



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

LA VELOCIDAD EN UN BUQUE PARA CARGA
REFRIGERADA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE
EFICIENCIA FUNCIONAL Y ECONOMICA

POR

Leonardo Estrada Loaiza

TESIS DE GRADO

Previa a la Obtención del Título de

INGENIERO NAVAL

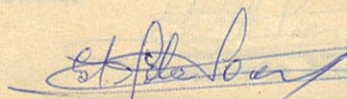
En la Escuela Superior Politécnica del Litoral

Guayaquil, Febrero de 1967

LA VELOCIDAD EN UN BUQUE PARA CARGA REFRIGERADA
DESDE EL PUNTO DE VISTA DE EFICIENCIA
FUNCIONAL Y ECONOMICA
POR
LEONARDO ESTRADA LOAIZA

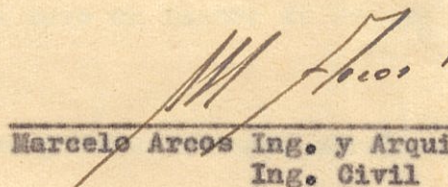
TESIS DE GRADO, PREVIA A LA OBTENCION
DEL TITULO DE INGENIERO NAVAL
EN LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FEBRERO DE 1967

FIRMA DEL AUTOR



Departamento de Ingeniería Naval
Febrero de 1967

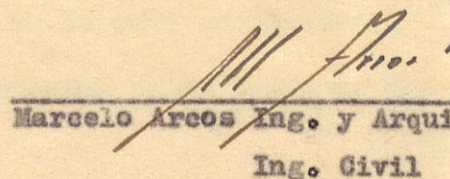
CERTIFICADO POR



Marcelo Arcos Ing. y Arquitecto Naval
Ing. Civil

DIRECTOR DE TESIS

ACEPTADO POR



Marcelo Arcos Ing. y Arquitecto Naval
Ing. Civil

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA NAVAL

RESUMEN

El Objetivo de la presente tesis es demostrar hasta que punto es conveniente incrementar la velocidad en un buque destinado al transporte de mercancías en bodegas refrigeradas, en una ruta desde Panamá hasta Europa.

Para el efecto se ha elaborado el diseño preliminar y la selección de dimensiones y potencia para cuatro prototipos de buques, todos de igual capacidad de carga, pero de diferentes velocidades desde 15 hasta 25 nudos.

LOS HECHOS, IDEAS Y DOCTRINAS EXPUESTAS EN LA PRESENTE TESIS CORRESPONDEN EXCLUSIVAMENTE A SU AUTOR.


Leonardo Estrada Loaiza

Para cada uno de estos prototipos se han calculado los costos de construcción, costos de operación y de mantenimiento, a fin de establecer en cada caso un Factor de Recompensa sobre el Capital.

La comparación de estos factores permite obtener conclusiones concretas sobre los valores de velocidades óptimas desde el punto de vista económico, en la ruta considerada.

Los resultados obtenidos se presentan en la forma de tablas y diagramas.

S U M A R I O

El Objetivo de la presente tesis es demostrar hasta que punto es conveniente incrementar la velocidad en un buque - destinado al transporte de banano en bodegas refrigeradas, en una ruta desde Ecuador hasta Europa.

Para el efecto se ha elaborado el diseño preliminar y - la selección de dimensiones y potencia para cuatro prototipos de barcos, todos de igual capacidad de carga, pero de diferentes velocidades desde un mínimo de 15 nudos, hasta un - máximo de 25 nudos.

Para cada uno de estos prototipos se ha hecho una estimación de costos de construcción, costos de operación y de ingresos, a fin de establecer en cada caso un Factor de Recuperación de Capital.

La comparación de estos factores permite obtener conclusiones concretas sobre los valores de velocidades optimas - desde el punto de vista económico, en la ruta considerada.

Los resultados obtenidos se presentan en la forma de tablas y diagramas.

TABLA DE CONTENIDO

	<u>Pags</u>
I. Diagrama Relativamente vs Velocidad para los cuatro prototipos considerados	11
Sumario	111
Tabla de contenido	iv
Lista de Diagramas	v
Tabla de Símbolos	vi
II. Introducción	1
III. Analisis	7
IV. Discusión	38
V. Conclusiones	42
VI. Apéndice	44
A) Detalle de cálculos	44
B) Diagramas	60
C) Datos estadísticos	68
D) Bibliografía	89
VII. Diagrama de costos de operación vs velocidad para los cuatro prototipos considerados	85
VIII. Diagrama del factor de recuperación del Capital vs velocidad para los cuatro prototipos considerados	87

LISTA DE DIAGRAMAS

<u>Figura</u>		<u>Pagina</u>
I	Diagrama Resistencia vs Velocidad para los cuatros prototipos con- siderados	60
II	Diagrama de la Potencia en función de la velocidad para los cuatros prototipos considerados	61
III	Cantidad de Combustible utilizada por día por cada prototipo durante la navegación	62
IV	Cantidad de Combustible por viaje, utilizado por cada prototipo con- siderado	63
V	Diagrama de desplazamiento ligero vs velocidad para los cuatros pro- totipos considerados	64
VI	Costos de construcción vs velocidad para los cuatros prototipos conside- rados	65
VII	Diagramas de costos de operación vs velocidad para los cuatros prototipos considerados	66
VIII	Diagrama del factor de recuperación del Capital vs velocidad para los cuatros prototipos considerados	67

TABLA DE SIMBOLOS

B	Manga
BM	Altura metacéntrica
Cb	Coeficiente bloque
Cp	Coeficiente prismático
Cx	Coeficiente de la sección media
Cf	Coeficiente friccional de froude
Cw	Coeficiente del plano de agua
Cs	Coeficiente de peso del casco
Co	Coeficiente de peso de accesorios
D	Puntal
$\frac{EHP}{SHP}$	Coeficiente de propulsión
H	Calado
KB	Altura del centro de boyantéz
KG	Altura del centro de gravedad
$\frac{LBD}{100}$	Número cúbico
L	Eslora entre perpendiculares
Rt	Resistencia total
Rf	Resistencia friccional
Rr	Resistencia residual
S	Superficie mojada (pies ²)
TON	Toneladas (2,240 LBS)
V	Velocidad
$V/\sqrt{L}$	Razón velocidad eslora
$\frac{\triangle}{\left \frac{L}{100}\right ^p}$	Razón desplazamiento eslora
α_t	Coeficiente de inercia transversal
$\triangle$	Desplazamiento

I.- INTRODUCCION

Previo al desarrollo del tema, se estima del caso hacer una ligera introducción para resaltar las razones que inciden en el diseño de un buque para transporte de banano: debido al incremento de mercado para este producto y a las distancias entre los puertos de embarque y de entrega para surtir los mercados consumidores, los armadores de las diversas flotas mercantes se han visto precisadas a encomendar a los principales astilleros de países prominentes en construcción naval, el perfeccionamiento de los diseños para lograr el más adecuado en el transporte de banano.

Entre los países que se han destacado en este tipo de construcción, podemos nombrar no siendo estrictamente en orden de prioridad, sino mejor en atención al orden alfabético: Alemania, Dinamarca, Estados Unidos, Francia, Holanda, Italia, Inglaterra, Japón. Así mismo conviene tomar como antecedente, la importancia que reviste para el desarrollo del tema, una ligera información referente a las características biológicas del producto banano que constituye la carga, razón por la cual se ha creado buques de diseño específico.

CARACTERISTICAS PARTICULARES DEL BANANO.- El banano desarrolla una actividad fisiológica elevada, debido a su condición de fruta tropical, y por lo tanto es muy sensible a la temperatura especialmente cuando baja de los doce grados centígrados para las variedades Gros Michel y Sinesis y de 13° centígrados para la variedad Lacanten; esta sensibilidad al frío, hace que se trate de adoptar una temperatura relativa

vamente elevada, si se considera la temperatura utilizada en otros tipos de productos transportables, en los cuales existe la necesidad de temperatura de cero grado centígrados o inferiores a ellas.

Es importante pues, tomar en cuenta el calor engendrado por el banano durante su etapa de maduración, ya que el desprendimiento de calor en estas condiciones, es cuatro y cinco veces mayor al producido cuando el fruto esta verde, (en las mismas condiciones). De esto resulta que, una maduración prematura de una parte de la carga de bananos, si se produce antes del enfriamiento, prosigue su proceso pese a un mayor enfriamiento, ocasionando la contaminación del resto de la carga: en el otro caso, si la maduración comienza cuando la fruta esta ya enfriada, la transferencia de calor es menor y la refrigeración, tiene muchas más posibilidades de eliminar las calorías producidas, ocasionando el adecuado retardo de esta maduración, que permita su arribo al puerto de destino en buenas condiciones.

El banano contiene un 80% de agua, lo que junto a su grande superficie de cáscara da el índice de una tendencia a deshidratarse, lo que representa una pérdida para el transportador, ocasionando que las condiciones del transporte se hagan tomando en cuenta el mínimo de pérdidas de peso de los frutos. El banano produce etileno, y es particularmente sensible a este gas, ya que activa su maduración en dosis mínimas que son de un cien milésimo, trayendo como consecuencia la imposibilidad de transportar junto con banano, otra clase de frutas que desprendan este gas. Es necesario así mismo eliminar el gas producido por la misma carga durante el transporte.

La cáscara de banano verde es muy sensible a los frotamientos y choques, daños que no pueden ser apreciados a simple vista mientras el fruto esta verde, pero que aparecen inmediatamente cuando el mismo comienza a madurar, los choques lastiman la fruta y pueden constituir el punto de partida para que el fruto se pudra.

Con la introducción de las cajas de cartón para el transporte, se ha evitado enormemente lastimar la fruta, llegando por consiguiente en buenas condiciones al mercado de consumo.

Existen dos fases distintas en el enfriamiento de una carga de banano: La primera, que va de la temperatura de los frutos antes de entrar en las bodegas, hasta los 15° centígrados, la misma que debe ser lo mas corto posible; y la segunda fase, que consiste en enfriar la carga de los 15° centígrados a la temperatura de transporte, la misma que toma mucho tiempo, porque existe muy poca diferencia de temperatura entre la carga de banano y el aire de refrigeración.

La eficacia del enfriamiento de una carga de banano dependerá:

1.- De la preparación de las bodegas para recibir el producto;

2.- Del tiempo necesario para obtener la temperatura de estabilización;

3.- De la igualación de las temperaturas de las bodegas, con relación a la temperatura media de los frutos;

Tres factores hay que considerar en el enfriamiento de una carga de banano:

1.- El coeficiente de cambio térmico entre el aire y la carga de banano;

2.- La circulación de aire en la carga; y

3.- La energía frigorífica disponible.

Los cambios de calor entre el aire y la carga de banano son sumamente complejos, ya que no es conocida la superficie de contacto de la carga con el aire.

La circulación del aire en la carga, puede tomar diferentes caminos: sea contornear o rodear la carga; sea atravesarla completamente utilizando todos los intersticios entre las cajas o seguir diferentes caminos. Una cuestión que ha sido examinada con atención durante los últimos años, es que ha sido fácil adaptar la energía frigorífica al frío cuando se han determinado sus necesidades, pero en cambio es sumamente difícil saber el camino que sigue el aire en la carga.

La energía frigorífica del buque bananero es un elemento de primer orden, porque interviene directamente en la rapidez del enfriamiento de la carga de banano. La instalación frigorífica puede ser de compresores individuales para cada bodega con expansión directa, o puede ser un sistema central con cámaras de sal muera: la utilización de uno u otro sistema puede significar una diferencia de precio de construcción muy alta, aspecto que debe tomarse en consideración al hacer la selección del sistema empleado.

CARACTERISTICAS GENERALES DEL BUQUE BANANERO

Los bananeros más corrientes son buques de 120 a 140 mts.

de eslora, existiendo en la actualidad más de 300 de estos buques surcando los mares del mundo. Los más grandes buques se encuentran en la flota de los Estados Unidos con un volumen de carga de 400,000 pies cúbicos, mientras que el bananero corriente de las flotas europeas es de 250,000 pies cúbicos.

La mayoría de estos buques tienen una sola hélice, con una potencia promedio de 8,500 HP dotados de los varios equipos existentes a bordo, y entre éstos, el de refrigeración, ventilación, bombas, etc. Casi todos los buques modernos usan generadores de corriente alterna.

El número de bodegas es de 4 a 5 divididas en entrepuentes con una altura de 7 a 9 pies, provistas de su correspondientes puertas laterales en el casco de acceso a las bodegas que permiten la fácil carga y descarga de la fruta, sin que estas sufran algún percance. La ventilación, la instalación frigorífica, la distribución de las bodegas constituyen el aspecto especializado en el diseño del buque bananero.

El buque bananero es un diseño con una tendencia a ser limitado por el volumen, ya que el factor de estiba promedio de la carga, es de 140 pies cúbicos por tonelada que es un valor alto al compararlo con el de otros productos transportables.

Las dimensiones de un buque bananero dependen de las condiciones del mercado de importación, de las posibilidades de producción y del lugar en que dichas importaciones deben ser llevadas, dependiendo de esta última condición la velocidad que debe tener el buque; para corroborar lo expuesto anteriormente, veamos el anexo # 1.

Las condiciones del transporte de banano varían de un territorio a otro. El problema del transporte del banano es complejo atendiendo a numerosos factores y circunstancias de cada país, lo que explica porque no es posible establecer una doctrina rígida del transporte marítimo del banano. De aquí la importancia que reviste la investigación por parte de los astilleros, a fin de tender al adelanto y perfeccionamiento de los diseños para buques bananeros.

Sin temor a equivocarnos, el buque bananero moderno constituye un ejemplo práctico de resultados técnicos interesantes, obtenidos gracias a los esfuerzos de la investigación por mejorar los diseños, de los armadores y constructores navales.

El valor del coeficiente primitivo C_p se lo obtiene de la fórmula de 2.2037.

$$\frac{F_{av} \cdot V_{av}}{\sqrt{L}} = 1.83 - 1.8 C_p$$

$$C_p = 2.673$$

1.- Cóeficiente del metal.

Se asume el valor de $\frac{M}{D} = 12.5$ por ser un valor promedio para buques mercantes de este tipo.

$$D = 32.4 \text{ pies}$$

2.- Cóeficiente de la carga. - 8.1(1)

El valor del C_x , se obtiene de la fórmula:

$$C_x = 0.0057 C_p + 0.523$$

$$C_x = 0.043$$

El valor del C_z se lo obtiene de:

$$C_z = C_p + C_x$$

$$C_z = 0.662$$

$$C_b = \frac{4.43}{1.83}$$

11. ANALISIS

a.- Diseño preliminar de cuatro prototipos de dimensiones optimas de igual capacidad pero diferente velocidad.

El primer prototipo tiene las siguientes características:

$$L = 380 \text{ pies}$$

$$\Delta = 6,000 \text{ TON}$$

Desplazamiento determinado numéricamente en ciclos preliminares de diseño.

$$V_{\text{servicio}} = 15 \text{ nudos}$$

$$\text{Capacidad de carga} = 270,000 \text{ pies cúbicos}$$

El valor del coeficiente prismático optimo se lo obtiene de la fórmula de TROOST.

$$\frac{V_{\text{servicio}}}{\sqrt{L}} = 1.85 - 1.6 C_p$$

$$C_p = 0.673$$

1.- Cálculo del puntal.-

Se asume el valor de $\frac{L}{D} = 12.5$ por ser un valor promedio para buques mercantes de este tipo.

$$D = 30.4 \text{ pies}$$

2.- Cálculo de la manga.- $Re\frac{1}{4}(1)$

El valor del C_x , se obtiene de la fórmula:

$$C_x = 0.0857 C_p + 0.925$$

$$C_x = 0.983$$

El valor del C_b se lo obtiene de:

$$C_b = C_p \cdot C_x$$

$$C_b = 0.662$$

$$C_b = \frac{\Delta \cdot 35}{LBH}$$

Comprobación del desplazamiento asumido usando Ref (3)

La referencia (3) es una recopilación de datos, diagramas obtenidos de buques existentes destinados al transporte de carga al granel.

Se puede usar esta referencia porque debido a similitud de características de la carga, los valores que se determinan de las curvas son bastantes similares a aquellos de buques que transportan banano. Se ha comprobado esto comparando con características de buques bananeros conocidos tales como: "Ecuador Marí", "San Blas".

A continuación se determinará peso de casco, maquinarias, combustible, accesorios, etc. usando para el efecto las curvas de diseño contenidas en Ref (3).

5.- Desplazamiento ligero.-

a) Peso casco

$$C_s \times \frac{LBD}{100} = 1,715 \text{ TON.}$$

b) Peso maquinaria: $242 \sqrt{\frac{SHP}{1,000}} = 423 \text{ TON}$

c) Peso accesorios:

$$C_a \times \frac{LBD}{100} = \frac{526 \text{ TON}}{}$$

Desplazamiento ligero 2,664 TON

6.- Peso muerto.-

a) Peso combustible:

Como este buque va a tener una velocidad de 15 nudos para recorrer 13,000 millas se demorará 36 días, con un consumo de 24 toneladas por día, de donde obtenemos:

$$24 \times 36 = 864 \text{ TON.}$$

b.- Combustible de reserva:

Es $(1 + \frac{1}{5})$ del usado en la navegación por día:

$$\frac{6}{5} \times 24 = 30 \text{ TON}$$

c.- Combustible de puerto 80 TON Ref (1)

d.- Combustible residual:

Es 1.03 del usado en la navegación.

$$974 \times 1.03 = 1,003 - 974 = 29 \text{ TON}$$

e.- Carga útil

Como este buque tiene una capacidad de carga estimada en 270,000 piés cúbicos, puede transportar 180.000 cajas de banano, ocupando cada una un espacio de 1.5 piés cúbicos y con un peso unitario de 26 lbs; dando un total de: 2,100 TON. de carga útil.

f.- Pesos miseláneos: 208 TON.

Total peso muerto= 3.310 TON.

7.- Desplazamiento total:

Desplazamiento total es = a desplazamiento ligero + peso
(muerto)

$$2,664 + 3,310 = 5,974 \text{ TON.}$$

Desplazamiento asumido= 6,000 TON

Desplazamiento obtenido 5,974 TON

Diferencia 26 TON

Lo que nos indica que el valor del desplazamiento asumido inicialmente es correcto, ya que la diferencia obtenida es menor al 1% del desplazamiento asumido al iniciar este último ciclo del diseño preliminar correspondiente a este prototipo.

Cálculo aproximado de estabilidad para este prototipo.

$$C_w = 0.246 + 0.8 C_b \quad \text{Ref (3)}$$

$$C_w = 0.246 + 0.8 \times 0.662$$

$$C_w = 0.246 + 0.5296$$

$$C_w = 0.7756$$

$$\alpha_t = C_w (0.0727 C_w + 0.0106)$$

$$\alpha_t = 0.7756 (0.0727 \times 0.7756 + 0.0106)$$

$$\alpha_t = 0.7756 (0.056386 + 0.0106)$$

$$\alpha_t = 0.7756 \times 0.0670$$

$$\alpha_t = 0.0520$$

$$K_B = \frac{C_w}{C_w + C_b} \times H$$

$$K_B = \frac{0.7756}{0.7756 + 0.662} \times 18.4$$

$$K_B = \frac{0.7756}{1.4376} \times 18.4$$

$$K_B = 10 \text{ pies}$$

$$B_M = \frac{\alpha_t \cdot B^2}{C_b \times H} = \frac{0.052 \times 46^2}{0.662 \times 18.4} = 13.5 \text{ pies}$$

$$K_G = 30.4 \times \text{coeficiente buque conocido}$$

$$\text{coeficiente buque conocido} = 0.527 \quad \text{Ref (4)}$$

$$K_G = 30.4 \times 0.527 = 16.02 \text{ pies}$$

$$G_M = K_B + B_M - K_G$$

$$G_M = 10 + 13.5 - 16.02 = 7.48 \text{ pies}$$

Ya que el valor del GM según el criterio de diseño debe ser mayor que el 6% de la manga, encontramos que este valor es satisfactorio para la estabilidad de este prototipo.

Diseño del prototipo dos.-

Las características de este prototipo son:

$$L = 400 \text{ pies}$$

$$\triangle = 7,000 \text{ TON}$$

Desplazamiento determinado numéricamente en ciclos preliminares de diseño.

$$V_{\text{servicio}} = 18 \text{ nudos}$$

$$\text{Capacidad de carga: } 270,000 \text{ pies cúbicos}$$

El valor del coeficiente prismático óptimo se lo obtiene de la fórmula de PROBST.

$$\frac{V_{\text{servicio}}}{\sqrt{L}} = 1.85 - 1.6 C_p$$

$$C_p = 0.593$$

1.- Cálculo del puntal.-

Se asume el valor $\frac{L}{D} = 12.5$ por ser un valor promedio para buques mercantes de este tipo.

$$D = 32 \text{ pies}$$

2.- Cálculo de la manga.-

El valor de C_x , se obtiene de la fórmula:

$$C_x = 0.0857 C_p + 0.925$$

$$C_x = 0.976$$

El valor de C_b se lo obtiene de:

$$C_b = C_p \cdot C_x$$

$$C_b = 0.579$$

$$C_b = \frac{\triangle \cdot 0.35}{L B H}$$

Despejando el valor de BH de la fórmula anterior obtenemos:

$$BH = 1,060; \quad H = \frac{1,060}{B} \quad (a)$$

Se asume la relación $\frac{B}{H} = 2.50$ porque siendo este diseño de una tendencia, a ser limitado por el volumen, el calado debe ser maximizado y también conseguir que la resistencia friccional sea menor, ya que este factor es proporcional a la superficie mojada.

$$\frac{B}{H} = 2.50; \quad H = \frac{B}{2.50} \quad (b)$$

Combinando (a) + (b) nos da:

$$B = 52 \text{ pies}$$

$$H = 20.8 \text{ pies}$$

$$\text{Número cúbico} = 6,656$$

3.- Cálculo de resistencia a la propulsión.-

$$R_t = R_f + R_r$$

$$R_f = C_f \times B \times V^{1.825} \quad \text{Ref (2)}$$

$$R_f = 47,000 \text{ Lbs.}$$

$$R_r = 21,553 \text{ Lbs.}$$

$$R_t = 68,553 \text{ Lbs.}$$

4.- Cálculo del poder.-

$$EHP = \frac{R_t \times V \times 103.33}{33,000} \quad \text{Ref (2)}$$

$$EHP = 3,850$$

Se asume el valor del coeficiente de propulsión = 0.65 por ser un valor promedio en la práctica.

$$SHP = 5,930$$

Nota.- El detalle de los cálculos consta en el apéndice.

Comprobación del desplazamiento asumido usando Ref (3)

La referencia (3) es una recopilación de datos, diagramas obtenidos de buques existentes destinados al transporte de carga al granel.

Se puede usar esta referencia porque debido a similitud de características de la carga, los valores que se determinan de las curvas son bastantes similares a aquellos de buques que transportan banano. Se ha comprobado esto comparando con características de buques bananeros conocidos tales como: "Ecuador Marú". "San Blas".

A continuación se determinará peso de casco, maquinaria, combustible, accesorios, etc. usando para el efecto las curvas de diseño contenidas en Ref (3).

5.- Desplazamiento ligero.-

a) Peso casco

$$G_s \times \frac{LED}{100} = 2,000 \text{ TON.}$$

b) Peso maquinaria :

$$242 \sqrt{\frac{SHP}{1,000}} = 590 \text{ TON.}$$

c) Peso accesorios:

$$G_o \times \frac{LED}{100} = 612 \text{ TON.}$$

$$\text{Desplazamiento ligero} = 3,202 \text{ TON.}$$

6.- Peso muerto.-

a) Peso combustible:

Como este buque va a tener una velocidad de 18 nudos para recorrer 13,000 millas se demorará 31 días, con un consumo de 39 toneladas por día, de donde obtenemos:

$$39 \times 31 = 1,210 \text{ TON.}$$

b.- Combustible de reserva: 180 TON

Es $(1 + \frac{1}{5})$ del usado en la navegación por día:

$$\frac{6}{5} \times 39 = 50 \text{ TON}$$

c.- Combustible de puerto 180 TON Ref (1)

d.- Combustible residual: (0.727 x 0.7354 = 0.5356)

Es 1.03 del usado en la navegación.

$$1,360 \times 1.03 = 1,401 - 1,360 = 41 \text{ TON}$$

e) Carga útil

Como este buque tiene una capacidad de carga estimada en 270,000 piés cúbicos, puede transportar 180,000 cajas de banano, ocupando cada una un espacio de 1.5 piés cúbicos y con un peso unitario de 26 Lbs. dando un total de: 2,100 TON. de carga útil.

f.- Pesos miseláneos: 215 TON

Total peso muerto = 3,716 TON

7.- Desplazamiento total: 11.63 TON

Desplazamiento total es = a desplazamiento ligero + peso.
(muerto
= 3,202 + 3.716 = 6,918 TON.

Desplazamiento asumido = 7,000 TON

Desplazamiento obtenido = 6,918 TON

Diferencia 82 TON

Lo que nos indica que el valor del desplazamiento asumido inicialmente es correcto, ya que la diferencia obtenido es ligeramente mayor al 1% del desplazamiento asumido al iniciar este último ciclo del diseño preliminar correspondiente a este segundo prototipo.

Cálculo aproximado de estabilidad para este prototipo.

$$C_w = 0.246 + 0.8 C_b \quad \text{Ref (3)}$$

$$C_w = 0.246 + 0.8 \times 0.579$$

$$C_w = 0.246 + 0.4632$$

$$C_w = 0.7092$$

$$\alpha_t = C_w (0.0727 C_w + 0.0106)$$

$$\alpha_t = 0.7092 (0.0727 \times 0.7092 + 0.0106)$$

$$\alpha_t = 0.7092 (0.49835 + 0.0106)$$

$$\alpha_t = 0.7092 \times 0.5090$$

$$\alpha_t = 0.0516$$

$$KB = \frac{C_w}{C_w + C_b} \times H$$

$$KB = \frac{0.7092}{0.7092 + 0.579} \times 20.8$$

$$KB = \frac{0.7092}{1.2882} \times 20.8$$

$$KB = 11.41 \text{ pies}$$

$$BM = \frac{\alpha_t \cdot B^2}{C_b \times H} = \frac{0.0516 \times 52^2}{0.579 \times 20.8} = 11.65 \text{ pies}$$

$$KG = D \times \text{Coeficiente buque conocido}$$

$$\text{Coeficiente buque conocido} = 0.527 \quad \text{Ref (4)}$$

$$KG = 32 \times 0.527 = 16.864 \text{ pies}$$

$$GM = KB + BM - KG$$

$$GM = 11.41 + 11.61 - 16.864$$

$$GM = 6.156 \text{ pies}$$

Ya que el valor del GM según el criterio de diseño debe ser mayor que el 6% de la manga, encontramos que este valor es satisfactorio para la estabilidad de este prototipo.

Diseño preliminar del tercer prototipo.-

Este prototipo tiene las siguientes características:

$$L = 430 \text{ pies}$$

$$\Delta = 8,000 \text{ TON}$$

Desplazamiento determinado numéricamente en ciclos preliminares de diseño;

$$V_{\text{servicio}} = 20 \text{ nudos}$$

Capacidad de carga: 270,000 pies cúbicos

El valor del coeficiente prismático óptimo se lo obtiene de la fórmula de TROOST.

$$\frac{V_{\text{servicio}}}{\sqrt{L}} = 1.85 - 1.6 C_p$$

$$C_p = 0.554$$

1.- Cálculo del puntal.-

Se asume el valor de $\frac{L}{D} = 12.5$ por ser un valor promedio para buques mercantes de este tipo.

$$D = 35 \text{ pies}$$

2.- Cálculo de la manga.-

El valor del C_x , se lo obtiene de la fórmula:

$$C_x = 0.0857$$

El valor de C_b se lo obtiene de:

$$C_b = C_p \cdot C_x$$

$$C_b = 0.539$$

$$C_b = \frac{\Delta \cdot 35}{L \cdot B \cdot H}$$

Despejando el valor de BH de la fórmula anterior obtenemos:

$$BH = 1,210; H = \frac{1,210}{B} \quad (a)$$

Se asume la relación $\frac{B}{H} = 2.50$ porque siendo este diseño de una tendencia, a ser limitada por el volumen, el calado puede ser maximizado y también conseguir que la resistencia friccional sea menor, ya que este factor es proporcional a la superficie mojada.

$$\frac{B}{H} = 2.50; H = \frac{B}{2.50} \quad (b)$$

Combinando (a) y (b) nos da:

$$B = 55 \text{ pies}$$

$$H = 22 \text{ pies}$$

$$\text{Número cúbico} = 8,278$$

3.- Cálculo de resistencia a la propulsión.-

$$R_t = R_f + R_r$$

$$R_f = C_f \times S \times V^{1.825} \quad \text{Ref (2)}$$

$$R_f = 62,100 \text{ Lbs.}$$

$$R_r = 30.904 \text{ Lbs.}$$

$$R_t = 93.004 \text{ Lbs.}$$

4.- Cálculo del poder.-

$$\text{EHP} = \frac{R_t \times V \times 103.33}{33,000} \quad \text{Ref (2)}$$

$$\text{EHP} = 5,810$$

Se asume el valor del coeficiente de propulsión = 0.65 por ser un valor promedio en la práctica.

$$\text{SHP} = 9,000$$

Nota.- El detalle de los cálculos consta en el apéndice.

Comprobación del desplazamiento asumido usando la Ref (3)

La referencia (3) es una recopilación de datos, diagramas obtenidos de buques existentes destinados al transporte de carga al granel.

Se puede usar esta referencia porque debido a similitud de características de la carga, los valores que se determinan de las curvas son bastantes similares a aquellos de buques que transportan banano. Se ha comprobado esto comparando con características de buques bananeros conocidos tales como: "Ecuador Marú", "San Blas".

A continuación se determinará peso de casco, maquinarias combustible, accesorios, etc. usando para el efecto las curvas de diseño contenidas en Ref (3).

5.- Desplazamiento ligero.-

a) Peso casco

$$\text{Total peso muerto} = 4,000 \text{ TON} \quad \text{Cs} \times \frac{\text{LBD}}{100} = 2,400 \text{ TON}$$

b) Peso maquinaria: $242 \sqrt{\frac{\text{SHP}}{1,000}} = 726 \text{ TON}$

c) Peso accesorios:

$$\text{Co} \times \frac{\text{LBD}}{100} = 730 \text{ TON}$$

$$\text{Desplazamiento ligero} = 5,000 \text{ TON} \quad 3,856 \text{ TON}$$

6.- Peso muerto.-

a) Peso combustible:

Como este buque va a tener una velocidad de 20 nudos para recorrer 13,000 millas se demorará 28 días, con un consumo de 55 toneladas por día, de donde tenemos:

$$55 \times 28 = 1,540 \text{ TON.}$$

b.- Combustible de reserva:

Es $(1 + \frac{1}{5})$ del usado en la navegación por día:

$$\frac{6}{5} \times 55 = 70 \text{ TON}$$

c.- Combustible de puerto 110 TON

d.- Combustible residual:

Es 1.03 del usado en la navegación.

$$1.03 \times 1,720 = 1,771 - 1,720 = 51 \text{ TON}$$

e.- Carga útil.-

Como este buque tiene una capacidad de carga estimada en 270,000 piés cúbicos, puede transportar 180,000 cajas de banana, ocupando cada una un espacio de 1.5 piés cúbicos y con un peso unitario de 26 Lbs. dando un total de: 2,100 TON. de carga útil.

f.- Pesos miseláneos: 218 TON

Total peso muerto = 4,095 TON.

7.- Desplazamiento total:

Desplazamiento total es = a desplazamiento ligero + peso

(muerto

$$= 3,856 + 4,095 = 7,951 \text{ TON.}$$

Desplazamiento asumido = 8,000 TON

Desplazamiento obtenido = 7,951 TON

Diferencia 49 TON

Lo que nos indica que el valor del desplazamiento asumido inicialmente es correcto, ya que la diferencia obtenida es menor al 1% del desplazamiento asumido al iniciar este último ciclo del diseño preliminar correspondiente a este prototipo.

Cálculo aproximado de estabilidad para este prototipo.

$$C_w = 0.246 + 0.8 C_b \quad \text{Ref (3)}$$

$$C_w = 0.246 + 0.8 \times 0.539$$

$$C_w = 0.246 + 0.4296$$

$$C_w = 0.6772$$

$$\alpha_t = C_w (0.0727 C_w + 0.0106)$$

$$\alpha_t = 0.6772 (0.0727 \times 0.6772 + 0.0106)$$

$$\alpha_t = 0.6772 (0.0492 + 0.0106)$$

$$\alpha_t = 0.6772 \times 0.0598$$

$$\alpha_t = 0.0404$$

$$KB = \frac{C_w}{C_w + C_b} \times H$$

$$KB = \frac{0.6772}{0.6772 + 0.539} \times 22$$

$$KB = \frac{0.6772}{1.2162} \times 22$$

$$KB = 12.3 \text{ pies}$$

$$BM = \frac{\alpha_t \cdot B^2}{C_b \times H} = \frac{0.0404 \times 55^2}{0.539 \times 22} = 10.35 \text{ pies}$$

$$BM = 10.35 \text{ pies}$$

$$KG = D \times \text{coeficiente buque conocido}$$

$$\text{Coeficiente buque conocido} = 0.527 \quad \text{Ref (4)}$$

$$KG = 35 \times 0.527 = 18.445$$

$$GM = KB + BM - KG$$

$$GM = 12.3 + 10.35 - 18.45 = 4.20 \text{ pies}$$

Ya que el valor del GM según el criterio de diseño debe ser mayor que el 6% de la manga, encontramos que este valor es satisfactorio para la estabilidad de este prototipo.

Diseño preliminar del cuarto prototipo.-

Este prototipo tiene las siguientes características:

$$L = 500 \text{ pies}$$

$$\Delta = 10,500 \text{ TON}$$

Desplazamiento determinado numéricamente en ciclos preliminares de diseño.

$$V_{\text{servicio}} = 25 \text{ nudos}$$

$$C_{\text{apacidad de carga}} = 270,000 \text{ pies cúbicos}$$

El valor del coeficiente prismático óptimo se lo obtiene de la fórmula de TROOST.

$$\frac{V_{\text{servicio}}}{\sqrt{L}} = 1.85 - 1.6 C_p$$

$$C_p = 0.463$$

Como este valor obtenido es muy bajo, se asume el valor de $C_p = 0.50$ por ser más conveniente, para la capacidad de carga considerada.

1.- Cálculo del puntal.-

Se asume el valor de $\frac{L}{D} = 12.5$ por ser un valor promedio para buques mercantes de este tipo.

$$D = 40 \text{ pies}$$

2.- Cálculo de la manga.-

El valor de C_x , se obtiene de la fórmula:

$$C_x = 0.0857 C_p + 0.925$$

$$C_x = 0.967$$

El valor del C_b se lo obtiene de:

$$C_b = C_p \cdot C_x$$

$$C_b = 0.484$$

$$C_b = \frac{\Delta \cdot 0.35}{L B H}$$

Despejando el valor de BH de la fórmula anterior obtenemos:

$$BH = 1,500; H = \frac{1,500}{B} \quad (a)$$

Se asume la relación $\frac{B}{H} = 2.50$ porque siendo este diseño de una tendencia, a ser limitada por el volumen, el calado debe ser maximizado y también conseguir que la resistencia friccional sea menor, ya que este factor es proporcional a la superficie mojada.

$$\frac{B}{H} = 2.50; H = \frac{B}{2.50} \quad (b)$$

Combinando (a) y (b) nos da:

$$B = 62 \text{ pies}$$

$$H = 24.19 \text{ pies}$$

$$\text{Número Cúbico} = 12.400$$

3.- Cálculo de resistencia a la propulsión.-

$$R_t = R_f + R_r$$

$$R_f = C_f \times S \times v^{1.825} \quad \text{Ref (2)}$$

$$R_f = 112,200 \text{ Lbs.}$$

$$R_r = 73,500 \text{ Lbs.}$$

$$R_t = 185,700 \text{ Lbs.}$$

4.- Cálculo del poder.-

$$\text{EHP} = \frac{R_t \times V \times 103.33}{33,000} \quad \text{Ref (2)}$$

$$\text{EHP} = 14,220$$

Se asume el valor del coeficiente de propulsión = 0.65 por ser un valor promedio en la práctica. Ref (1)

$$\text{SHP} = 20,400$$

Nota.- El detalle de los cálculos consta en el apéndice.

COMPROBACION DEL DESPLAZAMIENTO ASUMIDO USANDO REF. (3)

La referencia (3) es una recopilación de datos, diagramas obtenidos de buques existentes destinados al transporte de carga al granel.

Se puede usar esta referencia porque debido a similitud de características de la carga, los valores que se determinan de las curvas son bastante similares a aquellos de buques que transportan banano, se ha comprobado esto comparando con las características de buques bananeros conocidos tales como: "Ecuador Marú", "San Blas".

A continuación se determinará peso de casco, maquinaria combustible, accesorios, etc. usando para el efecto las curvas de diseño contenidas en Ref. (3).

5.- Desplazamiento ligero.-

a) Peso casco

$$7.- \text{Desplazamiento ligero} = Cs \times \frac{LED}{100} = 3,270 \text{ TON.}$$

b) Peso maquinaria: 1,000 TON.

c) Peso accesorios: 910 TON.

Desplazamiento ligero 5,180 TON.

6.- Peso muerto.-

a) Peso combustible:

Como este buque va a tener una velocidad de 25 nudos para recorrer 13,000 millas se demorará 22 días con un consumo de 116 toneladas por día, de donde obtenemos:

$$22 \times 116 = 2,552 \text{ TON.}$$

b.- Combustible de reserva:
Es $(1 + \frac{1}{5})$ del usado en la navegación por día:

$$\frac{6}{5} \times 116 = 140 \text{ TON.}$$

c.- Combustible de puerto 210 TON. Ref (1)

d.- Combustible residual;

Es 1.03 del usado en la navegación. 87 TON.

e.- Carga útil

Como este buque tiene una capacidad de carga estimada en 270,000 piés cúbicos, puede transportar 180.000 cajas de banana, ocupando cada una un espacio de 1.5 pies cúbicos y con un peso unitario de 26 lbs. dando un total de: 2,100 TON. de carga útil.

f) Pesos miseláneos 235 TON

Total peso muerto = 5,324 TON

7.- Desplazamiento total:

Desplazamiento total es = a desplazamiento ligero + peso (muerto.

$$5,180 + 5,324 = 10,504 \text{ TON.}$$

Desplazamiento asumido = 10,500 TON.

Desplazamiento obtenido = 10,504 TON.

Diferencia 4 TON.

Lo que nos indica que el valor del desplazamiento asumido inicialmente es correcto, ya que no existe diferencia entre el desplazamiento asumido y el obtenido al final de este ciclo.

Ya que el valor del $\Delta \Sigma$ según el criterio de diseño debe ser menor que el $\Delta \Sigma$ de la carga, concluyamos que este valor es satisfactorio para la estabilidad de este prototipo.

CARACTERISTICAS GENERALES DE CADA UNO DE LOS PROTOTIPOS

	PROTOTIPO # 1	PROTOTIPO # 2	PROTOTIPO # 3	PROTOTIPO # 4
	Veloc. 15 nudos	Veloc. 18 nudos	Veloc. 20 nudos	Veloc. 25 nudos
ESLORA	380 pies	400 pies	430 pies	500 pies
MANGA	46 "	52 "	55 "	62 "
PUNTAL	30.4 "	32 "	35 "	40 "
CALADO	18.4 "	20.8 "	22 "	24.19 "
DESPLAZAMIENTO				
TOTAL	6,000 TON	7,000 TON	8,000 TON	10,500 TON
RESISTENCIA				
PROPULSION	42,108 LBS.	68,553 LBS.	93,004 LBS.	185,700 LBS.
POTENCIA				
REQUERIDA	3,050 HP	5,930 HP	9,000 HP	20,600 HP.

c.- Estimación de costos de construcción y de Operación para los cuatro prototipos.-

Para la obtención de los costos de construcción, operación y mantenimiento se ha hecho uso de la referencia # 3, ya que en ella encontramos diseños y estudios económicos de buques similares a los bananeros, en cuanto al tipo de carga transportable.

En relación al costo mismo de construcción este varía de un país a otro, ya que son numerosos los factores que intervienen en el costo de la nave, entre los cuales podemos mencionar: tipo de acero utilizado en la construcción, sistema de refrigeración a emplearse, automatización de los controles, tipo de acabado, etc, etc.

Costo del primer prototipo.-

El costo de construcción se lo deduce así:

- 1.- Costo del casco.- US\$ 3'532,000.00
- 2.- Costo maquinaria.-

Para este primer prototipo el costo de cada HP utilizado para la propulsión es de US\$ 540.00, ya que se trata de una máquina para efectuar un trabajo pesado a baja velocidad.

Como este prototipo necesita una potencia de 3,050 HP el costo total de la maquinaria es:

$$\text{US\$ } 540.00 \times 3,050 = \text{US\$ } 1'632,000.00$$

Costo total prototipo uno; US\$ 4'164,000.00

Ingresos brutos.-

Los ingresos brutos por concepto de arriendo de las bodegas refrigeradas destinadas al transporte de banano producirán los siguientes ingresos:

Considerando que cada pie cúbico de carga refrigerada tiene un precio promedio de US\$ 0.30, los 270,000 pies cúbicos que es la capacidad de carga de este prototipo producirán US\$ 81,000.00 .

Este prototipo con la velocidad de 15 nudos puede efectuar durante 10 meses de navegación 8 viajes, incluyéndose el tiempo necesario para cargar y descargar la nave; dejando 2 meses para efectuar las reparaciones de rigor.

Anualmente los ingresos producidos por los viajes de ida serán:

$$8 \times 81,000 = \text{US\$ } 648,000.00$$

Para el regreso se ha considerado que cada prototipo va ha producir US\$ 60,000.00 por viaje en cualquier tipo de carga limitada por volumen de preferencia.

Anualmente los ingresos producidos por los viajes de retorno serán:

$$8 \times 60,000 = \text{US\$ } 480,000.00$$

Total de ingresos bruto:

Ingreso viajes ida:	US\$ 648,000.00
Ingresos viajes retorno:	" 480,000.00
Total	US\$1'128,000.00

Costos de operación.-

Los costos de operación se deducen así:

- 1.- Costos mantenimiento y reparación; US\$ 135,000.00
- 2.- Sueldos a la tripulación: US\$ 12,700.00 mensuales, ver apéndice.

Anualmente sera: $12,700.00 \times 12 = \text{US\$ } 152,400.00$

3.- Costo combustible.-

La cantidad de combustible por viaje utilizada por este prototipo es de: 1,003 TON, incluyendo en esta cantidad el combustible utilizado por la máquina propulsora, combustible de puerto etc, etc.

Anualmente consumirá: $8 \times 1,003 = 8,024$ TON.

Considerando que el precio promedio de cada tonelada de combustible es de US\$ 16.00, anualmente este prototipo por concepto de combustible costará:

$$8,024 \times 16.00 = \text{US\$ } 128,384.00$$

Total costo operación:

Costo mantenimiento y reparación	=	135,000.00
Sueldos a la tripulación	=	152,400.00
Costo combustible	=	<u>128,384.00</u>
Total Costo de Operación	=	US\$ 415,784.00

Factor de recuperación del capital.- (FRC)

$$\text{FRC} = \frac{\text{Ingresos brutos} - \text{Costos Operación}}{\text{Inversión Inicial}}$$

$$\text{FRC} = \frac{1'128,000.00 - 415,784.00}{4'164,000.00}$$

$$\text{FRC} = \frac{712,216.00}{4'164,000.00}$$

$$\text{FRC} = 0.171$$

El valor inverso del factor de recuperación del capital (FRC) nos da el número de años en que puede pagarse la nave.

$$\frac{1}{\text{FRC}} = \frac{1}{0.171} = 5.84$$

De donde se deduce que este prototipo se puede pagar en 5.84 años.

Costo del segundo prototipo.-

El costo de construcción se lo deduce así:

1.- Costo del casco: US\$ 3'249,400.00

2.- Costo maquinaria:

Para este segundo prototipo el costo de cada HP utilizado para la propulsión es de US\$ 360.00, ya que se trata de una máquina para efectuar un trabajo pesado a baja velocidad.

Como este prototipo necesita una potencia de 5,930 HP el costo total de la maquinaria es:

US\$ 360.00 x 5,930 = 2'134,800.00 dólares

Costo total prototipo dos = US\$ 5'384,200.00

Ingresos brutos.-

Los ingresos brutos por concepto de arriendo de las bodegas refrigeradas destinadas al transporte de banano producirán los siguientes ingresos:

Considerando que cada pie cúbico de carga refrigerada tiene un precio promedio de US\$ 0.30, los 270,000 pies cúbicos que es la capacidad de carga de este prototipo producirán US\$ 81,000.00.

Este prototipo con la velocidad de 18 nudos puede efectuar durante 10 meses de navegación 10 viajes, incluyéndose el tiempo necesario para cargar y descargar la nave; dejando 2 meses para efectuar las reparaciones de rigor.

Anualmente los ingresos producidos por los viajes de ida serán:

10 x 81,000 = US\$ 810,000.00

Para el regreso se ha considerado que cada prototipo va ha producir US\$ 60,000.00 por viaje en cualquier tipo de carga limitada por volumen de preferencia.

Anualmente los ingresos producidos por los viajes de retorno serán:

$$10 \times 60,000 = \text{US\$ } 600,000.00$$

Total de ingresos bruto:

Ingresos viajes de ida:	US\$ 810,000.00
Ingresos viajes de retorno:	" 600,000.00
Total	US\$ 1'410,000.00

Costos de operación.-

Los costos de operación se deducen así:

- 1.- Costos mantenimiento y reparación: US\$ 140,000.00
- 2.- Sueldos a la tripulación: US\$ 12,700.00 mensuales, ver apéndice.

$$\text{Anualmente sera: } 12,700.00 \times 12 = \text{US\$ } 152,400.00$$

3.- Costo combustible.-

La cantidad de combustible por viaje utilizada por este prototipo es de: 1,401 TON, incluyendo en esta cantidad el combustible utilizado por la máquina propulsora, combustible de puerto etc, etc.

$$\text{Anualmente consumirá: } 10 \times 1,401 = 14,010 \text{ TON.}$$

Considerando que el precio promedio de cada tonelada de combustible es de US\$ 16.00, anualmente este prototipo por concepto de combustible costará:

$$14,010 \times 16 = \text{US\$ } 224,160.00$$

Total costo operación:

Costo mantenimiento y reparación	=	140,000.00
Sueldos a la tripulación	=	152,400.00
Costo combustible	=	224,160.00
Total Costo de Operación	=	US\$ 516,560.00

Factor de recuperación del capital.-- (FRC)

$$FRC = \frac{\text{Ingresos brutos} - \text{Costos Operación}}{\text{Inversión Inicial}}$$

$$FRC = \frac{1'410,000.00 - 516,560.00}{5'384,200.00}$$

$$FRC = \frac{893,440.00}{5'384,200.00}$$

$$FRC = 0.165$$

El valor inverso del factor de recuperación del capital (FRC) nos da el número de años en que puede pagarse la nave.

$$\frac{1}{FRC} = \frac{1}{0.165} = 6.06$$

De donde se deduce que este prototipo se puede pagar en 6.06 años.

Costo del tercer prototipo.--

El costo de construcción se lo deduce así:

- 1.-- Costo del casco : US\$ 3'475,200.00
- 2.-- Costo maquinaria:

Para este tercer prototipo el costo de cada HP utilizado para la propulsión es de US\$ 275.00, ya que se trata de una máquina para efectuar un trabajo pesado a baja velocidad.

Como este prototipo necesita una potencia de 9,000 HP el costo total de la maquinaria es:

$$US\$ 275.00 \times 9,000 = US\$ 2'475,000.00$$

$$\text{Costo total prototipo tres} = US\$ 5'950,200.00$$

Ingresos brutos.--

Los ingresos brutos por concepto de arriendo de las bodegas refrigeradas destinadas al transporte de banano producirán los siguientes ingresos:

Considerando que cada pie cúbico de carga refrigerada tiene un precio promedio de US\$ 0.30, los 270,000 pies cúbicos que es la capacidad de carga de este prototipo producirán US\$ 81,000.00

Este prototipo con la velocidad de 20 nudos puede efectuar durante 10 meses de navegación 11 viajes, incluyéndose el tiempo necesario para cargar y descargar la nave; dejando 2 meses para efectuar las reparaciones de rigor.

Anualmente los ingresos producidos por los viajes de ida serán:

$$11 \times 81,000 = \text{US\$ } 891,000.00$$

Para el regreso se ha considerado que cada prototipo va ha producir US\$ 60,000.00 por viaje en cualquier tipo de carga limitada por volumen de preferencia.

Anualmente los ingresos producidos por los viajes de retorno serán:

$$11 \times 60,000 = \text{US\$ } 660,000.00$$

Total de ingresos brutos:

Ingresos viajes ida: US\$ 891,000.00

Ingresos viajes retorno 660,000.00

Total US\$1'551,000.00

Costos de operación.-

Los costos de operación se deducen así:

1.- Costos mantenimiento y reparación: US\$ 150,000.00

2.- Sueldos a la tripulación: US\$ 12,700.00 mensuales, ver apéndice.

Anualmente sera: $12,700.00 \times 12 = \text{US\$ } 152,400.00$

3.- Costo combustible.-

La cantidad de combustible por viaje utilizada por este prototipo es de : 1,771 TON, incluyendo en esta cantidad - el combustible utilizado por la máquina propulsora, combustible de puerto etc, etc.

Anualmente consumirá: 11 x 1,771 = 19,481 TON.

Considerando que el precio promedio de cada tonelada de combustible es de US\$ 16.00, anualmente este prototipo por concepto de combustible costará:

$$19,481 \times 16.00 = \text{US\$ } 311.696.00$$

Total costo operación:

Costo mantenimiento y reparación =	150,000.00
Sueldos a la tripulación =	152,400.00
Costo combustible =	<u>311,696.00</u>
Total Costo de Operación =	613,696.00

Factor de recuperación del capital.- (FRC)

$$\text{FRC} = \frac{\text{Ingresos brutos} - \text{Costos Operación}}{\text{Inversión Inicial}}$$

$$\text{FRC} = \frac{1'551,000.00 - 614,096.00}{5'950,200.00}$$

$$\text{FRC} = \frac{936,904.00}{5'950,200.00}$$

$$\text{FRC} = 0.159$$

El valor inverso del factor de recuperación del capital (FRC) nos da el número de años en que puede pagarse la nave.

$$\frac{1}{\text{FRC}} = \frac{1}{0.159} = 6.29$$

De donde se deduce que este prototipo se puede pagar en - 6.29 años.

Costo del cuarto prototipo.-

El costo de construcción se lo deduce así:

- 1.- Costo del casco: US\$ 4'128,000.00
- 2.- Costo maquinaria:

Para este cuarto prototipo el costo de cada HP utilizado para la propulsión es de US\$ 180.00, ya que se trata de una máquina para efectuar un trabajo pesado a baja velocidad.

Como este prototipo necesita una potencia de 20,600 HP el costo total de la maquinaria es:

$$\begin{aligned} \text{US\$ } 180.00 \times 20,600 &= \text{US\$ } 3'708,000.00 \\ \text{Costo total prototipo cuatro} &= \text{US\$ } 7'836,000.00 \end{aligned}$$

Ingresos brutos.-

Los ingresos brutos por concepto de arriendo de las bodegas refrigeradas destinadas al transporte de banano producirán los siguientes ingresos:

Considerando que cada pie cúbico de carga refrigerada tiene un precio promedio de US\$ 0.30, los 270,000 pies cúbicos que es la capacidad de carga de este prototipo producirán US\$ 81,000.00

Este prototipo con la velocidad de 25 nudos puede efectuar durante 10 meses de navegación 14 viajes, incluyéndose - el tiempo necesario para cargar y descargar la nave; dejando 2 meses para efectuar las reparaciones de rigor.

Anualmente los ingresos producidos por los viajes de ida serán:

$$14 \times 81,000 = \text{US\$ } 1'134,000.00$$

Para el regreso se ha considerado que cada prototipo va ha producir US\$ 60,000.00 por viaje en cualquier tipo de carga limitada por volumen de preferencia.

Anualmente los ingresos producidos por los viajes de retorno serán:

$$14 \times 60,000 = \text{US\$ } 840,000.00$$

Total de ingresos brutos:

Ingresos de viajes ida: US\$ 1'134,000.00

Ingresos viajes de retorno 840,000.00

Total US\$ 1'974,000.00

Costo de operación.-

Los costos de operación se deducen así:

1.- Costos mantenimiento y reparación: US\$ 165,000.00

2.- Sueldos a la tripulación: US\$ 12,700.00 mensuales, ver apéndice.

$$\text{Anualmente sera: } 12,700.00 \times 12 = \text{US\$ } 152,400.00$$

3.- Costo combustible.-

La cantidad de combustible por viaje utilizada por este prototipo es de: 2,989 TON, incluyendo en esta cantidad el combustible utilizado por la máquina propulsora, combustible de puerto etc, etc.

$$\text{Anualmente consumirá: } 14 \times 2,989 = 41,846 \text{ TON.}$$

Considerando que el precio promedio de cada tonelada de combustible es de US\$ 16.00, anualmente este prototipo por concepto de combustible costará:

$$41,846 \times 16.00 = \text{US\$ } 669,536.00$$

Total costo operación:

Costo mantenimiento y reparación = 165,000.00

Sueldo a la tripulación = 152,400.00

Costo combustible = 669,536.00

Total costo de Operación = US\$ 986,936

Factor de recuperación del capital (FRC)

$$FRC = \frac{\text{Ingresos brutos} - \text{Costos Operación}}{\text{Inversión Inicial}}$$

$$FRC = \frac{1'974,000.00 - 986,936.00}{7'836,000.00}$$

$$FRC = \frac{987,064.00}{7'836,000.00}$$

$$FRC = 0.126$$

El valor inverso del factor de recuperación del capital (FRC) nos da el número de años en que puede pagarse la nave.

$$\frac{1}{FRC} = \frac{1}{0.126} = 8.00 \text{ años}$$

De donde se deduce que este prototipo se puede pagar en 8.00 años.

III.- DISCUSION

Siendo la velocidad una de las principales características que deben tomarse en cuenta al hacer el diseño de un buque, su determinación depende de tres características importantes que son: la potencia, desplazamiento y las líneas de formas apropiadas para el buque que se desea diseñar.

En relación con esta última cualidad, para obtener - unas líneas de formas que satisfagan plenamente con la capacidad de carga requerida y conseguir la velocidad deseada a expensas de una potencia de costo no prohibitivo, se ha utilizado la fórmula de TROOST para obtener un coeficiente prismático óptimo, ya que su valor influye en el costo total de la nave; puesto que tanto para el costo del casco y maquinaria el valor aumenta al disminuir este coeficiente tal como se puede apreciar en las curvas de costos de construcción que se encuentran en la referencia # 3.

Solamente en el cuarto prototipo, al aplicar la fórmula de TROOST para obtener el coeficiente prismático óptimo, se obtuvo un valor de 0.463 que se lo ha considerado como - muy bajo para conseguir la capacidad de carga deseada, siendo por este motivo el haber aumentado dicho coeficiente a 0.50 para iniciar el diseño correspondiente a este prototipo.

Ya que todos los prototipos han sido diseñado, para una misma capacidad de carga, y una misma autonomía, lo que insi de directamente en el aumento del desplazamiento de un prototipo a otro es el tamaño y el peso de la maquinaria, además del peso del combustible utilizado para cada viaje, ya que - el consumo aumenta considerablemente al tratar de conseguir una velocidad alta.

Así por Ej: El prototipo uno tiene un desplazamiento de 6,000 toneladas con una velocidad de 15 nudos, y el prototipo # 4 tiene un desplazamiento de 10,500 toneladas con una velocidad de 25 nudos, siendo esta diferencia de desplazamiento debida principalmente al tamaño, al peso de la maquinaria y a la cantidad de combustible que debe llevar el prototipo de 25 nudos para satisfacer dicha velocidad.

El consumo de combustible por día del prototipo uno, para una potencia de 3,050 HP es de 24 toneladas; el prototipo dos con una potencia de 5,930 HP consume diariamente 39 toneladas; el prototipo tres con una potencia de 9,000 HP requiere un consumo de combustible diario de 55 toneladas y el cuarto prototipo para una potencia de 20,600 HP necesita 116 toneladas por día.

De lo expuesto anteriormente podemos darnos cuenta como aumenta considerablemente el consumo de combustible diario para el último prototipo.

Al hacer la comparación de los cuatros prototipos en relación al consumo de combustible por viaje encontramos que para una autonomía de 13,000 millas que ha sido considerada el prototipo uno requiere un total de 1,003 toneladas de combustible, el segundo prototipo consumirá 1,401 toneladas de combustible; el tercer prototipo consumirá 1,771 toneladas y el cuarto prototipo consumirá 2,989 toneladas, en 36, 31, 28 y 22 días de navegación respectivamente.

Asignando un valor facilmente comprobable del precio de cada tonelada de combustible en US\$ 16,00; nos da un costo por viaje por concepto de combustible de US\$ 16,048.00,

US\$ 22,416.00, US\$ 28,376.00 y US\$ 47,824.00 para el primero segundo, tercero y cuarto prototipo respectivamente.

Todo esto demuestra que a pesar de que el cuarto prototipo puede hacer el viaje propuesto en 22 días, con una diferencia de 14 días en relación al primer prototipo, de 8 días, el segundo y de 6 días al tercer prototipo considerado, no se puede justificar que la velocidad determinada para este último prototipo sea la más conveniente desde el punto de vista económico.

Lo mismo podemos decir de la potencia requerida por cada prototipo para conseguir las distintas velocidades propuestas, ya que por ejemplo para el primer prototipo se necesita una potencia de 3,050 HP de 5,930 HP, 9,000 HP y 20,600 HP para conseguir velocidades de 15, 18, 20 y 25 nudos; notándose que los tres primeros prototipos, la diferencia de potencia entre uno y otro se mantiene casi constante, no así entre el tercero y cuarto entre los cuales existe una diferencia de 11,600 HP apreciándose claramente el aumento excesivo de potencia si la comparamos con la diferencia entre el primer y tercer prototipo que es de 5,960 HP.

La potencia requerida por los tres primeros prototipos, son fácilmente posibles de conseguir con máquinas diesel, obteniéndose una enorme ventaja sobre el último prototipo, ya que siendo su potencia tan alta su valor no puede ser conseguido con máquinas diesel, obligando por consiguiente al hacer uso de turbinas, las mismas que por su enorme complejidad hacen que su uso no sea práctico en un buque mercante exclusivamente destinado a este tipo de transporte.

IV.- CONCLUSIONES

De todo lo expuesto anteriormente se pueden obtener las siguientes conclusiones:

1.- Que para la autonomía considerada, a pesar de ser más conveniente, desde el punto de vista económico, el buque de velocidad de 15 nudos, ya que este prototipo tiene el mejor factor de recuperación de capital, no es posible aprovechar esta ventaja ya que debido a la condición de la carga transportable, las velocidades optimas para efectuar este transporte esta entre los 18 y 21 nudos.

2.- Que desde el punto de vista económico no es conveniente construir buques destinados a este tipo de transporte, con velocidad superior a 22 nudos.

3.- Debe notarse que el cuarto prototipo para conseguir la velocidad de 25 nudos se ha utilizado un coeficiente prismático de 0.50, dando como resultado un buque de forma completamente finas, en detrimento del costo del mismo.

4.- Una de las condiciones fundamentales que insiden en la velocidad que debe tener un buque destinado a este tipo de transporte es la ruta en la que va a servir el buque, cosa que podemos demostrar con los buques existentes actualmente en las distintas rutas que hay, así por ejemplo los buques que hacen la ruta de Taiwan al Japón tienen velocidades de 13 a 14 nudos, los que hacen la ruta a Estados Unidos tienen velocidades de 15 a 18 nudos y los buques que hacen la ruta Europa tienen velocidades de 18 a 21 nudos.

CUADRO COMPARATIVO DE LOS COSTOS DE CONSTRUCCION, OPERACION

Y FACTOR RECUPERACION DEL CAPITAL PARA LOS CUATROS PROTOTIPOS

Valor del \$p usado en cálculos de 1960

	PROTOTIPO #1	PROTOTIPO #2	PROTOTIPO #3	PROTOTIPO #4
Costos Construcción.	US\$ 4'164,000	5'384,200	5'950,200	7'836,000
Ingresos Brutos	1'128,000	1'410,000	1'551,000	1'974,000
Costos de Operación	415,784	516,560	614,096	986,936
FRG	0.171	0.165	0.159	0.126
1/FRG (años)	5.84	6.06	6.29	8

1.- Cálculo del capital.-

$$C_x = 0.0577 C_p + 0.923$$

$$C_x = 0.0577 \times 0.573 + 0.923$$

$$C_x = 0.0577 + 0.923$$

$$C_x = 0.983$$

$$C_0 = C_p + C_x$$

$$C_0 = 0.573 + 0.983$$

$$C_0 = 1.556$$

V.- APENDICE

A.- Detalle de Cálculos.-

Detalle cálculos prototipo uno.-

Valor del Cp usando la fórmula de TROOST

$$\frac{V}{\sqrt{L}} = 1.85 - 1.6 C_p$$

$$\frac{15}{\sqrt{380}} = 1.85 - 1.6 C_p$$

$$0.77 = 1.85 - 1.6 C_p$$

$$1.08 = 1.6 C_p$$

$$C_p = \frac{1.08}{1.6} = 0.673$$

$$C_p = 0.673$$

1.- Cálculo del puntal.-

$$\frac{L}{D} = 12.5$$

$$D = \frac{L}{12.5} = \frac{380}{12.5} = 30.4 \text{ pies}$$

$$D = 30.4 \text{ pies}$$

2.- Cálculo de la manga.-

$$C_x = 0.0857 C_p + 0.925$$

$$C_x = 0.0857 \times 0.673 + 0.925$$

$$C_x = 0.0577 + 0.925$$

$$C_x = 0.983$$

$$C_b = C_p \cdot C_x$$

$$C_b = 0.673 \times 0.983$$

$$C_b = 0.662$$

$$Cb = \frac{\Delta \cdot 35}{LBH}$$

$$BH = \frac{\Delta \cdot 35}{Cb \cdot L} = \frac{6,000 \times 35}{0.662 \times 380}$$

$$BH = 833$$

$$H = \frac{833}{B} \quad (a)$$

$$\frac{B}{H} = 2.50 ; H = \frac{B}{2.50} \quad (b)$$

Combinando (a) i (b) nos da:

$$\frac{833}{B} = \frac{B}{2.50}$$

$$B^2 = 833 \times 2.50$$

$$B^2 = 2083$$

$$B = \sqrt{2083}$$

$$B = 46 \text{ pies}$$

$$H = \frac{B}{2.50} = \frac{46}{2.50} = 18.4 \text{ pies}$$

$$\text{Número Cúbico} = \frac{LBH}{100} = \frac{380 \times 46 \times 30.4}{100} = 5.314$$

3.- Cálculo de la resistencia a la propulsión.-

$$R_t = R_f + R_r$$

$$R_f = C_f \times S \times V^{1.825}$$

C_f = Constante friccional de Froude

S = Superficie mojada

V = Velocidad

$$C_f = 0.0088$$

$$S = C_s \sqrt{\Delta L}$$

$$S = 16 \sqrt{6,000 \times 380}$$

$$S = 1600 \sqrt{228}$$

$$S = 24.150 \text{ pies}^2$$

$$R_f = 0.0088 \times 24.150 \times 15^{1.825}$$

$$R_f = 0.0088 \times 24.150 \times 140$$

$$R_f = 30,000 \text{ Lbs.}$$

Resistencia Residual:

$$\frac{\frac{\Delta}{L}}{\left[\frac{L}{100}\right]^3} = 110 ; \frac{V}{\sqrt{L}} = \frac{15}{\sqrt{380}} = 0.77$$

De Ref (2) Series Standard de Taylor.-

$$\text{Para } \frac{B}{H} = 2.25$$

$$C_p = 0.60 \quad \frac{V}{\sqrt{L}} = 0.77$$

$$\frac{\frac{\Delta}{L}}{\left[\frac{L}{100}\right]^3} = 100$$

Se interpola.

$$\begin{array}{r} 1.69 \\ 1.30 \\ \hline 0.39 \end{array} \quad \begin{array}{r} 0.39 \\ \hline 0.05 \end{array} \quad \begin{array}{r} 0.05 \\ \hline 0.02 \end{array}$$

$$x = \frac{0.39 \times 0.02}{0.05} = 0.156$$

$$\begin{array}{r} 1.30 \\ 0.156 \\ \hline 1.456 \end{array}$$

Para

$$\frac{\frac{\Delta}{L}}{\left[\frac{L}{100}\right]^3} = 150$$

Para

$$\frac{V}{\sqrt{L}} = 0.77$$

$$C_p = 0.60$$

1.71

$$\frac{1.34}{0.37}$$

$$\begin{array}{r} 0.37 \quad \text{---} \quad 0.05 \\ \times \quad \text{---} \quad 0.02 \end{array}$$

$$x = \frac{0.37 \times 0.02}{0.05} = 0.148$$

1.34

$$\frac{0.148}{1.488}$$

1.488

$$\frac{1.456}{0.032}$$

50

$$\times \quad \text{---} \quad 10$$

$$x = \frac{0.032 \times 10}{50} = 0.0064$$

1.456

$$\frac{0.0064}{1.4624}$$

Valor para $\frac{B}{H} = 2.25$; $C_p = 0.6$ $\frac{V}{\sqrt{L}} = 0.77$

$$\frac{\frac{\triangle}{L}}{\frac{100}{100}} = 110$$

Valor $C_p = 0.70$

2.46

$$\frac{1.83}{0.63}$$

$$0.63 \quad \text{---} \quad 0.05$$

$$\times \quad \text{---} \quad 0.02$$

$$x = \frac{0.63 \times 0.02}{0.05} = 0.252$$

1.83

$$\frac{0.252}{2.082}$$

2.082 valor para $\frac{B}{H} = 2.25$; $C_p = 0.70$

$$\frac{V}{\sqrt{L}} = 0.77$$

$$\frac{\Delta}{\left[\frac{L}{100}\right]^3} = 110$$

2.082

$$\frac{1.4624}{0.6196}$$

$$0.6196 \text{ ——— } 0.10$$

$$x \text{ ——— } 0.073$$

$$x = \frac{0.6196 \times 0.073}{0.10} = 0.4523$$

1.4624

0.4523

1.9147

1.9147 valor para $\frac{B}{H} = 2.25$; $C_p = 0.673$

$$\frac{V}{\sqrt{L}} = 0.77 ; \frac{\Delta}{\left[\frac{L}{100}\right]^3} = 110$$

1.85

$$\frac{1.52}{0.33}$$

$$0.33 \text{ ——— } 0.05$$

$$x \text{ ——— } 0.02$$

$$x = \frac{0.33 \times 0.02}{0.05} = 0.132$$

1.52

$$\frac{0.132}{1.652}$$

2.15

$$\frac{1.69}{0.46}$$

$$0.46 \text{ ——— } 0.05$$

$$x \text{ ——— } 0.02$$

$$x = \frac{0.46 \times 0.02}{0.05} = 0.1840$$

1.69

0.184
1.874

1.874

1.652
0.222

0.222 — 50
x — 10

$$x = \frac{0.222 \times 10}{50} = 0.0444$$

1.652

0.0444
1.6964

3.30

2.52
0.78

0.78 — 0.05
x — 0.02

$$x = \frac{0.78 \times 0.02}{0.05} = 0.312$$

2.52

0.312
2.832

3.35

2.55
0.80

0.80 — 0.05
x — 0.02

$$x = \frac{0.80 \times 0.02}{0.05} = 0.32$$

2.55

0.32
2.87

2.87

2.832
0.038

0.038 — 50
x — 10

$$x = \frac{0.038 \times 10}{50} = 0.0076$$

$$2.832$$

$$\frac{0.0076}{2.8396}$$

$$2.8396$$

$$\frac{1.692}{1.1436}$$

$$1.1436 \text{ ————— } 0.10$$

$$\times \text{ ————— } 0.073$$

$$x = \frac{1.1436 \times 0.073}{0.10} = 0.834828$$

$$1.692$$

$$0.835$$

$$2.531 \text{ Valor para } \frac{B}{H} = 3.75 ; C_p = 0.673$$

$$\frac{V}{\sqrt{L}} = 0.77 ;$$

$$\frac{\frac{\Delta}{L}}{\left| \frac{L}{100} \right|^3} = 110$$

$$2.531$$

$$\frac{1.9147}{0.6163}$$

$$0.6163 \text{ ————— } 1.50$$

$$\times \text{ ————— } 0.25$$

$$x = \frac{0.6163 \times 0.25}{1.50} = 0.1027$$

$$1.9147$$

$$\frac{0.1027}{2.0174}$$

$$\text{Valor para } \frac{B}{H} = 2.25 ; C_p = 0.673$$

$$\frac{V}{\sqrt{L}} = 0.77 ;$$

$$\frac{\frac{\Delta}{L}}{\left| \frac{L}{100} \right|^3} = 110$$

$$\frac{R_r}{\Delta} = 2.0174$$

$$R_r = 2.0174 \times 6,000$$

$$R_r = 12,108 \text{ Lbs.}$$

$$R_t = R_f + R_r$$

$$R_t = 30,000 + 12,108$$

$$R_t = 42,108 \text{ Lbs.}$$

Detalle Cálculo propulsión 333.-

Valor del Cp usando la fórmula de 333333.

Cálculo de la Potencia.-

$$EHP = \frac{Rt \times V \times 103.33}{33,000}$$

$$EHP = \frac{42,108 \times 15 \times 103.33}{33,000}$$

$$EHP = 1,980$$

Asumiendo un coeficiente de propulsión 0,65

$$SHP = \frac{EHP}{0.65}$$

$$SHP = \frac{1,980}{0.65} = 3,050$$

2.- Cálculo de la resistencia.-

$$C_x = 0.0057 \times V_p^2 = 0.325$$

$$C_x = 0.0057 \times 0.593^2 = 0.325$$

$$C_x = 0.0508 = 0.325$$

$$C_x = 0.375$$

$$C_h = C_p \times C_x$$

$$C_h = 0.593 \times 0.375$$

$$C_h = 0.375$$

$$C_h = \frac{\Delta \times 33}{128}$$

$$33 = \frac{\Delta \times 33}{C_h \times 1} = \frac{1,000 \times 33}{0.375 \times 33} = 1,000$$

$$R = \frac{1,000}{1} \quad (a)$$

$$\frac{R}{V} = 2.50 ; R = \frac{R}{V} \times V \quad (b)$$

Continuando (a) y (b) -51-

Detalle Cálculo prototipo dos.-

Valor del C_p usando la fórmula de TROOST.

$$\sqrt{\frac{V}{L}} = 1.85 - 1.6 C_p$$

$$\sqrt{\frac{18}{400}} = 1.85 - 1.6 C_p$$

$$0.9 = 1.85 - 1.6 C_p$$

$$0.95 = 1.6 C_p$$

$$C_p = \frac{0.95}{1.6} = 0.593$$

1.- Cálculo del puntal.-

$$\frac{L}{D} = 12.5 ; D = \frac{L}{12.5} = \frac{400}{12.5} = 32 \text{ pies}$$

2.- Cálculo de la manga.-

$$C_x = 0.0857 \times C_p + 0.925$$

$$C_x = 0.0857 \times 0.593 + 0.925$$

$$C_x = 0.0508 + 0.925$$

$$C_x = 0.976$$

$$C_b = C_p \cdot C_x$$

$$C_b = 0.593 \times 0.976$$

$$C_b = 0.579$$

$$C_b = \frac{\Delta \cdot 35}{LBH}$$

$$BH = \frac{\Delta \cdot 35}{C_b \times L} = \frac{7,000 \times 35}{0.579 \times 400} = 1,060$$

$$H = \frac{1,060}{B} \quad (a)$$

$$\frac{B}{H} = 2.50 ; H = \frac{B}{2.50} \quad (b)$$

Combinando (a) y (b) nos da:

$$\frac{1.060}{B} = \frac{B}{2.50}$$

$$B^2 = 1.060 \times 2.50$$

$$\text{Interpolando } B = \sqrt{2.650} \text{ da un valor de } B = 52 \text{ pies}$$

$$\text{da donde } B = 52 \text{ pies}$$

$$H = \frac{B}{2.50} = \frac{52}{2.50} = 20.8 \text{ pies}$$

$$\text{Número Cúbico} = \frac{LBD}{100}$$

$$= \frac{400 \times 52 \times 32}{100} = 6,656$$

Cálculo de la resistencia.-

$$R_t = R_f + R_r$$

$$R_f = C_f \times S \times v^{1.825}$$

$$C_f = \text{Constante friccional de Froude}$$

$$C_f = 0.0088$$

$$S = C_s \sqrt{\Delta L}$$

$$S = 16 \sqrt{7,000 \times 380}$$

$$S = 26,800 \text{ pies}^2$$

$$R_f = 0.0088 \times 26,800 \times 18^{1.825}$$

$$R_f = 47,000 \text{ lbs.}$$

Resistencia residual.-

$$\frac{\Delta}{\frac{L}{100}} = 110 ; \frac{v}{\sqrt{L}} = \frac{18}{\sqrt{400}} = 0.9 ; \frac{B}{H} = 2.25$$

De Ref (2): Tablas de las Serie Standard Taylor.

Interpolando entre 0.50 y 0.60 para un C_p de 0.593 sale un va-

lor de $\frac{R_r}{\Delta} = 2.956$

2.- Cálculo de Para $\frac{B}{H} = 3.75$ y las mismas condiciones anteriores de un valor de $\frac{R_r}{\Delta} = 3.41$

Interpolando entre 3.41 y 2,956 de un valor de $\frac{R_r}{\Delta} = 3,080$ de donde $R_r = 3,080 \times \Delta$

$$R_r = 21,553 \text{ Lbs.}$$

$$R_t = R_f + R_r$$

$$R_t = 68,553 \text{ Lbs.}$$

$$SHP = \frac{R_t \times V \times 103.33}{33,000}$$

$$SHP = \frac{68,553 \times 18 \times 103.33}{33,000}$$

$$SHP = 3,850$$

$$SHP = \frac{3,850}{0.65}$$

$$SHP = 5,930$$

Detalle cálculo prototipo tres.-

Valor del C_p usando la fórmula de TROOST

$$\frac{V}{\sqrt{L}} = 1.85 - 1.6 C_p$$

$$\frac{20}{\sqrt{430}} = 1.85 - 1.6 C_p$$

$$0.963 = 1.85 - 1.6 C_p$$

$$0.887 = 1.6 C_p$$

$$C_p = \frac{0.887}{1.6} = 0.554$$

1.- Cálculo del puntal.-

$$\frac{L}{D} = 12.5 ; D = \frac{L}{12.5} = \frac{430}{12.5} = 34.5 = 35 \text{ pies}$$

2.- Cálculo de la manga.

$$C_x = 0.0857 C_p + 0.925$$

$$C_x = 0.0857 \times 0.554 + 0.925$$

$$C_x = 0.0475 + 0.925$$

$$C_x = 0.9725$$

$$C_b = C_p \cdot C_x$$

$$C_b = 0.554 \times 0.9725$$

$$C_b = 0.539$$

$$BH = \frac{\Delta \cdot 35}{430 \times 0.539}$$

$$BH = \frac{8,000 \times 35}{430 \times 0.539} = 1,210$$

$$H = \frac{1,210}{B} \quad (a)$$

$$\frac{B}{H} = 2.50 ; H = \frac{B}{2.50} \quad (b)$$

Combinando (a) i (b) nos da:

$$\frac{1,210}{B} = \frac{B}{2.50}$$

$$B^2 = 2.50 \times 1,210$$

$$B^2 = 3,025$$

$$B = 55 \text{ pies}$$

$$\text{Número cúbico} = \frac{LBD}{100} = \frac{430 \times 55 \times 35}{100} = 8,278$$

Cálculo de la resistencia.

$$R_t = R_f + R_r$$

$$R_f = C_f \times S \times V$$

$$S = C_s \sqrt{\Delta L}$$

$$S = 16 \sqrt{8,000 \times 430}$$

$$S = 29,700 \text{ pies}^2$$

$$R_f = 0.0088 \times 29,700 \times 20^{1.825}$$

$$R_f = 0.0088 \times 29,700 \times 238$$

$$R_f = 62,100 \text{ Lbs.}$$

Cálculo de Resistencia residual.-

$$\frac{\frac{\Delta}{L}}{\frac{L}{100}} = 100 ; \quad \frac{V}{\sqrt{L}} = \frac{20}{\sqrt{430}} = 0.963$$

Interpolando entre $\frac{V}{\sqrt{L}} = 0.95$ y $\frac{V}{\sqrt{L}} = 1.00$ para un valor de 0.963 i $\frac{B}{H} = 2.25$

Salé 2,156

Para $\frac{B}{H} = 3.75$; sale 5,035

Interpolando entre estos valores, para un valor de $C_p = 0.554$ sale 3,711 ; $\frac{R_r}{\Delta} = 3,711$

Para $\frac{B}{H} = 3.75$

e interpolando para los mismas características anteriores de:

3,671 y 5,435

interpolando entre estos valores de: 4,624

Interpolando entre $\frac{B}{H} = 2.25$ y $\frac{B}{H} = 3.75$ para un valor de

Da: $\frac{R_r}{\Delta} = 3.863$

$$R_r = 3.863 \times 8,000$$

$$R_r = 30,904 \text{ Lbs.}$$

$$R_t = 93,004 \text{ Lbs.}$$

$$BHP = \frac{R_t \times V \times 103.33}{33,000}$$

$$BHP = \frac{93,004 \times 20 \times 103.33}{33,000}$$

$$BHP = 5,810$$

$$SHP = \frac{5,810}{0.65} = 9,000$$

Detalle Cálculo prototipo cuarto.-

Obtención del C_p usando la fórmula de THROOST.

$$\frac{V}{\sqrt{L}} = 1.85 - 1.6 C_p$$
$$1.11 = 1.85 - 1.6 C_p$$
$$0.74 = 1.6 C_p$$
$$C_p = \frac{0.74}{1.6} = 0.463 = C_p = 0.50$$

Se lo ha considerado muy bajo y se lo ha aumentado a 0.50 para continuar con el diseño

$$C_x = 0.0857 C_p + 0.925$$

$$C_x = 0.0857 \times 0.50 + 0.925$$

$$C_x = 0.04285 + 0.925$$

$$C_x = 0.96785$$

$$C_x = 0.968$$

$$C_b = C_p \cdot C_x$$

$$C_b = 0.50 \times 0.968$$

$$C_b = 0.484$$

$$BH = \frac{\Delta \cdot 35}{LCB}$$

$$BH = \frac{10,500 \times 35}{500 \times 0.484}$$

$$BH = 1,500$$

$$H = \frac{1,500}{B} \quad (a)$$

$$\frac{B}{H} = 2.50 ; H = \frac{B}{2.50} \quad (b)$$

Combinando (a) y (b) nos da:

$$\frac{1,500}{B} = \frac{B}{2.50}$$

$$B^2 = 1,500 \times 2.50$$

$$B = 62 \text{ pies}$$

Cálculo de la Resistencia.-

$$R_t = R_f + R_r$$

$$R_f = C_f \times S \times V^{1.825}$$

$$C_f = 0.0088$$

$$S = C_s \sqrt{\Delta L}$$

$$S = 15.4 \sqrt{10,500 \times 500}$$

$$S = 35,700 \text{ pies}^2$$

$$R_f = 0.0088 \times 35,700 \times 25^{1.825}$$

$$R_f = 0.0088 \times 35,700 \times 358$$

$$R_f = 112,200 \text{ Lbs.}$$

Resistencia Residual.-

$$\frac{V}{\sqrt{L}} = 1.11 ; \frac{\Delta}{\sqrt{\frac{L}{100}}} = 84 ; C_p = 0.50 \text{ y } \frac{B}{H} = 2.25$$

Extrapolando entre un valor de $\frac{V}{\sqrt{L}} = 1.00$ y $\frac{V}{\sqrt{L}} = 1.11$

y para un valor de $\frac{\Delta}{\sqrt{\frac{L}{100}}} = 50$ da un valor para 1.11 de:

$$\frac{R_r}{\Delta} = 5.67$$

Lo mismo para obtener el valor correspondiente para $\frac{\Delta}{\sqrt{\frac{L}{100}}} = 100$

da un valor de $\frac{R_r}{\Delta} = 7.61$

Interpolando entre las dos anteriores da un valor de

$$\frac{R_r}{\Delta} = 6.834$$

Ahora se hace la misma operación anterior pero para un valor de $B/H = 3.75$

Extrapolando entre un valor de $\frac{V}{\sqrt{L}} = 1.00$ y $\frac{V}{\sqrt{L}} = 1.11$ y para un valor de $\frac{\Delta}{\left|\frac{L}{100}\right|^3} = 50$ da un valor para 1.11 de:

$$\frac{Rr}{\Delta} = 6.14$$

Lo mismo para obtener el valor correspondiente para $\frac{\Delta}{\left|\frac{L}{100}\right|^3} = 100$

da un valor de: $\frac{Rr}{\Delta} = 9.06$

Interpolando entre los dos anteriores da un valor de:

$$\frac{Rr}{\Delta} = 7.89$$

Interpolando los valores para $\frac{B}{H} = 2.25$ i $\frac{B}{H} = 3.75$ obtenidos da:

$$\frac{Rr}{\Delta} = 7,000$$

$$\frac{Rr}{\Delta} = 7,000$$

$$R_r = 7,000 \times 10,500$$

$$R_r = 73,500$$

$$BHP = \frac{185,700 \times 25 \times 103.33}{33,000}$$

$$BHP = 14,250$$

$$SHP = \frac{14,250}{0.70} = 20,600$$

DIAGRAMA RESISTENCIA VS. VELOCIDAD PARA LOS CUATRO PROTOTIPOS CONSIDERADOS.

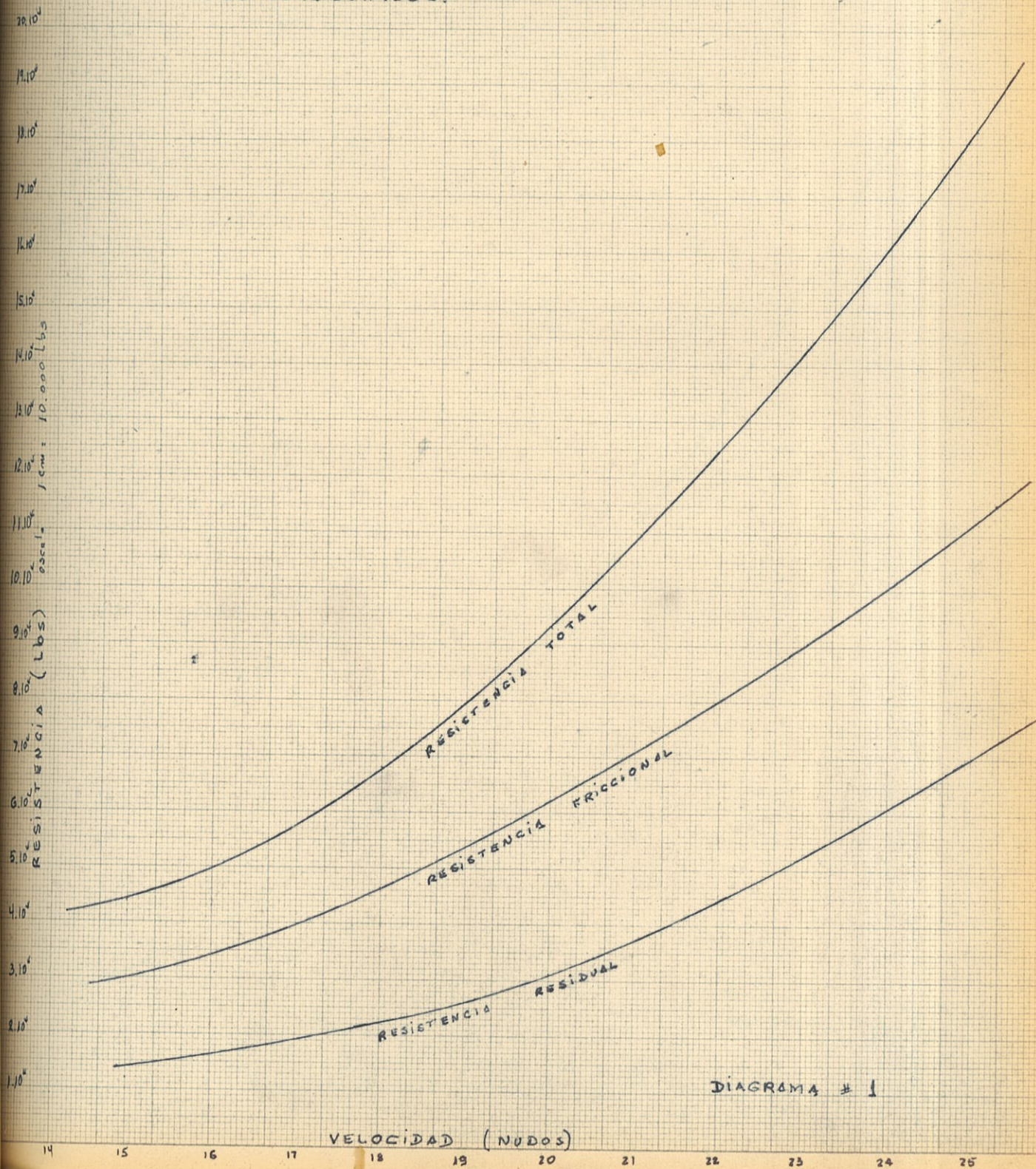


DIAGRAMA # 1

DIAGRAMA DE LA POTENCIA EN FUNCION DE LA VELOCIDAD
PARA LOS CUATRO PROTOTIPOS CONSIDERADOS.

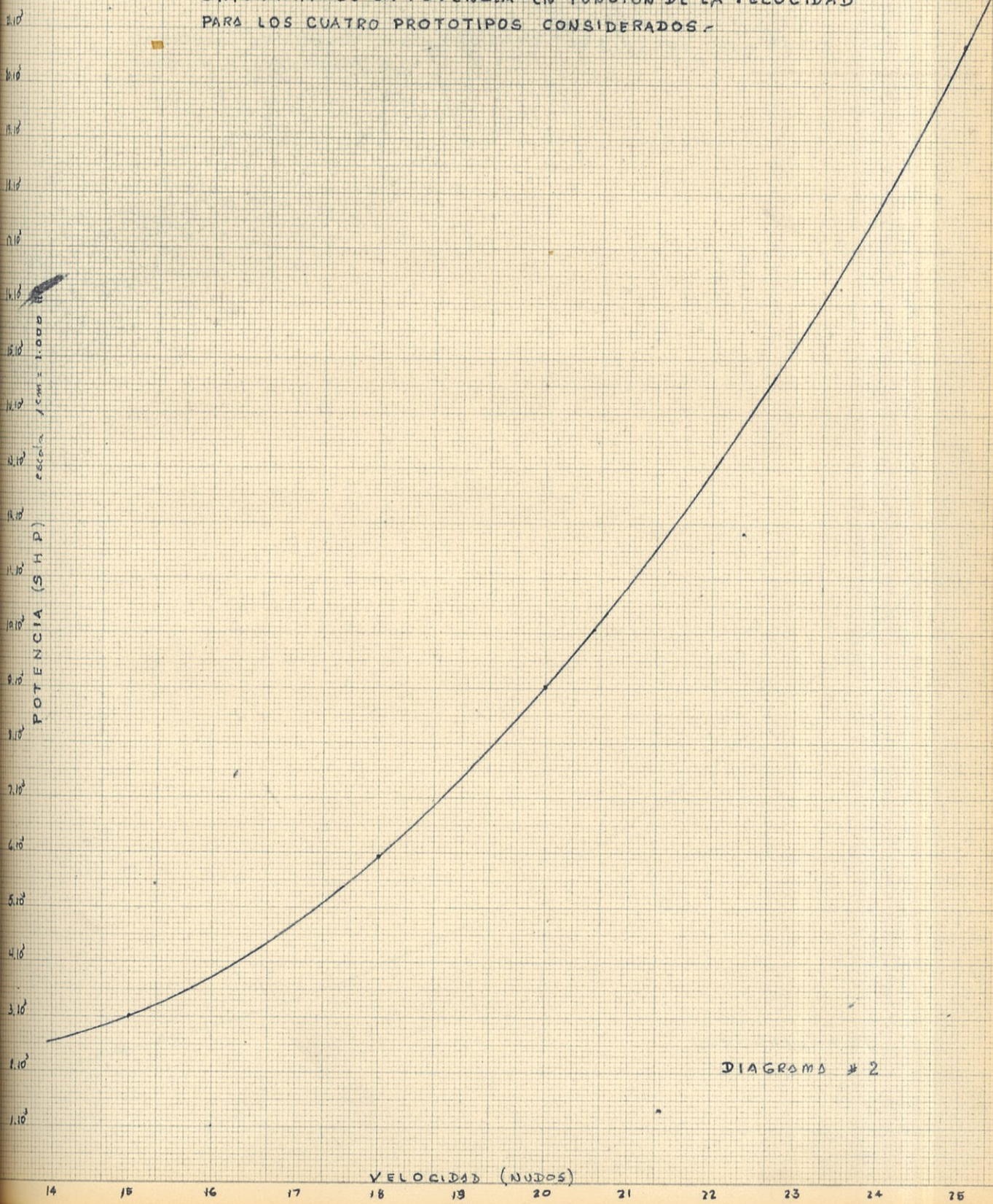


DIAGRAMA # 2

CANTIDAD DE COMBUSTIBLE UTILIZADA POR DIA, POR CADA PROTOTIPO
DURANTE LA NAVEGACION.

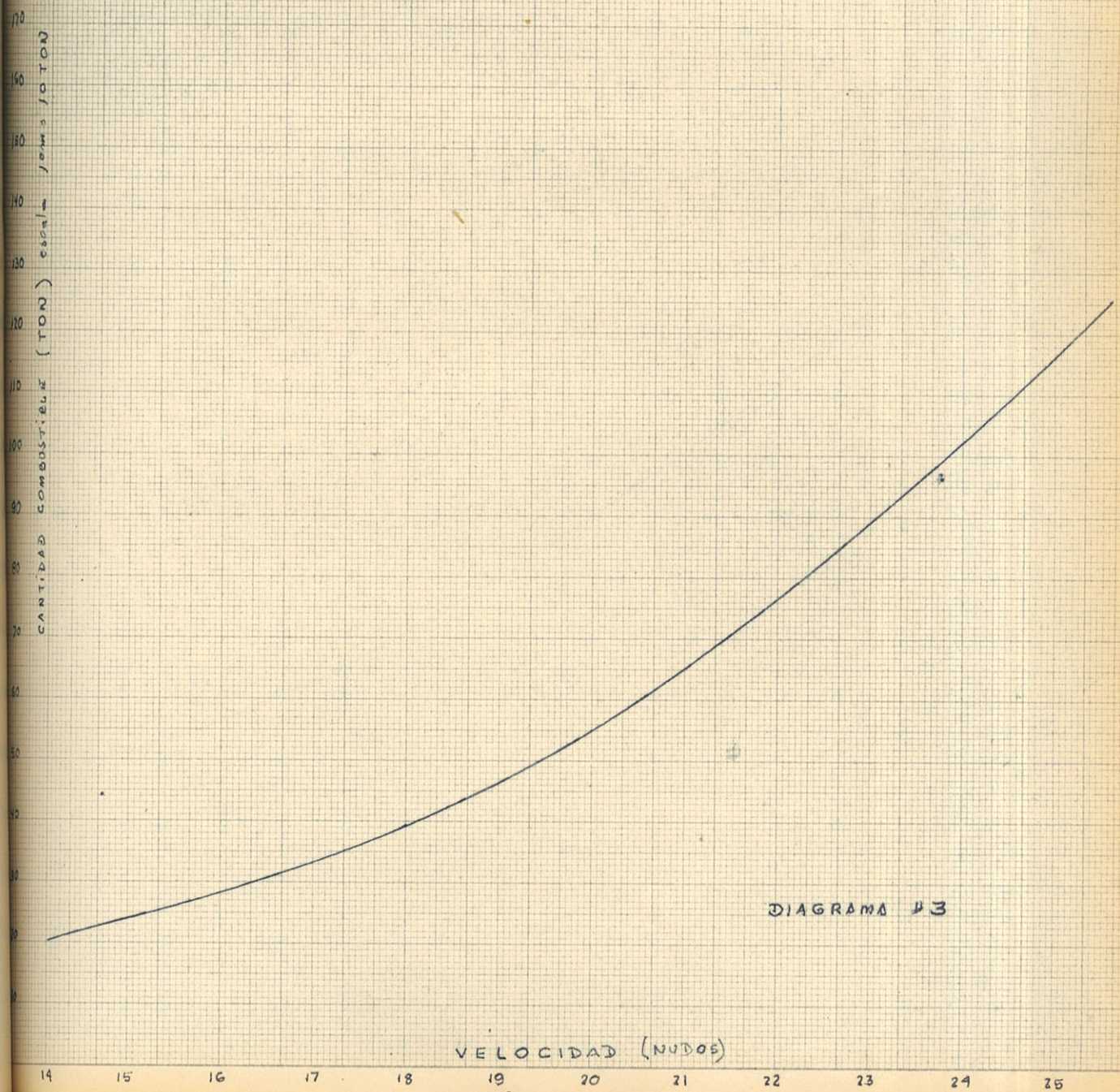


DIAGRAMA #3

VELOCIDAD (NUDOS)

CANTIDAD DE COMBUSTIBLE POR VIAJE, UTILIZADA POR
CADA PROTOTIPO CONSIDERADO.

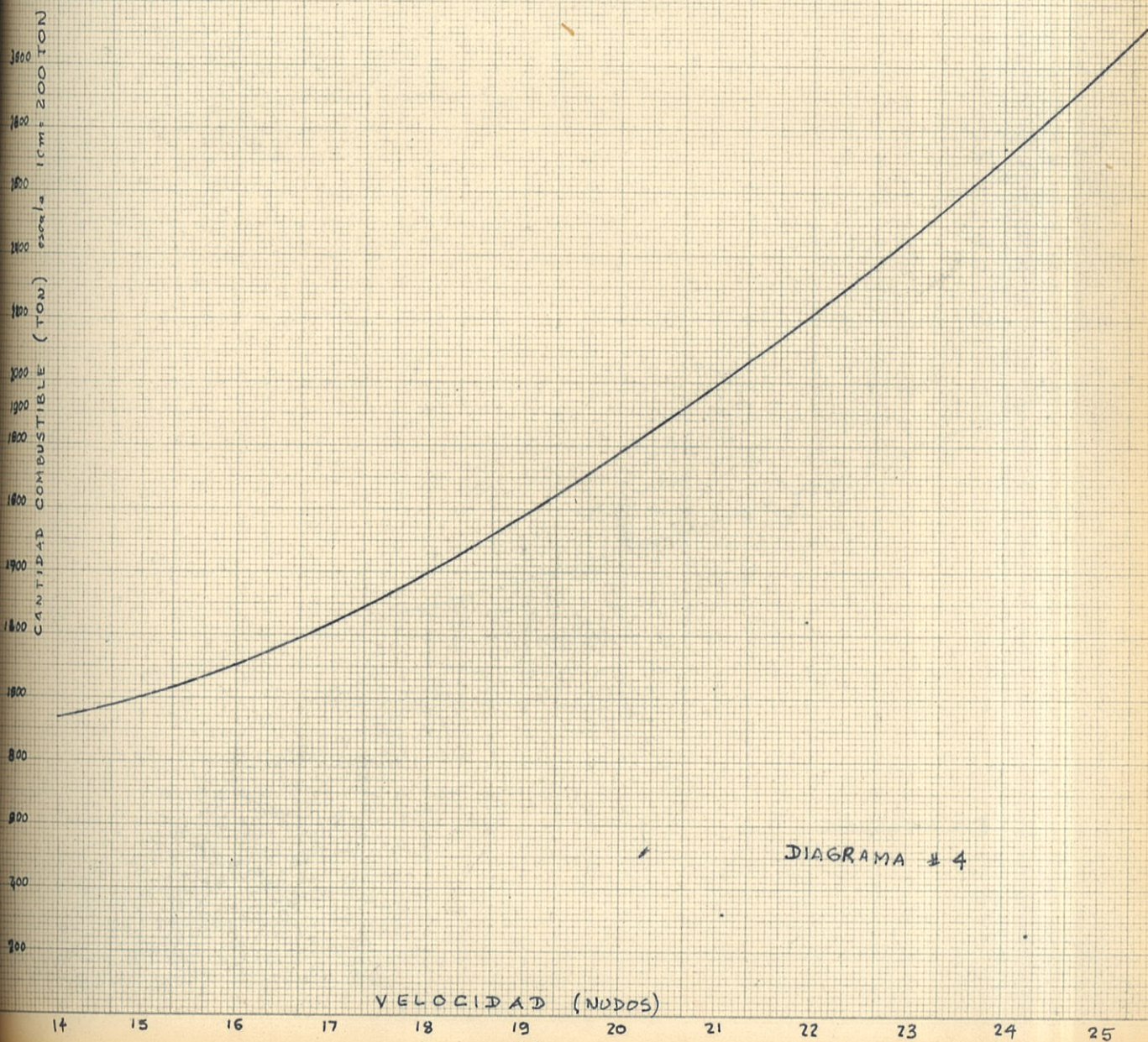
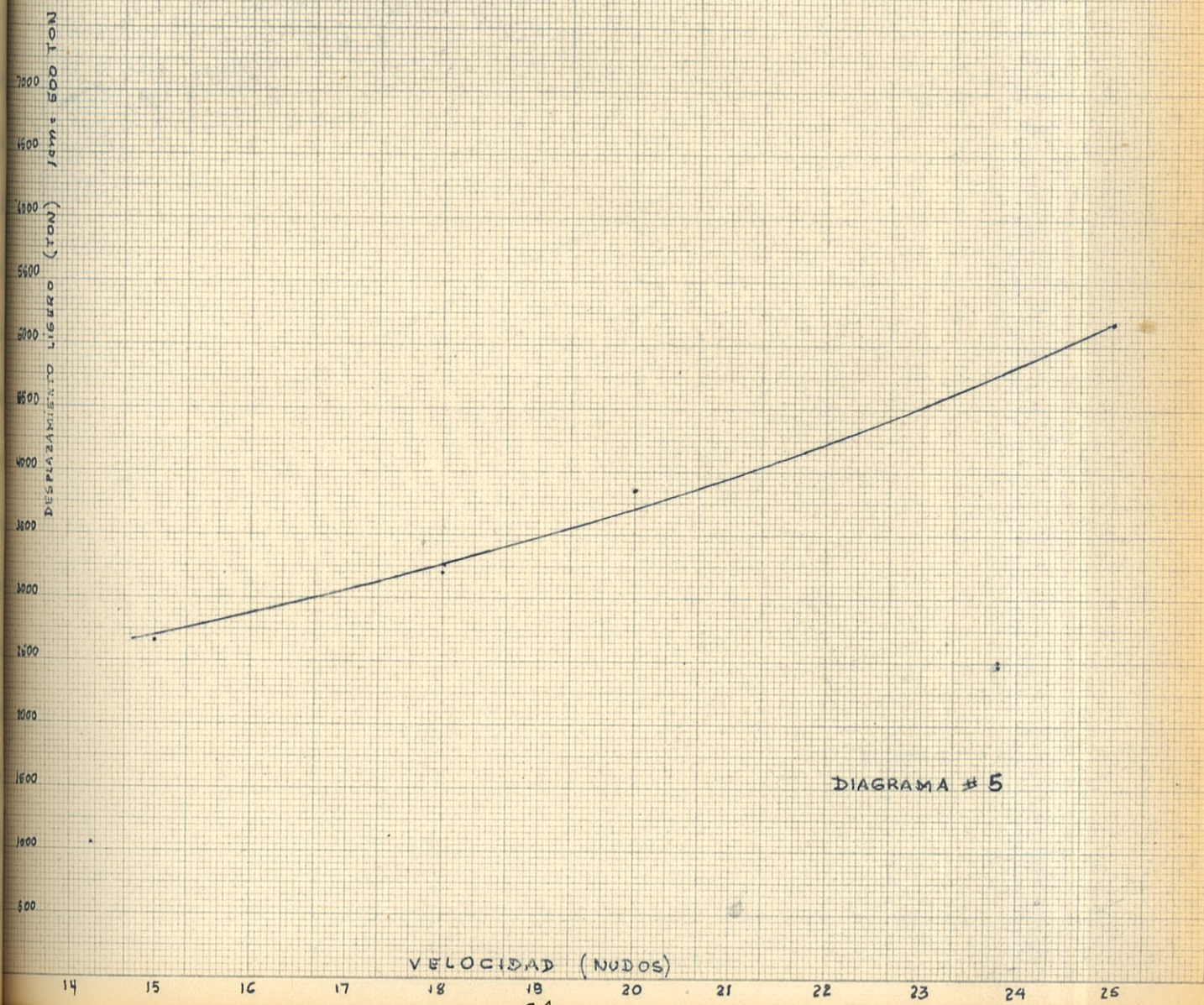


DIAGRAMA # 4

DIAGRAMA DE DESPLAZAMIENTO LIGERO VS VELOCIDAD PARA
LOS CUATRO PROTOTIPOS CONSIDERADOS.



COSTOS DE CONSTRUCCION VS VELOCIDAD PARA LOS
CUATRO PROTOTIPOS CONSIDERADOS.

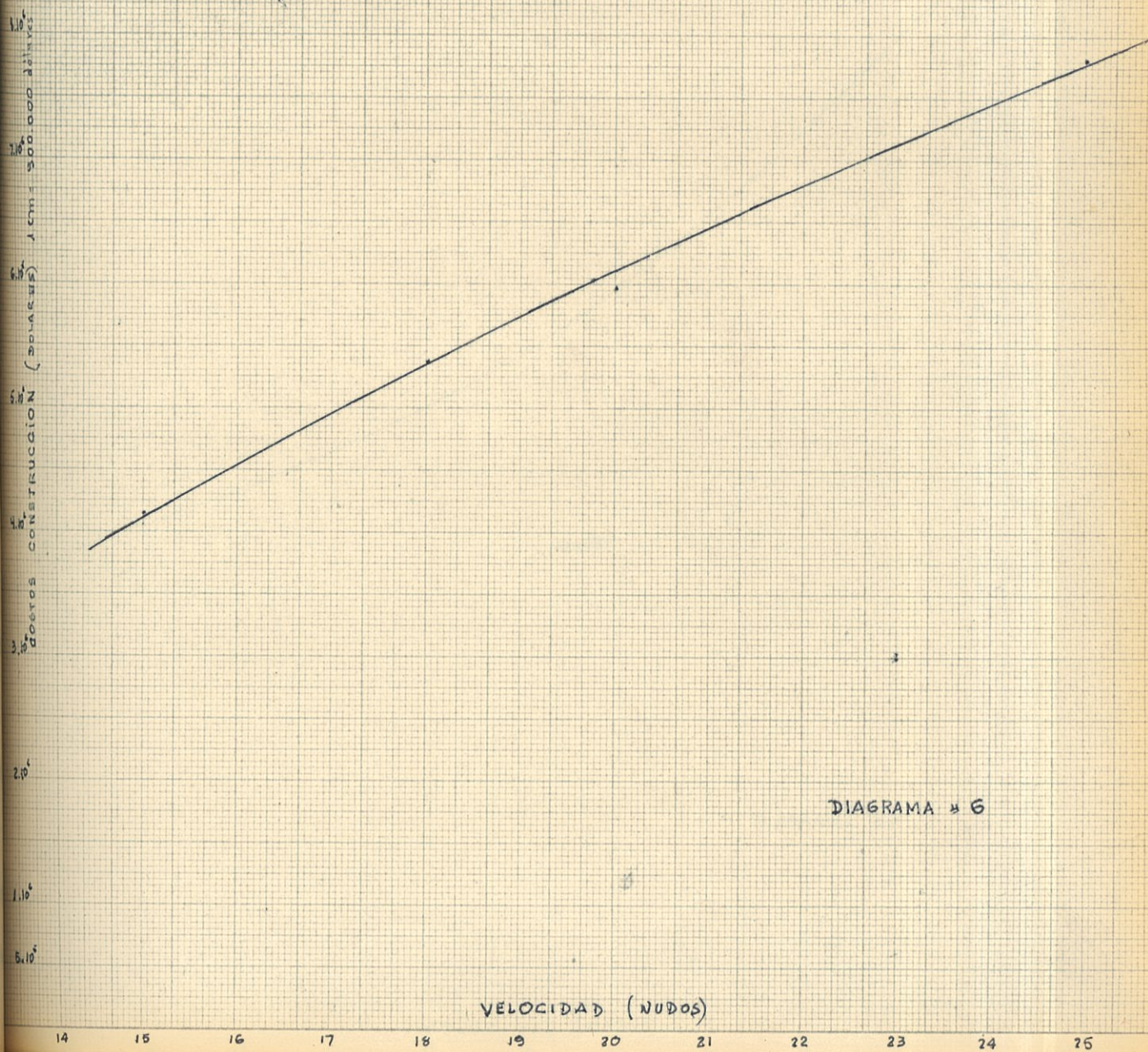


DIAGRAMA * 6

DIAGRAMA DE COSTOS DE OPERACION VS VELOCIDAD PARA
LOS CUATRO PROTOTIPOS CONSIDERADOS.

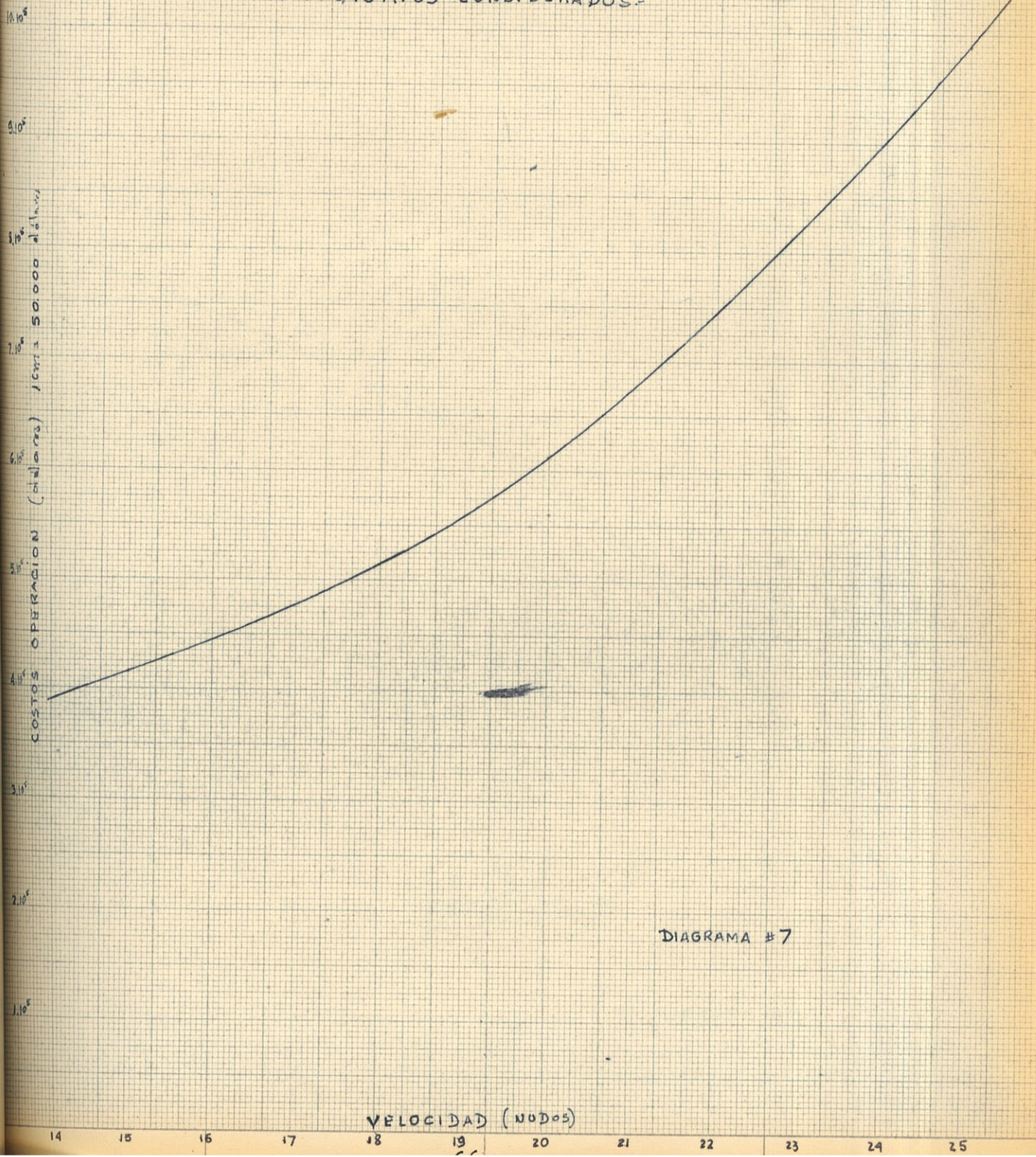
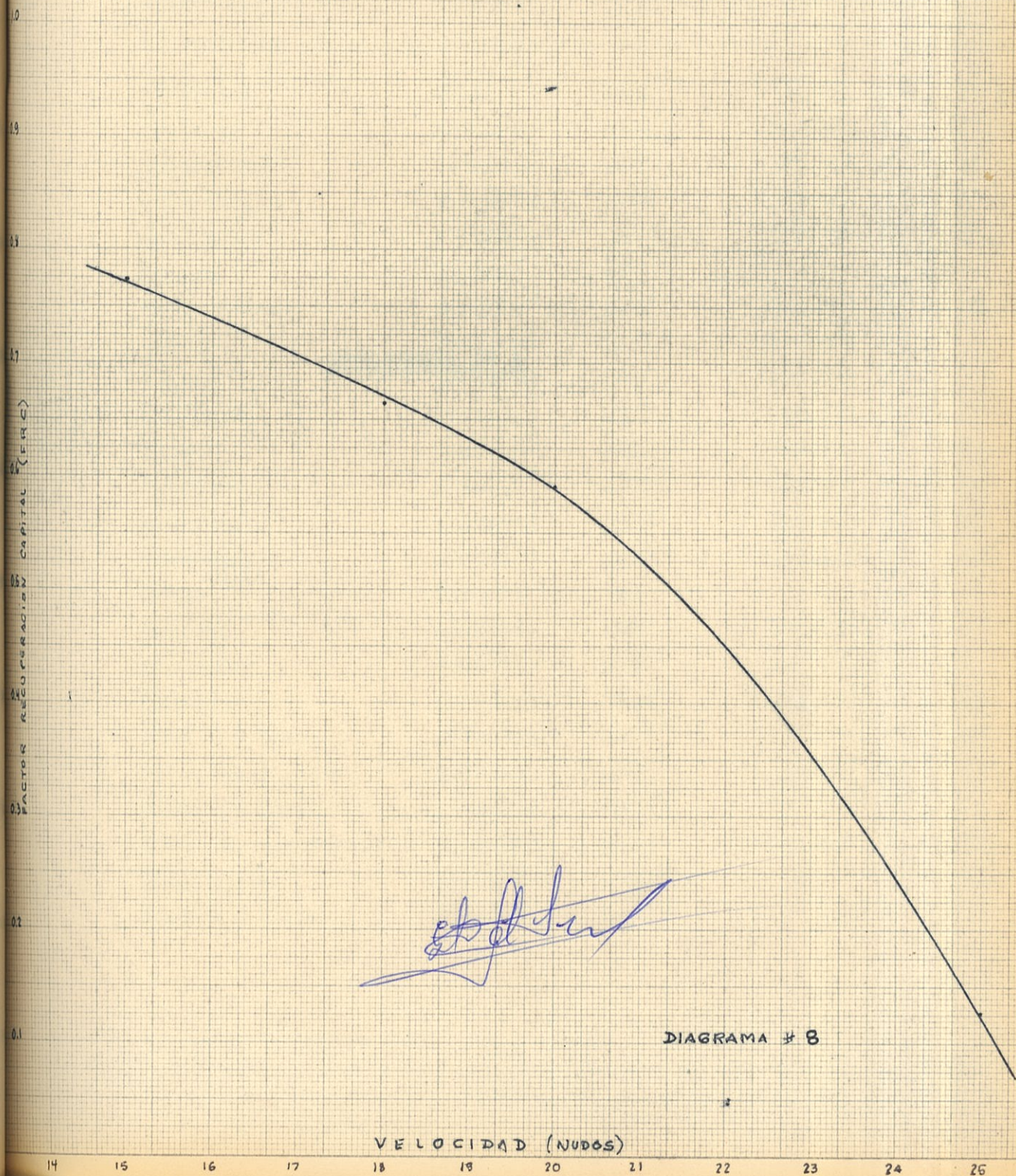


DIAGRAMA #7

DIAGRAMA DEL FACTOR DE RECUPERACION DEL CAPITAL VS VELOCIDAD
PARA LOS CUATRO PROTOTIPOS CONSIDERADOS.



ENCUENTRO CON BRASIL EN EL TRANSPORTE DE BARNES, ENTRE
EL ECUADOR Y LOS EE.UU.

ENCUENTRO DEL PUERTO	PAIS	AÑO DE CONSTRUCCION	CAPITAL COSTO	VOLUMEN DE CARGA
Arenas	Chile	1944	31.620 u.f.	15 mil.
Assens	Alemania	1959	237.000 "	17.5 mil.
Arttenburg	Alemania	1959	237.000 "	16
Aldenburg	Alemania	1950	225.464 "	17
Ahrenburg	Alemania	1955	217.500 "	16.5
Asaga	Paraguay	(3)		
Artis Reefers	Liberia	1950	145.954 "	13.5
Almas	Brasil	1955	150.670 "	
Aragua	Brasil	1955	150.670 "	
Asadilla	Chile	1955	55.000 "	17
Balas	Paraguay	1940	824.347 "	17
Balcaras	Paraguay	1959	135.027 "	17
Braunburg	Alemania	1964	257.093 "	21
Brensborg	Alemania	1963	209.675 "	21
Balas	Paraguay	(3)		
Bolinas	Alemania	1948	107.836 "	
Buenos	Brasil	1949	212.763 "	
Almirante	Brasil	1954	170.670 "	15
Chad. de Foz de	Colombia	1957	55.000 "	17
Chad. de Arica	Colombia	1950	55.071 "	17
Chad. de Foz de	Colombia	1959	55.071 "	17
Chad. de Barranquilla	Colombia	1950	55.000 "	17.5
Casillanca	Brasil	1951	(2)	12.5
Chad. de Foz de	Colombia	1954	55.000 "	17

REFERENCIA N° 5

BUQUES QUE REALIZAN EL TRANSPORTE DE BANANO ENTRE
EL ECUADOR Y LOS EE.UU.

NOMBRE DEL BUQUE	BANDERA	AÑO DE CONST.	CAPAC. CUBIC ⁺	VELOCIDAD PROMEDIO.
Aconcagua	Chile	1944	31.620 c.f.	15 nudos
Asseburg	Alemania	1959	223.060 "	17.5 nudo
Arttenburg	Alemania	1959	227.417 "	18 "
Aldenburg	Alemania	1958	223.464 "	17 2 "
Ahrensburg	Alemania	1955	217.680 "	16.5 "
Anagua	Panamá	(3)	(2)	
Artic Reefer	Liberia	1938	149.954 "	13.5 "
Atenas	Honduras	1955	158.670 "	
Aragón	Honduras	1955	158.670 "	
Anadalién	Chile	1955	46.960 "	17 "
Balsa	Noruega	1960	224.347 "	17 "
Balcarae	Noruega	1959	185.987 "	17 "
Brunsgard	Alemania	1964	287.095 "	21 "
Brunskoog	Alemania	1963	285.875 "	21 "
Balao	Noruega	(3)		
Bodetal	Alemania	1960	187.636 "	18 "
Bucanero	Suecia	1940	211.763 "	13 "
Almirante	Honduras	1954	158.670 "	15 "
Cdad. de Tunja	Colombia	1957	55.000 "	17 "
Cdad. de Armenia	Colombia	1960	58.071 "	17 "
Cdad. de Pereira	Colombia	1959	58.071 "	17 "
Cdad. de Barranquilla	Colombia	1958	55.000 "	17.5 "
Casablanca	Holanda	1951	(2) "	12.5 "
Cdad. de Pasto	Colombia	1958	55.000 "	17 "

Culver	G. Bretaña	1956	(2)		
Copiapó	Chile	1943	31.620 "	15.5	"
Crystal	G. Bretaña	1930	(2)		
Cdad. de Cali	Colombia	1953	62.115 "	15	"
Cdad. de Medellín	Colombia	1951	56.020 "	14	"
Cdad. de Guayaquil	Ecuador	1958	55.000 "	18.5	"
Cdad. de Ibagué	Colombia	1953	62.115 "	14	"
Cartagena de Indias	Colombia	1958	55.000 "	17	"
Cubahama	Liberia	1938	(2)	12.5	"
Calanca	Suiza	1962	98.835 "	14	"
Cártago	Holanda	1957	(2)		
Calamares	Holanda	1956	(2)		
Camayagua		(3)			
Carfello	Holanda	1957	(2)		
Cebao	EE.UU.	1947	196.600"		
Coral ACTINIA	Holanda	1963	81.189 "	14	"
Castañeda	Suiza	1962	(2)	14	"
Dornelffell		(3)			
Darión	Suecia	1954	225.120 "		
Electrón	Panamá	(3)			
Frubel María	Bélgica	1956	217.700 "	18	"
Frígora	Noruega	1957	60.000 "	13	"
Frabarlanga	EE.UU	1945	313.070 "		
Hibueras	EE.UU	1948	196.600 "	14	"
Heredia	EE.UU.	1947	311.270 "		
Imperial	Chile	1944	31.620 "	15	"
Inca	Holanda	1962	96.835 "	14	"
Junior	EE.UU.	1.945	313.070 "		
Kemitra	Holanda	1.952	(2)	12.5	"

Laura Cristina	Holanda	1952	80.000 "	
Limón	EE.UU.	1945	313.070 "	
Manuel Mejía	Colombia	1957	55.000 "	17 ndos
Maya	Holanda	1962	(2)	
Maipó	Chile	1944	31.620	16.5 "
Martha Anne	Panamá	1945	(2)	11.5 "
Montego	Liberia	1944	(2)	
Musa	Honduras	1930	210.930 "	
Northpole	Grecia	1963	250.171 "	19 "
Nordstjerner	Suecia	1935	83.481 "	
North Anne	Noruega	(3)		
Ondene	Grecia	1960	241.132 "	18.5 "
Orphous	Grecia	1961	235.294 "	18.5 "
Oro verde	E. Bretaña	1944	(2)	11.5 "
Ornefjall	Noruega	1960	(2)	
Oketal	Alemania	1959	373.116 "	
Polarlys	Noruega	1952	24.300 "	22 "
Priemus	Alemania	1955	240.000 "	17 "
Plátano	Honduras	1930	211.980 "	16 "
Parismina	E. UU.	1947	319.770 "	
Quisqueya	EE. UU.	1947	196.000 "	
Risa Paula	Holanda	1962	96.835 "	14 "
Sta. Elisa	EE.UU.	1944	103.400 "	16 "
Sta. María	EE.UU.	1963	400.000 "	20 "
Sta. Margarita	EE.UU.	1946	129.319 "	16 "
Sta. Mercedes	EE.UU.	1963	400.000 "	20 "
Sta. Olivia	EE.UU.	1944	103.400 "	16 "
Sta. Mariana	EE.UU.	1963	400.000 "	20 "
Sta. Catalina	EE.UU.	1944	103.400 "	16 "

Sta. Magdalena	EE.UU.	1963	400.000 "	20 "
Sta. Isabel	EE.UU.	1946	129.420 "	16 "
Sta. Rita	EE.UU.	1944	120.668 "	16 "
Sta. Cecilia	EE.UU.	1946	129.357 "	16 "
Sta. Elena	EE.UU.	1946	129.319 "	16 "
Sta. Ana	EE.UU.	1940	92.800 "	14.5 "
Bouthepole	Grecia	1963	248.254 "	13 "
Sta. Inés	EE.UU.	1944	120.688 "	16 "
Sta. Marina	España	1947	46.172 "	16 "
Stella Nova	G.Bretaña	1957	40.075 "	12 "
Sixaola	EE.UU.	1947	196.600 "	16 "
Culaco	G. Bretaña	1931	281.350 "	16 "
Simaloa	G. Bretaña	1932	8.240 "	16 "
Santo Cerro	EE.UU.	1947	196.600 "	16 "
Ton Van Der Berde	Holanda	(3)		12 "
Tropicana	Grecia	1962	250.185 "	16 "
Tivivos	EE. UU.	1948	196.600 "	16 "
Tetela	G. Bretaña	1960	(2)	
Turrialba	G. Bretaña	1960	(2)	
Telepa	G. Bretaña	1961	(2)	
Telde	G. Bretaña	1961	252.500 "	
Tenadoroe	G. Bretaña	1960	252.500 "	
Tucurinoa	G. Bretaña	1962	(2)	
Tefat	Israel	1954	60.500 "	
Verdi	Italia	1951	5.654 "	17 "
Yaque	EE.UU.	1947	196.600 "	
Yugala	Dinamarca	1959	249.440 "	
Proteus	Alemania	1957	217.852 "	16 "

Portunus	Alemania	1955	297.000 "	16,5	2
Pentelikon	Alemania	1956	254.576 "	18,5	"
Pongal	Alemania	1964	294.822 "	20	"
Perseus	Alemania	1950	70.465 "	16,5	"
Parthenou	Alemania	1943	191.656 "	16,5	"
Pericles	Alemania	1957	191.650 "	16	"
Pisang	G. Bretaña	1961	(2)	20	"
Quartole	Alemania	1952	228.495 "		
Quadrivium	Alemania	1952	221.692 "		
Souqueta	Francia	1959	200.000 "		
Thuroe Maersh	Dinamarca	1955	25.600 "	17	"
Trabadur	Suecia	1957	218.386 "		
Yugala	Dinamarca	1959	249.440 "		
Alexenburg	Alemania	1955	217.500 "	16,5	"
Anticus	Suecia	1960	253.376 "	20	"
Albany	Suecia	1957	1.500 "	19,5	"
Alantila	Suecia	1956	112.000 "	18,5	"
(+)	Capacidad cúbica REFRIGERADA				
(1)	No se encuentra registrada la capacidad cúbica por haber entrado recientemente en servicio.				
(2)	No se encuentra registrada la capacidad cúbica en Lloyd's por no haber sido suministrada por el armador.				
(3)	No se encuentra registrada en Lloyd's a la fecha.				
Brinsland	Alemania	1954	201.400 "		
Brinswick	Alemania	1955	223.400 "		
Blumenthal	Alemania	1955	221.300 "	18	
Blumen	Alemania	1952	221.300 "	18	
Bjergsteins	Noruega	1956	205.000 "		

BUQUES QUE REALIZAN EL TRANSPORTE DE BANANO ENTRE

EL ECUADOR Y ALEMANIA

NOMBRE DEL BUQUE	BANDERA	AÑO DE CONST.	CAPAC.CUBIC	VELOCIDAD PROMEDIO
Argentina	Suecia	1944	93.485	16 nudos
Alsterblik	Alemania	1959	240.006 c.f.	18,5 "
Alstertor	Alemania	1952	183.231 "	16,5 "
Akrensborg	Alemania	1955	217.680 "	16,5 "
Antigua	Suecia	1960	368.470 "	20 "
Albany	Suecia	1957	3.520 "	19,5 "
Atlantide	Suecia	1960	342.080 "	19,5 "
Angelburg	Alemania	1951	215.129 "	16 "
Arabran Reefer	Dinamarca	1957	251.390 "	17,5 "
Brünshüttel	Alemania	1963	282.648 "	21 "
Brünshüttel	Alemania	1964	(1)	20 "
Brünshüttel	Alemania	1945	227.920 "	17 "
Brünseck	Alemania	1964	287.000 "	20 "
Barcarolle	Suecia	1962	270.050 "	19,5 "
Brünslund	Alemania	1964	281.683 "	
Brünswick	Alemania	1956	228.600 "	
Blumenthal	Alemania	1933	221.380 "	18 "
Blexen	Alemania	1932	221.380 "	18 "
Bjorgstein	Noruega	1956	205.000 "	

Byfyord	Noruega	1960	246.144 "	18 "
Belgian Reefer	Dinamarca	1958	233.250 "	28 "
Cap. Valiente	Alemania	1959	233.340 "	
Gjilean Reefer	Dinamarca	1959	252.739 "	18 "
Elsfleth	Alemania	1962	(2)	
Ecuadorian Reefer	Dinamarca	1962	272.855 "	
Mort Crevecouer	Francia	1962	207.686 "	
Mort Frontenac	Francia	1958	(2)	
Fort Prevel	G. Bretaña	1917	(2)	
Frubel Maria	Bélgica	1956	217.700 "	18 "
Frubel Julia	Bélgica	1956	213.287 "	18,5 "
Hispaniola	Suecia	1956	255.200 "	17,5 "
Hobe	Noruega	1946	4.000 "	
Hidlefjord	Noruega	1960	246.144 "	19 "
Kanga	Francia	1960	181.898 "	
Minden	Alemania	1964	330.043 "	20 "
Matouba	Noruega	1960	200.693 "	
Northland	Noruega	1962	278.000 "	18 "
Nordenhan	Alemania	1960	(2)	17,5 "
Niemburg	Alemania	1964	319.544 "	

BUQUES QUE REALIZAN EL TRANSPORTE DE BANANO ENTRE
EL ECUADOR Y EL JAPON

NOMBRE DEL BUQUE	BANDERA	AÑO DE CONST.	CAPAC.CUBICA	VELOCIDAD PROMEDIO
Albance	Suecia	(3)		
Antflope	Suecia	1964	360.000 c.f.	19 nudos
Atitland	Suecia	1960	343.000 "	19,5 "
Arawak	Suecia	1952	241.000 "	
Atlantido	Suecia	1960	342.000 "	
Arcel	Suecia	1964	374.510 "	19 "
Albany	Suecia	1964	376.510 "	19 "
Bolero	Suecia	1961	270.050 "	19,5 "
Banandor	Liberia	1964	272.529 "	
Ballade	Suecia	1962	270.050 "	
Byorgstein	Noruega	(3)		
Bakke Cooler	Noruega	1963	(2)	
Bakke Reefer	Noruega	1963	(2)	
Belurppon	Noruega	1964	(1)	19,5 "
Baltic Sea	Suecia	1960	269.100 "	
Belgian Reefer	Dinamarca	1958	233.250 "	18 "

Barcarolle	Suecia	1962	270.050 "	19,05 "
Cayman	Suecia	1956	255.200 "	18 "
Coral Sea	Suecia	1960	254.980 "	
Cap. Domingo	Alemania	1958	210.670 "	
Cap. Valiente	Alemania	1959	233.340 "	
Dragoerk Maersk	Dinamarca	1961	252.175 "	19 "
Dalheim	Noruega	1957	(2)	17,5 "
Ecuador María	Japón	1964	275.791 "	20 "
Ecuadorian Reefer	Dinamarca	1962	272.355 "	18 "
Moulaya	Francia	1957	183.560 "	
Har Gelead	Israel	1961	242.738 "	19,5 "
Har Ramón	Israel	1961	242.738 "	18,5 "
Lake Byre	Suecia	1961	365.520 "	
Mungo	Francia	1960	201.324 "	
North Isle	Noruega	1964	(1)	18 "
Pearl Sea	Suecia	1960	260.000 "	
Puná	Alemania	1963	295.000 "	20 "
San Blas	Suecia	1955	260.400 "	
Thorsdrott	Noruega	1963	240.000 "	19 "
Thuroc	Dinamarca	1955	25.600 "	17 "
Yugala	Dinamarca	1959	249.440 "	

FLETAMENTO DE BARCOS REFRIGERADOS

- NORTHLAND.--** Recién construido. Noruego construido en 1962, alrededor de 277.000 piés cúbicos netos de espacio para carga sobre 8'6", alrededor de 265.000 piés cúbicos. Alrededor de 18 millas por término medio. Fuel Oil. Los propietarios no han dado todavía ningún precio, pero nosotros creemos que sería alrededor de \$ 455.000,00 por mes.
- PARTHENON.--** Bandera holandesa, alrededor de 195.000 piés cúbicos para carga. Construido en 1960, alrededor de 190.000 piés cúbicos de espacio para banano.- 12°C. Alrededor de 16/16.5 millas sobre más o menos 18 toneladas de Diesel. Creemos que puede tenerse por 43-44.000 dolares.
- PIRAEUS.--** Gemelo del barco indicado arriba.- Precio igual.-
- CAROLINE HORN.--** Bandera Alemana, construido en 1960, 60.400 piés cúbicos. Capacidad refrigerada a -20°C adaptado para bananos. Alrededor de 14 millas sobre 6.5 toneladas de Diesel. Posible precio alrededor de \$ 21.500,00.
- LUISE HORN.--** Bandera alemana, construido el 1961. 60.400

pies cúbicos, espacio refrigerado debajo de 20°C adaptado para banano. Más o menos 14 millas sobre 6.5 toneladas de Diesel. Posible precio \$ 21.500

URSULA HORN. Bandera alemana, construido el 1959. 60.400 pies cúbicos, espacio refrigerado debajo de 20°C., adaptado para banano. Alrededor de 13 millas con más o menos 6 toneladas de gasoil. Posible precio \$21.500.

HILDE HORN.- Bandera alemana, construido en 1959. 51.500 pies cúbicos de capacidad refrigerada. Debajo de 20°C., Alrededor de 12 millas con más o menos 5 toneladas de gasoil. Posible precio \$ 19.000.

HORN.- Bandera alemana, construido en 1958. 47.600 pies cúbicos de capacidad refrigerada. Debajo de 20°C. Adaptado para banano. Alrededor de 12 millas sobre 5 toneladas de gasoil. Posible precio \$ 17.500 a \$ 18.000.

INGRID HORN Bandera alemana, construido en 1958. 42.000 pies cúbicos de capacidad refrigerada. Debajo de 20°C Alrededor de 11 millas sobre más o menos 3 toneladas de gasoil. Posible precio \$ 16.500 a \$ 17.000

DORA HORN.- Bandera alemana, construido el 1958. 31.100 piés cúbicos de capacidad refrigerada. Debajo de 20°C Alrededor de 11 millas sobre más o menos 3 tone-

ladas de gasoil. Viajando bajo nuestro fletamento a \$ 14.000.

HEINZ HORN.--

Bandera alemana, construido en 1958. 51.500 pies cúbicos refrigerado, adaptado para banana. 12 millas. Viajando bajo nuestro control a \$ 19.000. Disponible bajo nuestro control.

MARIE HORN.--

Bandera alemana, construido en 1959. 51500 piés cúbicos refrigerado, adaptado para banana. 12 millas. Viajando bajo nuestro control a \$ 19.000.

TONELAJE REFRIGERADO SOBRE 100.000 PIES CUBICOS

DISPONIBLE.

CASTAÑEDA.--

Barco Suizo, fabricado en 1962. Alrededor de 1.700 toneladas de desplazamiento. Alrededor de 1.500 toneladas brutas de carga. Alrededor de 98.000 piés cúbicos de carga. Alrededor de 14½ millas sobre 9 ton. de Dieseloil liviano. 3 puentes, 2 bodegas, 4 compartimientos, 3 escotillas, 2 temperaturas diferentes simultáneamente. Temperatura por debajo de 25°C. Adaptado para banana, 3 puertas laterales en cada lado, ventilado eléctricamente. Alrededor de 90 cambios de aire por h. Ventilación horizontal. 6 grúas de 3 ton. C/u. Interesado por cualquier período de tiempo alrededor de \$ 32.000 mens-

Alrededor de \$ 32.000.

52.000 pies cúbicos de carga. 13 millas sobre más o menos 5 tons. de gasoil. 2 puentes, 4 bodegas, 2 escotillas, 2 temperaturas simultáneamente diferentes. Temperatura por debajo de 20° C. Alrededor de 75 cambios de aire por hora. Precio posible \$ 20.000 mensuales.

IRMGARD HORN° Bandera alemana, construido en 1959. 35.000 pies cúbicos refrigerado. 12 millas. Viajando bajo nuestro control a \$ 14.250

THERESE HORN.- Barco alemán construido el 1957. 30.750 pies cúbico refrigerados. 11 millas, viajando bajo nuestro control a \$ 13.750

HENRY HORN.- Barco alemán, construido en 1958. 31.100 pies cúbico refrigerados. 11 millas. Viajando bajo nuestro control a \$ 14.000

SLADT SCHLESWIG Barco alemán, construido en 1958. 32.100 pies cúbicos capacidad refrigerada debajo de 20°C alrededor de 11 millas sobre tres toneladas de gasoil. Precio posible alrededor de \$ 14.000.

CASTAÑEDA.- Véase referencia anterior.

ARTIC.- Construido en 1962. 63.000 pies cúbicos. Alrededor de 13 millas sobre 6 tons. de gasoil más 1 ton. para planta de refrigeración. Alrededor de \$ 22.000.

- DORA HORN.-** Barco alemán, construido en 1958. Alrededor de 578 ton.- métricas de desplazamiento. Alrededor de 31.100 pies cúbicos de carga. Alrededor de 11 millas sobre 2 $\frac{1}{3}$ ton. de gasoil. 2 puentes, 2 bodegas, 2 escotillas, 4 compartimientos, 2 temperaturas diferentes por bodega. Temperatura por debajo de -200 C. 4 winchas, 4 grúas de 2 ton. Alrededor de \$ 12.500 mensuales.
- URSULA HORN** Barco alemán, construido en 1959. Alrededor de 900 toneladas de desplazamiento. Alrededor de 12 millas sobre 5 toneladas de gasoil. 2 puentes, 2 bodegas, 2 escotillas, 4 winchas, 4 grúas de 2 tons. Temperatura debajo de -20°C. Adaptado para banana. Posible precio alrededor de \$ 23.000 mensuales. para T/c.
- CABO FRIO.-** Barco Noruego, construido en 1960. Alrededor de 1644 tons de desplazamiento. Alrededor de 64.254 pies cúbicos de carga. Alrededor de 14 $\frac{1}{2}$ millas sobre más o menos 7 $\frac{1}{2}$ tons. de gasoil, más 1 ton. para máquina refrigeradora. 2 puentes, 3 bodegas, 6 compartimientos pero sólo 3 temperaturas diferentes simultáneamente por bodega, 3 escotillas iguales (Mc Gregor). Temperatura debajo de 256 C. Alrededor de \$ 25.000 mensuales.
- CASABLANCA,-** Barco holandés, construido el 1958. Alrededor de 750 tons. de desplazamiento. Alrededor de

DE BARCOS DE MANTENIMIENTO

RANDI BROVIG.- Barco noruego, construido el 1949. Alrededor de 150.000 pies cúbicos netos de espacio refrigerado para fruta.

Alrededor de 15.5 millas sobre 14 tons. Marine Diesel medium incluido espacio refrigerado.

Los propietarios estan hablando de 35 mil dólares mensuales pero pueden rebajar.

Alsterblick	Alemania	11
Bredgaard	Alemania	5

Faxe	Alemania	3
Froenkeog	Noruega	11
Hortmann	Alemania	5
Trulsen-Ande	Noruega	5
Salomon	Noruega	10
Coralactia	Noruega	12
Janitra	Noruega	7
Brudegattal	Alemania	5
Santa Mercedes	Noruega	6
Pisang	Alemania	4
Pastelmann	Alemania	5
Fungel	Alemania	5
Santa Magdalena	Noruega	10
Chileno Roeder	Noruega	3
Roeder Nord	Japón	(5 viajes anuales aprox.)
Roeder	Japón	(5 viajes anuales aprox.)

BUQUES QUE OPERAN CON MAS FRECUENCIA EN EL TRANSPORTE
DE BANANO DESDE GUAYAQUIL

NOMBRE DEL BUQUE	DESTINO	Número de viajes realizados en el período correspondido de enero de 1.964 (10 meses)
Balsa	EE.UU	18
Eyford	Bélgica	8
Alsterblick	Alemania	11
Brunsgard	Alemania	6
Puna	Alemania	8
Brunskoog	EE.UU.	11
Portunus	Alemania	8
Truber-Maria	Bélgica	5
Calanca	EE.UU.	10
Coralactinia	EE.UU.	12
Kenitra	EE.UU.	7
Brunsbüttel	Alemania	5
Santa Mercedes	EE.UU.	6
Pisang	Alemania	4
Pentelikon	Alemania	8
Pungal	Alemania	5
Santa Magdalena	EE. UU.	10
Chilean Reefer	Bélgica	8
Ecuador Marú	Japón	(5 viajes anuales aprox.)
Banador	Japón	(5 viales anuales aprox.)

TRIPULANTES NECESARIOS PARA UN BUQUE DE 270.000 PIES CUBICOS
PARA EL TRANSPORTE DE BANANO.--

<u>CUBIERTA</u>	<u>INGENIERIA</u>	<u>BUSINESS PART</u>
1 capitán	1 Ing. jefe (chief)	Jefe mayordomo
1 ^{er} oficial	1 ^{er} Ingeniero	
2 ^{do} oficial	2 ^{do} Ingeniero	
3 ^{er} oficial	3 ^{er} Ingeniero	
1 radio operador	4 ^{to} Ingeniero	
	1 ^{er} Ingeniero Refrigeración	
	2 ^{do} Ingeniero refrigeración	
	3 ^{er} Ingeniero refrigeración	
5	8	1
11 tripulantes para cubierta	1 eléctrico	1 ^{er} cocinero
	2 caldereros	2 ^{do} cocinero
	6 maquinistas	2 camareros
		4 ayudantes cocina
11	9	8
Total oficinas	14	
tripulantes	28	
	42	

TRIPULANTES NECESARIOS PARA UN BUQUE DE 270.000 PIES CUBICOS
PARA EL TRANSPORTE DE BANANO.-

SUELDO MENSUALES

CUBIERTA

1 capitán \$ 1.000
 1^{er} oficial \$ 500
 2^{do} oficial \$ 450
 3^{er} oficial \$ 400
 1 radio operador \$ 350

INGENIERIA

1 Ing. Jefe (chief) \$ 800
 1^{er} Ingeniero \$ 500
 2^{do} Ingeniero \$ 450
 3^{er} Ingeniero \$ 400
 4^{to} Ingeniero \$ 350
 1^{er} Ingeniero Refrigeración \$ 450
 2^{do} Ingeniero Refrigeración \$ 400
 3^{er} Ingeniero Refrigeración \$ 350

BUSINESS PART

Jefe mayordomo \$ 400

5

8

1

11 tripulantes para
 cubierta \$ 250 c/u

1 electricista \$ 300
 2 caldereros \$ 250 c/u
 6 maquinistas \$ 250 c/u

1^{er} cocinero \$ 360
 2^{do} cocinero \$ 250

2 camareros \$ 150 c/u

4 ayudantes cocina
 (\$ 100 c/u)

11

9

8

Total oficiales 14

Tripulantes 28
42

CARACTERISTICAS IMPORTANTES DE ALGUNOS BUQUES BANANEROS

	<u>BALEARES</u>	<u>SAN BLAS</u>	<u>ECUADOR MARU</u>	<u>ATITLAN</u>
VELOCIDAD (nudos)	17.7	18.5	20.	19.25
ESLORA	317'	400'8"	419'11"	450'
MANGA	48'10"	54'	60'8"	62'
PUNTAL	19'3"	28'	36'9"	30'8"
CALADO		21'2"	24'7"	27'6"
B/H		2.5	2.47	8.26
L/D	16.5	14.5	11.65	14.63
CAPACIDAD PIES CUBICOS	185,000	230,000	270,000	352,570

CARACTERISTICAS IMPORTANTES DE ALGUNOS BUQUES BANANEROS

	<u>BANANA</u>	<u>H. RAMON</u>	<u>CAMITO</u>	<u>LETABA</u>
VELOCIDAD (nudos)	18.5	19	17.5	17.5
ESLORA	370'	404'10"	415'	474'
MANGA	53'	56'5"	62'	34'9"
PUNTAL	25'5"	36'7"	34'9"	40'1"
GALADO	21'	25'5"		24'11"
B/H	2.52	2.22		2.76
L/D	16.50	14.8		11.8
CAPACIDAD PIES CUBICOS	220,000	240,000		608,820

NUMERO TOTAL DE BARCOS REFRIGERADOS EN COSTRUCION EN 1964 y

1965

DATOS OBTENIDOS DE LA PUBLICACION

INGLESA THE MOTOR SHIP

Barcos con peso muerto menor a 6,000 toneladas : 22

Barcos con peso muerto mayor a 6,000 toneladas : 23

Barcos de velocidad menor a 15 nudos : 8

Barcos de velocidad entre 15.1 y 20 nudos : 28

Barcos de velocidad entre 20.1 y 21 nudos : 8

Barcos de velocidad entre 21.1 y 22 nudos : 1

Barcos de velocidad mayor a 22 nudos : 0

BIBLIOGRAFIA

1.- DESIGN AND CONSTRUCTION OF STEEL MERCHANT SHIPS

Written by a group of Authorities

David Arnott, Editor

Published by: The Society of Naval Architects
and Marine Engineers 1.955

2.- PRINCIPLES OF NAVAL ARCHITECTURE, Volume I y II

Written by a group of Authorities

Henry E. Russell, Lawrence B. Chapman. Editors

Published by: The Society Of Naval Architects
and Marine Engineers 1.962

3.- OCEAN ORE-CARRIER ECONOMICS AND PRELIMINARY DESIGN

By Prof. Harry Benford

Presented at the Annual Meeting, New York, N.Y.

November 13-14, 1.958, Of The Society of Naval
Architects and Marine Engineers.

4.- FISHING BOAT OF THE WORLD;

By Jan-Olof-Traung, 1.960

5.- FOLLETO ELABORADO POR EL MINISTERIO DE INDUSTRIAS Y COMERCIO DEL ECUADOR

Para uso del Grupo Ecuatoriano que estudia la
formación de la Flota Bananera Ecuatoriana

Abril, 30 de 1.965