



T  
623.81  
V838

Escuela Superior Politecnica del Litoral  
FACULTAD DE INGENIERIA MARITIMA Y CIENCIAS DEL MAR

# Alargamiento de un Buque. Pesquero de Acero

## INFORME TECNICO

Previa la obtención del **Título** de

**INGENIERO N A V A L**

*Presentado por:*

Pedro Luis Vite Tomala

Guayaquil

Ecuador

1.991

DEDICATORIA



A M I S PADRES

A M I ESPOSA

A M I HIJA

## A G R A D E C I M I E N T O

AL ING. NESTOR ALEJANDRO  
Por su acertada dirección  
y colaboración para la  
realización de este informe.



.....  
ING. NESTOR ALEJANDRO OCHOA

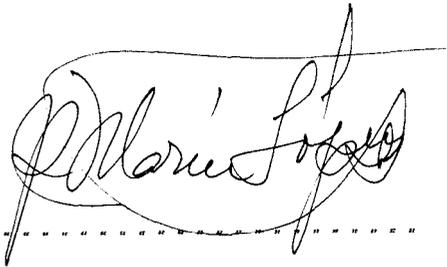
**Director de Informe Técnico**



.....  
Ing. Jorge FAYTONG D.  
RESIDENTE DEL TRIBUNAL  
DE GRADO



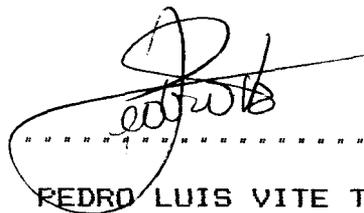
.....  
Ing. Nestor ALEJANDRO O.  
DIRECTOR DEL INFORME TECNICO



.....  
Dr. Jose R. MARIN L.  
MIEMBRO PRINCIPAL  
DEL TRIBUNAL DE GRADO

## DECLARACION EXPRESA

"Este Informe Técnico corresponde a la resolución de un problema práctico relacionado con el perfil profesional de la Ingeniería Naval" (Reglamento de graduación mediante la elaboración de Informes Técnicos)



.....  
PEDRO LUIS VITE TOMALA

## RESUMEN

El trabajo de alargamiento de la embarcacion pesquera descrita en este informe es uno de los primeros que se han realizado en nuestro medio, por ello es necesario que se registre un reporte sobre el desarrollo del mismo.

Generalmente un trabajo de alargamiento de este tipo se lo hace basicamente con el proposito de mejorar la rentabilidad de una embarcacion, al aumentar la capacidad de sus bodegas.

El alargamiento de una embarcacion pesquera para proposito de este estudio se lo ha dividido en dos grandes etapas:

**1.- ETAPA DE DISEÑO.-** En esta primera etapa se recopilan toda informacion actualizada del buque. Esto incluye planos, curvas de estabilidad, desarrollo del experimento de inclinacion, asi como tambien se realizan un chequeo minuicioso del estado del buque (obra viva y obra muerta).

Dentro de esta etapa se determinan las dimensiones principales del bloque de alargamiento, asi como tambien el sitio donde se realizara el corte. Luego

se realiza el trazado del nuevo plano de las líneas de forma y se desarrollan los cálculos hidrostáticos y finalmente se hace el análisis de estabilidad, con el cual se determinará si la embarcación cumple con los criterios de estabilidad requeridos.

La etapa de diseño también involucra el cálculo de nuevos miembros estructurales (fondo, estado y cubierta), así como el análisis del sistema de propulsión que se instalará en la embarcación.

**2.- ETAPA DE PRODUCCION.-** Esta etapa incluye la ejecución de los trabajos relativos al alargamiento. Se inicia haciendo un listado de todas las actividades requeridas en el proyecto; con esta lista se desarrolla una programación de actividades empleando la técnica del PERT, que es una técnica de evaluación, programación y reporte.

## INDICE GENERAL

	PAG.
RESUMEN	II
INDICE GENERAL	IV
INDICE DE FIGURAS	VI
INDICE DE ANEXOS	VII
INDICE DE PLANOS	VIII
1. OBJETIVOS	6
2. <b>JUSTIFICACION</b>	8
3. DESCRIPCION DEL PROBLEMA	15
4. SOLUCION DEL PROBLEMA	17
4.1. ETAPA DE DISEÑO	19
4.1.1. CUBICACION DEL VOLUMEN DEL NUEVO BLOQUE	20
4.1.2. DETERMINACION DEL AUMENTO DE ESLORA	24
<b>4.1.3.</b> DETERMINACION DE LA SECCION DE CORTE	25
4.1.4. TRAZADO DEL NUEVO PLANO DE LINEAS	26
4.1.5. <b>CALCULOS Y TRAZADOS DE LAS CURVAS</b> HIDROSTATICAS	27
4.1.6. <b>ANALISIS DE ESTABILIDAD</b>	28
4.1.7. <b>CALCULOS DE NUEVOS MIEMBROS</b> ESTRUCTURALES	37
4.1.8. PROPULSION	47
4.2. ETAPA DE PRODUCCION	56
4.2.1. LISTA DE ACTIVIDADES	57
4.2.2. PROGRAMACION DE ACTIVIDADES	59



4.2.3.	TRABAJOS PRELIMINARES	62
4.2.4.	CORTE <b>DE</b> UNIDAD	65
4.2.5.	CONSTRUCCION Y MONTAJE DEL NUEVO BLOQUE	67
4.2.6.	SISTEMA DE PROPULSION	75

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

DIAGRAMAS, TABLAS Y ANEXOS

BIBLIOGRAFIA



## INDICE DE FIGURAS

Fig 4-a	Sección Maestra del pesquero en estudio	23
Fig 4-b	<b>Sección</b> Maestra de un buque flotando adrizado	29
Fig 4-c	<b>Sección</b> Maestra de un buque cuando un momento externo <b>Me</b> es aplicado	29
Fig 4-d	Curva de <b>GZ</b>	32
Fig 4-e	Sección Maestra de un buque para pequeños ángulos de inclinación	32
Fig 4-f	Estructura longitudinal con bulárcamas	38
Fig 4-g	Cuaderna Típica	46
Fig 4-h	Buque cortado en dos secciones	70
Fig 4-i	Alineamiento de las dos secciones	71
Fig 4-j	Máquina principal instalada	76

## **INDICE DE ANEXOS**

- Anexo **1** Resultados obtenidos para las Curvas Hidrostáticas
- Anexo **2** Tabla de Puntos del buque antes del alargamiento
- Anexo **3** Tabla de Puntos del buque después del alargamiento
- Anexo **4** Diagrama Pert utilizado para cumplir las actividades
- Anexo **5** Secuencias gráficas del montaje

## CAPITULO 1

### OBJETIVOS

El objetivo de este estudio es **basicamente** el de proporcionar al sector pesquero un medio de consulta para la **realización** de un alargamiento a una **embarcación** pesquera.

El alargamiento de embarcaciones pesqueras ya construidas, se lo hace como una alternativa de aumento de la capacidad de sus bodegas y con un costo de inversión bastante bajo. Dicho de otra manera, si un barco con **los** mismos costos de operación y solo con algunas modificaciones pudiese aumentar la capacidad de sus bodegas, indudablemente que dicho barco sera más rentable para su empresa.

Una alternativa de solución **a** este problema es el aumento de la capacidad volumétrica, mediante el alargamiento de su casco, ampliandolo con la inserción de un bloque central. Desde luego esta inversión puede ser amortizada en un corto periodo, gracias al mayor volumen de captura que **tendra** el barco una vez modificado.

Como en todo proyecto de ingeniería donde existe una creciente necesidad de contar con un medio más eficaz de

planificación y programación, así como donde además se requiere de técnicas orientadas a la ejecución y culminación de proyectos, será necesario contar con métodos adecuados, por lo que para este caso emplearemos las técnicas del PERT (técnica de evaluación, programación y reporte), método que esta destinado para la estimación de los tiempos de trabajo. Por otro lado, como no hay antecedentes para calcular los costos por unidad de tiempo se empleara el CPM (método del camino crítico), técnica que esta siendo usado en general en todas las construcciones en las cuales sea fácil estimar la combinación de costo y duración de cada tarea, para que se pueda lograr el costo total mínimo del proyecto.

## CAPITULO II

### JUSTIFICACION

Con el alargamiento de una embarcación pesquera se proporciona una mejor eficiencia, seguridad y rendimiento de la unidad; por su **ampliación**, su **preservación** y manipuleo a bordo, procesos que son los fundamentales para esta clase de actividad.

Con las siguientes modificaciones se da un mejor uso a dichas embarcaciones: la modificación de las bodegas nos proporciona un mejor aprovechamiento en su capacidad; la **modificación** de tanques, caseta puente y arboladura nos da una mejor **distribución** de pesos para mantener en lo posible la estabilidad original de la unidad.

Finalmente con el alargamiento de una embarcación pesquera se pone a disposición de los interesados *un* medio **más** eficaz para aumentar la rentabilidad de la unidad aprovechando desde luego un capital ya instalado.

#### RENTABILIDAD DE LA **UNIDAD**.-

Consideremos esta inversión de capital como la aplicación de grandes sumas de dinero con la intención de recuperar la

**inversión** inicial mas una cantidad adecuada de beneficios a traves de los flujos de fondos generados durante la vida **económica** de la inversión.

Basado en la premisa anterior se puede considerar que esta inversión debe haber sido motivo de un análisis previo para el Armador, ya que para realizar el presupuesto de la misma se **debió** haber tomado en cuenta fundamentalmente los siguientes puntos: Magnitud, Rentabilidad, Riesgo, Costo y Durabilidad de la inversión.

Tratemos de analizar de una manera muy general el punto relacionado a la rentabilidad de la inversión, para lo cual consideremos que la rentabilidad de un proyecto se mide por la relación entre la utilidad proyectada o real y la **inversión** necesaria para llegar a cabo el proyecto.

Para encontrar la utilidad proyectada o real, sera necesario determinar primeramente la capacidad de acarreo del buque, antes y después de su alargamiento.

#### CAPACIDAD DE **ACARREO** DEL **BUQUE** ANTES DEL **ALARGAMIENTO**. -

Para calcular la capacidad de acarreo de la embarcación se parte de la capacidad volumétrica de las bodegas, en este caso la embarcación posee una capacidad de bodega de 170 **M<sup>3</sup>**.

La experiencia nos indica que en **terminos** generales por cada metro cúbico de volumen se pueden almacenar o estibar 0.8 - 0.9 toneladas de atún. Según esto se tiene que la capacidad real de la bodega del buque antes del alargamiento es:

$$170 \text{ M}^3 * 0.85 \text{ TON/M}^3 = 144.5 \text{ TON. de pescado.}$$

Respecto a la eficiencia de la captura es obvio suponer que no todas las faenas que se realizan son de un 100% positivas, por lo que el campo de las posibilidades nos permite una ocurrencia de casos favorables igual al de improbables. Además debemos considerar que la eficiencia de la captura depende en gran parte de dos factores fundamentales: el humano y el técnico, [5].

Dentro del factor humano se tiene que considerar el conocimiento del oficio y de la responsabilidad, problemas que se resolverían **facilmente** si todos los tripulantes tuviesen los suficientes conocimientos sobre navegación de altura y que además estuviesen capacitados para el manejo y mantenimiento de los modernos equipos de **detección**.

Dentro del factor técnico hay que considerar la **autonomía de navegación** de las embarcaciones, la autonomía de pesca, los sistemas auxiliares para **detección y** los aparejos de pesca.

Asumiendo que la eficiencia de la captura sea de un 50% se tendrá como volumen de captura durante cada viaje el siguiente:

$$144.5 \text{ TON.} * 0.5 = 72.25 \text{ TON.}$$

Se presenta ahora el problema de la determinación del número de días y/o viajes que hace este tipo de embarcación, considerando además las temporadas anuales de pesca.

Según estadísticas [5], se considera un promedio de 5 meses de pesca al año, así mismo se puede establecer una secuencia de 3 viajes al mes, por lo que nuestra embarcación hará un total de 15 viajes al año y su capacidad de captura al año será:

$$72.25 \text{ TON.} * 15 = 1,084 \text{ TON.} \text{ cada año.}$$

#### CAPACIDAD DE ACARREO DEL BUQUE DESPUES DEL ALARGAMIENTO.-

Tomando en cuenta las mismas consideraciones que para el caso anterior, se tiene:

Capacidad de sus bodegas:

$$270 \text{ M}^3. * 0.85 \text{ TON/M}^3 = 229.5 \text{ TON.} \text{ de pescado}$$

Asumiendo que sus bodegas se llenan solo el 50% durante cada viaje:

$$229.5 \text{ TON.} * 0.5 = 114.75 \text{ TON.}$$

Considerando un promedio de 5 meses de pesca al **año** y que se **realize** 3 viajes al mes, es decir un total de 15 viajes al **año**, la capacidad de captura de la nueva unidad sera de:

$$114.75 \text{ TON.} * 15 = 1,721 \text{ TON.} \text{ cada año}$$

Conociendo ahora la capacidad de acarreo antes y **después** del alargamiento, podemos obtener la utilidad proyectada real:

Capacidad de acarreo después del alargamiento:	1,721 Ton/año
Capacidad de acarreo antes del alargamiento:	1,084 Ton/año
	-----
Capacidad de acarreo ganada con el alargamiento	637 Ton/año.

Si el valor de la tonelada de atún es de \$ 500.00 dólares, se tiene que el nuevo incremento de la capacidad de la bodegas significa para esta empresa un valor de:

$$637 \text{ Ton/año} * \$ 500.00 \text{ c/Ton} = \$ 318,500 \text{ dólares anuales.}$$

Asumiendo que el 42% de este valor se lo destina al mantenimiento, operación y administración de la unidad, la utilidad proyectada o real que le queda a la empresa sera:

$$\$ 318,500 * (1.00 - 0.42) = \$ 184,730 \text{ dólares anuales.}$$

**COSTOS DE INVERSION.-**

Los costos de inversión son clasificados en tres grandes grupos:

- \* Alargamiento propiamente dicho, donde esta incluido el valor correspondiente a la mano de obra especializada, el material de calderería, varada, desvarada, trabajos de mantenimiento del buque y todos los materiales de consumo para realizar dichos trabajos.
- \* Cambio de maquina, donde esta incluido el valor correspondiente a la nueva máquina propulsora a instalar, el sistema de escape y los principales controles de la máquina principal.
- \* Aparejos de pesca que incluye el valor del equipo de pesca y la red de pesca.

Los valores dados a cada grupo son los siguientes:

Alargamiento	\$ 180,000
Cambio de máquina	\$ 250,000
Aparejos de pesca	\$ 210,000
	-----
Total de la inversión en dólares:	\$ 640.000

Finalmente conociendo la utilidad proyectada o real (\$ 184.730) de la empresa al año dada con el incremento de la capacidad de sus bodegas, y el total de los costos de

**inversión** (\$ 640.000) podemos decir que esta inversión puede ser amortizada en un periodo de:

\$ 640,000

----- = 3.5 **años**

\$ 184,730

Esto es, tres años y medio.

## CAPITULO III

## DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Para el desarrollo de este tema se ha considerado un tipo de barco **cerquero**, al cual se le quiere aumentar la capacidad de sus bodegas en 100 **M<sup>3</sup>**.

Las condiciones o **características** principales originales de la **embarcación** a la que se practicará el alargamiento son las que a **continuación** se indican:

ESLORA TOTAL	91' - 6"	27.90 M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	76" - 5"	23.28 M
MANGA MOLDEADA	26' - 0"	7.93 M
MANGA MAXIMA	27" - 2"	8.40 M
PUNTAL AL COSTADO	13' - 2"	4.12 M
CALADO EN LAD	10' - 9"	3.80 M
VELOCIDAD		10 Nudos
AUTONOMIA		30 Días
PROPULSION	Un Motor GM 680 HP 12 V-149	
POTENCIA	680 SHP a 1800 RPM	
<b>RELACION DE REDUCCION</b>	<b>4.5 : 1</b>	
CAPACIDAD DE BODEGA REFRIGERADAS	170 <b>M<sup>3</sup></b>	(146 TON)

En vista de que la máquina principal que tiene nuestra **embarcación** presenta una serie de problemas para su mantenimiento, el Armador desea hacer el cambio de la misma, esto es cambiar el motor General Motor 12 V-149 de 680 SHP a 1800 RPM por el motor recomendado o conveniente al cambio que se desea realizar.

Aprovechando que la embarcación va a permanecer varada durante algún tiempo, se dispondrá **también** hacer un mantenimiento integral de la **embarcación** ya sea **por prevención** o por reparación.

El mantenimiento del sistema de propulsión incluirá, el desmontaje y montaje del sistema de propulsión completo, rectificación del eje de cola y eje intermedio, chequeo de descansos, prensas y bocines.

**Asi** mismo se realizará el mantenimiento de equipos, dispositivos, línea de tuberías y en general un mantenimiento integral de su casco tanto en su obra viva como en su obra muerta y que concluirá con el pintado y acabado general de la embarcación.

## CAPITULO IV

**SOLUCION** DEL PROBLEMA

La solución del problema propuesto deberá ser tratado en base a la experiencia de trabajos similares realizados por astilleros extranjeros con resultados positivos para los Armadores pesqueros. De acuerdo a dichas experiencias, es un hecho que en el alargamiento de embarcaciones pesqueras, es posible aumentar las capacidades de sus bodegas entre un 20% y un 30% manteniendo el mismo sistema propulsor **original**, [2].

Acogiendo las referencias anteriores debemos primeramente determinar el porcentaje del incremento de la capacidad. Conociendo que la capacidad actual de las bodegas refrigeradas es de 170 M<sup>3</sup>, el incremento a realizar de 100 M<sup>3</sup> significará:

$$\text{Porcentaje de incremento} = \frac{100 \text{ M}^3}{170 \text{ M}^3} = 0.59$$

Por lo tanto el incremento (59 %) de la capacidad total del buque en estudio, será posible siempre y cuando se cambie el sistema de propulsión original.

Por otro lado será necesario efectuar los respectivos estudios de resistencia, estabilidad y desde luego un análisis estructural del mismo.

Se debe considerar también que la disposición de la nueva bodega **estará** condicionada al tipo y a la especie de peces que se capturen. Esta información más el conocimiento del tiempo de duración del viaje nos permitirá tomar una **decisión** con respecto a la refrigeración de la bodega para el almacenamiento de peces al granel.

Para propósitos de presentación, el alargamiento de una embarcación pesquera se lo ha dividido en dos grandes etapas a mencionar:

- \* ETAPA DE DISEÑO, que es la etapa donde se contempla el estudio de factibilidad de acuerdo a los requerimientos del armador.
- \* ETAPA DE PRODUCCION, que es la etapa correspondiente a la ejecución de todos los trabajos involucrados durante el proyecto de alargamiento.

#### 4.1 ETAPA DE DISEÑO

Para cumplir con esta etapa es necesario en primer lugar recoger todo tipo de información actualizada referente al buque, esto es:

PLANO DE ARREGLO GENERAL.

PLANO DE LINEAS DE FORMAS.

TABLA DE PUNTOS.

CURVAS CRUZADAS DE ESTABILIDAD .

CURVAS HIDROSTATICAS.

EXPERIMENTO DE INCLINACION (ACTUALIZADO) .

PLANOS ESTRUCTURALES.

PLANOS DE LINEA DE EJE.

PLANO DE SALA DE MAQUINA.

A más de la información antes descrita, es necesario tener un informe actualizado del estado del buque tanto en su obra viva como en su obra muerta, por lo que será necesario una inspección (visual) de los principales miembros estructurales, tales como: Quilla; Cuaderna; Mamparos; Refuerzos de los mamparos; Forro del Fondo, Costado y Cubierta. De esta última información se determinará si se debe o no reparar, reforzar y/o reemplazar cualquier miembro estructural afectado.

#### 4.1.1 CUBICACION DEL VOLUMEN DEL NUEVO BLOQUE

Si el requerimiento principal es el de aumentar la **capacidad** de bodega en 100 **M<sup>3</sup>**, necesitaremos en primer lugar calcular las dimensiones principales del bloque a introducir.

El alargamiento de la embarcación se lo **hara** en su parte más ancha (cuerpo medio paralelo), por lo que los valores necesarios para la cubicación de la bodega a aumentarse dependerán de los valores tomados en dicho sitio.

Segun el plano de Lineas de Formas (plano **4-1**), la parte más ancha del buque se encuentra entre las secciones 7 y 8 por lo que tomaremos las **areas** seccionales en estos sitios como propósito para realizar los cálculos, (anexo 1).

<b>Area</b> de la <b>sección</b> 7	288.41 P <sup>2</sup>
<b>Area</b> de la <b>sección</b> 8	289.88 P <sup>2</sup>
	-----
	578.29 P <sup>2</sup>

**578.29**

$$\text{Area promedio} = \frac{\text{-----}}{2} = 289.15 \text{ P}^2$$

De esta **area** promedio debemos descontar tanto el espacio destinado al paso del eje (túnel) como también el espacio destinado para el aislamiento y **asi** obtener el **area** aprovechable para la carga.

De acuerdo al plano de **Distribución** General

(plano 4-2), el **area** destinada al túnel es:

$$12.75 * 5.00 = 63.75 \text{ P}^2$$

**Area** destinada al aislamiento:

$$10\% (\text{area promedio} - \text{area destinada al tunel}) + \\ (289.15 - 63.75) * 0.1 = 22.54 \text{ P}^2$$

$$\text{Total de } \text{area} \text{ a descontar} \quad \text{-----} \\ 86.29 \text{ P}^2$$

Por lo tanto el **area** aprovechable para la carga (fig 4-a) será :

$$\begin{array}{r} \text{Area promedio} \quad \quad \quad 289.15 \text{ P}^2 \\ \text{Area a descontar} \quad \quad \quad - \quad 86.29 \text{ P}^2 \\ \text{-----} \\ \text{Total de } \text{area} \text{ aprovechable} \quad \quad \quad 202.86 \text{ P}^2 \end{array}$$

Como el aumento del volumen de las bodegas es de 100 **M<sup>3</sup>** (3531 Ps) la cantidad a alargarse del buque será:

$$\text{Alargamiento} = \frac{\text{Volumen de bodega}}{\text{Area aprovechable}} = \frac{3531.00 \text{ P}^3}{202.86 \text{ P}^2}$$

$$\text{Alargamiento} = 17.42 \text{ pies}$$

Por lo tanto el alargamiento de la eslora del buque en estudio **será** de 17.4 p (5.31 M).

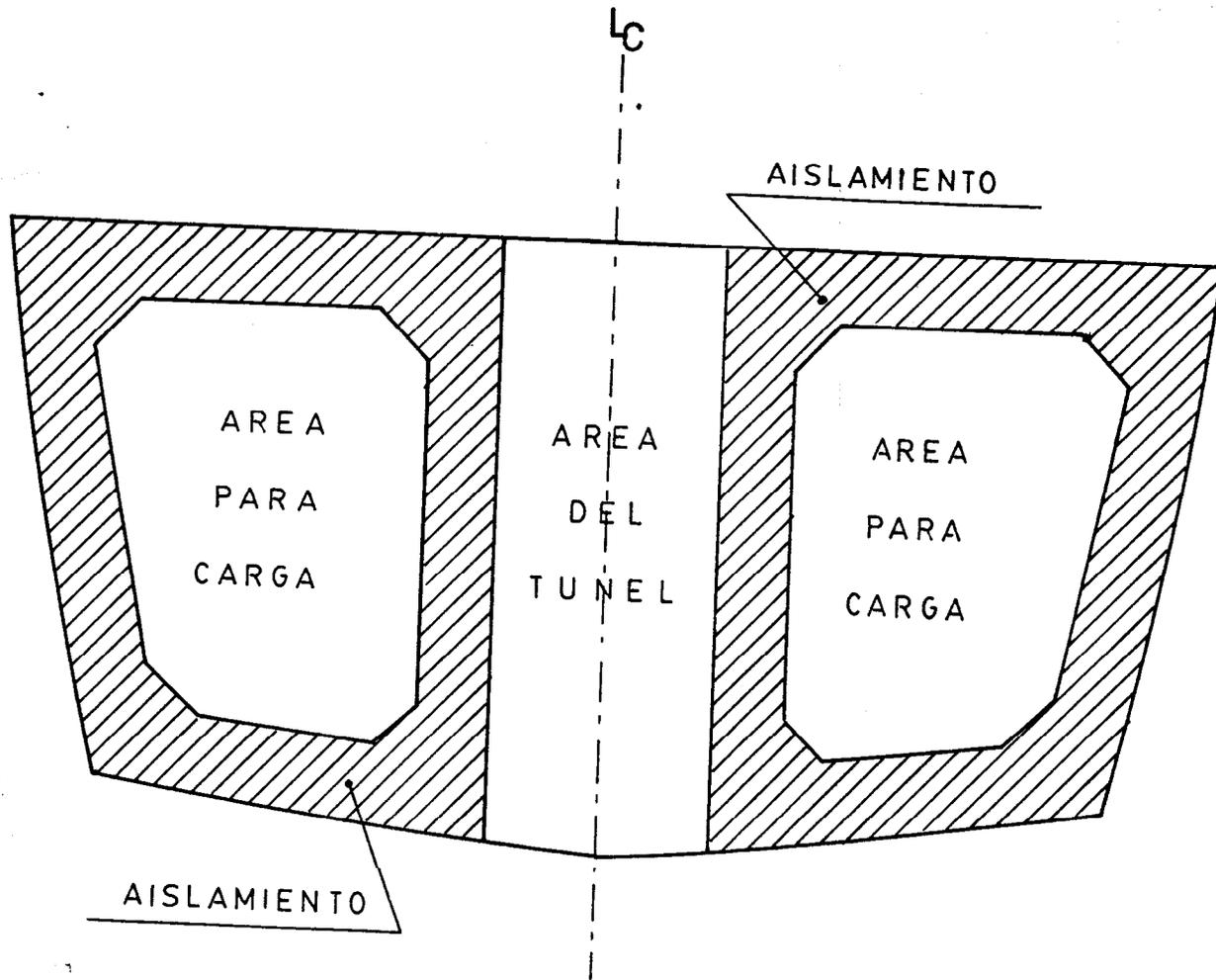


Fig 4 - a

#### 4.1.2 DETERMINACION DEL AUMENTO DE ESLORA

Con **relación** a la capacidad adicional de bodega requerida por el armador, se determina la nueva Eslora del Buque.

Para lo cual utilizaremos las siguientes relaciones utilizadas para embarcaciones pesqueras, [2]:

$$L/B = 2.0 + 0.055 L \quad L \leq 40 \text{ M.}$$

$$L/B = 2.8 + 0.035 L \quad L > 40 \text{ M.}$$

Por lo tanto:

$$\begin{aligned} L/B &= 2.0 + 0.055 (23.28 + 5.31) \\ &= 3.57 \end{aligned}$$

De donde:

$$\begin{aligned} L &= B * 3.57 \\ &= 7.93 * 3.57 \\ &= 28.3 \text{ M.} \end{aligned}$$

La nueva eslora de la unidad para propósitos de cálculos será 28.3 M.

### 4.1.3 DETERMINACION DE LA SECCION DE CORTE

**Para** la **definición** de la **sección** donde se **deberá** efectuar el **corte**, es recomendable considerar el cuerpo central de la embarcación, lugar donde la manga es **máxima**, o en otras palabras el cuerpo medio paralelo, aunque en este caso la determinación de la sección de corte dependerá **también** de la distribución de los equipos y elementos de cubierta **tales** como: winche, mástil, pluma, pescante, etc.

De acuerdo a lo descrito en el **Plano** de Líneas de Formas (plano **4-1**), el sitio de corte será en donde la manga es máxima, esto es entre la sección **7** y la sección **8**.

Como se aprecia en el Plano de Distribución General (plano **4-2**), entre la sección **7** y la **8** se encuentran ubicados el winche, el mástil y un pescante en una banda, por lo que será necesario desmontar dicho winche a más del mástil y el pescante antes de proceder a marcar la línea de corte.

#### 4.1.4 TRAZADO DEL NUEVO PLANO DE LINEAS DE FORMAS

Teniendo definido hasta ahora la ubicación de la sección de corte y el incremento de la eslora para aumentar la capacidad del buque en 100 Ms, se procederá a trazar el nuevo Plano de Líneas de Formas, para lo cual **debera** tomarse como base el Plano de Líneas, (Plano 4-1) y la Tabla de Puntos del barco original, (anexo 2). Se considera este plano como el más importante por cuanto el mismo nos muestra el sitio exacto del casco donde se realizará el alargamiento.

La Línea Base se modificará conservando el asiento de diseño. Como estas líneas no son suficientes para que el constructor pueda trazar en tamaño natural y hacer los gálibos respectivos, será necesario que todas las medidas utilizadas para dibujar las diversas líneas se incluyan en la nueva Tabla de Puntos (anexo 3).

Una fase importante de esta etapa será la de realizar o construir un modelo a escala de la embarcación con el alargamiento respectivo, para luego probarlo en un canal de experiencias **hidrodinámicas** para así poder determinar los ensayos de remolque y autopropulsión, estabilidad y movimientos del buque además de su maniobrabilidad en distintas circunstancias.

#### 4.1.5 CALCULO Y TRAZADO DE LAS CURVAS HIDROSTATICAS

Teniendo trazado el nuevo Plano de Líneas de Formas se puede **ya** calcular y trazar las curvas del barco ya modificado.

**Las** siguientes son las curvas calculadas y su respectivo trazado se muestra en el plano de Curvas **Hidrostáticas**

- **AREA** DE LINEAS DE AGUA
- **AREAS** SECCIONALES
- CENTRO DE GRAVEDAD VERTICAL
- CENTRO DE BOYANTE2 LONGITUDINAL
- ALTURA DEL CENTRO DE **BOYANTEZ**
- SUPERFICIE MOJADA
- METACENTRO LONGITUDINAL
- TONELADAS POR PULGADAS DE INMERSION
- METACENTRO TRANSVERSAL
- MOMENTO PARA CAMBIAR EL ASIEN TO UNA PULGADA
- ALTURA METACENTRICA
- DESPLAZAMIENTO EN AGUA DULCE
- DESPLAZAMIENTO EN AGUA SALADA
- COEFICIENTE DE BLOCK
- COEFICIENTE DEL PLANO DE AGUA
- COEFICIENTE DE SECCION MEDIA
- COEFICIENTE PRISMATICO.

#### 4.1.6 ANALISIS DE ESTABILIDAD

Un buque es estable si vuelve a su posición inicial (adrizado) cuando se encuentra bajo la acción de momentos adrizantes transitorios- Estos momentos pueden ser causados por el viento, olas, el agua sobre cubierta, etc. Para hacer el análisis de estabilidad es necesario revisar ciertos conceptos básicos sobre las condiciones generales de estabilidad.

En la figura 4-b se muestra la sección maestra de un buque flotando adrizado.

B, es la posición del centro de empuje. En este punto el empuje A actúa de abajo hacia arriba.

G, es el centro de masa. La masa representa una fuerza de valor numérico igual a A pero actuando de arriba hacia abajo.

En esta figura no se puede deducir si el buque es estable o no. Sólo se puede decir que el buque está en equilibrio, esto es, que partiendo de un desplazamiento determinado, pesos y empuje iguales, su centro de gravedad y centro de carena están en la misma vertical y por lo tanto los vectores representativos de los pesos y empujes.

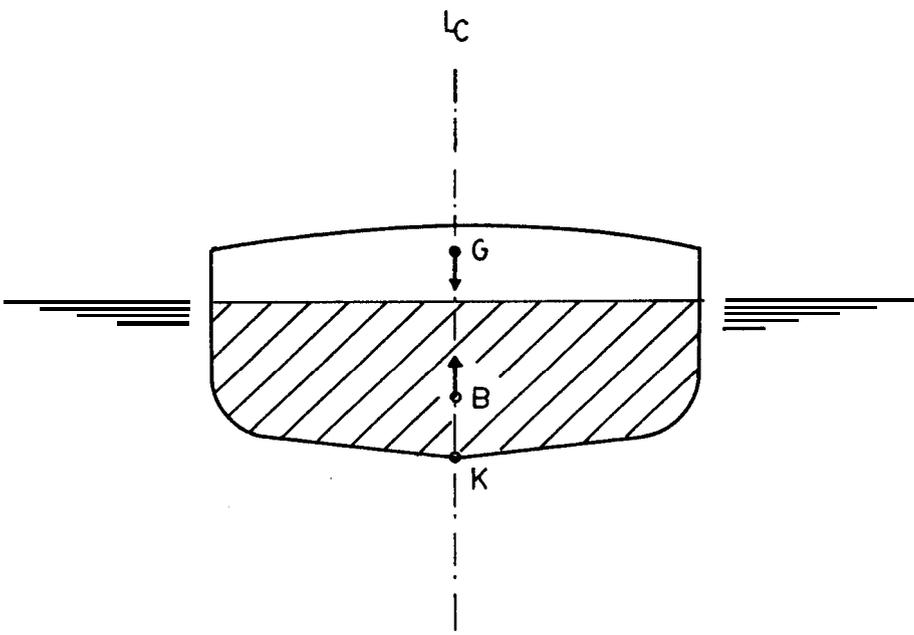


Fig 4 - b

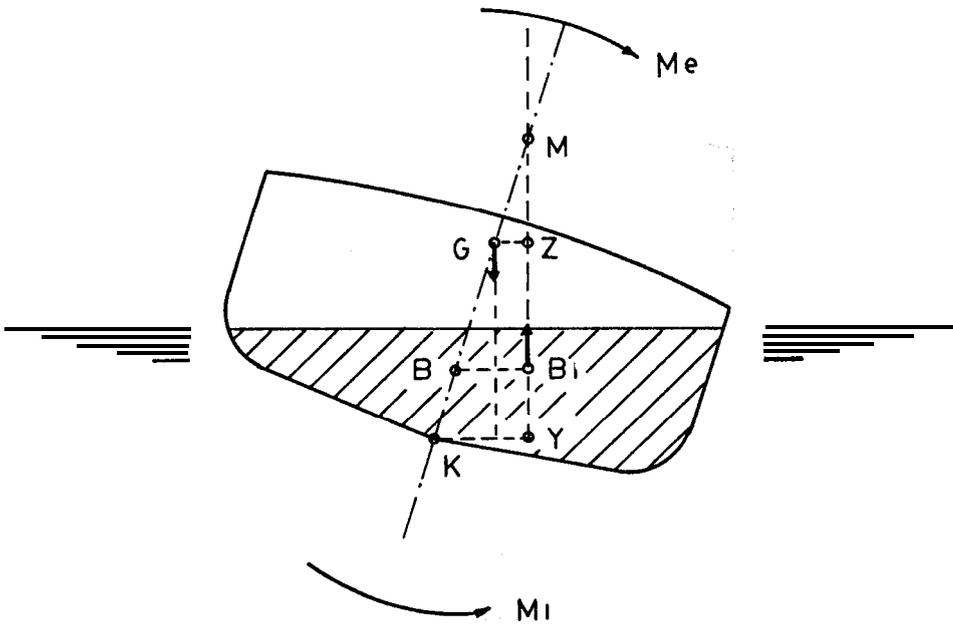


Fig 4 - c

En la figura 4-c un momento inclinante externo  $M_e$  es aplicado, por lo que el buque se inclina a un ángulo  $\theta$ , y **B** se corre hacia la nueva posición  $B_i$ .

**G** permanece en la misma posición.

Considerando las fuerzas de la figura 4-c el buque produce un momento adrizante  **$M_i$** .

La ecuación de balance se puede expresar:

$$M_e = M_i = GZ * A \quad (4-1)$$

**GZ** = Brazo del momento interno

$$GZ \text{ es también igual a } KY - KG * \text{Sen}\theta \quad (4-2)$$

**Ecuación** que es básica para la interpretación de los componentes de estabilidad.

$KY$ , expresa el corrimiento horizontal del centro de empuje y depende de la forma del buque pudiendo ser calculado del plano de líneas.

$KG$ , expresa la **posición** del centro de masa. En cierta medida la altura de  $G$  depende de la forma y construcción del casco, pero fundamentalmente esta influenciado por el arreglo general (distribución de pesos) del buque.

Los requerimientos y recomendaciones para la estabilidad tiene vinculación con la curva **GZ** y con los medios para prevenir la entrada de agua.

Podemos decir en conclusión que el cálculo de estabilidad tiene dos partes distintas;

El calculo de KY.

El calculo de KG.

Para evaluar las **características** del **rolido** así como los **cálculos** relacionados con la prueba de inclinación es necesario calcular la "Estabilidad Inicial" que es la que se refiere al estudio de las condiciones de flotabilidad del barco ante ángulos de escora pequeños, considerandose el metacentro M como un punto fijo, o dicho de otra manera es el análisis de la curva GZ en las proximidades de  $\theta = 0$ , permitiendo conocer el valor de la tangente de la curva GZ que pasa por  $\theta = 0$  como se ve en la figura 4-d.

Para calcular GM deben conocerse antes la altura del metacentro M y el valor de KG

$$GM = KM - KG = (KB + BM) - KG \quad (4-3)$$

KB Y BM se calculan de las curvas hidrostáticas.

Para pequeños ángulos de inclinación  $d\theta$  se deduce de la figura 4-e.

$$\text{Si } Me = GZ * A = A * GM * \text{Sen } \theta.$$

$$d(Me) = GZ * A = A * GM * \text{Sen } d\theta \quad (4-4)$$

$$d(Me) = A * GM * d\theta \quad (4-5)$$

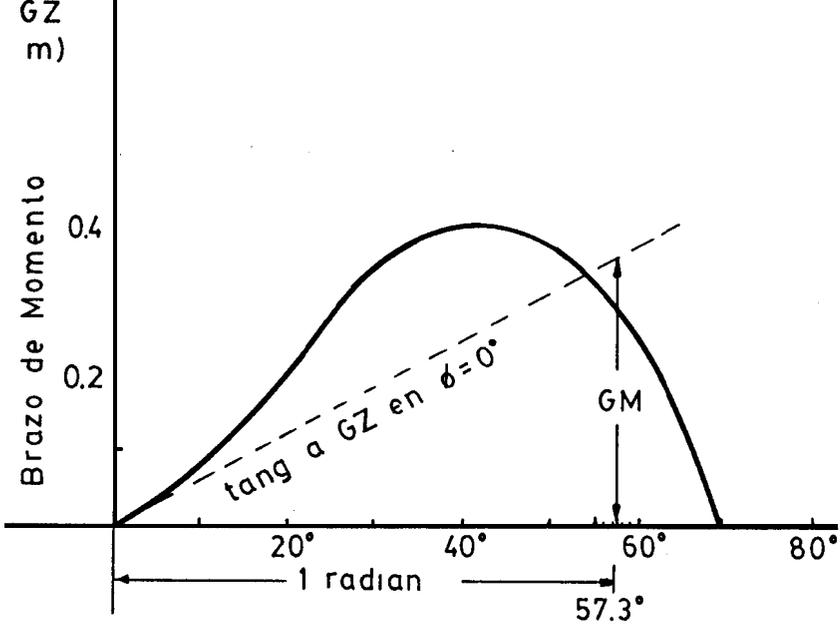


Fig 4 - d

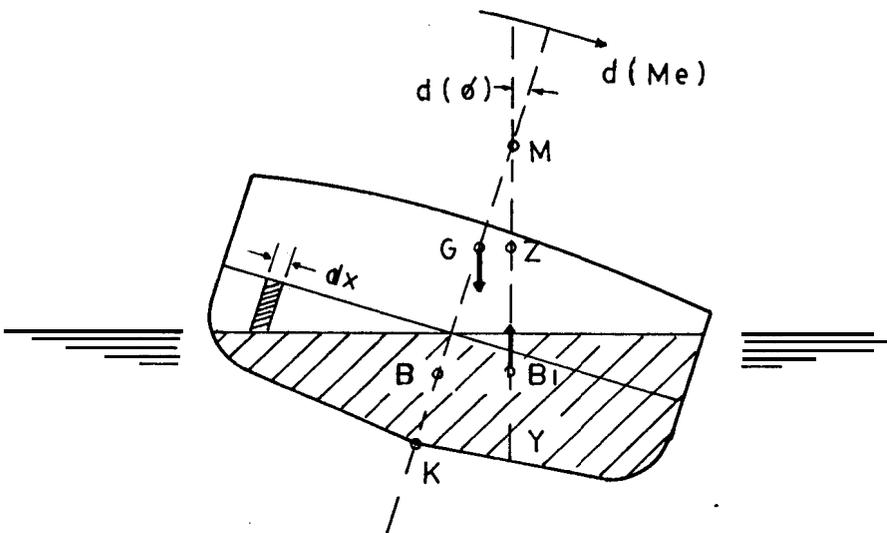


Fig 4 - e

GM se lo denomina "Altura **Metacéntrica**".

Si  $GZ = GM * d@.$

$$GM = \frac{GZ}{d@}$$

Esta ecuación explica porque GM puede dibujarse en la curva de **GZ**

levantando la normal de altura GM en correspondencia a

$d@ = 1 \text{ rad} = 57.3 \text{ grados}$

La **ecuación**  $d(Me) = GM * A * d@$

es básica para la prueba de inclinación.

Aplicando un pequeño momento externo **dMe** ; GM puede ser hallado de la siguiente forma:

$$GM = \frac{d(Me)}{A * d@} \quad (4-6)$$

Por supuesto que para hallar GM con la prueba de inclinación **es** necesario conocer el desplazamiento, el ángulo de inclinación y el momento externo.

Nuestro estudio debe ir más allá del análisis de la estabilidad inicial, ya que los **ángulos** de escora que tienen las embarcaciones pesqueras, especialmente durante sus faenas de pesca varían entre rangos muy amplios hacia babor y estribor superando ampliamente los **ángulos** límites fijados en la estabilidad inicial.

Para grandes ángulos de inclinación el cálculo de la estabilidad está limitado al cálculo de KY, lo que implica cálculos de volumen y momentos de volumen. Estos cálculos tienen su correspondencia en los cálculos hidrostáticos de KB.

Debido a que la forma del buque es muy compleja, se emplea la **integración** gráfica para determinar los volúmenes y los momentos.

Para cada ángulo de **inclinación** y en correspondencia a posiciones **elegidas** previamente a lo largo del eje de **crujía**, se calcula las **areas** y los momentos estáticos de las **areas** sumergidas con respecto a un eje vertical. Esto se hace para varias flotaciones, para cubrir el rango de desplazamiento para los cuales se requiere las curvas de KY.

Si el eje vertical pasa por el punto K, KY será:

Momento estático de la sección

$$KY = \frac{\text{-----}}{\text{Area de la sección}}$$

En el plano 4-4, se muestran las curvas de KY para ángulos comprendidos entre 10 y 90 grados con intervalos de 10 grados.

El Análisis de Estabilidad se lo ha basado en los criterios del Convenio Internacional de Torremolinos para la seguridad de Buques Pesqueros (1977), [4].

**REGLA 28 (Criterios de Estabilidad)**

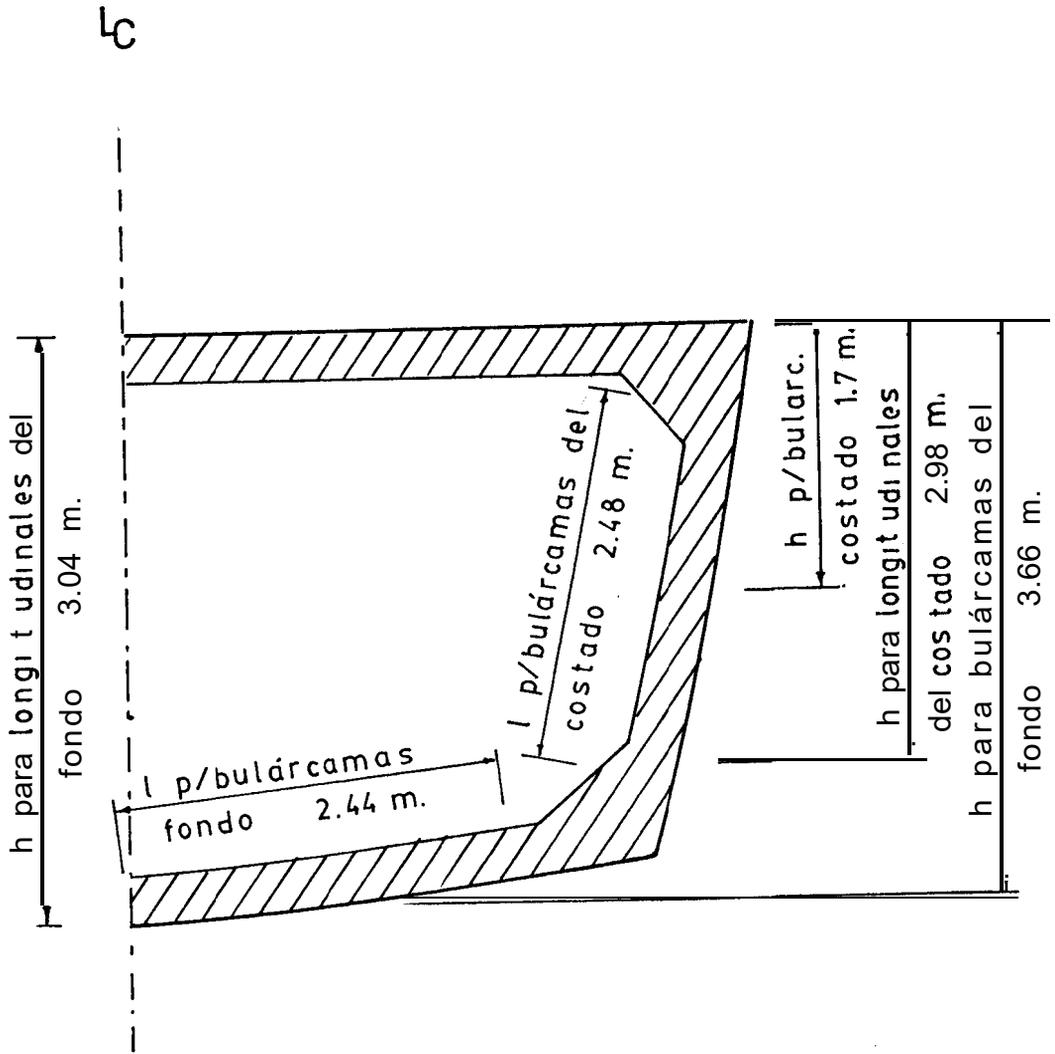
- a) El area situada bajo la curva de brazos adrizantes (Curva GZ) no será inferior a 0.055 metros - radianes hasta un ángulo de escora de 30 grados, ni inferior a 0.090 metros - radianes hasta 40 grados o hasta el ángulo de inundación.
- b) El brazo adrizante GZ será de 200 milímetro como mínimo para un ángulo de escora igual o superior a 30 grados.
- c) El brazo adrizante máximo GZ max. correspondera a un ángulo de escora preferiblemente superior a 30 grados, pero nunca inferior a 25 grados.
- d) En los buques de una cubierta, la altura metacéntrica inicial GM no será inferior a 350 milímetros.

**REGLA 33 (Condiciones operacionales)**

- a)** Salida hacia el caladero con abastecimiento completo de combustible, provisiones, hielo, artes de pesca, etc.
- b)** Salida del caladero con captura completa.
- c)** Llegada al puerto de origen con captura completa y un 10% de provisiones, combustible, etc.
- d)** Llegando al puerto de origen con un 20% de la captura completa y un 10% de provisiones, combustible, etc.

**Para** el Análisis de Estabilidad del buque antes del incremento será necesario revisar los criterios de estabilidad de la Regla No. 28 analizandola para cada una de las condiciones a), b), c) de la Regla No. 33.





ESTRUCTURA LONGITUDINAL CON BULARCAMAS

Fig 4- f

Entonces:

$$\begin{aligned}
 SM &= 7.9 \text{ c h s } l^2 \text{ cm}^3 \\
 &= 7.9 * 0.915 * 3.66 * 2.44 * (2.44)^2 \\
 &= 384 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

### **BULARCAMA DEL COSTADO**

El Módulo resistente SM de cada Bulárcama que soporte el reforzamiento longitudinal o palmejar del forro, por encima del codillo o del extremo superior del pantoque, asociado a la plancha a que va unida, no será inferior al obtenido de la **ecuación** siguiente:

$$SM = 7.9 \text{ c h s } l^2 \text{ cm}^3$$

donde:

$$c = 0.915$$

s = separación entre bulárcamas en metros 2.44 M

l = luz no soportada tomada en línea recta,  
en metros 2.48 M

h = distancia vertical en metros desde el punto  
medio de l hasta la cubierta de francobordo  
al costado 1.70 M

Entonces:

$$\begin{aligned}
 SM &= 7.9 \text{ c h s } l^2 \text{ cm}^3 \\
 &= 7.9 * 0.915 * 1.70 * 2.44 * (2.48)^2
 \end{aligned}$$

$$SM = 184.4 \text{ cm}^3$$

### REFUERZOS DEL FORRO DEL FONDO

El Módulo Resistente SM de cada longitudinal del fondo, hasta el codillo o el extremo superior del **pantoque** redondeado, asociado a la plancha a que va unida, no será inferior al obtenido de la ecuación siguiente:

$$SM = 7.9 c h s l^2 \text{ cm}^3$$

donde:

c = 1.3 para longitudinales dentro de tanques.

s = claro o separación de refuerzos en metros 0.45 M

l = luz no soportada tomada en línea recta en metros 1.22 M

h = distancia vertical en metros desde el centro de l hasta la cubierta en el costado 3.04 M

Entonces:

$$\begin{aligned} SM &= 7.9 c h s l^2 \text{ cm}^3 \\ &= 7.9 * 1.3 * 3.04 * 0.45 * (1.22)^2 \\ &= 20.9 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

### REFUERZOS DEL FORRO DEL COSTADO

El Módulo Resistente SM de cada cuaderna longitudinal del forro por encima del codillo o extremo superior del **pantoque**

para buques de desplazamiento, asociado a la plancha a la que el refuerzo va unido, no será inferior al obtenido de la siguiente ecuación:

$$SM = 7.9 h s l^2 \text{ cm}^3$$

donde:

s = separación de refuerzos en metros

l = luz no soportada medida en línea recta

h = distancia vertical en metros desde el longitudinal o desde el punto medio de la cuaderna hasta la cubierta de franco bordo en el costado

0.45 M

1.22 M

2.98 M

Entonces:

$$\begin{aligned} SM &= 7.9 h s l^2 \text{ cm}^3 \\ &= 7.9 * 2.98 * 0.45 * (1.22)^2 \\ &= 15.8 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

### FORRO EXTERIOR DEL CASCO (Figura 4-f)

#### **PLANCHAS DEL FORRO DEL FONDO**

El término "Planchas del Fondo" se refiere a las planchas desde la Quilla hasta el extremo superior del pantoque, o hasta el codillo superior.

El espesor de las planchas del forro del fondo para buques con estructura longitudinal en el fondo no sera menor que el obtenido de :

$$t = \frac{s}{671} \sqrt{(L-18.3) (d/D)} + 2.5 \text{ mm.}$$

donde:

t = espesor de las planchas del forro del fondo,  
en mm.

s = separación de cuadernas en milímetros 450.00 mm

L = eslora del buque, en metros 28.30 M

d = calado de escantillonado 3.80 M

D = puntal del buque, en metros 4.12 M

Entonces:

$$t = \frac{s}{671} \sqrt{(L-18.3) (d/D)} + 2.5 \text{ mm}$$

$$= \frac{450}{671} \sqrt{(28.30 - 18.3) * (3.80 / 4.12)} + 2.5$$

$$= 4.54 \text{ mm.}$$

PLANCHAS DEL **FORRO** DEL COSTADO

El espesor de las planchas del Forro del Costado no será menor que el obtenido por la ecuación siguiente:

$$t = \frac{s}{645} \sqrt{(L-15.2) (d/D)} + 2.5 \text{ mm.}$$

donde:

t = espesor en milímetros

s = separación entre longitudinales en  
milímetros

450.00 mm

L = eslora del buque en metros

28.30 M

d = calado de escantillonado

3.80 M

D = puntal del buque en metros

4.12 M

Entonces:

$$t = \frac{s}{645} \sqrt{(L-15.2) (d/D)} + 2.5 \text{ mm.}$$

$$= \frac{450}{645} \sqrt{(28.30 - 15.2) (3.80 / 4.12)} + 2.5$$

$$= 4.92 \text{ mm.}$$

## PLANCHAS DE CUBIERTA

El espesor de las planchas de cada cubierta no será menor que el obtenido por la siguiente ecuación:

$$t = \frac{s \sqrt{h}}{254} + 2.54 \text{ mm}$$

donde:

$t$  = espesor en milímetros

$s$  = separación de refuerzos en milímetros 450.00 mm

$h = 0.02L + 0.76$  1.33 M

$L$  = eslora del buque en metros 28.30 M

Entonces:

$$t = \frac{s \sqrt{h}}{254} + 2.54 \text{ mm.}$$

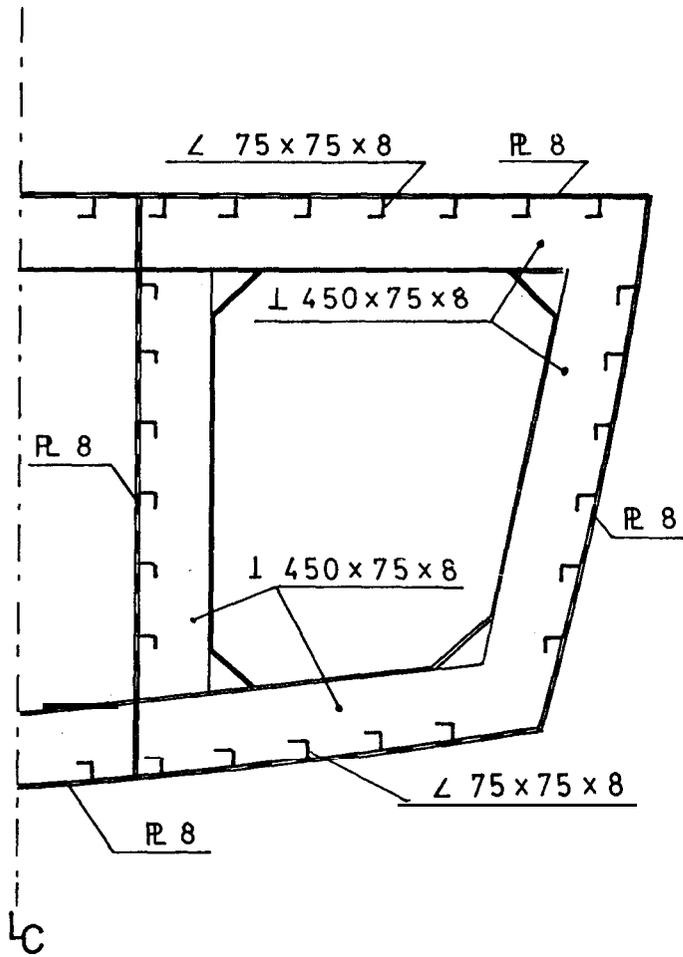
$$= \frac{450 \sqrt{1.33}}{254} + 2.54$$

$$= 4.58 \text{ mm.}$$

Un resumen de los resultados obtenidos se presenta en la tabla siguiente, donde se muestra además el elemento estructural elegido.

En la figura 4-g se muestra la Cuaderna Típica aumentada.

ELEMENTO ESTRUCTURAL	DISEÑADO		ELEGIDO	
	SM (cm <sup>3</sup> )	ESP (mm)	SM (cm <sup>3</sup> )	DIMENSIONES (mm)
Bularcama del Fondo	384.0		416.4	T 450 x 75 x 8
Bularcama del Costado	184.4		416.4	T 450 x 75 x 8
Ref. long. del Fondo	20.9		31.8	L 75 x 75 x 8
Ref. long. del Costado	15.8		31.8	L 75 x 75 x 8
Planchaja del Fondo		4.54		P1 8
Planchaje del Costado		4.92		P1 8
Planchaje de Cubierta		4.58		P1 8



CUADERNA TIPICA

Fig 4 - g

#### 4.1.8 PROPULSION

La resistencia de un buque a una velocidad dada esta determinada por la fuerza que se requiere para poder remolcar el buque a dicha velocidad en aguas tranquilas.

La potencia necesaria para superar esta resistencia es la Potencia Efectiva y esta dada por:

$$\text{Potencia efectiva (EHP)} = \frac{R * v}{75} \quad (4-7)$$

donde:

R = resistencia en kilos

v = velocidad e m/seg

La resistencia total del casco esta formada por una cantidad de elementos diferentes que son originados por una variedad de causas y que se inter relacionan entre sí de un modo sumamente complejo.

Es muy común tratar de simplificar esta idea considerando a la Resistencia Total (Rt) como formada por tres (3) componentes:

$$R_t = R_r + R_a + R_p \quad (4-8)$$

donde:

$R_r$  = Resistencia al remolque

$R_a$  = Resistencia opuesta al aire

$R_p$  = Resistencia a la propulsión

además:

$$R_r = R_f + R_o + R_d \quad (4-9)$$

donde:

$R_f$  = Resistencia por fricción

$R_o$  = Resistencia por formación de olas

$R_d$  = Resistencia por **formación** de remolinos

Por lo tanto de la ecuación 4-8:

$$\begin{aligned} R_t &= ( R_r ) + R_a + R_p \\ &= ( R_f + R_o + R_d ) + R_a + R_p \end{aligned} \quad (4-10)$$

A continuación se analizara cada una de estas resistencias:

**RESISTENCIA FRICCIONAL.**- La resistencia friccional aparece como consecuencia de que el cuerpo sumergido se mueve a través de un fluido viscoso. El fluido que se encuentra en contacto inmediato con la superficie del cuerpo sumergido es arrastrado junto con esa superficie y el fluido que se encuentra cerca de la superficie en cuestión se pone en movimiento en la misma dirección en la que se mueve el

cuerpo. Esta situación origina una capa de agua que se hace cada vez más ancha de proa a popa y en la cual la velocidad varia, desde la que lleva el casco en su superficie hasta cero sobre el borde exterior de la capa. Esta capa se denomina "capa de arrastre" y su impulso es suministrado por la energía del buque a la que se conoce con el nombre de Resistencia Friccional.

Para calcular la resistencia friccional se puede usar la formula hallada experimentalmente por W. Froude, [3].

$$R_f = K_f * \rho * S_c * V^{1.825}$$

donde:

$K_f$  = coef. de fricción tabulado en función

de la eslora del buque: para esloras

comprendidas entre 30 y 100 metros 0.145

$\rho$  = Peso especifico 1.026 ton/m<sup>3</sup>

$S_c$  = Superficie mojada de la carena

$$= 2.75 \sqrt{A * E}$$

donde:

$A$  = desplazamiento 400.50 Ton

$E$  = Eslora del buque 32.18 M

Entonces:

$$Sc = 2.75 \sqrt{400.50 * 32.18} \quad 312.19 \text{ M}^2$$

v = Velocidad del buque en m/seg

$$0.515 \text{ m/seg}$$

$$= 12 \text{ nudos} \text{ -----} \quad 6.18 \text{ m/seg}$$

$$1 \text{ nudo}$$

Por tanto la resistencia friccional será:

$$R_f = K_f * \rho * Sc * V^{1.825}$$

$$= 0.145 * 1.026 * 312.19 * (6.18)^{1.825}$$

$$= 1289.29 \text{ Kg.}$$

**RESISTENCIA POR FORMACION DE OLAS,-** Esta resistencia es aquella que se origina por el movimiento del buque sobre la superficie del mar. El movimiento del casco a traves del agua crea una distribución de presión con **areas** de presión alta en la proa y en la popa y con **areas** de presión bajas sobre la longitud media.

Esta variación de presión en la superficie libre y apenas debajo de la misma, da como resultado una perturbación de olas. Esto requiere que el buque deba proveer mayor energía **ya que** esta configuración de olas debe generarse continuamente al mismo tiempo que se extiende detrás del buque. La energía proporcionada al originar la configuración

de olas se conoce como Resistencia a la Formación de Olas, [3].

El gasto de energía de la formación de olas y su propagación es debida a la velocidad del buque, disminuyendo su marcha por aumento de resistencia.

La formula experimental, que nos da una idea de su valor es:

$$R_o = \frac{K_o * A^{2/3} * V^4}{E}$$

donde:

$K_o$  = Coeficiente por formación de olas, que oscila entre 0.05 para buques de pequeño coef. de bloque y veloces, a 0.065 para buques de gran coef. de bloque y con velocidades moderadas 0.06

$A$  = Desplazamiento 400.50 Ton  
 $V$  = Velocidad del buque en nudos 12.00 nud  
 $E$  = Eslora del Buque en metros 32.18 M

Entonces:

$$R_o = \frac{K_o * A^{2/3} * V^4}{E}$$

$$R_o = \frac{0.06 * (400.5)^{2/3} * (12)^4}{32.18}$$

$$= 2100.67 \text{ Kg}$$

**RESISTENCIA POR FORMACION DE REMOLINOS--** Es la resistencia debida a la energía arrastrada por los remolinos que se originan en el casco o los **apéndices**.

Pueden producirse remolinos en la zona detrás de apéndices **tales** como ejes, arbotantes de ejes, codastes, y timones; si es **que** estos apéndices no se encuentran correctamente alineados con el flujo. Si el extremo de popa del buque es demasiado lleno es muy probable que el agua no pueda seguir la curvatura y que se separe del casco, dando origen a remolinos y a una resistencia de separación.

Esta resistencia no tiene una expresión analítica, oscilando su valor del 5% al 8% del valor de la resistencia por fricción, [3].

$$R_d = (8\%) R_f$$

$$= 0.08 * R_f$$

$$\begin{aligned} R_d &= 0.08 * 1289.69 \\ &= 103.17 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

Conociendo hasta ahora las siguientes resistencias:

Rf = Resistencia por fricción	1289.29 Kg
Ro = Resistencia por formación de olas	2100.67 Kg
Rd = Resistencia por formación de remolinos	103.17 Kg

Podemos encontrar Rr la resistencia al remolque de la ecuación 4-9.

$$\begin{aligned} R_r &= R_f + R_o + R_d \\ &= 1289.29 + 2100.67 + 103.17 \\ &= 3493.13 \text{ Kg} \end{aligned}$$

**RESISTENCIA** OPUESTA AL AIRE,- Es aquella que es experimentada por la parte superior del casco principal y por la superestructura que no **están** en contacto con el agua.

Con viento la resistencia por aire puede llegar a ser considerada hasta en un 50% de la resistencia de remolque, [3].

$$R_a = (50 \%) R_r$$

$$\begin{aligned}
 R_a &= 0.50 * R_r \\
 &= 0.50 * 3493.1 \\
 &= 1746.56 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

**RESISTENCIA A LA PROPULSION.-** En general el valor de la resistencia a la propulsión, depende como siempre de las formas de la carena y principalmente de las dimensiones y posición de las hélices, [3].

$$\begin{aligned}
 R_p &= 10\% \text{ al } 20\% \text{ de } R_r \\
 R_p &= (15 \%) R_r \\
 &= 0.15 * 3493.1 \\
 &= 523.97 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Conociendo ya los valores pertenecientes a los tres elementos que forman la resistencia total podemos decir de la **Ec 4-8** que:

$$\begin{aligned}
 R_t &= R_r + R_a + R_p \\
 &= 3493.13 + 1746.56 + 523.97 \\
 &= 5763.66 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Si recordamos que la potencia necesaria para superar la resistencia al remolque y a la propulsión es la potencia efectiva se tiene que de la **Ec 4-1**:

$$\text{Potencia efectiva (EHP)} = \frac{R * V}{75}$$

$$\text{Potencia efectiva (EHP)} = \frac{5763.66 * 6.18}{75}$$

$$= 474.9 \text{ HP.}$$

## 4.2 **ETAPA DE PRODUCCION**

Esta etapa involucra la ejecución de todos los trabajos que acarrea el proyecto de alargamiento. Si se desea contar con un orden en **los** sucesos a realizar sera necesario hacer un listado de actividades, la misma que nos proporcionará un mejor control y secuencia en el desarrollo de los trabajos, como a continuación numeramos:

#### **4.2.1 LISTA DE ACTIVIDADES**

Las siguientes son las actividades necesarias para realizar el alargamiento de una **embarcación** pesquera

##### **1. TRABAJOS PRELIMINARES**

- 1.1. Limpieza y acondicionamiento del **area** donde se realizará el trabajo.
- 1.2. Abastecimiento del material a emplearse
- 1.3. Confección y revisión de planos
- 1.4. Preparación y fabricación de la cama de varamiento
- 1.5. Varada de la unidad
- 1.6. Limpieza de sentina, bodega y tanques

##### **2. CORTE DE UNIDAD**

- 2.1. Alineamiento de la unidad
- 2.2. Marcación del sector de corte
- 2.3. Retiro de aislamiento y concreto
- 2.4. Desmontaje de Equipos y elementos de cubierta involucrados en la zona de corte
- 2.5. Corte y separación de las dos partes del buque

##### **3. CONSTRUCCION DEL ALARGAMIENTO**

- 3.1. Alineamiento de las partes
- 3.2. Construcción de la Quilla

- 3.3. Construcción del Fondo
- 3.4. **Construcción** del Túnel
- 3.5. Construcción del Costado
- 3.6. Construcción de la Cubierta

#### **4. INSTALACION DE CIRCUITOS**

- 4.1. Sistema de Bombeo
- 4.2. Sistema de Refrigeración
- 4.3. **Instalación** del aislamiento de bodega

#### **5. SISTEMA DE PROPULSION**

- 5.1. Mantenimiento del sistema de Propulsión
- 5.2. Modificación de Bases de Máquinas
- 5.3. Montaje de la Línea de Eje
- 5.4. Alineamiento del Sistema Propulsor

#### **6. DESVARADA Y PRUEBAS**

- 6.1. Arenado y pintado del casco
- 6.2. Revisión de obras
- 6.3. Desvarada de Unidad
- 6.4. Experimento de Inclinación
- 6.5. Pruebas de Mar



#### 4.2.2 PROGRAMACION DE ACTIVIDADES

Con la realización de un programa de actividades damos a conocer en forma previa lo que deseamos alcanzar. Una vez que se ha completado la elaboración **lógica** del proyecto se establece una **programación** de actividades del mismo.

La forma de asignar el tiempo de duración de una actividad se basa en la manera mas eficiente para terminarla de acuerdo con los recursos disponibles. Luego que se estimó la duración de todas las actividades del proyecto se procedió al cálculo de la duración total del mismo y a la determinación de las fechas **próximas** de **realización** de cada actividad.

Recordemos que en muchos casos, en los proyectos no se puede definir la fecha exacta de la terminación de un trabajo, pero si se puede definir el tiempo más probable en que el trabajo se puede terminar según experiencias anteriores y su juicio sobre la carga actual de los recursos disponibles. Sin embargo siempre hay imprevistos que pueden adelantar o atrasar la fecha de terminación.

El sistema PERT ha tenido gran éxito por su forma de calcular la duración de una actividad, por lo que este sistema se lo

ha empleado para planificar este proyecto a fin de alcanzar el objetivo con el éxito deseado.

En el anexo 4 se muestra el Pert obtenido para llevar a cabo el alargamiento del buque.

Recordemos que este método no resuelve los problemas por si solo sino que relaciona todos los factores del problema de manera que representa una perspectiva más clara para su **ejecución, así mismo**, no pretende sustituir las funciones de la dirección, sino el de ayudarla.

La función de la dirección **estara** caracterizada por las decisiones que se deben tomar y a su vez estas decisiones **estaran** acompañadas desde luego de la incertidumbre, sobre todo cuando el objetivo no tiene precedentes.

Aun cuando los trabajos sean repetitivos, la **dirección** suele encontrarse con problemas tanto de tiempo como de costos.

Los beneficios derivados de la aplicación de estos métodos se presentan en relación directa a la habilidad con que se halla aplicado la técnica. Se debe advertir **que** cualquier aplicación incorrecta producirá resultados adversos. No obstante si se utiliza correctamente determinará un proyecto más ordenado y mejor balanceado que **podra** ser ejecutado de

manera **más** eficiente, y **en** menos tiempo; uno de los beneficios que resaltamos es el de brindarnos en un solo documento la imagen general de todo el proyecto, lo cual nos ayuda a evitar omisiones, identificar rápidamente contracciones en la **planeación** de las actividades, facilitando abastecimientos ordenados y oportunos, en fin, logrando que el proyecto sea llevado con un mínimo de tropiezos.

### 4.2.3 TRABAJOS PRELIMINARES

Cuando se inicia un proyecto de esta magnitud, siempre es necesario realizar ciertas tareas preliminares que de una u otra forma van a repercutir en el éxito o fracaso del mismo.

Una de las primeras tareas es el acondicionamiento del espacio donde se realizarán los trabajos, esto es la limpieza, **adecuación** de tomas de aire, **tomas** de poder, tomas de agua, etc. necesarias para la **utilización** de las máquinas, herramientas que se emplearán durante la **construcción**.

Otra tarea importante es la de disponer de un **area** destinada exclusivamente para Gálivos, donde se levantará el trazado tanto de las cuadernas como de los mamparos que se van a construir.

La siguiente tarea es la varada de la unidad y su traslado hasta el sitio donde se efectuara el corte. Todo este trabajo se efectuará llevando el buque sobre los carros de transferencia dispuesto para tal efecto. Se debe tener presente que la unidad **debera** quedar siempre bien alineada y bien asegurada sobre dichos carros.

Una vez que la unidad esta ubicada en el sitio donde se realizara el corte una de las primeras actividades a realizarse será la limpieza integral del casco tanto de su obra viva como en su obra muerta, por medio de un arenado y su correspondiente protección con una capa de pintura.

Se continua con el respectivo achique, limpieza y desgasificación de sentinas, tanques de combustible y bodegas.

También se deberá hacer el desmontaje total del sistema de propulsión esto es de la hélice, eje de cola, eje intermedio y descansos.

Al mismo tiempo que se realizan todas estas tareas preliminares se debe estar abasteciendo de todo el material necesario que se va emplear para realizar el alargamiento, tanto de los materiales y equipos fijos como también de los materiales de consumo, de la siguiente manera:

\* MATERIALES FIJOS

Planchas de Acero Naval de 1/2" x 5" x 20'  
Planchas de Acero Naval de 3/8" x 5' x 20'  
Planchas de Acero Naval de 5/16" x 5" x 20'  
Planchas de Acero Naval de 1/4" x 5' x 20'

Angulos de Acero de		5/16" x 3" x 3"
Angulos de Acero de		1/4" x 2" x 2"
Tubos de Acero de	SCH 60	Φ 4" x 20'
Tubos de Acero de	SCH 40	Φ 3" x 20'
Tubos de Acero de	SCH 40	Φ 2" x 20'
Tubos de Acero de	SCH 40	Φ 1" x 20'
Codos de Acero de		Φ 4" x 90
Codos de Acero de		Φ 3" x 90
Codos de Acero de		Φ 2" x 90
Codos de Acero de		Φ 1" x 90
Válvulas de Bronce		Φ 3"
Válvulas de Bronce		Φ 2"
Válvulas de Bronce		Φ 1"
Otros		

\* MATERIALES DE CONSUMO

Soldadura E - 6011 de 1/8" y 5/32"

Soldadura E - 7018 de 1/8" y 5/32"

Soldadura de plata

Pintura anticorrosiva

Propano

Oxigeno

Acetileno

Otros

#### 4.2.4 CORTE DE UNIDAD

Se comprueba en primer lugar el alineamiento de la unidad, de tal manera que la Línea de Crujía de la **embarcación** quede paralela a la dirección de los rieles donde se desplazarán los carros de transferencia.

La mejor forma de determinar la zona de corte es chequeando en sitio dicha zona , ya que siempre existen variaciones considerables entre la forma del buque propiamente dicho y su plano de líneas de formas.

Una vez que se ha determinado la línea de corte se procede a desmantelar el **area** contigua a dicha línea, por lo que se deberá desmontar cualquier tipo de equipamiento de cubierta que este involucrado dentro de esta **area**, incluyendo todo el aislamiento de sus bodegas. También se deberá desmontar todas las **cañerías** de los circuitos que pasen a lo largo de dicha línea de corte.

En este caso hubo necesidad de desmontar la pluma principal y el **winche**, ya que sus ubicaciones podrian causar serios problemas a la estabilidad de las partes a cortar.

La primera parte en cortar son los mamparos longitudinales que limitan el **túnel**, luego ser& el **planchaje** del fondo y la cubierta, dejando para el final los costados.

#### 4.2.5 CONSTRUCCION Y MONTAJE DEL NUEVO BLOQUE

El método de construcción empleado para este alargamiento puede hacerse de dos maneras:

1. Por medio de bloques, esto es el de construir la parte alargada en su totalidad, para luego insertarlo una vez que el buque se encuentra varado.

Este método se lo descarta por las siguientes razones:

a) Simular la curvatura del casco en una longitud igual al aumento a efectuarse es un problema que sólo podría resolverse por métodos numéricos.

b) Puesto que este buque no posee tal como se ve en planos un cuerpo medio paralelo considerable, la confección de las líneas de forma por los métodos tradicionales podría conducir a errores **que difícilmente** podrían ser absorbidos en el montaje.

c) La falta de experiencia en trabajos similares nos limita a enfocar el problema en toda su magnitud y a considerar métodos de trabajos ya conocidos en nuestro medio.

2. El segundo método **quizas** el mas confiable dadas nuestras limitaciones es el de la construcción en sitio, esto es una vez **que** se halla partido el buque, trabajar directamente sobre las partes separadas.

Este segundo **método** será aquel **que** usaremos para la construcción del alargamiento del buque.

Toda la parte incrementada del casco **será** de acero naval.

El bloque que se construirá **tendra** una longitud de 17'-5" (5.32 M). La manga y el puntal tienen las mismas dimensiones que las del buque en su cuerpo medio paralelo.

El método de construcción a emplearse será el de construcción longitudinal.

El dimensionamiento de este bloque tanto de sus miembros estructurales es el siguiente:

Quilla	Acero Naval A-36	P1 1/2
Long. del Fondo	Acero Naval A-36	L 5/16" x 3" x 3"
Long. del Costado	Acero Naval A-36	L 5/16" x 3" x 3"
Long. de Cubierta	Acero Naval A-36	L 5/16" x 3" x 3"
Forro del Fondo	Acero Naval A-36	P1 5/16"
Forro del Costado	Acero Naval A-36	P1 5/16"
Forro de Cubierta	Acero Naval A-36	P1 5/16"
Mamparo	Acero Naval A-36	P1 1/4"
Bulárcama del Fondo	Acero Naval A-36	T 18" x 3" x 5/16"
Bulárcama del Costado	Acero Naval A-36	T 18" x 3" x 5/16"

Una vez realizado el corte se procede a la separación de una de las partes. Debido al mayor peso **asi** como tambien debido a su mayor volumen la parte de la proa no se **movera**, no **asi** la parte de la popa que será la que se la **dezplazará** una distancia de 17.4 pies, que es la medida correspondiente al alargamiento.

A continuación se procederá al alineamiento de ambas partes, empezando por la Quilla, ver figura 4-h, para lo cual sera necesario lanzar un alambre de piano ( $\Phi = 1$  mm), de proa a popa y a la altura de la parte inferior de la quilla. Con este alambre se logra determinar que la parte de la popa **debera** bajarse una distancia de 7.5 pulgadas para **asi** poder mantener completamente alineadas la quilla en sus partes separadas, ver figura 4-i.

Antes de proceder a asegurar estas partes se **debera** nuevamente nivelar las partes separadas, para lo cual se lanzaran plomadas en los extremos de las partes cortadas desde el centro de la cubierta principal, (a lo largo de la linea de **crujia**), las mismas **que** deberan coincidir exactamente con el centro de la quilla, si es que ambos bloques se encuentran bien alineados. Estas plomadas deberan mantenerse en lo posible durante el tiempo que dure la

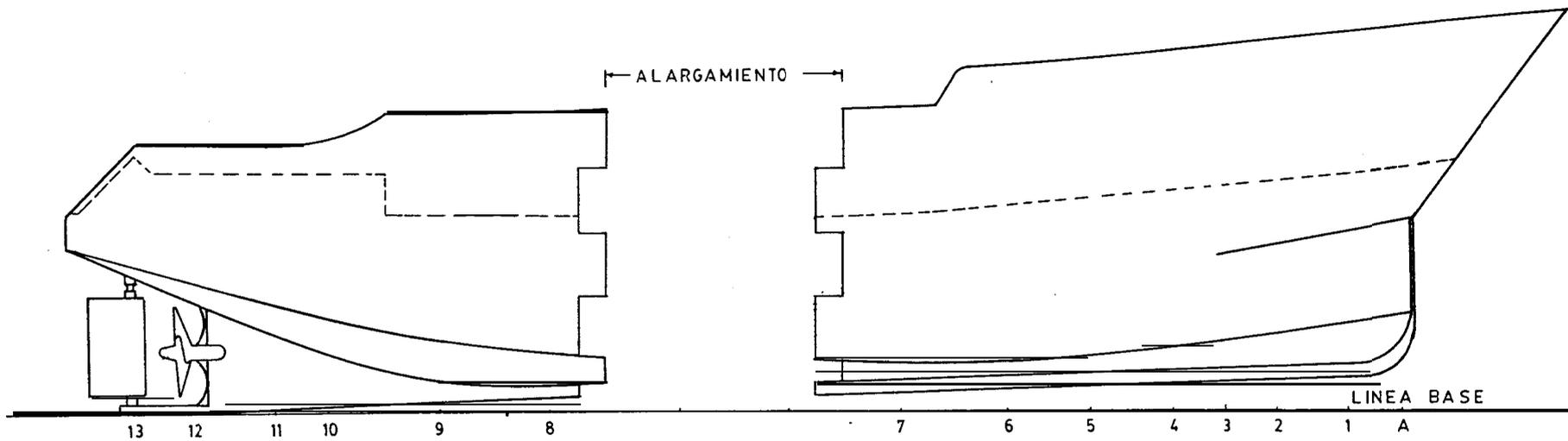


Fig 4 h

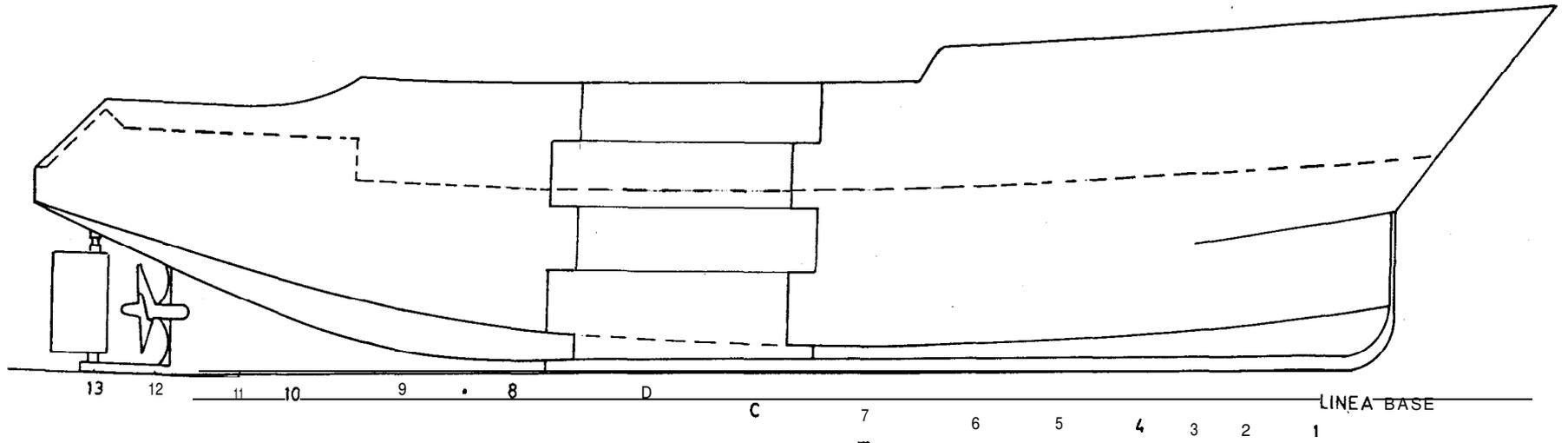


Fig 4-i

construcción, ya que **seran** las que nos indiquen cualquier **desviacion** que ocurra.

Una forma de comprobar el alineamiento anterior sera lanzando un alambre de piano a lo largo de la Línea de Crujia sobre la cubierta principal en lo posible desde la estación 10 en popa hasta la **estación** 5 en proa, y que deberá coincidir con las plomadas lanzadas en los extremos de las partes cortadas.

Comprobado el alineamiento se procedera a asegurar definitivamente ambas partes, en esta fase no se **debera** escatimar cualquier apuntalamiento por insignificante que sea, por lo demás se deberá proceder a mantener marcas o algunas medidas de referencia las mismas que puedan ser chequeadas constantemente durante la construcción.

Una vez asegurada las partes de la embarcación se procedera a la construcción del bloque propiamente dicho, empezando con la Quilla, esta **por** ser el elemento estructural más importante se deberá poner el mayor cuidado posible durante su construcción, evitando en lo posible que se nos **distorcione** al soldarla.

A continuación se procederá al montaje de los Refuerzos Longitudinales del Fondo, los mismos que deberan mantener un

completa continuidad con los refuerzos originales del buque. De inmediato se colocarán las Planchas correspondientes al fondo, asegurandolas definitivamente a los refuerzos longitudinales.

La siguiente fase del montaje será la marcación sobre la estructura del fondo ya montada del sitio donde se ubicaran tanto las cuadernas como los mamparos transversales y longitudinales a instalarse. El orden de montaje de estos miembros estructurales sera: en primer lugar los Mamparos Longitudinales los cuales limitan el túnel y que **estan** ubicados a 2.5 pies de la linea de **crujia**, luego el Mamparo Transversal y finalmente las dos Cuadernas.

Se debe hacer notar que las cuadernas y los mamparos fueron levantados previamente sobre gálibos y que los mismos fueron contruidos con un excedente de 3 pulgadas tanto en su puntal como en su manga esto con el propósito de absorber cualquier **falla** de montaje.

Montadas las cuadernas y los mamparos se procedió al montaje de los Refuerzos Longitudinales de Cubierta y de los Costados con los cuales se determinara tanto la manga como el puntal definitivo de los mismos.

La construcción del bloque central continua con la colocación de las Planchas de la Cubierta y la de los Costados,

Finalmente una parte importante en cualquier tipo de construcción es la correspondiente a la soldadura, para lo cual **sólo** es necesario recordar que una junta bien diseñada disminuye la **distorción**, facilita una buena mano de obra **y** reduce la posibilidad de defectos.

Una secuencia gráfica del montaje se muestra en el anexo 5

#### 4.2.6 SISTEMA DE PROPULSION

Una vez terminada la construcción del bloque insertado, se procede a la instalación del sistema propulsor, se debe recordar que para asegurar una vida satisfactoria del motor y demás componentes de la transmisión es necesario conseguir una correcta alineación de todos estos elementos. Aunque es posible asegurar de que una instalación esta correctamente alineada dentro de los limites recomendados, no podemos por ello afirmar que esta condición se va a cumplir en las condiciones de trabajo. Además de esto es frecuente que los barcos, tengan ligeros cambios con el tiempo 0 como consecuencia de diversos esfuerzos y por esta razón es muy aconsejable hacer una comprobación anual de la alineación al iniciarse la temporada.

El nuevo equipo propulsor que tendra el buque esta compuesto de un motor diesel CATERPILLAR D 398 TP de 850 HP a 1225 RPM y que tiene acoplado un reductor inversor CAT 7251 con razón de reducción 3.95 : 1 ; La nueva máquina instalada se muestra en la figura 4-j.

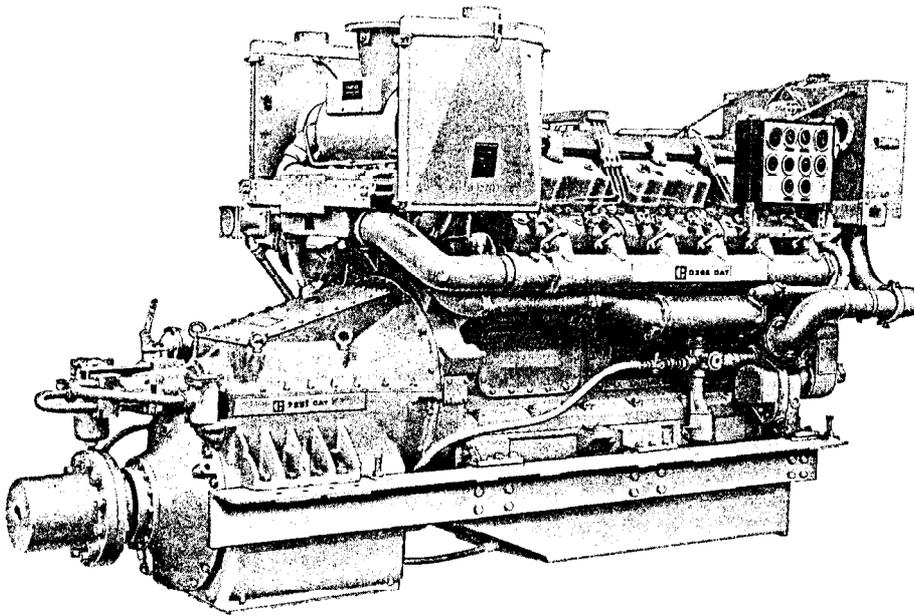
La velocidad del crucero del buque no será inferior a 12 nudos en base a casco limpio y aguas profundas.



# CATERPILLAR

# D398

## MOTOR MARINO



EQUIPADO CON ACCESORIOS

TRANSMISION MARINA	CAT 7251	CAT 7261	CAT 7271
RELACION DE REDUCCION	1:1 2,95:1 3,24:1 3,60:1 3,95:1 4,34:1	2,89:1 3,18:1 3,49:1 3,84:1 4,22:1 4,65:1 5,11:1	5,55:1 6,07:1 7:1

V12 TURBOALIMENTADO Y CON ENFRIAMIENTO DEL AIRE DE ADMISION CON CAMARAS DE PRECOMBUSTION

Diámetro de cilindros	159 mm	6,25 pulg
Carrera de pistón	203 mm	8,0 pulg
Cilindrada	48,3 litros	2945 pulg <sup>3</sup>
Peso del motor sin líquidos (Enfriamiento del aire de admisión con agua de las camisas -- Intercambiador de calor)	6178 kg	13620 lb
Peso de la transmisión sin líquidos (Cat 7251)	2401 kg	5294 lb
Peso total	8579 kg	18914 lb

NOTA: LOS motores marinos y transmisiones son certificados por las Sociedades Marítimas de Clasificación siguientes: ABS, DnV, LR, GL, BV, R. I. Na., C.B.S. I., y NK.

### EQUIPO STANDARD

Sistema de enfriamiento:  
**Tanque de expansión**  
 Bomba de agua de mar o de agua de las camisas  
 Bomba del agua de las camisas del motor  
 Sistema del combustible:  
 Bomba de cebado  
 Bomba de transferencia  
 Control de **relación de combustible**  
 Filtro del combustible  
 Sistema de **lubricación**:  
 Filtro del aceite  
 Enfriador del aceite  
 Bomba manual de sumidero  
 Conexiones de emergencia del aceite de **lubricación**  
 Sistema de **admisión y escape**:  
 Filtros de aire secos  
 Indicador de servicio de filtro de aire  
 Adaptador de admisión de filtro de aire  
 Múltiple de escape enfriado por agua  
 Cubierta enfriada por agua del turboalimentador  
 Sistema de controles:  
 Regulador **hidromecánico**  
 Control de **parada manual**  
 Sistema de **seguridad**:  
 Contactores accionados por **presión** del aceite y temperatura del agua

Contactores de temperatura del múltiple de admisión (solamente motores con enfriamiento de agua de mar y con circuito separado)  
**Protección** contra exceso de velocidad e **inversión** de giro del motor  
 Instrumentos y tableros:  
**Presión** del combustible  
 Temperatura del aire de **admisión** del múltiple (2)  
**Presión** del aceite lubricante y temperatura  
**Presión** del aceite de la transmisión marina y temperatura  
 Temperatura de escape  
 Cuenta revoluciones  
 Indicador de temperatura del agua  
**Misceláneos**:  
 Mando delantero de accesorios  
 Tomo doble para **tacómetro**  
 Rieles de montaje de ángulo  
 Medidor de servicio  
 Amortiguador de vibraciones

### ACCESORIOS

Transmisión marina:  
 Cat 7251  
 Cat 7261  
 Cat 7271  
 Sistema de enfriamiento:  
 Intercambiadores de calor

Conexiones de agua de las camisas de emergencia  
 Sistema del combustible:  
**Tuberías flexibles** del combustible  
**Tuberías** del combustible dobles  
 Filtro doble de combustible  
 Sistema de **admisión y escape**:  
**Conexión** de escape flexible  
 Sistema de **arranque**:  
**Arranque por aire**  
**Arranque hidráulico**  
**Arranque eléctrico** de 24, 30 y 32 voltios\*  
**Alternador** de 24, 30 y 32 voltios\*  
**Bujías incandescentes** de 24, 30 y 32 voltios\*  
 Sistema de controles:  
 Controles sincronizados de motor, **transmisión marina y eje de la hélice**  
 Sistema de **seguridad**:  
 Paradas **automáticas eléctricas**  
 Paradas mecánicas  
**Válvulas de presión** máxima para el cárter  
 Dos filtros del combustible  
 Toma de fuerza:  
 Embrague delantero cubierto  
 Mandos auxiliares  
**Muñón de eje** delantero  
 Polea

\*Sistema de 2 alambres aislados.

Fig 4 - j

Es necesario comprobar si con la máquina proporcionada por el armador se puede obtener una velocidad de crucero de 12 nudos.

Si recordamos la ecuación 4-7

$$\text{EHP} = \frac{R * V}{75}$$

de donde:

$$V = \frac{75 * \text{EHP}}{R} \quad (4-11)$$

La Potencia Efectiva (**EHP**) puede determinarse utilizando la **relación** que existe entre la Potencia Efectiva (**EHP**) y la Potencia de Salida (**BHP**):

$$\frac{\text{EHP}}{\text{BHP}} \approx 0.60 \quad (4-12)$$

Por otro lado la **Potencia** al Freno (BHP) puede determinarse a partir de la Potencia del Eje (SHP):

$$\text{SHP} = (0.95) \text{ BHP} \quad (4-13)$$

Por lo tanto si la potencia al eje (SHP) de nuestra máquina es 850 HP se tiene que la potencia al freno (BHP) según **Ecuación 4-13** será:

$$\text{BHP} = \frac{\text{SHP}}{0.95}$$

$$\text{BHP} = \frac{850}{0.95}$$

$$= 894.74 \text{ HP}$$

Luego la potencia efectiva **según Ecuación 4-12** será:

$$\begin{aligned} \text{EHP} &= 0.60 * \text{BHP} \\ &= 0.60 * 894.74 \\ &= 536.84 \text{ HP} \end{aligned}$$

De la **Ecuación 4-11** podemos obtener nuestra velocidad de crucero

$$V = \frac{75 * EHP}{Rt}$$

$$= \frac{75 * 535.84}{5763.66}$$

$$V = 6.99 \text{ m/seg}$$

$$V = 6.99 \frac{\text{m}}{\text{seg}} * \frac{\text{nudos}}{0.515 \text{ m/seg}}$$

$$= 13.6 \text{ nudos}$$

Con lo que se comprueba de una forma aproximada que instalando un motor de 850 HP **facilmente** llegamos a la velocidad de crucero.

#### **DIAMETRO DEL EJE DE COLA**

A continuación de las comprobaciones que se desarrollaron sobre potencia de motores, se debe considerar **también** la

línea de eje, la que constituye el medio de conexión entre el motor y la hélice.

Empezaremos chequeando el diametro del eje para lo cual utilizamos las Reglas de A B S para la Construcción y Clasificación de Buques de Acero de eslora inferior a 61 m.[5].

$$d = c \sqrt[3]{K H/R}$$

donde:

d = diametro del eje en mm.

H = potencia al freno a la velocidad de **régimen**

R = revoluciones del eje a la velocidad de **régimen**

$$= \frac{1225}{3.95} = 310$$

K = factor de servicio para acero inoxidable 84.0

c = constante para el eje de cola

Entonces:

$$d = c \sqrt[3]{K H/R}$$

$$= 25.4 \sqrt[3]{\frac{84 * 894.74}{310}}$$

$$d = 158.36 \text{ mm.}$$

### DIAMETRO DEL EJE I N - 1 0

$$D = c \sqrt[3]{K H/R}$$

donde :

d = diametro del eje en mm.

H = potencia al freno a la velocidad de régimen

R = revoluciones al eje a la velocidad de régimen

K = factor de servicio

c = constante para el eje intermedio

$$d = 24.3 \sqrt[3]{\frac{84 * 894.74}{310.1}}$$

$$= 151.5 \text{ mm.}$$

Como se observa de los resultados obtenidos tanto para el eje de cola como para el eje intermedio se requiere de un eje de por lo menos 150 mm. de diametro, en vista de que el cambio de la línea de propulsión traeria un sin numero de problemas,

sólo nos quedaria la posibilidad de cambiar el reductor, por lo que:

$$d = c \sqrt{\frac{z K H}{R}}$$

de donde:

$$R = \frac{c^3 K H}{d^3}$$

$$R = \frac{(25.4)^3 * 84 * 894.74}{(127)}$$

$$R = 601.26 \text{ RPM}$$

Estas 601.26 RPM son las revoluciones al eje a la velocidad de régimen. Como el motor a emplearse tiene 1225 RPM se tiene que:

$$1225 / 601.26 = 2.0$$

Por lo que la reducción necesaria sera la de **2:1**

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este proyecto se puede aplicar con mínimas modificaciones y de acuerdo a sus alternativas a la mayoría de las embarcaciones del tipo similar comprendidas entre 150 a 300 toneladas métricas de capacidad.

El proyecto desarrollado integralmente nos proporcionara una mejor eficiencia, seguridad y rendimiento de la flota **pesquera** destinada al consumo humano, así como una considerable **captación** de mano de obra.

La medida principal de la seguridad de un buque no es la altura metacéntrica (GM), ni la amplitud de estabilidad sino el **máximo** brazo de adrizamiento (GZ) y el **ángulo** en que este ocurre.

Toda **adición** o **disminución** de pesos determinan cambios *en* la forma de la parte sumergida del barco por lo que debe considerarse no solo los cambios de presión del centro de gravedad (G), sino también del metacentro (M) y del centro de carena (B).

El conocimiento de las propiedades físicas y químicas de las principales especies destinadas al consumo humano, permiten

un ahorro de energía, una mejor calidad y un alto grado de frescura del producto, **asi** como también una mejor preservación a bordo y en la **transformación** de la materia **prima**.

En resumen se considera que todo barco es posible alargarlo, pero que el problema principal radica en satisfacer los requerimientos del Armador en relación al aumento de la capacidad de bodega, variación de velocidad, resistencia estructural, comportamiento en el mar referente a la Estabilidad y trimado del barco modificado.

Dependera de su diseño y del tipo de pesca que realiza para que la factibilidad del alargamiento se concrete con óptimos resultados.

Creemos que el requerimiento del comportamiento del barco en el mares de gran importancia, pues tiene estrecha relación con la seguridad de la vida en el mar. Si pensamos que todo lo material puede ser **repuesto**, no **asi** las vidas humanas.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] AMERICAN BUREAU OF SHIPPING "Reglas para la construcción y clasificación de buques de acero de eslora inferior a 61 metros"
- [2] ALARCON MOLINA J. "Alargamiento de barcos pesqueros" ASMAR, Chile (1988)
- [3] BONILLA DE LA CORTE A. "Teoria del buque"
- [4] CONVENIO INTERNACIONAL DE TORREMOLINOS "Reglas para Seguridad de buques pesqueros"
- [5] MINISTERIO DE RECURSOS NATURALES Y ENERGETICOS "Estudio sobre la Flota Pesquera Ecuatoriana"
- [6] MUNOZ O. "Conversión de una anchovetera de 300 toneladas a embarcación pesquera para consumo humano" IPIN (1985)

# ANEXO 1

8.000 0.000  
 9.125 10.625  
 9.208 10.917 BREAKPOINT  
 13.917 12.083

STATION 9.563 LOCATED 76.504 FEET FROM FP

Z Y  
 9.875 0.000  
 10.458 10.417 BREAKPOINT  
 10.500 10.625 BREAKPOINT  
 13.917 11.625

STATION 10.000 LOCATED 30.000 FEET FROM FP

Z Y  
 11.208 0.000  
 12.000 7.917 BREAKPOINT  
 14.000 9.333

DEFINITIONS AND UNITS

- Z - HEIGHT ABOVE BASELINE - FEET
- Y - HALF BREADTH - FEET
- AREA - CUMULATIVE FULL SECTION AREA - SQUARE FEET
- VCG - VERTICAL CENTER OF GRAVITY OF SECTION AREA FROM BASELINE - FEET
- TCG - TRANSVERSE CENTER OF GRAVITY OF HALF SECTION AREA FROM CENTERLINE - FEET
- GIRTH - HALF SECTION GIRTH - FEET

STATION 0.156 LOCATED 1.248 FEET FROM FP

Z	Y	AREA	VCG	TCG	GIRTH
4.500	0.033	0.000	4.500	0.042	0.083
5.708	0.313	0.478	5.221	0.110	1.313
6.917	0.542	1.510	6.004	0.184	2.543
10.292	0.708	5.729	7.974	0.280	5.922
13.667	0.875	11.073	9.935	0.337	9.301
15.552	2.313	17.116	11.638	0.518	11.680
17.458	3.750	28.609	13.625	0.930	14.060

STATION 0.656 LOCATED 5.248 FEET FROM FP

Z	Y	AREA	VCG	TCG	GIRTH
3.250	0.250	0.000	3.250	0.125	0.250
4.792	1.208	2.248	4.190	0.417	2.065
6.333	2.167	7.451	5.199	0.731	3.880
9.583	2.792	23.566	7.133	1.063	7.190
12.833	3.417	43.743	9.038	1.302	10.500
14.958	4.917	61.452	10.456	1.534	13.101
17.033	6.417	85.535	12.036	1.904	15.702

STATION 1.319 LOCATED 10.552 FEET FROM FP

3.167	2.417	0.000	3.167	1.208	2.417
4.417	3.203	7.031	3.821	1.416	3.896
5.067	4.000	16.042	4.520	1.637	5.376
8.833	5.042	44.673	6.308	2.043	8.709
12.000	6.033	79.902	8.142	2.372	12.043
14.292	7.479	110.983	9.554	2.661	14.726
16.583	8.875	143.461	11.047	3.024	17.410

STATION 1.771 LOCATED 14.168 FEET FROM FP

Z	Y	AREA	VCG	TCG	GIRTH
3.000	0.250	0.000	3.000	0.125	0.250
4.083	2.792	3.295	3.853	0.937	3.013
5.167	5.333	12.097	4.412	1.781	5.776
10.637	7.510	82.560	7.546	3.011	11.712
16.208	10.157	179.707	10.812	3.779	17.840

STATION 2.250 LOCATED 18.000 FEET FROM FP

Z	Y	AREA	VCG	TCG	GIRTH
2.875	0.250	0.000	2.875	0.125	0.250
3.792	3.438	3.380	3.465	1.151	3.567
4.708	6.625	12.604	4.075	2.211	6.883
10.271	8.973	99.552	7.179	3.719	12.922
15.833	11.125	211.532	10.340	4.425	18.886

STATION 3.000 LOCATED 24.000 FEET FROM FP

Z	Y	AREA	VCG	TCG	GIRTH
2.625	0.250	0.000	2.625	0.125	0.250
3.354	5.211	4.215	3.094	1.802	5.265
4.083	8.250	14.264	3.553	3.000	8.393
6.606	10.174	61.273	4.961	4.286	11.579
9.128	10.815	114.751	6.321	4.760	14.206
9.814	10.767	129.568	6.681	4.833	14.894
10.500	10.525	144.254	7.035	4.886	15.595
12.896	11.134	196.352	8.275	5.032	18.058
15.292	12.125	252.045	9.564	5.205	20.634

STATION 3.750 LOCATED 30.000 FEET FROM FP

Z	Y	AREA	VCG	TCG	GIRTH
2.417	0.250	0.000	2.417	0.125	0.250
3.042	6.995	4.953	2.818	2.467	7.025
3.667	9.667	15.791	3.197	3.775	9.788
6.523	11.135	71.632	4.624	4.936	12.858
8.980	11.692	132.851	6.023	5.317	15.578
9.594	11.655	147.206	6.341	5.368	16.193
10.208	11.533	161.493	6.656	5.408	16.813

# ANEXO 2

# TABLA DE PUNTOS

	SECCIONES	PROA	1	2	3	4	5	6	7
	LOCALIZACION	1' - 3"	5' - 3"	10' - 6"	14' - 2"	18' - 0"	24' - 0"	30' - 0"	38' - 0"
ALTOS	QUILLA	4' - 6.0"	3' - 3.9"	3' - 2.0"	3' - 0.0"	2' - 10.5"	2' - 7.5"	2' - 5.0"	2' - 2.0"
	CHINA	6' - 11.0"	6' - 4.0"	5' - 8.0"	5' - 2.0"	4' - 8.5"	4' - 1.0"	3' - 8.0"	3' - 6.0"
	COVE	13' - 8.0"	12' - 10.0"	12' - 0.0"					
	CUBIERTA	17' - 6.5"	17' - 1.0"	16' - 7.0"	16' - 2.5"	15' - 10.0"	15' - 3.5"	14' - 9.5"	14' - 4.0"
SEMIMANGAS	QUILLA	0' - 1.0"	0' - 3.0"	2' - 5.0"	0' - 3.0"	0' - 3.0"	0' - 3.0"	0' - 3.0"	0' - 3.0"
	LINEA DE AGUA 2' - 0"								
	LINEA DE AGUA 4' - 0"		0' - 8.7"	2' - 11.3"	2' - 7.2"	4' - 2.0"	3' - 0.0"	9' - 11.0"	11' - 4.7"
	LINEA DE AGUA 6' - 0"	0' - 4.5"	1' - 11.6"	4' - 1.3"	5' - 7.6"	7' - 2.3"	9' - 10.0"	11' - 0.6"	12' - 8.1"
	LINEA DE AGUA 8' - 0"	0' - 7.2"	2' - 5.9"	4' - 9.3"	6' - 4.7"	8' - 0.5"	10' - 8.3"	11' - 7.5"	12' - 2.0"
	LINEA DE AGUA 10' - 0"	0' - 8.3"	2' - 10.5"	5' - 5.2"	7' - 2.5"	8' - 10.4"	10' - 8.9"	11' - 7.5"	12' - 4.0"
	LINEA DE AGUA 12' - 0"	0' - 9.5"	3' - 3.1"	6' - 1.0"	8' - 1.2"	9' - 8.0"	10' - 11.2"	11' - 10.8"	12' - 5.3"
	LINEA DE AGUA 14' - 0"	1' - 1.5"	4' - 2.9"	7' - 3.6"	9' - 0.6"	10' - 5.3"	11' - 6.9"	12' - 5.3"	12' - 10.7"
	CHINA	0' - 6.5"	2' - 2.2"	4' - 0.0"	5' - 4.0"	6' - 7.5"	8' - 3.0"	9' - 8.0"	10' - 11.0"
	COVE	0' - 10.5"	3' - 5.0"	6' - 1.0"					
CUBIERTA	3' - 9.0"	6' - 5.0"	8' - 10.5"	10' - 2.0"	11' - 1.5"	12' - 1.5"	12' - 8.5"	13' - 0.0"	

# TABLA DE PUNTOS

	SECCIONES	8	9	10	11	12	13	POPA
	LOCALIZACION	46' - 0"	54' - 0"	62' - 0"	66' - 0"	72' - 0"	76' - 6"	80' - 0"
ALTOS	QUILLA	1' - 10.0"	2' - 1.0"	3' - 11.0"	5' - 5.0"	8' - 0.0"	9' - 10.5"	11' - 2.5"
	CHINA	4' - 1.0"	5' - 2.0"	6' - 3.0"	7' - 8.5"	9' - 2.5"	10' - 6.0"	12' - 0.0"
	COVE							
	CUBIERTA	13' - 11.0"	13' - 11.0"	13' - 11.0"	13' - 11.0"	13' - 11.0"	13' - 11.0"	14' - 0.0"
SEMIMANGAS	QUILLA	0' - 3.0"	0' - 3.0"	0' - 3.0"	0' - 0.0"	0' - 0.0"	0' - 0.0"	0' - 0.0"
	LINEA DE AGUA 2' - 0"	1' - 4.0"						
	LINEA DE AGUA 4' - 0"	11' - 3.0"	8' - 1.0"	0' - 0.0"				
	LINEA DE AGUA 6' - 0"	12' - 0.5"	11' - 11.0"	9' - 1.5"	3' - 2.0"			
	LINEA DE AGUA 8' - 0"	12' - 4.0"	12' - 2.0"	11' - 9.0"	11' - 4.0"	0' - 0.0"		
	LINEA DE AGUA 10' - 0"	12' - 7.5"	12' - 5.5"	12' - 1.0"	11' - 9.0"	11' - 1.5"	2' - 1.0"	
	LINEA DE AGUA 12' - 0"	12' 9.8"	12' 8.0"	12' - 4.0"	12 1.0'	11' 7.0	11' 1 0"	7' 11.0"
	LINEA DE AGUA 14' - 0"							
	CHINA	11' - 8.0"	11' - 9.5"	11' - 6.0"	11' - 3.5"	10' - 11.0"	10' - 7.5'	7' - 11.0"
	COVE							
CUBIERTA	13' - 1.0"	12' - 11.0"	12' - 7.0"	12' - 5.0"	12' - 1.0"	11' - 7.5'	9' - 4.0"	

# ANEXO 3

# TABLA DE PUNTOS

	SECCIONES	PROA	1	2	3	4	5	6	7	C
	LOCALIZACION	1' - 3"	5' - 3"	10' - 6"	14' - 2"	18' - 0"	24' - 0"	30' - 0"	36' - 0"	47' - 6"
ALTOS	QUILLA	4' - 6.0"	3' - 3.0"	3' - 2.9"	3' - 0.0"	2' - 10.5"	2' - 7.5"	2' - 5.0"	2' - 2.0"	2' - 1.5"
	CHINA	6' - 11.0"	6' - 4.0"	5' - 8.0"	5' - 2.0"	4' - 8.5"	4' - 1.0"	3' - 8.0"	3' - 6.0"	3' - 6.5"
	COVE	13' - 8.0"	12' - 10.0"	12' - 0.0"						
	CUBIERTA	17' - 5.5"	17' - 1.0"	16' - 7.0"	16' - 2.5"	15' - 10.0"	15' - 3.5"	14' - 9.5"	14' - 6.0"	14' - 6.5"
SEMIMANGAS	QUILLA	0' - 1.0"	0' - 3.0"	2' - 5.9"	0' - 3.0"	0' - 3.0"	0' - 3.0"	0' - 3.0"	0' - 3.0"	0' - 3.0"
	LINEA DE AGUA 2' - 0"									
	LINEA DE AGUA 4' - 0"		0' - 8.7"	2' - 11.3"	2' - 7.2"	4' - 2.0"	8' - 0.0"	9' - 11.9"	11' - 4.0"	12' - 0.0"
	LINEA DE AGUA 6' - 0"	0' - 4.5"	1' - 11.6"	4' - 1.3"	5' - 7.6"	7' - 2.3"	9' - 10.0"	11' - 0.6"	11' - 10.0"	12' - 3.0"
	LINEA DE AGUA 8' - 0"	0' - 7.2"	2' - 5.9"	4' - 9.3"	6' - 4.7"	8' - 0.5"	10' - 8.3"	11' - 7.5"	12' - 2.0"	12' - 7.0"
	LINEA DE AGUA 10' - 0"	0' - 8.3"	2' - 10.5"	5' - 5.2"	7' - 2.5"	8' - 10.4"	10' - 8.9"	11' - 7.5"	12' - 4.0"	12' - 9.0"
	LINEA DE AGUA 12' - 0"	0' - 9.5"	3' - 3.1"	6' - 1.0"	8' - 1.2"	9' - 8.0"	10' - 11.2"	11' - 10.8"	12' - 5.5"	12' - 9.5"
	LINEA DE AGUA 14' - 0"	1' - 1.5"	4' - 2.9"	7' - 3.6"	9' - 0.6"	10' - 5.3"	11' - 6.9"	12' - 5.3"	13' - 0.0"	13' - 1.5"
	CHINA	0' - 6.5"	2' - 2.2"	4' - 0.0"	5' - 4.0"	6' - 7.5"	8' - 3.0"	9' - 8.0"	10' - 11.0"	11' - 9.5"
	COVE	0' - 10.5"	3' - 5.0"	6' - 1.0"						
CUBIERTA	3' - 9.0"	6' - 5.0"	10' - 10.5"	10' - 2.0"	11' - 1.5"	12' - 1.5"	12' - 8.5"	13' - 1.0"	13' - 3.0"	



# TABLA DE PUNTS

	SECCIONES	8	9	10	11	12	13	POPA	
	LOCALIZACION	55' - 6"	63' - 6"	71' - 6"	79' - 6"	83' - 6"	89' - 6"	94' - 0"	97' - 6"
ALTOS	QUILLA	2' - 3.0"	2' - 5.5"	2' - 8.5"	4' - 6.5"	6' - 0.5"	8' - 7.5"	10' - 6.0"	11' - 10.0"
	CHINA	3' - 11.5"	4' - 8.5"	5' - 9.5"	7' - 3.5"	8' - 4.0"	9' - 10.0"	11' - 1.5"	12" - 7.5"
	COVE								
	CUBIERTA	14' - 6.5"	14' - 6.5"	14' - 6.5"	14' - 6.5"	14' - 6.5"	14' - 6.5"	14' - 6.5"	14' - 7.5"
	QUILLA	0' - 3.0"	0' - 3.0"	0' - 3.0"	0' - 3.0"	0' - 0.0"	0' - 0.0"	0' - 0.0"	0' - 0.0"
	LINEA DE AGUA 2' - 0"		1' - 4.0"						
	LINEA DE AGUA 4' - 0"	12' - 0.0"	8' - 11.0"	5' - 7.0"	0' - 0.0"				
SEMIMANGAS	LINEA DE AGUA 6' - 0"	12' - 3.0"	11' - 11.0"	11' - 8.5"	6' - 6.0"	0' - 0.0"			
	LINEA DE AGUA 8' - 0"	12' - 7.5"	12' - 3.0"	12' - 1.0"	11' - 8.0"	10' - 3.0"	0' - 0.0"		
	LINEA DE AGUA 10' - 0"	12' - 10.0"	12' - 6.0"	12' - 4.0"	11' - 11.5"	11' - 8.0"	11' - 0.0"	11' - 1.0"	
	LINEA DE AGUA 12' - 0"	12' - 11.0"	12' - 10.0"	12' - 8.0"	12' - 3.0"	12' - 0.0"	11' - 5.5"	10' - 11.0"	9' - 5.0"
	LINEA DE AGUA 14' - 0"	13' - 1.5"	13' - 0.0"	12' - 9.5"	12' - 6.0"	12' - 3.5"	11' - 10.5"	11' - 6.0"	9' - 4.0"
	CHINA	12' - 0.5"	12' - 0.0"	11' - 9.5"	11' - 6.0"	11' - 3.5"	10' - 11.0"	10' - 7.5"	7' - 11.0"
	COVE								
	CUBIERTA	13' - 3.0"	13' - 0.5"	12' - 10.5"	12' - 7.5"	12' - 5.0"	12' - 0.5"	11' - 8.0"	9' - 4.0"

**ANEXO 4**

FIRMA CONTR. 1.00 Dya W  
 CONF-PLANOS 30.00 Dya W  
 ACOND-AFEA 5.00 Dya W  
 EXP-INCLINAC 1.00 Dya W  
 ABAST-WATER 30.00 Dya W  
 CANA-VARANIE 2.00 Dya W  
 VARAR-UNIDAD 1.00 Dya W  
 LIMPIAR-SENT 5.00 Dya W  
 LIMP-CASCO 5.00 Dya W  
 DESM-EDUPOS 15.00 Dya W  
 DESGAS-TANQ 2.00 Dya W  
 ALINEAR-LIND 5.00 Dya W  
 MARCAR-CORTE 3.00 Dya W  
 RETRO-ASLA 5.00 Dya W  
 MANT-SIST-PR 20.00 Dya W  
 CORTE-SEPARA 5.00 Dya W  
 ALINEAR-PART 3.00 Dya W  
 MOD-BASE-MAQ 30.00 Dya W  
 CONST-QUILLA 5.00 Dya W  
 CONST-FONDO 15.00 Dya W  
 CONST-TUNEL 15.00 Dya W  
 SIST-BONFED 30.00 Dya W  
 SIST-REFRIC 30.00 Dya W  
 CONST-CESTAD 15.00 Dya W

CONST-CUBER 15.00 Dya W  
 MONT-LIN-EJE 5.00 Dya W  
 INST-ASLAN 15.00 Dya W  
 ALIN-SIST-PR 5.00 Dya W  
 SANDO-PINTAR 5.00 Dya W  
 REYS-DBRAS 2.00 Dya W  
 DESVAR-LIND 1.00 Dya W  
 EXP-INCLINAC 1.00 Dya W  
 PRUEBAS 5.00 Dya W  
 ENTREGA 1.00 Dya W

Legend

Tasks

Planned Duration : \_\_\_\_\_

Planned & Actual Duration : \_\_\_\_\_

Slack : \_\_\_\_\_

Negative Slack : - - - - -

Baseline : - - - - -

Overallocated : R

Tags : Planned duration

Milestones

No Slack : ◆

Slack : ◀ ▶

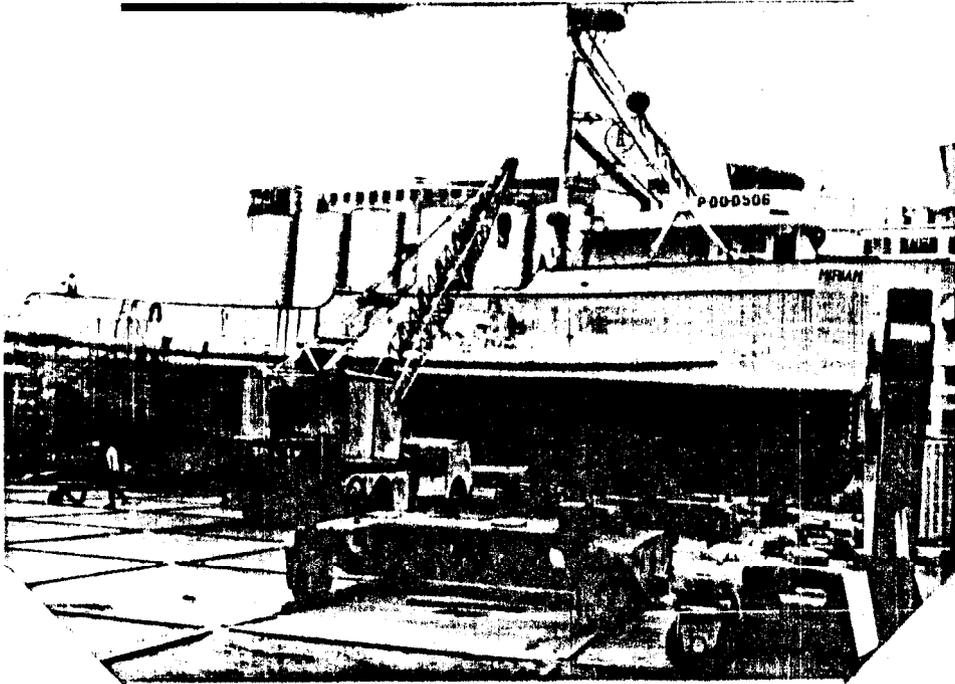
Negative Slack : ▶ ◀

Completed : ▲

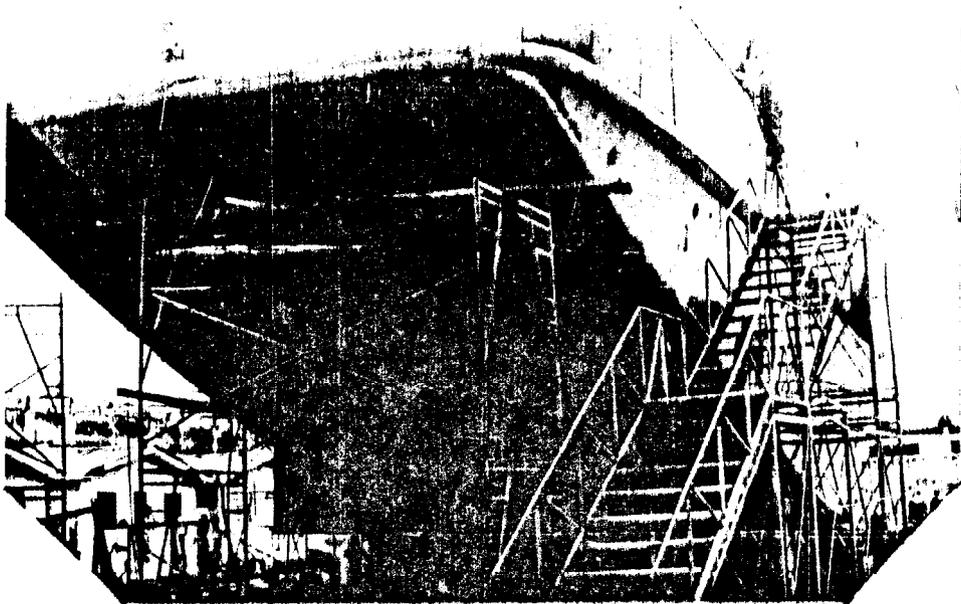
Constraints : □ □

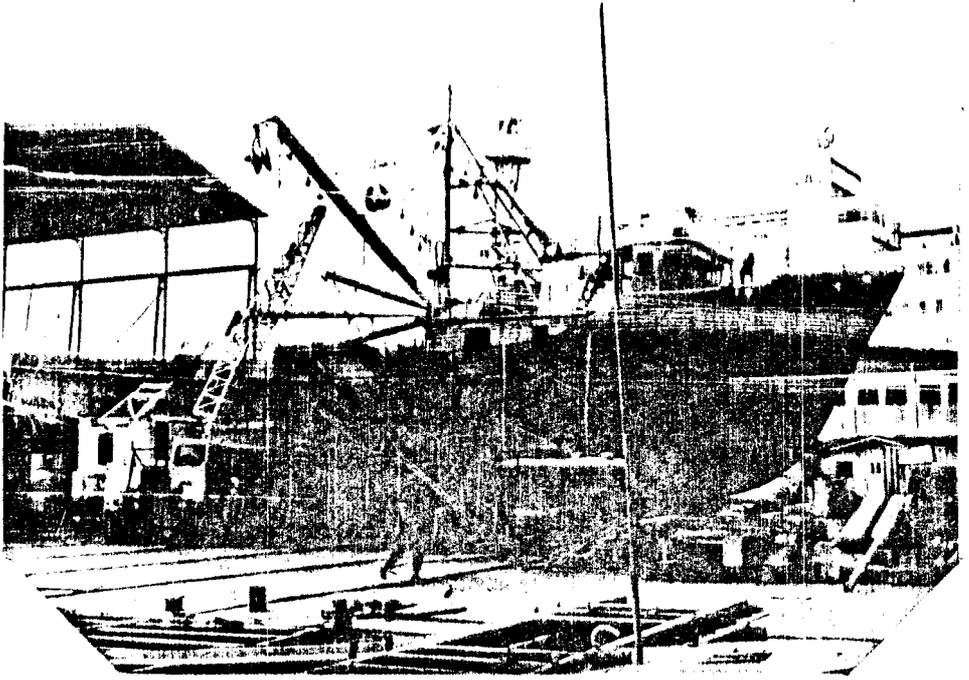
Tags : Earliest date

# ANEXO 5

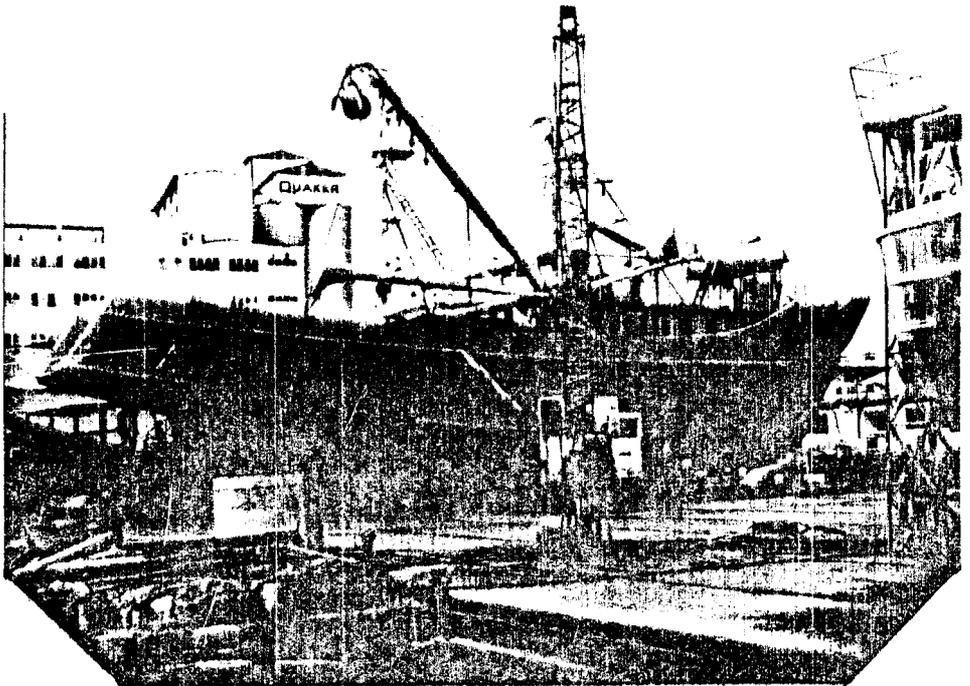


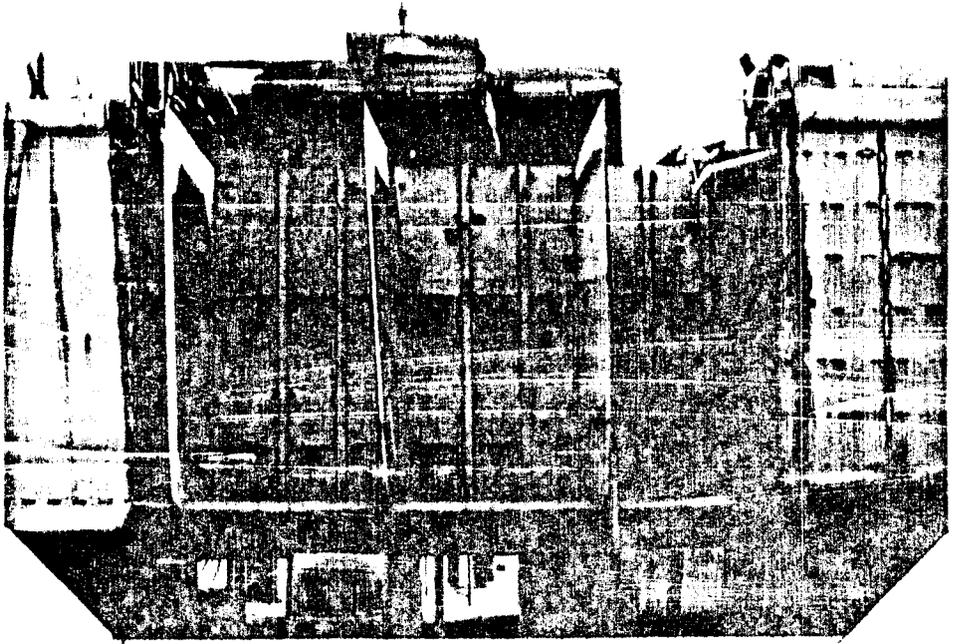
BUQUE ANTES DE ALARGAMIENTO



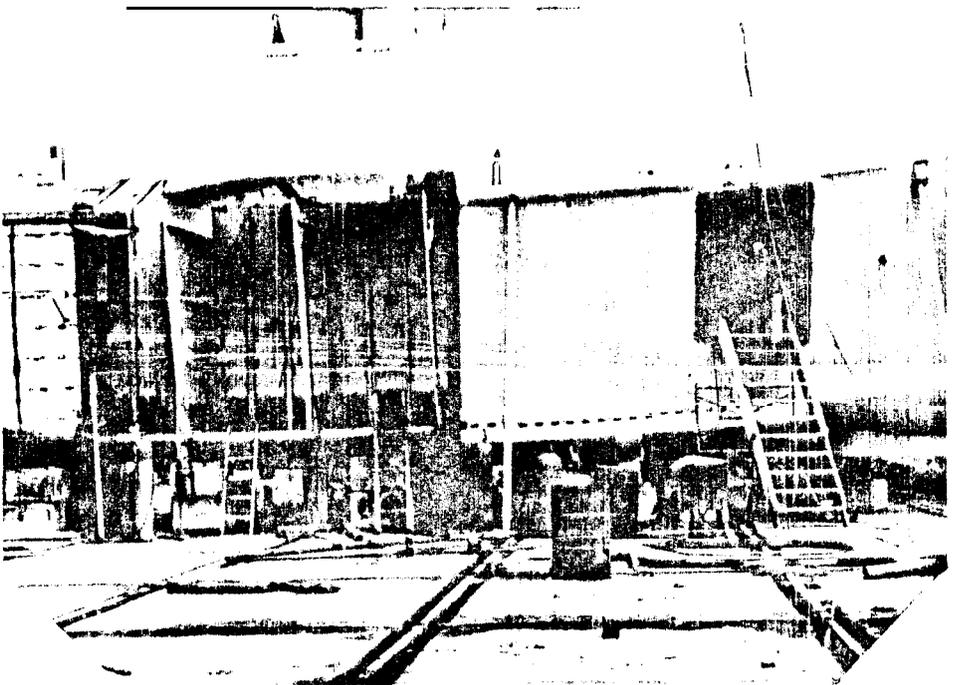


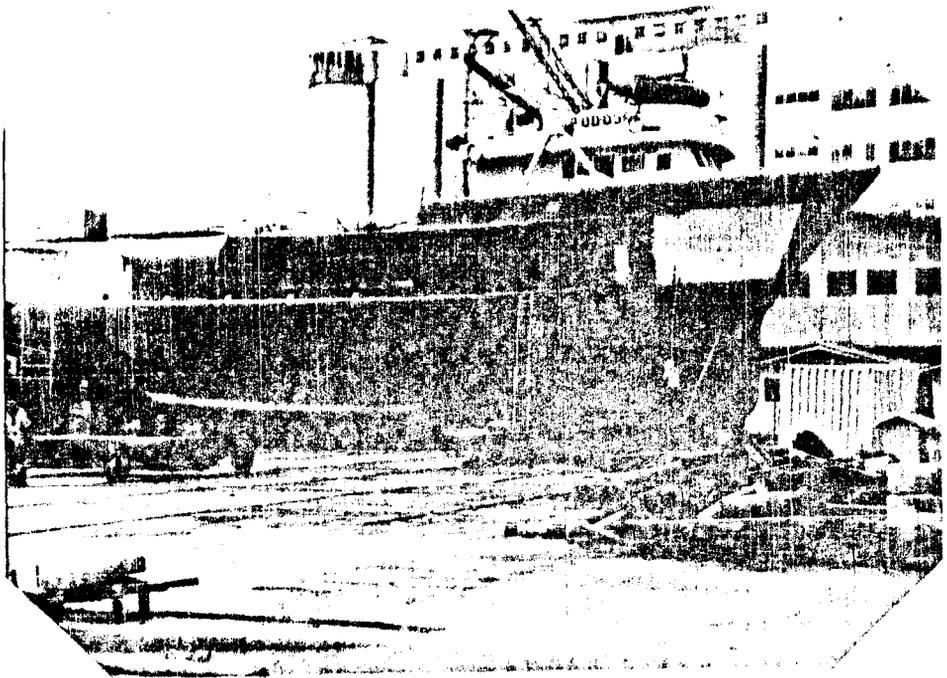
SANDBLASTIN - PROTECCION



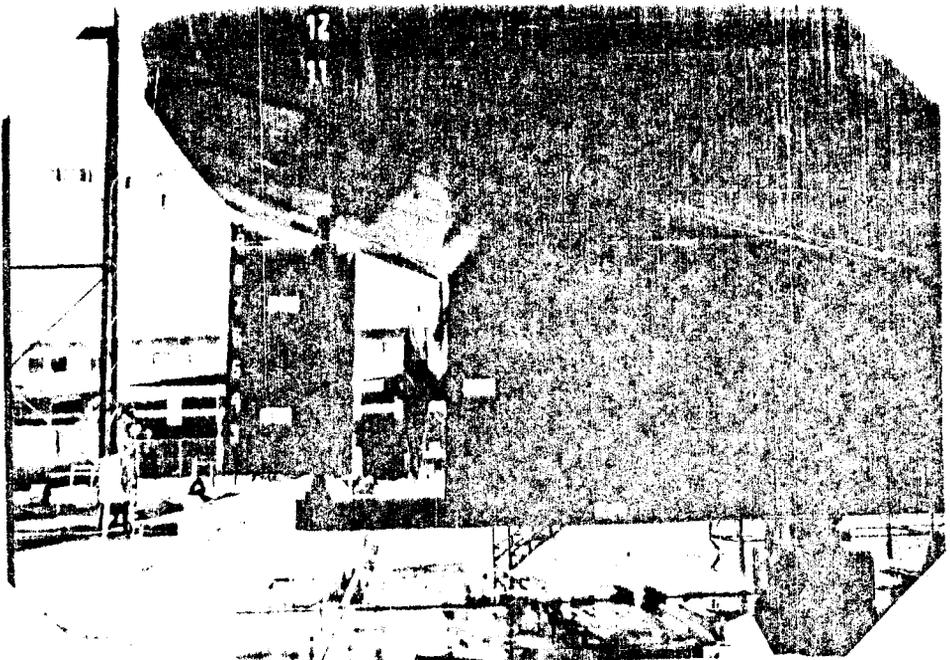


MONTAJE DE CUADERNAS Y MAMPARO

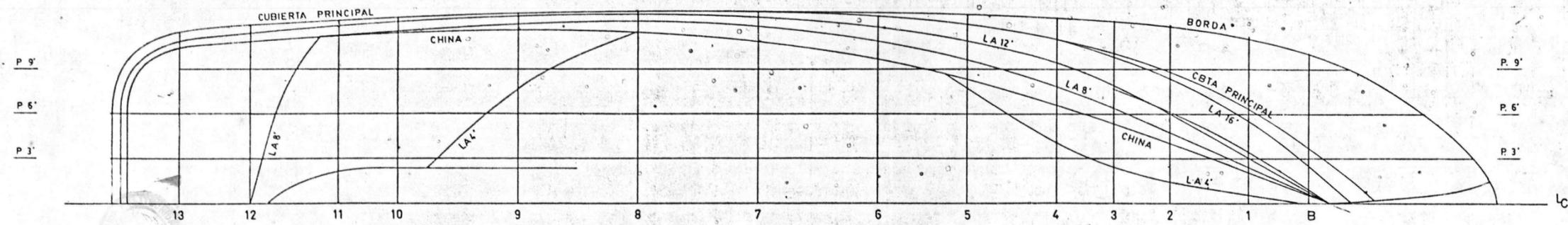
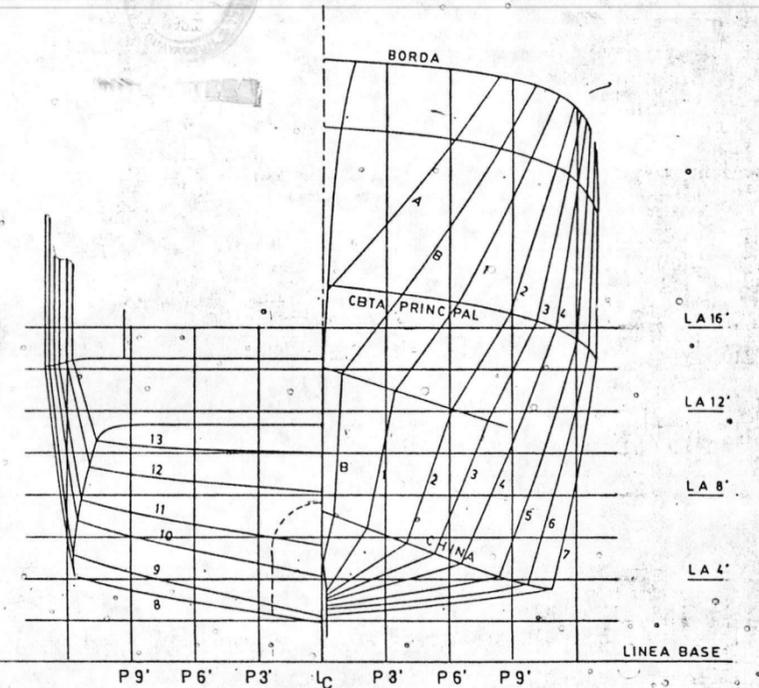
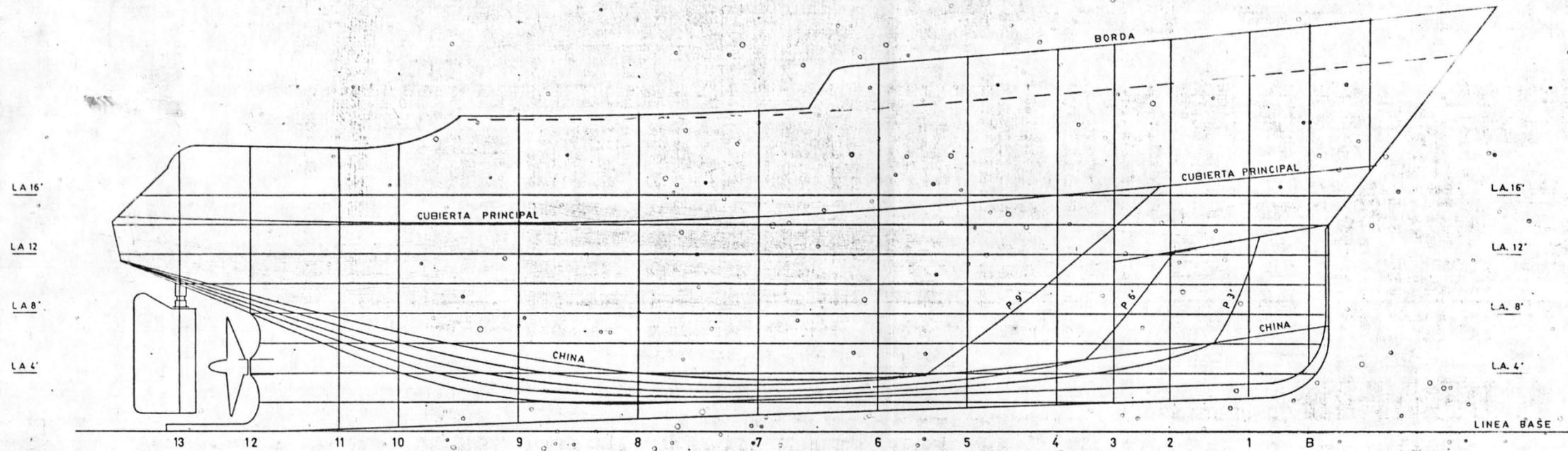




BUQUE DESPUES DEL ALARGAMIENTO



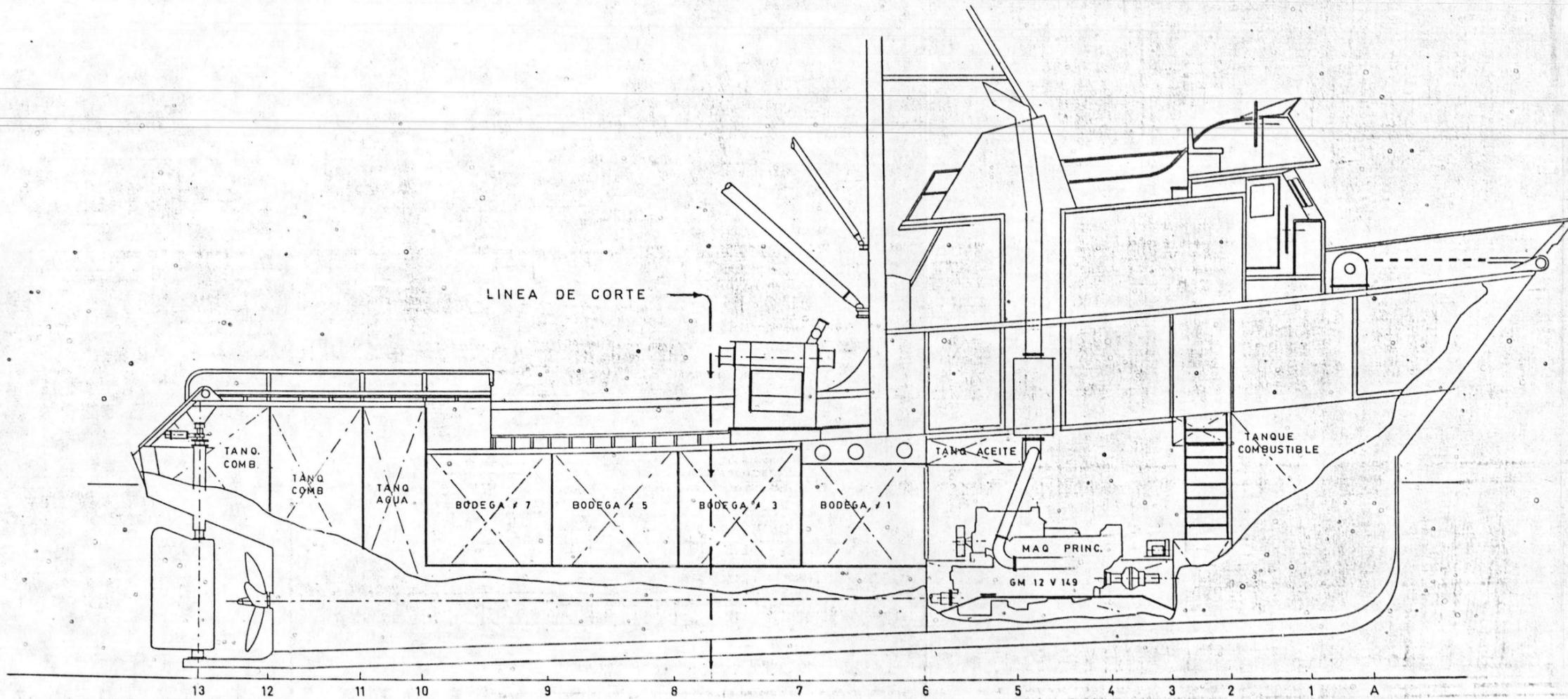
**PLANOS**



**CARACTERISTICAS GENERALES**

ESLORA TOTAL	91' - 6"
ESLORA ENTRE PERP.	76' 5"
MANGA MOLDEADA	26' - 0"
MANGA MAXIMA	27' 2"
PUNTAL	13' - 2"
CALADO	10' - 9"
VELOCIDAD	10 Nudos

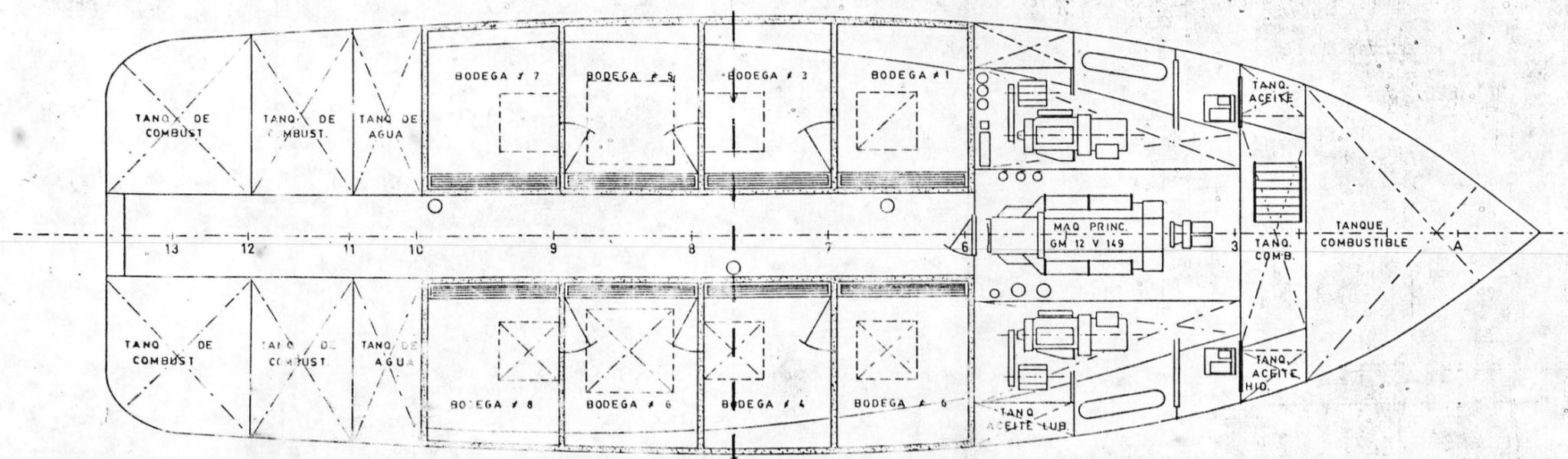
DISEÑO # 1	BUQUE PESQUERO	PLANO # 4-1
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE ING. MARITIMA Y C. DEL MAR		
LINEAS DE FORMAS		
diseño:	trazado: PEDRO VITE	revizado: ING. N. ALEJANDRO
escala: 1/4" = 1'-0"	referencia: INFORME TECNICO	fecha: ENERO / 1990



**CARACTERISTICAS GENERALES**

ESLORA TOTAL	91' - 6"
ESLORA ENTRE PERP.	76' - 5"
MANGA MOLDEADA	26' - 0"
MANGA MAXIMA	27' - 2"
PUNTAL	13' - 2"
CALADO EN LAD	10' - 9"
VELOCIDAD	10' Nudos
AUTONOMIA	30 Dias
PROPULSION	GM 680 HP 12 V-149

**LINEA DE CORTE**

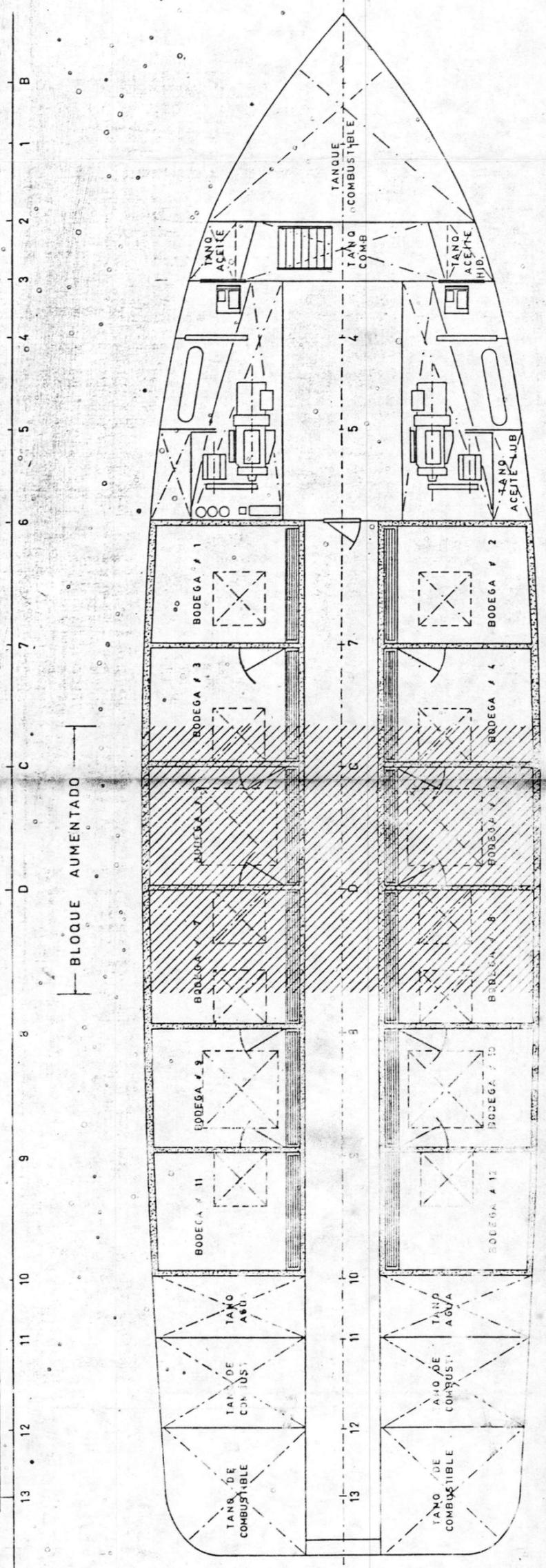
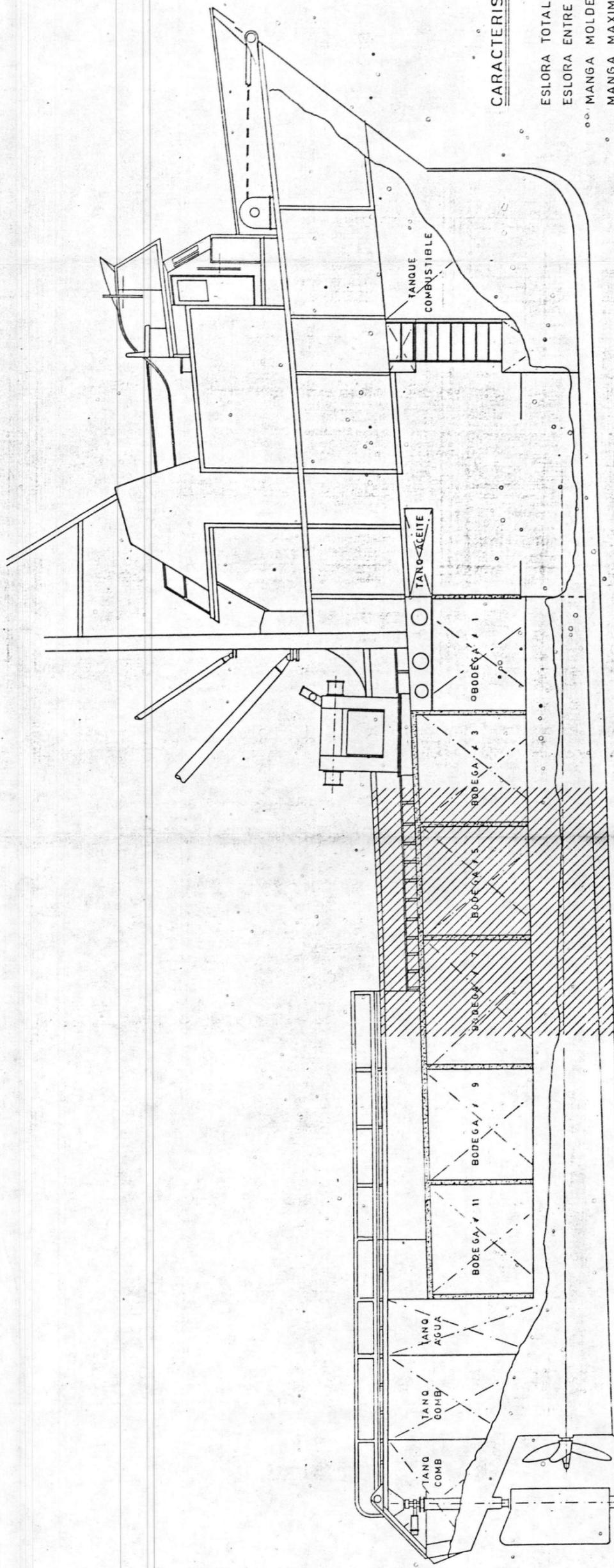


DISEÑO # 1	BUQUE PESQUERO	PLANO # 4-2	
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE ING. MARITIMA Y C. DEL MAR			
DISTRIBUCION GENERAL A			
diseño:		revisado:	
trazado:	PEDRO VITE	revisado:	ING. N. ALEJANDRO
escala:	1/4" = 1'-0"	fecha:	ENERO / 1990
referencia:	INFORME TECNICO		



**CARACTERISTICAS GENERALES**

ESLORA TOTAL 109' - 0"  
 ESLORA ENTRE PERP. 93' - 11"  
 MANGA MOLDEADA 26' - 0"  
 MANGA MAXIMA 27' - 2"  
 PUNTAL 13' - 2"  
 CALADO 10' - 9"  
 VELOCIDAD 10 Nudos  
 AUTONOMIA 30 Dias  
 PROPULSION CAT. 850 SHP  
 D 398 TP



BLOQUE AUMENTADO

DISEÑO # 1	BUQUE PESQUERO	PLANO # 4-5
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE ING. MARITIMA Y C. DEL MAR		
DISTRIBUCION GENERAL B		
DISEÑO	REVIZADO	REVIZADO
TRAZADO: PEDRO VITE		ING. N. ALEJANDRO
ESCALA: 1/4" = 1'-0"		FECHA: ENERO / 1990
REFERENCIA	INFORME TECNICO	

CURVAS HIDROSTATICAS

BALABD

LA4 4.250

LA3 3.550

LA2 2.440

LA1 1.220

