.1 Modulo seccional**

Para determinar el módulo seccional del buque se debe calcular el módulo seccional de las planchas del buque tanto de fondo, costados y cubiertas, más las estructuras que se extiendan longitudinalmente un 60% la eslora de la embarcación.

#### **1.4.4.2 DNV**

DNV es una sociedad de clasificación IACS, la cual provee formulaciones empíricas para poder determinar los mínimos módulos seccionales que debe tener una embarcación así mismo determinan cuales deberán ser los máximos esfuerzos cortantes y momentos flectores a los cuales debe ser sometida una embarcación.

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

El buque Atunero analizado el cual es de bandera ecuatoriana por disposición del armador decidió incrementar el volumen de bodega en  $120 \text{ m}^3$ , para lo cual determinaron que necesitaba ser alargado 6,5 metros (+/- 5%) en su eslora total.

### 2.1. Resumen de alargamiento.

El buque atunero fue alargado realizando un corte a 13,50 metros medidos desde proa. Se procedió a insertar un bloque de 6,50 metros de largo.

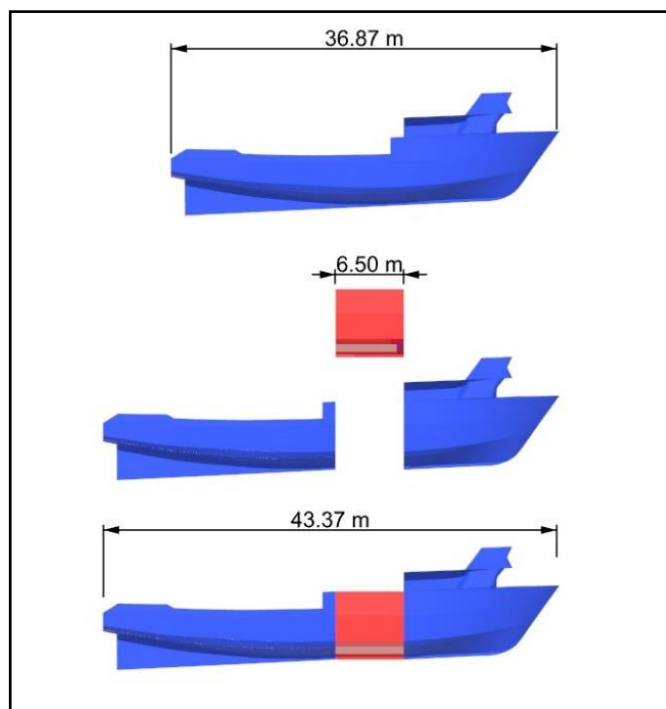


Figura 2.1 Esquema del alargamiento realizado.

La Figura 2.1 muestra como fue realizado el corte para el alargamiento y la longitud del bloque insertado.

**Tabla 2.1 Comparación de variación de dimensiones principales.**

<b>Características Principales</b>	<b>Antes</b>	<b>después</b>	<b>variación</b>
Eslora [m]	36,87	43,37	+18%
Manga [m]	8,25	8,25	0%
Punta [m]	3,87	3,87	0%
Volumen del casco [m <sup>3</sup> ]	670,42	804,20	+20%
Capacidad de bodega [m <sup>3</sup> ]	216,84	335,94	+55%
Capacidad de combustible [galones]	30090,00	29050,00	-3%
Potencia instalada [hp]	650	650	0%
tripulación	23	25	+9%

En los APÉNDICES se encuentran los planos de líneas de forma, capacidad de combustible y capacidad de bodegas, donde se pueden visualizar las modificaciones realizadas.

## **2.2. Criterios de estabilidad para buques pesqueros**

Del libreto de estabilidad proporcionado a nuestro patrocinador podemos obtener las características necesarias para determinar la estabilidad del atunero en cada condición de carga.

Tal como solicita la OMI, el libreto de estabilidad existente cuenta con las 3 condiciones de carga mínimas requeridas para buques pesqueros, estas son:

Salida de puerto: En esta condición de carga analizamos el buque con el 100% de consumibles y 0% de pesca.

Media travesía: En esta condición de carga analizamos el buque con el 50% de consumibles y 100% de pesca.

Llegada a puerto: En esta condición de carga analizaremos el buque con el 10% de consumibles y 100% de pesca.

A continuación, mostramos las características del buque en cada condición.

**Tabla 2.2 Características de carga de la embarcación sin alargar**

	<b>Ligero</b>	<b>Salida de puerto</b>	<b>Media Travesía</b>	<b>Llegada a puerto</b>
Desplazamiento (Ton)	333,17	563,05	562,05	503,05
KG (m)	4,802	4,205	4,1	3,792

### 2.2.1. Curva de brazos adrizantes

Para obtener la curva de brazos adrizantes vs ángulo de escora utilizamos la siguiente ecuación:

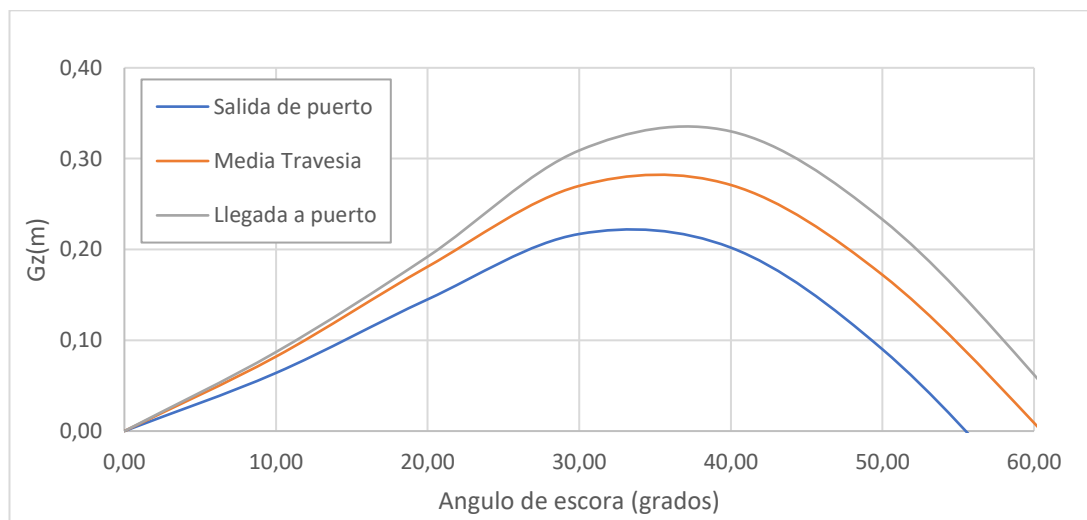
$$\text{Brazo Adrizantes (GZ)} = KN - KG * \text{Sen}(\theta) \quad (2.1)$$

Donde:

KN: Curvas cruzadas de la embarcación.

KG: En centro de gravedad vertical del buque, para cada condición de carga.

$\theta$ : El ángulo de escora analizado.



**Figura 2.2 Curva de brazos adrizando para cada condición de carga. Buque sin alargar.**

En la Figura 2.2 se observa la curva de brazos adrizantes en cada una de las condiciones de carga analizadas del buque antes del alargamiento.

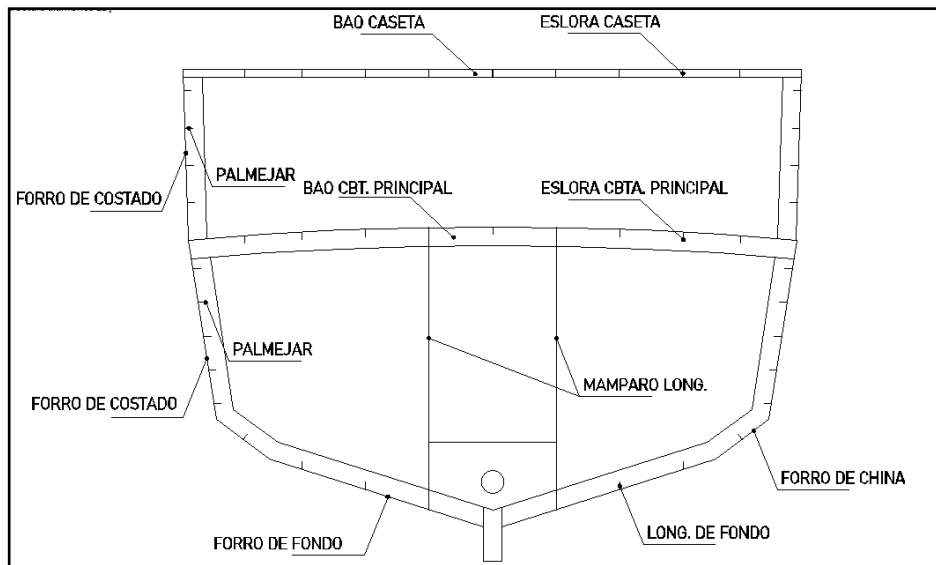
### 2.2.2. Criterios de estabilidad buque alargado

#### 2.2.2.1. Modificación del desplazamiento en ligero

Al momento del presente trabajo no se ha realizado una prueba de estabilidad del buque, por lo que no es posible determinar de manera experimental el centro de gravedad del buque, así como su desplazamiento. Por esta manera se calculará el peso añadido de la estructura, eje y tuberías.



Se conoce que los refuerzos del bloque insertado mantendrán la configuración estructural inicial del buque, por lo que de los planos estructurales se verifico los tipos de refuerzos y espesores, con esto podemos realizar el plano del bloque insertado. En la Figura 2.3 observamos el esquema del bloque insertado en la embarcación.



**Figura 2.3 Esquema del bloque insertado,**

En el APÉNDICE C, se muestra los detalles de los elementos estructurales de la embarcación.

Considerando que el bloque insertado es de 6,50 metros y que la separación entre cuadernas es de 50 centímetros podemos calcular el peso que tendrá el bloque insertado ya que el material a utilizar es acero naval cuya densidad es de 7,80 toneladas/m<sup>3</sup>.

**Tabla 2.3 Resumen de pesos añadidos.**

Peso elementos longitudinales	23,48
Peso elementos transversales	6,48
Super estructura	6,50
tuberías [ton	3,00
Eje 6"	3,70
Total, peso estructural [ton]	43,16

Para determinar cuánto se desplaza en centro de gravedad en sentido vertical es necesario encontrar el centro de gravedad del bloque insertando. Esto se lo puede calcular al ya conocer las características estructurales del mismo: En el Apéndice D se muestra la tabla del cálculo del eje neutro

EJE NEUTRO [m]	3,87
----------------	------

Una vez obtenido el eje neutro del bloque insertado, lo que resta por realizar es una suma de momentos para así encontrar el nuevo centro de gravedad vertical siendo estos 4,67 metros medidos desde la línea base.

#### **2.2.2.2. Condiciones de carga del buque alargado**

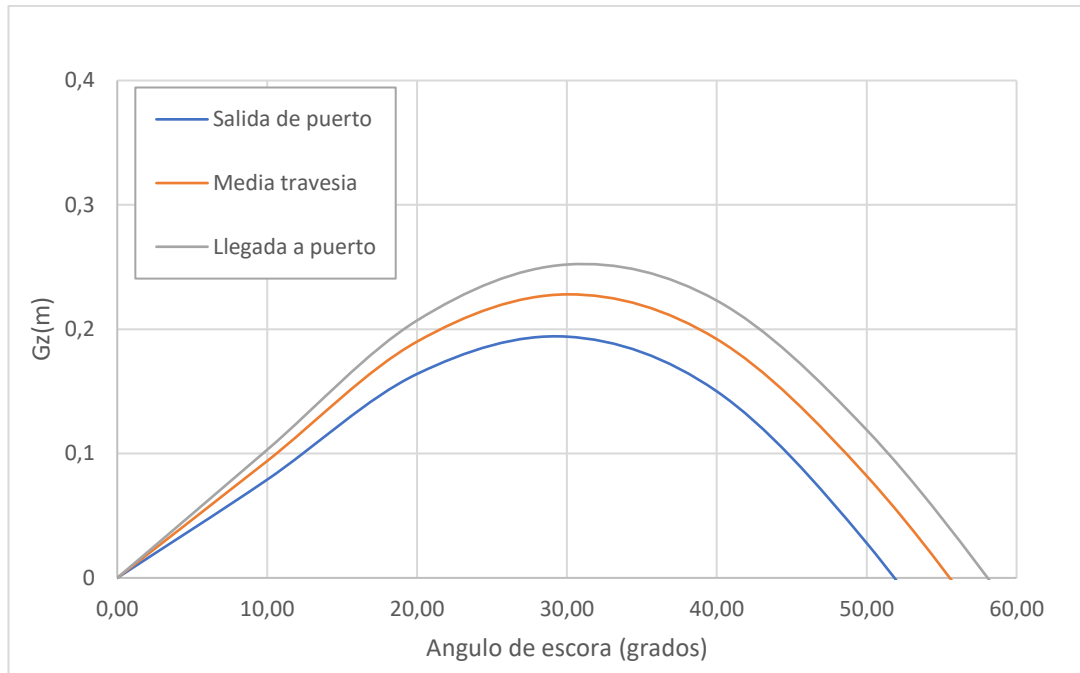
Una vez realizado los cálculos del peso en ligero, es necesario realizar determinar las características de la embarcación una vez se llenen las nuevas bodegas.

**Tabla 2.4 Características de carga del buque alargado**

	Condición			
	Ligero	Salida	Intermedio	Llegada
$\Delta$ (Ton)	376,33	659,35	673,99	674,97
KG (m)	4,67	4,10	4,01	3,96

#### **2.2.2.3. Curva de brazos adrizantes:**

De igual manera que para el buque sin alargar se debe realizar al buque alargado.



**Figura 2.4 Curva de brazos adrizantes para cada condición de carga (Buque alargado)**

En la Figura 2.4 se observa la curva de brazos adrizantes en cada una de las condiciones de carga analizadas del buque posterior al alargamiento.

### 2.3. Eslora inundable

Para determinar la curva de eslora inundable utilizaremos un software el cual nos permitirá realizar dicho cálculo, para nuestro caso dicha herramienta será Maxsurf, en el módulo Stability.

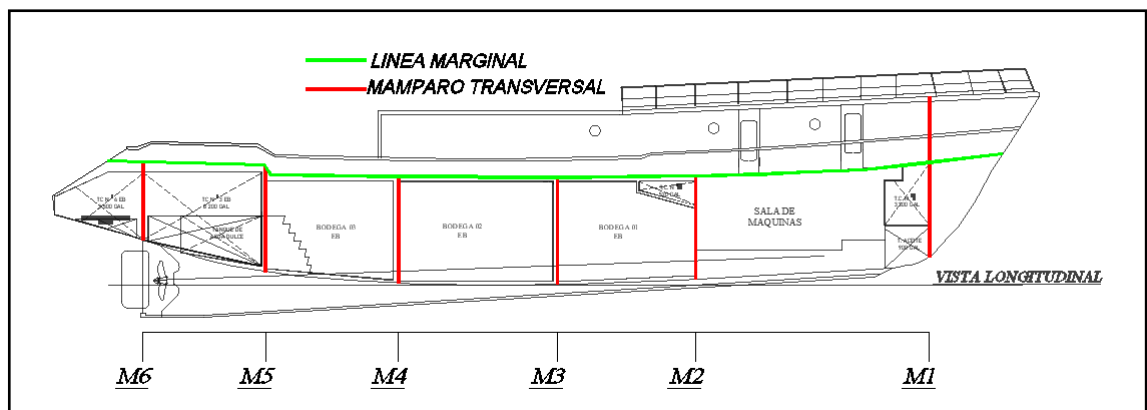
Dependiendo del compartimiento se debe considerar las siguientes permeabilidades.

**Tabla 2.5 Permeabilidades según zona del buque [Autor: SOLAS]**

ESPACIO	PERMEABILIDAD
Destinados a Carga	0,60
Acomodación	0,95
Maquinaria	0,85
Espacios Vacíos	0,95
Destinados para líquidos	0 or 95

### 2.3.1. Eslora inundable del buque sin alargar

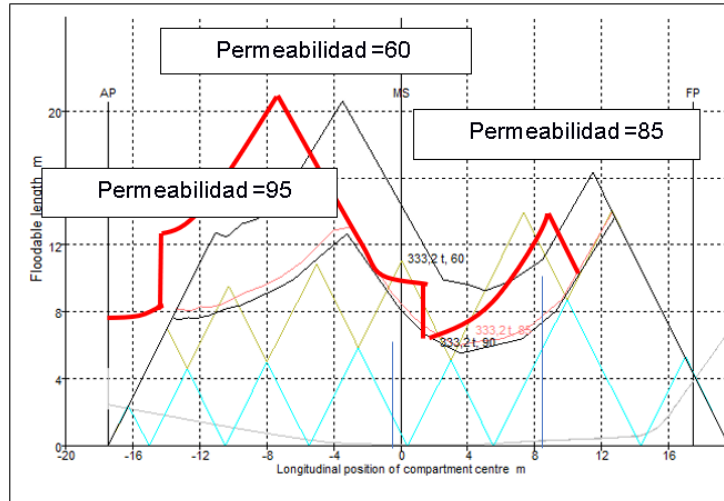
Antes del alargamiento la embarcación contaba con 6 mamparos transversales, los cuales proporcionaban estanqueidad a los compartimentos, a continuación, se presenta la distribución de los mamparos estancos.



**Figura 2.5 Esquema de ubicación de línea marginal y mamparos estancos.  
Buque Atunero "A" sin alargar**

La Figura 2.5 muestra la ubicación de cada compartimento estanco, así como la línea marginal utilizada para el estudio.

Utilizando un software se determinó la curva de eslora inundable considerando 2 compartimentos continuos inundados:

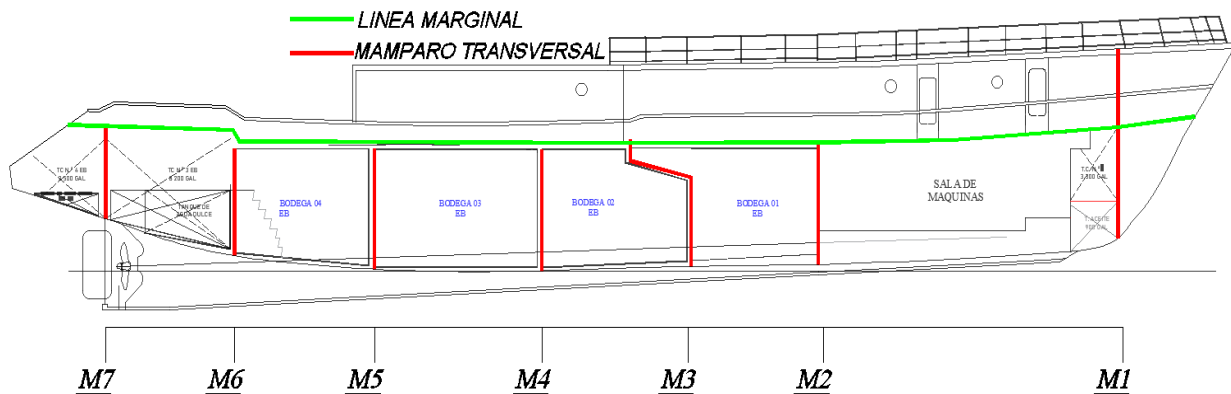


**Figura 2.6 Permeabilidad Buque Atunero "A" 'Sin alargar**

Al considerar las distintas permeabilidades de por compartimentos se observa que al inundar dos compartimentos continuos el criterio de eslora inundable no se satisface como se observa en la Figura 2.5 ya que se sobrepasa la curva mostrada.

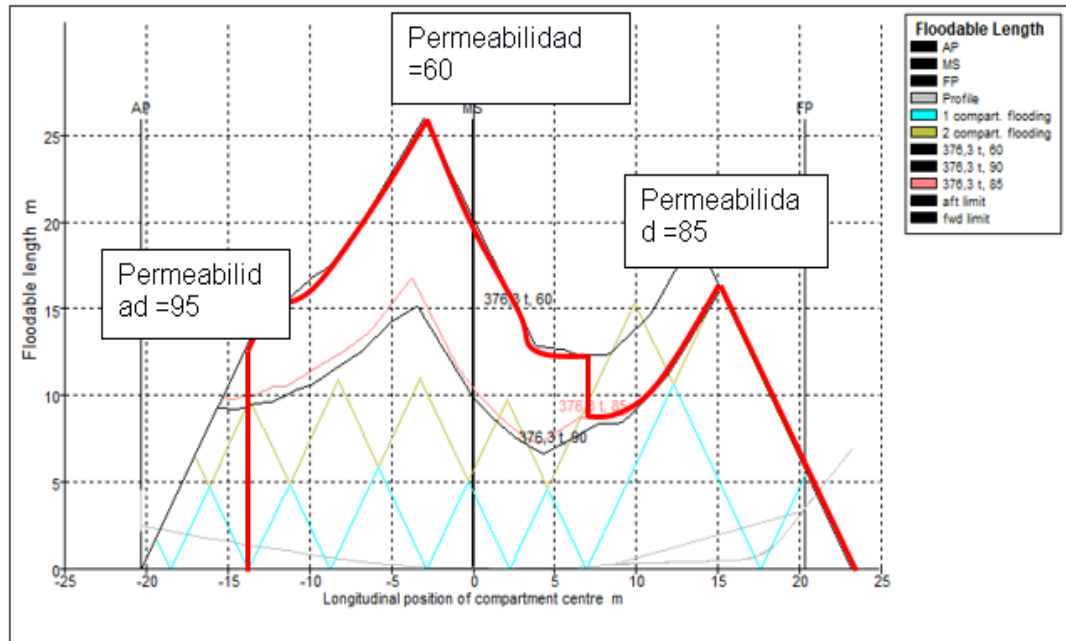
### 2.3.2. Eslora inundable del buque alargado

Al realizar el alargamiento del buque se instaló un mamparo estanco adicional, siendo la nueva distribución de mamparos, en la Figura 2.7 se puede visualizar la distribución actual.



**Figura 2.7 Esquema de ubicación de línea marginal y mamparos estancos. Buque Atunero "A" alargado**

Utilizando un software se determinó la curva de eslora inundable considerando 2 compartimentos continuos inundados:



**Figura 2.8 Permeabilidad Buque Atunero "A" Alargado**

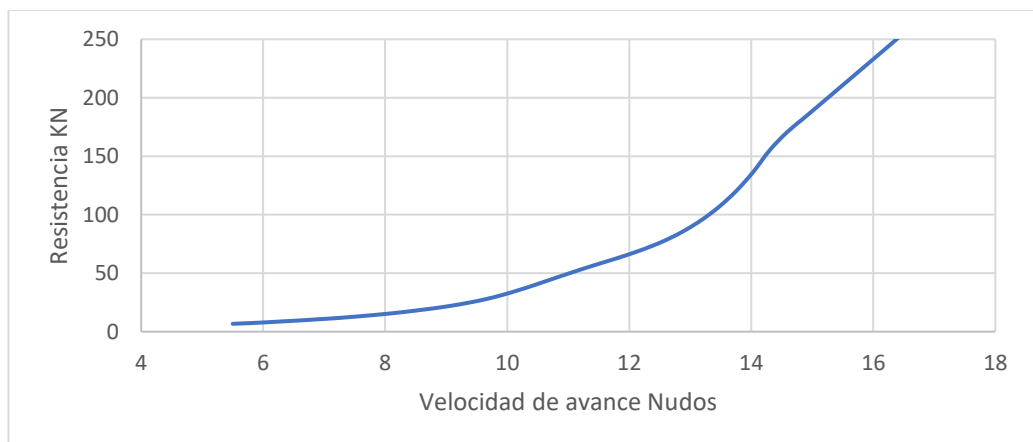
En la Figura 2.8, al igual que en la Figura 2.7 se evidencia que no se satisface los criterios de eslora inundable

## 2.4. Resistencia al avance

Para calcular la resistencia al avance de la embarcación utilizaremos el software MafSurf en el módulo Resistance. El método que utilizara el software es Holtrop.

### 2.4.1. Resistencia al avance del buque sin alargar

En la Figura 2.9 se observa la resistencia al avance generada por el casco sin considerar el alargamiento del buque.



**Figura 2.9 Resistencia al avance del buque Atunero "A" sin alargar**

## 2.4.2. Resistencia al avance del buque alargado

En la Figura 2.10 se observa la resistencia al avance generada por el casco considerando el alargamiento del buque.

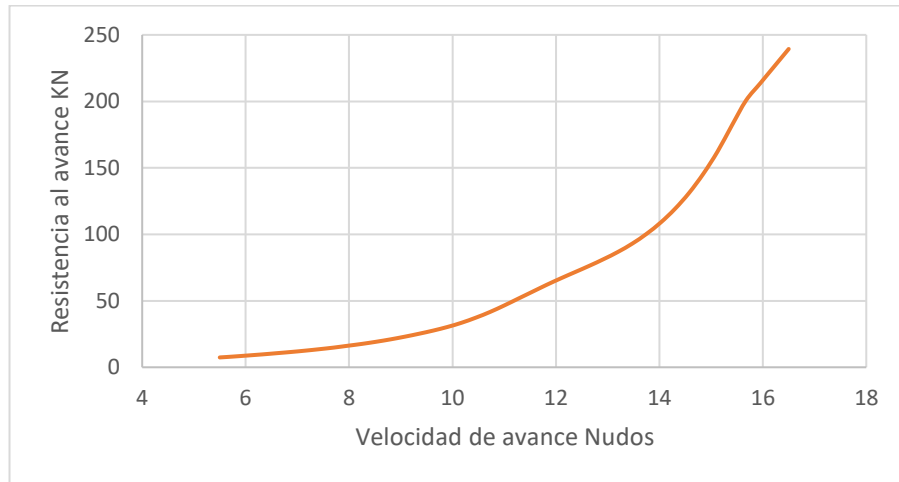


Figura 2.10 Resistencia al avance del buque Atunero "A" alargado

## 2.5. Resistencia estructural

### 2.5.1. Esfuerzos primarios.

Como se mencionó con anterioridad los esfuerzos primarios son aquellos que se consideran toda la estructura se flexa como una viga bajo distribución de carga longitudinal (José Marin- 2016)

Para considerar los esfuerzos primarios DNV nos proporciona dos herramientas que permiten medir que tan resistente es una embarcación: el mínimo modulo seccional que debe tener el buque y los esfuerzos cortantes y momentos flectores admisibles

#### 2.5.1.1. Mínimo modulo seccional sin alargar

La sociedad de clasificación DNV, determina que el mínimo modulo seccional para una embarcación viene dando por la siguiente ecuación:

$$Z_{R-gr} = K \left( \frac{1+fr}{2} \right) C_{w0} L^2 B (C_B + 0.7) 10^{-6} (m^3) \quad (2.2)$$

2.3)

Donde:

fr: Factor de reducción especificado en DNV RU-SHIP Par 3. Chapter 5

Cwo: 5,7+0,0222L

L: eslora del buque.

B: Manga del buque

CB: Coeficiente de bloque del buque

K: Esfuerzo cortante permisible de acero utilizado/125

**Tabla 2.6 Cálculo de mínimo modulo seccional: buque sin alargar**

k	0,73
fr	1,00
Cwo	6,52
L [m]	36,87
B [m]	8,25
Cb	0,62
ZR-gr [m <sup>3</sup> ]	7,08E-02

### **2.5.1.2. Mínimo modulo seccional alargado**

De igual manera para determinar el mínimo modulo seccional del buque una vez realizado el alargamiento es aplicable este método, donde el valor a modificar es el de la eslora del buque.

**Tabla 2.7 Cálculo de mínimo modulo seccional: buque alargado**

k	0,73
fr	1,00
Cwo	6,66
L [m]	43,37
B [m]	8,25
Cb	0,63
ZR-gr [m <sup>3</sup> ]	1,01E-01

### **2.5.1.3. Modulo seccional real del buque**

Para el cálculo del módulo seccional deben incluirse únicamente los elementos longitudinalmente continuos. Haciendo referencia a la Figura 2.3, donde se observa



el esquema del bloque insertado y al APÉNDICE C, donde se presenta el resumen de los elementos estructurales del bloque podemos realizar calculo respectivo mostrado en el APÉNDICE D.

### 2.5.2. Esfuerzos secundarios.

El bloque por analizar es parte del bloque insertado, el cual forma parte de la bodega de almacenamiento número 1. Para este análisis se utilizó el bloque comprendido entre los mamparos transversales 2 y3. El cual tiene una eslora de 4,50 metros. El bloque se muestra en la Figura 2.11.

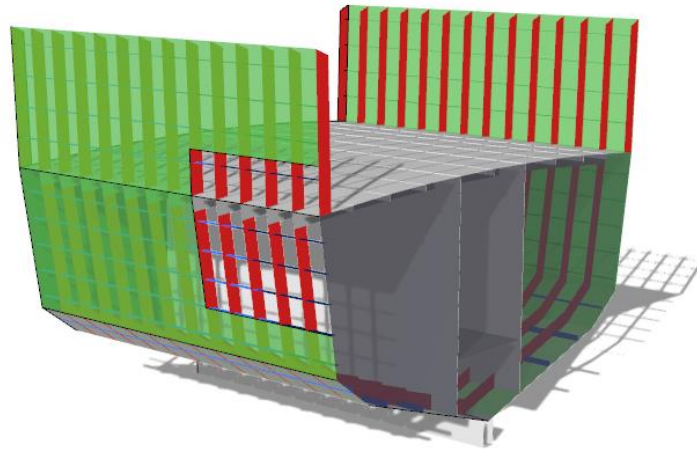


Figura 2.11 Esquema 3D del bloque insertado

#### 2.5.2.1. Mínimos módulos seccionales.

Los mínimos módulos seccionales vienen dados por la siguiente ecuación según DNV.

$$Z(cm^3) = 1000 * \frac{PSl^2}{f_{bdg}C_sR_{eH}} \quad (2.3)$$

Donde:

Cs: 0,85

Fbdg: 24,00

l: la longitud no soportada del elemento analizado 0,50 m

P: presión de diseño (Considerando las fuerzas de presión externas consideradas por DNV se obtiene: 37,24 kN/m<sup>2</sup>)

S: la separación entre refuerzos =0,85 m

ReH: 235 N/mm<sup>2</sup>

A continuación, se muestra los mínimos módulos seccionales según el tipo de elemento.

**Tabla 2.8 cálculo de Modulo seccional del buque.**

<b>Elemento</b>	<b>Mínimo modulo seccional (cm<sup>3</sup>)</b>
Longitudinales de Fondo	3,30
Transversales de fondo	69,91
Longitudinales de costado	1,94
Transversales de costado	63,10
Longitudinales de cubierta	3,30
Transversales de cubierta	95,16

### **2.5.3. Esfuerzos terciarios**

#### **2.5.3.1. Mínimos espesores de planchas**

El mínimo espesor que debe tener las planchas de fondo viene dado por la siguiente ecuación:

$$t \text{ (mm)} = a + bL\sqrt{K} \quad (2.4)$$

Donde:

a= 4,5

b= 0,035

L: eslora del buque

K: 1

Obteniendo un espesor mínimo que debe tener las planchas de fondo de 6,02 mm. Aplicando la misma ecuación tanto para las planchas de costados y cubierta tenemos los siguientes espesores mínimos: 5,51 mm para costados y 5,36 mm para cubierta.

## 2.6. Análisis económico.

### 2.6.1. Costo de un buque nuevo

Para poder realizar un análisis comparativo es necesario conocer cuál será el costo de una embarcación nueva en el mercado actual de características similares. Como bien es sabido la capacidad de bodega del Buque atunero "A" es de 335,94 m<sup>3</sup>.

Del proyecto realizado por el autor en la materia de Diseño de Buques que fue el "Diseño preliminar de un buque atunero de red de cerco con capacidad de 350 m<sup>3</sup> de bodega. Podemos obtener información la cual nos ayuda a estimar el costo de una embarcación nueva con características similares.

En el proyecto en mención se analizó el costo de los grupos constructivos: 100, 200, 300 y 600.

El costo referencial lo podemos observar en la siguiente tabla.

**Tabla 2.9 Costo por Grupo de un buque atunero Nuevo con capacidad de 350 m<sup>3</sup> de bodega.**

GRUPO	COSTO POR GRUPO
100	\$3 292 662,60
200	\$511 960,00
300	\$100 700,00
600	\$94 750,00
APAREJOS	\$ 1 900 000,00
SISTEMA DE FRIO	\$85 000,00
COSTO REFERENCIAL	\$ 5 985 072,60

### 2.6.2. Costo de venta del buque antes de ser alargado.

Otro referente para poder realizar un análisis económico es tener el costo referencial si la empresa desea vender el Buque Atunero "A" en su condición actual, es decir antes de realizar el alargamiento, se realizará un avalúo de la embarcación.

El objetivo del avalúo es determinar un valor, entendiéndose este, como la estimación del valor económico de un bien. (N. Hidalgo – 2013)

El método utilizado para el avalúo estará basado en ingeniería de Tasaciones.

Para determinar el valor de costo actual de una embarcación a la fecha que se efectúa la tasación utilizaremos la siguiente ecuación:

$$VCA = VRN * FD * FM * FO \quad (2.5)$$

Donde:

VCA: Valor de costo actual

VRN: Valor de reposición nuevo

FD: Es el factor de depreciación ingenieril.  $=FD = \frac{VUP-E}{VUP}$

VUP: Valor de vida útil probable

E: es la edad del bien

FM: Es el factor de mantenimiento

FO: Es el factor de obsolescencia.

Factor de mantenimiento: Este valor representa la calidad de mantenimiento que se pudo observar durante la inspección. Estos valores se los determina utilizando la siguiente tabla:

**Tabla 2.10 Factor de Mantenimiento. Fuente (N. Hidalgo – 2013)**

Características del Mantenimiento	F.M.	
Mantenimiento preventivo	0,9	1,0
Mantenimiento Correctivo	0,8	0,9
Mantenimiento Deficiente	0,7	0,8

Factor de obsolescencia: Representa el valor por la obsolescencia funcional y económica. Es decir, la pérdida por reducción de la demanda, reducción de materias primas, calidad inferior del producto y, por la disminución de utilidades La calidad del producto está relacionada con la calidad de la mano de obra, el deterioro físico de la maquinaria tecnológica incorporada o utilizada en el proceso. (N. Hidalgo, H.F. Rodas -2009). Este factor se puede determinar con la siguiente tabla.

**Tabla 2.11 Factor de obsolescencia. Fuente (N, Hidalgo - 2013)**

Edad (Años)		F.M.	
1	5	0,85	0,99
6	10	0,75	0,84
11	15	0,65	0,74
21	25	0,55	0,64
25	mas	0,45	0,54

Esto se lo realiza para cada sistema de la embarcación como se detalla en la siguiente tabla con el avalúo correspondiente:

El avalúo del buque es el siguiente: \$1 251 985,04, el resumen del avalúo se observa en APÉNDICE F.

### **2.6.3. Costo del alargamiento del buque atunero**

Los trabajos de alargamiento realizados al Buque Atunero "A" se efectuaron en la ciudad de Guayaquil, en un varadero privado. La estadía total de la embarcación fue de 90 días. Durante los cuales se realizaron los trabajos de corte y soldadura del casco, mantenimiento general al casco de la embarcación, arena y pintura del casco, reemplazo de ánodos de zinc.

El costo total del mantenimiento fue de: \$489 392.50, el resumen de trabajos se puede observar en el APÉNDICE E.

### **2.6.4. Costo operativo anual**

En esta sección separaremos los costos operativos en dos grupos, los costos fijos, los cuales son independientes del número de faenas anuales y a su vez del tonelaje de captura en cada faena y en costos variables los cuales dependerán del número de faenas realizadas por la embarcación y por el tonelaje capturado.

Los costos fijo más relevantes del buque son los sueldos de la tripulación, mantenimiento predictivo, preventivo, seguros y diques.

Los costos variables son los del consumo de combustible y bonos a pescadores.

Al año se deben considerar los 60 días de veda, que en estas fechas se aprovecha para que las embarcaciones realicen trabajos de mantenimiento y dique. La faena por lo general dura 45 días además a esto hay que considerar 5 días de carga y descarga. Lo que nos permite tener como máximo 6 faenas anuales.

#### **2.6.4.1. Gastos independientes de la captura de atún.**

Considerando que todos los tripulantes de la embarcación (sin alargar) cuentan con contratos de trabajo ellos reciben sueldos base mensuales, el cual da un total de \$201 600,00. El resumen de estos gastos se observan en el APÉNDICE G.

Además, la embarcación realiza trabajos de dique cada dos años los cuales tienen valores promedio de \$ 70 000,00 lo que implican \$35 000,00 anuales.

Como se menciona en la tabla 2.12, la embarcación sin alargar tenía capacidad de 30 090 galones de Diesel, considerando que en cada faena el combustible es consumido en su totalidad, así mismo, actualmente el valor comercial del galón de Diesel es de \$1,30. Lo que representa un costo anual de \$234 702,00.

Al considerar los mismos gastos para el buque alargado existen modificaciones en ciertos gastos los cuales depende del número de tripulantes y capacidad de combustible. A continuación, se detallan los gastos fijos de la embarcación.

**Tabla 2.12 Resumen de gastos fijos**

<b>Gastos independientes de la captura (anual)</b>		
	<b>Buque sin alargar</b>	<b>Buque Alargado</b>
Sueldo fijo de tripulantes	\$201 600,00	\$211 200,00
Mantenimiento	\$35 000,00	\$65 000,00
Diesel	\$234 702,00	\$217 875,00
Viveres	\$8 000,00	\$9 200,00
Total	\$479 302,00	\$503 275,00

#### **2.6.4.2. Gastos dependientes a la captura de atún**

Para poder realizar un análisis económico cercano a la realidad es necesario plantearnos posibles escenarios de captura, para lo cual en base al historial de captura del buque atunero "A", tenemos que recordar que la capacidad máxima de carga de atún de la embarcación está restringida, ya que si se llevase completamente cargada la embarcación esta superaría el calado máximo permisible, por tal razón solo puede ocupar 262,98 m<sup>3</sup> de su total. Los escenarios considerados son los siguientes:

**Escenario ideal:** Es en escenarios se considera 6 de 6 viajes con la máxima captura.

**Escenarios Normal:** En este escenario se considera 3 viajes con 100% de la captura 2 viajes con 50% de la captura y 1 viaje con 25% de la captura.

**Escenario Real:** En este escenario se considera 4 viajes con 75% de captura y 2 viajes con 50% de captura.

**Escenarios Crítico:** En este escenario se considera 4 viajes con 50% de la carga y 2 viajes con el 10% de la carga.

**Tabla 2.13 Comparativa de toneladas anuales capturadas en diversos escenarios.**

<b>Toneladas de atún capturado anualmente</b>		
Escenario	Buque sin Alargar	Buque Alargado
Ideal	1105,88	1341,20
Normal	755,69	916,49
Real	737,26	894,13
Crítico	405,49	491,77

En esta sección consideraremos la bonificación por tonelada que recibe cada tripulante.

**Tabla 2.14 Bonificación según el rango del tripulante por tonelada de atún capturado.**

<b>RANGO</b>	<b>PAGO (\$/ton)</b>
Capitán Pescador	25
Patrón Costanero	25
Marinero de Puente	15
Marinero Pescador	15
Marinero de máquinas 1	12
Marinero de maquinas	12
Aceitero	12
Timonel	12
Panguero	12
Cocinero	12
Pescador	12

**Tabla 2.15 Comparativa de bonificaciones anuales (buque sin alargar- Buque alargarado)**

<b>Bonificación tripulantes (\$)</b>		
Escenario	Buque sin Alargar	Buque Alargado
Ideal	\$347 247,58	\$421 136,17
Normal	\$237 285,84	\$287 776,38
Real	\$231 498,38	\$280 757,45
Critico	\$127 324,11	\$154 416,60

### **2.6.5. Ingresos Anuales**

Para determinar los ingresos debemos conocer el costo de venta de la tonelada de atún en el mercado ecuatoriano. Que durante los últimos años ha mantenido un valor promedio de \$ 1 600,00 por tonelada. (El comercio- 2020)

A continuación, presentamos los ingresos que tendría la embarcación en cada escenario.

**Tabla 2.16 Comparativa de ingresos del buque (alargado- Sin alargar)**

<b>Ingresos del buque (\$)</b>		
Escenario	Buque sin Alargar	Buque Alargado
Ideal	\$1 769 414,40	\$2 145 916,80
Normal	\$1 209 099,84	\$1 466 376,48
Real	\$1 179 609,60	\$1 430 611,20
Critico	\$648 785,28	\$786 836,16



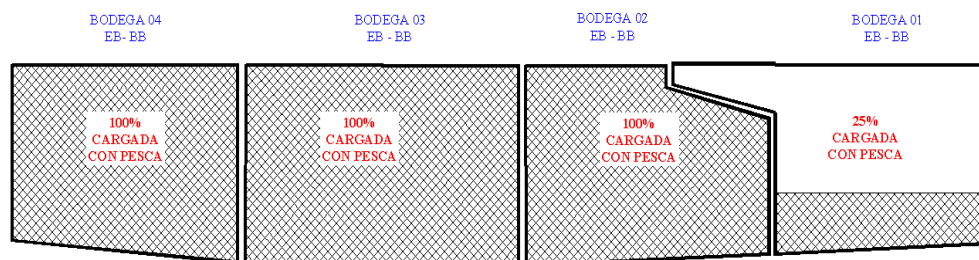
# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este capítulo se realizó la comparación entre el buque sin alargar con el buque alargado, entre los criterios mencionados en el capítulo anterior. Es de decir se analizaron los cambios que existen al realizar el alargamiento en la estabilidad de la embarcación, resistencia al avance, resistencia estructura y los flujos de caja del proyecto.

### 3.1. Criterios de estabilidad para buques pesqueros

Al considerar el buque alargado con sus bodegas completamente llenas, se observó que el calado supera la cubierta principal. Debido a esto se simuló una condición donde el calado no supere la cubierta principal. Siendo la carga admisible de 262,98 m<sup>3</sup>



**Figura 3.1 Carga máxima admisible del buque.**

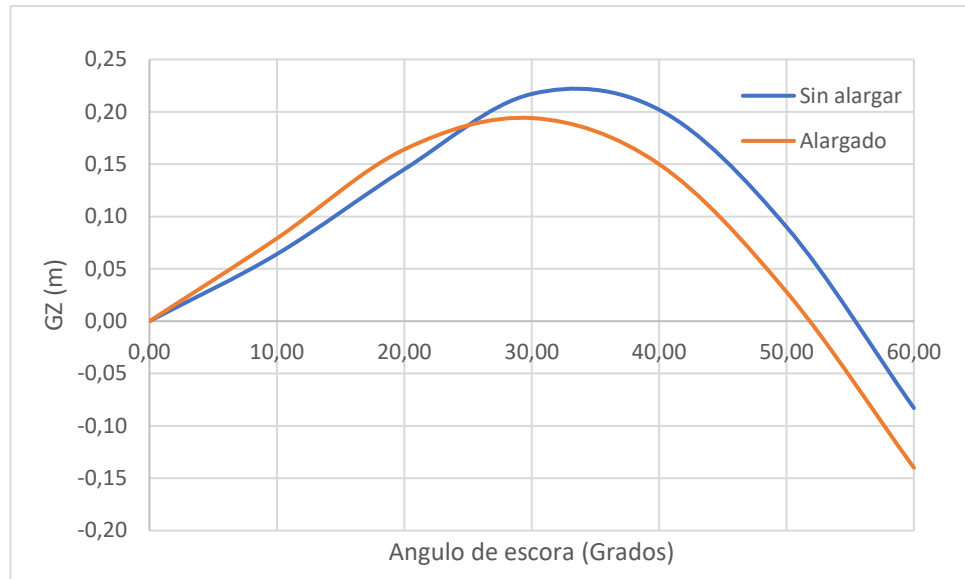
En la Figura 3.1 se observa cual sería la distribución de las bodegas sin exceder la capacidad permisible del buque.

Bajo estas condiciones de carga se realizó los análisis pertinentes.

A continuación, observamos como varia el desplazamiento y el centro de gravedad vertical en cada condición de carga.

#### 3.1.1. Condición: Salida de puerto

En la Figura 3.2 se observa el decremento de la curva de brazos adrizantes en la condición de salida de puerto al realizar el alargamiento del casco.

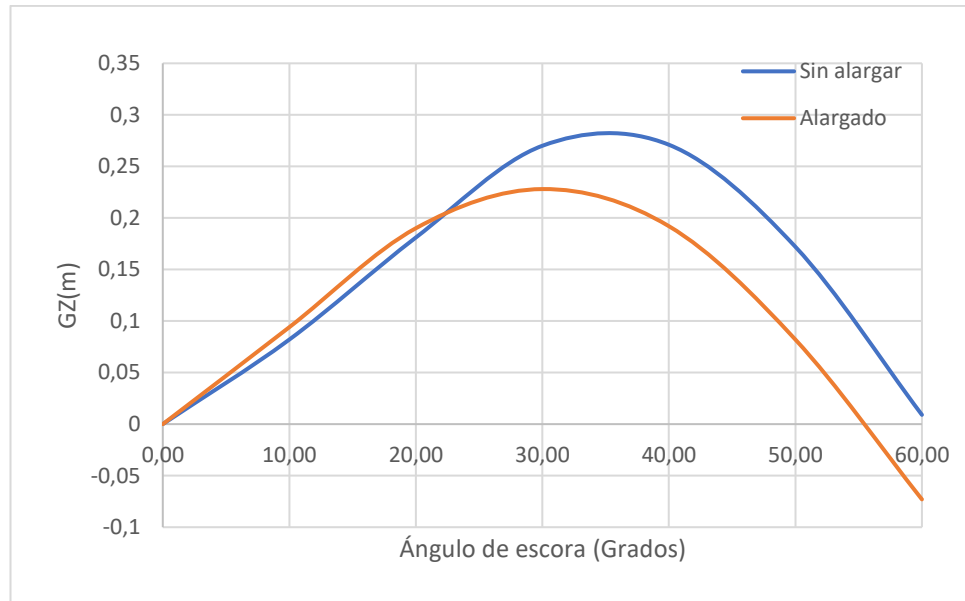


**Figura 3.2 Comparación de brazos adrizantes condición Salida de Puerto (Sin alargar VS Alargado)**

A pesar de que el desplazamiento aumenta un 15% y el centro de gravedad vertical desciende un 3% al realizar el alargamiento, la curva de brazos adrizantes del buque alargado tiene un desplazamiento a la izquierda esto se debe a que según la ecuación 2.1 el valor de GZ depende de las curvas cruzadas, pero al aumentar el desplazamiento de una embarcación las curvas cruzadas suelen disminuir en ciertos rangos. Siendo este el caso, ya que se evidencia como al realizar el alargamiento los valores de las curvas cruzadas en esta condición son menores a las de antes de realizar el alargamiento.

### 3.1.2. Condición: Media travesía

En la Figura 3.3 se observa el decremento de la curva de brazos adrizantes en la condición de media travesía al realizar el alargamiento del casco.

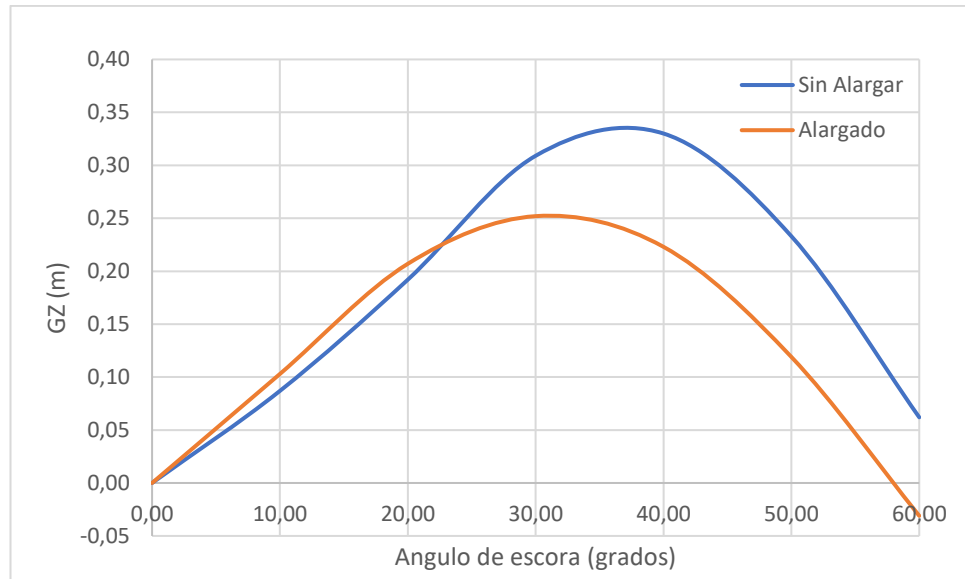


**Figura 3.3 Comparación de brazos adrizantes condición Media Travesía (Sin alargar VS Alargado)**

A pesar de que el desplazamiento aumenta un 17% y el centro de gravedad vertical descende un 2% al realizar el alargamiento, la curva de brazos adrizantes del buque alargado tiene un desplazamiento a la izquierda esto se debe a que según la ecuación 2.1 el valor de GZ depende de las curvas cruzadas, pero al aumentar el desplazamiento de una embarcación las curvas cruzadas suelen disminuir en ciertos rangos.

### **3.1.3. Condición: Llegada a puerto**

En la Figura 3.4 se observa el decremento de la curva de brazos adrizantes en la condición de llegada a puerto al realizar el alargamiento del casco.



**Figura 3.4 Comparación de brazos adrizantes condición Llegada a puerto (Sin alargar VS Alargado)**

A pesar de que el desplazamiento aumenta un 25% y el centro de gravedad vertical asciende un 4% al realizar el alargamiento, la curva de brazos adrizantes del buque alargado tiene un desplazamiento a la izquierda esto se debe a que según la ecuación 2.1 el valor de GZ dependen de las curvas cruzadas, pero al aumentar el desplazamiento de una embarcación las curvas cruzadas suelen disminuir en ciertos rangos.

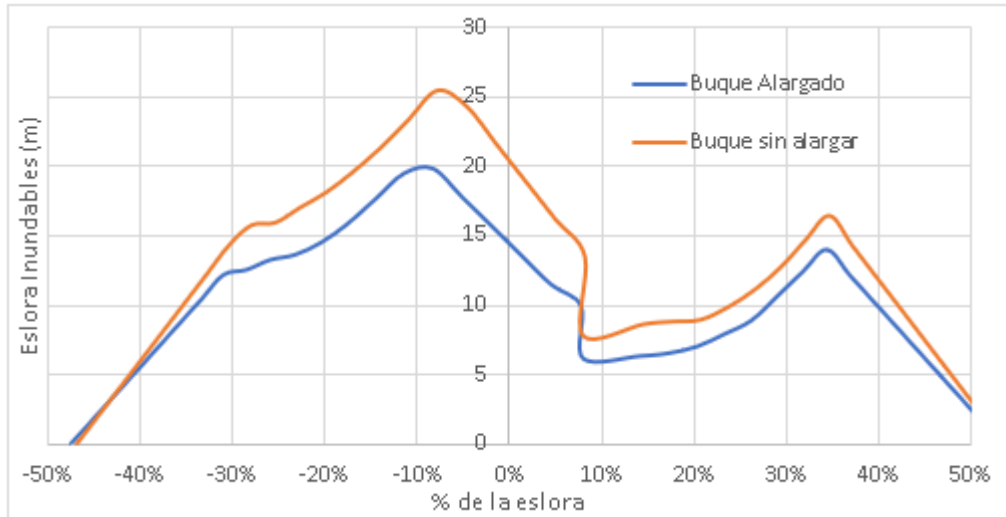
#### **3.1.4. Condición: Bodegas completamente llenas**

En esta condición analizaremos que sucede con la estabilidad del buque si pretendiera llenar al 100% todas sus bodegas con pesca ignorando la restricción de calado presentada anteriormente.

Si el buque hiciera esto implicaría que el desplazamiento de la embarcación llegaría al valor de 704,14 toneladas y su centro de gravedad vertical se ubicaría a 3,92 metros de la línea base con un calado de 4,02 metros. Superando el valor de la cubierta principal. Sin embargo, la regala evita el ingreso de agua a la cubierta principal. Sin embargo, bajo estas condiciones la embarcación cumple los criterios de estabilidad intacta para buque pesqueros.

### **3.2. Eslora inundable**

Podemos observar la comparación de las curvas de eslora inundable para la embarcación sin alargar y alargada.

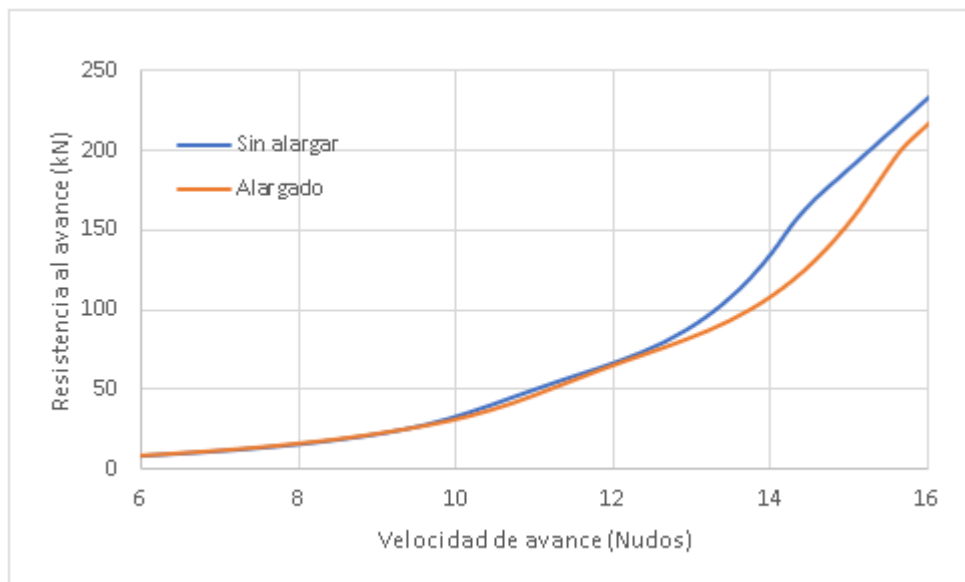


**Figura 3.5 Comparación de eslora inundable (Autor)**

Se observa en la Figura 3.5 claramente como la eslora inundable disminuye considerablemente a lo largo de la eslora del buque.

### 3.3. Resistencia al avance

Luego de realizar la resistencia al avance mediante Holtrop, observamos en la Figura 3.6 los resultados al comparar los valores.



**Figura 3.6 Comparación de resistencia al avance**

A pesar de existir un incremento en la eslora de 6,50 metros, se puede observar que la resistencia al avance disminuye. Resistencia estructural

### 3.3.1. Esfuerzos Primarios

Como se dijo en el capítulo 2.5.1, para poder tener idea de los esfuerzos primarios es necesario verificar el mínimo modulo seccional de la embarcación, tanto sin alargar y alargado y compararlo con el módulo seccional real del buque.

**Tabla 3.1 Factores de seguridad Mínimo modulo seccional (Buque sin alargar y Alargado)**

Modulo seccional (Sin alargar) [m <sup>3</sup> ]	0,071
Modulo seccional (Alargado)[m <sup>3</sup> ]	0,101
Modulo Seccional Real (Fondo) [m <sup>3</sup> ]	0,318
Factor de seguridad sin alargado	4,497
Factor de seguridad alargado	3,163

A pesar de existir una disminución del 30% en el módulo seccional de la embarcación, se observa que existe un factor de seguridad satisfactorio. Lo que garantizara una resistencia a esfuerzos primarios.

### 3.3.2. Esfuerzos secundarios

Como se mencionó en el capítulo 2.5.2. aquí analizaremos los refuerzos entre los mamparos 2 y 3.

#### 3.3.2.1. Longitudinales de fondo

De la ecuación 2.3. Se calculo que el mínimo modulo seccional del elemento seleccionado debe ser de 3.30 cm<sup>3</sup>.

Los longitudinales de fondo son elemento tipo platina de 100x10 mm. Al considerar su modulo seccional con la plancha asociada tenemos los siguientes valores.

Al realizar el cálculo del módulo seccional del elemento se determina que este es de 16.77 cm<sup>3</sup>. Por lo que el elemento instalado satisface los mínimos requerimientos. Se observa este ejemplo en el APÉNDICE H.

#### 3.3.2.2. Transversales de fondo

De la ecuación 2.3. Se calculó que el mínimo modulo seccional del elemento seleccionado debe ser de 69,91 cm<sup>3</sup>.

Los trasversales de fondo son elementos tipo L de 250x100x10 mm. Al considerar su modulo seccional con la plancha asociada tenemos los siguientes valores.

El mínimo modulo seccional del elemento es de 151,48 cm<sup>3</sup>. Por lo que el elemento instalado satisface los mínimos requerimientos.

#### **3.3.2.3. Longitudinales de costado**

De la ecuación 2.3. Se calculó que el mínimo modulo seccional del elemento seleccionado debe ser de 1,94 cm<sup>3</sup>.

Los longitudinales de fondo son elementos tipo platina de 100x10 mm. Al considerar su modulo seccional con la plancha asociada tenemos los siguientes valores.

El mínimo modulo seccional del elemento es de 16,71 cm<sup>3</sup>. Por lo que el elemento instalado satisface los mínimos requerimientos.

#### **3.3.2.4. Transversales de costado**

De la ecuación 2.3. Se calculó que el mínimo modulo seccional del elemento seleccionado debe ser de 63,10 cm<sup>3</sup>.

Los trasversales de costado son elementos tipo L de 250x100x10 mm. Al considerar su modulo seccional con la plancha asociada tenemos los siguientes valores.

El mínimo modulo seccional del elemento es de 151,48 cm<sup>3</sup>. Por lo que el elemento instalado satisface los mínimos requerimientos.

#### **3.3.2.5. Longitudinales de cubierta**

De la ecuación 2.3. Se calculó que el mínimo modulo seccional del elemento seleccionado debe ser de 3,30 cm<sup>3</sup>.

Los longitudinales de cubierta son elementos tipo platina de 100x10mm. Al considerar su modulo seccional con la plancha asociada tenemos los siguientes valores.

El mínimo modulo seccional del elemento es de 16,77 cm<sup>3</sup>. Por lo que el elemento instalado satisface los mínimos requerimientos.

#### **3.3.2.6. Transversales de cubierta**

De la ecuación 2.3. Se calculó que el mínimo modulo seccional del elemento seleccionado debe ser de 95,16 cm<sup>3</sup>.

Los transversales de cubierta son elementos tipo L de 250x100x10 mm. Al considerar su modulo seccional con la plancha asociada tenemos los siguientes valores.

El mínimo modulo seccional del elemento es de 151.48 cm<sup>3</sup>. Por lo que el elemento instalado satisface los mínimos requerimientos.

### 3.3.3. Esfuerzos terciarios

En la sección 2.5.3.1, se calculó los mínimos espesores recomendados por DNV, en la siguiente tabla compraremos los valores obtenidos, con las planchas instaladas en el Buque Atunero “A”

**Tabla 3.2 Factores de seguridad en planchas de la embarcación**

Zona	Mínimo Espesor (mm)	Espesor Instalado (mm)	Factor de seguridad
Fondo	6,02	10	1,7
Costado	5,52	10	1,8
Cubierta	5,37	10	1,9

## 3.4. Análisis económico

Para tener idea si el proyecto es rentable debemos realizar una proyección de ingresos y egresos. El tiempo de vida del proyecto es de 20 años, por lo que el análisis se realizara con este periodo, considerando una inflación del 5% de ingresos y 10 % en egresos. Así mismo se realizó este análisis para los cuatro escenarios de captura propuestos en el capítulo anterior.

En el APÉNDICE I se realiza el cálculo de flujo de caja para el buque sin alargar, en el APÉNDICE J se realiza el cálculo de flujo de caja para el buque alargado y finalmente en el APÉNDICE K, se realiza el flujo de caja neto, Siendo este la diferencia entre el flujo de caja del buque alargado y sin alargar.

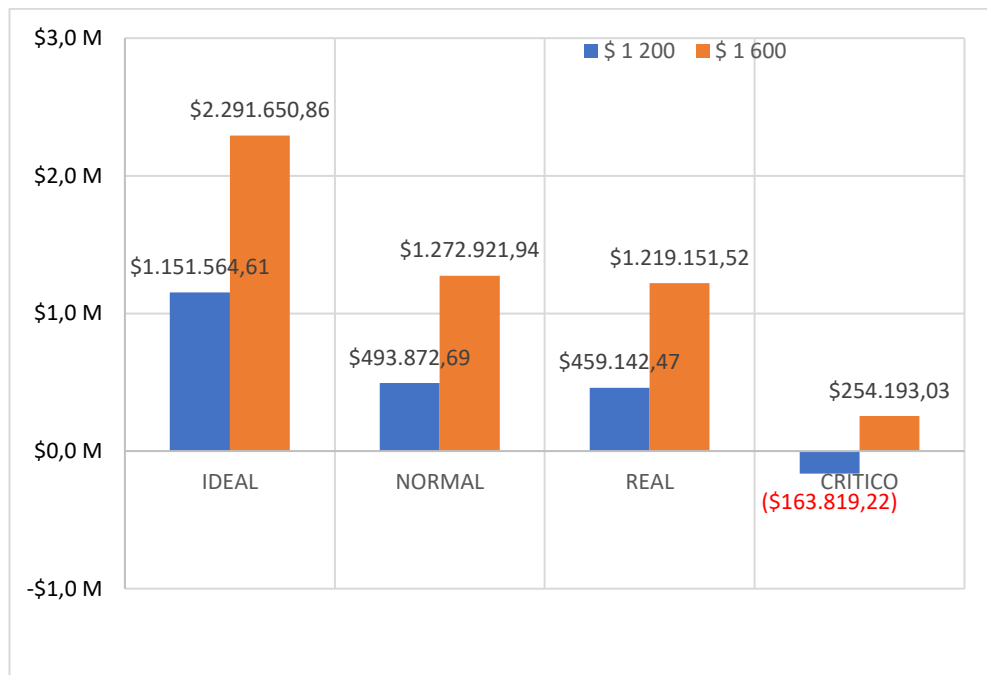
### 3.4.1. Valor Actual Neto (VAN)

El valor actual neto es un indicador financiero que nos ayuda a decidir la factibilidad económica del proyecto. Luego de analizar los flujos de caja, flujo de egresos y restando la inversión, si el VAN es positivo de puede concluir que el proyecto es económicamente factible.



**Tabla 3.3 Resumen de VAN**

Escenario	\$ 1 600 / ton	\$ 1 200 / ton
IDEAL	\$2 291 650,86	\$1 151 564,61
NORMAL	\$1 272 921,94	\$493 872,69
REAL	\$1 219 151,52	\$459 142,47
CRITICO	\$254 193,03	-\$163 819,22



**Figura 3.7 Resumen de VAN**

Como se observa en la Figura 3.7 al considerar un mercado internacional, es decir exportar el atún, se obtiene un VAN negativo en todos los escenarios, es decir aun así la embarcación retorne a puerto con un mínimo de captura se percibirán ganancias.

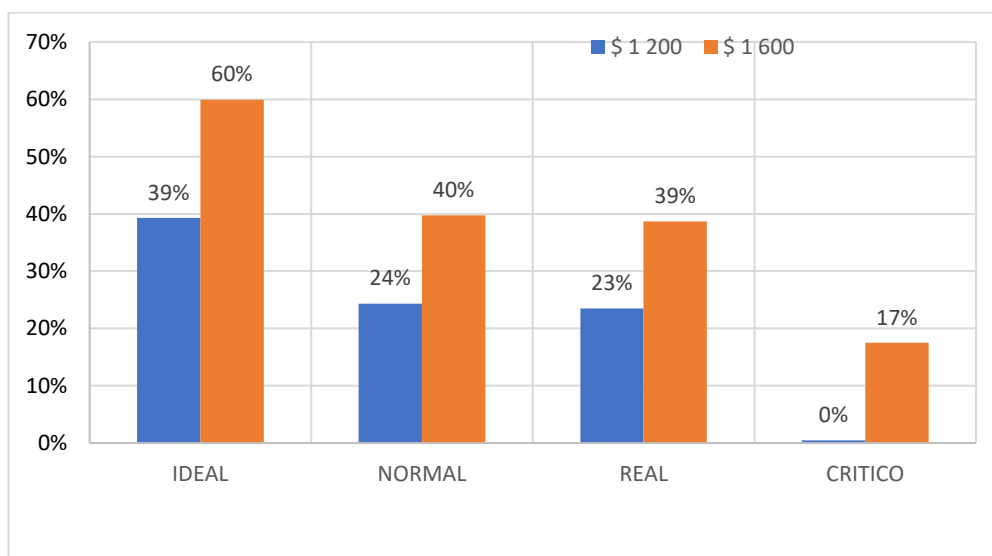
Por otro lado, al considerar un mercado de distribución y venta de atún interno a un costo de \$ 1200,00 por tonelada, existe un escenario critico donde no se perciben ganancias, al contrario, existen perdidas.

### 3.4.2. Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno es el porcentaje de pérdida o beneficio que se consigue al invertir en un negocio, es decir que es una medida de rentabilidad. (Ecomipedia, 2018)

**Tabla 3.4 Resumen de TIR**

Escenario	\$ 1 600 / ton	\$ 1 200 / ton
IDEAL	60%	39%
NORMAL	40%	24%
REAL	39%	23%
CRITICO	17%	0%



**Figura 3.8 Resumen TIR**

Se observa en la Figura 3.8 que existe rentabilidad en todos los escenarios siempre y cuando la captura se exporte y se consiga un precio de venta de \$ 1600,00 por tonelada, sin embargo, si la producción fuera para consumo local existe un escenario crítico en el cual no se percibe ganancias.

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Referente a la problemática existente en el país, en buscar una manera eficiente, técnica y rentable de aumentar la capacidad de bodega y autonomía de los buques atuneros del país. Se propuso analizar el alargamiento de un buque atunero, el cual los trabajos ya se dieron por iniciados al momento de presentar este documento.

Mediante este análisis se conseguirá dar conciencia a los armadores, constructores e inversionistas, sobre la importancia de llevar a cabo un análisis previo a cualquier trabajo de repotenciación de un buque, para así evitar problemas que pudieran surgir durante la realización de los trabajos o administración del buque.

Para poder realizar este análisis fue necesario visitar el buque Atunero "A" en tres ocasiones, para así realizar el levantamiento de la información presentada. Dicha información sirvió de fuente primordial para poder culminar este documento.

### 4.1 Conclusiones

1. Una vez analizado los criterios de estabilidad y eslora inundable se determinó, que al realizar el alargamiento del buque. La embarcación no es capaz ser cargado al máximo, ya que de hacerlo el calado sobrepasa la cubierta principal, por esta razón solo puede ocupar 262,98 m<sup>3</sup> de los 335,94 que dispone.
2. La embarcación cumple con los criterios de estabilidad para buque pesqueros, pero no los de eslora inundable. Lo que implica que, si sufriera un siniestro y se inundaran dos compartimientos continuos, el buque zozobraría.
3. Al realizar el alargamiento del buque, no se incrementa la resistencia al avance en las condiciones de desplazamiento velocidad normales de faena, por lo que la maquinaria instala actualmente en el buque seguirá siendo útil.
4. Al realizar el alargamiento del buque los esfuerzos primarios, secundarios y terciarios se incrementan generando una reducción en los factores de seguridad recomendados por la sociedad de clasificación DNV, sin embargo, esta reducción al ser mínima no pone en riesgo la estructura del buque.
5. Del análisis económico podemos verificar que a pesar del buque alargado solo llegara a ocupar 37% de sus bodegas con atún en cada faena, existiría una ganancia positiva, si el producto fuera destinado para exportar. Por otro lado, si

el producto fuera de consumo local si la embarcación llegara a tener pescas inferiores al 37% de la capacidad del buque, esto se reflejaría en pérdidas para el armador.

## **4.2 Recomendaciones**

1. Se recomienda que previo a la repotenciación de cualquier estructura flotante, exista un análisis previo, de esta manera se pudiera evitar fallas tales como las de este alargamiento, ya que no se verificó antes de dar por empezado los trabajos, cuál sería la eslora optima de alargado. Lo que conlleva a gastos innecesarios de construcción y operatividad.
2. Como se pudo observar el buque analizado cuenta con 72,96 m<sup>3</sup> de bodega inutilizables por cuestiones de estabilidad. Si el buque pretendiera ser cargado a su máxima capacidad, el calado superaría los 4,61 metros, lo que implica que, para poder realizar una navegación en condiciones óptimas con su máxima carga, el buque deberá contar con una cubierta superior que por los menos se encuentre sobre el calado a su máxima carga.
3. Posteriormente se debe realizar los respectivos cálculos de los criterios de estabilidad para buques pesquero, para así comprobar si la embarcación continúa siendo estable.
4. Con la finalidad de erradicar el riesgo a la zozobra, tras una inundación de dos compartimientos continuos. Se deberá analizar la posibilidad de colocar un mamparo transversal en sala de máquinas, para así lograr cumplir los criterios de eslora inundable.

# BIBLIOGRAFÍA

- Anthony Molland, S. T. (2011). *Ship resistance and propulsion*. New York: Cambridge.
- Aviles, M. D. (2007). *Optimizacion Tecnoeconomica de un buque Sardinero*. Guayaquil.
- Aviles, M. D. (2007). *Otimizacion Tecnoeconomica de un buque Sardinero*. Guayaquil: ESPOL.
- comercio, E. (2017). *El atun en cifras*. Obtenido de <https://especiales.elcomercio.com/2018/04/atun/index.html>
- Douglas Espinoza Vásquez, R. B. (2019). *Plan de negocio para la gestión en la contratación de freelancers relacionados al marketing digital mediante la implementación de una plataforma web*. Guayaquil: ESPOL.
- EL, U. (13 de Octubre de 2020). Tras 31 años, Astinave vuelve a realizar el alargamiento de buques pesqueros. *El Universo*.
- Esquivia, N. G. (2014). *Calculo de anteproyecto de un buque granelero de 4000 TPM*. Cartagena.
- GL, D. (2016). *Class Guideline: Conversion of Ship*.
- GL, D. (2017). *Rules for Classification. Part. 3 Hull. Chapter. 4 Loads*.
- GL, D. (2018). *Rules for classification. Part. 3 Hull. Chapter. 5 Hull girder strength*.
- IMO. (2008). *Codigo de estabilidad Intacta*.
- L, J. R. (2005). *Notas de clase: ARQUITECTURA NAVAL I*. Guayaquil.
- L., J. R. (2016). *Estructuras Navales I*. Guayaquil.
- L., J. R. (2016). *Estructuras Navales II*. Guayaquil.
- Marin, L. S. (2010). *Analisis de esfuerzos en el alargamiento de un buque atunero de 37 metros. Empleando el metodo de elementos finitos*. Guayaquil.
- Molly Ericson, H. L. (2014). *Lengthening of a specialized reefer ship*. Stockholm.
- OMI. (2008). *Codigo internacion de estabilidad sin averia* .
- SNAME. (2003). *Ship Design and Construction*. Thomas Lamb, Editor.
- Systems, B. (2013). *Stability Maxsur Manual*.
- Tomala, P. L. (1991). *Alargamiento de un buque pesquero de acero*. Guayaquil.

# APÉNDICES

## APÉNDICE A

**Curvas Hidrostáticas y Curvas cruzadas del buque sin alargar.**

**Tabla A.1 Tabular hidrostático del buque sin alargar. (Esquiva, 2014)**

<b>Calado (m)</b>	0,39	0,774	1,16	1,55	1,94	2,32	2,71	3,10	3,48	3,87
<b>Desplazamiento (m)</b>	3,34	19,55	51,50	96,97	157,20	228,30	308,50	393,90	480,80	569,10
<b>Eslora de carena (m)</b>	30,06	30,99	31,57	31,927	32,23	33,83	34,09	34,36	34,63	34,91
<b>Superficie mojada (m<sup>2</sup>)</b>	26,09	86,39	150,41	214,007	267,92	318,67	364,65	396,75	428,32	459,89
<b>área del plano de flotación (m<sup>2</sup>)</b>	22,50	60,50	97,67	135,23	165,02	190,55	212,11	217,30	220,85	224,60
<b>Coefficiente Prismático (CP)</b>	0,26	0,33	0,38	0,424	0,48	0,51	0,55	0,59	0,61	0,63
<b>Coefficiente de Bloque (CB)</b>	0,13	0,16	0,21	0,26	0,33	0,37	0,41	0,39	0,49	0,51
<b>Coefficiente de sección media (Cm)</b>	0,50	0,50	0,57	0,618	0,69	0,73	0,76	0,78	0,80	0,81
<b>Coefficiente de plano de flotación (Cw)</b>	0,31	0,38	0,46	0,56	0,67	0,72	0,76	0,68	0,79	0,78
<b>Centro de boyantes Longitudinal LCB (m)</b>	1,00	0,47	-0,13	-0,74	-1,13	-1,52	-1,89	-2,15	-2,32	-2,43
<b>LCF (m)</b>	0,85	0,02	-0,93	-1,539	-2,12	-2,76	-3,04	-3,09	-3,06	-3,01
<b>KB (m)</b>	0,29	0,56	0,82	1,075	1,33	1,58	1,83	2,06	2,28	2,49
<b>KG (m)</b>	3,87	3,87	3,87	3,87	3,87	3,87	3,87	3,87	3,87	3,87
<b>BM transversal (m)</b>	2,40	5,30	6,03	5,727	4,70	3,88	3,26	2,72	2,33	2,06
<b>BM Longitudinal (m)</b>	65,34	44,95	39,22	44,16	46,25	48,20	49,30	40,28	33,67	29,14
<b>GM transversal (m)</b>	-1,18	1,987	2,98	2,932	2,17	1,59	1,21	0,91	0,74	0,69
<b>GM Longitudinal (m)</b>	61,76	41,64	36,17	41,366	43,71	45,91	47,25	38,47	32,08	27,77
<b>KM transversal (m)</b>	2,687	5,857	6,85	6,802	6,04	5,46	5,08	4,78	4,61	4,56
<b>KM Longitudinal (m)</b>	65,63	45,51	40,04	45,236	47,58	49,78	51,12	42,34	35,95	31,64
<b>TPC</b>	0,23	0,62	1,00	1,386	1,69	1,95	2,17	2,23	2,26	2,30



**Tabla A.2 Tabular de curvar cruzadas del buque sin alargar.**

<b>Desplazamiento (toneladas)</b>	<b>Calado SM (metros)</b>	<b>Curvas cruzadas 10 grados</b>	<b>Curvas cruzadas 20 grados</b>	<b>Curvas cruzadas 30 grados</b>	<b>Curvas cruzadas 40 grados</b>	<b>Curvas cruzadas 50 grados</b>	<b>Curvas cruzadas 60 grados</b>
3,33	0,387	0,611	2,279	3,123	3,308	3,305	3,198
19,55	0,774	1,039	2,032	2,825	3,200	3,330	3,359
51,50	1,161	1,130	1,982	2,621	3,106	3,400	3,571
96,97	1,548	1,099	1,939	2,564	3,031	3,461	3,736
157,20	1,935	1,022	1,874	2,536	3,065	3,503	3,847
228,30	2,322	0,942	1,800	2,511	3,081	3,247	3,869
308,50	2,709	0,880	1,728	2,476	3,094	3,552	3,828
393,90	3,096	0,834	1,661	2,434	3,069	3,504	3,751
480,80	3,483	0,807	1,661	2,385	3,002	3,416	3,656
569,10	3,870	0,793	1,581	2,314	2,896	3,302	3,550

## APÉNDICE B

Curvas Hidrostáticas y Curvas cruzadas del buque alargado,

Tabla B,1 Tabular hidrostático del buque alargado. (Esquiva, 2014)

<b>Calado (m)</b>	0,39	0,77	1,16	1,55	1,94	2,32	2,71	3,08	3,48	3,87
<b>Desplazamiento (m)</b>	3,96	23,09	60,87	114,40	183,80	268,00	361,70	460,80	562,40	665,70
<b>Eslora de flotación (m)</b>	35,26	36,36	37,02	37,45	37,80	39,68	39,99	40,31	40,63	40,95
<b>Superficie húmeda (m<sup>2</sup>)</b>	28,38	97,32	171,44	240,47	310,43	368,62	417,18	456,29	492,09	527,99
<b>área del plano de flotación (m<sup>2</sup>)</b>	26,90	71,39	115,77	153,60	195,28	225,49	244,87	253,46	258,22	263,08
<b>Coefficiente prismático (CP)</b>	0,27	0,33	0,38	0,43	0,48	0,51	0,55	0,59	0,61	0,63
<b>Coefficiente de Bloque (CB)</b>	0,13	0,16	0,21	0,26	0,33	0,37	0,41	0,39	0,48	0,50
<b>Coefficiente de sección media (Cm)</b>	0,50	0,50	0,57	0,61	0,69	0,73	0,76	0,78	0,80	0,81
<b>Coefficiente de plano de flotación (Cw)</b>	0,32	0,38	0,47	0,54	0,67	0,73	0,75	0,68	0,78	0,78
<b>Centro de boyantes Longitudinal LCB (m)</b>	1,31	0,68	0,04	-0,69	-1,24	-1,61	-2,05	-2,37	-2,56	-2,67
<b>LCF (m)</b>	1,18	0,20	-0,84	-2,04	-2,20	-2,82	-3,64	-3,46	-3,37	-3,27
<b>KB (m)</b>	0,29	0,56	0,82	1,07	1,33	1,58	1,82	2,05	2,28	2,50
<b>KG (m)</b>	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
<b>BM transversal (m)</b>	2,41	5,32	6,01	5,57	4,73	3,86	3,23	2,70	2,32	2,05
<b>BM Longitudinal (m)</b>	93,99	63,58	58,41	56,23	69,93	71,96	65,81	56,70	48,01	41,94
<b>GM transversal (m)</b>	-0,80	2,38	3,33	3,15	2,56	1,94	1,56	1,26	1,10	1,05
<b>GM Longitudinal (m)</b>	90,78	60,63	55,73	53,80	67,76	70,04	64,14	55,25	46,79	40,93
<b>KM transversal (m)</b>	2,70	5,88	6,83	6,65	6,06	5,44	5,06	4,76	4,60	4,55
<b>KM Longitudinal (m)</b>	94,28	64,13	59,23	57,30	71,26	73,54	67,64	58,75	50,29	44,43
<b>TPC</b>	0,28	0,73	1,19	1,57	2,002	2,311	2,51	2,60	2,65	2,70

**Tabla B,2 Tabular de curvas cruzadas del buque alargado. (Autoría Propia)**

<b>Desplazamiento (toneladas)</b>	<b>Calado SM (metros)</b>	<b>Curvas cruzadas 10 grados</b>	<b>Curvas cruzadas 20 grados</b>	<b>Curvas cruzadas 30 grados</b>	<b>Curvas cruzadas 40 grados</b>	<b>Curvas cruzadas 50 grados</b>	<b>Curvas cruzadas 60 grados</b>
3.963	0,387	0.616	2.277	3.122	3.309	3.306	3.201
23.09	0,774	1.040	2.031	2.822	3.200	3.333	3.363
60.87	1,161	1.127	1.973	2.613	3.101	3.4022	3.578
114.40	1,548	1.088	1.927	2.554	3.055	3.460	3.731
183.80	1,935	1.019	1.868	2.528	3.057	3.496	3.805
268.00	2,322	0.940	1.792	2.499	3.069	3.502	3.790
361.70	2,709	0.876	1.721	2.464	3.056	3.474	3.715
460.80	3,096	0.831	1.655	2.417	3.000	3.395	3.615
562.40	3,483	0.804	1.605	2.338	2.900	3.282	3.507
665.70	3,870	0.790	1.565	2.234	2.768	3.149	3.391

## APÉNDICE C

### Resumen de elementos estructurales del buque,

**Tabla C,1 Resumen de planchas del buque,**

<b>Ubicación</b>	<b>Espesor [mm]</b>
Forro Fondo	10
Forro China	10
Forro Costado	10
Forro Cbta, Principal	10
Forro Cubierta Caseta	6
Forro Costados Caseta	6

**Tabla C,2 Resumen de estructuras del buque,**

<b>Ubicación</b>	<b>Tipo de refuerzo</b>	<b>Dimensiones [mm]</b>	<b>Espesor [mm]</b>
Quilla	Platina	250	50
Longitudinales Fondo	Platina	100	10
Palmejares	Platina	100	10
Esloras Cbta, Principal	Platina	100	10
Esloras Caseta	Platina	100	10
Cuadernas	L	250 x 100	10
Baos Cbta, Principal	L	250 x 100	6
Baos Caseta	Platina	100	6

## APÉNDICE D

Cálculo del módulo seccional del buque,

**Tabla D,1 Calculo de Momentos de la cuaderna maestra, (Autor)**

# ELEMENTOS	ELEMENTO	ANCHO	ALTO	Angulo (Grados)	Z [mm]	AxZ <sup>2</sup> [mm <sup>4</sup> ]	I <sub>o</sub> [mm <sup>4</sup> ]
2	Plancha de Fondo	3007 mm	10 mm	18,00	450 mm	1,2E10	4,8E5
2	Plancha de china	881 mm	10 mm	37,00	1174 mm	2,4E10	1,2E5
2	Plancha Costado	10 mm	466 7mm	9,00	3454 mm	1,1E12	1,7E11
1	Cubierta Principal	8134 mm	10 mm	0,00	4015 mm	2,6E12	6,8E05
1	Quilla	25 mm	433 mm	0,00	0 mm	0,00	1,7E8
2	Ref, Long, de fondo 1	10 mm	100 mm	0,00	500 mm	2,5E08	1,7E06
2	Ref, Long, de fondo 2	10 mm	100 mm	0,00,	771 mm	1,2E09	1,7E06
2	Ref, Long, de china	10 mm	100 mm	0,00	1174 mm	2,8E09	1,7E06
2	Ref, Long, de costado 1	100 mm	10 mm	0,00	1654 mm	5,5E09	1,7E04
2	Ref, Long, de costado 2	100 mm	10 mm	0,00	2103 mm	8,8E09	1,7E04
2	Ref, Long, de costado 3	100 mm	10 mm	0,00	2553 mm	1,3E10	1,7E04
2	Ref, Long, de costado 4	100 mm	10 mm	0,00	3000 mm	1,8E10	1,7E04
7	Esloras	10 mm	100 mm	0,00	4015 mm	1,1E11	5,8E06
					SUMATORIA	3,9E12	1,7E11

**Tabla D,2 Calculo de Modulo seccional de la cuaderna maestra,**

EJE NEUTRO [mm]	2,9E+03
EJE NEUTRO [m]	2,95
IZ [mm^4]	4,1E+12
Ixx[mm^4]	9,4E+11
MS fondo [mm^3]	3,2E+08
MS cubierta[mm^3]	1,0E+09
MS fondo [m^3]	0,32
MS cubierta[m^3]	1,01

## APÉNDICE

### Resumen de presupuesto en trabajos realizados al buque,

**Tabla E,1 Costos del alargamiento del buque,**

<b>LIMPIEZA DEL CASCO</b>					
TRABAJO		\$/m <sup>2</sup>	Cantidad [m <sup>2</sup> ]	Costo total [\$]	
DES BROMADO DEL CASCO		\$5,25	894,00	\$4 693,50	
LAVADO CON AGUA DULCE OBRA VIVA		\$4,50	447,00	\$2 011,50	
ARENADO OBRA VIVA		\$8,50	447,00	\$3 799,50	
LAVADO CON AGUA DULCE OBRA MUERTA		\$4,50	225,00	\$1 012,50	
ARENADO OBRA MUERTA		\$8,50	225,00	\$1 912,50	
ARENADO CUBIERTA PRINCIPAL		\$8,50	280,00	\$2 380,00	
ARENADO CASETA		\$8,50	300,00	\$2 550,00	
MANTENIMIENTO PAÑOL CADENA (Lavada, pintado, mantenimientos mecánicos)				\$1 800,00	
<b>TOTAL</b>				<b>\$20 159,50</b>	
<b>SOLDADURA</b>					
TRABAJO		\$/KG	Cantidad [KG]	Costo total [\$]	
CORTE Y SOLDEO DE SECCION ALARGADA		\$7,75	43160,00	\$334 490,00	
<b>PINTADO</b>					
TRABAJO		CAPAS	\$/m <sup>2</sup>	Cantidad [m <sup>2</sup> ]	Costo total [\$]
OBRA VIVA		4	\$3,50	447,00	\$6 258,00
OBRA MUERTA		3	\$3,50	225	\$2 362,50
CUBIERTA PRINCIPAL		3	\$3,50	280,00	\$2 940,00
CASETA		3	\$3,50	300,00	\$3 150,00
<b>TOTAL</b>				<b>\$14 710,50</b>	
<b>PROTECCIÓN CATÓDICA</b>					
TRABAJO		\$/kg	Cantidad [kg]	Costo total [\$]	
Desmontar y montar placas de zinc		\$5,50	825,00	\$4 537,50	
<b>TOTAL</b>				<b>\$4 537,50</b>	
<b>SERVICIOS DE APOYO</b>					
TRABAJO				Costo total [\$]	
Confeccionar cama de varamiento				\$2 000,00	
Maniobra de Varada				\$1 800,00	
Maniobra de desvarada				\$1 800,00	
Estadia (90 días)				\$8 100,00	
<b>TOTAL</b>				<b>\$13 700,00</b>	
<b>SERVICIOS TEMPORALES</b>					
TRABAJO				Costo total [\$]	

Conexión y desconexión de luz				\$1 200,00
Consumo Eléctrico				\$750,00
Servicio de grúa				\$4 200,00
Buzo				\$850,00
Servicio de Pasarela				\$850,00
Provisión de agua de lastre				\$350,00
Remoción de basura				\$850,00
TOTAL				\$9 050,00
SEGURIDAD INDUSTRIAL				
Supervisión de trabajos en caliente				\$2 625,00
Detectar existencias de gases				\$670,00
TOTAL				\$3 295,00
SISTEMAS DE FRIO				\$89 450,00
TOTAL				\$489 392,50



## APÉNDICE F

### Calculo del avalúo de la embarcación previo al alargamiento

**Tabla F,1 Avalúo del buque previo al alargamiento,**

Sistema	Fabric,	VRN	Vida	F,D	F,M	F,O	VRE
Casco cbta y superestructura	1984	\$848 718,00	50	0,28	0,95	0,95	\$214 471,04
Acomodación y habitabilidad	2015	\$85 000,00	50	0,90	0,95	0,95	\$69 041,25
Sistema de propulsión:	2001	\$200 000,00	40	0,53	0,95	0,95	\$94 762,50
Sistema eléctrico,	2014	\$100 000,00	30	0,80	0,95	0,95	\$72 200,00
Sistema de combustible	2014	\$35 000,00	40	0,85	0,95	0,95	\$26 849,38
Sistema de agua dulce	2014	\$22 000,00	30	0,80	0,95	0,95	\$15 884,00
Sistema sanitario	2014	\$25 000,00	20	0,70	0,95	0,95	\$15 793,75
Sistema de achique	2014	\$35 000,00	30	0,80	0,95	0,95	\$25 270,00
Sistema de gobierno	2014	\$40 000,00	30	0,80	0,95	0,95	\$28 880,00
Equipos electrónicos y de navegación	2016	\$80 000,00	20	0,80	0,95	0,95	\$57 760,00
Equipos de seguridad y salvataje	2016	\$40 000,00	20	0,80	0,95	0,95	\$28 880,00
Sistema contra incendio	2014	\$45 000,00	30	0,80	0,95	0,95	\$32 490,00
Equipos de cubierta	2014	\$130 000,00	30	0,80	0,95	0,95	\$93 860,00
Panga	2014	\$80 000,00	40	0,85	0,95	0,95	\$61 370,00
Red y accesorios	2014	\$250 000,00	30	0,80	0,95	0,95	\$180 500,00
Sistema hidráulico	2014	\$85 000,00	40	0,85	0,95	0,95	\$65 205,63
Sistema de Frio	2014	\$180 000,00	40	0,85	0,95	0,95	\$138 082,50
Sistema de amarre y fondeo	2014	\$40 000,00	40	0,85	0,95	0,95	\$30 685,00
		\$2 320 718,00					\$1 251 985,04

## APÉNDICE G

### Resumen de salarios fijos del buque sin alargar,

Tabla G,1 Salarios fijos de tripulación del buque sin alargar,

RANGO	N PERSONAS	Pago Mensual (\$)	Pago Anual (\$)
Capitán Pescador	1	\$1 800,00	\$21 600,00
Patrón Costanero	1	\$1 500,00	\$18 000,00
Marinero de Puente	2	\$1 200,00	\$28 800,00
Marinero Pescador	2	\$1 000,00	\$24 000,00
Marinero de máquinas 1	1	\$1 500,00	\$18 000,00
Marinero de maquinas	2	\$1 000,00	\$24 000,00
Aceitero	1	\$400,00	\$4 800,00
Timonel	1	\$400,00	\$4 800,00
Panguero	1	\$400,00	\$4 800,00
Cocinero	1	\$400,00	\$4 800,00
Pescador	10	\$400,00	\$48 000,00
	Gasto Anual Tripulación (\$)		\$201 600,00

## APÉNDICE H

**Ejemplo de cálculo de modulo seccional de longitudinales de fondo,**

**Tabla H,1 Cálculo de modulo seccional de los refuerzos de fondo,**

Elemento	b [mm]	h [mm]	z [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	A*z [mm <sup>3</sup> ]	A*z <sup>2</sup> [mm <sup>4</sup> ]	Io [mm <sup>4</sup> ]
ALMA	10	100	50	1000	50000	2,50E+06	8,33E+05
ALA	0	0	100	0	0	0,00E+00	0,00E+00
Plancha	0,5	8	4,5	4	18	8,10E+01	2,13E+01
			SUMA	1004	50018	2,50E+06	8,33E+05

EJE Neutro [mm]	49,82
Y2	50,18
Ixx [MM <sup>4</sup> ]	3333435,67
Ic [mm <sup>4</sup> ]	841602,67
SM1 [mm <sup>3</sup> ]	16893,30
SM2 [mm <sup>3</sup> ]	16771,25
SM1 [cm <sup>3</sup> ]	16,89
SM2 [cm <sup>3</sup> ]	16,77

## APÉNDICE I

### Cálculos de flujos de caja para cada escenario (Buque sin alargar),

Los ingresos y egresos del buque sin considerar el alargamiento son los siguientes para cada escenario:

Escenario Ideal:

**Tabla I,1 Utilidad neta del buque sin alargar, En un escenario Ideal**

Año	Ingreso	Egresos	Utilidad Neta
1	\$ 1 769 408,00	\$ 826 549,58	\$ 942 858,42
2	\$ 1 857 878,40	\$ 909 204,54	\$ 948 673,86
3	\$ 1 950 772,32	\$ 1 000 124,99	\$ 950 647,33
4	\$ 2 048 310,94	\$ 1 100 137,49	\$ 948 173,45
5	\$ 2 150 726,48	\$ 1 210 151,24	\$ 940 575,24
6	\$ 2 258 262,81	\$ 1 331 166,36	\$ 927 096,44
7	\$ 2 371 175,95	\$ 1 464 283,00	\$ 906 892,95
8	\$ 2 489 734,74	\$ 1 610 711,30	\$ 879 023,44
9	\$ 2 614 221,48	\$ 1 771 782,43	\$ 842 439,05
10	\$ 2 744 932,56	\$ 1 948 960,67	\$ 795 971,88
11	\$ 2 882 179,18	\$ 2 143 856,74	\$ 738 322,44
12	\$ 3 026 288,14	\$ 2 358 242,42	\$ 668 045,73
13	\$ 3 177 602,55	\$ 2 594 066,66	\$ 583 535,89
14	\$ 3 336 482,68	\$ 2 853 473,32	\$ 483 009,36
15	\$ 3 503 306,81	\$ 3 138 820,65	\$ 364 486,16
16	\$ 3 678 472,15	\$ 3 452 702,72	\$ 225 769,43
17	\$ 3 862 395,76	\$ 3 797 972,99	\$ 64 422,77
18	\$ 4 055 515,55	\$ 4 177 770,29	\$ -122 254,74
19	\$ 4 258 291,33	\$ 4 595 547,32	\$ -337 256,00
20	\$ 4 471 205,89	\$ 5 055 102,05	\$ -583 896,16

Escenario normal:

**Tabla I,2 Utilidad neta del buque sin alargar, En un escenario Normal**

<b>Año</b>	<b>Ingreso</b>	<b>Egresos</b>	<b>Utilidad Neta</b>
0			
1	\$ 1 209 104,00	\$ 716 587,84	\$ 492 516,16
2	\$ 1 269 559,20	\$ 788 246,62	\$ 481 312,58
3	\$ 1 333 037,16	\$ 867 071,29	\$ 465 965,87
4	\$ 1 399 689,02	\$ 953 778,42	\$ 445 910,60
5	\$ 1 469 673,47	\$ 1 049 156,26	\$ 420 517,21
6	\$ 1 543 157,14	\$ 1 154 071,88	\$ 389 085,26
7	\$ 1 620 315,00	\$ 1 269 479,07	\$ 350 835,93
8	\$ 1 701 330,75	\$ 1 396 426,98	\$ 304 903,77
9	\$ 1 786 397,29	\$ 1 536 069,68	\$ 250 327,61
10	\$ 1 875 717,15	\$ 1 689 676,64	\$ 186 040,51
11	\$ 1 969 503,01	\$ 1 858 644,31	\$ 110 858,70
12	\$ 2 067 978,16	\$ 2 044 508,74	\$ 23 469,42
13	\$ 2 171 377,07	\$ 2 248 959,61	\$ -77 582,54
14	\$ 2 279 945,92	\$ 2 473 855,57	\$ -193 909,65
15	\$ 2 393 943,22	\$ 2 721 241,13	\$ -327 297,91
16	\$ 2 513 640,38	\$ 2 993 365,24	\$ -479 724,87
17	\$ 2 639 322,40	\$ 3 292 701,77	\$ -653 379,37
18	\$ 2 771 288,52	\$ 3 621 971,94	\$ -850 683,43
19	\$ 2 909 852,94	\$ 3 984 169,14	\$-1 074 316,20
20	\$ 3 055 345,59	\$ 4 382 586,05	\$-1 327 240,46

Escenario Real:

**Tabla I,3 Utilidad neta del buque sin alargar, En un escenario Real**

<b>Año</b>	<b>Ingreso</b>	<b>Egresos</b>	<b>Utilidad Neta</b>
1	\$ 1 179 616,00	\$ 710 800,38	\$ 468 815,62
2	\$ 1 238 596,80	\$ 781 880,42	\$ 456 716,38
3	\$ 1 300 526,64	\$ 860 068,46	\$ 440 458,18
4	\$ 1 365 552,97	\$ 946 075,31	\$ 419 477,67
5	\$ 1 433 830,62	\$ 1 040 682,84	\$ 393 147,78
6	\$ 1 505 522,15	\$ 1 144 751,12	\$ 360 771,03
7	\$ 1 580 798,26	\$ 1 259 226,23	\$ 321 572,03
8	\$ 1 659 838,17	\$ 1 385 148,86	\$ 274 689,32
9	\$ 1 742 830,08	\$ 1 523 663,74	\$ 219 166,34
10	\$ 1 829 971,58	\$ 1 676 030,11	\$ 153 941,47
11	\$ 1 921 470,16	\$ 1 843 633,13	\$ 77 837,04
12	\$ 2 017 543,67	\$ 2 027 996,44	\$ -10 452,77
13	\$ 2 118 420,86	\$ 2 230 796,08	\$ -112 375,23
14	\$ 2 224 341,90	\$ 2 453 875,69	\$ -229 533,79
15	\$ 2 335 558,99	\$ 2 699 263,26	\$ -363 704,27
16	\$ 2 452 336,94	\$ 2 969 189,59	\$ -516 852,64
17	\$ 2 574 953,79	\$ 3 266 108,54	\$ -691 154,75
18	\$ 2 703 701,48	\$ 3 592 719,40	\$ -889 017,92
19	\$ 2 838 886,55	\$ 3 951 991,34	\$-1 113 104,79
20	\$ 2 980 830,88	\$ 4 347 190,47	\$-1 366 359,59

Escenario crítico:

**Tabla I,4 Utilidad neta del buque sin alargar, En un escenario Critico**

<b>Año</b>	<b>Ingreso</b>	<b>Egresos</b>	<b>Utilidad Neta</b>
1	\$ 648 784,00	\$ 606 626,11	\$ 42 157,89
2	\$ 681 223,20	\$ 667 288,72	\$ 13 934,48
3	\$ 715 284,36	\$ 734 017,59	\$ -18 733,23
4	\$ 751 048,58	\$ 807 419,35	\$ -56 370,77
5	\$ 788 601,01	\$ 888 161,29	\$ -99 560,28
6	\$ 828 031,06	\$ 976 977,42	\$ -148 946,36
7	\$ 869 432,61	\$ 1 074 675,16	\$ -205 242,55
8	\$ 912 904,24	\$ 1 182 142,67	\$ -269 238,43
9	\$ 958 549,45	\$ 1 300 356,94	\$ -341 807,49
10	\$1 006 476,93	\$ 1 430 392,64	\$ -423 915,71
11	\$1 056 800,77	\$ 1 573 431,90	\$ -516 631,13
12	\$1 109 640,81	\$ 1 730 775,09	\$ -621 134,28
13	\$1 165 122,85	\$ 1 903 852,60	\$ -738 729,75
14	\$1 223 378,99	\$ 2 094 237,86	\$ -870 858,86
15	\$1 284 547,94	\$ 2 303 661,64	\$-1 019 113,70
16	\$1 348 775,34	\$ 2 534 027,81	\$-1 185 252,47
17	\$1 416 214,11	\$ 2 787 430,59	\$-1 371 216,48
18	\$1 487 024,81	\$ 3 066 173,65	\$-1 579 148,83
19	\$1 561 376,05	\$ 3 372 791,01	\$-1 811 414,96
20	\$1 639 444,86	\$ 3 710 070,11	\$-2 070 625,26

## APÉNDICE J

### Cálculos de flujos de caja para cada escenario (Buque alargado),

Los ingresos y egresos del buque considerando el alargamiento son los siguientes para cada escenario:

Escenario Ideal

**Tabla J,1 Utilidad neta del buque alargado, En un escenario Ideal**

<b>Año</b>	<b>Ingreso</b>	<b>Egresos</b>	<b>Utilidad Neta</b>
1	\$ 2 145 920,00	\$ 924 411,17	\$ 1 221 508,83
2	\$ 2 253 216,00	\$ 1 016 852,29	\$ 1 236 363,71
3	\$ 2 365 876,80	\$ 1 118 537,52	\$ 1 247 339,28
4	\$ 2 484 170,64	\$ 1 230 391,27	\$ 1 253 779,37
5	\$ 2 608 379,17	\$ 1 353 430,39	\$ 1 254 948,78
6	\$ 2 738 798,13	\$ 1 488 773,43	\$ 1 250 024,70
7	\$ 2 875 738,04	\$ 1 637 650,78	\$ 1 238 087,26
8	\$ 3 019 524,94	\$ 1 801 415,85	\$ 1 218 109,08
9	\$ 3 170 501,19	\$ 1 981 557,44	\$ 1 188 943,75
10	\$ 3 329 026,25	\$ 2 179 713,18	\$ 1 149 313,06
11	\$ 3 495 477,56	\$ 2 397 684,50	\$ 1 097 793,06
12	\$ 3 670 251,44	\$ 2 637 452,95	\$ 1 032 798,48
13	\$ 3 853 764,01	\$ 2 901 198,25	\$ 952 565,76
14	\$ 4 046 452,21	\$ 3 191 318,07	\$ 855 134,14
15	\$ 4 248 774,82	\$ 3 510 449,88	\$ 738 324,94
16	\$ 4 461 213,56	\$ 3 861 494,87	\$ 599 718,69
17	\$ 4 684 274,24	\$ 4 247 644,35	\$ 436 629,88
18	\$ 4 918 487,95	\$ 4 672 408,79	\$ 246 079,16
19	\$ 5 164 412,35	\$ 5 139 649,67	\$ 24 762,68
20	\$ 5 422 632,96	\$ 5 653 614,64	\$ -230 981,67



Escenario normal:

**Tabla J,2 Utilidad neta del buque alargado, En un escenario Normal**

<b>Año</b>	<b>Ingreso</b>	<b>Egresos</b>	<b>Utilidad Neta</b>
1	\$ 1 466 384,00	\$ 791 051,38	\$ 675 332,62
2	\$ 1 539 703,20	\$ 870 156,52	\$ 669 546,68
3	\$ 1 616 688,36	\$ 957 172,17	\$ 659 516,19
4	\$ 1 697 522,78	\$ 1 052 889,39	\$ 644 633,39
5	\$ 1 782 398,92	\$ 1 158 178,33	\$ 624 220,59
6	\$ 1 871 518,86	\$ 1 273 996,16	\$ 597 522,70
7	\$ 1 965 094,81	\$ 1 401 395,77	\$ 563 699,03
8	\$ 2 063 349,55	\$ 1 541 535,35	\$ 521 814,19
9	\$ 2 166 517,02	\$ 1 695 688,89	\$ 470 828,14
10	\$ 2 274 842,87	\$ 1 865 257,77	\$ 409 585,10
11	\$ 2 388 585,02	\$ 2 051 783,55	\$ 336 801,47
12	\$ 2 508 014,27	\$ 2 256 961,91	\$ 251 052,36
13	\$ 2 633 414,98	\$ 2 482 658,10	\$ 150 756,88
14	\$ 2 765 085,73	\$ 2 730 923,91	\$ 34 161,82
15	\$ 2 903 340,02	\$ 3 004 016,30	\$ -100 676,28
16	\$ 3 048 507,02	\$ 3 304 417,93	\$ -255 910,91
17	\$ 3 200 932,37	\$ 3 634 859,72	\$ -433 927,35
18	\$ 3 360 978,99	\$ 3 998 345,69	\$ -637 366,71
19	\$ 3 529 027,94	\$ 4 398 180,26	\$ -869 152,33
20	\$ 3 705 479,34	\$ 4 837 998,29	\$-1 132 518,95

Escenario Real

**Tabla J,3 Utilidad neta del buque alargado, En un escenario Real**

<b>Año</b>	<b>Ingreso</b>	<b>Egresos</b>	<b>Utilidad Neta</b>
1	\$ 1 430 608,00	\$ 784 032,45	\$ 646 575,55
2	\$ 1 502 138,40	\$ 862 435,70	\$ 639 702,71
3	\$ 1 577 245,32	\$ 948 679,26	\$ 628 566,06
4	\$ 1 656 107,59	\$ 1 043 547,19	\$ 612 560,40
5	\$ 1 738 912,97	\$ 1 147 901,91	\$ 591 011,06
6	\$ 1 825 858,61	\$ 1 262 692,10	\$ 563 166,51
7	\$ 1 917 151,54	\$ 1 388 961,31	\$ 528 190,23
8	\$ 2 013 009,12	\$ 1 527 857,44	\$ 485 151,68
9	\$ 2 113 659,58	\$ 1 680 643,19	\$ 433 016,39
10	\$ 2 219 342,56	\$ 1 848 707,51	\$ 370 635,05
11	\$ 2 330 309,68	\$ 2 033 578,26	\$ 296 731,43
12	\$ 2 446 825,17	\$ 2 236 936,08	\$ 209 889,09
13	\$ 2 569 166,43	\$ 2 460 629,69	\$ 108 536,74
14	\$ 2 697 624,75	\$ 2 706 692,66	\$ -9 067,91
15	\$ 2 832 505,99	\$ 2 977 361,92	\$ -144 855,94
16	\$ 2 974 131,28	\$ 3 275 098,12	\$ -300 966,83
17	\$ 3 122 837,85	\$ 3 602 607,93	\$ -479 770,08
18	\$ 3 278 979,74	\$ 3 962 868,72	\$ -683 888,98
19	\$ 3 442 928,73	\$ 4 359 155,59	\$ -916 226,86
20	\$ 3 615 075,17	\$ 4 795 071,15	\$-1 179 995,99

Escenario crítico

**Tabla J,4 Utilidad neta del buque alargado, En un escenario Critico**

<b>Año</b>	<b>Ingreso</b>	<b>Egresos</b>	<b>Utilidad Neta</b>
1	\$ 786 832,00	\$ 657 691,60	\$ 129 140,40
2	\$ 826 173,60	\$ 723 460,76	\$ 102 712,84
3	\$ 867 482,28	\$ 795 806,84	\$ 71 675,44
4	\$ 910 856,39	\$ 875 387,52	\$ 35 468,87
5	\$ 956 399,21	\$ 962 926,27	\$ -6 527,06
6	\$1 004 219,17	\$ 1 059 218,90	\$ -54 999,72
7	\$1 054 430,13	\$ 1 165 140,79	\$ -110 710,66
8	\$1 107 151,64	\$ 1 281 654,87	\$ -174 503,23
9	\$1 162 509,22	\$ 1 409 820,35	\$ -247 311,13
10	\$1 220 634,68	\$ 1 550 802,39	\$ -330 167,71
11	\$1 281 666,42	\$ 1 705 882,63	\$ -424 216,21
12	\$1 345 749,74	\$ 1 876 470,89	\$ -530 721,15
13	\$1 413 037,22	\$ 2 064 117,98	\$ -651 080,76
14	\$1 483 689,09	\$ 2 270 529,78	\$ -786 840,69
15	\$1 557 873,54	\$ 2 497 582,76	\$ -939 709,22
16	\$1 635 767,22	\$ 2 747 341,03	\$-1 111 573,81
17	\$1 717 555,58	\$ 3 022 075,14	\$-1 304 519,56
18	\$1 803 433,36	\$ 3 324 282,65	\$-1 520 849,29
19	\$1 893 605,02	\$ 3 656 710,91	\$-1 763 105,89
20	\$1 988 285,28	\$ 4 022 382,01	\$-2 034 096,73

## APÉNDICE K

**Cálculo de flujos de caja para cada escenario (Buque alargado menos Buque sin  
alargar),**

Recordando que la inversión fue de \$489 392,50, debemos realizar da diferencie de  
utilidad neta entre el buque sin alargar y alargado, para así determinar la utilidad neta del  
proyecto,

Escenario Ideal:

**Tabla K,1 Diferencia entre utilidades (Buque alargado-Buque sin alargar),  
Escenario Ideal**

<b>Año</b>	<b>Ingreso</b>	<b>Egresos</b>	<b>Utilidad Neta</b>
1	\$ 376 512,00	\$ 97 861,59	\$ 278 650,41
2	\$ 395 337,60	\$ 107 647,75	\$ 287 689,85
3	\$ 415 104,48	\$ 118 412,52	\$ 296 691,96
4	\$ 435 859,70	\$ 130 253,78	\$ 305 605,93
5	\$ 457 652,69	\$ 143 279,15	\$ 314 373,54
6	\$ 480 535,32	\$ 157 607,07	\$ 322 928,25
7	\$ 504 562,09	\$ 173 367,78	\$ 331 194,31
8	\$ 529 790,19	\$ 190 704,55	\$ 339 085,64
9	\$ 556 279,70	\$ 209 775,01	\$ 346 504,69
10	\$ 584 093,69	\$ 230 752,51	\$ 353 341,18
11	\$ 613 298,37	\$ 253 827,76	\$ 359 470,61
12	\$ 643 963,29	\$ 279 210,54	\$ 364 752,76
13	\$ 676 161,46	\$ 307 131,59	\$ 369 029,87
14	\$ 709 969,53	\$ 337 844,75	\$ 372 124,78
15	\$ 745 468,01	\$ 371 629,23	\$ 373 838,78
16	\$ 782 741,41	\$ 408 792,15	\$ 373 949,26
17	\$ 821 878,48	\$ 449 671,36	\$ 372 207,11
18	\$ 862 972,40	\$ 494 638,50	\$ 368 333,90
19	\$ 906 121,02	\$ 544 102,35	\$ 362 018,67
20	\$ 951 427,07	\$ 598 512,58	\$ 352 914,49

Escenario normal:

**Tabla K,2 Diferencia entre utilidades (Buque alargado-Buque sin alargor),  
Escenario Normal**

<b>Año</b>	<b>Ingreso</b>	<b>Egresos</b>	<b>Utilidad Neta</b>
1	\$ 257 280,00	\$ 74 463,54	\$ 182 816,46
2	\$ 270 144,00	\$ 81 909,89	\$ 188 234,11
3	\$ 283 651,20	\$ 90 100,88	\$ 193 550,32
4	\$ 297 833,76	\$ 99 110,97	\$ 198 722,79
5	\$ 312 725,45	\$ 109 022,07	\$ 203 703,38
6	\$ 328 361,72	\$ 119 924,28	\$ 208 437,44
7	\$ 344 779,81	\$ 131 916,70	\$ 212 863,10
8	\$ 362 018,80	\$ 145 108,37	\$ 216 910,42
9	\$ 380 119,74	\$ 159 619,21	\$ 220 500,53
10	\$ 399 125,72	\$ 175 581,13	\$ 223 544,59
11	\$ 419 082,01	\$ 193 139,25	\$ 225 942,76
12	\$ 440 036,11	\$ 212 453,17	\$ 227 582,94
13	\$ 462 037,92	\$ 233 698,49	\$ 228 339,43
14	\$ 485 139,81	\$ 257 068,34	\$ 228 071,48
15	\$ 509 396,80	\$ 282 775,17	\$ 226 621,63
16	\$ 534 866,64	\$ 311 052,69	\$ 223 813,96
17	\$ 561 609,97	\$ 342 157,95	\$ 219 452,02
18	\$ 589 690,47	\$ 376 373,75	\$ 213 316,72
19	\$ 619 175,00	\$ 414 011,13	\$ 205 163,87
20	\$ 650 133,75	\$ 455 412,24	\$ 194 721,51

Escenario Real:

**Tabla K,3 Diferencia entre utilidades (Buque alargado-Buque sin alargado),  
Escenario Real**

<b>Año</b>	<b>Ingreso</b>	<b>Egresos</b>	<b>Utilidad Neta</b>
1	\$ 250 992,00	\$ 73 232,07	\$ 177 759,93
2	\$ 263 541,60	\$ 80 555,28	\$ 182 986,32
3	\$ 276 718,68	\$ 88 610,80	\$ 188 107,88
4	\$ 290 554,61	\$ 97 471,89	\$ 193 082,73
5	\$ 305 082,34	\$ 107 219,07	\$ 197 863,27
6	\$ 320 336,46	\$ 117 940,98	\$ 202 395,48
7	\$ 336 353,29	\$ 129 735,08	\$ 206 618,21
8	\$ 353 170,95	\$ 142 708,59	\$ 210 462,36
9	\$ 370 829,50	\$ 156 979,45	\$ 213 850,05
10	\$ 389 370,97	\$ 172 677,39	\$ 216 693,58
11	\$ 408 839,52	\$ 189 945,13	\$ 218 894,39
12	\$ 429 281,50	\$ 208 939,64	\$ 220 341,85
13	\$ 450 745,57	\$ 229 833,61	\$ 220 911,96
14	\$ 473 282,85	\$ 252 816,97	\$ 220 465,88
15	\$ 496 946,99	\$ 278 098,66	\$ 218 848,33
16	\$ 521 794,34	\$ 305 908,53	\$ 215 885,81
17	\$ 547 884,06	\$ 336 499,38	\$ 211 384,68
18	\$ 575 278,26	\$ 370 149,32	\$ 205 128,94
19	\$ 604 042,17	\$ 407 164,25	\$ 196 877,92
20	\$ 634 244,28	\$ 447 880,68	\$ 186 363,60

Escenario crítico:

**Tabla K,4 Diferencia entre utilidades (Buque alargado-Buque sin alargar),  
Escenario Critico**

<b>Año</b>	<b>Ingreso</b>	<b>Egresos</b>	<b>Utilidad Neta</b>
1	\$ 138 048,00	\$ 51 065,49	\$ 86 982,51
2	\$ 144 950,40	\$ 56 172,04	\$ 88 778,36
3	\$ 152 197,92	\$ 61 789,24	\$ 90 408,68
4	\$ 159 807,82	\$ 67 968,17	\$ 91 839,65
5	\$ 167 798,21	\$ 74 764,98	\$ 93 033,22
6	\$ 176 188,12	\$ 82 241,48	\$ 93 946,63
7	\$ 184 997,52	\$ 90 465,63	\$ 94 531,89
8	\$ 194 247,40	\$ 99 512,19	\$ 94 735,21
9	\$ 203 959,77	\$ 109 463,41	\$ 94 496,36
10	\$ 214 157,76	\$ 120 409,75	\$ 93 748,00
11	\$ 224 865,65	\$ 132 450,73	\$ 92 414,92
12	\$ 236 108,93	\$ 145 695,80	\$ 90 413,13
13	\$ 247 914,37	\$ 160 265,38	\$ 87 648,99
14	\$ 260 310,09	\$ 176 291,92	\$ 84 018,17
15	\$ 273 325,60	\$ 193 921,11	\$ 79 404,48
16	\$ 286 991,88	\$ 213 313,22	\$ 73 678,65
17	\$ 301 341,47	\$ 234 644,55	\$ 66 696,92
18	\$ 316 408,54	\$ 258 109,00	\$ 58 299,54
19	\$ 332 228,97	\$ 283 919,90	\$ 48 309,07
20	\$ 348 840,42	\$ 312 311,89	\$ 36 528,53

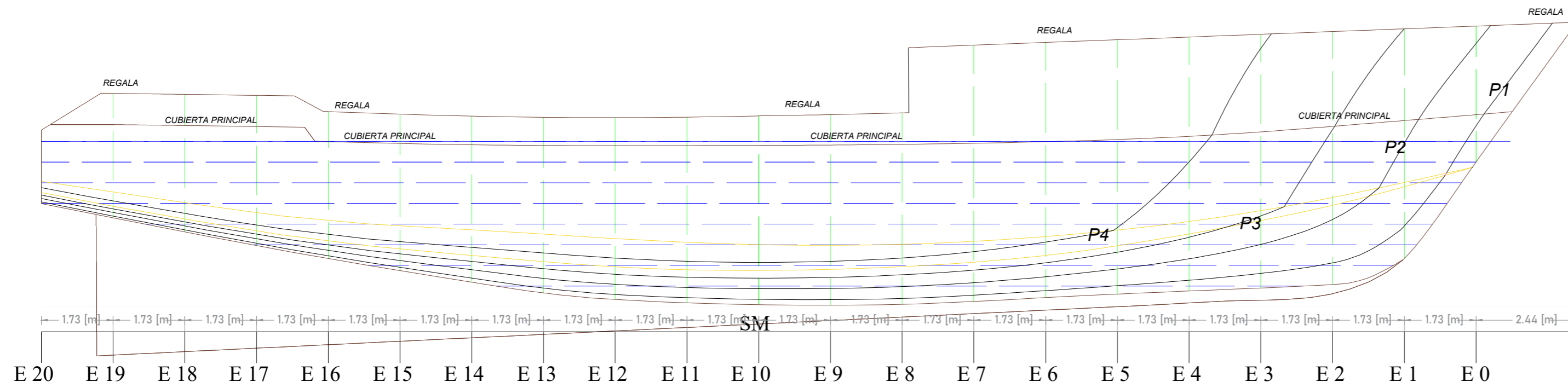
Una vez realizado este análisis se repitió el procedimiento para un costo del atún de \$1 200, este precio es en un escenario en el cual todo el producto es de consumo local,

# APÉNDICE L

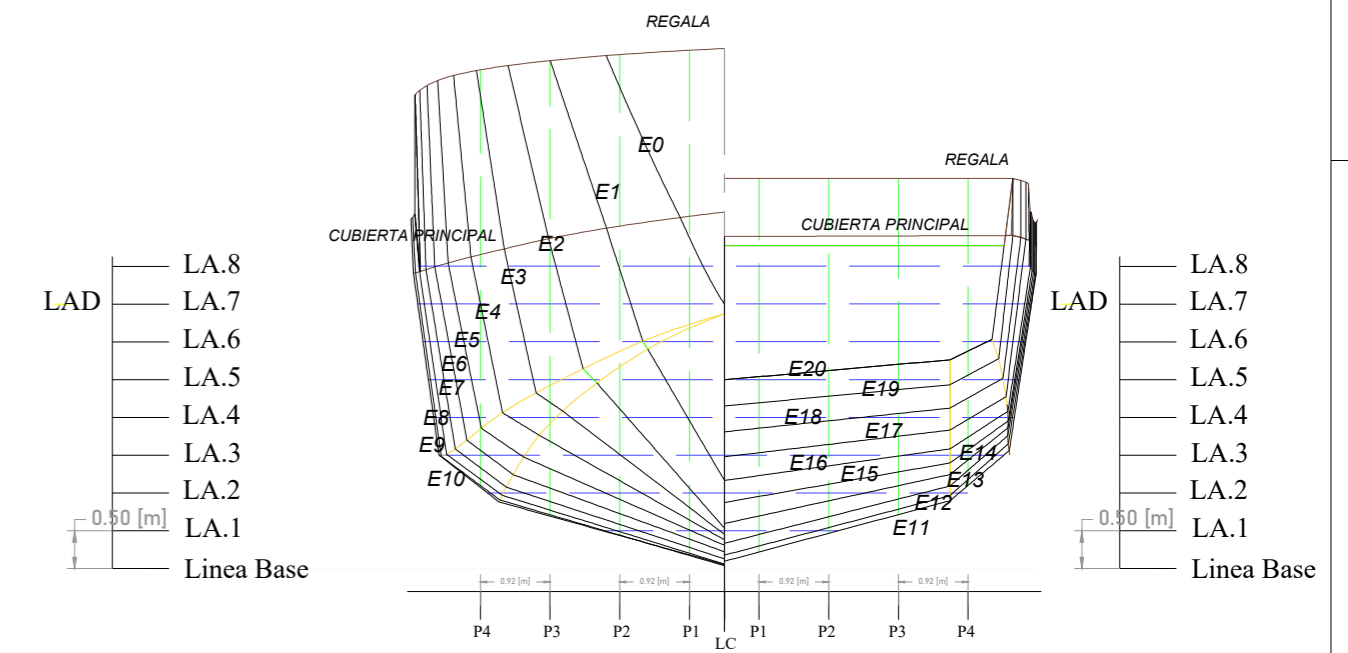
**Planos**



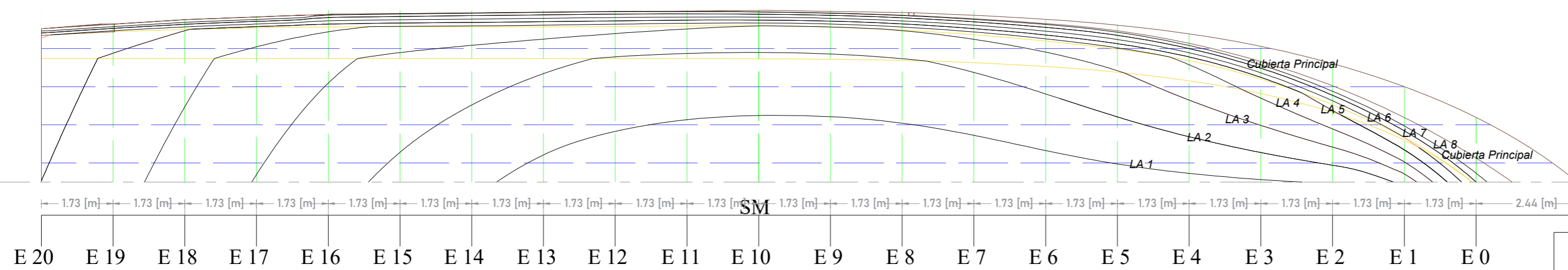
VISTA LONGITUDINAL



VISTA TRANSVERSAL



VISTA DE PLANTA



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

ESLORA TOTAL \_\_\_\_\_ 36.87 [m]  
 MANGA \_\_\_\_\_ 08.25 [m]  
 PUNTAL CUB. PRINCIPAL \_\_\_\_\_ 03.87 [m]

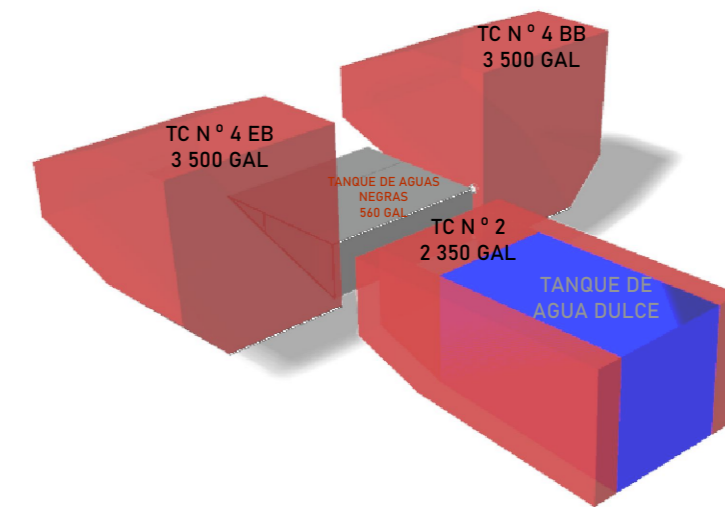
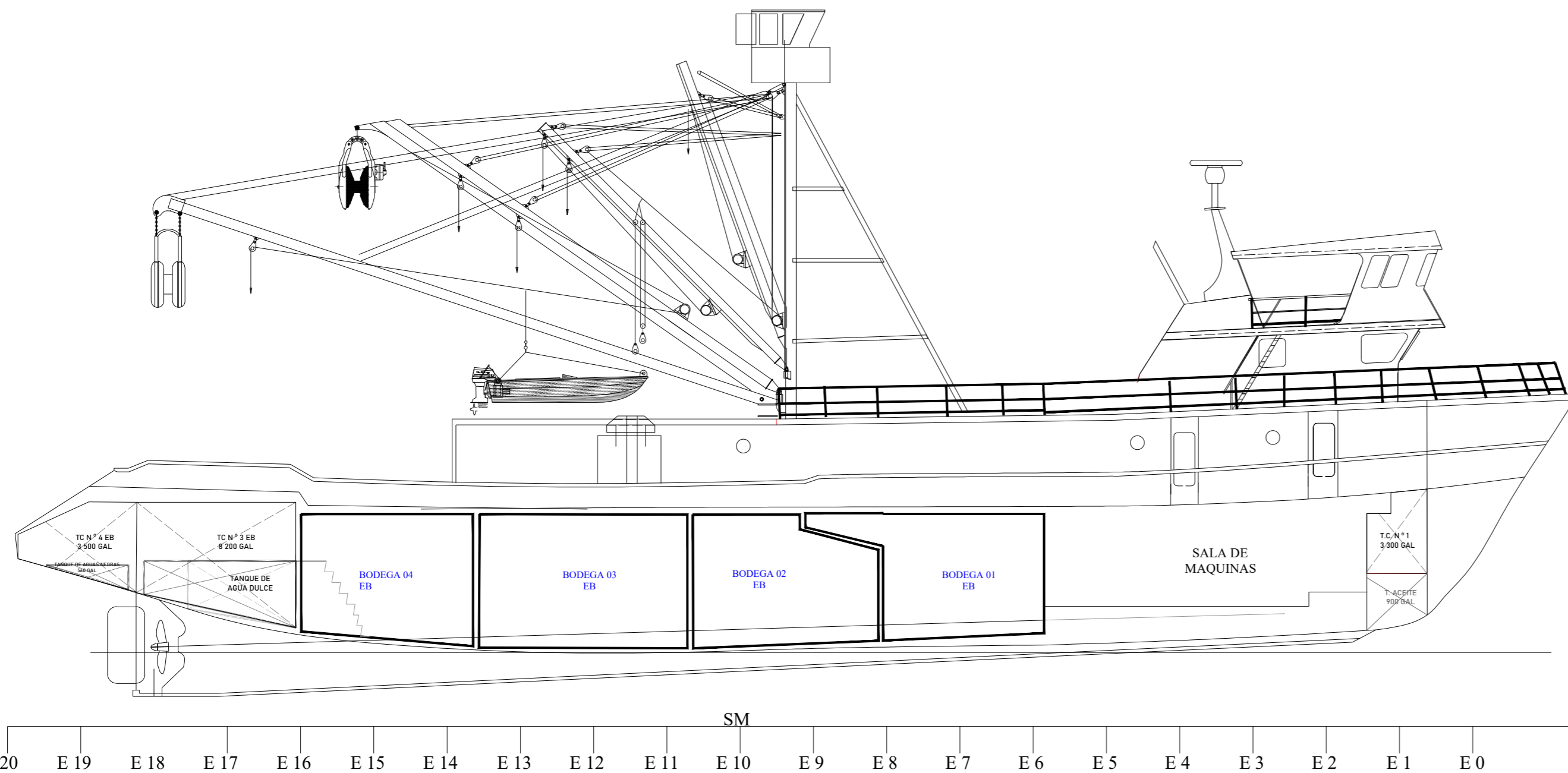
MARERIA: <b>MATERIA INTEGRADORA</b>	CARRERA: <b>ING. NAVAL</b>
NOMBRE DEL BUQUE: <b>ATUNERO</b>	
PLANO DE: <b>LINEAS DE FORMAS</b>	
ELABORADO POR: <b>FERNANDO FALCONES ECHEVERRIA</b>	
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL ES DE CARACTER ACADÉMICO MATERIA: DISEÑO DEL BUQUE CARRERA: ING. NAVAL	
NUMERO DE PLANO: <b>1 / 1</b>	FECHA: <b>NOVIEMBRE - 2020</b>
TAMAÑO: <b>ISO A -2</b>	Escala: <b>1 : 100</b>

A B C D E F G H I J

1

2

3



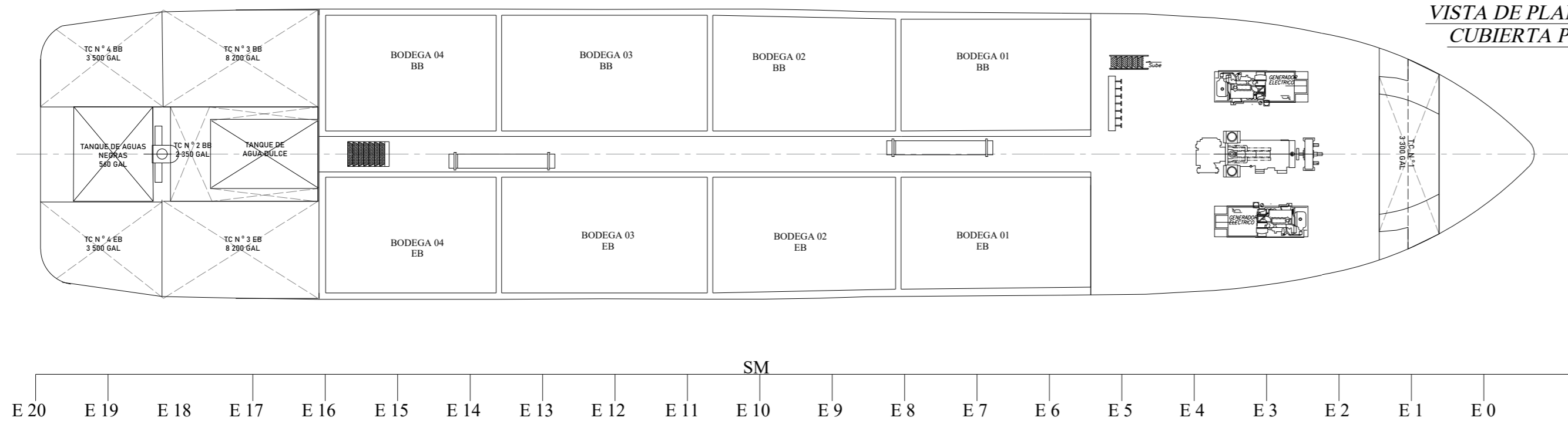
**CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES**

ESLORA TOTAL \_\_\_\_\_ 43.37 [m]  
 MANGA \_\_\_\_\_ 08.25 [m]  
 PUNTAL CUB. PRINCIPAL \_\_\_\_\_ 03.87 [m]

TANQUES DE COMBUSTIBLE	
TANQUE ID	CAPACIDAD [GALONES]
T.C 01	3 300
T.C 02	2 350
T.C 03 BB	8 200
T.C 03 EB	8 200
T.C 04 BB	3 500
T.C 04 EB	3 500
<b>TOTAL</b>	<b>29 050</b>

4

**VISTA DE PLANTA BAJO CUBIERTA PRINCIPAL**



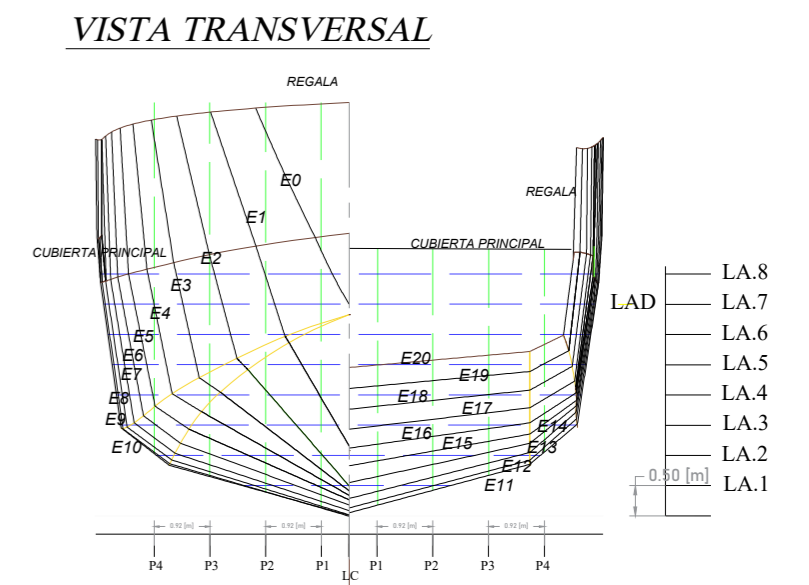
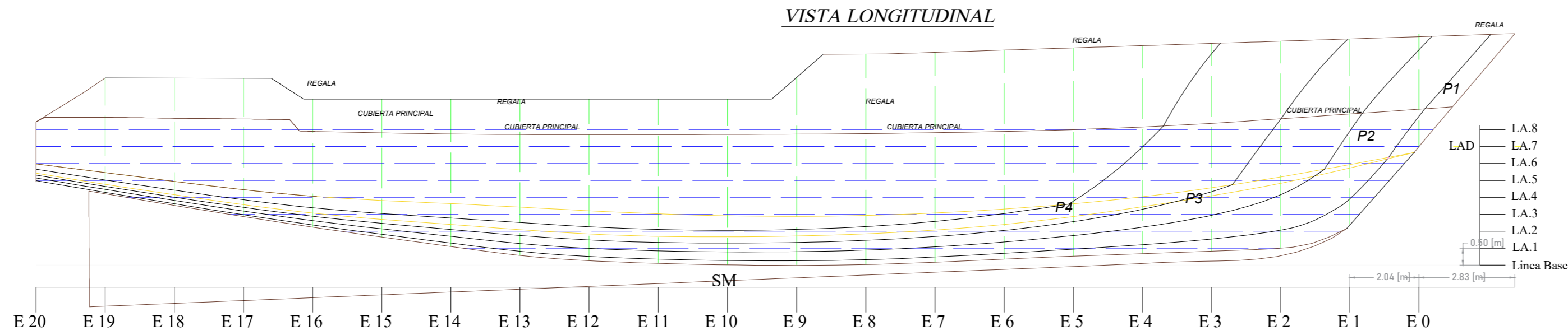
5

A B C D E F G H I J

MARERIA: <b>MATERIA INTEGRADORA</b>	CARRERA: <b>ING. NAVAL</b>
NOMBRE DEL BUQUE: <b>ATUNERO ALARGADO</b>	
PLANO DE: <b>CAPACIDAD DE COMBUSTIBLE</b>	
ELABORADO POR: <b>FERNANDO FALCONES ECHEVERRIA</b>	
NUMERO DE PLANO: <b>1 / 1</b>	FECHA: <b>NOVIEMBRE - 2020</b>
TAMAÑO: <b>ISO A -2</b>	Escala: <b>1 : 125</b>

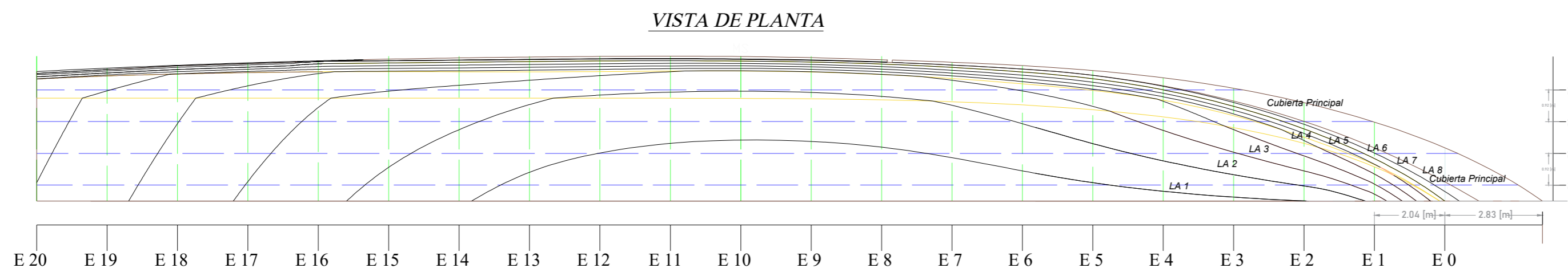
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL ES DE CARACTER ACADÉMICO  
 MATERIA: DISEÑO DEL BUQUE  
 CARRERA: ING. NAVAL





**CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES**

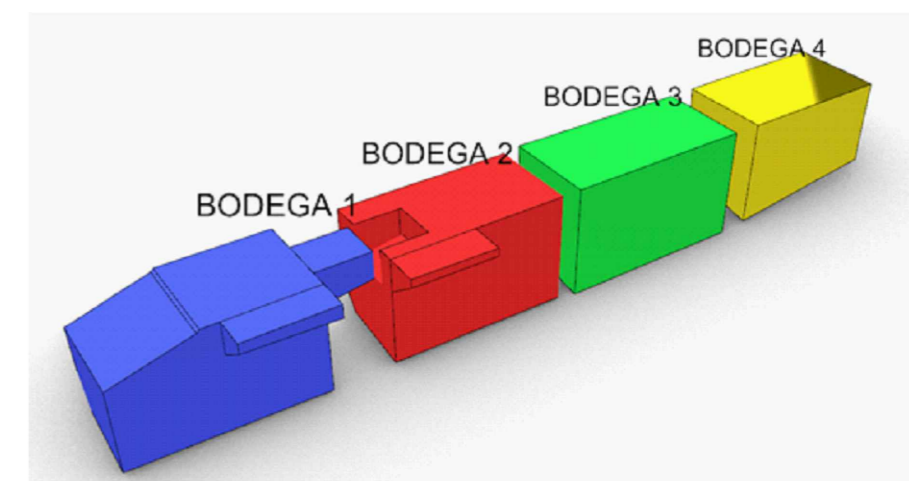
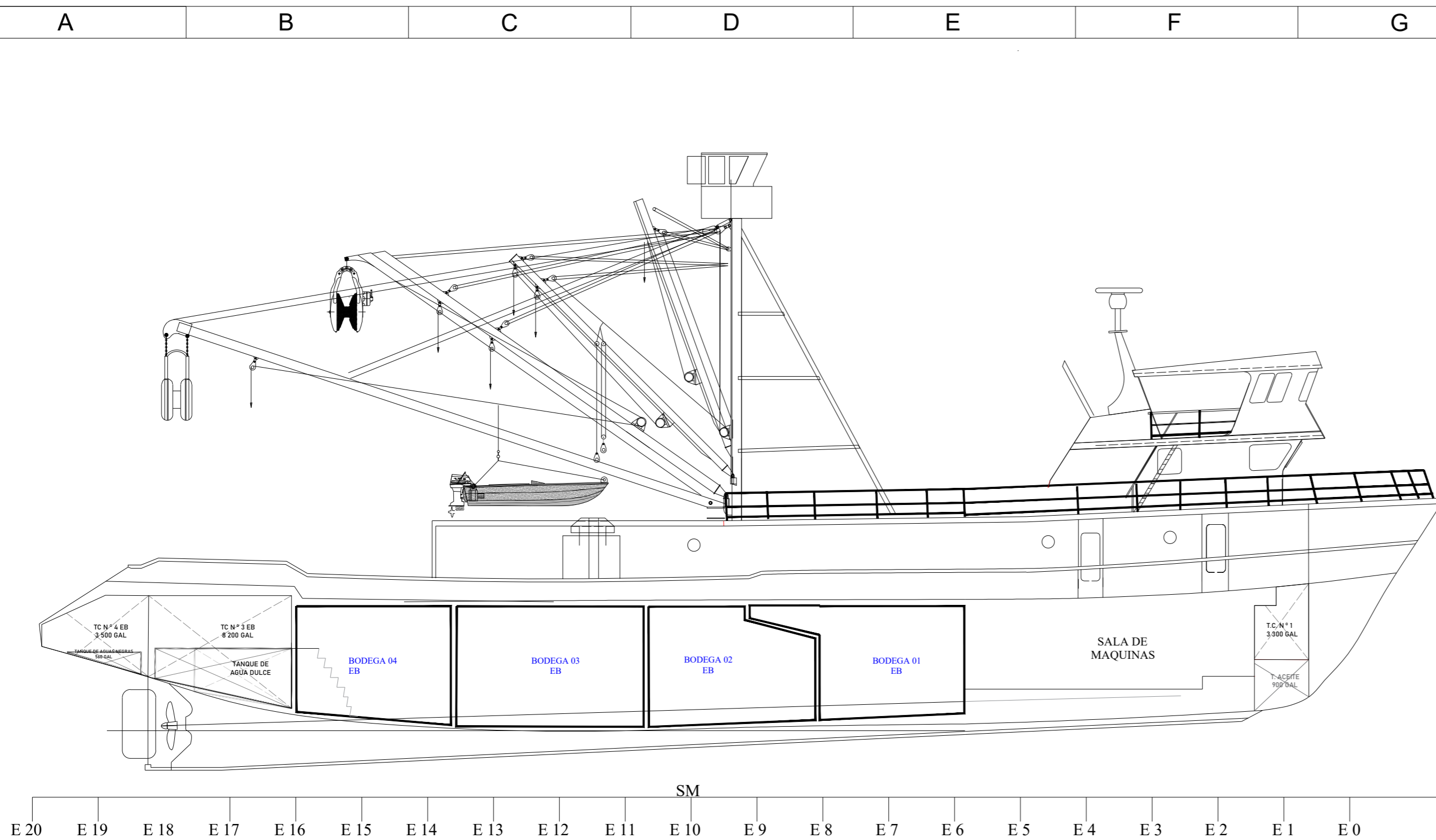
ESLORA TOTAL 43.37 [m]  
 MANGA 08.25 [m]  
 PUNTA CUB. PRINCIPAL 03.87 [m]



MARERIA: <b>MATERIA INTEGRADORA</b>	CARRERA: <b>ING. NAVAL</b>
NOMBRE DEL BUQUE: <b>ATUNERO ALARGADO</b>	
PLANO DE: <b>LINEAS DE FORMAS</b>	
ELABORADO POR: <b>FERNANDO FALCONES ECHEVERRIA</b>	
NUMERO DE PLANO: <b>1 / 1</b>	FECHA: <b>NOVIEMBRE - 2020</b>
TAMAÑO: <b>ISO A -2</b>	Escala: <b>1 : 125</b>

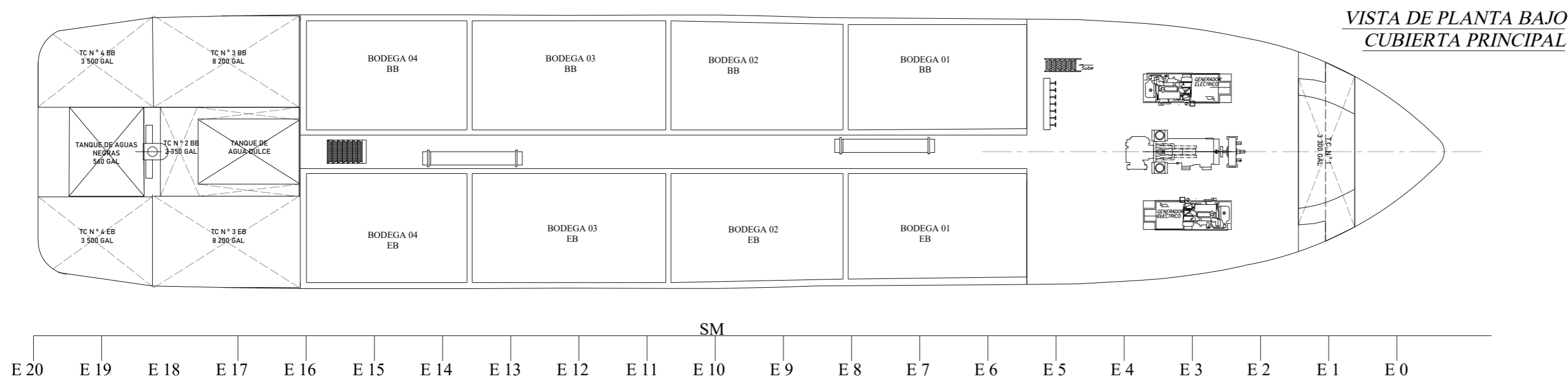
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL ES DE CARACTER ACADÉMICO  
 MATERIA: DISEÑO DEL BUQUE  
 CARRERA: ING. NAVAL





**CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES**

ESLORA TOTAL \_\_\_\_\_ 43.37 [m]  
 MANGA \_\_\_\_\_ 08.25 [m]  
 PUNTA CUB. PRINCIPAL \_\_\_\_\_ 03.87 [m]



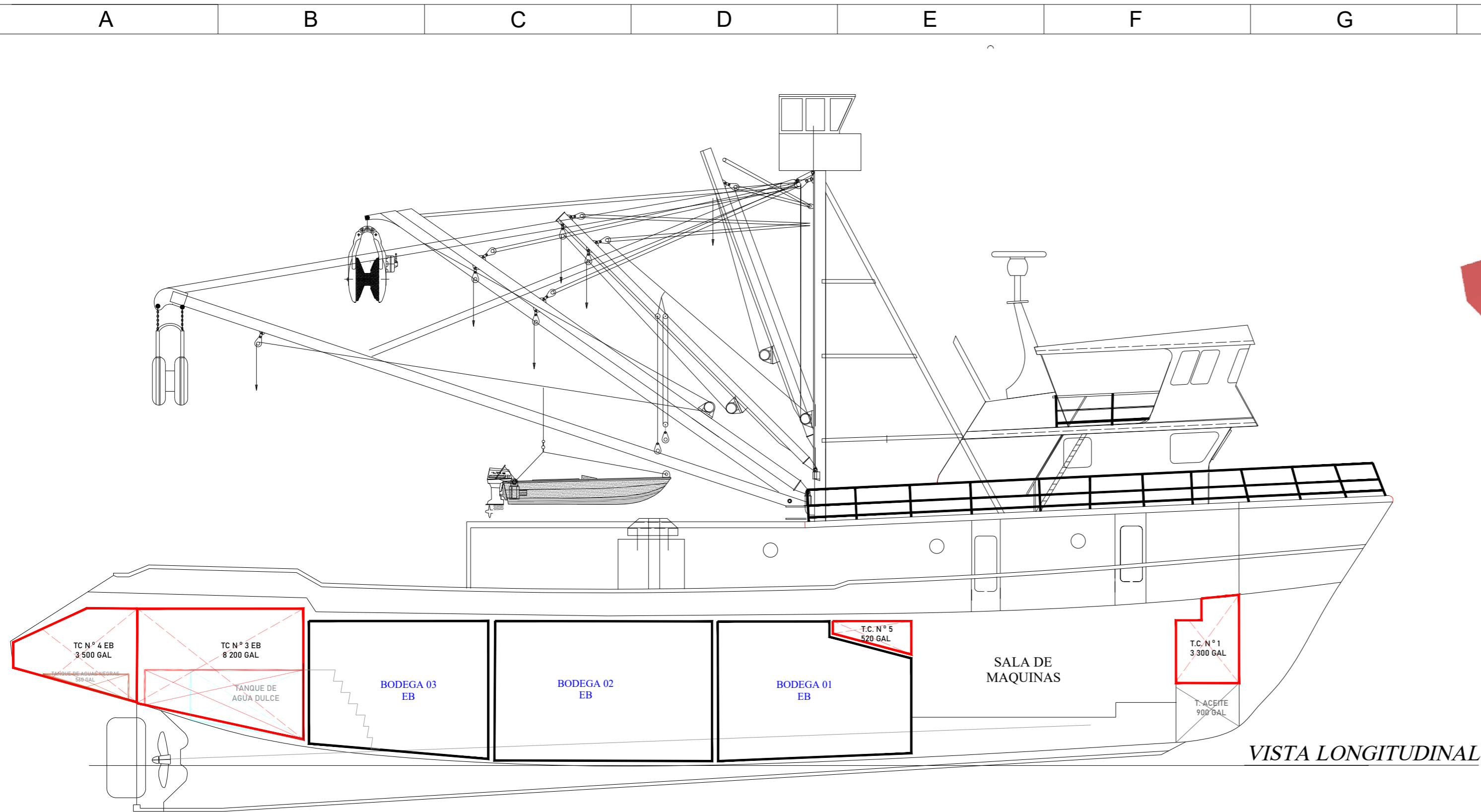
*VISTA DE PLANTA BAJO  
 CUBIERTA PRINCIPAL*

CAPACIDAD DE BODEGAS	
BODEGA ID	CAPACIDAD [m <sup>3</sup> ]
BODEGA 01 BB	49,25
BODEGA 01 EB	49,25
BODEGA 02 BB	45,20
BODEGA 02 EB	45,20
BODEGA 03 BB	39,14
BODEGA 03 EB	39,14
BODEGA 03 BB	34,38
BODEGA 03 EB	34,38
<b>TOTAL</b>	<b>335.94</b>

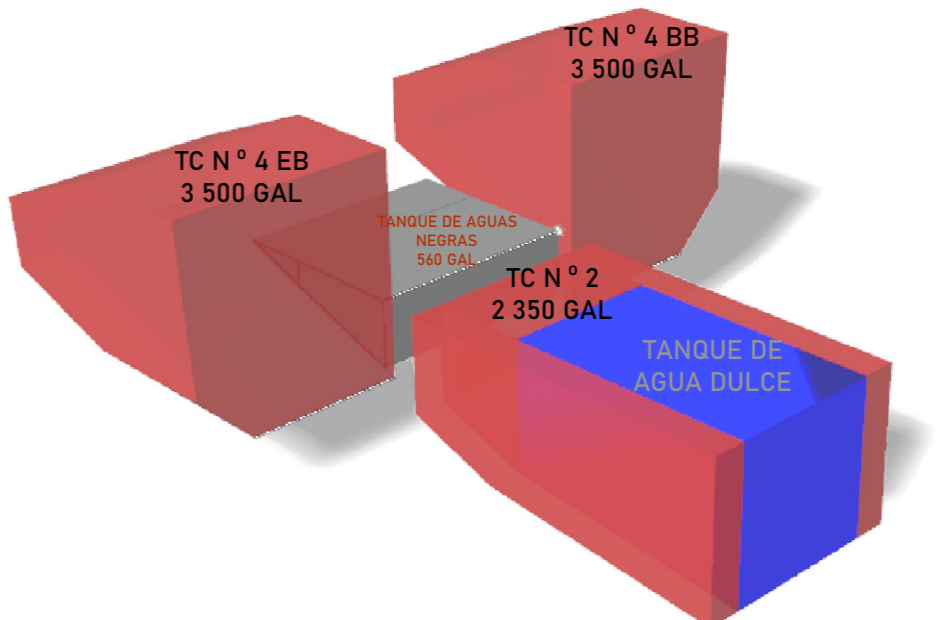
MARERIA: <b>MATERIA INTEGRADORA</b>	CARRERA: <b>ING. NAVAL</b>
NOMBRE DEL BUQUE: <b>ATUNERO ALARGADO</b>	
PLANO DE: <b>CAPACIDAD DE BODEGA</b>	
ELABORADO POR: <b>FERNANDO FALCONES ECHEVERRIA</b>	
FECHA: <b>NOVIEMBRE - 2020</b>	TAMAÑO: <b>ISO A -2</b>
NUMERO DE PLANO: <b>1 / 1</b>	Escala: <b>1 : 125</b>

ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL ES DE CARACTER ACADÉMICO  
 MATERIA: DISEÑO DEL BUQUE  
 CARRERA: ING. NAVAL

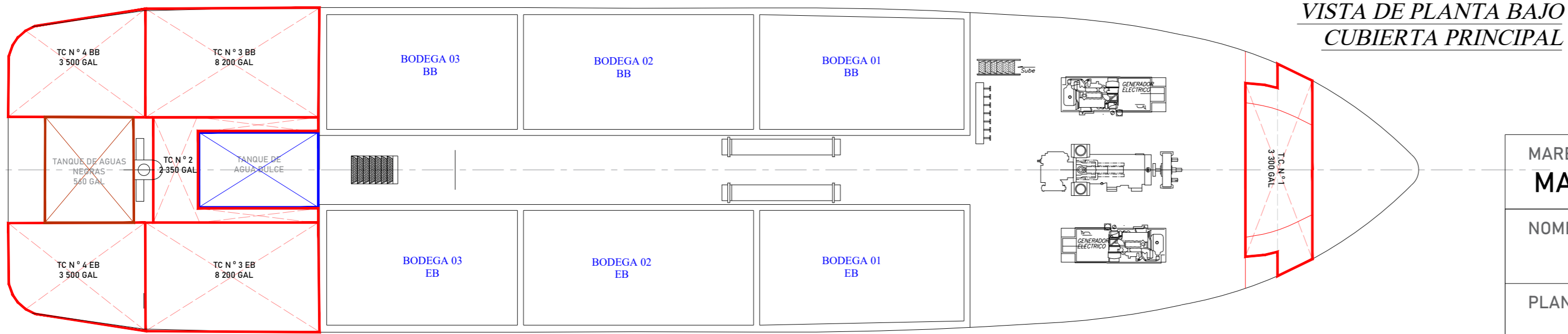




VISTA LONGITUDINAL



TANQUES DE COMBUSTIBLE	
TANQUE ID	CAPACIDAD [GALONES]
T.C 01	3 300
T.C 02	2 350
T.C 03 BB	8 200
T.C 03 EB	8 200
T.C 04 BB	3 500
T.C 04 EB	3 500
T.C 05 BB	520
T.C 05 EB	520
<b>TOTAL</b>	<b>30 090</b>



VISTA DE PLANTA BAJA CUBIERTA PRINCIPAL

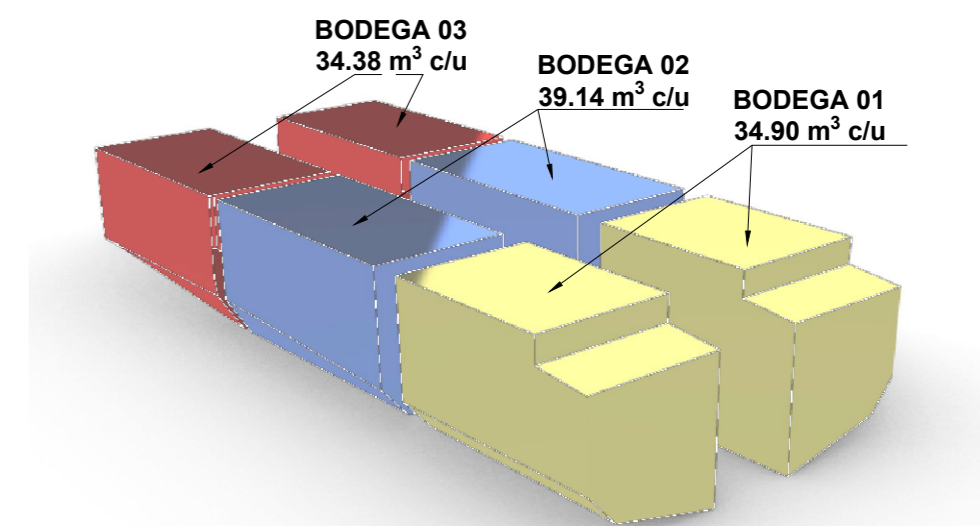
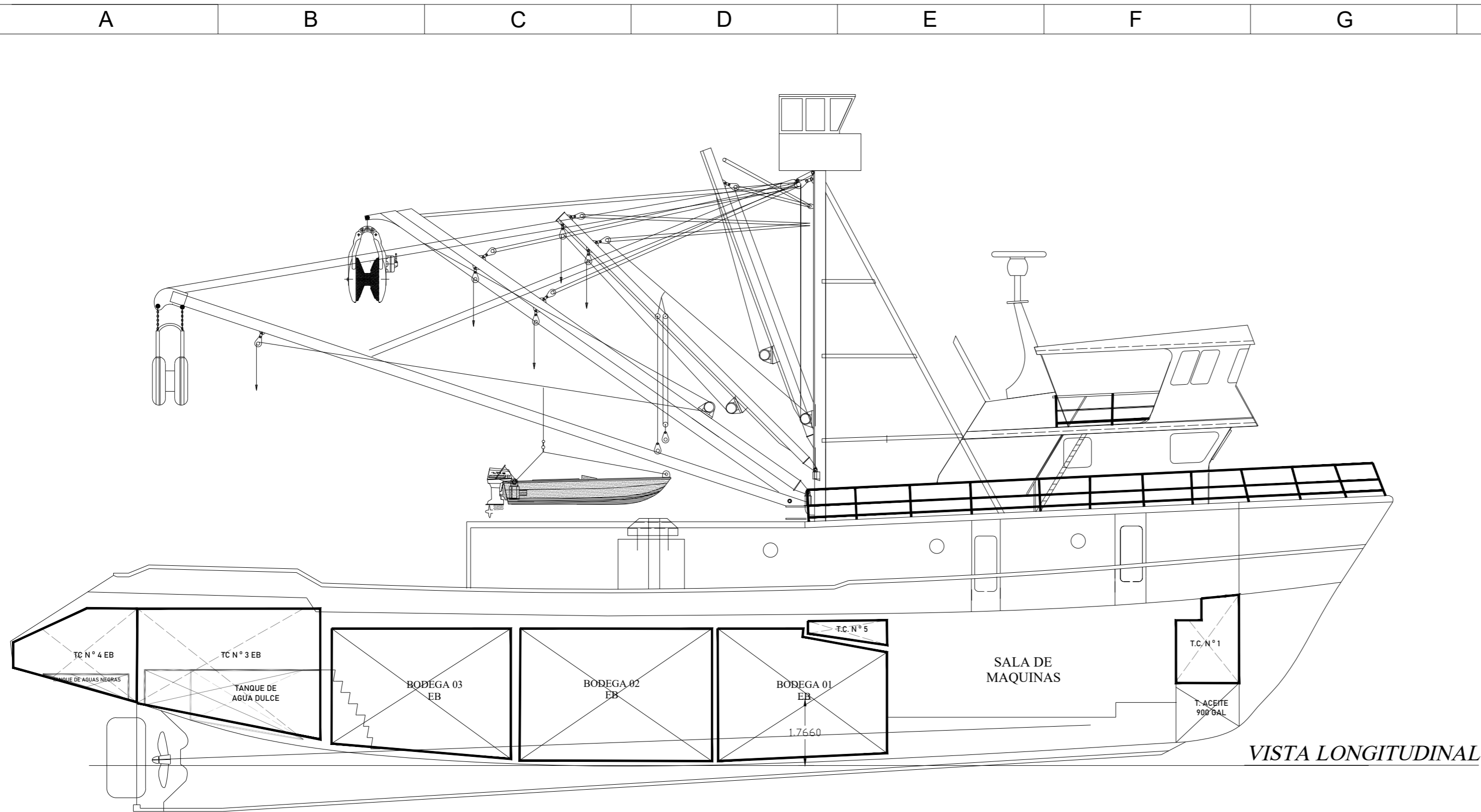
**CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES**

ESLORA TOTAL \_\_\_\_\_ 36.87 [m]  
MANGA \_\_\_\_\_ 08.25 [m]  
PUNTAL CUB. PRINCIPAL \_\_\_\_\_ 03.87 [m]

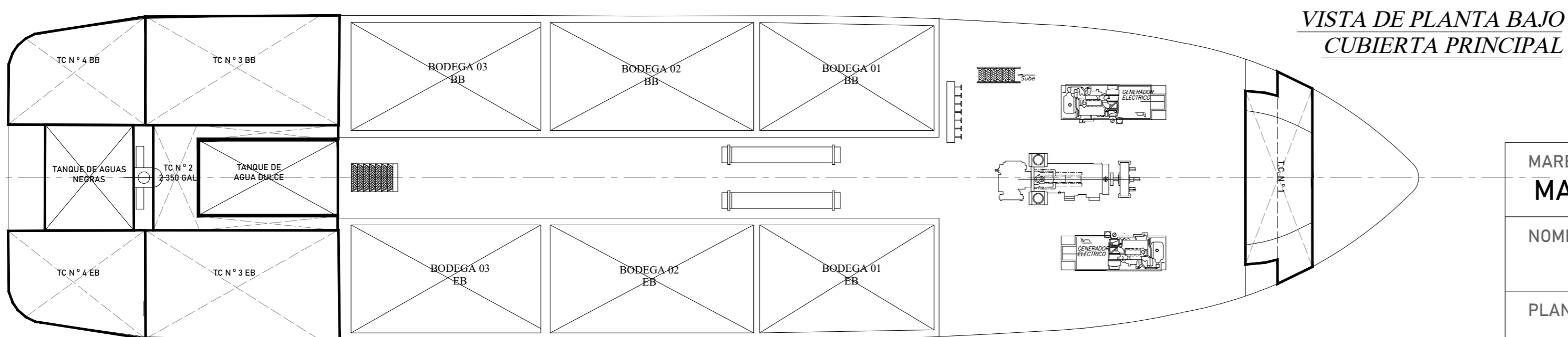
MARERIA: <b>MATERIA INTEGRADORA</b>	CARRERA: <b>ING. NAVAL</b>
NOMBRE DEL BUQUE: <b>ATUNERO</b>	
PLANO DE: <b>CAPACIDAD DE COMBUSTIBLE</b>	
ELABORADO POR: <b>FERNANDO FALCONES ECHEVERRIA</b>	
NUMERO DE PLANO: <b>1 / 1</b>	FECHA: <b>NOVIEMBRE - 2020</b>
TAMAÑO: <b>ISO A -2</b>	Escala: <b>1 : 100</b>

ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL ES DE CARACTER ACADEMICO  
MATERIA: DISEÑO DEL BUQUE  
CARRERA: ING. NAVAL





CAPACIDAD DE BODEGAS	
BODEGA ID	CAPACIDAD [m <sup>3</sup> ]
BODEGA 01 BB	34,90
BODEGA 01 EB	34,90
BODEGA 02 BB	39,14
BODEGA 02 EB	39,14
BODEGA 03 BB	34,38
BODEGA 03 EB	34,38
<b>TOTAL</b>	<b>216.84</b>



MARERIA: <b>MATERIA INTEGRADORA</b>	CARRERA: <b>ING. NAVAL</b>
NOMBRE DEL BUQUE: <b>ATUNERO</b>	
PLANO DE: <b>CAPACIDAD DE BODEGAS</b>	
ELABORADO POR: <b>FERNANDO FALCONES ECHEVERRIA</b>	
NUMERO DE PLANO: <b>1 / 1</b>	FECHA: <b>NOVIEMBRE - 2020</b>
	TAMAÑO: <b>ISO A -2</b>
	Escala: <b>1 : 100</b>

**CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES**

ESLORA TOTAL \_\_\_\_\_ 36.87 [m]  
 MANGA \_\_\_\_\_ 08.25 [m]  
 PUNTAL CUB. PRINCIPAL \_\_\_\_\_ 03.87 [m]

ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA  
 EN EL ES DE CARACTER ACADÉMICO  
 MATERIA: DISEÑO DEL BUQUE  
 CARRERA: ING. NAVAL

