



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar**



“ESTUDIO TECNICO-ECONOMICO PARA EL  
INCREMENTO DEL DESPLAZAMIENTO DEL B/T  
TAURUS MEDIANTE EL AUMENTO DEL CUERPO  
MEDIO PARALELO”

**TESIS DE GRADO**

Previa a la Obtención del Título de:  
**INGENIERO NAVAL**

Presentada por:

**Liborio Fernando Gómez Murrieta**

Guayaquil - Ecuador

1.991

DEDICATORIA



BIBLIOTECA  
ING. ING.  
UNAM

A MIS PADRES

AGRADECIMIENTO



BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARITIMA

Al Dr. JOSE R. MARIN y al  
Ing. JOHNNY DOMINGUEZ RUIZ  
por la colaboración recibida  
durante el desarrollo de este  
trabajo



.....  
Ing. Néstor Alejandro O.  
Presidente del Tribunal



.....  
Dr. José R. Marín L.  
Director de Tesis



BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARITIMA



.....  
Ing. Jorge Faytong D.  
Miembro del Tribunal



.....  
Ing. Marco Velarde T.  
Miembro del Tribunal

DECLARACION EXPRESA



BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARITIMA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL).

.....  


LIBORIO F. GOMEZ MURRIETA



RESUMEN

Esta tesis tiene como finalidad desarrollar un método para seleccionar la eslora a incrementarse en un buque operativo. Para tal objetivo se utiliza "programación por metas", aplicándose esta metodología en el "B/T "TAURUS". Los pasos desarrollados en la aplicación de este método se describen a continuación:

En el capítulo 1 se presentan las características esenciales del problema: descripción del "B/T TAURUS", restricciones técnicas, restricciones económicas, y criterios subyacentes.

La metodología propuesta desarrollada en el capítulo 2 involucra : un análisis técnico de los circuitos y sistemas a bordo, un análisis económico del incremento de la capacidad de carga, y el desarrollo de la metodología "SESLIN".

La aplicación del método "SESLIN" se realiza en el capítulo 3. Se incluye la determinación de parámetros y restricciones técnico-económicas, que se utilizan en el programa que evalúa el modelo ; y un análisis gráfico de los resultados obtenidos. Esto sirve para la

determinación del rango óptimo de la eslora fundamentado en lo definido en la función objetivo.

Finalmente, en el capítulo 4 se realiza un análisis de sensibilidad del resultado, y la validación del modelo mediante un análisis comparativo de la eslora incrementada con relación a las dimensiones actuales del B/T "TAURUS" y la determinación de la influencia del gasto de inversión en el costo del transporte.

Con el estudio técnico-económico realizado en el "B/T TAURUS", se puede concluir que el incremento del desplazamiento que satisfice las metas propuestas se obtiene con un aumento en el cuerpo medio paralelo de 13.22 m en su eslora actual. Entonces, la eslora óptima a la cual debe llegar es de 62 m.

## INDICE GENERAL

RESUMEN.....	VI
INDICE GENERAL .....	VIII
INDICE DE FIGURAS.....	XI
INDICE DE TABLAS.....	XV
INTRODUCCION.....	XXI

### CAPITULO I

FORMULACION DEL PROBLEMA.....	
1.1 Descripción del B/T TAURUS.....	24
1.2 Restricciones Técnicas para el aumento de la Capacidad de Carga.....	31
1.3 Restricciones Económicas para el aumento de la Capacidad de Carga.....	54
1.4 Criterios de la Sociedad Clasificadora para Buques de Acero.....	59



## CAPITULO II

METODOLOGIA PROPUESTA.....	
2.1 Análisis Técnico de los Circuitos y Sistemas a bordo.....	62
2.2 Análisis Económico del incremento de la Capacidad de Carga.....	98
2.3 Metodología para la Selección Óptima de la Esloro	122

## CAPITULO III

APLICACION DEL METODO SESLIN.....	
3.1 Determinación de Parámetros: Caso estudio del B/T TAURUS.....	151
3.2 Descripción del Programa SESLIN.....	157
3.3 Programa de aplicación del Método SESLIN.....	160
3.4 Análisis de Resultados.....	172

## CAPITULO IV

DISCUSION DEL METODO PROPUESTO.....	
4.1 Influencia de la variación de los Parámetros en la Eslora Optima obtenida mediante el Método "SESLIN" .....	180
4.2 Análisis comparativo de la Eslora incrementada con relación a las dimensiones actuales del B/T TAURUS. ....	201
4.3 Influencia del gasto de la Inversión Inicial de la Remodelación en el Costo de Transporte.....	203
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	207
APENDICES.....	211
BIBLIOGRAFIA.....	289



DE ALMAGRAMA  
NO. 26.  
BARCELONA

## INDICES DE FIGURAS

Fig. 1	Demanda del transporte de Cabotaje.....	30
Fig. 2	Diagrama Esquemático del Circuito de Carga L=48.78 m).....	41
Fig. 3	Costos de Flete de Productos Limpios por Rutas	57
Fig. 4	Líneas de forma del B/T TAURUS con la Eslora incrementada.....	64
Fig. 5	Relación Eslora-Manga para $48\text{ m} < L < 67\text{ m}$ ....	66
Fig. 6	Relación Manga-Puntal para $48\text{ m} < L < 67\text{ m}$ ....	67
Fig. 7	Distribución actual con el Bloque Central incrementado.....	71
Fig. 8	Bloque Central $L = 11.22\text{m}$ .....	72
Fig. 9	Bloque Central $L = 12.22\text{m}$ .....	72
Fig.10	Bloque Central $L = 13.22\text{m}$ .....	73
Fig.11	Bloque Central $L = 14.22\text{m}$ .....	73
Fig.12	Bloque Central $L = 15.22\text{m}$ .....	74
Fig.13	Bloque Central $L = 16.22\text{m}$ .....	75

Fig.14	Bloque Central L = 17.22m.....	76
Fig.15	Bloque Central L = 18.22m.....	77
Fig.16	Diagrama Esquemático del Circuito de Carga (S. Bombas, L = 67m ).....	88
Fig.17	Diagrama Esquemático del Circuito de Carga (Tanques, L = 67m ).....	89
Fig.18	Circuito de Achique.....	93
Fig.19	Circuito de Extinción, CO2 para L = 67m.....	94
Fig.20	Circuito de Combustible.....	97
Fig.21	Proyección del Consumo Nacional de Gasolina..	104
Fig.22	Proyección del Consumo Nacional de Diesel....	105
Fig.23	Proyección del Consumo Nacional Fuel-Residuo.	106
Fig.24	Proyección del Consumo Nacional de Kerex.....	107
Fig.25	Proyección de Demanda Nacional de Derivados del Petróleo.....	108
Fig.26	Proyección del Crecimiento de la Flota que Transporta Derivados del Petróleo.....	109
Fig.27	Proyección de la Cantidad de Derivados del Petróleo a ser Transportado.....	110

Fig.28	Flujo de Caja.....	119
Fig.29	Costos de Construcción.....	127
Fig.30	Tiempo de Construcción.....	130
Fig.31	Costos Fijos.....	131
Fig.32	Costos Variables.....	135
Fig.33	Costos de Operación vs Años.....	136
Fig.34	Costos de Operación vs Esloras.....	137
Fig.35	Tasa de Flete Requerida.....	141
Fig.36	Tasa de Retorno.....	143
Fig.37	Tasa de Retorno (Meta P1).....	175
Fig.38	Costos de Inversión (Meta P2).....	176
Fig.39	Tasa de Flete Requerida (Meta P3).....	177
Fig.40	Tiempo de Construcción.....	178
Fig.41	Tasa de Retorno (Variación de $Z = 12\%$ ).....	184
Fig.42	Tasa de Flete Requerida (Variación de $Z = 12\%$ ). .....	185
Fig.43	Tasa de Retorno (Variación de $Z = 14\%$ ).....	187

Fig.44	Tasa de Flete Requerida (Variación de $Z = 14\%$ ) .....	188
Fig.45	Tasa de Flete Requerida (Variación $Z = 12\%$ , $t = 0.26$ ).....	191
Fig.46	Tasa de Flete Requerida (Variación $Z = 14\%$ , $t = 0.26$ ).....	192
Fig.47	Tasa de Retorno (Variación: $90\%$ de $E$ y $E2$ )...196	
Fig.48	Tasa de Flete Requerida (Variación: $C = 90\%$ ).197	
Fig.49	Tasa de Retorno (Variación: $80\%$ de $E$ y $E2$ )...198	
Fig.50	Tasa de Flete Requerida (Variación: $C = 80\%$ ).199	
Fig.51	Tasas de Flete por Rutas.....	206
Fig.52	Curvas Hidrostáticas correspondientes al B/T TAURUS ( $L = 62m$ ).....	214

## INDICE DE TABLAS

Tabla I	Elementos Estructurales actuales de Proa del B/T "TAURUS".....	32
Tabla II	Elementos Estructurales actuales de la Sección Media	33
Tabla III	Elementos Estructurales actuales de Popa del B/T "TAURUS"	34
Tabla IV	Datos técnicos de Buques que transportan Derivados del Petróleo	58
Tabla V	Reglas para Análisis del Sistema Estructural .....	59
Tabla VI	Reglas para Análisis de equipos y circuitos .....	60
Tabla VII	Características de Diseño.....	65
Tabla VIII	Relaciones de Eslora/Manga y Manga/Puntal ..	68
Tabla IX	Valores de GMt y GMl.....	69
Tabla X	Valores de Calado y Francobordo.....	70

Tabla XI	Características de los Elementos Estructurales para el Buque con su Eslora actual e incrementada.....	79
Tabla XII	Características de los Elementos Estructurales para el buque con su Eslora actual e incrementada.....	80
Tabla XIII	Potencia Requerida para una Velocidad de 9.4 nudos.....	82
Tabla XIV	Revoluciones y Características de la Hélice .....	83
Tabla XV	Características de la Línea de Eje y Hélice según A.B.S.....	84
Tabla XVI	Características de los elementos del Sistema de Gobierno.....	85
Tabla XVII	Características de Diseño de las Bombas para el Sistema de Carga.....	87
Tabla XVIII	Características de los Equipos de Fondeo y Maniobra.....	90
Tabla XIX	Sistema de Extinción.....	92
Tabla XX	Capacidades de Combustible.....	96



Tabla XXI	Porcentajes de Utilidad para B/T "TAURUS" actual.....	99
Tabla XXII	Consumo Nacional de Derivados por Productos .....	101
Tabla XXIII	Consumo Nacional Total de Derivados de Petróleo considerados.....	102
Tabla XXIV	Capacidad de Transporte de la Flota de Cabotaje Nacional.....	102
Tabla XXV	Cantidad transportada de Derivados de Petróleo.....	103
Tabla XXVI	Costos de Inversión para incrementar la Eslora del Buque.....	124
Tabla XXVII	Costos de Inversión para incrementar la Eslora del Buque según el tipo de Modificación.....	125
Tabla XXVIII	Tiempo de Construcción según el tiempo de Modificación.....	126
Tabla XXIX	Costos Fijos.....	129
Tabla XXX	Costos Variables.....	132

Tabla XXXI	Costos de Operación en función de las Esloras (60<L60+J<67), para los años 1991-2000.....	133
Tabla XXXII	Costos de Operación del buque en función de los años (1991-2000) , para 60< L60+J < 67 .....	133
Tabla XXXIII	Ingresos para Modificación 1.....	138
Tabla XXXIV	Ingresos para Modificación 2.....	139
Tabla XXXV	Ingresos para Modificación 3.....	139
Tabla XXXVI	Tasa de Flete Requerida del B/T "TAURUS" con la Eslora incrementada.....	140
Tabla XXXVII	Tasa de Retorno con su Eslora incrementada .....	142
Tabla XXXVIII	Restricciones de los Circuitos y Sistemas del Buque con la Eslora incrementada....	153
Tabla XXXIX	Parametros que influyen sobre la Tasa de Retorno.....	155
Tabla XL	Parametros que influyen sobren la Tasa de Flete Requerida.....	156

Tabla XLI	Ingresos percibidos por el Buque durante los dos primeros semestres.....	156
Tabla XLII	Prioridades de las Restricciones.....	157
Tabla XLIII	Resultados obtenidos por el Programa SESLIN para los tres tipos de Modificaciones....	172
Tabla XLIV	Valores correspondientes a las Metas del Modelo de la Función Objetivo para L*.	179
Tabla XLV	Datos de Entrada para Modificación 1....	181
Tabla XLVI	Datos de Entrada para Modificación 2....	181
Tabla XLVII	Datos de Entrada para Modificación 3....	182
Tabla XLVIII	Resultados del Análisis de Sensibilidad para las Metas P1 y P3 variando Z (12%).....	183
Tabla IL	Resultados del Análisis de Sensibilidad para las Metas P1 y P3 variando Z (14%)..	186
Tabla L	Resultados del Análisis de Sensibilidad para las Metas P1 y P3 variando Z (14%). ....	189
Tabla LI	Resultados del Análisis de Sensibilidad para las Metas P1 y P3 variando Z(14%), $t(0.26)$ .....	190

Tabla LII	Resultados del Análisis de Sensibilidad para las Metas P1 y P3 variando : Los Ingresos (90%) y la Carga anual (90%)....	194
Tabla LIII	Resultados del Análisis de Sensibilidad para las Metas P1 y P3 variando : Los Ingresos (80%) y la Carga Transportada anualmente (80%).....	195
Tabla LIV	Valores correspondientes a las Metas P1, P2 P3, y P4 obtenidas del Análisis de Sensibilidad para L*.....	200
Tabla LV	Desventajas del Buque con la Eslora Optima (L* = 62 m.).....	202
Tabla LVI	Ventajas del Buque con la Eslora Optima (L* = 62 m.).....	203
Tabla LVII	Parámetros correspondientes al Buque con L.actual (48.7 m.) y L* (62 m.) para definir los Costos de Fletes por Rutas .....	204
Tabla LVIII	Costos de Fletes por Rutas.....	205

## INTRODUCCION

Si se analiza la flota de cabotaje nacional que transporta derivados del petróleo y se crea un modelo predictivo a largo plazo de los buques que estan operando en un cien por ciento técnica y económicamente. Se puede decir que muchos buques que se dedican a esta actividad no podrán cubrir este requerimiento, debido a que han cumplido su vida útil y sus costos de operación son demasiados elevados. Lo antes citado expresa un deficit futuro en la capacidad de transporte, esta demanda requerirá ser cubierta por alternativas tales como: 1) construcción de nuevos buques, 2) aumentar la capacidad de carga en los buques que tienen esta posibilidad en areas no optimizadas ó incrementando su eslora, y, 3) con nuevos poliductos.

El objetivo principal de esta tesis es investigar la alternativa correspondiente al incremento de la eslora y aplicada al buque tanquero "TAURUS".

La metodología para la decisión del incremento se basará en la aplicación del método de programación por metas denominada "SESLIN" (SELECCION DE ESLORA INCREMENTADA). Mediante este procedimiento es posible priorizar cualquiera de las siguientes metas: maximizar la

rentabilidad, minimizar los costos de inversion, minimizar costos de fletes, así como tambien el tiempo de construcción.

La selección de la eslora se basará en un modelo matemático que esta constituido por:

- i ) Una función objetivo que involucra las metas antes definidas y los grados de realización de estas.
- ii ) Metas que representan las restricciones técnico-económicas del buque con sus respectivas prioridades, las cuales estan sujetas a la función objetivo.
- iii) La solución del modelo, cuyo resultado es la eslora óptima del buque que satisfacera las metas y restricciones de acuerdo al orden de prioridad asignada.

Adicionalmente la viabilidad de la solución será analizada a través de:

- i ) Variación de parámetros para cuantificar la sensibilidad de la solución.
- ii ) Un análisis comparativo de las ventajas y desventajas desde el punto de vista técnico -

económico del buque con la eslora actual y la eslora incrementada según la solución obtenida ( $L^*$ ),

iii) La influencia del costo de inversión realizado en el buque con la eslora óptima, sobre el costo de transporte.

## CAPITULO I

### FORMULACION DEL PROBLEMA

#### 1.1. DESCRIPCION DEL B/T/ "TAURUS"

Las características principales del "B/T TAURUS" se presentan a continuación:

Eslora en Cubierta	51.60 m.
Eslora entre Perpendiculares	48.78 m.
Manga en LAD	10.97 m.
Manga Máxima	10.97 m.
Puntal Moldeado	4.88 m.
Calado en LAD	3.05 m.
Calado en Máxima Carga	3.81 m.
Volumen de Desplazamiento en LAD	1145.00 m <sup>3</sup>
Volumen de Desplazamiento en Max.Carga	1475.00 m <sup>3</sup>
Desplazamiento en LAD en agua dulce	1145.00 ton.
Desplazamiento en LAD en Agua Salada	1175.00 ton.
Desplazamiento en Max. Carga A.Dulce	1475.00 ton.
Desplazamiento en Max. Carga A.Salada	1518.00 ton.
Francobordo en Max. Carga	1.07 m.
TP1	4.31 ton/cm
KM1	4.86 m.
Coefficiente de Bloque en LAD	0.782
Coefficiente Prismático Vertical en LAD	0.877
Coefficiente del Plano de Flotación en LAD	0.975
Coefficiente Prismático Longitud. en LAD	0.720
B.M. Transversal en LAD	10.44 m.
B.M. Longitudinal en LAD	168.90 m.
MH1	26.14 ton-m.
MT1	30.48 ton-m.
Número de Tanques de Carga	8
Capacidad de Tanques de Carga Total	311016.00 Gal.
Capacidad de Tanque 1 de Bb.	54057.00 Gal.
Capacidad de Tanque 1 de Eb.	54057.00 Gal.
Capacidad de Tanque 2 de Bb.	34034.00 Gal.
Capacidad de Tanque 2 de Eb.	34034.00 Gal.
Capacidad de Tanque 3 de Bb.	34034.00 Gal.
Capacidad de Tanque 3 de Eb.	34034.00 Gal.
Capacidad de Tanque 4 de Bb.	33383.00 Gal.



Capacidad de Tanque 4 de Eb.	33383.00 Gal.
Capacidad de Tanques de Combustible	19131.00 Gal.
Capacidad de Tanques de Agua Dulce	8545.00 Gal.
Capacidad de Tanque de Aceite	916.00 Gal.
Velocidad con Máxima Carga	10.50 nudos
Potencia de Máquina Principal	1025.00 HP
Autonomía de la Embarcación	2670.00 mill.
Número de Tripulantes	16

#### CLASIFICACION

La embarcación antes descrita, esta clasificada por la "American Bureau of Shipping", ABS, como + A1E FUEL OIL CARRIER + AMS.

#### SISTEMAS Y CIRCUITOS A BORDO

A continuación se describen brevemente los sistemas y circuitos instalados en el buque:

El sistema de propulsión, consta de una máquina principal GM L-8-645-E6 a diesel, la cual entrega su potencia a un reductor y este a su vez a un eje de acero inoxidable que tiene acoplado en su extremo una hélice de bronce de tres palas.

El sistema de gobierno está constituido por un servo motor electro-hidráulico, el cual acciona un timón hidrodinámico que tiene una área de 4.59 m<sup>2</sup>.

El sistema estructural del buque está diseñado tanto longitudinalmente como transversalmente. Se puede subdividir el casco en tres zonas: la sección de

proa donde el tipo de construcción es transversal, la sección media que es de tipo longitudinal y la sección de popa que es transversal. El material utilizado es acero de construcción naval ASTM A131-78 Grado A.

El sistema de fondeo consta de un winche electro-mecánico, el cual iza las anclas de Bb y Eb.

El sistema eléctrico esta constituido por un circuito principal que esta alimentado por tres generadores de 112.5 KVA cada uno, los cuales son accionados por una máquina motriz General Motor 4-71N. Este circuito esta dividido en una barra principal de 240V, otra de 120V y una de emergencia de 240V.

El circuito de carga y descarga opera ramificado en los ocho tanques de carga y se opera con dos bombas centrifugas Worthington 5LR15, ubicadas en la Sala de bombas. El circuito de agotamiento, utilizado para descargar los residuos que no logra movilizar el circuito de carga y descarga de los tanques, utiliza dos bombas Worthington modelo 7-6A tipo volumétrico.

El circuito de combustible abastece al motor principal y a los tres generadores. Se halla

compuesto por dos bombas, una Worthington tipo volumétrica rotativa de engranaje modelo 5 GAU y la otra de tipo manual.

Los circuitos de achique y sentina se encuentran subdivididos en dos: uno que se halla en proa y otro en popa. En proa el circuito se opera con una bomba Worthington modelo D-100/3"\*1-1/2"\*8 tipo centrífuga impulsor cerrado, ubicada en el castillo. En popa se opera con dos bombas Worthington modelo D-1000/3\*2\*\*6 ubicadas en sala de máquinas.

El circuito de ventilación instalado es de dos tipos: forzada y natural. La ventilación forzada se realiza mediante ventiladores y extractores, ubicados en sala de máquinas, en sala de bombas y en la cocina. La ventilación natural se realiza mediante cuellos de ventilación y toberas de extracción ubicados en el castillo de proa, pañol del contramaestre, bodega de proa y cofferdam.

El circuito contra incendio emplea agua salada y medios de extinción de CO<sub>2</sub>, espuma y polvo seco. En el circuito de agua salada se encuentran instaladas nueve estaciones, las cuales están alimentadas por dos bombas Worthington, modelo D-100/3\*1-1/2\*8, y una D-100/3\*1-1/2\*8 accionada por un motor eléctrico y

un motor a diesel, respectivamente. El circuito de CO2 para la protección de los tanques de carga y sala de máquinas, está distribuido desde una batería de botellas a través de un circuito que se extiende por las zonas antes mencionadas. El sistema de polvo seco para protección en sala de máquinas auxiliares de proa y sala de máquinas auxiliares de popa, está constituido por extintores. El circuito de espuma, consta de extintores de nueve litros ubicados a lo largo del buque.

#### SERVICIO QUE PRESTA EL "TAURUS"

El buque transporta aproximadamente 280000 galones de derivados del petróleo, concretamente diesel y gasolina, en cada viaje. Las rutas que cubre anualmente son las siguientes:

- De Esmeraldas a Manta
- De Esmeraldas a la Libertad
- De Esmeraldas al Depósito Sur de Guayaquil
- De Esmeraldas a Tres Bocas
- De Esmeraldas a Galápagos
- De Esmeraldas a Puerto Bolívar

Recorriendo de esta manera un total de 60800 millas al año, aproximadamente.

## DEMANDA DEL MERCADO DE HIDROCARBUROS

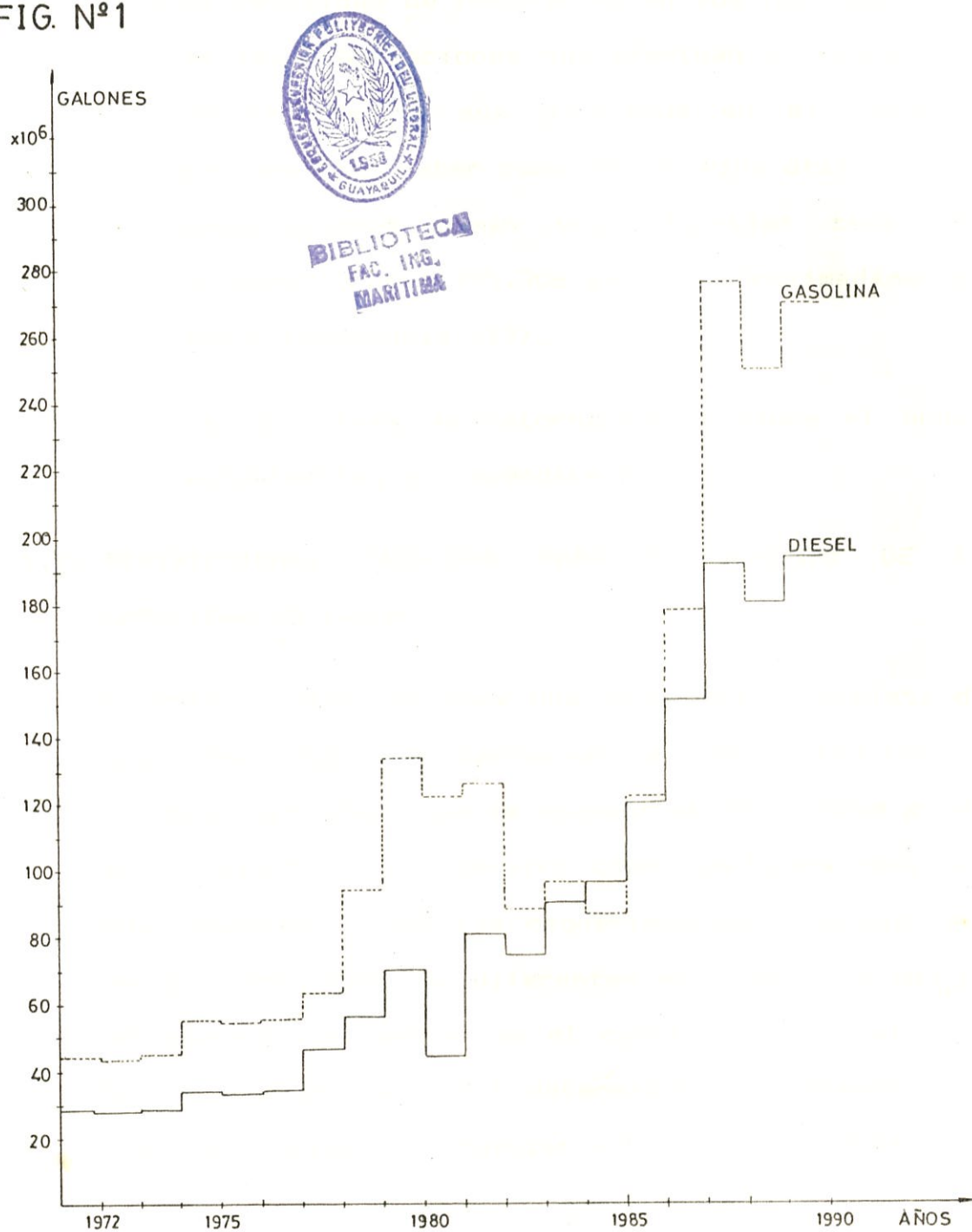
La curva de demanda de los fletes que realizan los buquestanques se ha incrementado con el paso del tiempo, ya que tanto la producción como el consumo nacional de derivados del petróleo se ha incrementado. Podemos observar como varía la demanda al representar los datos obtenidos de las estadísticas hidrocarburíferas, referencia (26), desde el año 1972 hasta el año 1990 en la figura No1. Esta denota claramente el incremento gradual del transporte de cabotaje nacional de los derivados del petróleo en el país.

## NECESIDADES DEL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE CARGA

Las razones que justifican el incremento de la capacidad de carga del B/T TAURUS son las siguientes:

- i ) El crecimiento del consumo nacional de derivados del petróleo, lo que implica que la oferta de transporte ofrecida por las 24 naves que efectúan el cabotaje nacional y que suman una capacidad total de transporte de 19.760.615 galones aproximadamente, deberá ser incrementada, veáse referencia (17).

FIG. N°1



DEMANDA DEL TRANSPORTE DE CABOTAJE

ii ) La necesidad de renovación en los próximos años de las embarcaciones que efectúan el transporte de petróleo y sus derivados en el cabotaje nacional por haber cumplido su vida útil. Estas embarcaciones suman una capacidad total de transporte de 6.795.306 galones aproximadamente, según referencia (17).

iii) La baja tasa de retorno que produce el buque actualmente, ver apéndice F.

## 1.2. RESTRICCIONES TECNICAS PARA EL AUMENTO DE LA CAPACIDAD DE CARGA.

En este capítulo se hace una descripción completa de los elementos que conforman a los circuitos y sistemas actuales, que se encuentran instalados en el B/T "TAURUS". Esto servirá como base para realizar una comparación con los requerimientos técnicos que se definirán para las diferentes esloras a las que se incrementará el buque, en el capítulo 2 literal 2.1. De esta manera se podrá determinar que elementos se requiere modificar o cambiar y cuales puede mantener.

## SISTEMA ESTRUCTURAL

Los elementos estructurales que constituyen la sección de proa se describen en la tabla I, la sección media en la tabla II y la sección de popa en la tabla III.

Elementos Estructurales	Medidas en mm.
Roda	PT 203 *12.0
Longitudinales del Fondo	L150*150*12.0
Longitudinales de Cubierta	L100*75.6
Longitudinales de Costados	L127*89*9.5
Cuaderna, Planas	T762*150*9.5
Cuaderna, Buláncama de Costados	T300*150*9.5
Cuaderna, Baos	T457*150*9.5
Mamparo Central, Tracas	Plancha e=8.0
Mamparo Central, Buzarda	Plancha e=8.0
Mamparo Transversal:	
Traca Superior	Plancha e=6.0
Tracas Inferiores	Planchae=9.6
Refuerzos de Mamparo:	
Vertical	L127*89*.9.5
Horizontal	L150*150*12
Forro del Fondo	Plancha e=9.5
Forro del Costado	Plancha e=9.5
Eslora de Cubierta	T457*150*9.5
Forro de Cubierta	Plancha e=9.5

ELEMENTOS ESTRUCTURALES ACTUALES DE PROA DEL B/T "TAURUS"  
Tabla I



Elemento Estructurales	Medidas en mm.
Longitudinales de Fondo	L150*150*12
Longitudinales del Costado Sup.	L127*89*9.5
Longitudinales del Costado Inf.	L100*75*9.5
Longitudinales de Cubierta	L100*75*6
Esloras de Cubierta	T457*150*9.5
Cuadernas, Planas	T762*150*9.5
Cuaderna, Bulárcamas de Costado	T457*150*9.5
Cuaderna, Baos	T533*150*9.5
Mamparo Longitudinal, Traca Sup.	Plancha e=8
Mamparo Longitudinal, Traca Inf.	Plancha e=9.5
Mamparo Transversal, Traca Sup.	Plancha e=9.5
Mamparo Transversal, Traca Inf.	Plancha e=6.0
Refuerzo Vertical de Mamparo Long	L100*75*9.5
Refuerzo Horizontal de Mamparo Long	L127*89*9.5
Refuerzo Vertical de Mamparo Transv	L127*89*9.5
Refuerzo Horiz. de Mamparo Transv.	L150*150*12
Forro de Fondo	Plancha e=9.5
Forro de Costado	Plancha e=9.5
Forro de Cubierta	Plancha e=9.5 y e=8.0

ELEMENTOS ESTRUCTURALES ACTUALES DE LA SECCION MEDIA DEL  
B/T "TAURUS"  
Tabla II

Elementos Estructurales	Medidas en mm.
Cuaderna Reforzada, Plana	T914*150*9.5
Cuaderna Ref., Bulárcama de Costado	T300*150*9.5
Cuaderna Reforzada, Bao	T457*150*9.5
Cuaderna, Plana	PT914*9.5
Cuaderna, Bulárcama de Costado	L100*100*9.5
Cuaderna, Bao	L127*89*9.5
Esloras de Cubierta	T457*150*9.5
Longitudinales del Costado	T457*75*9.5
Mamparo Transversal, Traca Superior	Plancha e=8.0
Mamparo Transversal, Traca Inferior	Plancha e=9.5
Doble Fondo, Quilla	PT 914*9.5
Doble Fondo, Puntales	PT 150*9.5
Doble Fondo, Forro	Plancha e=9.5
Refuerzos de Mamparo Transversal	L150*150*12
	L127*89*9.5
	L100*100*9.5
	L100*75*9.5
Forro del Fondo	Plancha e=9.5
Forro del Costado	Plancha e=9.5
Forro de Cubierta	Plancha e=8.0
Codaste, Planas	Plancha e=9.5
Codaste, Longitudinal	PT 165*89
Codaste, Forro	Plancha e=9.5
Zapata	Barra 127*100



BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARITIMO

ELEMENTOS ESTRUCTURALES ACTUALES DE POPA DEL B/T "TAURUS"  
Tabla III

SISTEMA DE PROPULSION

Esta constituido por:

Una máquina principal GM-L-8-645-E6, de 1025 HP a 900 RPM, un reductor de 2.758:1 adelante, 2.827:1 atrás. La línea de eje que consta de: un eje de cola de diámetro 165 mm de acero inoxidable, un prensa estopa con su respectivo empacador de bronce fundido, mergollar de agua de 25.4 mm de espesor, un túnel de

diámetro 323.8 mm cédula 80, un portabocín diámetro 304.8 mm cédula 80, un bocín bronce - caucho diámetro exterior 123 mm, diámetro interior 165 mm, una brida interior de acero forjado Grado 2, 8 pernos de amarre de brida interior con brida de la máquina de acero alta tensión  $T_r=48-60 \text{ kg/mm}^2$  -  $E = 20\%$ , una tuerca de bronce diámetro 114 mm - 4 hilos por pulgada, una contratuerca de bronce diámetro 114 mm- 4 hilos por pulgada de bronce, y una chaveta de 25.4\*25.4 mm. de acero inoxidable y una hélice de diámetro 2235 mm., paso 1270 mm. de bronce - manganeso,  $DAR = 0.46$ ,  $MWR = 0.30$ ,  $t$  mínimo = 97.5 mm., 3 palas.

#### SISTEMA DE GOBIERNO

Es del tipo electro hidráulico, se halla conformado por los siguientes elementos:

Un servo motor, de torque continuo de trabajo 2.1 t-m, y torque máximo 2.5 t-m.

Un equipo de potencia con un motor de 10 HP y una bomba hidráulica.

Una pala de sección transversal hidrodinámica con una area de  $4.59 \text{ m}^2$  y su escantillonado es el siguientes refuerzos horizontales pt de 127\*9.5 mm., refuerzos verticales platina de 127\*9.5 mm., forro de la plancha  $e = 9.5 \text{ mm.}$ , el material ASTM A 131-78

Grado A, un barón superior de diámetro 165 mm., material Aquamet 17, un barón inferior de diámetro 165 mm, material Aquamet 17, brida acoplada al barón superior, su material ASTM A-131-78 Grado A, y espesor 54 mm., brida acoplada al barón inferior, su material es ASTM A-131-78 Grado A, espesor 54 mm.

Pernos de unión de brida inferior con superior diámetro 38 mm., acero de alta tensión,  $T_r = 48-60 \text{ kg/mm}^2$ ,  $T_r = 32 \text{ Kg/mm}^2$ , espesor = 20%.

La mecha superior de diámetro 300mm., cédula 80.

#### SISTEMA DE FONDEO

Consta de los siguientes elementos:

- i ) Un winche de 25 HP, 220 V, motor General Electric con freno, reducción planetaria 17:1 con drive 15:1, y dos tambores. Opera con una carga 21000 lbs. a una velocidad máxima de 8.53 m/min. y mínima de 2.13 m/min.
- ii ) Un ancla de 2045 lbs. y otra de 2041 lbs., ambas con una carga de prueba de 42117 lbs. Están acopladas a los tambores del winche. Un ancla de respeto de 2945 lbs. y una carga de prueba de 42276 lbs.

iii) Diez paños de cadena de 27.5 m, cada uno, diámetro de 31.75 mm., de acero Grado 2, con un carga de prueba de 99200 lbs y una carga de rompimiento de 129000 lbs. Los eslabones de unión de diámetro 39.7 mm., están hechos de acero de alto esfuerzo con una carga de prueba de 198500 lbs. y una carga de rompimiento de 284000 lbs.

#### SISTEMA ELECTRICO

Está constituido por:

Un circuito alimentado por tres generadores, cada uno de ellos con una potencia de 112.5 KVA, FP = 0.8, voltaje 240/120 VAC, 3 fases, 1800 RPM, frecuencia 60 ciclos. Cada generador está acoplados a una máquina matriz General Motor 4.71 N diesel. El circuito antes mencionado se halla dividido en una barra principal de 240 V, una barra de 120 V y una de emergencia de 240 V. En la barra de 240 V están conectados:

- a) 2 bombas contra incendio de 15 HP cada una.
- b) 2 bombas de achique de sentina de 3 HP cada una.
- c) 2 bombas de agotamiento de 10 HP cada una.
- d) 1 bomba de transferencia de combustible de 3 HP.

- e) 1 bomba de transferencia de aceite de 2 HP.
- f) 2 compresores de aire de 3 HP cada uno.
- g) 2 unidades de aire acondicionado de 60000 BTU/hr.
- h) 1 cocina eléctrica de 15 KW.
- j) 2 calentadores de agua de 4.5 KW. cada uno.
- k) 2 ventiladores en la sala de máquina de 5 HP cada uno.
- l) 1 ventilador en la sala de máquina de 2 HP.
- m) 1 extractor de cocina de 1 HP.
- n) 1 ventilador de cocina de 2 HP.
- ñ) 1 motor del cabrestante de 25 HP.
- o) 1 bomba de enfriamiento auxiliar de 1.5 HP.
- p) 2 bombas del sistema de gobierno de 10 HP cada una.
- q) La barra principal de 120 V.
- r) La barra de emergencia de 240 V.

En la barra de 120 V están conectados el sistema de alumbrado general el cual demanda una potencia total de 30805 vatios. En la barra de emergencia de 240 V están conectados.

El panel de luces de navegación y señalización.

2 tomas de 175 KW cada una.

1 toma de 125 W.

2 tomas de 100 W cada una.

- 1 radar de 175 W.
- 1 equipo eléctrico de 200 W.
- 1 giro compás.
- 1 tablero de alarma del sistema de gobierno.
- 1 bomba principal y una auxiliar del sistema de gobierno.

Un circuito de emergencia constituido por una barra de emergencia de 240 V, el cual además de ser alimentado por los tres generadores anteriormente citados, también es alimentado por el generador de de emergencia. Sus características son 18.8 KVA,  $PF=0.8$ , voltaje 240/120 VAC, 1800 RPM, frecuencia 60 ciclos y está accionado por una máquina motriz ONAN RDJC-Gen Set Diesel.

Para los cálculos de corto-circuito se consideró la operación de los tres generadores en paralelo. Los datos de corto-circuito que ha continuación se presentan, se encuentran en el siguiente orden: tipo de falla, voltaje y corriente de cortocircuito.

Con generadores principales:

En la barra principal de 240 V, 3 fases, 240 VAC, 8878 Amp. En la barra en la que están conectados los

elementos h, i, j y conectados a la barra principal de 240 V tiene: 3 fases, 240 VAC, 4130 Amp.

En la barra en la que estan conectados los elementos k, l, m y conectada esta a la barra principal de 240 V tiene: 3 fases, 240 VAC y 6514 Amp.

En la barra principal 120 V: 3 fases, 120 VAC, 1545 Amp. En la barra de emergencia 120 V: 3 fases, 120 VAC, 508 Amp. En la barra de emergencia 240 V: 3 fases, 240 VAC, 1875 Amp.

Con generador de emergencia:

En la barra de emergencia 120 V: 3 fases, 120 VAC, 508 Amp. En la barra de emergencia 240 V: 3 fases, 240 VAC, 1875 Amp.

#### CIRCUITO DE CARGA Y DESCARGA

Este circuito opera con 311010 galones de derivados del petróleo, exclusivamente diesel y gasolina. Un diagrama esquemático de este se muestra en la figura No 2. Este circuito se encuentra constituido de la siguiente manera:

- i ) Dos bombas, tipo centrífuga, Worthington, modelo 5LR15, rotación 1800 RPM, potencia 60 HP, cabezal 200 pies, diámetro del impulsor





BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARITIMA

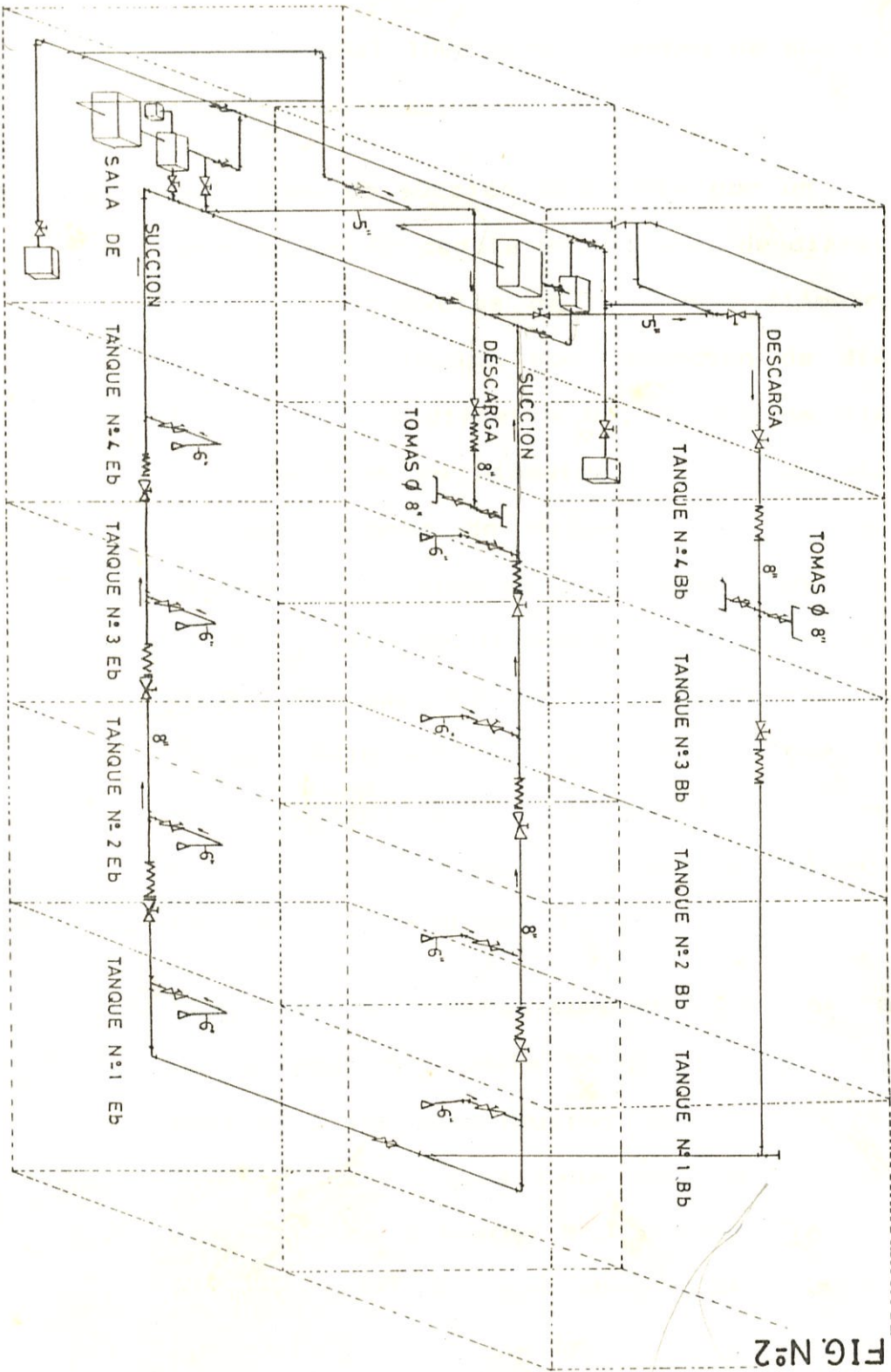


FIG. N°2

DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL CIRCUITO DE CARGA ( L=48.78 m )

fp → PV

14.5", caudal 1000 GPM, diámetro de succión 6" y diámetro de descarga de 5".

ii ) Una línea de succión compuesta por un colector de diámetro 8" cédula 80, ramales de diámetro 6" cédula 80, válvulas de compuerta diámetro 6", campanas de succión con retención de diámetro 6", bridas de diámetro 8", bridas de diámetro 6", flexibles de diámetro 8", tee de diámetro 8", reducciones de diámetro 8"\*6", codos de diámetro 6", válvulas de compuerta de diámetro de 8", filtro de diámetro 6", codo de diámetro de 8". El material de las tuberías es acero al carbono ASTM A-53 G.B., de las uniones hierro dúctil clase 150, de las válvulas de compuerta bronce y hierro dúctil, y de las válvulas de retención, hierro dúctil.

iii) Una línea de descarga compuesta por una tubería de diámetro 5" cédula 80 que se conecta a dos múltiples de distribución de diámetro 8" que tienen cuatro tomas cada una con válvulas de compuerta de diámetro 8", acoples flexibles de diámetro 8", válvulas cheque de diámetro 5", válvulas de compuerta

de diámetro 5", tees de diámetro 5", tees de diámetro 8", codos de diámetro 5", codos de diámetro de 8", reducciones de 8"\*5". El material de los elementos descritos es el mismo que el de la línea de succión.

### CIRCUITO DE AGOTAMIENTO

Consta de:

Dos bombas marca Worthington, modelo 7-GA, tipo volumétrica rotativa de engranajes, velocidad de rotación 1200 RPM, potencia de 10 HP, presión 50 psi, caudal 70 GPM, diámetro de succión 2" y diámetro de descarga 2". Estas bombas están conectadas al colector de succión del sistema de carga y descarga. Un ramal por cada tanque constituido por una tubería de diámetro 3" cédula 80, válvula de compuerta diámetro 3" y absorbente de diámetro 3" conectados estos ramales al colector de succión.

Una línea de descarga de diámetro 2" conectada a la descarga de diámetro 5" del sistema de carga y descarga. El material utilizado es: en la tuberías acero al carbono TM A-53 Grado B, en uniones hierro dúctil clase 150, válvulas de hierro dúctil y bronce, absorbentes de hierro dúctil.

## CIRCUITO DE COMBUSTIBLE

El buque tiene capacidad de 19.131 galones de diesel para consumo propio, que se encuentran distribuidos en tres tanques de almacenamiento en el doble fondo y dos tanques diarios en la sala de máquinas a E6. y a E6., a los que se encuentran acoplados los siguientes equipos:

Un motor principal GM 8E6, con un consumo de 75.2 galones por hora. Tres motores (generadores) GM 4-71N, con un consumo de 5.5 galones por hora. Un motor (generador de emergencia) ONAN 15 RDJC-Gen Set, con un consumo de 3.5 galones por hora. Una bomba contra incendio Worthington centrífuga D-100 3"\*1-1/2"\*8, con un consumo de 5.5 galones por hora.

Todo el circuito se opera con una bomba tipo volumétrica rotativa de engranaje, marca Worthington, modelo 5 GAU, rotación 1800 RPM, potencia 3 HP, presión 50 PSI, caudal 30 GPM, diámetro de succión 1-1/2", diámetro de descarga de 1-1/2" y una manual, marca Crane Deming Pumps, modelo No. 3, diámetro de succión 1", diámetro de descarga de 1", caudal aproximado de 15 GPM (presión 22 psi.).

Un múltiple de llenado de donde alimenta a todos los tanques antes mencionados, por medio de líneas de diámetro de 2".

Un múltiple de succión conectado a los tanques mencionados, con el que se hace el trasvasije de los tanques mediante líneas de diámetro 1-1/2". Además está conectado a las tomas ubicadas en cubierta con una línea de diámetro de 1-1/2".

Las características de los circuitos son los siguientes: en la descarga de bombas y llenado de tanques, tubería de diámetro 2", cédula 40, material Acero al Carbono sin costura, ASTM A-53 Grado B.

En el circuito de succión, tubería de diámetro 1-1/2", cédula 40, material Acero al Carbono sin costura, ASTM A-53 Grado B.

En el circuito de servicio de succión y descarga de la bomba manual, tubería de diámetro 1" cédula 40, material Acero al Carbono sin costura, ASTM A-53 Grado B.

Los accesorios son de material clase 150, de hierro maleable ASTM A-197. Las válvulas globo son clase 150 Bronce ASTM B-62. Las válvulas de retención

clase 1150 bronce ASTM-62. Las válvulas de cierre rapido tienen una presión de trabajo de 125 psi, bronce ASTM B-62. Los filtros separados de agua Racor 75-900 F.E. y Racor 900 F.E.

Las mangueras tienen un material Buna N cubierta de neopreno, presión de trabajo 315 psi, presión de rotura de 1000 psi.

#### CIRCUITO DE VENTILACION

Provee tanto ventilación forzada como natural, y se encuentra distribuido de la siguiente manera:

En el castillo de proa estan colocados: en el pañol del contramaestre una extracción natural y un cuello de ventilación con ductos de diámetro de 127 mm; en sala de máquinas auxiliares un extractor de tobera natural y un cuello de ventilación con ductos de diámetro 125 mm., respectivamente; en el pañol de pinturas un cuello de extracción natural y un cuello de ventilación natural con ductos de diámetro de 127 mm.

La bodega de proa consta de un hongo de extracción natural y un cuello de ventilación con ductos de diámetro 203 mm., respectivamente.

En la sala de bombas existe un ducto de extracción de 457.2\*150 mm. conectado a un extractor de 1500 pies<sup>3</sup>/min- 2.8" TP y un ducto de ventilación de 432\*150 mm. conectado a un ventilador de 1500 pies<sup>3</sup>/min-2.8" TP.

En la sala de máquinas se encuentra instalado un ducto de ventilación ramificado en dos: de 533\*254 mm, y 533\*127 mm. conectado a un ventilador de 4250 pies<sup>3</sup>/min-3.25" TP, y otro ducto de ventilación ramificado en dos de 280\*127 mm. y 457\*250 mm. conectado a un ventilador de 4250 pies<sup>3</sup>/min -3.25" TP.

En la cocina existe: un ducto de ventilación de 228\*150 mm. conectado a un ventilador de 750 pies<sup>3</sup>/min-0.60" TP y un ducto de extracción de 300\*150 mm. conectado a un extractor de 1000 pies<sup>3</sup>/min-1.1" TP.

En el comedor se encuentra instalado un extractor de pared de 100 pies<sup>3</sup>/min. En los servicios de tripulantes y oficiales se encuentra un ducto de 127\*127 mm. conectado a un extractor de 100 pies<sup>3</sup>/min. En la bodega de popa esta instalado un ducto de ventilación natural de diámetro 8" y un ducto de extracción de diámetro 203 mm.

En el compartimento del servomotor existe un ducto de ventilación natural de 203 mm. y un ducto de extracción natural de diámetro 203 mm.

El material de los ductos de ventilación forzada y natural será de acero galvanizado comercial. Su espesor es el siguiente: para ductos cuyo diámetro sea menor de 150 mm. le corresponde 0.7 mm., de 150 mm. a 300 mm., 1 mm., de 317 a 457 mm. 1 mm, de 469 a 762mm. 1.5 mm. Si los ductos son resistentes al agua su espesor será: menor de 150 mm. de diámetro 1.6 mm., de 150 a 300 mm. de diámetro 2 mm., más de 300 mm. de diámetro 3.17 mm.

Se encuentran instaladas válvulas cortafuegos y mallas antiratas en el sistema antes mencionado.

#### CIRCUITO DE ACHIQUE Y SENTINA

Los elementos que constituyen estos circuitos son:

Dos bombas marca Worthington, modelo D-100/3\*2\*6 tipo centrifuga impulsor cerrado, rotación 3350 RPM, diámetro de impulsor 4.4", potencia 3 HP, cabezal 60', caudal 100 GPM, diámetro de succión 3", diámetro de descarga 2", máximo diámetro de sólidos 0.59".



Un múltiple de succión de sentinas conectado a la succión de las bombas y por medio del cual se efectúa el achique en la sala de bombas, sala de máquinas, caja de fanjo y tunel del eje.

Una bomba marca Worthington centrífuga, tipo D-1000/3\*1-1/2\*8 impulsor cerrado, rotación 3550 RPM, potencia 15 HP, cabezal 300 pies, diámetro del impulsor 8", caudal 100 GPM, diámetro de succión 3", diámetro de descarga 1-1/2" accionada a un motor diesel. Esta bomba es la de emergencia del sistema contra incendio. Un múltiple de sección de achique, el cual esta conectado a la succión de la bomba D-1000/3\*1-1/2\*8, y este por medio de una línea al pique de proa, una línea al pañol de cadena, una línea a la bodega, una línea al tanque de lastre, una línea a la caja de mar.

Las descargas de las bombas D-1000/3\*2\*6, están interconectadas por una línea diámetro 2" con doble vía, y por encima de este las líneas son de diámetro 3" y están dirigidas una a cada banda para la descarga al mar.

La descarga de la bomba D-1000/3\*1-1/2\*8, se halla conectado a la línea de lastrado del pique de proa con un diámetro de 2", la línea de lastrado del

tanque tiene con un diámetro de 2" y la línea de descarga al mar, que esta conectada con un eductor alimentándolo con una presión de 35-150 psi, tiene una capacidad de succión de 70-150 GPM.

Las características del circuito de acuerdo a su emplazamiento son:

Todas las tuberías de succión son acero al carbono ASTM A-53 Grado B, diámetro 3" cédula 80. Las tuberías de descarga por debajo de la doble vía "by-pass" serán acero al carbono sin costura ASTM A-53 Grado B, diámetro 2" cédula 80.

Las tuberías de descarga por encima del fluido incluido la doble vía " by-pass" serán acero al carbono sin costura ASTM A-53 Grado B, diámetro 3", cédula 80. Los accesorios son hierro maleable ASTM a197 Clase 150. Las válvulas hasta diámetro bronce ASTM B-62 Clase 150 y diámetro superior a 2", hierro ductil ASTM A-395 Clase 150.

El eductor es de bronce con monel, teniendo un diámetro de descarga 3" y de alimentación 2".

## CIRCUITO CONTRA INCENDIO

El medio de extinción por CO<sub>2</sub> consta de los siguientes elementos:

Doce botellas de CO<sub>2</sub> que suman un total de 409 Kg, aplicadas en la protección de los tanques de carga, a través de líneas de descarga.

Diez botellas de CO<sub>2</sub> que suman un total de 340 Kg, aplicadas en la protección de la sala de máquinas, a través de líneas de descarga, con 14 toberas distribuidas adecuadamente. Las características del circuito son: tubería diámetro 3/4" acero galvanizado sin costura ASTM A-53 Grado B cédula 40, válvulas de diámetro 3/4" de Bronce ASTM B-26 Clase 150.

El medio de extinción por espuma esta constituida de la siguiente manera:

Un extintor de nueve litros en los siguientes compartimentos: pañol de contramaestre, pañol de pintura, bodega de proa, comedor, cocina, bodega de popa, sistema de gobierno, pasillo de camarote de oficiales, puente, y en los pasillos de tripulación.

En el medio de extinción por extintores de polvo seco existen: un extintor de 6.8 Kg en la sala de máquinas auxiliares de proa, dos extintores de 4.5 Kg en la sala de máquinas auxiliares de popa; además tiene extintores de respeto, uno por cada extintor emplazado a bordo.

El circuito de agua salada consta de:

Dos bombas eléctricas Worthington tipo centrífuga, D-100/3\*1-1/2\*8 impulsor cerrado, velocidad de rotación 350 RPM, potencia 15 HP, cabezal 300 pies, diámetro del impulsor 8", caudal 100 GPM, diámetro de succión 3", y diámetro de descarga 1-1/2".

Un colector de diámetro 3", al que están conectados las descargas de las bombas D-100/3\*1-1/2\*8. Del colector se ramifican líneas de diámetro 2" que van a las estaciones distribuidas en el buque de la siguiente manera: una en la sala de máquinas, una en la sala de bombas, cinco en cubierta principal, una en cubierta superior y una en el puente. En estas estaciones se acoplan mangueras con pitones.

Una bomba de emergencia de las mismas características que las bombas D-100/381\*1-1/288, y

accionados a diesel. Su descarga está conectada al colector de diámetro de 3".

Las características del circuito según su emplazamiento son:

La doble vía "by-pass" que comunica las dos cajas de mar (Eb-Bb) y de donde succionan las dos bombas principales será de Acero al Carbono sin costura ASTM A-53 Grado B galvanizado, diámetro 5" y cédula 80.

En la descarga la tubería será de acero sin costura ASTM A-53 Grado B galvanizado, su diámetro 2" cédula 40.

En el colector y el resto del circuito la tubería será de acero al carbono sin costura ASTM A-53 Grado B galvanizado, su diámetro 3", cédula 40. Los accesorios clase 150 que son soldados, son de acero ASTM A-234 y el de los roscados hierro maleable ASTM A-197.

Las válvulas clase 150 hasta diámetro 2" son de bronce ASTM B-62, y aquellas con diámetro superior a 2", de hierro ductil ASTM A-395.

### 1.3. RESTRICCIONES ECONOMICAS PARA EL AUMENTO DE LA CAPACIDAD DE CARGA.

El objetivo de este tema es describir las consideraciones económicas con las que se justificara el aumento de la capacidad de carga, estas son: los costos de flete de transporte de derivados del petróleo para el cabotaje nacional, gastos de operación anual del buque actualmente, y la capacidad actual de transporte de los buques. Estos datos servirán para realizar el análisis económico que se desarrollará en el capítulo 2, literal 2.2.

#### GASTOS DE OPERACION ACTUAL

Estos gastos son un promedio de los originados por el B/T "TAURUS" y buques de similares características técnicas, según referencia (30).

Los costos fijos anuales en dolares son los siguientes:

Amortización	\$	11703.00
Tripulación (16)	\$	18266.00
Seguros	\$	3847.00
Reparación y Mantenimiento	\$	18880.00
Sub-Total	\$	52692.00



**BIBLIOTECA**  
**FAC. ING.**  
**MARITIMA**

Los costos variables anuales son los siguientes:

Combustible y Aceite	\$ 270847.00
Tasas Fortuarias	\$ 1727.00
Practicaje y Remolcadores	\$ 4475.00
Carga y Descarga	\$ 1212.00
Sub-Total	\$ 278461.00

Los gastos totales anuales del buque son aproximadamente \$331157.00, sin tomar en cuenta carenamiento en dique.

#### PRECIO DEL TRANSPORTE DE CABOTAJE

Las tarifas de flete expedidas por la Dirección General de la Marina Mercante para el año 1990, en dolares por galón, se han deducido de la referencia (16). Estas son:

Ruta	Productos Negros Galón EE.UU.	Productos Limpios Galón EE.UU.
De Esmeraldas a:		
Manta	0.01655	0.01738
La Libertad	0.02100	0.02205
Dpto. Sur - Guayaquil	0.02170	0.02207
Durán	0.02220	0.02333
Tres Bocas	0.02250	0.02365
Puerto Bolívar	0.02210	0.02330
Galápagos	0.03650	0.03838
De la Libertad a:		
Manta	0.01513	0.01588
Dpto. Sur - Guayaquil	0.01483	0.01555
Durán	0.01648	0.01728
Emelec	0.01730	0.01818
Ecuafuel	0.01753	0.01840
Tres Bocas	0.01643	0.01723
Puerto Bolívar	0.01508	0.01585
Galápagos	0.03375	0.03595

Del Dpto. Sur - Guayaquil a:		
Tres Bocas	0.01213	0.01273
Puerto Bolívar	0.01420	0.01493
Manta	0.02165	0.02273

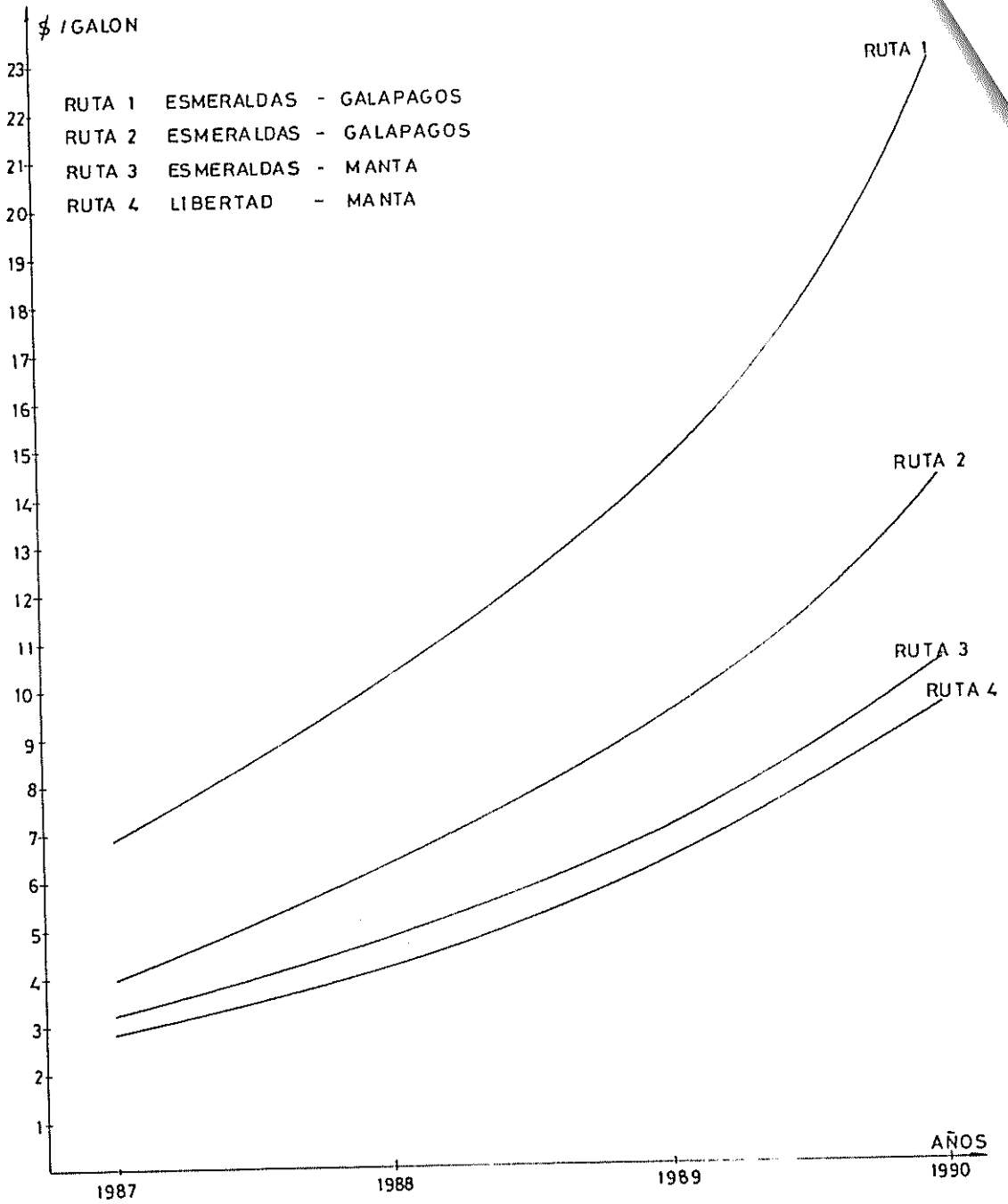
A continuación se muestra en la figura No. 3, los cambios que han sufrido estos precios a través del tiempo, en las rutas que opera el buque. Como se puede observar existe un incremento en los costos de flete, acentuándose este incremento en los últimos tres años.

#### FLOTA EXISTENTE PARA EL TRANSPORTE DE DERIVADOS DEL PETROLEO

En el Ecuador los buques que se dedican a esta actividad, según referencia (17), se presentan en la tabla IV.



FIG N° 3



COSTOS DE FLETE DE PRODUCTOS LIMPIOS POR RUTAS

Nombre	Eslora(m)	Manga(m)	Funtal(m)	Capacidad de Bodega(Barr.)	Año de Construc.
B/T JESSICA	65.75	10.00	4.95	16.645.00	1971
B/T JUPITER	53.05	9.76	4.69	10.504.00	1945
B/T MAYAICU	87.57	12.84	5.27	29.301.00	1957
B/T POTOMAC	75.06	12.22	4.45	21.642.00	1927
B/T PROVIDENCE	63.40	9.76	4.57	16.554.00	1945
B/T QUITO	77.25	11.61	4.42	14.545.00	1953
B/T RIO GUAYAS	66.56	10.67	5.01	12.786.00	1959
B/T JAVA	75.68	11.54	5.01	21.401.00	1962
B/T SPECIAL	59.87	10.19	2.56	13.045.00	1941
B/T ANA MARIA	88.42	13.00	6.60	32.323.00	1970
B/T BITANI UTARA	114.33	14.79	6.58	57.499.00	1963
B/T CLEAR FLAME	25.15	6.70	2.35	3.068.00	1952
B/T CRISTINA	99.12	14.74	6.66	57.309.00	1945
B/T CINTHIA	27.67	6.90	2.97	3.276.00	1954
B/T CHIMBORAZO	118.85	16.00	8.70	87.322.00	1973
B/T CHIQUITA	101.45	13.56	6.80	37.571.00	1963
B/T DON ERNESTO	99.08	14.93	6.65	44.388.00	1945
B/T DAYSI EDTH	35.13	5.75	1.90	2.838.00	1939
B/T ESMERALAS	106.35	16.46	5.72	47.585.00	1980
B/T FREEPOT	63.41	9.95	4.57	16.554.00	1945
B/T GEMINS	55.05	9.76	4.69	10.403.00	1945
B/T HUMBLDT	82.70	13.30	5.46	25.319.00	1968
B/T WARRIOR	88.80	12.60	6.50	35.669.00	1972
B/T TAURUS	48.78	10.97	4.88	9.873.00	1978

DATOS TECNICOS DE BUQUES QUE TRANSPORTAN DERIVADOS DEL PETROLEO  
Tabla IV

Se puede observar en la tabla IV, que muchos de los buques superan los 25 años de servicio, y por lo tanto es necesario reemplazarlos.

#### 1.4 CRITERIOS DE LA SOCIEDAD CLASIFICADORA PARA BUQUES DE ACERO

Dado que el buque analizado está clasificado bajo las reglas para la Construcción y Clasificación de Buques de Acero estipuladas por el American Bureau of Shipping, referencia (1), serán estas las aplicadas al buque para definir las consideraciones estructurales y las restricciones sobre los sistemas y circuitos a bordo. El análisis del sistema estructural se realizará basándose en los criterios presentados en la tabla V.

Capítulo	Descripción	Sub-Capítulos
4	Quillas, Roda y Codaste	4. 1, 4. 3, 4. 9,
22	Buques destinados al transporte de petróleo a granel	22. 1,22. 3,22. 5, 22. 7,22. 9,22.15, 22.17,22.19,22.21, 22.25,22.26,22.29, 22.27,22.29,22.31.

#### REGLAS PARA ANÁLISIS DEL SISTEMA ESTRUCTURAL Tabla V

El análisis del sistema de propulsión y gobierno, sistema de fondeo, sistema eléctrico, circuito de carga y descarga, circuito de combustible, circuito

de achique y contra incendio, se realizará basándose en los criterios presentados en la tabla VI.

Capítulo	Descripción	Sub-Capítulos
5	Timones y Aparatos de Gobierno	5.1,5.2,5.3,5.5,5.7,5.9,5.13,5.15.
28	Equipo	28.1,28.3,28.7,28.9,28.11,28.13.
31	Condiciones de Clasificación de la Maquinaria	31.1,31.3
35	Equipo Eléctrico	35.1,35.3,35.9,35.11,35.13,35.16,35.17,35.19,35.21,35.23,35.25,35.27,35.29,35.31,35.33,35.35,35.37,35.40,35.41,35.43,35.45,35.47,35.49,35.53,35.57,35.61.
36	Bombas y Sistemas de Tuberías	36.1,36.3,36.9,36.13,36.15,36.17,36.19,36.21,36.22,36.23,36.24,36.25,36.27,36.29,36.31,36.33,36.35,36.37,36.39,36.41,36.43,36.45,36.51,36.66,36.69,36.71,36.73,36.74.
37	Hélices y Líneas de Ejes	37.1,37.3,37.5,37.7,37.9,37.17,37.19,37.23,37.25,37.27,37.31.
39	Sistema de Extinción	39.1,39.7,39.9,39.11,39.13,39.29,39.31,39.33,39.37,39.55.

REGLAS PARA ANALISIS DE EQUIPOS Y CIRCUITOS  
Tabla VI

Tanto los datos definidos en las restricciones técnicas, en las restricciones económicas y los criterios de A.B.S., servirán para realizar el análisis técnico y económico en el capítulo 2.

## CAPITULO II

### METODOLOGIA PROPUESTA

#### 2.1. ANALISIS TECNICO DE LOS CIRCUITOS Y SISTEMAS A BORDO

El objetivo de este análisis es definir cuales son los requerimientos técnicos de los sistemas y circuitos a bordo para una operación satisfactoria del B/T "TAURUS" en función de la eslora incrementada. El rango del valor de la eslora a incrementar y sobre el que se basa este análisis se define a continuación.

La cota inferior se determina a partir de los requerimientos técnicos establecidos por el Armador: "aumentar la capacidad de carga y mantener el mismo tiempo de entrega de los derivados del petróleo en el terminal". El primer limitante se satisface con nuevos tanques de carga, los cuales requieren una longitud mínima de 6.72 m. determinada previo un muestreo de ingresos económicos obtenidos vs capacidad de carga de los buques de la referencia 17; el segundo, con una nueva sala de bombas, la cual requiere una longitud mínima de 4.5 m determinada a partir de el espacio físico mínimo requerido para

la ubicación de las motobombas, tanques diarios de combustible, bomba de achique y tuberías.

De lo antes descrito podemos concluir que la eslora actual de 48.78 m. se incrementará en un mínimo de 11.22 m. Esta es la cota inferior.

La cota superior se determina en función de los criterios de ingeniería naval y restricciones técnicas normalizadas por las reglas para la Construcción y Clasificación de la American Bureau of Shipping (A.B.S.) para buques de acero. Este análisis se realiza a continuación para los diferentes sistemas y circuitos del buque.

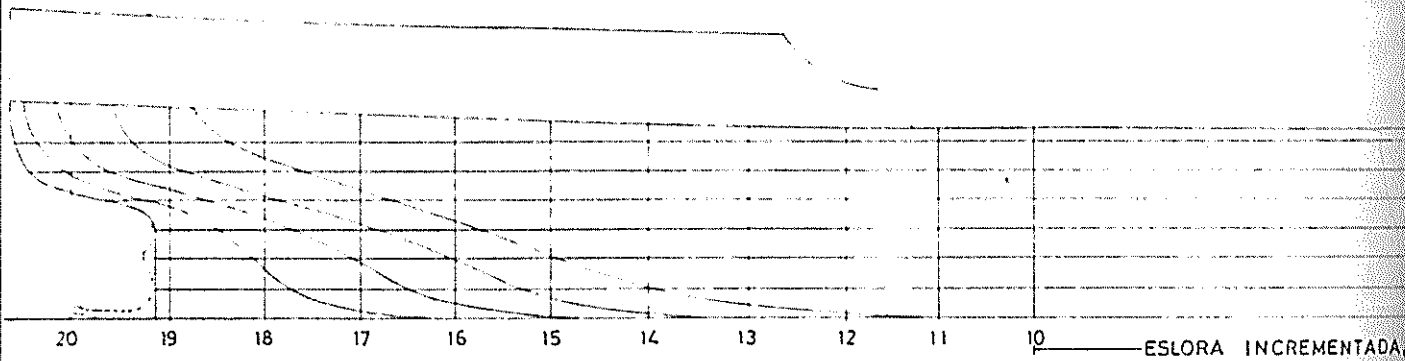
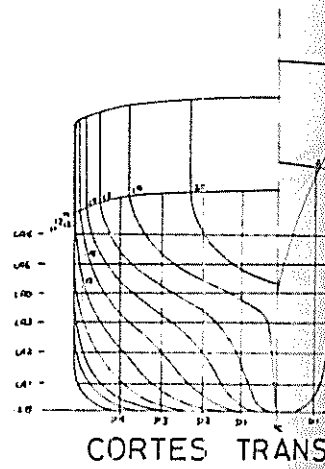
#### DEFINICION DE LAS LINEAS DE FORMA CON LA ESLORA INCREMENTADA

El aumento de la eslora, se realiza alargando el cuerpo medio paralelo de la embarcación. En la figura No.4 se muestran las nuevas líneas de forma mostrando el aumento de eslora.

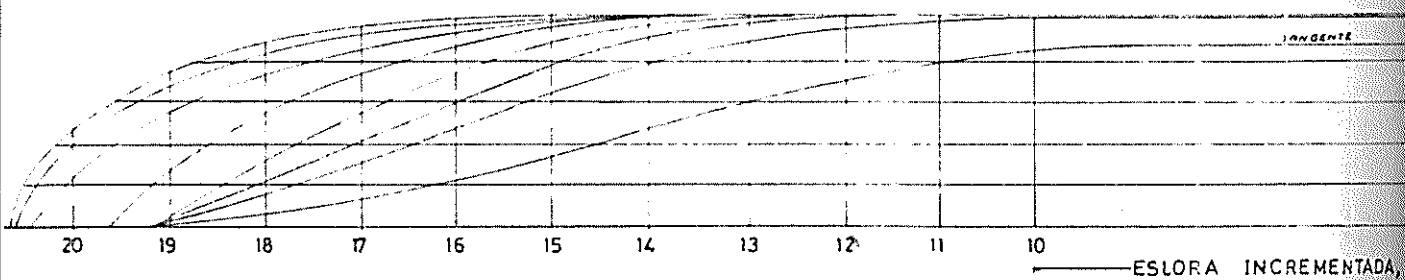
La definición de la cota superior está influenciada por los resultados de un análisis comparativo de las nuevas características de diseño del buque (con las diferentes esloras incrementadas) y de las nuevas dimensiones principales, con los de buques similares

FIG. N°4

DESCRIPCION	**							
	CONDICIONES J							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Eslora incrementada	11,22 m	12,22 m	13,22 m	14,22 m	15,22 m	16,22 m	17,22 m	18,22 m
Eslora entre perpendiculares	60 m	61 m	62 m	63 m	64 m	65 m	66 m	67 m
Eslora maxima	62,82 m	63,82 m	64,82 m	65,82 m	66,82 m	67,82 m	68,82 m	69,82 m



CORTES LONGITUDINALES VER



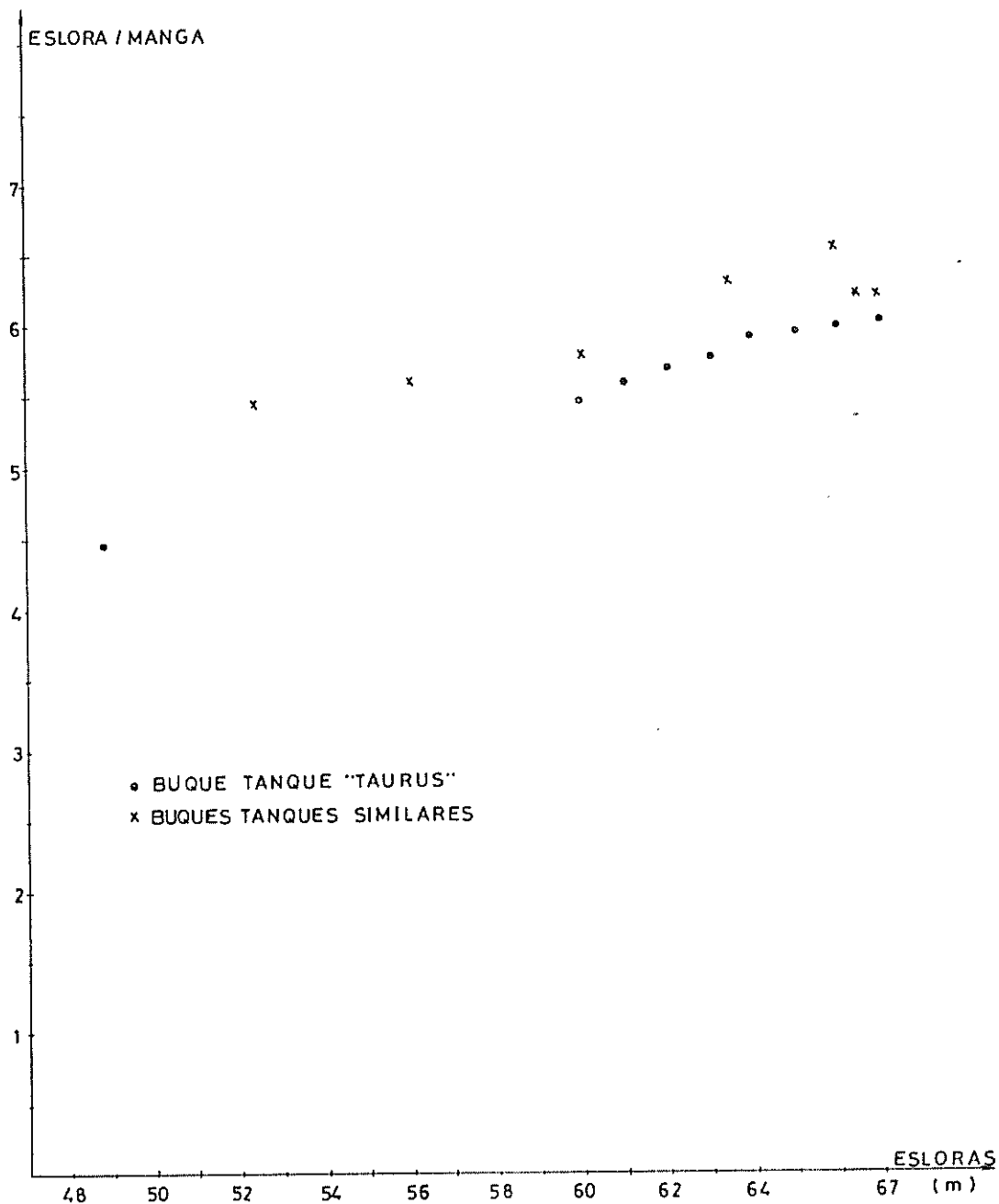
CORTES LONGITUDINALES HOR

LINEAS DE FORMA CON EL BLOQUE



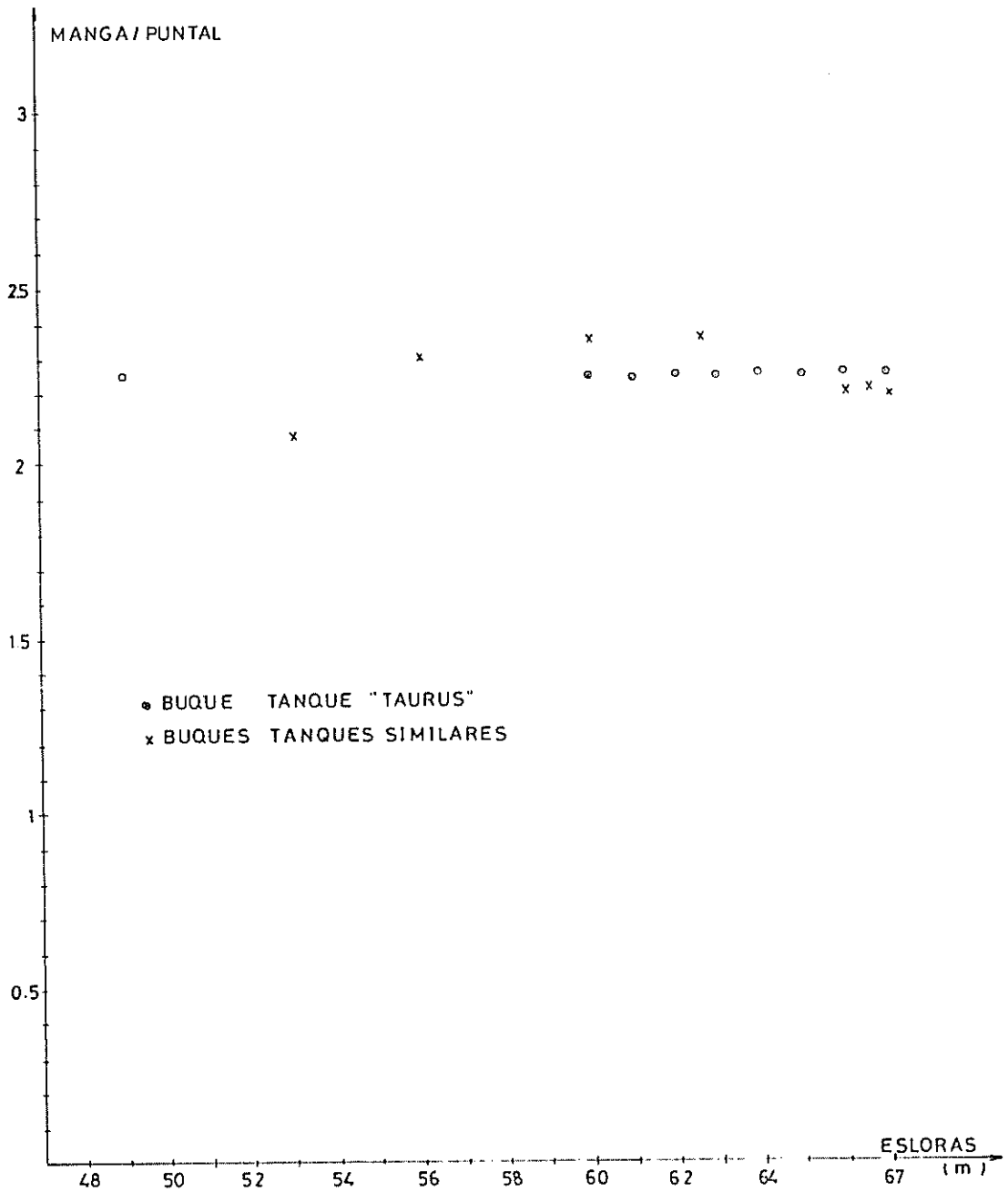


FIG. N° 5



RELACION ESLORA-MANGA PARA  $48\text{ m} \leq L \leq 67\text{ m}$

FIG. N° 6



RELACION MANGA - PUNTAL PARA  $48\text{ m} \leq L \leq 67\text{ m}$

---

 Buques Tanques Similares
 

---

Relaciones	Esloras (m)							
	53	56	60	63.5	66	66.5	67	70
Eslora/Manga	5.43	5.62	5.88	6.35	6.60	6.21	6.23	6.50
Manga/Puntal	2.08	2.30	2.37	2.37	2.19	2.21	2.19	2.40

---

 RELACIONES DE ESLORA /MANGA Y MANGA /PUNTAL
 

---

Tabla VIII

Del análisis comparativo podemos concluir que la cota superior del rango de eslora es de 67.0 m aproximadamente

#### INFLUENCIA DE LA ESTABILIDAD TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL

El análisis de la estabilidad transversal y longitudinal se ha realizado para dos condiciones: totalmente cargado y en lastre. Para dicho efecto se determinarán los GM transversal y longitudinal, para cada condición en el rango de eslora de 60 a 67 m., se utilizó el programa SHCF, referencia (19), para generar las curvas hidrostáticas y las curvas de estabilidad estática, y el método de cálculo que se encuentra detallado en el apéndice A. Los valores de GM calculados se encuentran en la tabla IX.

Eslora	GM Transv.(mm)		GM Longitud.(m)	
	En Lastre	Cargado	En Lastre	Cargado
Actual	2592	1314	80.00	71.10
60 m	2420	1341	101.72	72.12
61 m	2615	1362	115.29	74.81
62 m	2861	1397	128.70	77.12
63 m	2904	1407	127.04	77.14
64 m	2930	1425	131.07	79.85
65 m	2955	1450	146.70	82.15
66 m	3006	1315	150.20	84.37
67 m	3150	1293	156.92	87.23

VALORES DE GMT Y GMI  
Tabla IX

Si tomamos como patrón los valores de GM actuales que son aprobados técnicamente y se los compara con los nuevos valores podemos concluir que la estabilidad transversal y longitudinal del buque con sus esloras incrementadas son adecuadas y cumplen con las reglas de la Marina Mercante, ver referencia (18).

#### DETERMINACION DEL FRANCOBORDO

Los valores de francobordo para la condición de lastre y máxima carga serán determinados efectuando la sustracción del calado a máxima carga ó en lastre del puntal del buque. Dichos valores calculados se encuentran detallados en la tabla X.

Condición		Máxima Carga		En Lastre	
Eslora (m)	Puntal (m)	Calado (m)	Francobordo (m)	Calado (m)	Francobordo (m)
Actual	4.88	3.96	0.92	1.68	3.20
60	4.88	3.80	1.08	2.10	2.78
61	4.88	3.80	1.08	2.15	2.73
62	4.88	3.75	1.13	1.85	3.03
63	4.88	3.80	1.08	1.73	3.15
64	4.88	3.81	1.07	1.74	3.14
65	4.88	3.85	1.03	1.76	3.12
66	4.88	3.88	1.00	1.72	3.16
67	4.88	3.975	0.905	1.70	3.18

VALORES DE CALADO Y FRANCOBORDO  
Tabla X

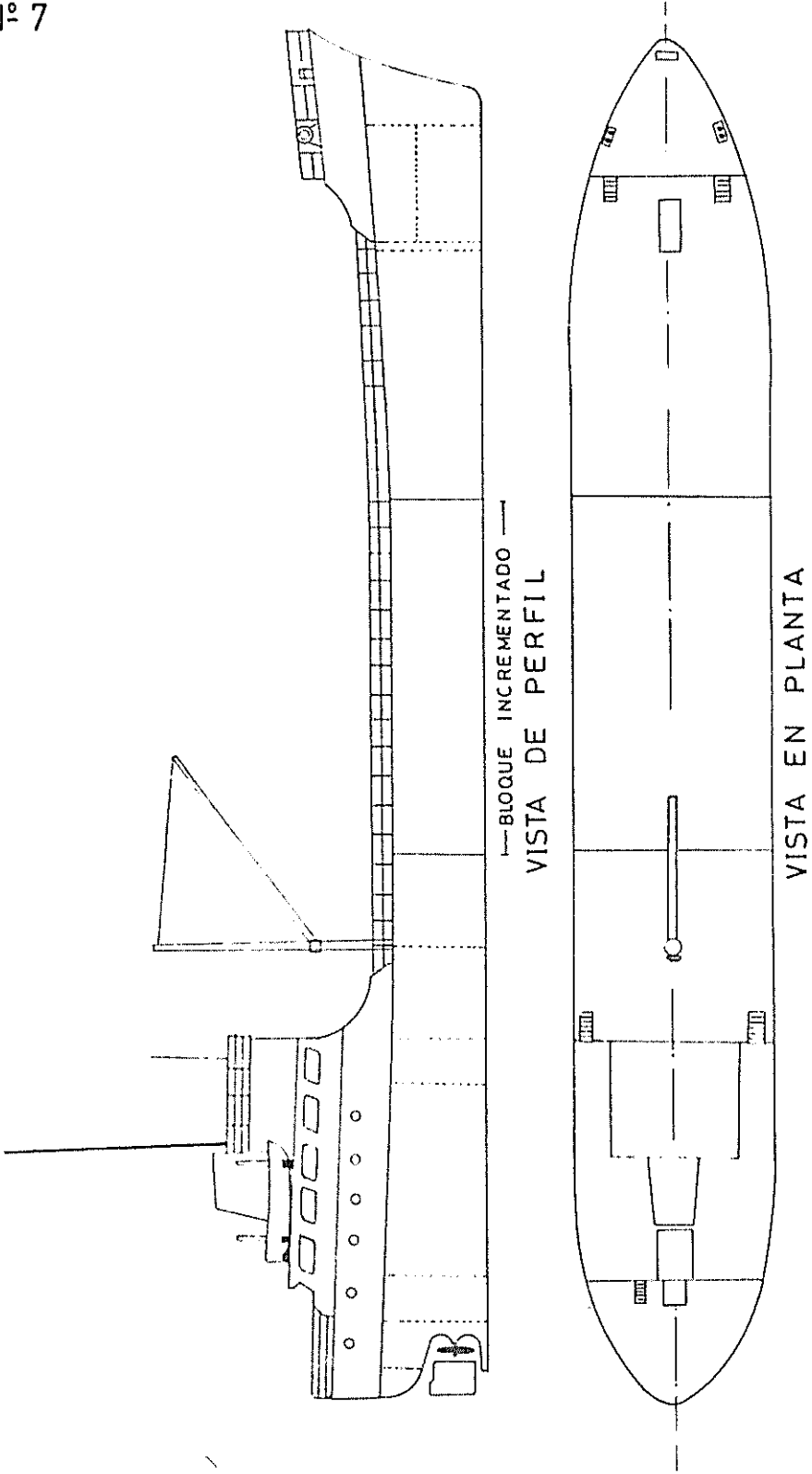
#### DEFINICION DE LA NUEVA DISTRIBUCION

A la actual distribución del B/T Taurus se le incrementará el bloque central al nivel de la estación 10, como se muestra en la figura No.7. Este bloque central será subdividido en una sala de bombas y tanques de carga. Estos tanques se incrementarán en número y capacidad de acuerdo a la eslora del bloque antes citado. Lo anteriormente explicado se muestra en las figuras No.8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, y 15.

#### REVISION DEL ESCANTILLONADO

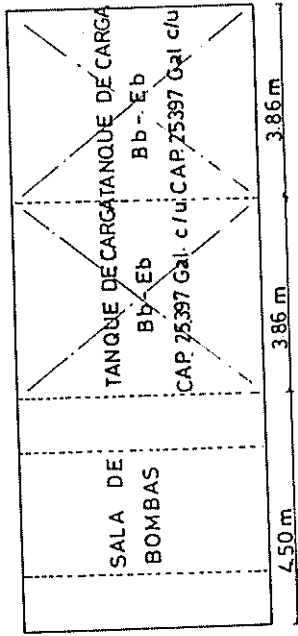
El análisis del sistema estructural del buque será desarrollado bajo los requerimientos de la sociedad clasificadora A.B.S. para buques de acero mayores de

FIG. N° 7



DISTRIBUCION CON EL BLOQUE CENTRAL INCREMENTADO

FIG N° 9



VISTA DE PERFIL

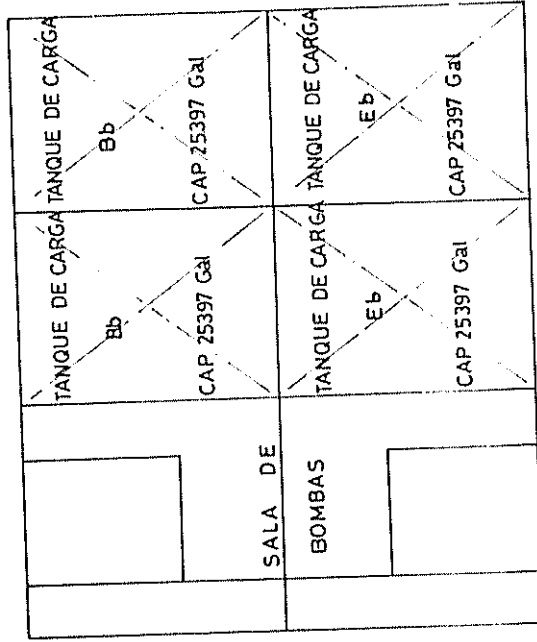
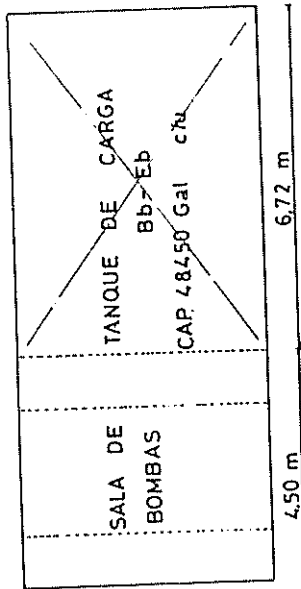
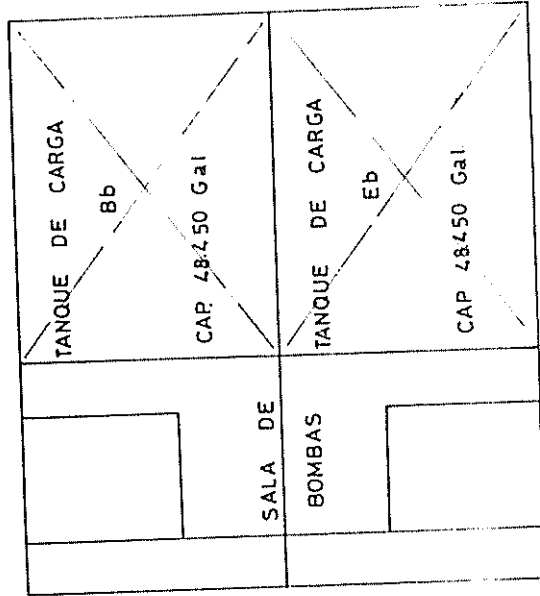


FIG N° 8



VISTA DE PERFIL



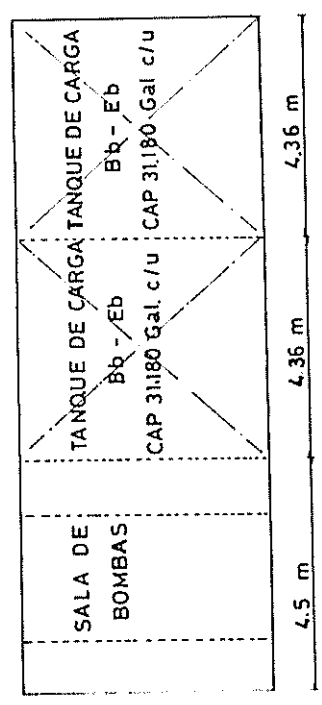
VISTA EN PLANTA

BLOQUE CENTRAL L=1222 m

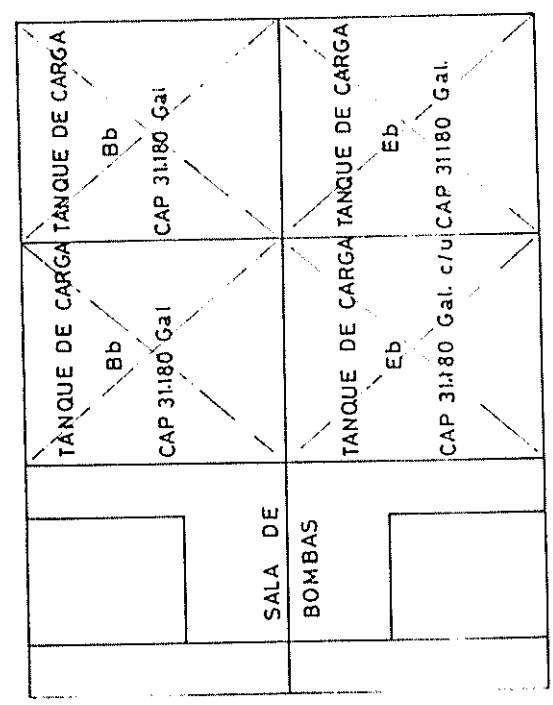
BLOQUE CENTRAL L=11.22m



FIG Nº 10

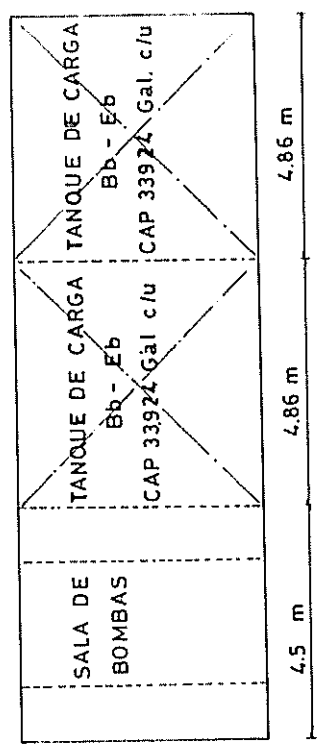


VISTA DE PERFIL

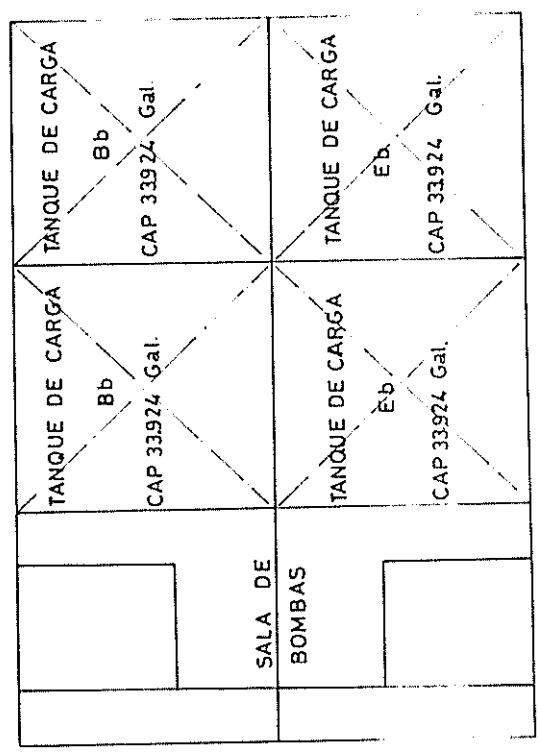


BLOQUE CENTRAL L=13.22m

FIG Nº 11

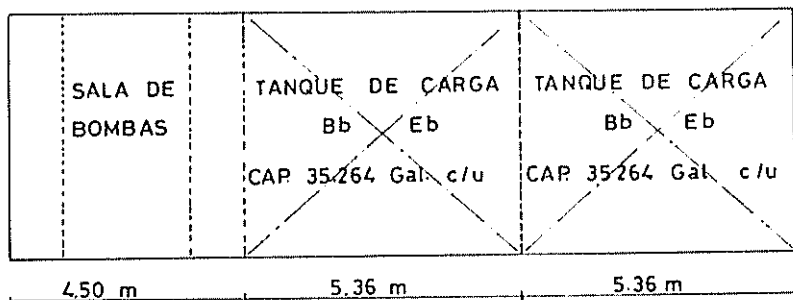


VISTA DE PERFIL

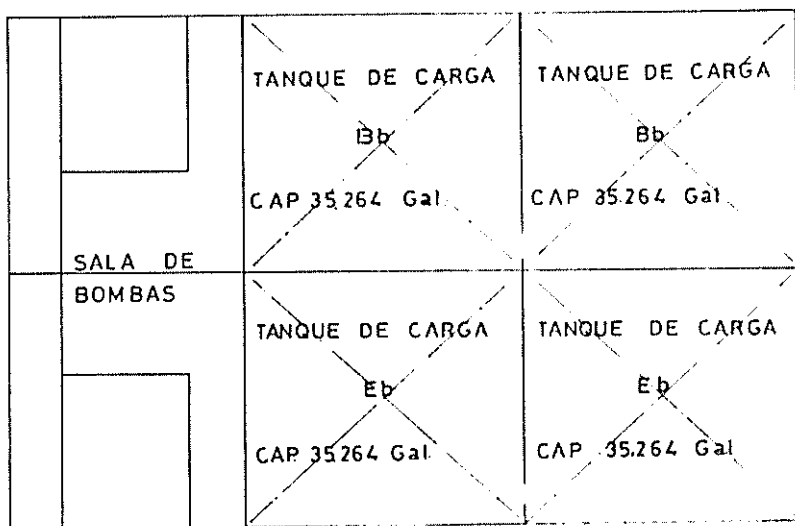


BLOQUE CENTRAL L=14.22m

FIG. N°12



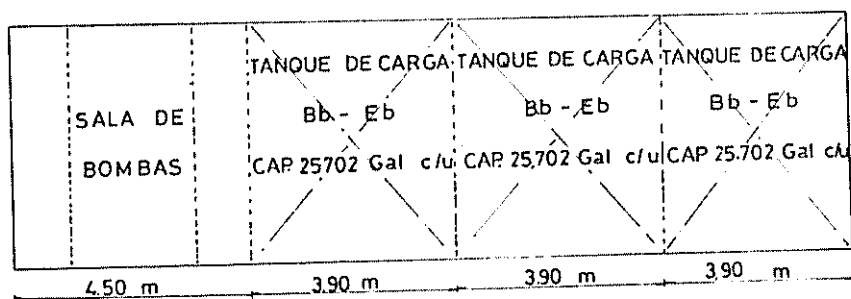
VISTA DE PERFIL



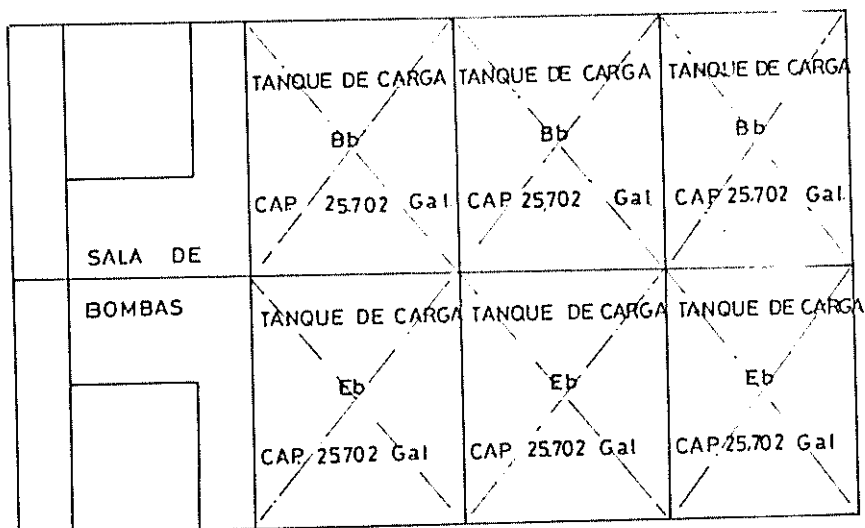
VISTA EN PLANTA

BLOQUE CENTRAL L= 15.22 m

FIG. N° 13



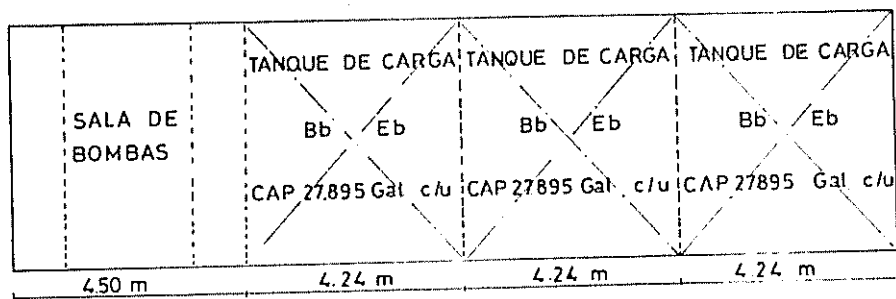
VISTA DE PERFIL



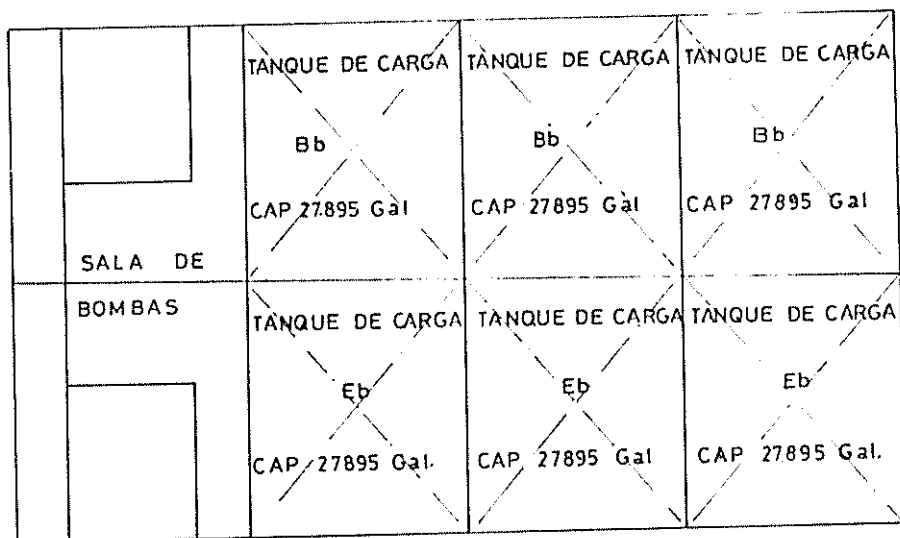
VISTA EN PLANTA

BLOQUE CENTRAL L = 16.22 m

FIG N° 14



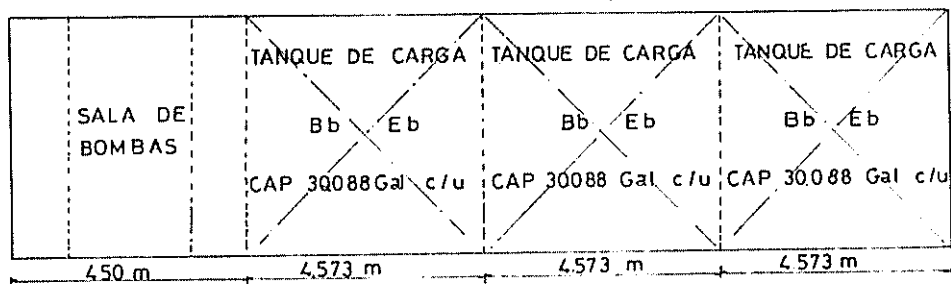
VISTA DE PERFIL



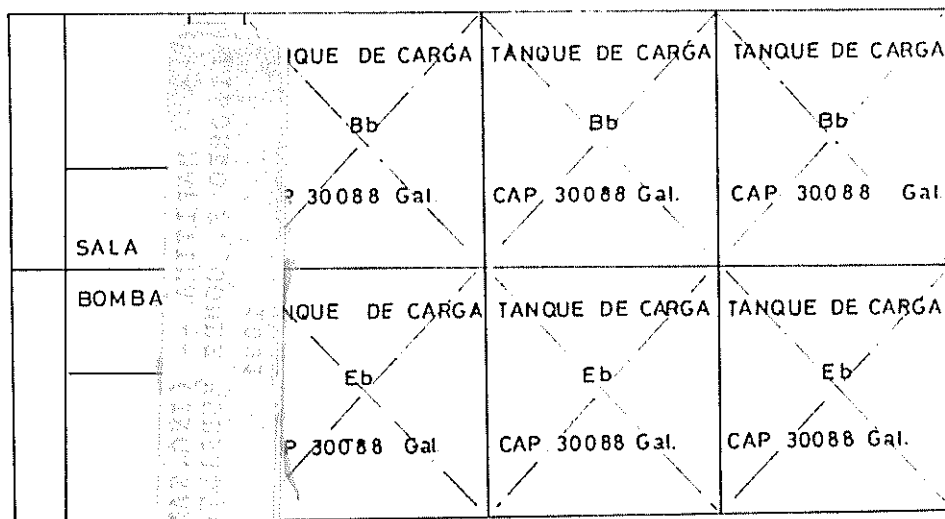
VISTA EN PLANTA

BLOQUE CENTRAL L=17.22 m

FIG. N° 15



VISTA DE PERFIL



VISTA EN PLANTA

BLOQUE CENTRAL L=1822 m

60m., referencia (1). El objetivo principal es definir hasta que eslora se puede incrementar la actual, teniendo como restricción los elementos estructurales del buque actualmente. El cálculo se ha basado en un rango de esloras de 60 a 67m., los resultados y los valores de los elementos estructurales montados en el buque se presentan en las tablas XI y XII. El procedimiento para la obtención de estos resultados se detallan en el apéndice B.



**BIBLIOTECA**  
**FAC. ING.**  
**MARITIMA**

CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES PARA EL BUQUE DE 60M. DE ESlORA ACTUAL E INCREMENTADA  
 Tabla XI

Elementos Estruct.	Esloras (m)					
	60	61	62	63	64	65
SM C. Maestra (cm3)	4255	4427	4598	4774	4950	5131
- Forro del Fondo (mm) ✓	7.89	7.95	7.97	7.99	<del>8.00</del>	8.02
Forro Fondo Pr (mm)	8.81	8.82	8.87	8.92	<del>8.98</del>	9.03
Forro Fondo Pp (mm)	8.81	8.82	8.87	8.92	<del>8.98</del>	9.03
- Forro del Costado (mm) ✓	7.89	7.98	7.99	8.01	<del>8.02</del>	8.04
Quilla Horizontal (mm)	9.35	9.45	9.47	9.49	<del>9.50</del>	9.52
Codaste (mm)	10.3	10.4	10.4	10.5	10.6	10.7
- Forro de Cubierta (mm) ✓	6.35	6.61	6.64	6.68	4950	6.75
Forro de Mamparo (mm)	8.10	8.10	8.10	8.10	4950	8.10
SM Long. Cubierta (cm3)	55	55	55	55	55	55
SM Cuadernas (cm3)	930	930	930	930	930	930
SM Ref. Mamp. Long. (cm3)	134	134	134	134	134	134
SM Long. Pantoque (cm3)	210	210	210	210	210	210
SM Baos S. Media (cm3)	940	940	940	940	940	940
- Forro - Castillo (mm) ✓	6.46	6.49	6.52	6.56	6.58	6.61
- Forro Costado Pr. (mm)	7.71	7.76	7.80	7.85	7.89	7.94
SM Ref. Inferiores en Mamp. Transv. (cm3)	324	324	324	324	324	324
SM Ref. Superiores en Mamp. Transv. (cm3)	224	234	234	234	234	234
SM Baos: Pp y Pr. (cm3)	130	130	130	130	130	130
SM Vigas Horiz. y Vigas Verticales (cm3)	961	961	961	961	961	961
SM Bulárcamas (cm3)	828	828	828	828	828	828
SM Long. Fondo (cm3)	205	205	205	205	205	205
SM Varengas (cm3)	1882	1882	1882	1882	1882	1882
SM Transv. Cubta. (cm3)	866	866	866	866	866	866
SM Vagras (cm3)	209	209	209	209	209	209
SM Esloras (cm3)	61.1	61.1	61.1	61.1	61.1	61.1
SM Long. Costado (cm3)	133	133	133	133	133	133

CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES PARA EL  
BUQUE CON SU ESLORA ACTUAL E INCREMENTADA

Tabla XI

CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES PARA EL  
BUQUE CON SU ESLORA ACTUAL E INCREMENTADA

Tabla XII



BIBLIOTECA  
ESTAD.  
VERACRUZ

Esloras (m)

Elementos Estruct.	66	67	68	69	70	Actual
SM C. Maestra (cm3)	5284	5472	5665	5860	6022	5484
Forro Fondo (mm)	8.01	8.06	8.08	8.10	8.15	9.50
Forro Fondo Fr (mm)	9.03	9.08	9.13	9.18	9.29	9.50
Forro Fondo Pp (mm)	9.08	9.13	9.18	9.23	9.32	9.50
Forro del Costado (mm)	8.05	8.07	8.08	8.09	8.11	9.50
Quilla Horizontal (mm)	9.55	9.56	9.58	9.60	9.64	2.70
Codaste (mm)	10.7	10.8	10.9	10.9	11.0	12.0
Forro Cubierta (mm)	6.78	6.82	6.85	6.88	6.90	8.00
Forro Mamparo (mm)	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	9.50
SM Long. Cubierta (cm3)	55	55	55	55	55	64.3
SM Cuadernas (cm3)	930	930	930	930	930	1142
SM Ref. Mamp. Long. (cm3)	134	134	134	134	134	244
SM Long. Pantoque (cm3)	210	210	210	210	210	332
SM Baos S. Media (cm3)	940	940	940	940	940	1142
Forro - Castillo (mm)	6.65	6.68	6.71	6.74	6.77	8.00
Forro Costado Fr. (mm)	7.98	8.03	8.07	8.20	8.15	9.50
SM Ref. Inferiores en Mamp. Transv. (cm3)	324	324	324	324	324	332
SM Ref. Superiores en Mamp. Transv. (cm3)	234	234	234	234	234	244
SM Baos: Pp y Fr (cm3)	130	130	130	130	130	134
SM Vigas Horiz. y Vert. (cm3)	961	961	961	961	961	1142
SM Bulárcamas (cm3)	828	828	828	828	828	1142
SM Long. Fondo (cm3)	205	205	205	205	205	332
SM Varengas (cm3)	1882	1882	1882	1882	1882	2640
SM Transv. Cbta. (cm3)	866	866	866	866	866	866
SM Vagras (cm3)	209	209	209	209	209	332
SM Esloras (cm3)	61.1	61.1	61.1	61.1	61.1	54.3
SM Long. Costado (cm3)	134	134	134	134	134	185

CARACTERISTICAS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES PARA EL BUQUE CON SU ESLORA ACTUAL E INCREMENTADA  
Tabla XII



Si comparamos el módulo seccional (SM) y los espesores requeridos para los elementos estructurales con los existentes en el buque, podemos concluir que la cota superior para el rango de eslora a incrementar es de 67.0 m.

#### INFLUENCIA DE LA VARIACION DE LA ESLORA EN LOS SISTEMAS A BORDO

De acuerdo con lo discutido anteriormente, el rango de eslora en que se analizarán los sistemas actuales del B/T Taurus y para los cuales se determinarán las modificaciones o incrementos a realizar, es desde 60.0 m. hasta 67.0 m.

#### SISTEMA DE PROPULSION

El estudio de este sistema está basado en la velocidad promedio para el transporte de cabotaje que es de 9 nudos, según referencia (17) en condición de máxima carga. El objetivo es el de determinar la potencia necesaria y su correspondiente línea de eje, hélice y demás accesorios según las reglas de la A.B.S., para el buque con las diferentes esloras ya establecidas. En la tabla XIII se presenta la potencia requerida para cada caso y el procedimiento de cálculo se presenta en el apéndice C.

Eslora (m)      Potencia Efectiva (HP)      Potencia al Eje (SHP)

60	692.65	1296.87
61	701.80	1324.15
62	720.20	1358.86
63	732/80	1382.64
64	745.10	1405.84
65	756.60	1416.60
66	762.60	1427.40
67	781.6	1463.00

POTENCIA REQUERIDA PARA UNA VELOCIDAD DE 9.4 NUDOS  
Tabla XIII

El buque tanque Taurus tiene una potencia al eje de 1025 HP, lo que implica que se requiere incrementar esta potencia a la especificada en la tabla XIII para desarrollar la velocidad de 9.4 nudos. Por lo tanto, el motor que tiene el buque GM L-8-645-E6 con aspiración natural, se transformará en un turbo cargado, incrementándose su potencia a 1420 HP a 900 RPM. Esto cubrirá los requerimientos para el rango de esloras de 60 m. hasta 65 m. Para el rango entre 66 y 67 m., se deberá cambiar el motor por un GM-12-645-E2 que tiene una potencia de 1500 HP a 900 RPM.

En la tabla XIV, se detallan las características de la hélice y la velocidad de rotación al eje que se necesita para cada caso. Los detalles de cálculos se presentan en el Apéndice C.

Esloza (m)	Diámetro (mm)	Paso (mm)	z	MWR	DAR	WR2 lbs-m <sup>2</sup>	RPM
Actual	2235.2	1270	3	0.30	0.460	314114	326.3
60	2235.2	1270	3	0.30	0.460	314114	326.3
61	2235.2	1270	3	0.30	0.460	314114	326.3
62	2235.2	1270	3	0.30	0.460	314114	326.3
63	2235.2	1270	3	0.30	0.460	314114	267.5
64	2235.2	1270	3	0.30	0.460	314114	267.5
65	2235.2	1270	3	0.30	0.460	314114	267.5
66	2235.2	1346	4	0.28	0.571	461161	191.0
67	2235.2	1346	4	0.28	0.571	461161	191.1

#### REVOLUCIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LA HELICE

Tabla XIV

Realizando un estudio comparativo de las características de la hélice actual con las requeridas al incrementar la esloza en el rango establecido podemos concluir que: el reductor y la hélice existentes serán las mismos para las eslozas de 60, 61 y 62 m. Para las eslozas de 63, 64 y 65 m., se cambiará la razón de reducción por una de 3.364:1, manteniéndose la hélice. Para la esloza de 66 y 67 m. se usará una reducción de 4.714:1 y la hélice se cambiará, según se indica en la tabla XIV.

En la tabla XV se presentan los requerimientos para hélices y líneas de ejes, definidos en el capítulo 37 de la referencia(1). El procedimiento para llegar a los resultados obtenidos se encuentran en el apéndice C.

Descripción	Esloras (m)							
	60	61	62	63	64	65	66	67
Proyecto de las palas, $t=0.25$ (mm)	76.1	72.1	76.1	76.1	76.1	76.1	117	117
Material Hélice	BrMn	BrMn	BrMn	BrMn	BrMn	BrMn	BrMn	BrMn
Diámetro Eje(mm)	150	150	150	160	160	160	190	190
Cojinete: L (mm)	600	600	600	640	640	640	760	760

CARACTERISTICAS DE LA HELICE SEGUN A.B.S.  
Tabla XV

La palas de la hélice actual tiene un espesor, a un cuarto del radio ( $t_{0.25}$ ) de 76.20 mm y el material es Bronce-Manganeso (Br-Mn). La línea de ejes y cojinetes existentes tienen un diámetro de 165 mm y una longitud de 762 mm respectivamente. De acuerdo a lo especificado en la tabla XV, para las esloras 60, 61, 62, 63, 64 y 65 m., la hélice, el eje y los cojinetes cumplen con los requerimientos. Para la eslora de 66 y 67 m., el eje y los cojinetes se deben cambiar. La hélice tiene un  $t_{0.25} = 125$  mm, por lo tanto si cumple con el requerimiento del ABS.

#### SISTEMA DE GOBIERNO

Debido al incremento del plano de deriva, el área requerida del timón variará. Por consiguiente el torque requerido y los elementos que constituyen el sistema también se alterarán. El análisis de este sistema determina lo requerido para cada incremento

de eslora. Los resultados se presentan en la tabla XVI y el método de cálculo en el apéndice D.

Descripción	Esloras (m)							
	60	61	62	63	64	65	66	67
Area Pala (m <sup>2</sup> )	4.84	4.92	5.0	5.1	5.18	5.26	5.33	5.42
Torque (kg*m)	2558	2643	2816	2911	3005	3099	3417	4696
Diámetro Mechas Superiores (mm)	143	144	147	149	150	152	157	160
Diámetro Mechas Inferiores (mm)	174	175	178	179	180	181	183	184
Torque (kg*m)								
Acoplam. Timón								
Horiz.Area (mm <sup>2</sup> )	6937	7060	7184	7307	7450	7490	7554	8137
SM Timón (cm <sup>3</sup> )	382	384	387	392	397	401	405	415
Forro Timón (mm)	8.9	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0

CARACTERISTICAS DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE GOBIERNO  
Tabla XVI

Los requerimientos de la tabla XVI, no son cumplidos por el sistema de gobierno actual, debido a esto se debe cambiar el servo motor, el timón y sus accesorios de acuerdo a lo requerido. Para las esloras de 60, 61, 62 y 63 m., el servo motor será de 2946 Kg\*m en trabajo continuo, el área del timón se incrementará, igualmente el resto de elementos que componen el sistema. Para las esloras de 64, 65, 66 y 67 m., el servo motor será de 5186 Kg\*m en trabajo continuo, el área del timón y el resto de elementos que componen el sistema serán los indicados en la tabla XVI. Los nuevos sistemas cumplen con las reglas establecidas por la referencia

(1) para este caso, y que se presentan en el capítulo 5 (5.13 - 5.15.1 - 5.15.3, 5.15.4 - 5.15.5, 5.15.6 - 5.15.9 - 5.15.10 - 5.15.12 - 5.15.13 y 5.15.14.).

#### SISTEMA DE CARGA Y AGOTAMIENTO

El estudio de este sistema tiene como objetivo calcular sus características para poder efectuar la carga y descarga (diesel-gasolina-kerex) de los tanques a incrementarse. Se tiene como parámetro principal el tiempo de carga y descarga actual que es de 2.5 horas. Además una revisión del sistema anterior, el cual debe cumplir con lo reglamentado por A.B.S., referencia (1).

El sistema actual efectúa la carga y descarga de los tanques 1Bb, 1Eb, 2Bb, 2Eb, 3Bb, 3Eb, 4Bb y 4Eb desde la sala de bombas. Según la nueva distribución los tanques 1Bb-Eb, 2Bb-Eb y 3Bb-Eb se encuentran más a proa, lo que implica que el cabezal total del sistema se incrementa de 51.0 m. a 55.2 m. y la potencia requerida de la bomba a 59.7HP. Por lo tanto las bombas montadas actualmente en el circuito cubren estos nuevos requerimientos debido a que su potencia es de 60HP. El método seguido para la obtención de los resultados se encuentra detallado en el apéndice E.

Las características de la bomba que se requiere montar en el nuevo circuito de acuerdo a los incrementos de la eslora, se presentan en la tabla XVII. La metodología para la obtención de los resultados se encuentra en el apéndice E.

Descripción	Esloras (m)								
	60	61	62	63	64	65	66	67	
Potencia (HP )	24	30	30	30	30	50	50	50	
Cabezal (m )	44	45	45	45	45	46	46	46	
Gaudal (GMP)	500	600	600	600	600	800	800	800	
Diámetro de Impulsor (mm)	300	336	336	336	336	336	336	336	
NFSH (mm)	254	254	254	254	254	280	280	280	

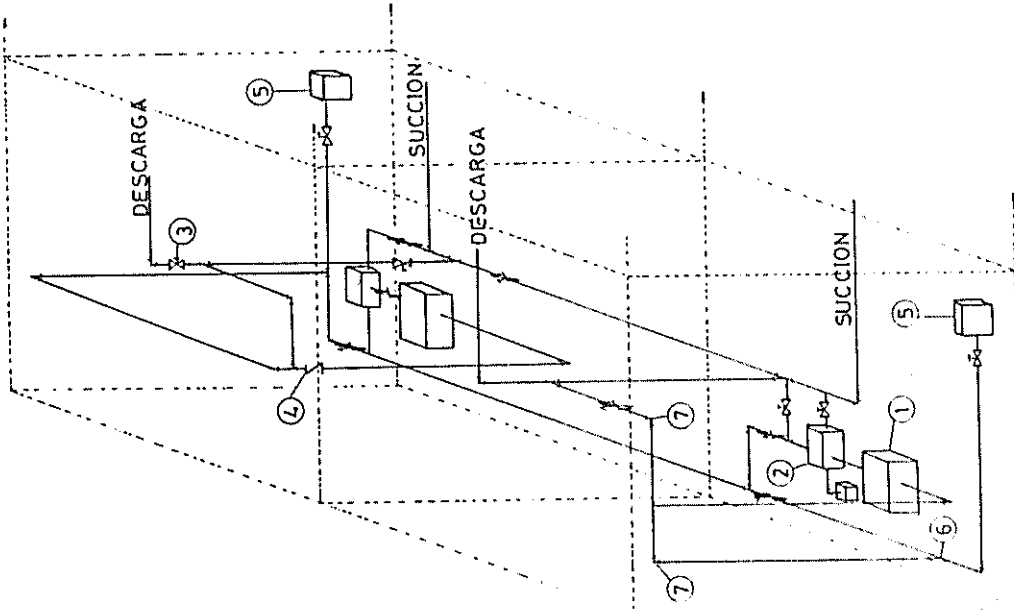
#### CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO DE LAS BOMBAS PARA EL SISTEMA DE CARGA

Tabla XVII

Las bombas seleccionadas tendrán las características de diseño presentadas en la tabla XVII y serán del tipo centrífuga, marca Worthington modelo 5LR15. Estas se ubicarán de acuerdo a la distribución ya establecida, y serán accionadas por un motor que se acopla a dicha bomba por un eje.

Todos los nuevos circuitos y los antiguos cumplen con las reglas establecidos por A.B.S. que se encuentran detalladas en el capítulo 36 de la referencia (1). El arreglo esquemático de la sala de bombas y el circuito para el buque de eslora de 67.0 m. se presentan en las figuras No.16 y 17, respectivamente.

FIG Nº 16



ITEM	DESCRIPCION
1	Bomba Centrifuga
2	Filtro
3	Valvula de compuerta
4	Valvula cheque
5	Caja de mar
6	Tee
7	Codo

DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL CIRCUITO DE CARGA (S. BOMBAS, L=67 m )



FIG N°17



VALVULA DE COMPUERTA



ACOPLE FLEXIBLE



ABSORBENTE CON RETENCION



CODO



TEE



BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARITIMA

DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL CIRCUITO DE CARGA (TANQUES, L = 67 m)

## ✕ EQUIPOS DE FONDEO Y MANIOBRA

/ El análisis de este sistema tiene como finalidad determinar los elementos requeridos, basados en las reglas de A.B.S~~X~~, específicamente en el capítulo 28 (28.1, 28.3 y 28.9), para los incrementos de esloras establecidas anteriormente. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla XVIII y el procedimiento de cálculo se detalla en el apéndice F.

Descripción	Esloras (m)								
	60	61	62	63	64	65	66	67	
Número de Equipo	356	356	356	356	356	356	356	356	
Numeral de Equipo	U12	U12	U12	U12	U12	U12	U12	U12	
/ Ancla: Número,	3, 1140 Kg. c/u, de leva sin cepo								
Peso, Tipo									
Cadena, Diámetro	30 mm, acero de alta resistencia								
Material, Longitud	grado 2, 385 m.								
Estachas: Número,	4								
Longitud, Carga de	140 m., 9000 Kg.								
Rotura									
Cables de Remol-	180 m.								
que: Longitud,	22800 Kg.								
Carga de Rotura	X								

### CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS DE FONDEO Y MANIOBRA Tabla XVIII

El winche que se requiere debe tener una carga de operación de 25000 libras y velocidad 8.53 m/min máxima - 2.13 m/min mínima. Si comparamos el sistema actual con el descrito en la tabla XVIII, podemos concluir que:

El ancla debe ser cambiada por ser de peso inferior al requerido. La longitud de la cadena debe ser incrementada en 110 m. Las estachas deben ser cambiadas por ser de carga de rotura inferior a la requerida. Los cables de remolque si cumplen con las características, por lo tanto se mantienen. El winche no cumple con los requerimientos de diseño, lo que implica que se debe de cambiar.

#### SISTEMA DE ACHIQUE Y CONTRAINCENDIO

El circuito de achique que se encuentra instalado en el buque no se modificará. Se ha comparado éste con los requerimientos que exige la sociedad clasificadora A.B.S. para buques mayores a 60 m., específicamente el capítulo 36:(36.27.1-36.29.10, 36.29.-36.29.4-36.31.1, 36.31.2, 36.35.4-36.35.6, 36.35.7), cumpliendo a cabalidad lo exigido por dichas reglas. Esto implica que se puede utilizar para las esloras a que se va a incrementar el buque.

Al sistema de achique existente se suma un circuito independiente que opera en la nueva sala de bombas, éste será accionado por una bomba marca Goulds 1"\*1 1/2" - 6STAA que tiene las siguientes características: caudal 700 GPM, cabezal 18.3 m., potencia 2 HP a 2900 RPM, y es accionada por un

motor a diesel. La bomba y el motor se colocarán en el cuarto donde se encuentra el motor que acciona la bomba de circuito de carga y descarga. En la figura No.18 se muestra un arreglo esquemático del circuito, el cual cumple con los requerimientos de A.B.S.

El sistema contra incendio actual, con los incrementos de esloras requiere las siguientes modificaciones:

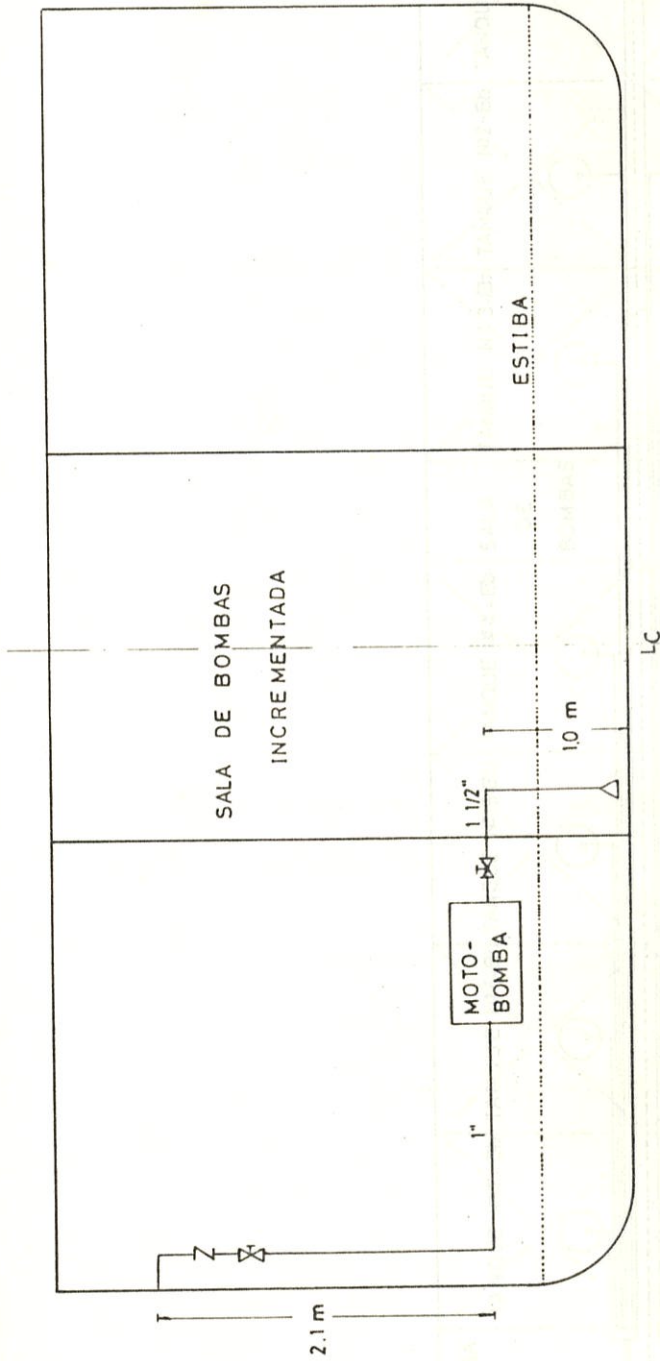
1. En el circuito de agua salada; se ramificará una línea de diámetro 50 mm. desde el colector de diámetro 75 mm. y se dirigirá a la nueva sala de bombas.
2. En los medios de extinción, se incrementará un nuevo circuito de CO<sub>2</sub>, el cual protegerá los nuevos tanques de carga. La capacidad de este circuito será de acuerdo al incremento de la eslora, o sea al volumen y número de tanques, el cual se especifica en la tabla XIX. El circuito para una eslora de 67 m. se muestra en la figura 19.

Descripción	Esloras (m)							
	60	61	62	63	64	65	66	67
Cantidad de CO <sub>2</sub> (Kg)	127	133	164	178	186	202	220	237

SISTEMA DE EXTINCION  
Tabla XIX

FIG. N°18

FIG N°19



△ ABSORBENTE CON RETENCION

⋈ VALVULA DE COMPUERTA

∩ VALVULA CHEQUE

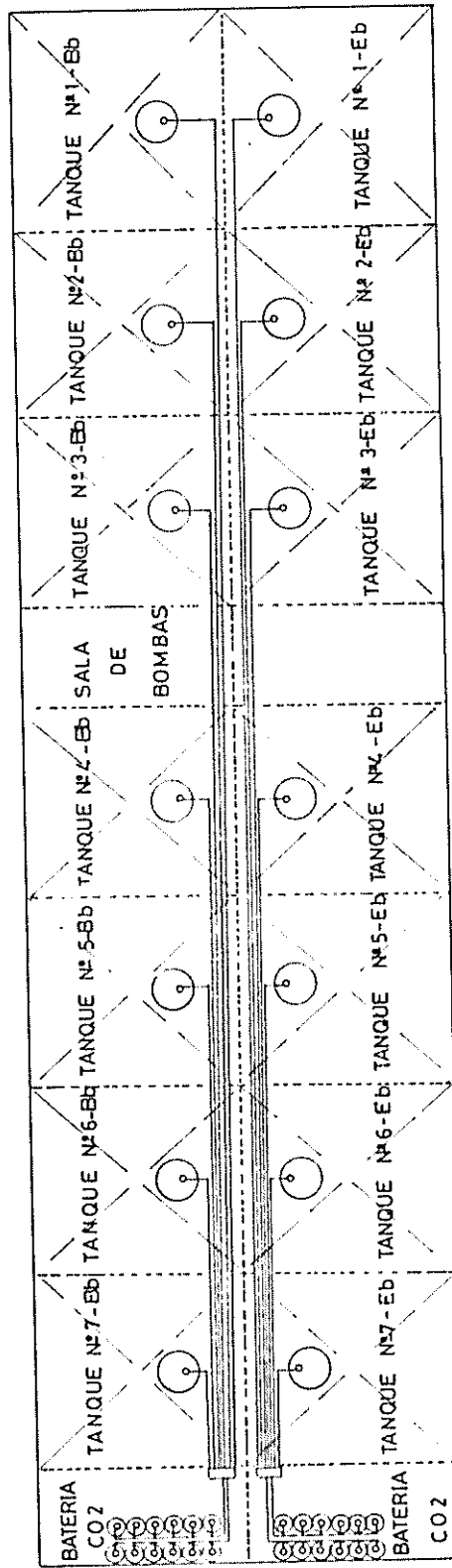
┌ CODO

### CIRCUITO DE ACHIQUE

BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARITIMA



FIG. N°19



CIRCUITO DE EXTINCION CO2 PARA L=67 m

Tanto el sistema contra incendio actual y el incrementado, se han verificado que cumplen con los requerimientos del capítulo 49 (49.79.1-49.79.2, 49.79.3-49.79.4-49.79.5) que establecen las reglas de A.B.S. para buques de eslora mayor a 60 m.

#### CIRCUITO DE COMBUSTIBLE

El análisis de este circuito tiene como objetivo principal:

1. Verificar si el actual circuito cumple con las reglas de A.B.S., capítulo 36.45, capítulo 34.23 (34.23.a y 34.23.b) y los capítulos 34.25, 34.26 y 34.27, respectivamente.
2. Determinar la capacidad de combustible que requiere el buque.
3. Determinar las características de los circuitos a incrementar de acuerdo a las reglas de la A.B.S. mencionadas en la referencia (1).

Los objetivos 2 y 3 se analizarán para las diferentes esloras a las que se puede incrementar el buque.

Después de una revisión del actual circuito de combustible podemos concluir que éste si cumple con los requerimientos exigidos por la A.B.S.

La capacidad de combustible del buque de acuerdo a las esloras se presenta en la tabla XX y el cálculo de estos se detalla en el apéndice G.

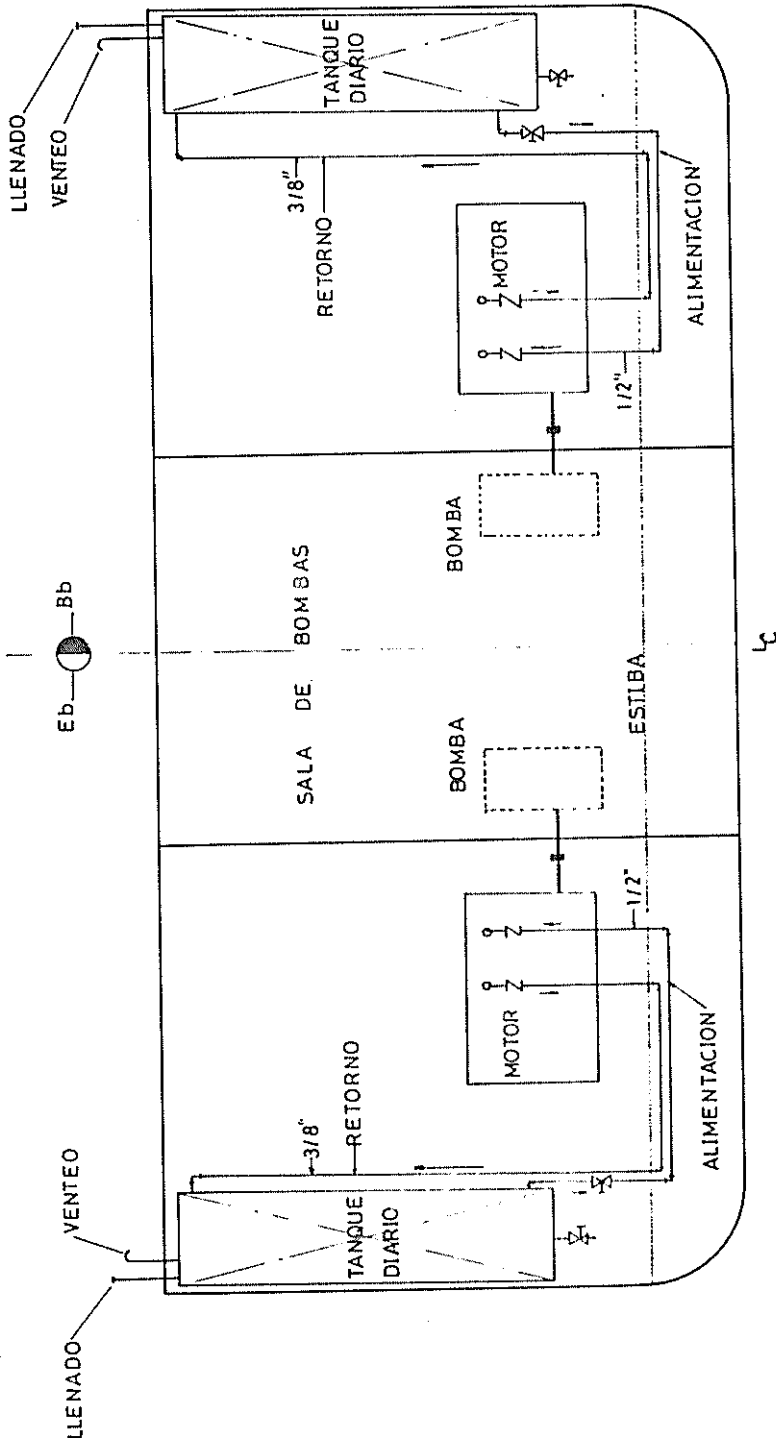
	Esloras (m)							
Descripción	60	61	62	63	64	65	66	67
Capacidad (Galones)	13400	13400	13400	13400	13400	13400	14400	14400

**CAPACIDADES DE COMBUSTIBLE**  
Tabla XX

Los motores que accionarán las nuevas bombas de carga, descarga y achique tendrán un circuito independiente; es decir en el cuarto del motor se ubicarán, tanto a Bb como a Eb tanques con una capacidad de 300 galones cada uno. El circuito mencionado se muestra en la figura No.20, y cumple con los requerimientos de la A.B.S.



FIG. N° 20



CIRCUITO DE COMBUSTIBLE

∇ VALVULA CHEQUE

⊏ VALVULA DE COMPUERTA

⌋ CODO

## 2.2. ANALISIS ECONOMICO DEL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE CARGA

La finalidad de éste subcapítulo es determinar una proyección de la cantidad de derivados del petróleo a ser transportada en cabotaje nacional en un lapso de diez años ( periodo del prestamo ) y definir un procedimiento matemático que determine la rentabilidad del proyecto. Esto se realizará para los diferentes incrementos de eslora a los que estará sujeto el B/T Taurus, en el lapso de tiempo mencionado.

### ESTADO ACTUAL DEL B/T TAURUS

La funcionabilidad de los circuitos y sistemas que constituyen el buque, son los parámetros con los que se determinará el estado actual del mismo. Esta posibilidad potencial y capacidad relativa de cumplir sus funciones será representada en porcentajes de utilidad según se define en la referencia (33).

La tabla XXI indica en forma resumida la utilidad del B/T Taurus.

Descripción	Utilidad
Sistema Estructural	90%
Sistema de Propulsión	90%
Sistema de Gobierno	85%
Sistema de Fondeo y Maniobra	92%
Sistema Eléctrico	90%
Sistema de Carga y Descarga	90%
Sistema de Combustible	90%
Sistema de Achique y Contraincendio	90%
Sistema de Ventilación Forzada	95%
Habitabilidad	85%
Protección del Casco	70%
Equipos de Navegación	95%

**PORCENTAJES DE UTILIDAD PARA B/T TAURUS ACTUAL**  
Tabla XXI

Los porcentajes de utilidad que se indican en la tabla XXI, según la referencia (21), denotan que el buque esta operativo, y que requiere mantenimiento cuando esta utilidad está debajo del 95%.

#### DEMANDA

El objetivo que se requiere en este análisis es definir la proyección de la cantidad transportada de los derivados de petróleo hasta el año 2000. Esta se basará en el consumo nacional de los derivados del petróleo y de la capacidad de la flota de cabotaje para efectuar el transporte en nuestro país.

La proyección de la demanda que a continuación se realizara se basara en un pronóstico cuantitativo, utilizando los datos históricos tomados de la

referencia 26, y un método de pronóstico definido en las referencias 28 y 10. El método a utilizarse es (según el modelo) un sistema que utiliza modelos casuales de pronóstico en el que se relacionan cantidades con otros factores, utilizando la regresión. Para la decisión tomada de utilizar el método, antes descrito se realizó un análisis selectivo entre los siguientes métodos de pronósticos:

- i) Modelos casuales de pronóstico: regresión y econométrico
- i)) Modelos de series de tiempo con tendencia

Dicho análisis selectivo se encuentra detallado en el apéndice H, de donde se concluye que el método de "modelos casuales de pronóstico" a utilizarse es el de regresión en base del valor del coeficiente de correlación  $r$  (donde  $r = (\text{variación explicada} - \text{variación no explicada}) / \text{variación total}$ ).

El consumo nacional de gasolina, diesel, fuel oil-residuo y kerex, se representan en la tabla XXII, valores tomados de la referencia (26).

Millones de Barriles

Millones de Toneladas

Año	Gasol.	Diesel	F.O. Kerex Resid.	Gasol.	Diesel	F.O. Kerex Resid.		
1982	11	7.3	7.0	2.65	1.16	0.77	0.74	0.28
1983	9.5	6.9	6.9	1.90	1.00	0.73	0.74	0.20
1984	10	6.7	7.5	2.28	1.05	0.70	0.79	0.24
1985	10	7.0	8.5	2.16	1.05	0.74	0.89	0.23
1986	10.6	7.0	7.0	1.50	1.12	0.74	0.74	0.16
1987	10.5	7.6	7.15	1.00	1.05	0.80	0.75	0.10
1988	10.5	7.3	7.0	0.89	1.05	0.77	0.74	0.09
1989	11.5	9.2	8.5	0.91	1.21	0.97	0.89	0.09
1990	12.5	9.45	9.5	1.10	1.31	0.99	1.00	0.11

CONSUMO NACIONAL DE DERIVADOS POR PRODUCTOS  
Tabla XXII

Con los valores indicados en la tabla XXII, para cada uno de los derivados del petróleo, se desarrolla una regresión lineal y se obtienen ecuaciones del tipo  $y=ax+b$ , que identifican la proyección del consumo nacional y se muestran a continuación :

$$y = -436.17 + 0.225x \text{ (para gasolina)} \quad (2.1)$$

$$y = -565 + .288x \text{ (para diesel )} \quad (2.2)$$

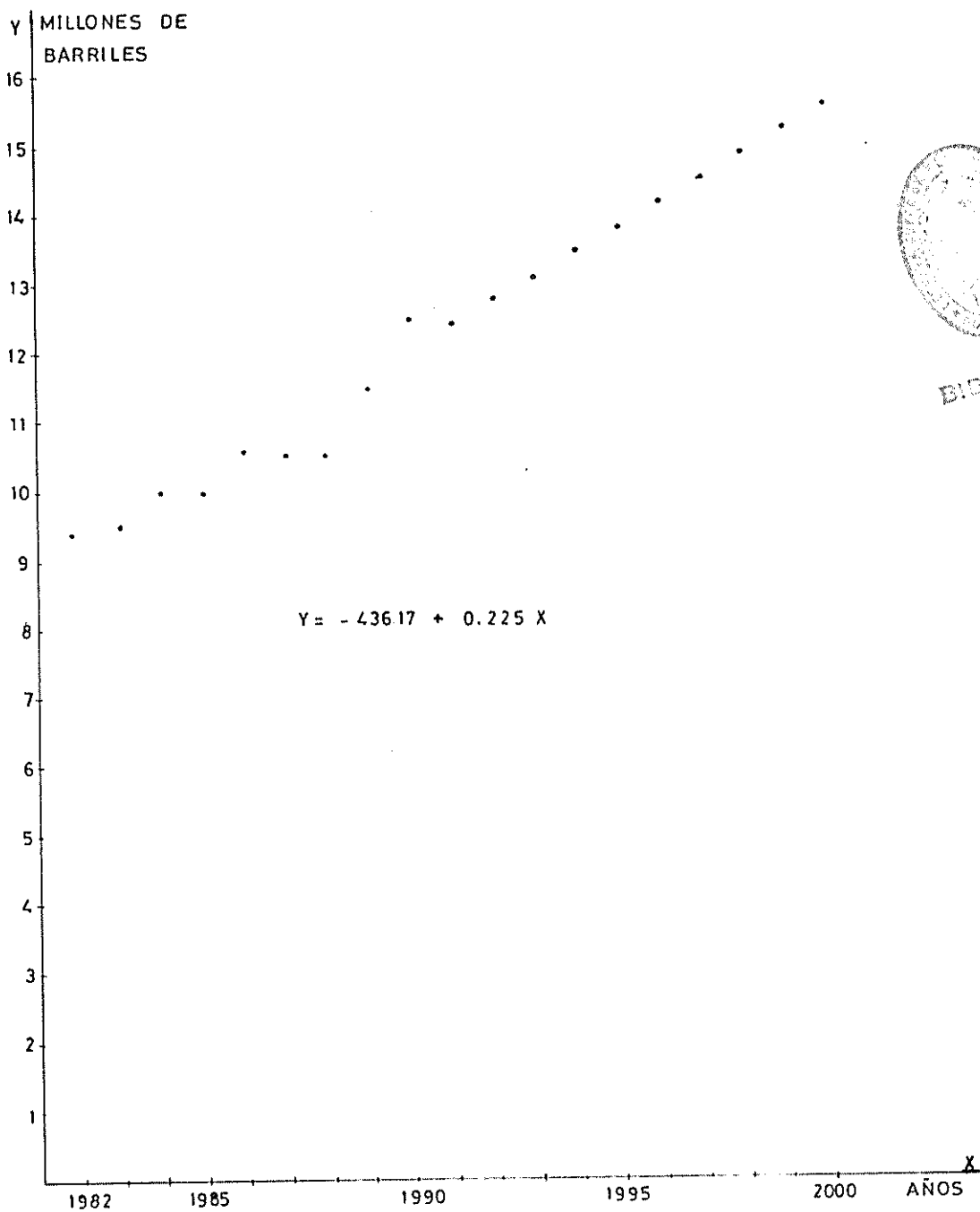
$$y = -404.42 + 0.207x \text{ (para fuel oil-residuo)} \quad (2.3)$$

$$y = 435.539 - 0.2184x \text{ (para kerex )} \quad (2.4)$$

Las ecuaciones 2.1, 2.2, 2.3, y 2.4 se grafican en las fig.No 21, 22, 23, y 24 respectivamente.

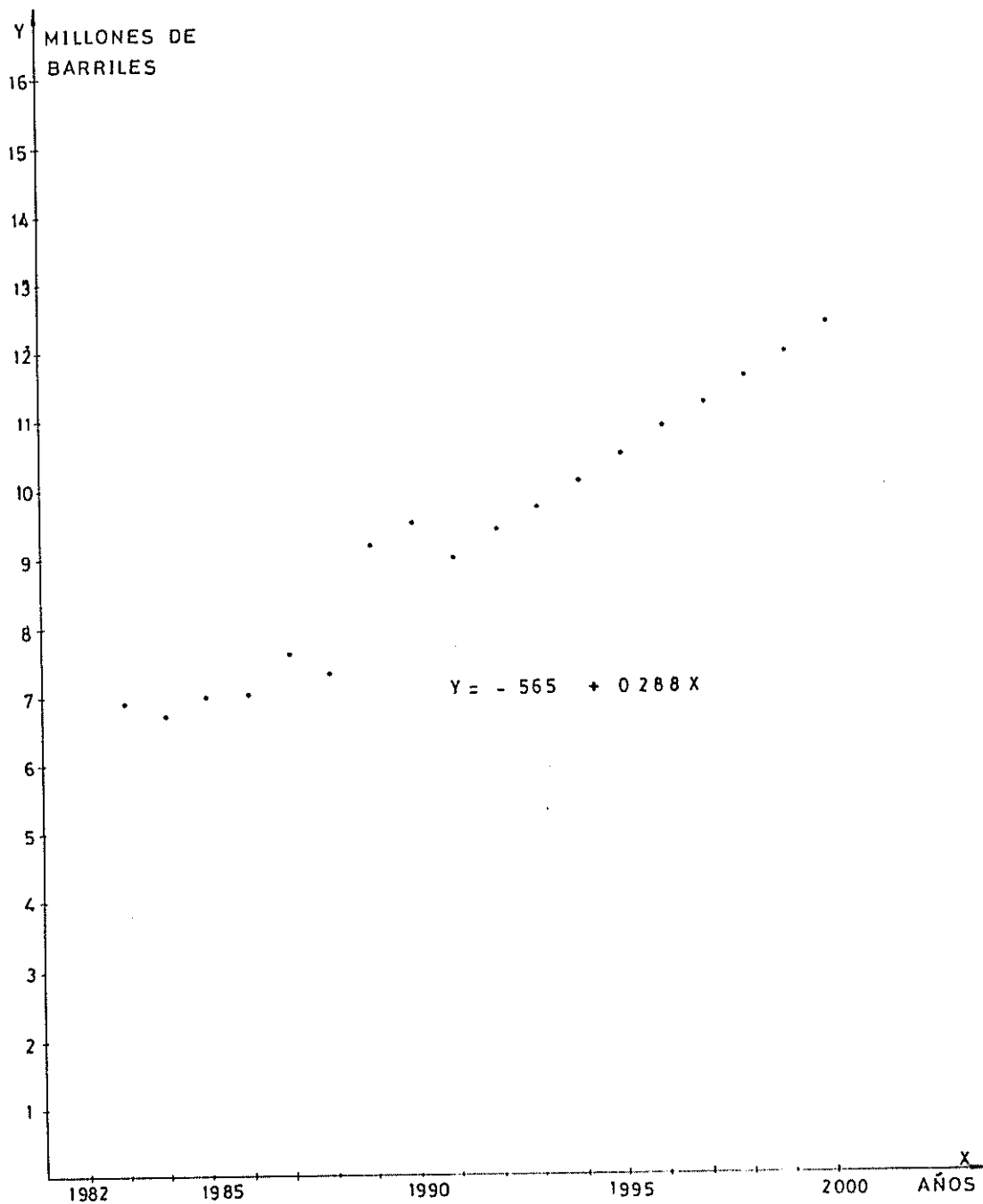
La suma de los valores indicados en la tabla XXII, representan al consumo nacional de los derivados del petróleo considerados y se presentan en la tabla XXIII.

FIG. N° 21



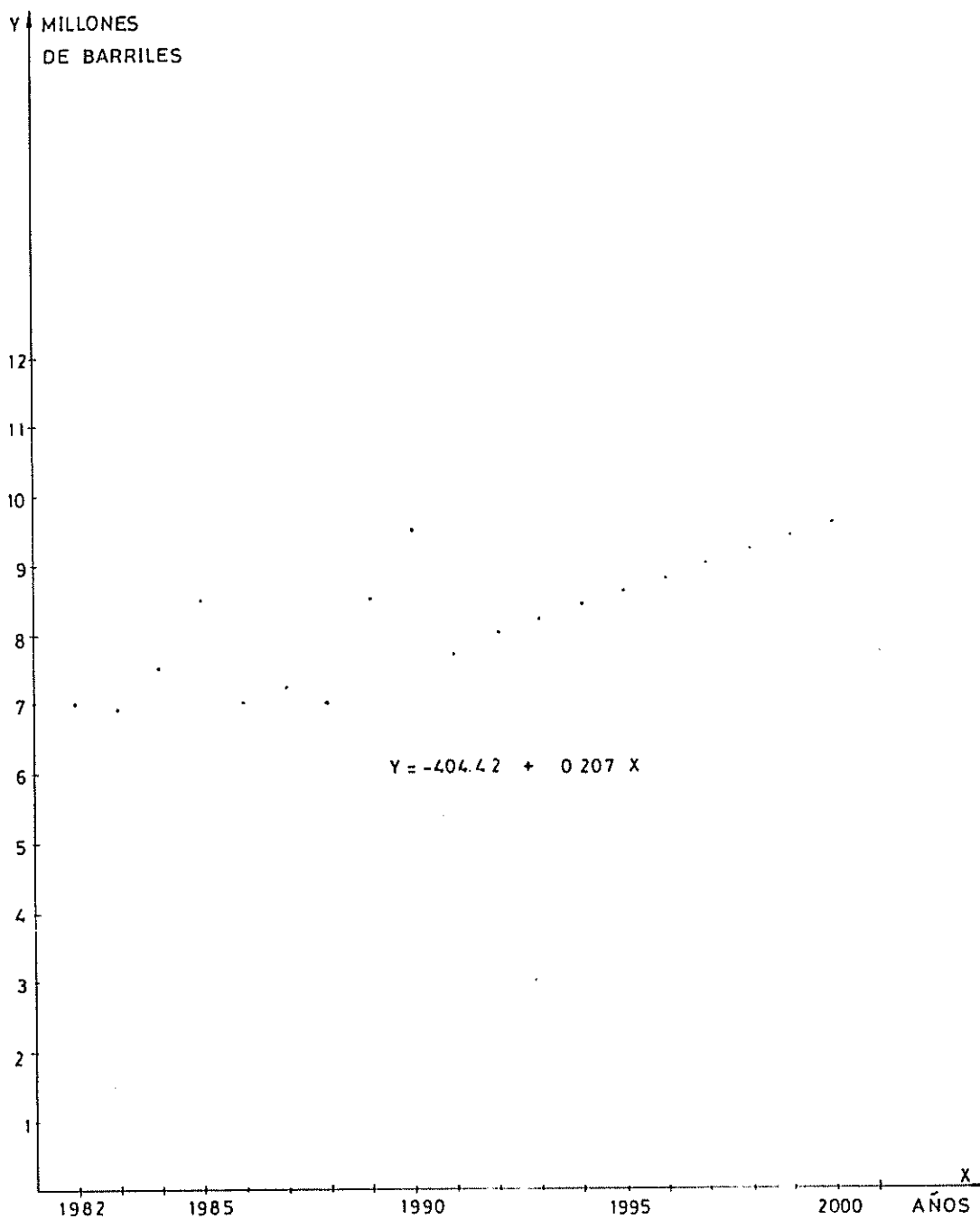
PROYECCION DEL CONSUMO NACIONAL DE GASOLINA

FIG. Nº 22



PROYECCION DEL CONSUMO NACIONAL DE DIESEL

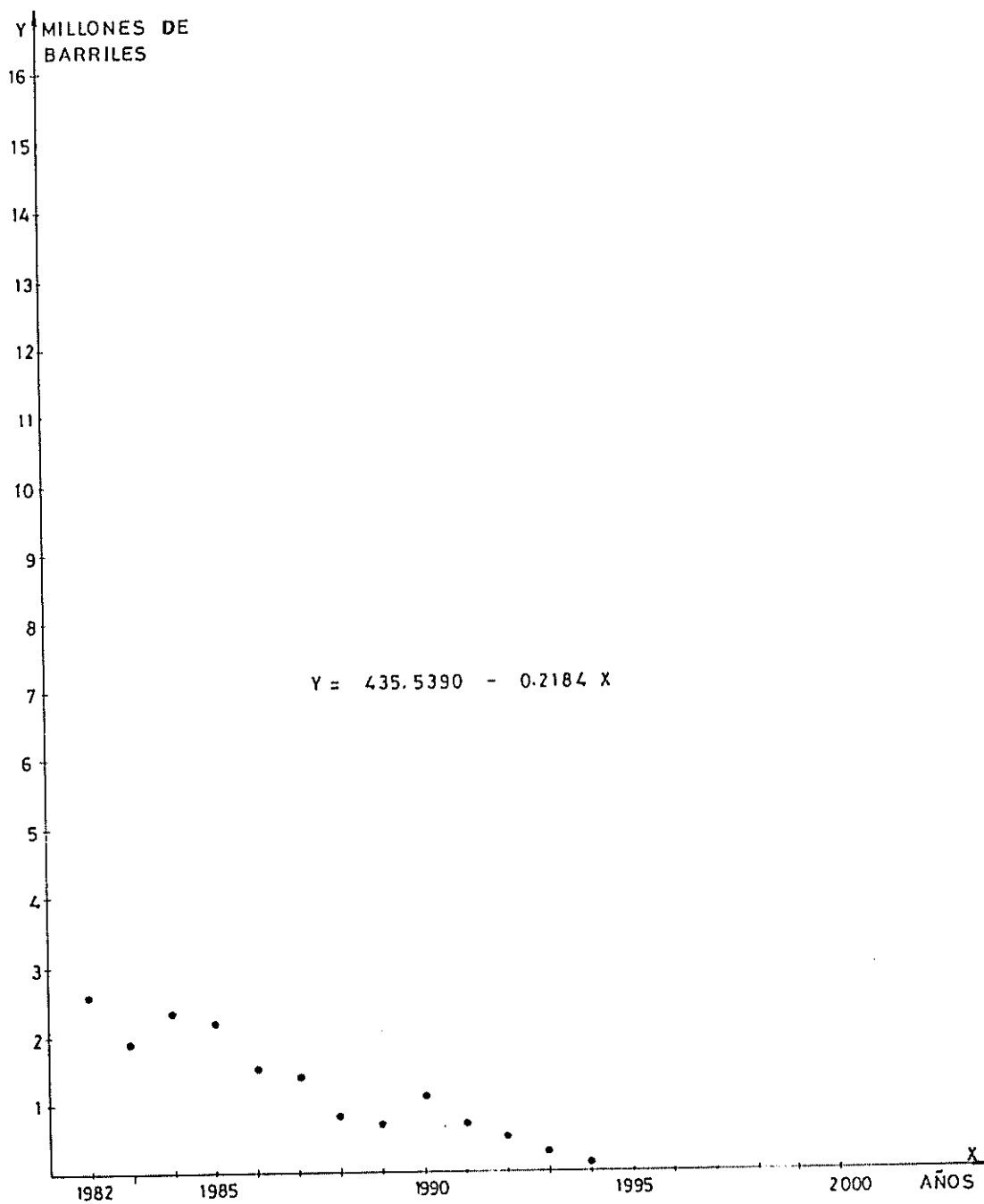
FIG. Nº 23



PROYECCION DEL CONSUMO NACIONAL FUEL OIL-RESIDUO



FIG. N° 24



PROYECCION DEL CONSUMO NACIONAL DE KEREX

Años	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Mill.Barril.	27.8	25.4	26.6	28.0	26.2	26.4	25.7	30.2	32.4
Mill.Ton.	2.93	2.67	2.80	2.95	2.76	2.78	2.71	3.18	3.41

**CONSUMO NACIONAL TOTAL DE DERIVADOS CONSIDERADOS**  
Tabla XXIII

Con los valores presentados en la tabla XXIII, se desarrolla una regresión lineal, y se obtiene la ecuación:  $y = -945.51 + 0.49x$  que representa la proyección de la demanda y que se grafica en la figura No.25.

El crecimiento de la flota de cabotaje nacional que transporta los derivados del petróleo, tomado de la referencia (17) se presenta en la tabla XXIV.

Año	Millones de Barriles	Millones de Toneladas
1982	0.59	0.062
1983	0.615	0.0647
1984	0.625	0.0657
1985	0.625	0.0657
1986	0.667	0.0702
1987	0.64	0.0673
1988	0.63	0.0663
1989	0.63	0.0663
1990	0.63	0.0663

**CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE LA FLOTA DE CABOTAJE NACIONAL**  
Tabla XXIV

Con los valores presentados en la tabla XXIV, se desarrolla una regresión lineal, y se obtiene la ecuación:  $y = -5.666 + (3.166683) * 10^{**3}x$ , que representa la proyección del crecimiento de la

capacidad de la flota de cabotaje y se grafica en la figura No.26. La cantidad transportada de derivados del petróleo por los buques de cabotaje nacional se encuentra descrito en la referencia (17) y se representa en la tabla XXV.

Años	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Mill.Barril.	15.1	14.1	15.4	15.2	15.4	18.0	22.3	23.4	24.7
Mill.Ton.	1.59	1.48	1.62	1.60	1.62	1.89	2.34	2.46	2.60

CANTIDAD TRANSPORTADA DE DERIVADOS DE PETROLEO  
Tabla XXV

La proyección de la cantidad demandada, se la realiza con regresión multilíneal, obteniéndose la ecuación:

$$VT = - 2355.14 - 60 * VD + 1.214 * t \quad (2.5)$$

VT = cantidad transportada

VD = capacidad de transporte

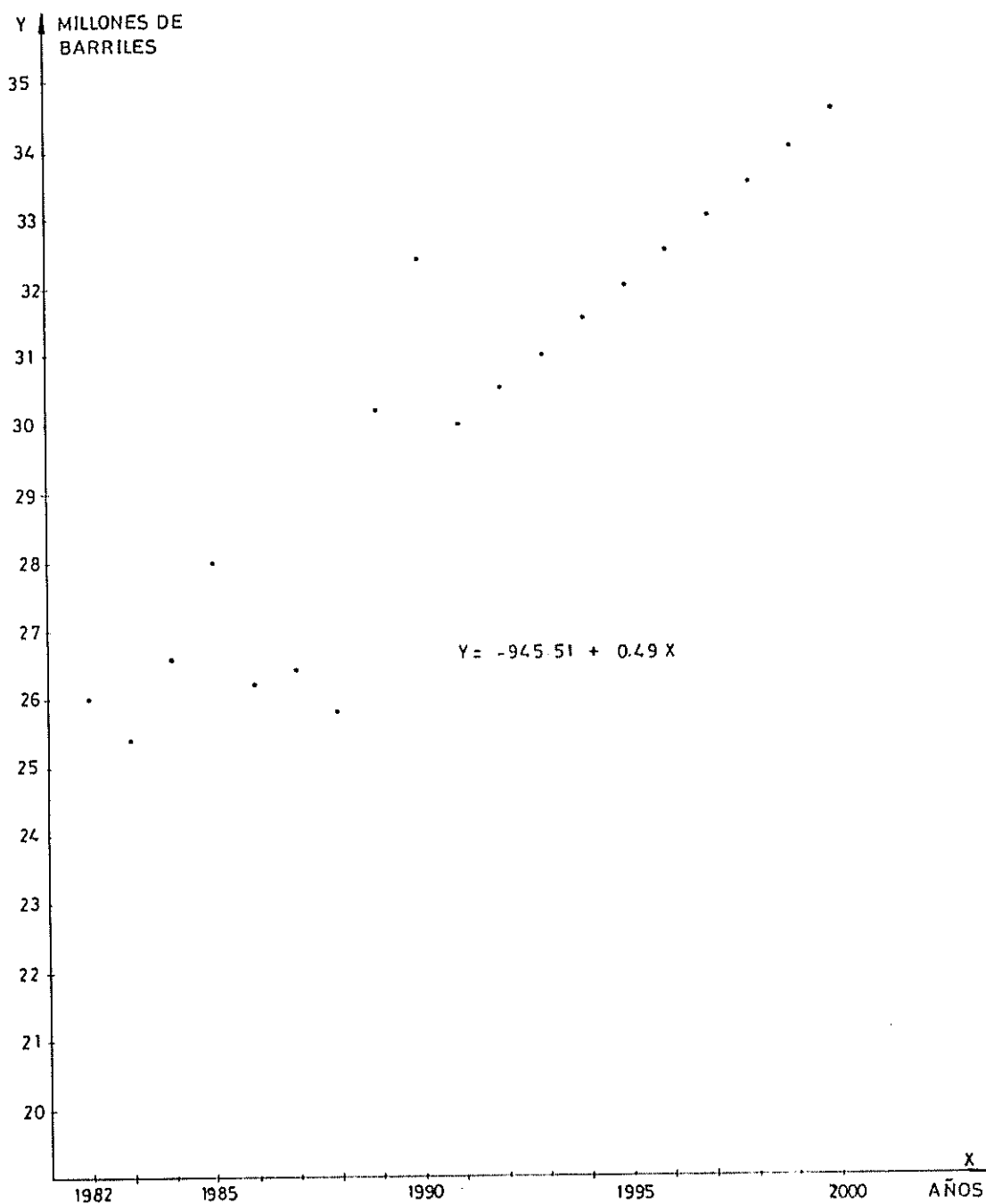
t = año

El método de obtención de la ecuación se detalla en el apéndice I.

La cantidad transportada por la flota de cabotaje nacional y su proyección se representa en la figura No.27.

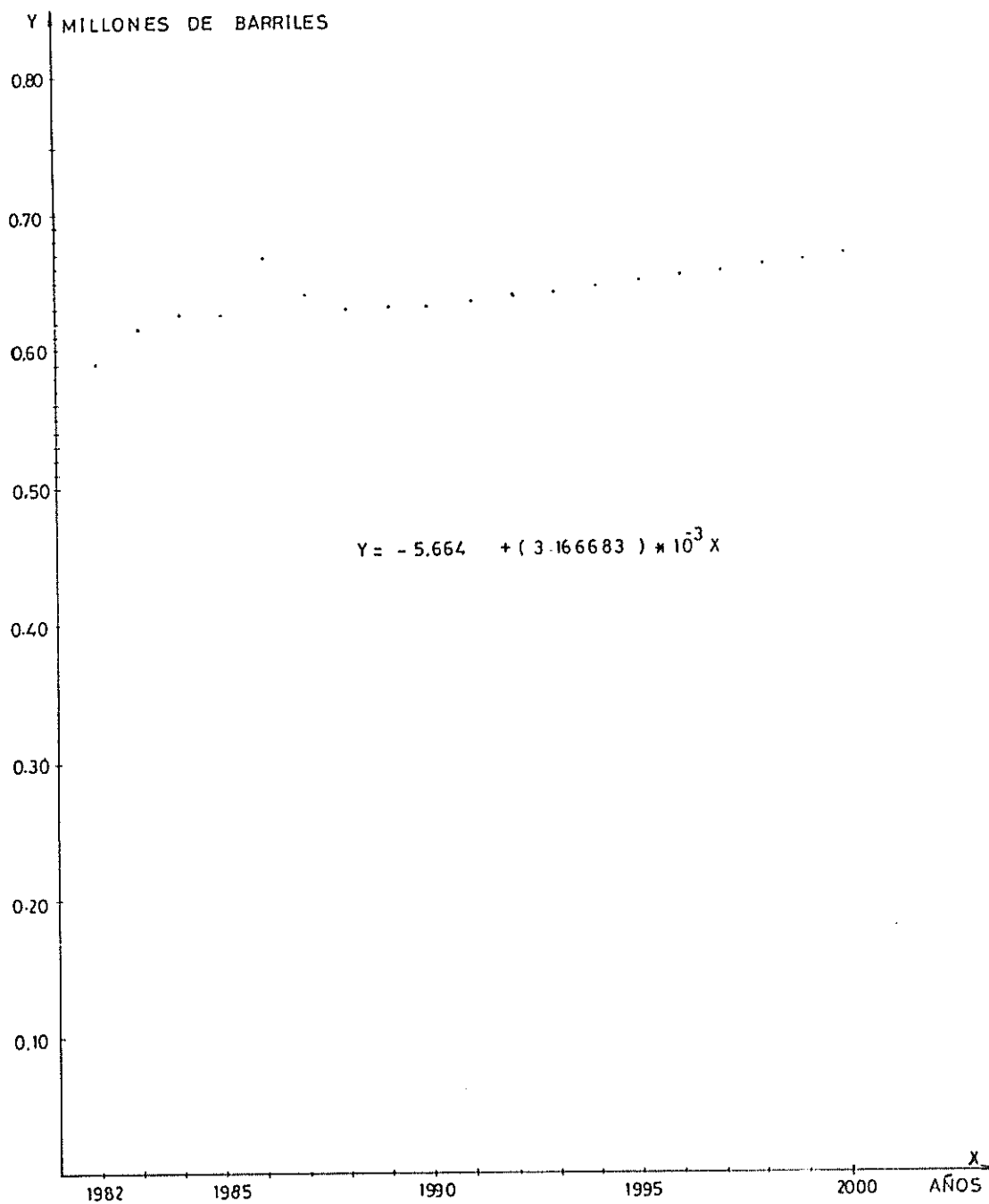
DE DERIVADOS DEL PETROLEO

FIG. Nº 25



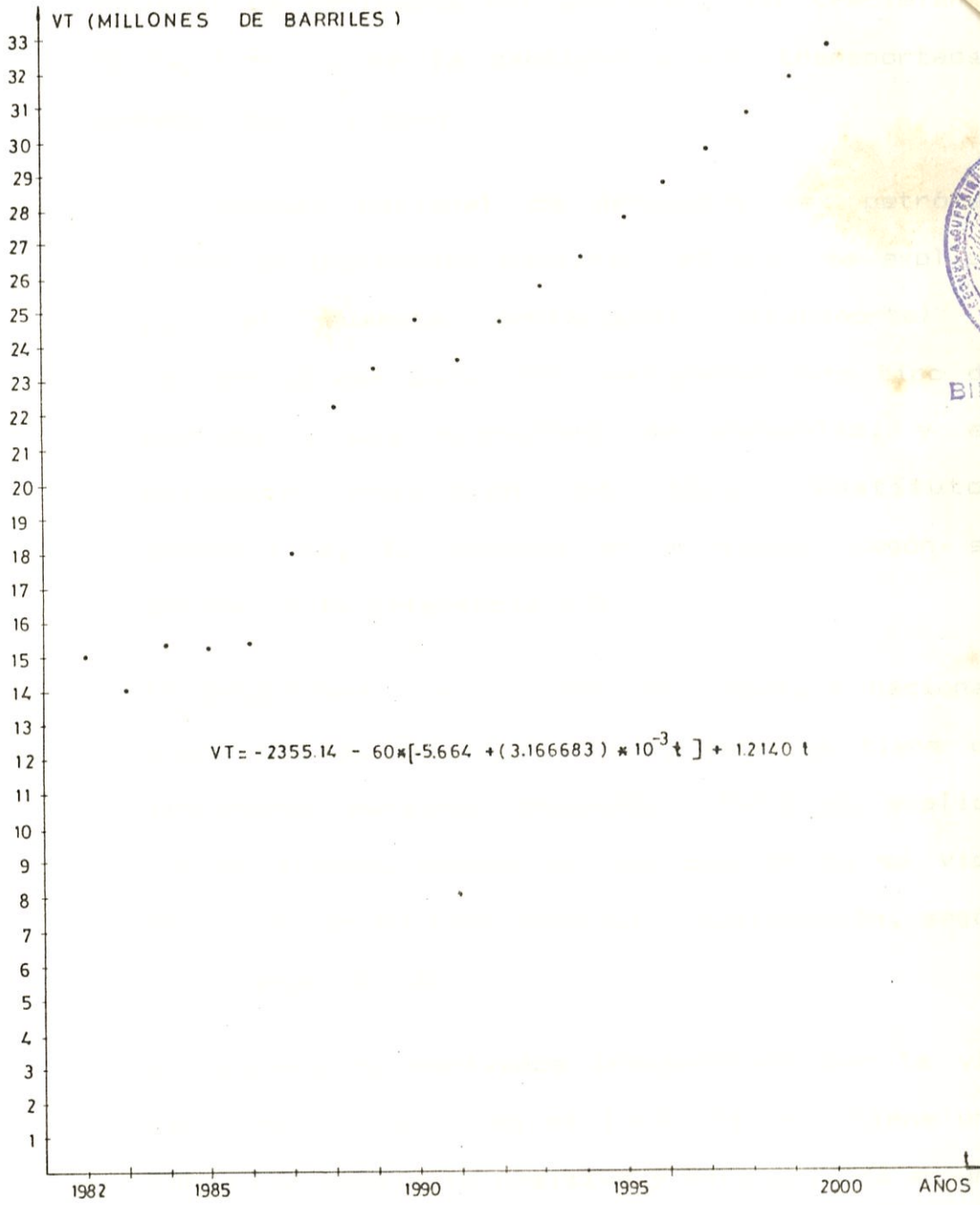
PROYECCION DE DEMANDA NACIONAL  
DE DERIVADOS DEL PETROLEO

FIG. Nº 26



PROYECCION DEL CRECIMIENTO DE LA FLOTA QUE TRANSPORTA DERIVADOS DEL PETROLEO

FIG. N° 27



BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARITIMA

PROYECCION DE LA CANTIDAD DE DERIVADOS DEL PETROLEO A SER TRANSPORTADO

Analizando las proyecciones a largo plazo del consumo nacional de derivados del petróleo, del crecimiento de la flota y de la cantidad a ser transportada, podemos concluir que:

1. El consumo nacional de derivados del petróleo tiene un incremento marginal, el cual se explica por el aumento poblacional (transporte) e industrial del país. Por pertenecer este tipo de mercado a una estructura de monopolio, y el producto analizado no tiene sustitutos potenciales, la demanda es elástica, según se define en la referencia (25).
2. El crecimiento de la flota de cabotaje nacional tiene una pendiente positiva, esto es tiene un incremento marginal pequeño. Esto se explica porque algunos buques ya han completado su vida útil y no se ha realizado su sustitución, según la referencia (32).
3. El volumen de derivados transportado por la vía marítima y fluvial en el lapso fijado, tiene una curva con pendiente positiva y está ubicada en una estructura de mercado de competencia monopolística. Esto es, este tipo de transporte está sujeto a sustitutos: el transporte terrestre

y el de poliductos. Los transportes sustitutos influenciarán cuando los costos de flete en el cabotaje nacional sean superiores a los reemplazantes, según se expone en la referencia (32) y referencia (23).

De las conclusiones antes descritas podemos decir que el incremento de la capacidad de carga del B/T Taurus se justifica.

#### CONDICIONES DEL MERCADO FINANCIERO

Realizando una investigación, en el ámbito nacional, de empresas que financien este tipo de proyectos y las condiciones bajo las que se realiza este financiamiento, se estableció que la Corporación Financiera Nacional (CFN) es la más propicia para el proyecto en estudio. La CFN destina su financiamiento a la adquisición de: maquinaria, equipos, gastos de instalación y montaje y el capital de trabajo neto". No financia administración, mobiliario, impuestos y equipos usados. La amortización de los préstamos es semestral, la devolución del capital prestado será en sucres con un plazo de diez años y un período de gracia de dieciocho meses, durante el cual se pagarán únicamente los intereses y comisiones. El



primer pago inicial será el 20% del monto total y la tasa de interés es del orden del 54%.

Las comisiones del préstamo se harán sobre los saldos del principal pendiente de pago y será del orden del 2%. Las garantías previo avalúo y aceptación de la CFN, podrán ser hipotecarias, prendarias, así como bancarias. El valor de las garantías reales, deben cubrir al menos el 125% del monto del crédito.

El impuesto a la renta establecido por el gobierno actual y aplicado al ingreso obtenido en el transporte de derivados del petróleo es del 25% sobre la utilidad neta, según referencia (27).

#### INFLUENCIA DE LA RENTABILIDAD CON LA ESFORZA INCREMENTADA

Este análisis está dirigido a encontrar una respuesta exacta de la reposición a gran escala de un gasto de capital. Dicho análisis se basará en el valor temporal del dinero, es decir, tener la capacidad de poder comparar un capital financiero empleado con otro capital cuyo vencimiento se produzca en otro momento. Para esto se tratará de determinar con la mayor exactitud los flujos

monetarios que ocurrirán en el futuro en el proyecto, según se define en las referencias (9), (12) y (8). Se toma en consideración los siguientes parámetros:

1. El pago del préstamo, bajo las condiciones del CFN.
2. Los ingresos percibidos a futuro por el buque, bajo las condiciones económicas y la demanda del producto.
3. Los costos de operación, los cuales se basarán en la teoría de envejecimiento aplicada a buques tanques.
4. La depreciación, que es un gasto que se debe de recuperar con el rendimiento que nos vaya produciendo durante la vida útil del buque.
5. Los retornos después de impuestos y la renta neta que son factores que se encuentran influenciados por la política económica del país.

Con todos los parámetros antes citados, se determinará un flujo de caja, para cada condición de eslora incrementada y poder así determinar la recuperación del capital invertido con el método de "Análisis de Valor Actual de la Corriente de Flujos".

Las ecuaciones con que se determinarán los parámetros antes citados y el flujo de caja se definen a continuación:

#### PAGO DEL PRESTAMO

Las fórmulas a utilizarse para: el cálculo de la deuda actualizada, ( $Q_{60+j}$ ), el pago inicial, ( $S_{60+J}$ ), y la cantidad periodica a pagar, ( $A_{60+j}$ ); definidas en la referencia (9) son:

$$Q_{60+j} = P_{60+j} \cdot (1+z)^n, \quad n=3 \quad (2.6)$$

$$S_{60+j} = 0.2 \cdot Q_{60+j} \quad (2.7)$$

$$A_{60+j} = 0.8 \cdot Q_{60+j} \cdot (z(1+z)^n / ((1+z)^n - 1)), \quad n=17 \quad (2.8)$$

donde:

$S_{60+j}$  = pago inicial correspondiente al 2% de  $Q_{60+j}$ , en \$.

$P_{60+j}$  = deuda para la inversión a realizarse en el buque a diferentes esloras, en \$

$Q_{60+j}$  = deuda actualizada a ser pagada en cantidades periódicas, en \$

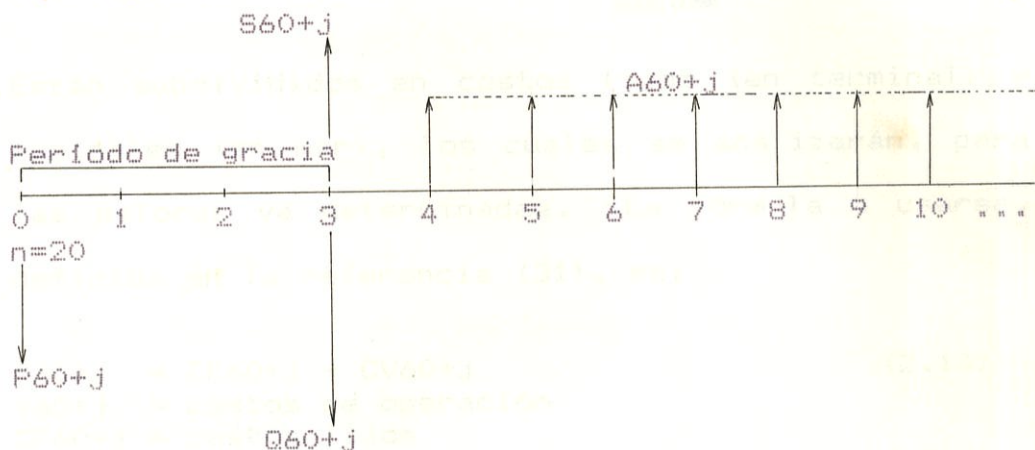
$j$  = incremento de la eslora de la embarcación desde 0 hasta 7, en m

$A_{60+j}$  = cantidad periódica a pagar, en \$

$n$  = número de periodos semestrales del préstamo.

$z$  = tasa de interés semestral

En el siguiente gráfico se representa la forma como se cubrirá la deuda.



### INGRESOS

Este rubro representa las ganancias obtenidas por el buque por el concepto de fletes por el transporte de derivados del petróleo. La fórmula que determina el ingreso,  $I_{60+j}$ , esta descrita en la referencia (31) y es la siguiente:

$$I_{60+j} = (W_l * B_l * f_l) + (W_p * B_p * F_p) \quad (2.9)$$

donde:

- $I_{60+j}$  = ingresos obtenidos por el buque con diferentes esloras, en \$
- $W_l$  = carga transportada en toneladas de productos limpios en un año.
- $B_l$  = millas recorridas con productos limpios.
- $F_l$  = costos de transporte de una tonelada de producto limpio por milla, en \$
- $W_p$  = carga transportada en toneladas de productos negros en un año.
- $B_p$  = millas recorridas con productos negros.
- $F_p$  = costo de transporte de una tonelada de producto negro por milla, en \$



## COSTOS DE OPERACION

BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARITIMA

Están subdivididos en costos fijos (en terminal) y variables (en mar), los cuales se analizarán, para las esloras ya determinadas. La fórmula a usarse, definida en la referencia (31), es:

$$Y_{60+j} = CF_{60+j} + CV_{60+j} \quad (2.10)$$

$Y_{60+j}$  = costos de operación

$CF_{60+j}$  = costos fijos

$CV_{60+j}$  = costos variables

donde:

$$CF_{60+j} = A_{60+j} + T_{p60+j} + S_{60+j} + r_{yM60+j} \quad (2.11)$$

$$CV_{60+j} = C_{yA60+j} + T_{pt60+j} + P_{yR60+j} + C_{yD60+j} \quad (2.12)$$

$T_{p60+j}$  = costos de tripulación, en \$

$S_{60+j}$  = seguros, en \$

$r_{yM60+j}$  = costos de reparaciones y mantenimiento, en \$

$C_{yA60+j}$  = costos de combustible y aceites, en \$

$T_{pt60+j}$  = tasas portuarias, en \$

$P_{yR60+j}$  = practicaaje y remolcadores, en \$

$C_{yD60+j}$  = carga y descarga, en \$

## DEPRECIACION

Para poder determinar como se deprecia el valor del buque utilizaremos el método de línea recta descrito en la referencia (24). Se calcula para las diferentes esloras con la fórmula siguiente:

$$DP_{60+j} = (C_a + P_{60+j}) / N_t \quad (2.13)$$

$DP_{60+j}$  = depreciación del buque, en \$

$C_a$  = costo del buque con la eslora de 48.78 m, en \$

$N_t$  = vida útil del barco, en años

## RETORNO ANTES DE IMPUESTOS

Estos retornos serán la diferencia entre los ingresos y los costos de operación, como se representa en la siguiente ecuación:

$$A_{60+j} = I_{60+j} - Y_{60+j} \quad (2.14)$$

$A_{60+j}$  = retornos antes de impuesto, ref. (7) y (9)

## RETORNO DESPUES DE IMPUESTO

La cantidad que se obtiene después de haber efectuado el pago del impuesto a la renta , se calcula con:

$$A''_{60+j} = A_{60+j} - t(A_{60+j} - (C_a + P_{60+j})/N_t) \quad (2.15)$$

referencias (10) y (15)

$A''_{60+j}$  = retornos después de impuestos  
 $t$  = impuesto a la renta

## RENTA NETA

El valor de este parámetro, se obtiene con la aplicación de la fórmula descrita en la ref. (9)

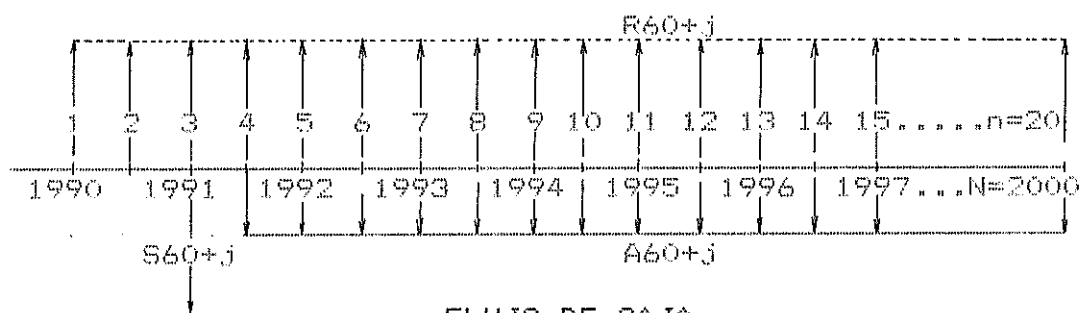
$$R_{60+j} = (A_{60+j} - ((C_a + P_{60+j})/N_t) * (1-t) \quad (2.16)$$

$R_{60+j}$  = renta neta, en ₡

## FLUJO DE CAJA

En una recta temporal, se coloca la renta neta en la parte superior con signo positivo y los pagos que

cubrirán el préstamo en la parte inferior con signo negativo, según se muestra en la figura No.28. La suma da como resultado  $R_{n60+j}$ .



FLUJO DE CAJA  
Figura No.28

$$\begin{aligned}
 (R_{n60+j})_n &= R_{60+j} && \text{para } 1 \leq n \leq 2 \\
 (R_{n60+j})_n &= R_{60+j} - S_{60+j} && \text{para } n=3 \\
 (R_{n60+j})_n &= R_{60+j} - A_{60+j} && \text{para } 4 \leq n \leq 20 \\
 R_{n60+j} &= \text{valores líquidos con los que se analizará} \\
 & \text{la rentabilidad para cada caso } (L_{60+j}, \\
 & \text{donde } 0 \leq j \leq 7 ).
 \end{aligned}
 \tag{2.17}$$

#### DETERMINACION DE LA RENTABILIDAD

El procedimiento a seguir para determinar cuan rentable es la inversión,  $z_1$ , según la referencia (9) es el siguiente:

1. Hallar un valor actual total de los valores  $R_{n60+j}$ , para valores asumidos de  $z_1$  que van desde 1% hasta un 25%, según el cuadro de cálculo que se presenta a continuación.

n	$Rn\delta_0+j$	$1/(1+z_1)^n$	Producto
1			
2			
3			
.			
.			
20			

$Qs\delta_0+j$

La evaluación de este cuadro se realizará para cada esloras analizada.

- Determinar el valor de  $DQSP(L\delta_0+J)$  que es la diferencia entre el valor actual total y la deuda para la inversión, según se indica en la ecuación (2.18) que se define a continuación.

$$DQSP(L\delta_0+j) = Qs\delta_0+j - P\delta_0+j \quad (2.18)$$

- Determinar un valor de  $z_1$ , que al evaluar la ecuación (2.18) de un valor de  $DQSP(L\delta_0+j)$  positivo próximo a cero, para cada una de las esloras consideradas. Siendo este  $z_1$ , el valor buscado de la tasa de retorno.

#### VARIACION DEL COSTO POR TONELADA TRANSPORTADA

El análisis de esta variación se efectúa con la medida de merito denominada tasa de sombra o tasa de flete requerida (TFR). La TFR se calculará para la



diferentes esloras con la siguiente fórmula, definida en la referencia (8).

$$\text{TFR}_{60+j} = (\text{Y}_{60+j} + \text{CR} * (\text{P}_{60+j} + \text{ca})) / \text{C}_{60+j} \quad (2.19)$$

$$\text{CR} = (\text{CR}' - t / n) / (1 - t) \quad (2.20)$$

$$\text{CR}' = (\text{CR} - i - n) \quad (2.21)$$

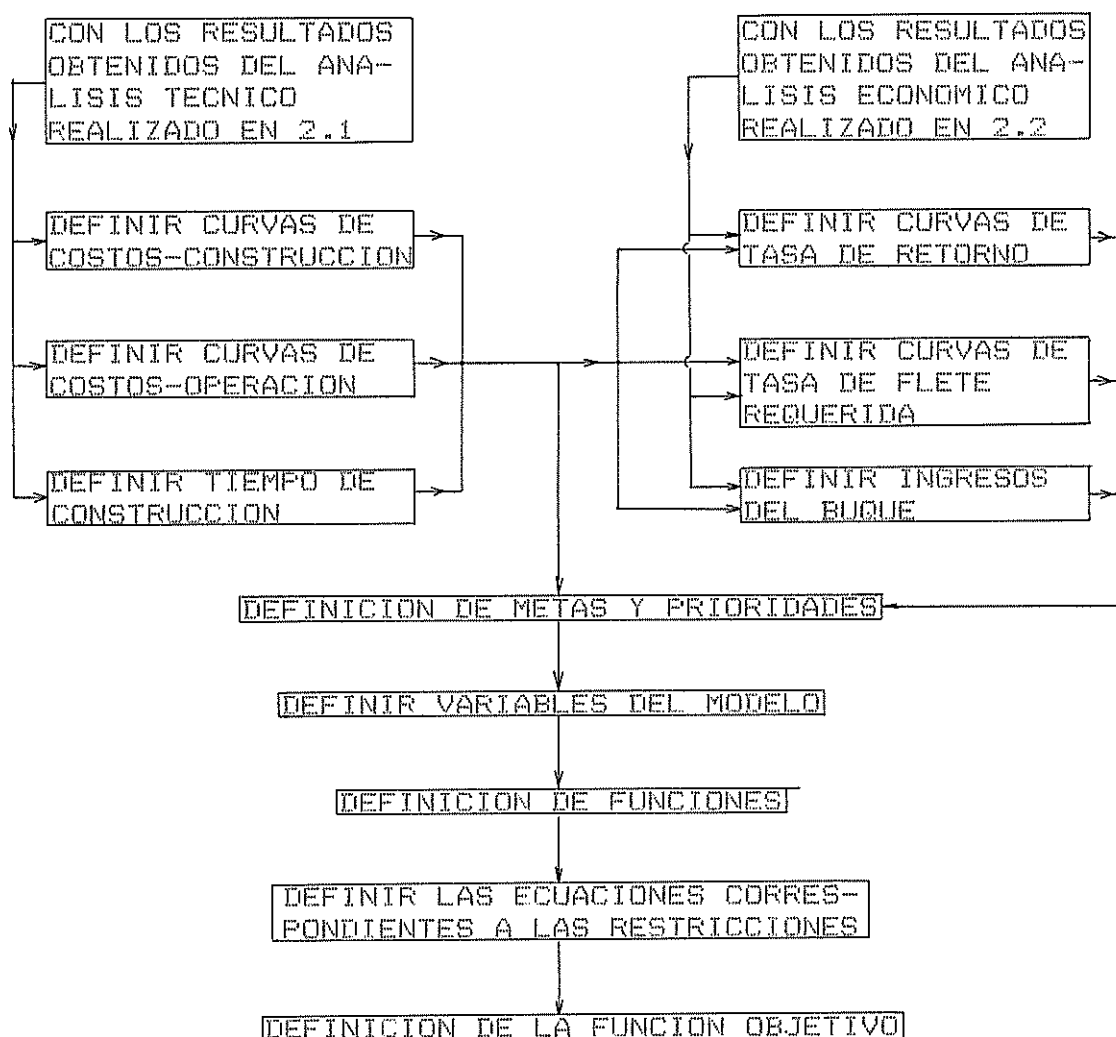
donde:

CR = factor de recuperación del capital.  
 C<sub>60+j</sub> = toneladas de carga transportada anualmente.  
 TFR<sub>60+j</sub> = tasa de flete requerida, en \$/ton  
 ca = costo del buque antes de la modificación  
 Y<sub>60+j</sub> = costo de operación del buque anual

Con las ecuaciones definidas en este sub-capítulo se obtendrán las curvas correspondientes a la tasa de retorno y tasa de flete requerida, las cuales serán definidas en el sub-capítulo 2.3.

### 2.3. METODOLOGIA PARA LA SELECCION OPTIMA DE LA ESLORA INCREMENTADA

En este subcapítulo se desarrolla el proceso de obtención de la formulación del modelo y las ecuaciones matemáticas que representan a este. Lo antes citado se describe en el diagrama de flujo que se muestra a continuación.



## CURVAS DE COSTO VS ESLORA INCREMENTADA EN LOS SISTEMAS DE A BORDO

Estas curvas son generadas, en función de los valores que se producen por cambios a realizar en los sistemas y circuitos del buque descritos en el párrafo 2.3 para los diferentes incrementos de esloras ( $L60+j$ , donde  $0 < j < 7$ ).

La tabla XXVI describe los costos en dólares que se originan al incrementar la eslora actual del buque hasta 67 m., manteniendo una velocidad óptima de ruta de 9.4 nudos, se emplea hombres horas (HH) normales en un tiempo  $t_1$  de construcción. La obtención de estos valores se presenta en el apéndice J.



**BIBLIOTECA**  
FAC. ING.  
MARÍTIMA

Esloras (m) L (60+j)

Descripción de Sistemas y Circuitos	j=0	j=1	j=2	j=3
Sistema Estructural	110670	113000	116000	122000
Circuito de Achique y C.I.	3930	4470	4930	6518
Circuito de Carga y Descarga	34195	34695	35195	40215
Circuito de Ventilacion	6573	6573	6573	8500
Circuito de Combustible	1412	1412	1412	1412
Sistema de Gobierno	31000	31000	31000	35000
Sistema Electrico	14176	14176	14176	20000
Sistema de Fondeo	64000	64000	64000	64000
Sistema de Propulsion	51250	51250	51250	208679
Diseño, Administ. y Responsab.	63036	53076	53056	68706
Medios de Extincion	12346	12346	12346	16570
Pruebas	9412	9412	9412	10000

COSTO TOTAL (DOLARES) 392000 396000 400000 600921

Descripcion de Sistemas y Circuitos	j=4	j=5	j=6	j=7
Sistema Estructural	135000	170000	172000	174000
Circuito de Achique y C.I.	6000	15000	15000	15000
Circuito de Carga y Descarga	55000	70000	70000	73000
Sistema de Ventilacion	9500	24500	25000	25500
Circuito de Combustible	3000	3000	3000	3000
Sistema de Gobierno	65000	65000	65000	65000
Sistema Electrico	24176	30000	31000	32000
Sistema de Fondeo	64000	74000	75000	77000
Sistema de Propulsion	208679	214000	555000	56000
Diseño, Administ. y Responsab.	80000	84000	84000	88000
Medios de Extincion	20570	32000	33000	34000
Pruebas	12000	14000	15000	18000

COSTO TOTAL (DOLARES) 682925 795500 1143000 1164000

**COSTOS DE INVERSION PARA INCREMENTAR LA ESLORA DEL BUQUE**  
Tabla XXVI

De los costos descritos en la tabla XXVI correspondientes a las diferentes modificaciones a

realizarse, podemos establecer que incrementos mayores se producen entre las 63-64 m. y 65-66 m., originados principalmente por las tres modificaciones del sistema de propulsión. Esto nos permite agrupar las modificaciones en general en tres grupos, MD1, MD2 y MD3.

La tabla XXVII describe los costos, en dólares, que se originan al incrementar la eslora actual del buque hasta 67m. en función de los tres grupos antes citados en un tiempo  $t_1$ .

Eslora (m)	Costos Totales (Dólares)			
	L60+j	MD1	MD2	MD3
j = 0 (60)		393100	550330	942000
j = 1 (61)		396000	552500	945000
j = 2 (62)		402000	554145	948000
j = 3 (63)		404500	600921	992000
j = 4 (64)		446500	682925	1032000
j = 5 (65)		510500	790500	1092000
j = 6 (66)		523500	850000	1143000
j = 7 (67)		545000	860000	1164000

COSTOS DE INVERSION PARA INCREMENTAR LA ESLORA DEL BUQUE  
SEGUN EL TIPO DE MODIFICACION  
Tabla XXVII

Las ecuaciones que generan los valores de costo total (CT) que se encuentran en la tabla XXVII hallados con interpolación polinómica de Lagrange son las siguientes:

$$CT(MD1, T_1) = 200.2777j^6 - 4002.4999j^5 + 29154.4444j^4 - 93989.1665j^3 + 133265.2777j^2 - 61728.3333j + 393.100, \text{ para } 0 < j < 7 \quad (2.22)$$

$$CT(MD2, T1) = 1128.3551j^6 + 23080.1904j^5 + 175798.8493j^4 - 604467.79788j^3 + 893772.7957j^2 - 440982.0118j + 550330, \text{ para } 0 < j < 7 \quad (2.23)$$

$$CT(MD3, T1) = -110.912698j^6 + 2407.7381j^5 - 19903.7698j^4 + 76044.6428j^3 - 121485.3170j^2 + 66047.6190j + 942.000, \text{ para } 0 < j < 7 \quad (2.24)$$

En la figura No.29 se representan las curvas de costo total correspondientes a las ecuaciones halladas para las tres modificaciones. Se identifican con la parte sombreada la zona sobre la cual se basa nuestro análisis económico, para una velocidad de 9.4 nudos.

#### TIEMPO DE CONSTRUCCION

El tiempo de construcción,  $t_i$ , que se empleará para la construcción e instalación de los sistemas y circuitos del buque, para las diferentes esloras para las tres modificaciones ya definidas (MD1, MD2 y MD3) se describe en la tabla XXVIII.

$t_i$ (días)	Esloras (L60+j)							
	j=0	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7
MD1	140	152	165	177	189	202	214	226
MD2	149	162	174	186	198	211	223	235
MD3	207	220	233	246	259	272	285	298

TIEMPO DE CONSTRUCCION SEGUN EL TIEMPO DE MODIFICACION  
Tabla XXVIII

Aplicando regresión lineal a los valores expuestos en la tabla XXVIII, obtenemos las siguientes ecuaciones:

$$t_1(\text{MD1}) = 140 + 12.3214j, \text{ para } 0 < j < 7 \quad (2.25)$$

$$t_1(\text{MD2}) = 149 + 12.2619j, \text{ para } 0 < j < 7 \quad (2.26)$$

$$t_1(\text{MD3}) = 207 + 13.0000j, \text{ para } 0 < j < 7 \quad (2.27)$$

Los valores que se indican en la tabla XXVIII se grafican en la figura 30.

#### COSTOS DE EXPLOTACION

Son los gastos de operación del buque desde el año de 1991 hasta el año 2000 y están definidos por las curvas de costos fijos y las curvas de costos variables.

Las curvas de costos fijos se subdividen en: 1) gastos de tripulación y seguros, y, 2) gastos de mantenimiento y reparación. En la tabla XXIX se presentan valores promedios para los incrementos de eslora ( $L60+j$ ) y las modificaciones (MD1, MD2 y MD3) en los años citados anteriormente. Estos valores fueron obtenidos mediante una extrapolación de datos correspondientes a buques similares y del B/T Taurus. La obtención de estos valores se explica en el apéndice K.

---

Costos en Dólares para L60+j, donde 0<j<7

---

	MD1	-	MD2	-	MD3
Años	Tripulación y Seguros		Mantenimiento y Reparación		
1991	25000				30000
1992	26500				31500
1993	27500				34500
1994	29000				38000
1995	30500				43500
1996	32000				51000
1997	34000				61500
1998	35700				75500
1999	37500				93000
2000	40000				115000

**COSTOS FIJOS**

Tabla XXIX

La ecuación obtenida con los valores que se indican en la tabla XXIX aplicando polinomio de Lagrange para tripulación y seguros es:

$$Y(1990+n) = -0.0024X^6 + 0.0833X^5 - 1.0528X^4 + 7.842X^3 - 26.746X^2 + 41.9954X - 24.6250, \text{ para } 1 < n < 10 \quad (2.28)$$

Los costos de mantenimiento y reparación se representan por las siguientes ecuaciones:

$$Y(1990+n) = (2.9715975 - 2.98575x + 0.75x^2) 10^9 \quad \text{para } 1 < n < 3 \quad (2.29)$$

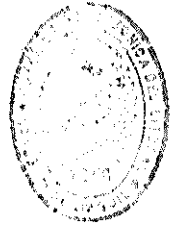
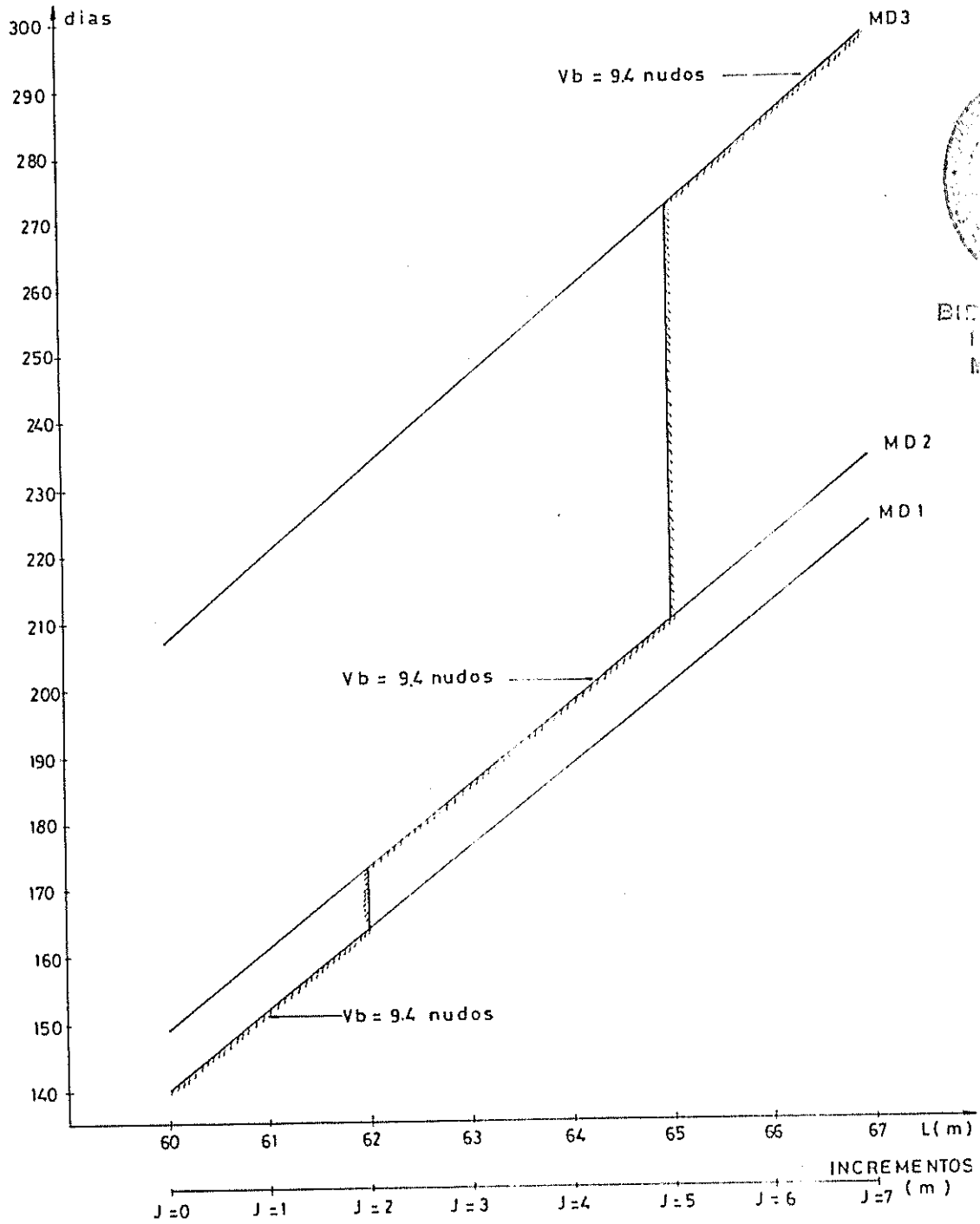
$$Y(1990+n) = (3.967101 - 3.98355x + 1.00x^2) 10^9 \quad \text{para } 3 < n < 5 \quad (2.30)$$

$$Y(1990+n) = (-1.322382552 + 1.989024667x - 0.99725x^2 + 0.666666666x^3) 10^9 \quad 7 < n < 10 \quad (2.31)$$

Los valores que se indican en la tabla XXIX se grafican en la figura No.31.



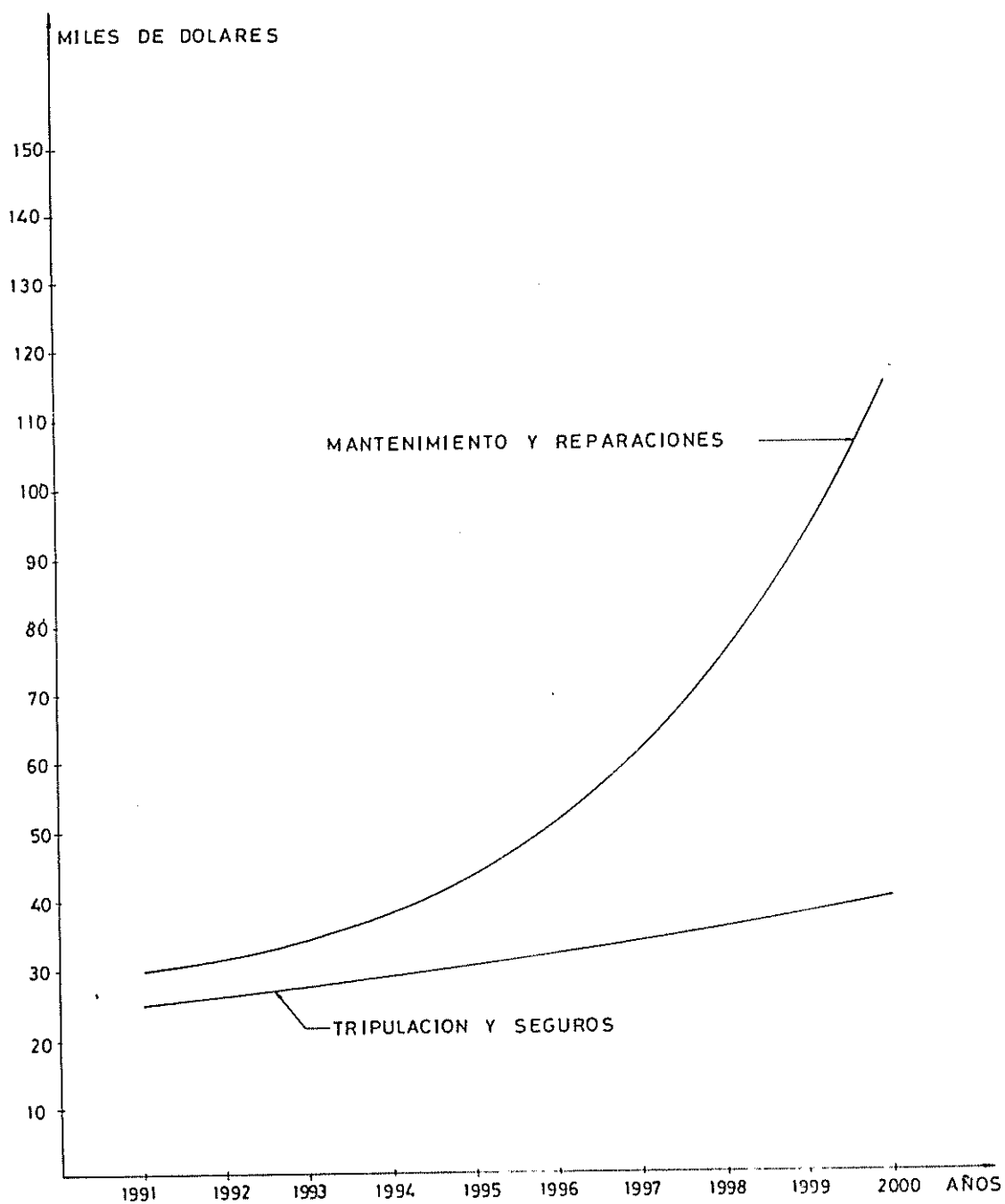
FIG. Nº 30



BIBLIOTECA  
UNIVERSIDAD NACIONAL  
MAR DEL PLATA

TIEMPO DE CONSTRUCCION

FIG Nº 31



COSTOS FIJOS

La curva de costos variables que representan los costos por: combustible, aceite, tasas portuarias, practicaaje, remolcadores, carga y descarga se generarán con los valores promedios para los incrementos de esloras ( $L_{60+j}$ , donde  $0 < j < 7$ ) para los años ya determinados, obtenidos en el apéndice L. Estos valores se presentan en la tabla XXX y son graficados en la figura No.31.

Costos en Dolares										
Esloras (m)	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
60			289000					298930		
61			290000					300184		
62			291400					303438		
63			292600					302692		
64			293800					303946		
65			295000					305200		
66			296200					306453		
67			297400					307707		

**COSTOS VARIABLES**  
Tabla XXX

La ecuación que representa los costos variables promedios para los años 1991 hasta 1995 es:

$$Cv(N+n) = 217000 + 1200 * L_{60+j} \quad (2.32)$$

donde:  $N=1990$ ,  $1 < n < 5$ ,  $0 < j < 7$

La ecuación que representa los costos variables promedios para los años 1996 hasta 2000 es:

$$C_v(N+n) = 223703 + 1253.8 * L_{60+j} \quad (2.33)$$

donde:  $N=1990$ ,  $6 < n < 10$ ,  $0 < j < 7$

Los valores que se presentan la tabla XXX son graficados en la figura No.32.

La curva de costos de operación para los años 1990 hasta el año 2000, en función de las esloras  $L_{60+j}$ , se genera con las ecuaciones que se presentan en la tabla XXXI y se encuentran graficados en la figura No.33.

Con la suma de los valores definidos en las tablas XXIX y XXX y aplicando a estos una interpolación polinómica de Lagrange, obtenemos las ecuaciones descritas en las tablas XXXI y XXXII.

Años	Ecuación de Curva de Costos de Operación
1991	$C = 271219.0476 + 1211.904762 * L60 + j, 0 < j < 7$
1992	$C = 259934.7268 + 1443.684526 * L60 + j, 0 < j < 7$
1993	$C = 277923.3180 + 1216.525411 * L60 + j, 0 < j < 7$
1994	$C = 283219.0476 + 1211.904762 * L60 + j, 0 < j < 7$
1995	$C = 290219.0476 + 1211.904762 * L60 + j, 0 < j < 7$
1996	$C = 306698.8333 + 1253.857143 * L60 + j, 0 < j < 7$
1997	$C = 314501.1580 + 1024.563015 * L60 + j, 0 < j < 7$
1998	$C = 319198.8333 + 1253.857143 * L60 + j, 0 < j < 7$
1999	$C = 354198.8333 + 1253.857143 * L60 + j, 0 < j < 7$
2000	$C = 378698.8300 + 1253.857143 * L60 + j, 0 < j < 7$

**COSTOS DE OPERACION EN FUNCION DE LAS ESLORAS  
INCREMENTADAS PARA LOS AÑOS 1991 HASTA 2000**

Tabla XXXI

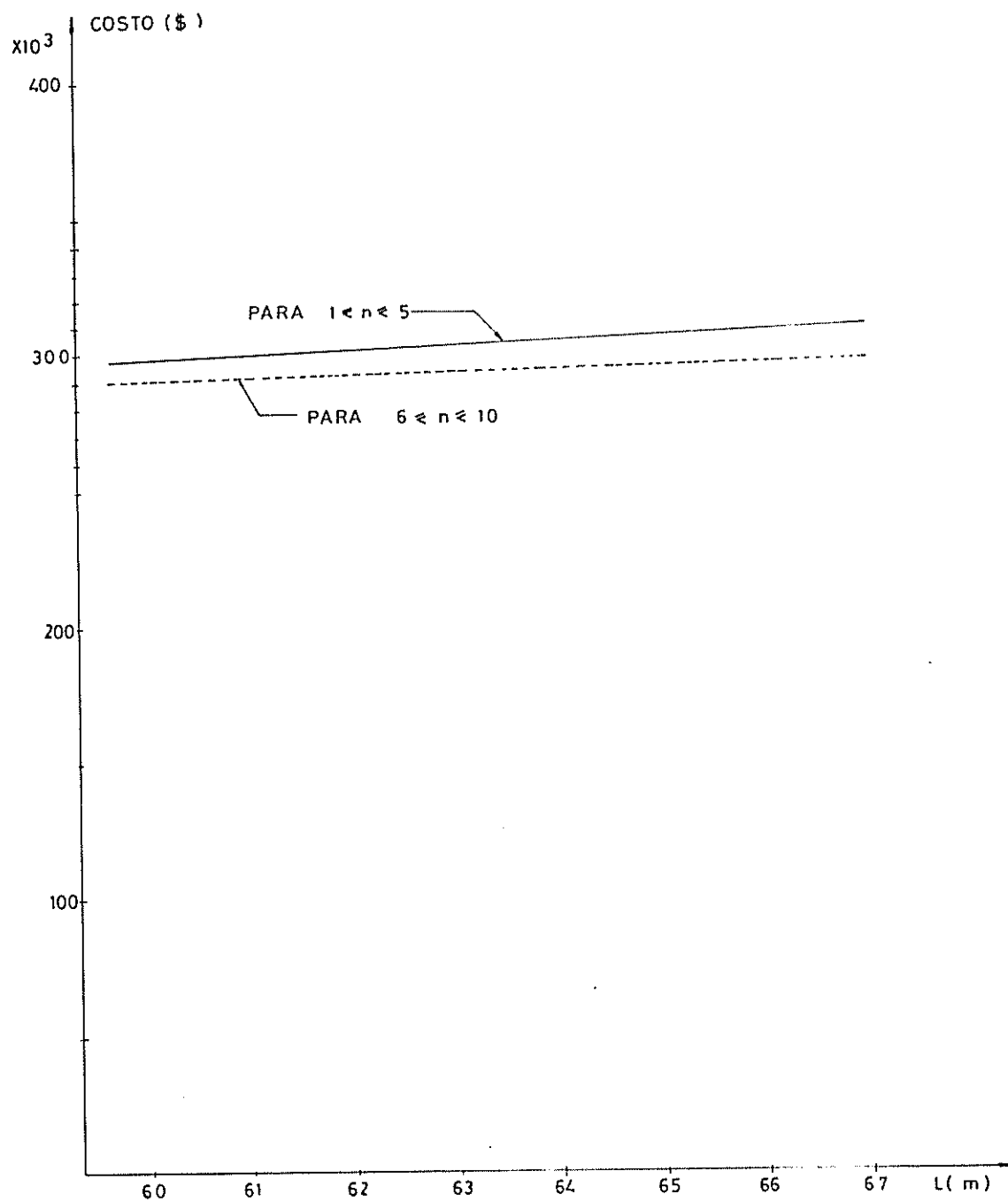
La curva de costos de operación para las esloras ( $L60+j$ ), en función de los años ( $N=1990+n, 1 < n < 10$ ) se genera con las ecuaciones que se presentan en la tabla XXXII y se grafica en la figura 34.

Eslora (m)	Ecuación de Curva de Costos de Operación
60	$Y = (34.6782716 - .46092592n + .185925925n^2 - .0032716n^3) 10^4$
61	$Y = (34.78790123 - .4737037n + 0.189259259n^2 - .0.003457^3) 10^4$
62	$Y = (34.9239506 - .46851851n + 0.187962963n^2 - .0033951n^3) 10^4$
63	$Y = (35.04962963 - .47611111n + 0.19n^2 - .003518518n^3) 10^4$
64	$Y = (35.16962963 - .47611111n + 0.19n^2 - .00351851n^3) 10^4$
65	$Y = (35.29530864 - .4837037n + .192037037n^2 - .0036420n^3) 10^4$
66	$Y = (35.41530864 - .4837037n + .192037033n^2 - .0036429n^3) 10^4$
67	$Y = (35.54098765 - .4912963n + .194074074n^2 - .00376543n^3) 10^4$

**COSTOS DE OPERACION DEL BUQUE EN FUNCION DE LOS AÑOS  
(1991-2000) PARA  $60 < L60 + J < 67$**

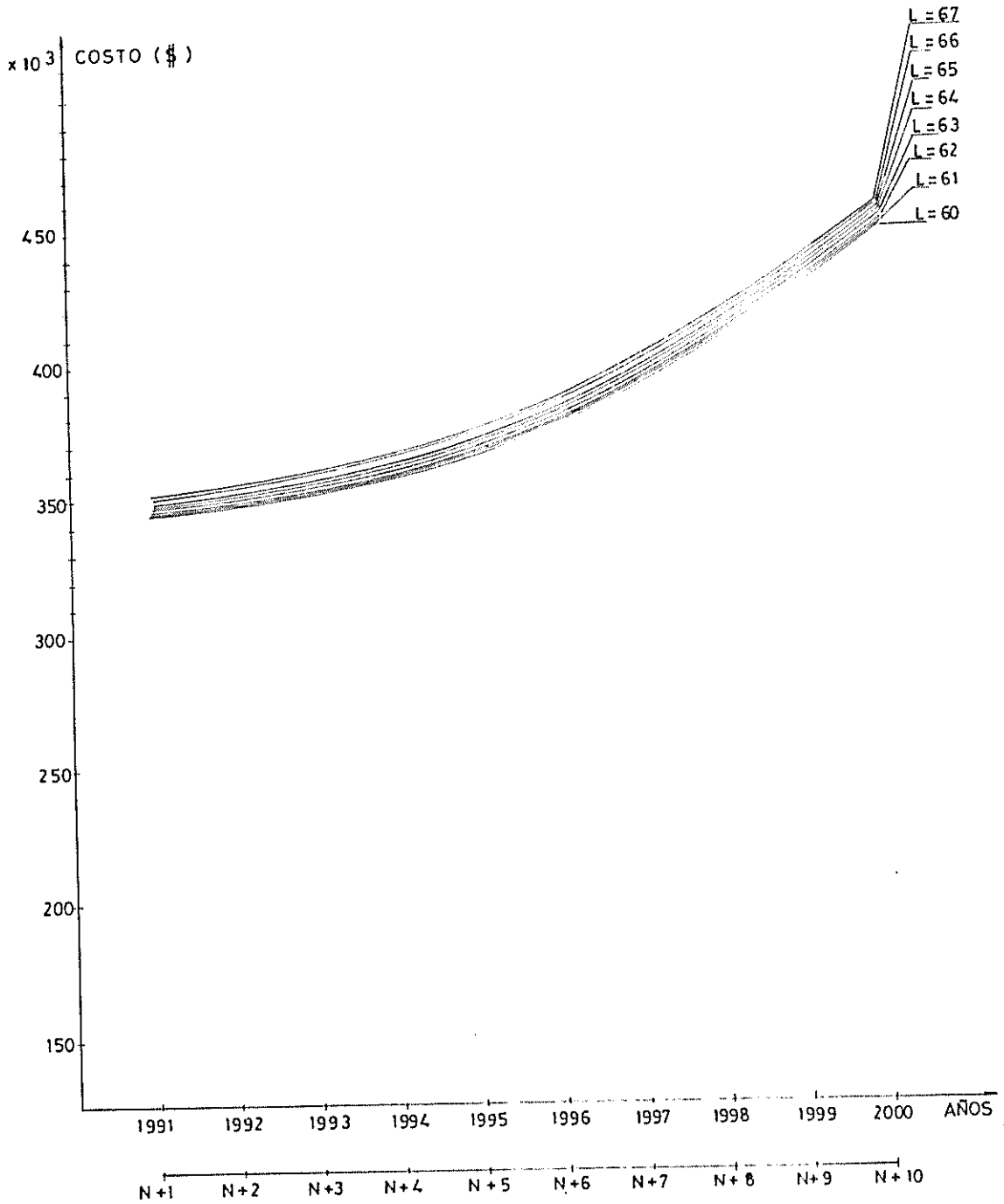
Tabla XXXII

FIG. N° 32



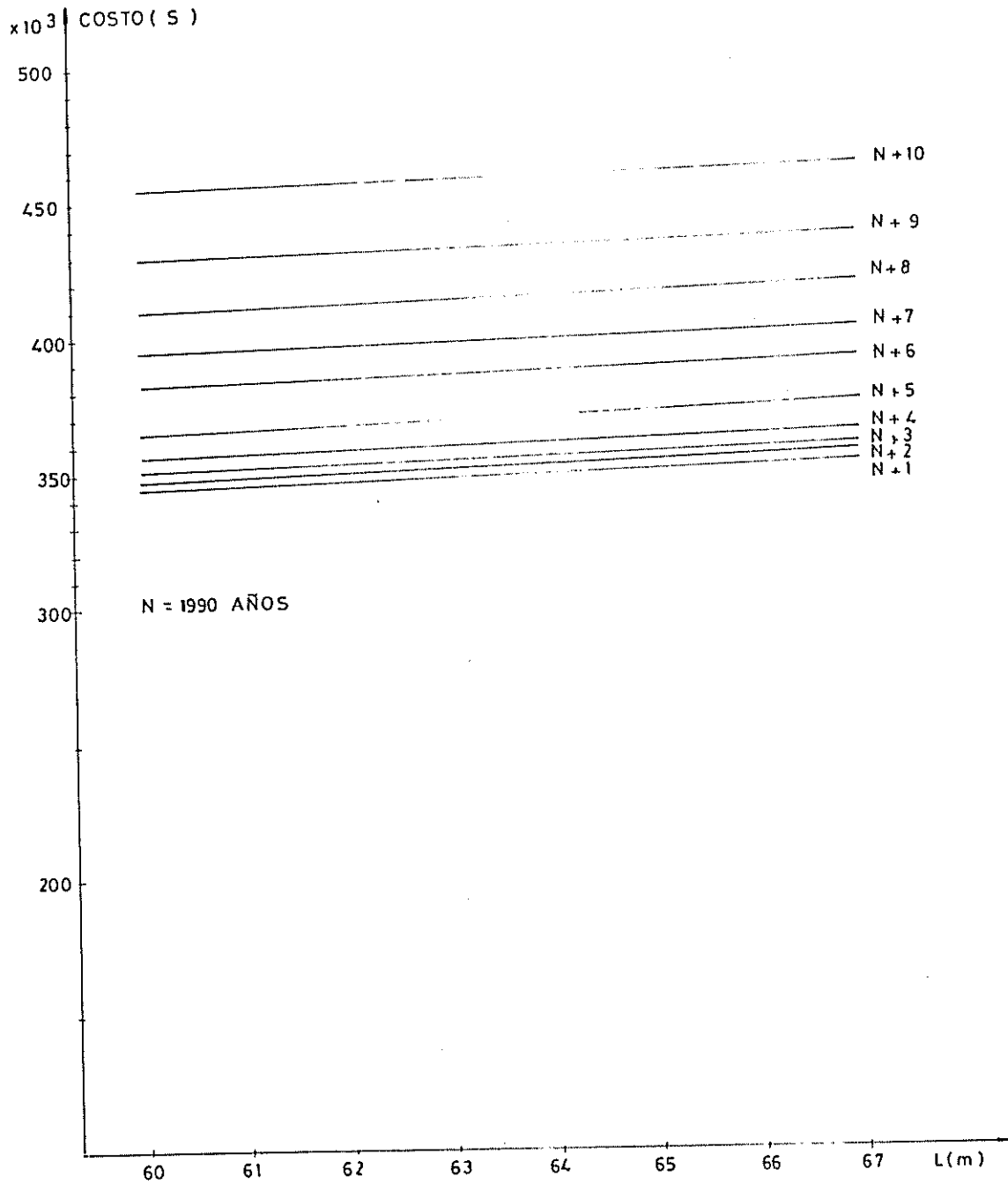
COSTOS VARIABLES

FIG. N° 33



COSTOS DE OPERACION vs AÑOS

FIG. N° 34



COSTOS DE OPERACION vs ESLORAS

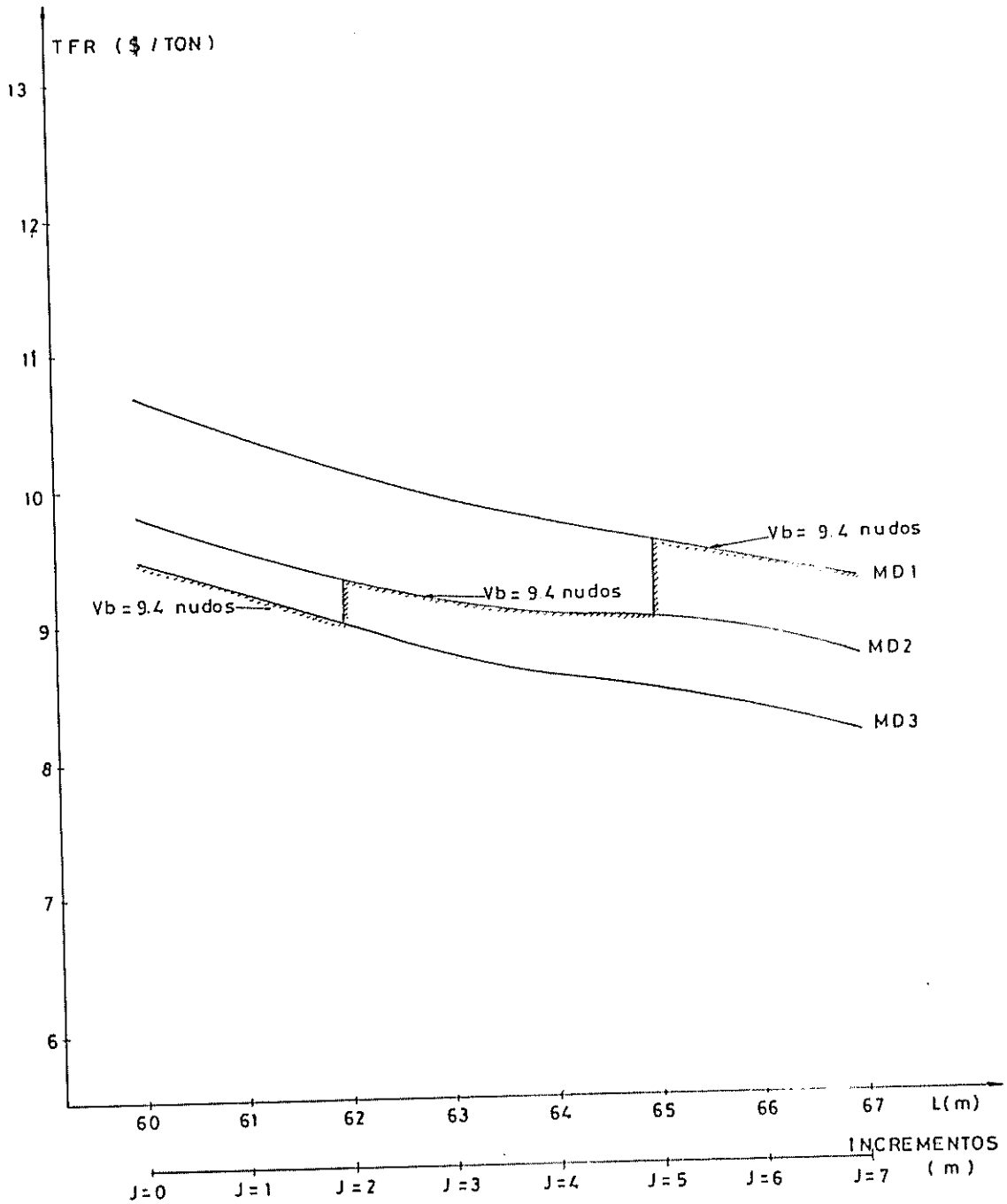








FIG. N° 35



TASA DE FLETE REQUERIDA

## RENTABILIDAD DEL PROYECTO

La reposición del gasto del capital, que se origina al incrementar la eslora del buque actual, se obtiene con las ecuaciones correspondientes definidas en el Capítulo 2, literal 2.2. El método de cálculo está desarrollado en el apéndice Ñ y los valores obtenidos de rentabilidad ( $z_1$ ) para los tres tipos de modificaciones establecidas se presentan en la tabla XXXVII.

Eslora (m)	Valores de $z_1$			
	L60+j	MD1	MD2	MD3
j = 0 (60)		21.93	13.74	negativo
j = 1 (61)		23.23	15.23	negativo
j = 2 (62)		24.92	15.68	2.82
j = 3 (63)		21.99	12.48	negativo
j = 4 (64)		19.16	9.66	negativo
j = 5 (65)		16.47	6.27	negativo
j = 6 (66)		7.44	negativo	negativo
j = 7 (67)		10.39	negativo	negativo

TASA DE RETORNO DEL B/T TAURUS CON SU ESLORA INCREMENTADA  
Tabla XXXVII

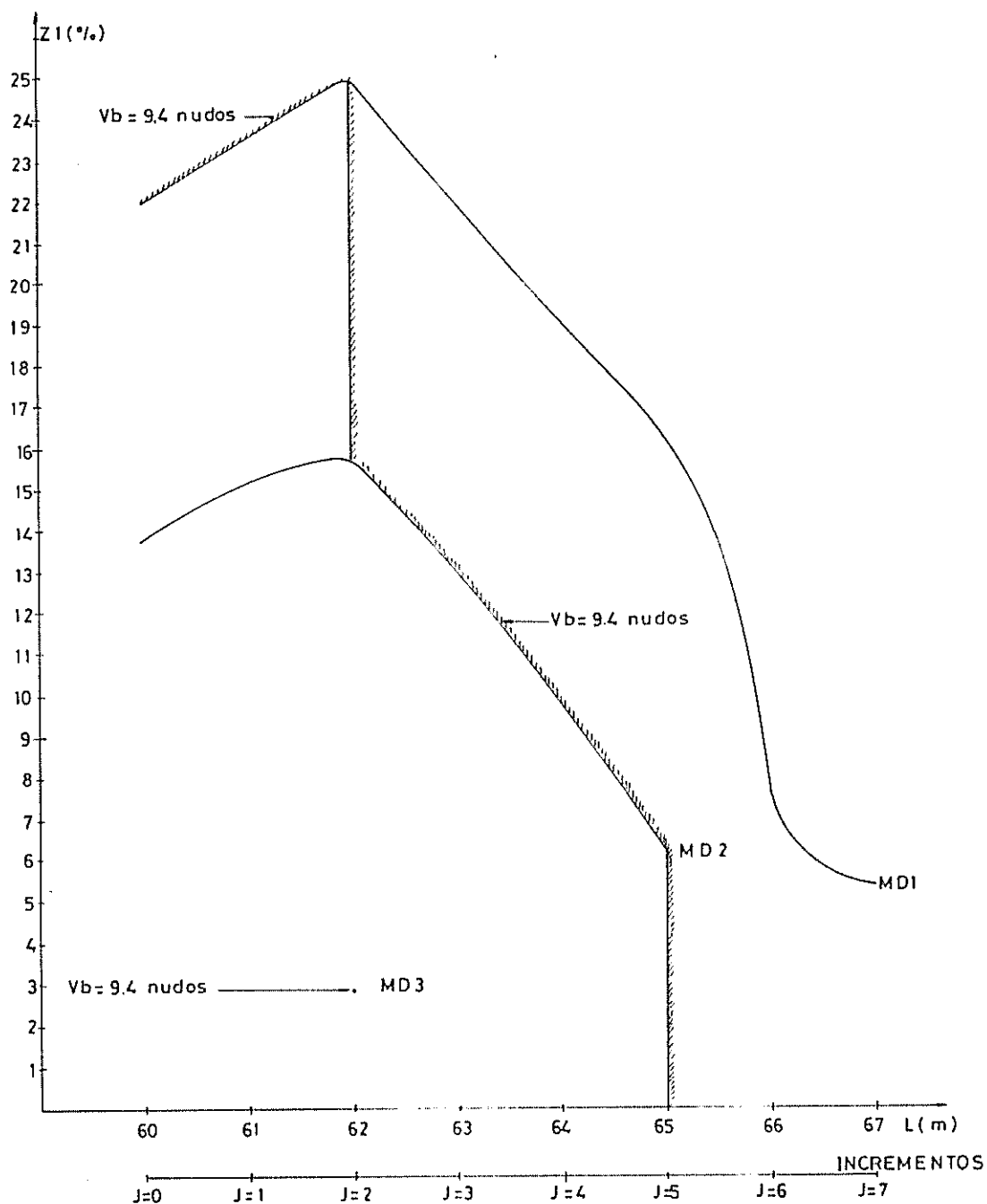
Las ecuaciones que generan los valores de  $z_1$  expresados en la tabla XXXVII son:

$$z_1(\text{MD1}) = 0.020j^6 - 0.3656j^5 + 2.2508j^4 - 5.7031j^3 + 4.795j^2 + 0.2977j + 21.93, \text{ donde } 0 < j < 7 \quad (2.37)$$

$$z_1(\text{MD2}) = 0.76044j^4 - 9.0623j^3 + 34.699j^2 - 44.203j + 13.74, \text{ donde } 0 < j < 7 \quad (2.38)$$

$$z_1(\text{MD3}) = 1.41j, \text{ donde } j=2 \quad (2.39)$$

FIG N° 36



TASA DE RETORNO

Los valores descritos en la tabla XXXVII se grafican en la figura No.36.

A modo de comprobación de los resultados obtenidos en la tabla XXXVII se presenta en el apendice O el cálculo del VAN para una rentabilidad del 15%, con los mismos datos utilizados en el apendice Ñ.

## METAS Y PRIORIDADES

El procedimiento con el que se definirá el rango de eslora óptima a incrementar será el de programación por metas, según se define en la referencia (29). Este método se basa en una formulación del modelo que se encuentra constituido por una función objetivo donde se encuentran incorporadas las metas deseadas, y las restricciones a las que se encuentra sujeta la función. La solución óptima se obtiene maximizando ganancias y minimizando costos. A continuación definiremos las metas que se requiere satisfacer en este proyecto, y su orden de prioridad.

P1 = maximizar la rentabilidad del proyecto, con lo que se garantiza la factibilidad del incremento de la eslora (capacidad de carga del buque).

P2 = minimizar los costos de inversión, obteniendo de esta forma la renta neta máxima.

P3 = minimizar costos de fletes, lo que originará un incremento en la demanda del transporte de cabotaje.

P4 = minimizar tiempo de construcción, para poder maximizar los ingresos de los fletes que realizará el buque.

Donde la prioridad que se mantendrá en la formulación del modelo, se indica con la siguiente desigualdad.

$$P1 > P2 > P3 > P4$$

#### FORMULACION DEL MODELO

El modelo será expresado matemáticamente, teniendo como objetivo maximizar o minimizar las restricciones por medio de las metas establecidas y los resultados de acuerdo a las prioridades asignadas.

VARIABLES DEL MODELO:

L60+j	= eslora del buque
j	= eslora incrementada, valor >0 y <7
z	= tasa de interes semestral
n	= número de periodos semestrales (plazo de amortización)
g	= periodo de gracia



$P(L60+j)$	= costos de construcción para cada eslora
$S(L60+j)$	= pago inicial correspondiente al 20% de $Q(L60+j)$ , para las diferentes $L$ .
$Q(L60+j)$	= deuda actualizada después del periodo de gracia
$A(1+60+j)$	= dividendos de pagos semestrales
$E(L60+j)$	= ingresos por fletes realizados para cada $L60+j$
$Y(L60+j)$	= costos de operación para los respectivos $L60+j$
$TFR(L60+j)$	= tasa de flete requerida para las $L60+j$ del buque
$W1$	= carga transportada en toneladas de productos limpios por viaje
$B1$	= millas recorridas con productos limpios anualmente
$F1$	= costos de flete de una tonelada de productos limpios por milla
$to(L60+j)$	= tiempo de construcción para cada eslora
$DP(L60+j)$	= depreciación del buque para las $L60+j$
$t$	= impuesto a la renta
$R(L60+j)$	= renta neta producida por el buque para las $L60+j$
$RN(L60+j)$	= valores líquidos finales para cada $L60+j$
$QS(L60+j)$	= valor actual total de valores líquidos finales, para las diferentes $L60+j$
$z1$	= tasa de retorno del proyecto
$v$	= velocidad mínima recomendada en servicio
$v$	= velocidad del buque
$L^*$	= eslora óptima
$L$	= eslora máxima según A.B.S.
$C(L60+j)$	= capacidad de carga anual transportada para cada $L60+j$
$d1^+$	= grado de realización superior de $z1$
$d1^-$	= grado de realización inferior de $z1$
$d2^+$	= grado de realización superior de $TFR$
$d2^-$	= grado de realización inferior de $TFR$
$d3^+$	= grado de realización superior de $to$
$d3^-$	= grado de realización inferior de $to$
$d4^+$	= grado de realización superior de $L$
$d4^-$	= grado de realización inferior de $L$
$N$	= número de periodos del préstamo anual
$CR$	= factor de recuperación del capital
$MD1$	= modificación 1
$MD2$	= modificación 2
$MD3$	= modificación 3

## DEFINICION DE FUNCIONES

Las ecuaciones que definen los costos de operación son las siguientes:

$$Y(L60+j) = 34.6782716 - 0.46092592n + 0.185925925n^2 - 0.0032716n^3) * 10^4, \text{ donde } j=0, 1 < n < 10 \quad (2.40)$$

$$Y(L60+j) = 34.78790123 - 0.4737037n + 0.189259259n^2 - 0.0034568n^3) * 10^4, \text{ donde } j=1, 1 < n < 10 \quad (2.41)$$

$$Y(L60+j) = 34.9239506 - 0.46851851n + 0.187962963n^2 - 0.0033951n^3) * 10^4, \text{ donde } j=2, 1 < n < 10 \quad (2.42)$$

$$Y(L60+j) = 35.04962963 - 0.47611111n + 0.19n^2 - 0.003518518^3) * 10^4, \text{ donde } j=3, 1 < n < 10 \quad (2.43)$$

$$Y(L60+j) = 35.16962963 - 0.47611111n + 0.19n^2 - 0.00351851n^3) * 10^4, \text{ donde } j=4, 1 < n < 10 \quad (2.44)$$

$$Y(L60+j) = 35.29530864 - 0.4837037n + 0.192037037n^2 - 0.0036420n^3) * 10^4, \text{ donde } j=5, 1 < n < 10 \quad (2.45)$$

$$Y(L60+j) = 35.41530864 - 0.4837037n + 0.192037037n^2 - 0.0036420n^3) * 10^4, \text{ donde } j=6, 1 < n < 10 \quad (2.46)$$

$$Y(L60+j) = 35.5409877 - 0.49129629n + 0.194074074n^2 - 0.0037654n^3) * 10^4, \text{ donde } j=7, 1 < n < 10 \quad (2.47)$$

Las ecuaciones con las que se define la tasa de retorno del proyecto son las siguientes:

Valor del préstamo actualizado después del período de gracia:  $Q(L60+j) = F(L60+j) * (i+2)^n$ ,  $0 < j < 7$ ,  $n=3$

Pago inicial :

$$S(L60+j) = 0.2 * Q(L60+j) \quad (2.7)$$

Pago semestral :

$$A(L60+j) = .8 * P(L60+j) * (z(1+z)^{2n} / (1+z)^n - 1) \quad (2.8)$$

donde  $4 < n < 20$ ,  $0 < j < 7$

Depreciación :

$$DP(L60+j) = (CA + P(L60+j)) / 25; \text{ donde } 0 < j < 7 \quad (2.13)$$

$$\text{Ingresos} : \quad E(L60+j) = W1 * B1 * F1, \text{ donde } 0 < j < 7 \quad (2.9)$$

$$\text{Retornos después de Impuesto:} \quad A(L60+j) = I(L60+j) - Y(L60+j), \text{ donde } 0 < j < 7 \quad (2.15)$$

$$\text{Renta Neta} : \quad R(L60+j) = (A * (L60+j) - DP(L60+j)) * 0.75, \quad (2.16)$$

donde  $0 < j < 7$

Valores líquidos del proyecto:

$$\begin{aligned} RN(L60+j) / n=1,20 = & 0.75(I(L60+j) - Y(L60+j) - DP(L60+j)) \cdot n=1,2 \\ & + 0.75(E(L60+j) - Y(L60+j) - DP(L60+j) - 0.2P(L60+j)) \\ & * (1+z)^n \cdot n=3 + 0.75 * (E(L60+j) - Y(L60+j) \\ & - DP(L60+j) - 0.8P(L60+j)) * (z(1+z)^{2n} / ((1+z)^n - 1)) \cdot n=4,20 \end{aligned} \quad (2.40)$$

Valores líquidos presentes del proyecto:

$$\begin{aligned} QS(L60+j) = & (0.75 * (E(L60+j) - Y(L60+j) - DP(L60+j)) * (1/(1+z)^n)) \\ & + (0.75 * (E(L60+j) - Y(L60+j) - DP(L60+j) - 0.2 * P(L60+j)) * (1+z)^n) * (1/(1+z)^n) \\ & + (0.75 * (E(L60+j) - Y(L60+j) - DP(L60+j) - 0.8 * P(L60+j)) * (z(1+z)^{2n} / ((1+z)^n - 1))) * (1/(1+z)^n), \text{ donde } 0, j < 7 \end{aligned} \quad (2.41)$$

Por lo tanto la ecuación para obtener  $z$  resulta:

$$P(L60+j) - QS(L60+j) = 0 \quad (2.42)$$

Las ecuaciones utilizadas para definir la TFR son las siguientes:

$$TFR(L60+j) = (Y(L60+j) + CR * F(L60+j)) / C(L60+j) \quad (2.19)$$

$$CR = (CR1 - t/N) / (1 - t) \quad (2.20)$$

$$CR1 = (z * (1+z)^{10}) / ((1+z)^{10} - 1) \quad (2.21)$$

## RESTRICCIONES

### 1. Tasa de Retorno:

$$.02076j^6 - .3656j^5 + 2.2508j^4 - 5.7031j^3 + 4.795j^2 + 0.297j + 21.93 + d1 - d1^- = 0, \text{ para MD1, } 0 < j < 3, d1^+ = 0$$

$$0.76044j^4 - 9.062j^3 + 34.699j^2 - 44.203389j + 13.74 + d1^+ - d1^- = 0, \text{ para MD2, } 2 < j < 5, d1^+ = 0$$

$$1.41 j + d1^+ - d1^- = 0, \text{ para MD3, } j=2, d1^+ = 0$$

## 2. Costos de Construcción:

$$200.2777j^6 - 4002.4999j^5 + 29154.4444j^4 - 93989.1665j^3 + 133265.28j^2 - 61728.3333j + 393.100 + d2^+ + d1^- = 0$$

para MD1,  $0 < j < 3$ ,  $d2^+ = 0$

$$1128.355j^6 - 23080.1904j^5 + 175798.849j^4 - 604467.7978j^3 + 893772.796j^2 - 440982.0118j + 55033 + d2^+ + d1^- = 0$$

para MD2,  $2 < j < 5$ ,  $d2^+ = 0$

$$-110.9126j^6 + 2407.7381j^5 - 19903.7698j^4 + 76044.6248j^3 - 121485.317j^2 + 66047.6190j + 942.000 + d2^+ + d1^- = 0$$

para MD3,  $5 < j < 7$ ,  $d2^+ = 0$

## 3. Tasa de Flete Requerida:

$$0.000377j^6 - 0.0075351j^5 + 0.0547628j^4 - 0.1763071j^3 + 0.25733j^2 + 0.3949142j + 3.49 + d3^+ + d1^- = 11.11$$

para MD1,  $0 < j < 3$ ,  $d3^- = 0$

$$0.000030886j^6 - 0.0000166485j^5 - 0.0045628j^4 + 0.043783j^3 - 0.0972524j^2 - 0.226359j + 9.82 + d3^+ + d3^- = 11.11, \text{ para MD2, } 2 < j < 5, d3^- = 0$$

$$-0.00002258714j^6 + 0.004926442j^5 - 0.0408253j^4 + 0.15559663j^3 - 0.239548j^2 - 0.18149j + 10.7 + d3^+ + d3^- = 11.11, \text{ para MD3, } 5 < j < 7, d3^- = 0$$

## 4. Tiempo de Construcción:

$$140 + 12.3214j + d4^+ + d4^- = 0, \text{ para MD1, } 0 < j < 3, d4^+ = 0$$

$$149 + 12.2619j + d4^+ + d4^- = 0, \text{ para MD2, } 2 < j < 5, d4^+ = 0$$

$$207 + 13.0000j + d4^+ + d4^- = 0, \text{ para MD3, } 5 < j < 7, d4^+ = 0$$

## 5. Esloza Incrementada:

$$j + d5^+ + d5^- = 7$$

$$\text{donde } d5^- = 0$$

## Función Objetivo:

$$K = \text{Maximizar } (4F1d1^- + 3P2d2^- + 2F3d3^+ + F4d4^-) \quad (2.42)$$

El modelo matemático obtenido, servirá como herramienta principal para la determinación de la eslora óptima ,la evaluación de este se realizara en el capítulo 3.

## CAPITULO III

### APLICACION DEL METODO SESLIN

#### 3.1. APLICACION DE PARAMETROS. CASO ESTUDIO: B/T TAURUS, IDENTIFICACION DE LOS SISTEMAS.

Los sistemas que se consideran en el método Seslin, por influir directamente sobre los costos de las modificaciones requeridas, al incrementar la eslora actual son los siguientes:

ST1: Sistema Estructural

ST2: Sistema de Propulsión

ST3: Sistema de Gobierno

ST4: Sistema de Fondeo y Amarre

ST5: Sistema Eléctrico

ST6: Circuito de Carga y Descarga

ST7: Circuito de Combustible

ST8: Circuito de Achique y Contraincendio

ST9: Circuito de Ventilación Forzada y Natural

#### RESTRICCIONES TECNICAS

Las restricciones, los cuales son parámetros a utilizar en el método Seslin, representan los requerimientos y capacidades límites de cada

sistema. El análisis está hecho en función de la eslora incrementada bajo los criterios de la Sociedad Clasificadora A.B.S., según se indica en el Capítulo 2, literal 2.1. Las restricciones a considerarse son:

RST1:Restricción del Sistema Estructural

RST2:Restricción del Sistema de Propulsión

RST3:Restricción del Sistema de Gobierno

RST4:Restricción del Sistema de Fondeo y Maniobra

RST5:Restricción del Sistema Eléctrico

RST6:Restricción del Circuito de Carga y Descarga

RST7:Restricción del Circuito de Combustible

RST8:Restricción del Circuito de A.y C.

RST9:Restricción del Circuito de Vent.Nat.y Forzada.

Un resumen de las capacidades límites en función de la eslora de los sistemas pertenecientes al buque definidas en el capítulo 2, literal 2.1, se muestran en la tabla XXXVIII.

L(m) Sistemas	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST7	ST8	ST9
Actual	67	49	49	49	67	49	67	49	49
60	67	65	63	67	67	60	67	61	65
61	67	65	63	67	67	64	67	61	65
62	67	65	63	67	67	64	67	63	65
63	67	65	63	67	67	64	67	63	65
64	67	65	67	67	67	64	67	65	65
65	67	65	67	67	67	67	67	65	65
66	67	67	67	67	67	67	67	67	67
67	67	67	67	67	67	67	67	67	67

**RESTRICCIONES DE LOS CIRCUITOS Y SISTEMAS DEL BUQUE CON LA  
ESLORA INCREMENTADA  
Tabla XXXVIII**

Los parámetros indicados en la tabla XXXVIII servirán para identificar el rango de eslora óptima obtenida con el método Seslin.

**RESTRICCIONES ECONOMICAS**

La determinación de las restricciones económicas, se efectúan en función de valores para los parámetros generados por el buque bajo las condiciones de mercado de transporte de cabotaje de derivados del petróleo, y de la inversión que requiera el proyecto. Estas restricciones son: la tasa de retorno, la tasa de flete requerida y el tiempo de construcción.



La tasa de retorno está en función de:

$FL_{60+j}$  = costos de construcción de las modificaciones requeridas de los sistemas al incrementar la eslora del buque.

$Y(L_{60+j}, n)$  = costos de operación del buque durante el plazo de amortización del préstamo.

$DPL_{60+j}$  = depreciación de los sistemas para las diferentes condiciones de esloras establecidas.

$EL_{60+j}$  = ingresos percibidos por efectuar los fletes en el transporte de derivados del petróleo.

$z$  = interés con el que la Corporación Financiera Nacional efectúa el préstamo para ejecutar el proyecto.

$t$  = impuesto a la renta aplicado a este tipo de negocio por el gobierno nacional.

$n$  = número de semestres con el que se deberá de cubrir el préstamo.

Los parámetros antes citados fueron determinados en el capítulo 2, literal 2.2 y 2.3. Un resumen de estos parámetros para todas las esloras se presentan en la tabla XXXIX.

Esloras (m)	P(L60+j) \$	Y((L60+j),n) \$	DF(L60+j) \$	E(L60+j) \$	z %	t %	n
60	P(60)	Y(60,n)/n=1,20	DF(60)	E(60)	11	25	20
61	P(61)	Y(61,n)/n=1,20	DF(61)	E(61)	11	25	20
62	P(62)	Y(62,n)/n=1,20	DF(62)	E(62)	11	25	20
63	P(63)	Y(63,n)/n=1,20	DF(63)	E(63)	11	25	20
64	P(64)	Y(64,n)/n=1,20	DF(64)	E(64)	11	25	20
65	P(65)	Y(65,n)/n=1,20	DF(65)	E(65)	11	25	20
66	P(66)	Y(66,n)/n=1,20	DF(66)	E(66)	11	25	20
67	P(67)	Y(67,n)/n=1,20	DF(67)	E(67)	11	25	20

**PARAMETROS QUE INFLUYEN SOBRE LA TASA DE RETORNO**  
Tabla XXXIX

La tasa de flete requerida esta en función de:

CP(L60+j) = costo total del buque, después de las modificaciones hechas en los sistemas para las diferentes esloras ya establecidas.

y((L60+j),n) = costo de operación durante el plazo de amortización del proyecto.

C(L60+j) = capacidad de carga transportada anualmente por el buque, para las diferentes esloras.

z = tasa de interés anual

t = impuesto a la renta establecido por el gobierno actual.

n = número de años en que se deberá de amortizar el préstamo.

Los parámetros antes citados fueron determinados en el capítulo 2. Un resumen de estos parámetros, para las esloras ya establecidas, se muestran en la tabla XL.

Esloza (m)	P(L60+j)	Y((L60+j),n) \$	C(L60+j) ton	z	t %	n %
60	P(60)	Y(60,n)/n=1,10	C(60)	11	25	10
61	P(61)	Y(61,n)/n=1,10	C(61)	11	25	10
62	P(62)	Y(62,n)/n=1,10	C(62)	11	25	10
63	P(63)	Y(63,n)/n=1,10	C(63)	11	25	10
64	P(64)	Y(64,n)/n=1,10	C(64)	11	25	10
65	P(65)	Y(65,n)/n=1,10	C(65)	11	25	10
66	P(66)	Y(66,n)/n=1,10	C(66)	11	25	10
67	P(67)	Y(67,n)/n=1,10	C(67)	11	25	10

PARAMETROS QUE INFLUYEN SOBRE LA TASA DE FLETE REQUERIDA  
Tabla XL

El tiempo de construcción,  $t_1$ , está en función de la capacidad de producción del astillero en donde se realizará el proyecto, e influye directamente sobre los ingresos  $E(L60+j)/n=1,2$  que percibe el buque durante los dos primeros semestres del préstamo. Los valores de  $t_1$  y  $E(L60+j)/n=1,2$  para el rango de eslora antes citado, fueron calculados en el capítulo 2, literal 2.3 y se presentan en la tabla XLI.

Eslozas (m)	$t_1$ (días)	$E(L60+j)/n=1$	$E(L60+j)/n=2$
60	148	\$0.0	\$ 430332
61	161	\$0.0	\$ 442378
62	173	\$0.0	\$ 434958
63	186	\$0.0	\$ 312462
64	198	\$0.0	\$ 317810
65	211	\$0.0	\$ 324658
66	285	\$0.0	\$ 000000
67	298	\$0.0	\$ 000000

INGRESOS PERCIBIDOS POR EL BUQUE DURANTE LOS DOS PRIMEROS SEMESTRES  
Tabla XLI

## PRIORIDADES DE LAS RESTRICCIONES

Las restricciones técnicas y económicas a las que se encuentra sujeta la función objetivo, tienen el siguiente orden prioritario, según se muestra en la tabla XLII.

Restricciones	Prioridad
Eslora máxima a incrementarse, $L = 67$ m	5u
Costos de construcción, $P(L60+J)$	4u
Tasa de retorno, $z_1$	3u
Tasa de flete requerida, TFR ( $L60+J$ )	2u
Tiempo de construcción, $t_1$	1u

PRIORIDADES DE LAS RESTRICCIONES  
Tabla XLII

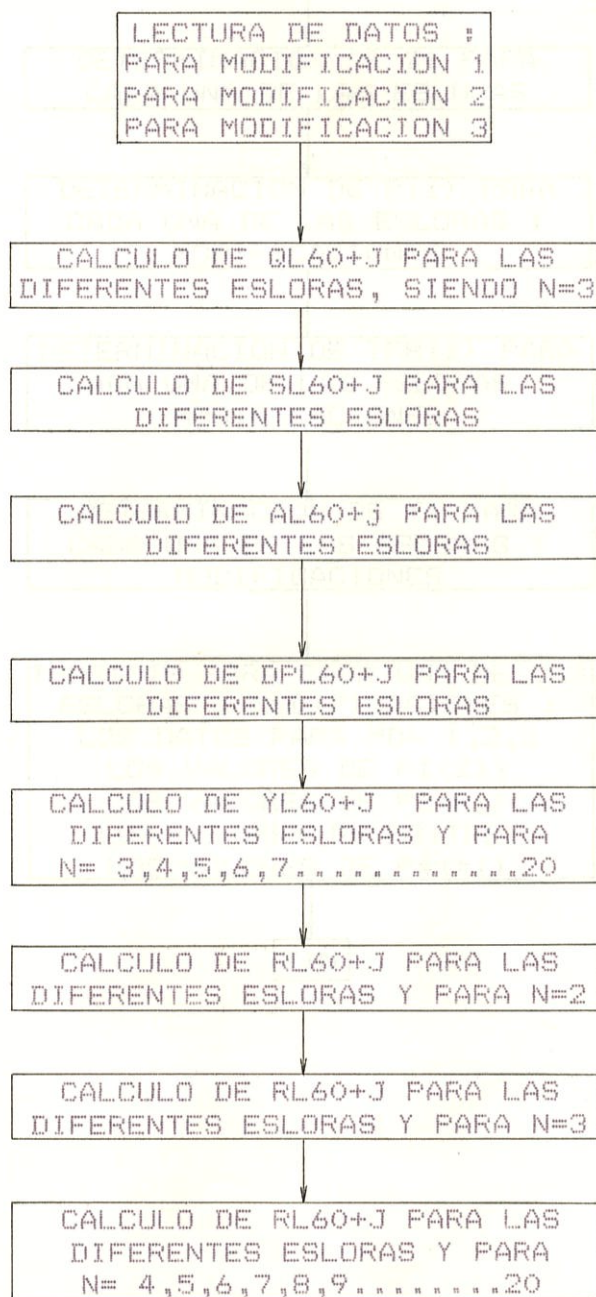
Las unidades de prioridad (u), establecidas en la tabla XLII, se han determinado en función de las metas del proyecto, descritas en el Capítulo 2, literal 2.3.

### 3.2. DESCRIPCION DEL PROGRAMA SESLIN

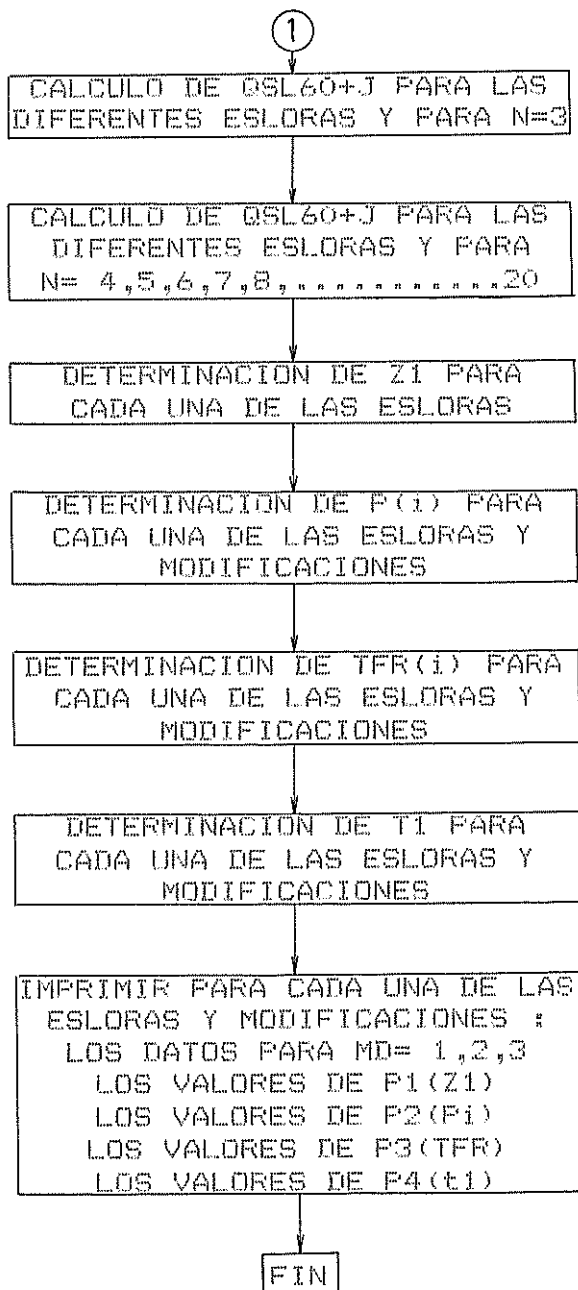
El objetivo principal del programa es determinar los valores de la tasa de retorno  $z_1$  (meta P1) y tasa de flete requerida TFR (meta P3) correspondientes a cada una de las esloras incrementadas y para los tres tipos de modificaciones (MD1, MD2 y MD3). El cálculo se basa en los siguientes parámetros:  $P(L60+j)$ ,  $E(L60+j)$ ,  $z$ ,  $t$ ,  $C(L60+j)$  que son datos de

entrada y  $Y(L60+j)$  que están representados por polinomios que son parte del texto del programa.

### FLUJO DEL PROGRAMA



BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARITIMA



### 3.3. PROGRAMA DE APLICACION DEL METODO SESLIN

El programa esta escrito en lenguaje fortran, consta de 527 lineas que ocupan 51322 bytes de memoria. La entrada de datos necesaria para la ejecucion del programa será de acuerdo al formato especificado, la salida involucra los datos de entrada correspondientes al tipo de modificación analizada y los resultados correspondientes a  $z_1$ ,  $P(i)$ , TFR, y  $t_1$ .

PROGRAMA SESLIN : DEFINE LOS VALORES CORRESPONDIENTES  
A LAS METAS: P1(Z1), P2(P(I)),  
P3(TFR(I)), y P4(T1)

PREPARADO POR : LIBORIO FERNANDO GOMEZ

JUNIO 1991

DESCRIPCION DE LAS VARIABLES Y LOS PARAMETROS USADOS:

Z = TASA DE INTERES  
 NUM1 = VALOR INICIAL DEL RANGO DE LA TASA DE RETORNO  
 NUM2 = VALOR FINAL DEL RANGO DE LA TASA DE RETORNO  
 P(I) = COSTOS DE CONSTRUCCION PARA L60+J EN DOLARES  
 E(I) = INGRESOS SEMESTRALES PRODUCIDOS POR EL BUQUE  
 PARA L60+J SIENDO 3 n 10, EN DOLARES  
 E2(I) = INGRESOS SEMESTRALES PRODUCIDOS POR EL BUQUE  
 PARA L60+J SIENDO N = 2, EN DOLARES  
 C(I) = CANTIDAD DE DERIVADOS DE PETROLEO TRANSPORTADOS  
 ANUALMENTE PARA LAS DIFERENTES L60+J, EN TONELADAS  
 T = IMPUESTO A LA RENTA  
 Q(I) = DEUDA ACTUALIZADA DESPUES DEL PERIODO DE GRACIA, PARA L60+J  
 S(I) = PAGO INICIAL DEL PRESTAMO  
 A(I) = DIVIDENDOS DE PAGOS SEMESTRALES  
 DP(I) = DEPRECIACION DEL BUQUE, PARA L60+J  
 Y(I,N) = COSTOS DE OPERACION PARA L60+J, SIENDO 1 N 20  
 RN2(I) = VALORES LIQUIDOS FINALES PARA CADA CASO DE L60+J, SIENDO N=2  
 RN3(I) = VALORES LIQUIDOS FINALES PARA CADA CASO DE L60+J, SIENDO N=3  
 RN4A20(I,N) = VALORES LIQUIDOS FINALES PARA CASO DE L60+J, SIENDO 4 N 20  
 QS2(I,J) = VALOR ACTUAL TOTAL DE RN2(I) PARA L60+J, SIENDO N = 2  
 QS3(I,J) = VALOR ACTUAL TOTAL DE RN3(I) PARA L60+J, SIENDO N = 3  
 QS4-20(I,J) = VALOR ACTUAL TOTAL DE RN4A20(I,N) PARA L60+J, SIENDO 4 N 20  
 Z1 = TASA DE RETORNO PARA L60+J  
 TFR(I) = TASA DE FLETE REQUERIDA PARA L60+J  
 PND1(I) = COSTOS DE CONSTRUCCION PARA L60+J, EN DOLARES, PARA MD=1  
 PND2(I) = COSTOS DE CONSTRUCCION PARA L60+J, EN DOLARES, PARA MD=2  
 PND3(I) = COSTOS DE CONSTRUCCION PARA L60+J, EN DOLARES, PARA MD=3  
 EMD1(I) = INGRESOS SEMESTRALES PRODUCIDOS POR EL BUQUE PARA L60+J  
 SIENDO 3 N 20, EN DOLARES, PARA MD=1  
 EMD2(I) = INGRESOS SEMESTRALES PRODUCIDOS POR EL BUQUE PARA L60+J  
 SIENDO 3 N 20, EN DOLARES, PARA MD=2  
 EMD3(I) = INGRESOS SEMESTRALES PRODUCIDOS POR EL BUQUE PARA L60+J  
 SIENDO 3 N 20, EN DOLARES, PARA MD=3  
 E2MD1(I) = INGRESOS SEMESTRALES PRODUCIDOS POR EL BUQUE PARA L60+J  
 SIENDO N=2, PARA MD=1  
 E2MD2(I) = INGRESOS SEMESTRALES PRODUCIDOS POR EL BUQUE PARA L60+J  
 SIENDO N=2, PARA MD=2



```

E3MD3(1) = INGRESOS SEMESTRALES PRODUCIDOS POR EL BUQUE PARA L60+J
           SIENDO N=2, PARA HD=3
T1)      = TIEMPO DE CONSTRUCCION

```

```

dimension q(8),s(8),a(8),dp(8),y(8,20),rn3(8),e(8),
rn4a20(8,30),rn2(8),dqsp(8,100),tfr(8),l(8),
qs4(8,30),qs5(8,30),qs6(8,30),qs7(8,30),qs8(8,30),qs9(8,30),
qs10(8,30),qs11(8,30),qs12(8,30),qs13(8,30),qs14(8,30),
qs15(8,30),qs16(8,30),qs17(8,30),qs18(8,30),qs19(8,30),
qs20(8,30),qs4t1(8,30),qttal2(8,100),qs2(8,100),qs3(8,100),
e2(8),l5(8),t1(8),pmd1(8),pmd2(8),pmd3(8),emd1(8),emd2(8),
emd3(8),e2md1(8),e2md2(8),e2md3(8)

```

```
integer c(8)
```

```
real p(8)
```

```
CHARACTER*12 INFILE, OUTFILE
```

```
WRITE(*,1)
```

```
FORMAT(' DIGITE EL NOMBRE DEL ARCHIVO DE DATOS')
```

```
READ(*,2)INFILE
```

```
FORMAT(A12)
```

```
WRITE(*,3)
```

```
FORMAT(' DIGITE EL NOMBRE DEL ARCHIVO DE RESULTADOS')
```

```
READ(*,2)OUTFILE
```

```
OPEN(1,FILE=INFILE,STATUS='OLD')
```

```
OPEN(2,FILE=OUTFILE,STATUS='NEW')
```

```
read(1,200) z
```

```
format(f13.2)
```

```
read(1,210) num1
```

```
format(i2)
```

```
read(1,222) num2
```

```
format(i2)
```

```
read(1,333) t
```

```
format(f5.2)
```

```
do 45 i=1,8
```

```
read(1,228) c(i)
```

```
format(i10)
```

```
continue
```

```
do 46 i = 1 , 8
```

```
read(1,238) i(i)
```

```
format(i2)
```

```
continue
```

```
do 1000 i = 1, 8
```



BIBLIOTECA  
EST. ING.  
MARITIMA

```

read(1,1500) pmd1(i)
format(f13.2)
continue
do 1010 i = 1 , 8
read(1,1510) emd1(i)
format(f13.2)
continue
do 1020 i = 1 , 8
read(1,1520) e2md1(i)
format(f13.2)
continue
do 1030 i = 1 , 8
read(1,1530) pmd2(i)
format(f13.2)
continue
do 1040 i = 1 , 8
read(1,1540) emd2(i)
format(f13.2)
continue
do 1050 i = 1 , 8
read(1,1550) e2md2(i)
format(f13.2)
continue
do 1060 i = 1 , 8
read(1,1560) pmd3(i)
format(f13.2)
continue
do 1070 i = 1 , 8
read(1,1570) emd3(i)
format(f13.2)
continue
do 1080 i = 1 , 8
read(1,1580) e2md3(i)
format(f13.2)
continue
read(1,229) md
format(i2)
md = 1
mp = 2
mr = 3
if (md.eq.md) go to 4001
if (md.eq.mp) go to 4002
if (md.eq.mr) go to 4003

datos para modificacion 1

do 6 i = 1 , 8
p(i) = pmd1(i)

```

continue

do 42 i = 1 , 8

e(i) = emd1(i)

continue

do 226 i = 1 , 8

e2(i) = e2md1(i)

continue

write(\*,\*) 'Fin de Lectura de Datos'

write(2,350) md,num1,num2,z,t

format(/'LOS VALORES DE LOS PARAMETROS DE ENTRADA SON: ',//

md = ',i2,/'num1 = ',i2,/'num2 = ',i2,/'z = ',f6.2,/'

t = ',f5.2,/'l(i)',6x,'pmd1(i)',8x,'c(i)',7x,'e2md1(i)',

3x,'emd1(i)',/)

do 5120 i = 1 , 8

write(2,2010) l(i),p(i),c(i),e2(i),e(i)

format(1x,i2,2x,f13.2,3x,i8,3x,f13.2,2x,f13.2)

continue

go to 4030

Datos para modificacion 2

do 400 i = 1 , 8

e(i) = pmd2(i)

continue

do 420 i = 1 , 8

e(i) = emd2(i)

continue

do 430 i = 1 , 8

e2(i) = e2md2(i)

continue

write(\*,\*) 'Fin de Lectura de Datos'

write(2,351) md,num1,num2,z,t

format(/'LOS VALORES DE LOS PARAMETROS DE ENTRADA SON: ',//

md = ',i2,/'num1 = ',i2,/'num2 = ',i2,/'z = ',f6.2,/'

t = ',f5.2,/'l(i)',6x,'pmd2(i)',8x,'c(i)',7x,'e2md2(i)',

3x,'emd2(i)',/)

do 5121 i = 1 , 8

write(2,2010) l(i),p(i),c(i),e2(i),e(i)

continue

go to 4030

Datos de modificacion 3

do 440 i = 1 , 8

```

p(i) = pmd3(i)
continue
do 450 i = 1 , 8
e(i) = emd3(i)
continue
do 460 i = 1 , 8
e2(i) = e2md3(i)
continue

write(*,*) Fin de lectura de Datos
write(2,352) md,num1,num2,z,t
format(/'LOS VALORES DE LOS PARAMETROS DE ENTRADA SON: ',//
' md = ',i2,' / num1 = ',i2,' / num2 = ',i2,' / z = ',f6.2,' /
' t = ',f5.2,' // '1(i) ',6x,' pmd3(i) ',8x,' c(i) ',7x,' e2md3(i) ',
'8x,' emd3(i) ',//)
do 5122 i = 1 , 8
write(2,2010) 1(i),p(i),c(i),e2(i),e(i)
continue
go to 4030

calculo de q(i)

do 700 i = 1 , 8
q(i) = p(i)*((1.+z)**3)

calculo de s(i)

do 800 i = 1 , 8
s(i) = 0.2*p(i)*((1.+z)**3)

calculo de a(i)

do 900 i = 1 , 8
a(i) = (0.8*q(i))*((z*((1.+z)**17))/(((1.+z)**17)-1))

calculo de dp(i)

do 1111 i = 1 , 8
cl = 1680746.0
dp(i) = (cl+p(i))*(1./25.)*(0.5)

calculo de costos de operaciones para i=cum

yla = 34.6782716
y1b = 0.46092592
y1c = 0.185925925
y1d = 0.0032716
do 1100 n = 1 , 19 , 2

```

```

y(1,n) = 5000*(y1a-(y1b*(n*0.5))+(y1c*((n*0.5)**2))-
(y1d*((n*0.5)**3)))
continue
do 1200 n = 2 , 20 , 2
y(1,n) = 5000*(y1a-(y1b*(n*0.5))+(y1c*((n*0.5)**2))-
(y1d*((n*0.5)**3)))
continue

calculo de costos de operaciones para l=61m

y2a = 34.78790123
y2b = 0.4737037
y2c = 0.189289259
y2d = 0.00345679
do 1300 n = 1 , 19 , 2
y(2,n) = 5000*(y2a-(y2b*(n*0.5))+(y2c*((n*0.5)**2))-
(y2d*((n*0.5)**3)))
continue
do 1400 n = 2 , 20 , 2
y(2,n) = 5000*(y2a-(y2b*(n*0.5))+(y2c*((n*0.5)**2))-
(y2d*((n*0.5)**3)))
continue

calculo de costos de operaciones para l=62m

y3a = 34.92395062
y3b = 0.46851851
y3c = 0.1879629a3
y3d = 0.00339506
do 1911 n = 1 , 19 , 2
y(3,n) = 5000*(y3a-(y3b*(n*0.5))+(y3c*((n*0.5)**2))-
(y3d*((n*0.5)**3)))
continue
do 1600 n = 2 , 20 , 2
y(3,n) = 5000*(y3a-(y3b*(n*0.5))+(y3c*((n*0.5)**2))-
(y3d*((n*0.5)**3)))
continue

calculo de costos de operaciones para l=63m

y4a = 35.04962963
y4b = 0.476111111
y4c = 0.19
y4d = 0.003518518
do 1700 n = 1 , 19 , 2
y(4,n) = 5000*(y4a-(y4b*(n*0.5))+(y4c*((n*0.5)**2))-
(y4d*((n*0.5)**3)))
continue

```

```

do 8100 n = 2 , 20 , 2
y(4,n) = 5000*(y4a-(y4b*(n*0.5)))+(y4c*((n*0.5)**2))-
(y4d*((n*0.5)**3))
continue

```

calculo de costos de operaciones para l=64m

```

y5a = 35.16963963
y5b = 0.4761111111
y5c = 0.19
y5d = 0.00351851
do 8200 n = 1 , 19 , 2
y(5,n) = 5000*(y5a-(y5b*(n*0.5)))+(y5c*((n*0.5)**2))-
(y5d*((n*0.5)**3))
continue

```

```

do 8300 n = 2 , 20 , 2
y(5,n) = 5000*(y5a-(y5b*(n*0.5)))+(y5c*((n*0.5)**2))-
(y5d*((n*0.5)**3))
continue

```

calculo de costos de operaciones para l=65m

```

y6a = 35.29530864
y6b = 0.4837037
y6c = 0.192037037
y6d = 0.0036419753
do 8400 n = 1 , 19 , 2
y(6,n) = 5000*(y6a-(y6b*(n*0.5)))+(y6c*((n*0.5)**2))-
(y6d*((n*0.5)**3))
continue

```

```

do 8500 n = 2 , 20 , 2
y(6,n) = 5000*(y6a-(y6b*(n*0.5)))+(y6c*((n*0.5)**2))-
(y6d*((n*0.5)**3))
continue

```

calculo de costos de operaciones para l=66m

```

y7a = 35.41530864
y7b = 0.4837037
y7c = 0.192037037
y7d = 0.0036419753
do 86 n = 1 , 19 , 2
y(7,n) = 5000*(y7a-(y7b*(n*0.5)))+(y7c*((n*0.5)**2))-
(y7d*((n*0.5)**3))
continue

```

```

do 87 n = 2 , 20 , 2
y(7,n) = 5000*(y7a-(y7b*(n*0.5)))+(y7c*((n*0.5)**2))-
(y7d*((n*0.5)**3))
continue

```

calculo de costos de operaciones para l=67m

```

y8a = 35.54098765
y8b = 0.49129629

```

```

y8c = 0.194074074
y8d = 0.003765432
do 998 n = 1 , 19 , 2
y(8,n) = 5000*(y8a-(y8b*(n*0.5))+(y8c*((n*0.5)**2))-
*(y8d*((n*0.5)**3)))
) continue
do 997 n = 2 , 20 , 2
y(8,n) = 5000*(y8a-(y8b*(n*0.5))+(y8c*((n*0.5)**2))-
*(y8d*((n*0.5)**3)))
) continue

calculo de rn2(i)

do 1888 i = 1 , 8
rn2(i) = (e2(i)-dp(i)-y(i,2))*0.75

calculo de rn3(i)

do 20 i = 1 , 8
rn3(i) = (e(i)-dp(i)-y(i,3)-s(i))*0.75

calculo de rn4a20(i)

do 21 i = 1 , 8
do 22 n = 4 , 20
rn4a20(i,n) = (0.75*(e(i)-dp(i)-y(i,n)))-a(i)
) continue
if (md.eq.mo) go to 10500
if (md.eq.mp) go to 10501
if (md.eq.mr) go to 10502
) write(2,10510)
) format(/, 'LA EVALUACION DEL MODELO SF HA EJECUTADO PARA LA MODIF.
*1/)
go to 11111
) write(2,10520)
) format(/, 'LA EVALUACION DEL MODELO SE HA EJECUTADO PARA LA MODIF.
*2/)
go to 11111
) write(2,10530)
) format(/, 'LA EVALUACION DEL MODELOS E HA EJECUTADO PARA LA MODIF.
*3/)
go to 11111

calculo de z1

) write(2,8888)
) format(/, 'LOS VALORES CORRESPONDIENTES A LA META P1(Z1) ',/)
write(2,*) 'ESLORA          TASA DE RETORNO          SEAC4'
```

```

write(2,*)
do 23 j = num1 , num2
WRITE(*,*) ' J : ',J
z2 = j/10.
do 2300 k = 1 , 9
z2a = k/100.
do 2350 lll = 1 , 9
z3a = lll/1000.
z1 = z2+z2a+z3a
do 25 i = 1 , 8
qs2(i,j) = rn2(i)*((1.+(z1/10.))**(-2))
do 26 i = 1 , 8
qs3(i,j) = rn3(i)*((1.+(z1/10.))**(-3))
do 27 i = 1 , 8
qs4(i,j) = rn4a20(i,4)*((1.+(z1/10.))**(-4))
qs5(i,j) = rn4a20(i,5)*((1.+(z1/10.))**(-5))
qs6(i,j) = rn4a20(i,6)*((1.+(z1/10.))**(-6))
qs7(i,j) = rn4a20(i,7)*((1.+(z1/10.))**(-7))
qs8(i,j) = rn4a20(i,8)*((1.+(z1/10.))**(-8))
qs9(i,j) = rn4a20(i,9)*((1.+(z1/10.))**(-9))
qs10(i,j) = rn4a20(i,10)*((1.+(z1/10.))**(-10))
qs11(i,j) = rn4a20(i,11)*((1.+(z1/10.))**(-11))
qs12(i,j) = rn4a20(i,12)*((1.+(z1/10.))**(-12))
qs13(i,j) = rn4a20(i,13)*((1.+(z1/10.))**(-13))
qs14(i,j) = rn4a20(i,14)*((1.+(z1/10.))**(-14))
qs15(i,j) = rn4a20(i,15)*((1.+(z1/10.))**(-15))
qs16(i,j) = rn4a20(i,16)*((1.+(z1/10.))**(-16))
qs17(i,j) = rn4a20(i,17)*((1.+(z1/10.))**(-17))
qs18(i,j) = rn4a20(i,18)*((1.+(z1/10.))**(-18))
qs19(i,j) = rn4a20(i,19)*((1.+(z1/10.))**(-19))
qs20(i,j) = rn4a20(i,20)*((1.+(z1/10.))**(-20))
qs4t1(i,j) = qs4(i,j)+qs5(i,j)+qs6(i,j)+qs7(i,j)+qs8(i,j)+
qs9(i,j)+qs10(i,j)+qs11(i,j)+qs12(i,j)+qs13(i,j)+qs14(i,j)+
qs15(i,j)+qs16(i,j)+qs17(i,j)+qs18(i,j)+qs19(i,j)+qs20(i,j)
continue
sumatoria de qttal2(i,j)
do 29 i = 1 , 8
qttal2(i,j) = qs2(i,j)+qs3(i,j)+qs4t1(i,j)
continue
do 30 i = 1 , 8
seec2 = 1200.
seec3 = 0.
dqsp(i,j) = qttal2(i,j)-p(i)
seec4 = dqsp(i,j)
if (seec4.gt.seec3) go to 5000
if (seec4.lt.seec3) go to 30
if (seec4.lt.seec2) go to 5010
go to 30

```



```

determinacion de z1
10 11 = 59 + i
   z1a = z1*10
   seac4a = seac4
   write(2,5899) 11,z1a,seac4a
89 format(3x,i2,12x,f8.4,11x,f8.3)
   continue
90 continue
91 continue
92 continue
   write(2,9112)
92 format(/, 'LOS VALORES CORRESPONDIENTES A LA META P2 (P(1))',/)
   write(1,9113)
93 format(/, 'ESLORA          P(1)',/)
   mo = 1
   mp = 2
   mr = 3
   if (md.eq.mo) go to 4044
   if (md.eq.mp) go to 4045
   if (md.eq.mr) go to 4046
94 do 9992 i = 1 , 8
   write(2,6222) i(i),pmd1(i)
92 format(1x,i2,13x,f13.2)
92 continue
   go to 11112
95 do 9993 i = 1 , 8
   write(2,6223) i(i),pmd2(i)
93 format(1x,i2,13x,f13.2)
93 continue
   go to 11112
96 do 9994 i = 1 , 8
   write(2,6224) i(i),pmd3(i)
94 format(1x,i2,13x,f13.2)
94 continue
   go to 11117

calculo de tasa de tasa de flete requerida
92 write(2,1198)
98 format(/, 'LOS VALORES CORRESPONDIENTES A LA META P3 (TFR)',/)
   write(2,1199)
99 format(/, 'ESLORA          INTERES    IMP. A LA RENTA    TASA DE FLETE',/)
   do 61 i = 1 , 8
   cr1 = (z*(1.+z)**10)/(((1.+z)**10)-1)
   cr = (cr1-(t/10.))/((1.-t)
   tfr(i) = ((2*y(i,20))+((p(i)+c1)*cr))/c(i)
   12 = 59 + i
   write(2,90) 12,z,t,tfr(i)

```

```

00 format(i4,2x,f8.4,5x,f5.2,13x,f8.3)
01 continue

```

Calculo de t1

```

mo = 1
mp = 2
mr = 3
if (md.eq.mo) go to 4004
if (md.eq.mp) go to 4005
if (md.eq.mr) go to 4006

```

Calculo de t1 para md=1

```

04 do 62 i = 1 , 8
   l5(i) = 59+i
   j1 = i-1
   t1(i) = 140 + 12.1314 * j1
02 continue
go to 2321

```

calculo de t1 para md=2

```

05 do 63 i = 1 , 8
   l5(i) = 59+i
   j2 = i-1
   t1(i) = 149 + 12.2619 * j2
03 continue
go to 2321

```

Calculo de t1 para md=3

```

06 do 64 i = 1 , 8
   l5(i) = 59+i
   j3 = i-1
   t1(i) = 207 + (13.0000 * j3)
04 continue
go to 2321

```

```

01 write(2,9110)
00 format(/, 'LOS VALORES CORRESPONDIENTES A LA META P4 (t1)',/)
01 write(2,9111)
01 format(/, 'ESLORA      TIEMPO DE CONSTRUCCION',/)
do 9889 i = 1 , 8
write(2,370) l5(i),t1(i)
00 format(i4,i3,12x,f12.4)
09 continue
stop
end

```

## 3.4. ANALISIS DE RESULTADOS

Los valores calculados por el programa Seslin de tasa de retorno ,z1, tasa de flete requerida, TFR y tiempo de construcción, t1, están basados en los parámetros definidos como datos de entrada. Los resultados obtenidos de z1, PL60+j, TFR y t1, para los tres tipos de modificaciones (MD1, MD2 y MD3), se presentan en la tabla XLIII.

Esloras j, L60+j	MD	Z1 %	PL60+j \$	TFR \$/Ton	t1 días
0, 60	1	21.93	393100	9.49	140.00
1, 61	1	23.93	396000	9.22	152.13
2, 62	1	24.92	402000	8.47	164.26
3, 63	1	21.99	404500	8.74	176.36
4, 64	1	19.16	446500	8.59	188.52
5, 65	1	16.47	510500	8.49	200.65
6, 66	1	7.44	523500	8.30	212.78
7, 67	1	5.41	545000	8.14	224.92
0, 60	2	13.74	550330	9.82	149.00
1, 61	2	15.27	552500	9.54	161.26
2, 62	2	15.68	554145	9.28	173.52
3, 63	2	12.48	600921	9.12	185.78
4, 64	2	9.66	682925	9.04	198.04
5, 65	2	6.27	790500	9.01	210.30
6, 66	2	-	850000	8.09	222.57
7, 67	2	-	860000	8.69	234.83
0, 60	3	-	942000	10.66	207.00
1, 61	3	-	945000	10.36	220.00
2, 62	3	-	948000	10.08	233.00
3, 63	3	-	992000	9.89	246.00
4, 64	3	-	1032000	9.71	259.00
5, 65	3	-	1092000	9.57	272.00
6, 66	3	-	1143000	9.42	285.00
7, 67	3	-	1164000	9.23	298.00

RESULTADOS OBTENIDOS POR EL PROGRAMA SESLIN PARA LOS TRES  
TIPOS DE MODIFICACIONES

Tabla XLIII

## GRAFICACION DE RESULTADOS Y ANALISIS

Con los valores indicados en la tabla XLIII y las ecuaciones de las restricciones definidas en el capítulo 2, literal 2.3 se preparan las figuras que se definen a continuación. En la figura No.37 la tasa de retorno (utilizando los valores de  $z_1$ ), en la figura No.38 los costos de inversión (utilizando los valores de  $PL60+j$ ), en la figura No.39 la tasa de flete requerida (utilizando los valores de TFR ), y en la figura No.40 el tiempo de construcción (utilizando los valores de  $t_1$  ). Con las figuras No.37, No 38, No 39, No 40, la función objetivo ecuación 2.42 , la prioridad de las metas y restricciones definidas en el capítulo 2, literal 2.3, se realiza el análisis que a continuación se describe.

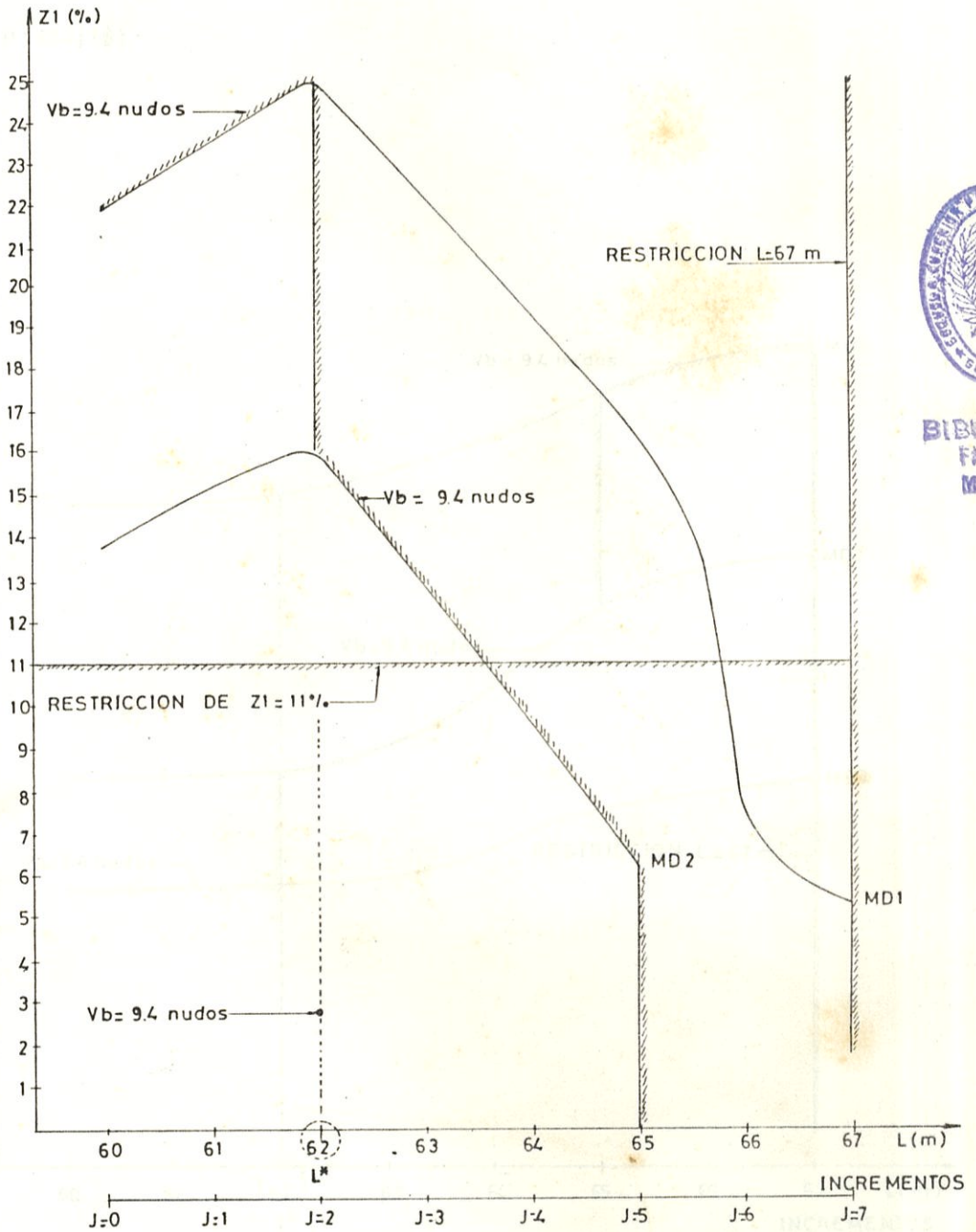
De la figura No.37, procedemos a obtener la eslora óptima ( $L^*$ ) que cubra la primera meta,  $F_1$ , la cual requiere una maximización de  $z_1$  definida para este caso en el área sombreada y limitada por las curvas:  $z_1$  correspondiente al buque con una velocidad de 9.4 nudos,  $D_1=11$ . El valor de  $L^*$  que corresponde a la maximización de  $z_1$  (24.92%) es 62m.

De la figura No.38, procedemos a obtener la eslora óptima ( $L^*$ ) que cubra la segunda meta, P2, la cual requiere una minimización de  $FL60+j$  definida para este caso en la curva sombreada correspondiente al buque con una velocidad de 9.4 nudos limitada por las curvas:  $D = 67m$  y  $D3 = 62m$  definida por la meta P1. El valor de  $L^*$  que corresponde a la minimización de  $FL60+j$  (\$402000) es 62m.

De la figura No.39, procedemos a obtener la eslora óptima ( $L^*$ ) que cubra la tercera meta, P3, la cual requiere una minimización de TFR definidas para este caso en el area sombreada y limitada por las curvas: TFR correspondiente al buque con una velocidad de 9.4 nudos,  $D4=11.11$  y  $D3=62m$  definida por la meta P1 y P2. El valor de  $L^*$  que corresponde a la minimización de TFR (8.47 \$/ton) es 62m.

De la figura No.40, procedemos a obtener la eslora óptima ( $L^*$ ) que cubra la cuarta meta, P4, la cual requiere una minimización de  $t1$  definida para este caso en la curva sombreada correspondiente al buque con una velocidad de 9.4 nudos limitada por las curvas:  $D0 = 67$  y  $D3 = 62$  definida por la meta P1, P2, P3. El valor de  $L^*$  que corresponde a la minimización de  $t1$  (165 días) es 62m.

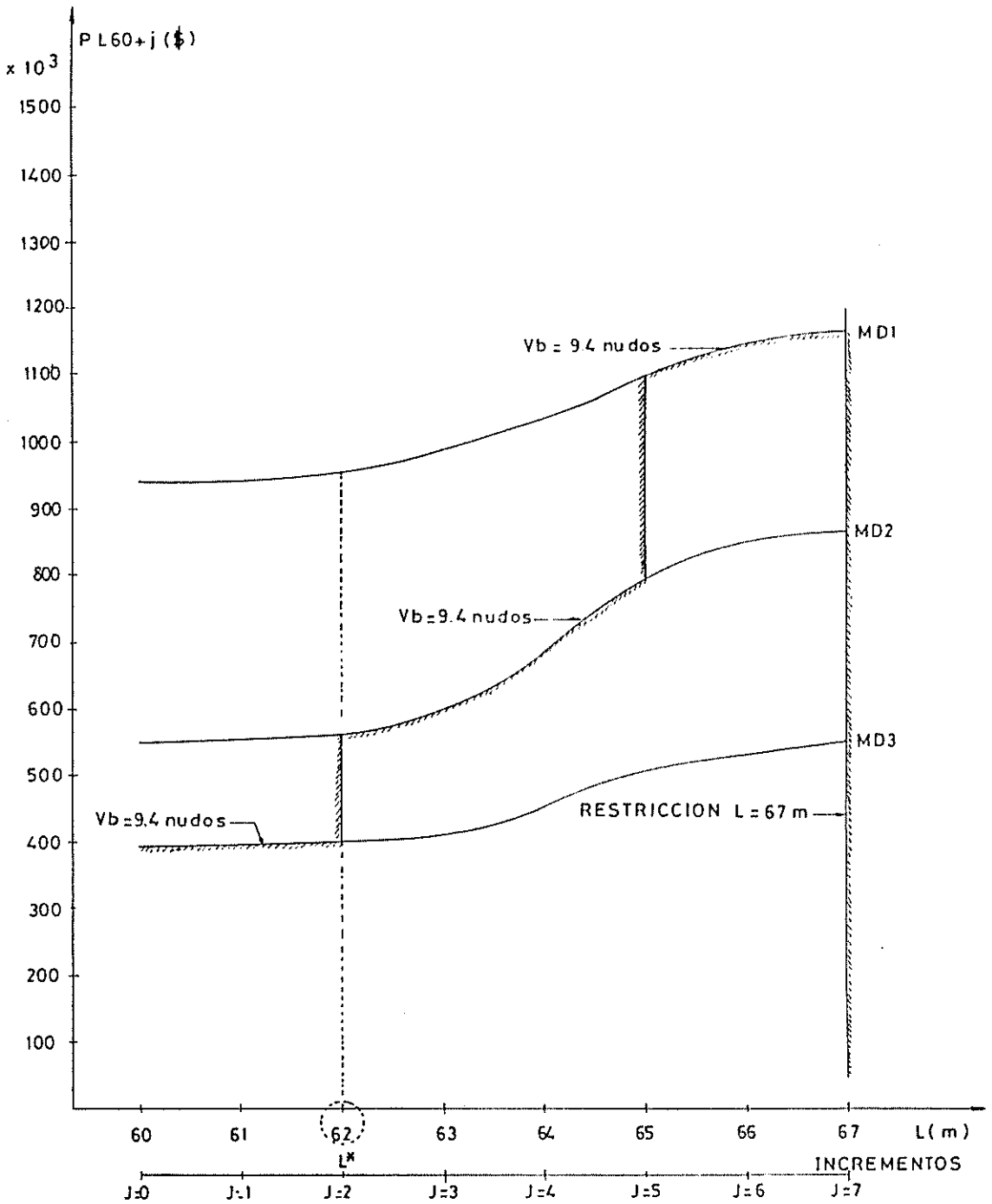
FIG N°37



BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARITIMA

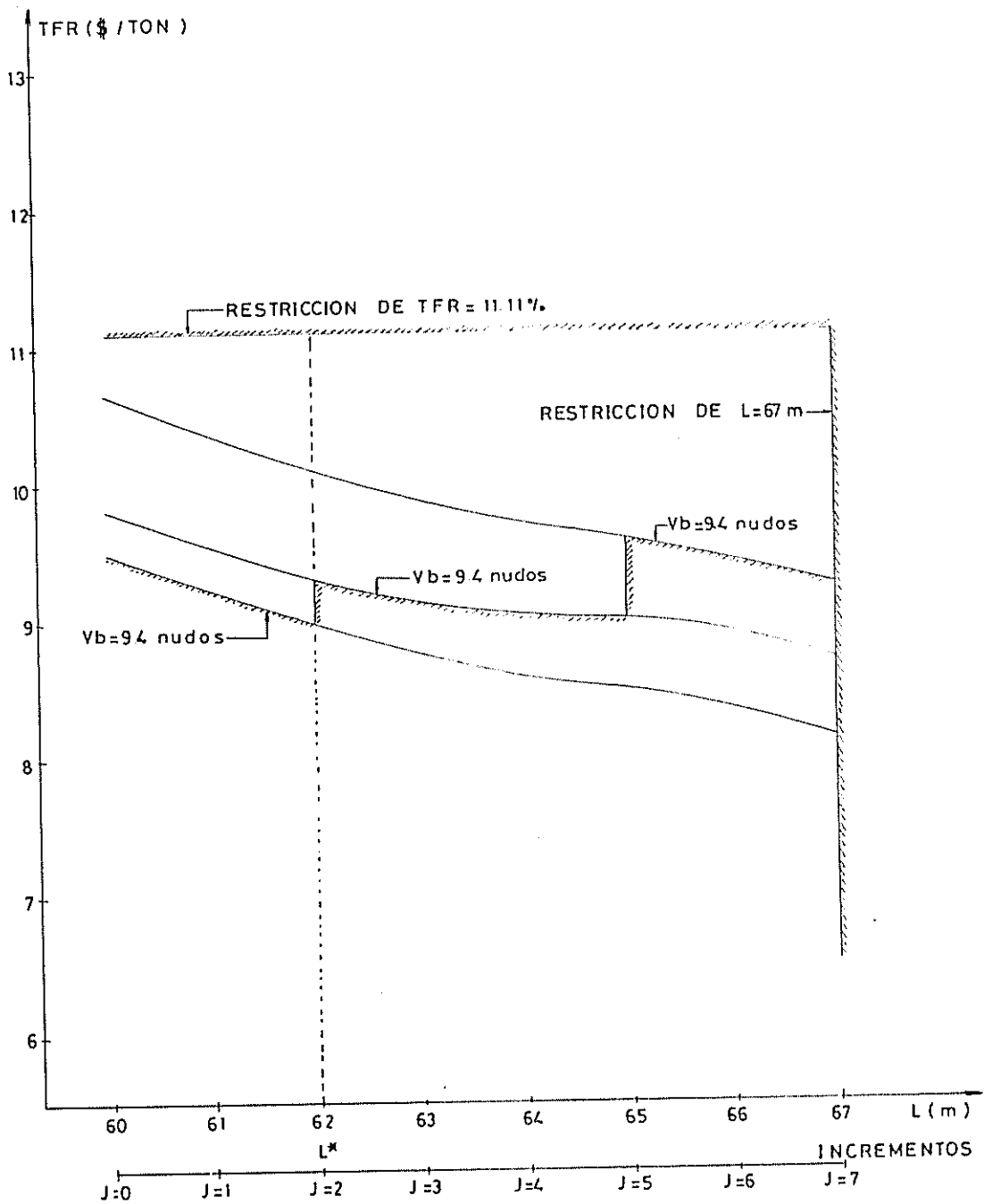
TASA DE RETORNO (META P1)

FIG N° 38



COSTOS DE INVERSION (META P2)

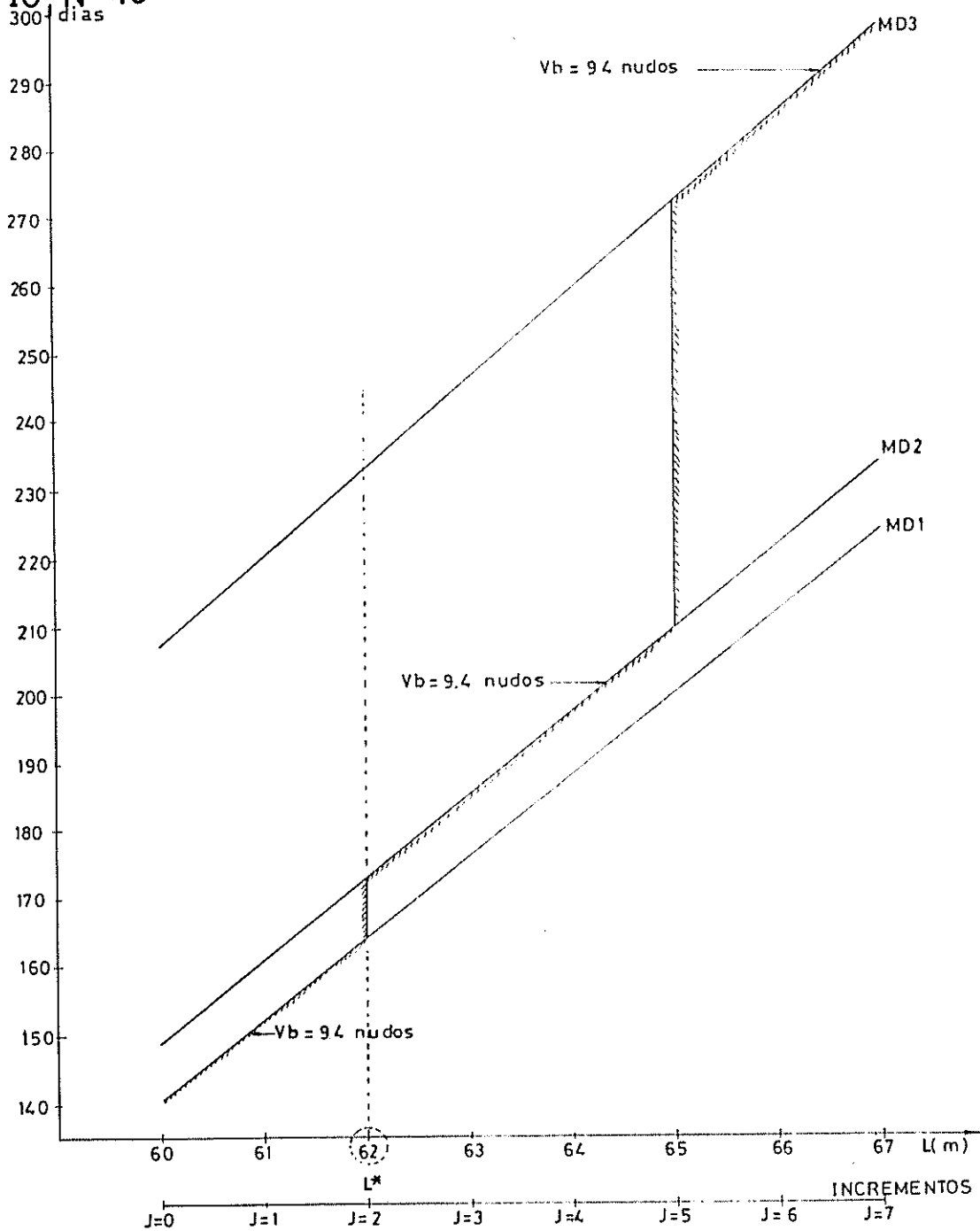
FIG N° 39



TASA DE FLETE REQUERIDA (META P 3)



FIG. N° 40



TIEMPO DE CONSTRUCCION (META P4)

## DETERMINACION DEL RANGO OPTIMO DE LA ESLORA

De lo analizado en las figuras No.37, 38, 39 y 40 podemos resumir las soluciones óptimas obtenidas por el método de programación por metas que satisfacen a cabalidad el proyecto, las cuales se describen en la tabla XLIV.

Descripción	P1	P2	P3	P4
Esloras Optimas L*, m	62	62	62	62
Tasa de Retorno z1, %	24.92	24.92	24.92	24.92
Costo Const. $P(L60+j)$ , \$	402000	402000	402000	402000
Tasa Flete Requerida, TFR	8.97	8.97	8.97	8.97
Tiempo Construc.ti, días	165	165	165	165

VALORES CORRESPONDIENTES A LAS METAS DEL MODELO DE LA  
FUNCION OBJETIVO PARA L\*

Tabla XLIV

De lo expuesto en la tabla XLIV podemos concluir que la solución óptima L\* que satisface el modelo del método Seslin es 62 m, y por consiguiente será el valor recomendado hasta el que se debe incrementar la eslora actual del "B/T Taurus".

## CAPITULO IV

### DISCUSION DEL METODO PROPUESTO

En este capítulo se realizará una validación del modelo matemático obtenido, utilizando un proceso subjetivo para cuantificar el error con el que pudieran contribuir por el las estimaciones de los parámetros. Esto es, se estudiará si el modelo representa satisfactoriamente el problema y para esto nos basaremos en: 1) observar el grado de estabilidad del resultado óptimo ( $L_*$ ), y , 2) analizar si la solución seleccionada es mejor que las  $L_{60+j}$  restantes y la eslora actual del B/T "TAURUS".

#### 4.1. INFLUENCIA DE LA VARIACION DE LOS PARAMETROS DE LA ESLORA OPTIMA OBTENIDA MEDIANTE EL METODO SESLIN

El objetivo principal de este subcapítulo es el de investigar la sensibilidad del resultado ( $L^*=62$  m), obtenido con el método Seslin. Para esto se varían los valores de algunos de los parámetros incluidos en el modelo matemático empleado para determinar  $L^*$ . Los parámetros que se consideran para este análisis de sensibilidad, en función del riesgo posible de que se produzcan, y la influencia directa sobre el resultado óptimo con sus respectivos valores

iniciales son los que se indican en las tablas XLV, XLVI y XLVII.

---

Modificación 1, MD1

---

$E(L60+j)$	$P(L60+j)$	$E(L60+j)$	$E2(L60+j)$	$C(L60+j)$	$z$	$t$
j=0,L=60	393100	430332	430332	90020	11%	0.25
j=1,L=61	396000	443716	443716	92820	11%	0.25
j=2,L=62	402000	458101	400000	95620	11%	0.25
j=3,L=63	404500	451445	387537	98420	11%	0.25
j=4,L=64	446500	458118	366494	101220	11%	0.25
j=5,L=65	510500	468791	376632	104020	11%	0.25
j=6,L=66	523500	441583	000000	106820	11%	0.25
j=7,L=67	545100	439980	000000	109620	11%	0.25

---

DATOS DE ENTRADA PARA MODIFICACION 1  
Tabla XLV

---

Modificación 2, MD2

---

$E(L60+j)$	$P(L60+j)$	$E(L60+j)$	$E2(L60+j)$	$C(L60+j)$	$z$	$t$
j=0,L=60	550330	448620	448620	90020	11%	0.25
j=1,L=61	552500	462574	462574	92820	11%	0.25
j=2,L=62	554145	468118	476528	95620	11%	0.25
j=3,L=63	600921	470486	411378	98420	11%	0.25
j=4,L=64	682925	483872	387097	101220	11%	0.25
j=5,L=65	790500	492257	397600	104020	11%	0.25
j=6,L=66	850000	456319	000000	106820	11%	0.25
j=7,L=67	860000	468280	000000	109620	11%	0.25

---

DATOS DE ENTRADA PARA MODIFICACION 2  
Tabla XLVI

Modificación 3, MD3						
E(L60+j)	F(L60+j)	IE(L60+j)	E2(L60+j)	C(L60+j)	z	t
j=0,L=60	942000	480669	480669	90020	11%	0.25
j=1,L=61	945000	495619	495619	92820	11%	0.25
j=2,L=62	948000	510570	510570	95620	11%	0.25
j=3,L=63	992100	500570	435444	98420	11%	0.25
j=4,L=64	1032000	514750	411800	101220	11%	0.25
j=5,L=65	1092000	528990	423192	104020	11%	0.25
j=6,L=66	1143000	510642	000000	106820	11%	0.25
j=7,L=67	1164000	524027	000000	109620	11%	0.25

DATOS DE ENTRADA PARA MODIFICACION 3  
Tabla XLVII

El procedimiento con el que se realizará este análisis se basa en la Investigación de Operaciones, según se define en las referencias (22) y (28), y en el método Seslin.

VARIACION DE LA TASA DE INTERES DEL PRESTAMO, z

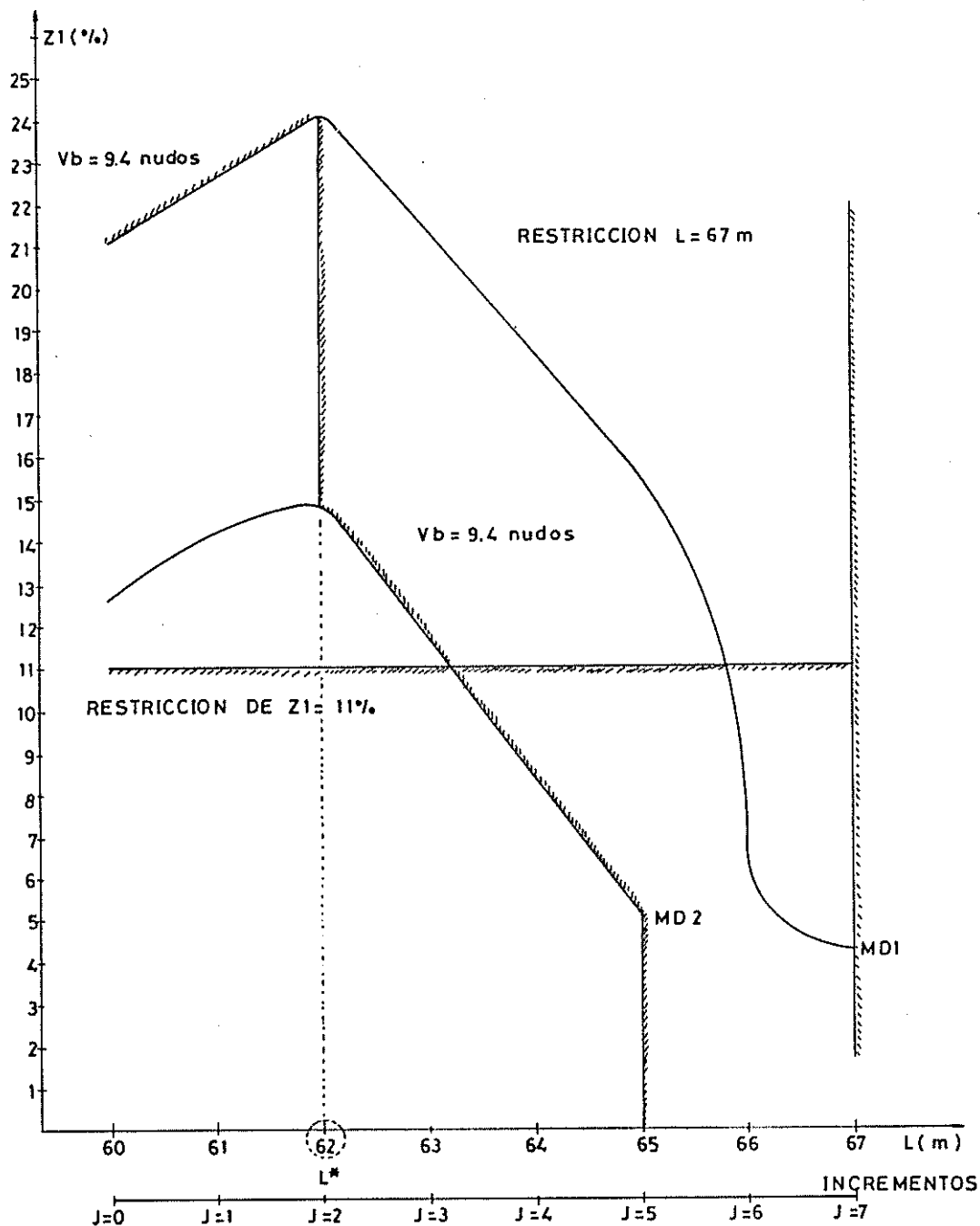
El valor de z se incrementa del 11% al 12% y los resultados obtenidos para  $z_1$ ,  $PL_{60+j}$ , TFR y  $t_1$  son los que se indican en la tabla XLVIII.

Esloras j, L60+j	MD	Z1 %	FL60+j \$	TFR \$/Ton	t1 días
0, 60	1	21.16	393100	9.49	140.00
1, 61	1	22.49	396000	9.22	152.13
2, 62	1	24.22	402000	8.97	164.26
3, 63	1	21.29	404500	8.74	176.39
4, 64	1	18.38	446500	8.59	188.52
5, 65	1	15.61	510500	8.49	200.65
6, 66	1	6.46	523500	8.30	212.78
7, 67	1	4.28	545000	8.14	224.92
0, 60	2	12.66	550330	9.82	149.00
1, 61	2	14.22	552500	9.54	161.26
2, 62	2	14.72	554145	9.28	173.52
3, 63	2	11.39	600921	9.12	185.78
4, 64	2	8.45	682925	9.04	198.04
5, 65	2	4.81	790500	9.01	210.30
6, 66	2	-	850000	8.09	222.57
7, 67	2	-	860000	8.69	234.83
0, 60	3	-	942000	10.66	207.00
1, 61	3	-	945000	10.36	220.00
2, 62	3	-	948000	10.08	233.00
3, 63	3	-	992000	9.89	246.00
4, 64	3	-	1032000	9.71	259.00
5, 65	3	-	1092000	9.57	272.00
6, 66	3	-	1143000	9.42	285.00
7, 67	3	-	1164000	9.23	298.00

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA LAS METAS P1  
Y P3 VARIANDO Z(12%)  
Tabla XLVIII

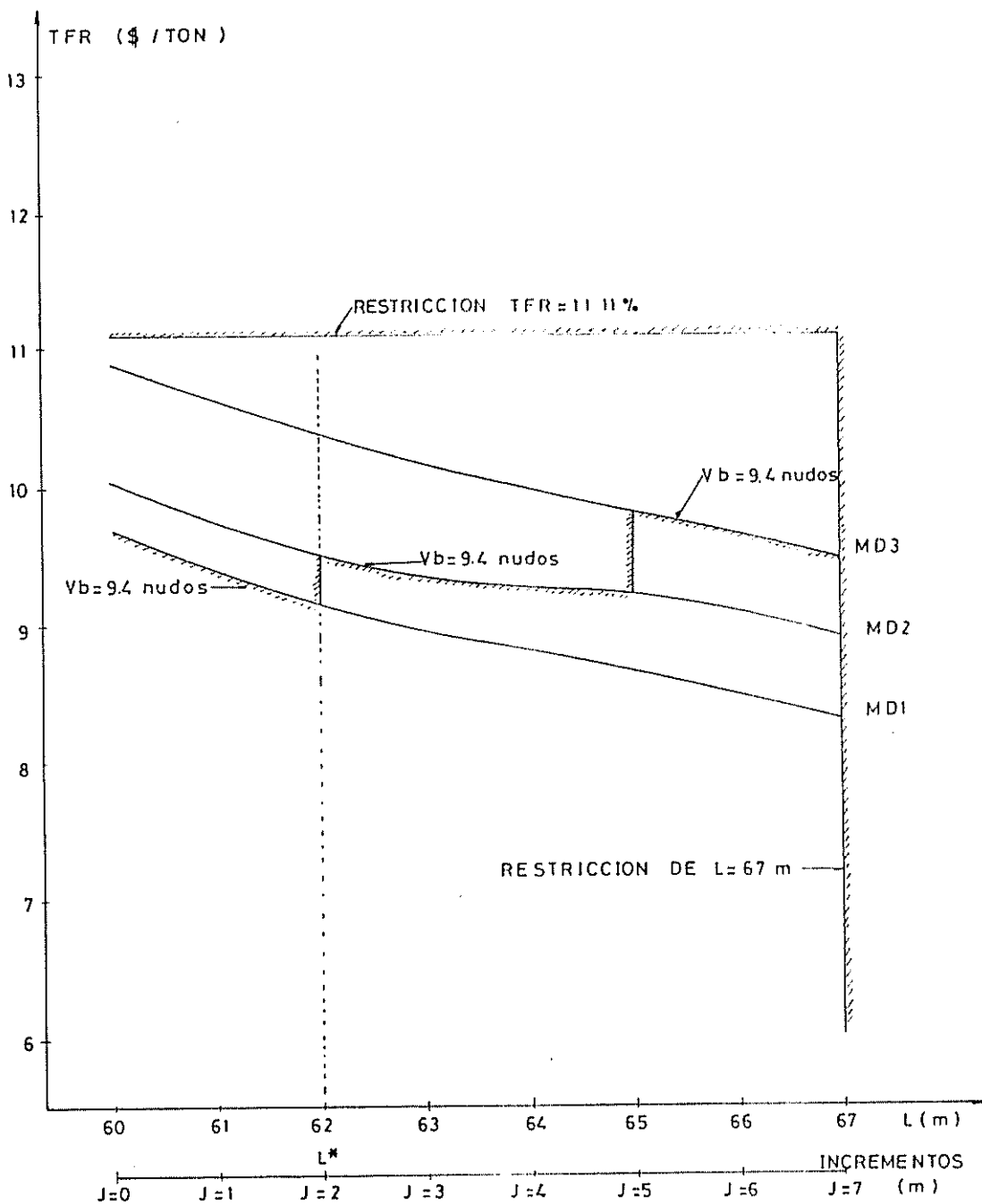
Aplicando a estos resultados el método utilizado en 3.4 concluimos, de la figura No.41 que corresponde a Z1, de la figura No.38 que corresponde que corresponde a FL60+j, de la figura No.42 que corresponde a TFR, de la figura No.40 que corresponde a t1, que la eslora óptima es efectivamente 62m.

FIG. N° 41



TASA DE RETORNO (VARIACION DE  $Z = 12\%$ )

FIG. N° 42



TASA DE FLETE REQUERIDA (VARIACION DE Z=12%)



El valor de  $z$  se incrementa del 11% al 14% y los resultados obtenidos para  $z_1$ ,  $PL_{60+j}$ , TFR, y  $t_1$ , son los que se indican en la tabla IL.

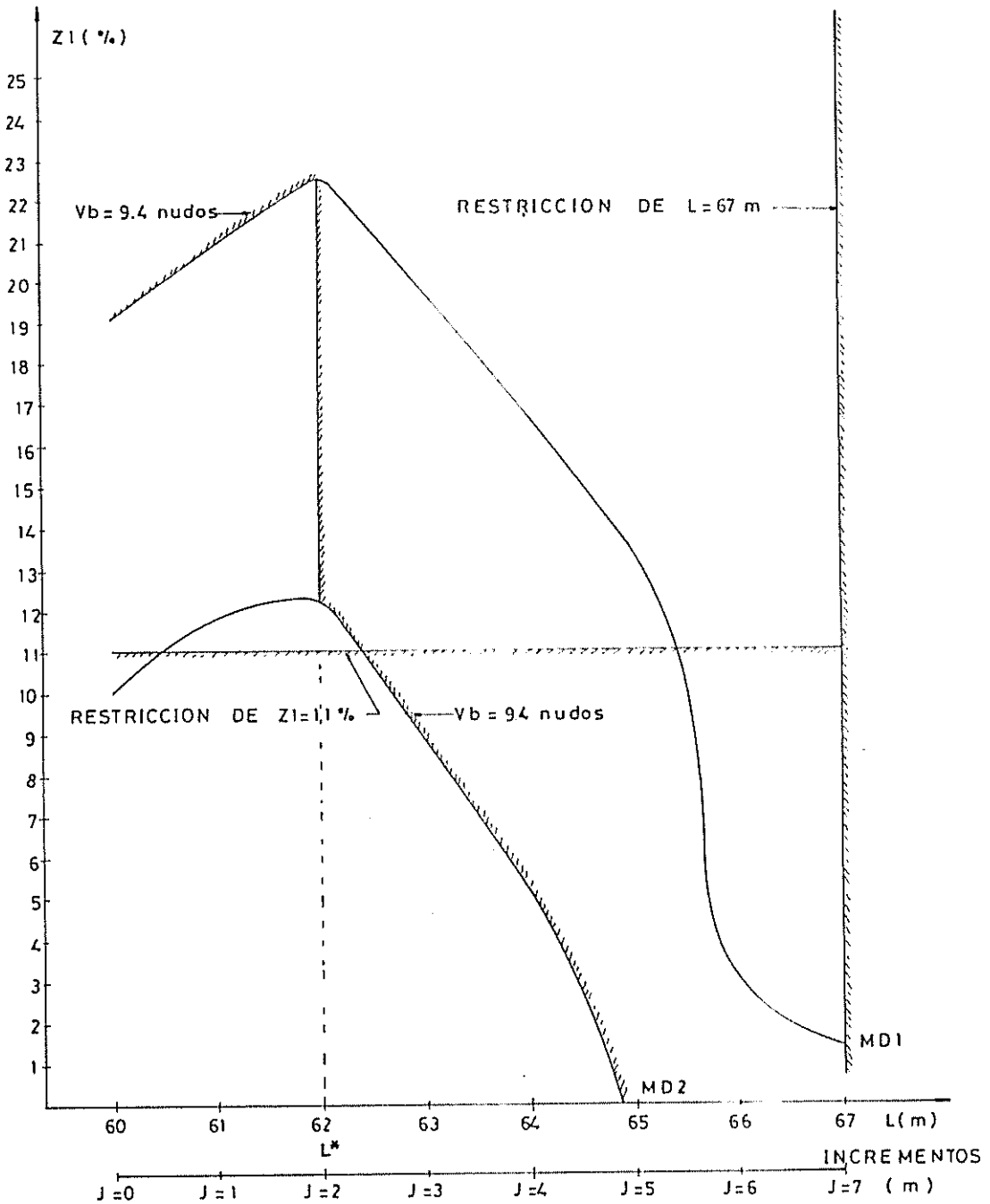
Eslores j, L60+j	MD	Z1 %	PL60+j \$	TFR \$/Ton	t1 días
0, 60	1	19.37	393100	9.49	140.00
1, 61	1	20.79	396000	9.22	152.13
2, 62	1	22.63	402000	8.97	164.26
3, 63	1	19.64	404500	8.74	176.39
4, 64	1	16.58	446500	8.59	188.52
5, 65	1	13.58	510500	8.49	200.65
6, 66	1	3.10	523500	8.30	212.78
7, 67	1	1.45	545000	8.14	224.92
0, 60	2	9.99	550330	9.82	149.00
1, 61	2	11.79	552500	9.54	161.26
2, 62	2	12.35	554145	9.28	173.52
3, 63	2	8.74	600921	9.12	185.78
4, 64	2	5.41	682925	9.04	198.04
5, 65	2	-	790500	9.01	210.30
6, 66	2	-	850000	8.09	222.57
7, 67	2	-	860000	8.69	234.83
0, 60	3	-	942000	10.66	207.00
1, 61	3	-	945000	10.36	220.00
2, 62	3	-	948000	10.08	233.00
3, 63	3	-	992000	9.89	246.00
4, 64	3	-	1032000	9.71	259.00
5, 65	3	-	1092000	9.57	272.00
6, 66	3	-	1143000	9.42	285.00
7, 67	3	-	1164000	9.23	298.00

RESULTADOS DEL ANALISIS DE SENSIBILIDAD PARA LAS METAS P1  
Y P3 VARIANDO Z(14%)

Tabla IL

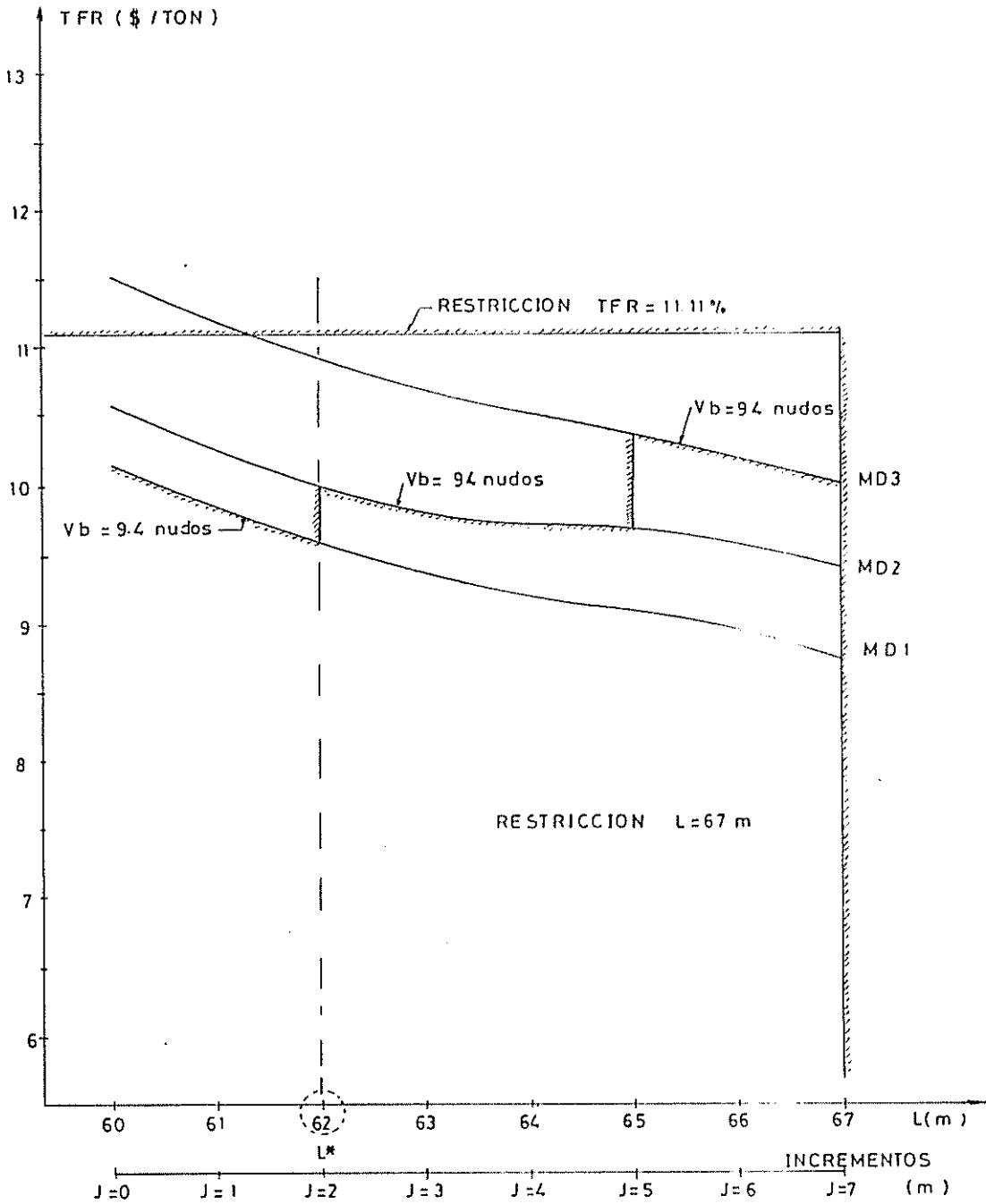
Aplicando a estos resultados el método utilizado en 3.4 concluimos de la figura No.43 que corresponde a  $Z_1$ , de la figura No.38 que corresponde a  $PL_{60+j}$ , de la figura No.44 que corresponde a TFR, de la figura

FIG N° 43



TASA DE RETORNO (VARIACION DE  $Z = 14\%$ )

FIG. N° 44



TASA DE FLETE REQUERIDA (VARIACION DE Z = 14%)

No.40 que corresponde a  $t_1$ , que la eslora optima es efectivamente es 62 m.

VARIACION DE LA TASA DE INTERES DEL PRESTAMO  $z_1$  E  
IMPUESTO A LA RENTA  $t$ .

El valor de  $z$  se incrementa del 11% al 12% y el valor de  $t$  del 0.25 al 0.26. Los resultados obtenidos para  $z_1$ ,  $FL_{60+J}$ , TFR, y  $t_1$  se muestran en la tabla L.

Esloras $j, L_{60+j}$	MD	$Z_1$ %	$FL_{60+j}$ \$	TFR \$/Ton	$t_1$ días
0, 60	1	21.16	393100	9.74	140.00
1, 61	1	22.49	396000	9.45	152.13
2, 62	1	24.22	402000	9.21	164.26
3, 63	1	21.29	404500	8.97	176.39
4, 64	1	18.38	446500	8.82	188.52
5, 65	1	15.61	510500	8.72	200.65
6, 66	1	6.46	523500	8.53	212.78
7, 67	1	4.28	545000	8.36	224.92
0, 60	2	12.66	550330	10.09	149.00
1, 61	2	14.22	552500	9.81	161.26
2, 62	2	14.72	554145	9.54	173.52
3, 63	2	11.39	600921	9.38	185.78
4, 64	2	8.45	682925	9.29	198.04
5, 65	2	4.81	790500	9.27	210.30
6, 66	2	-	850000	9.15	222.57
7, 67	2	-	860000	8.95	234.83
0, 60	3	-	942000	10.98	207.00
1, 61	3	-	945000	10.67	220.00
2, 62	3	-	948000	10.38	233.00
3, 63	3	-	992000	10.19	246.00
4, 64	3	-	1032000	10.00	259.00
5, 65	3	-	1092000	9.86	272.00
6, 66	3	-	1143000	9.71	285.00
7, 67	3	-	1164000	9.51	298.00

RESULTADOS DEL ANALISIS DE SENSIBILIDAD PARA LAS METAS P1  
Y P3 VARIANDO  $Z(12\%), t(0.26)$

Tabla L

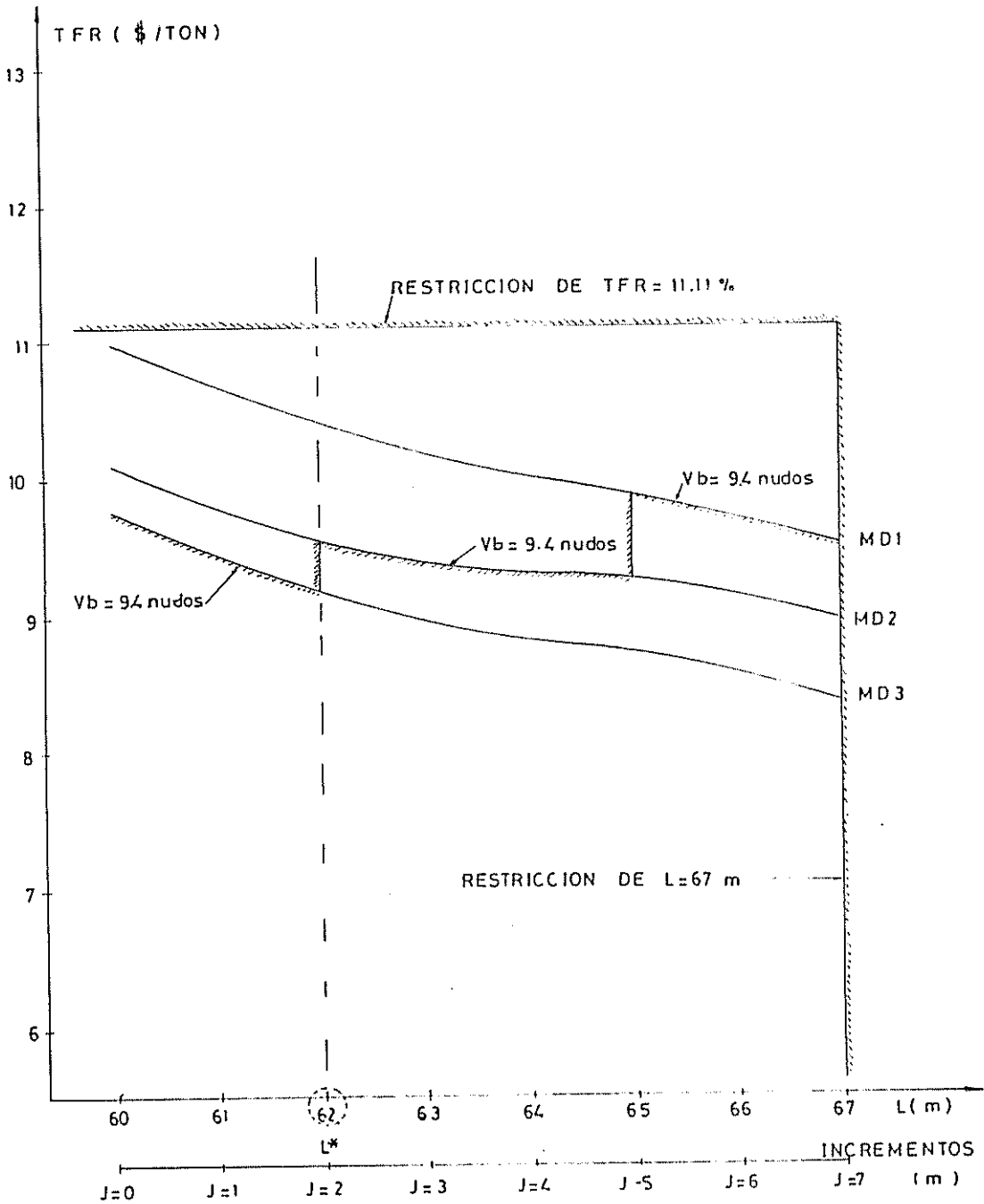
Aplicando a estos resultados el metodo utilizado en 3.4 concluimos, de la figura No.41 que corresponde a  $z_1$ , la figura No.38 que corresponde a  $PL_{60+j}$ , la figura No.45 que corresponde a TFR y la figura No.40 que corresponde a  $t_1$ , que la eslora optima es efectivamente 62 m.

El valor de  $z$  se incrementa del 11% al 14% y el valor de  $t$  del 0.25 al 0.26. Los resultados obtenidos para  $z_1$ ,  $PL_{60+j}$ , TFR, y  $t_1$  se muestran en la tabla LI.

Esloras j, L60+j	MD	Z1 %	PL60+j \$	TFR \$/Ton	t1 d' dias
0, 60	1	19.37	393100	10.20	140.00
1, 61	1	20.79	396000	9.91	152.13
2, 62	1	22.63	402000	9.65	164.26
3, 63	1	19.64	404500	9.39	176.39
4, 64	1	16.58	446500	9.24	188.52
5, 65	1	13.58	510500	9.14	200.65
6, 66	1	3.10	523500	8.94	212.78
7, 67	1	1.45	545000	8.77	224.92
0, 60	2	9.99	550330	10.59	149.00
1, 61	2	11.79	552500	10.29	161.26
2, 62	2	12.35	554145	10.00	173.52
3, 63	2	8.74	600921	9.84	185.78
4, 64	2	5.41	682925	9.76	198.04
5, 65	2	-	790500	9.74	210.30
6, 66	2	-	850000	9.62	222.57
7, 67	2	-	860000	9.41	234.83
0, 60	3	-	942000	11.56	207.00
1, 61	3	-	945000	11.24	220.00
2, 62	3	-	948000	10.93	233.00
3, 63	3	-	992000	10.73	246.00
4, 64	3	-	1032000	10.53	259.00
5, 65	3	-	1092000	10.39	272.00
6, 66	3	-	1143000	10.24	285.00
7, 67	3	-	1164000	10.03	298.00

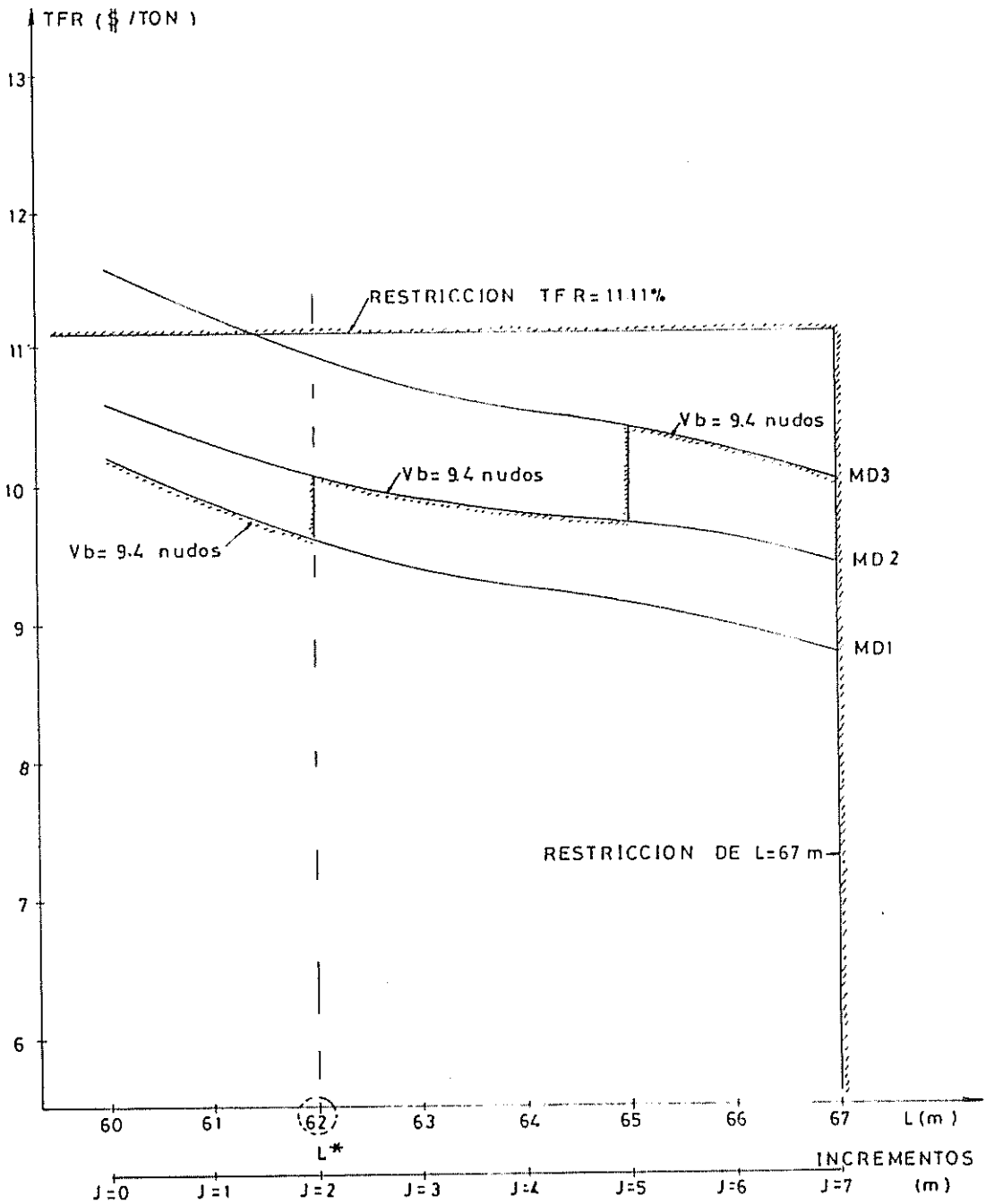
RESULTADOS DEL ANALISIS DE SENSIBILIDAD PARA LAS METAS P1  
Y P3 VARIANDO Z(14%), t(0.26)  
Tabla LI

FIG. N°45



TASA DE FLETE REQUERIDA (VARIACION: Z=12%, t=0.26)

FIG. N°46



TASA DE FLETE REQUERIDA (VARIACION:  $Z=14, t=0.26$ )

Aplicando a estos resultados el método utilizado en 3.4 concluimos, de la figura No.43 que corresponde a  $Z_1$ , la figura No.38 que corresponde a  $PL_{60+j}$ , la figura No.46 que corresponde a TFR y la figura No.40 que corresponde a  $t_1$ , concluimos que la eslora óptima es efectivamente es 62 m.

VARIACION DE LOS INGRESOS  $E(L_{60+j})$ ,  $E_2(L_{60+j})$  Y LA CARGA TRANSPORTADA ANUALMENTE  $C(L_{60+j})$ .

El valor de ingresos para  $n=2$   $E_2(L_{60+j})$ , ingresos para  $3 < n > 20$   $E(L_{60+j})$  y capacidad de carga  $CL_{60+j}$  serán del orden del 90% de los indicados en las tablas XLV, XLVI y XLVII. Los resultados obtenidos para  $z_1$ ,  $PL_{60+j}$ , TFR, y  $t_1$  se muestran en la tabla LII.



BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARITIMA



Esloras j, L60+j	MD	Z1 %	PL60+j \$	TFR \$/Ton	t1 días
0, 60	1	14.61	393100	10.54	140.00
1, 61	1	15.89	396000	10.25	152.13
2, 62	1	17.93	402000	9.97	164.26
3, 63	1	15.26	404500	9.71	176.39
4, 64	1	12.62	446500	9.54	188.52
5, 65	1	8.01	510500	9.43	200.65
6, 66	1	1.21	523500	9.22	212.78
7, 67	1	-	545000	9.04	224.92
0, 60	2	6.52	550330	10.91	149.00
1, 61	2	8.33	552500	10.61	161.26
2, 62	2	8.89	554145	10.31	173.52
3, 63	2	5.69	600921	10.14	185.78
4, 64	2	2.86	682925	10.04	198.04
5, 65	2	-	790500	10.01	210.30
6, 66	2	-	850000	9.88	222.57
7, 67	2	-	860000	9.66	234.83
0, 60	3	-	942000	11.85	207.00
1, 61	3	-	945000	11.51	220.00
2, 62	3	-	948000	11.20	233.00
3, 63	3	-	992000	10.99	246.00
4, 64	3	-	1032000	10.78	259.00
5, 65	3	-	1092000	10.63	272.00
6, 66	3	-	1143033	10.47	285.00
7, 67	3	-	1164000	10.25	298.00

RESULTADOS DEL ANALISIS DE SENSIBILIDAD PARA LAS METAS P1  
Y P3 VARIANDO: LOS INGRESOS(90%) Y LA CARGA TRANSPORTADA  
ANUALMENTE(90%)

Tabla LII

Aplicando a estos resultados el método utilizado en 3.4 concluimos, de la figura No.47 que corresponde a Z1, de la figura No.38 que corresponde a PL60+j, de la figura No.48 que corresponde a TFR, de la figura No.40 que corresponde a t1, que la eslora óptima es efectivamente 62 m.

El valor de  $E(L60+j)$ ,  $E2(L60+j)$  y  $C(L60+j)$  serán del orden del 80% de los indicados en las tablas XLV, XLVI y XLVII. Los resultados obtenidos para  $z1$ ,  $PL60+j$ , TFR, y  $t1$ , son los que se muestran en la tabla LIII.

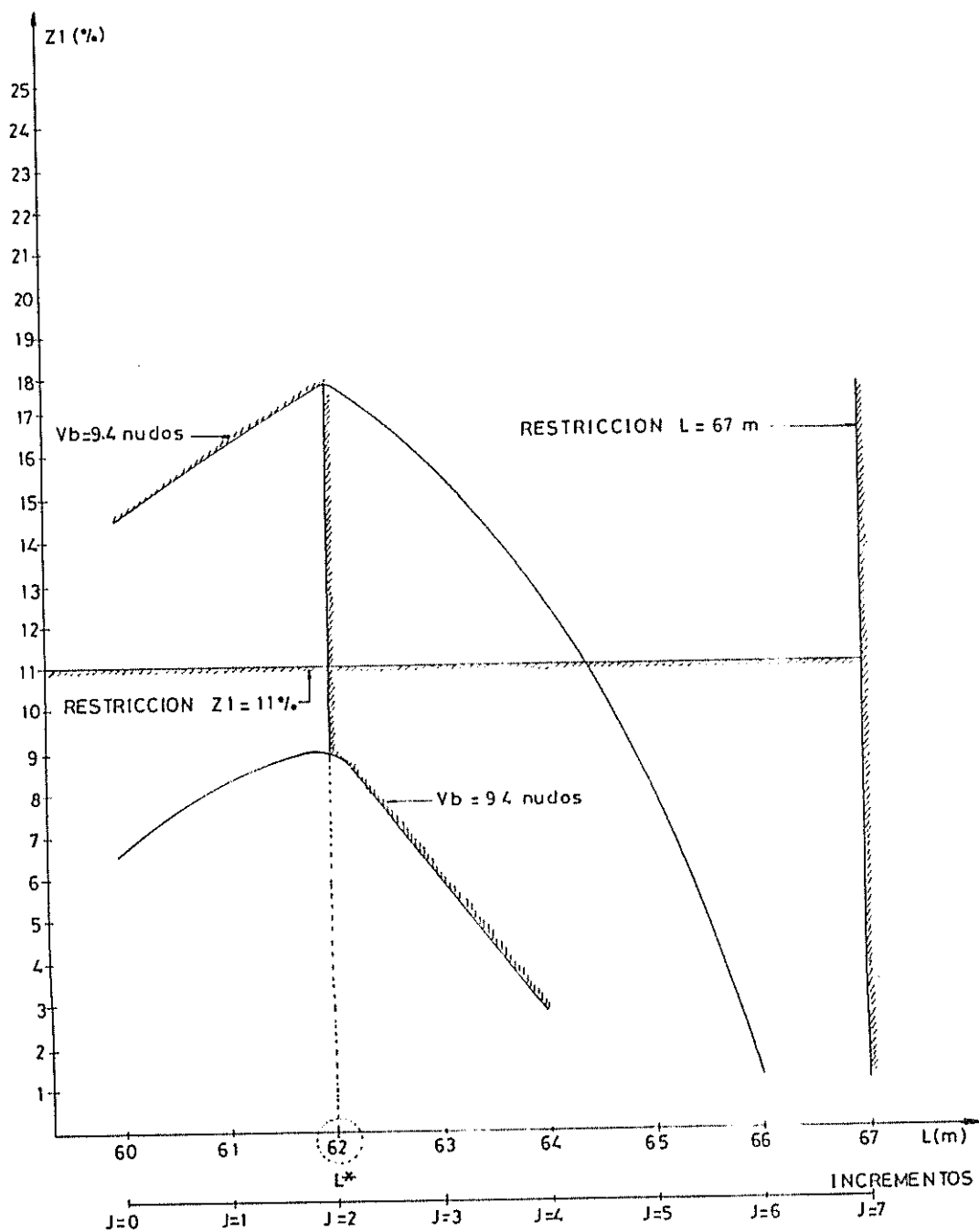
Esloras j, L60+j	MD	Z1 %	PL60+j \$	TFR \$/Ton	t1 días
0, 60	1	4.11	393100	11.86	140.00
1, 61	1	5.99	396000	11.53	152.13
2, 62	1	8.83	402000	11.22	164.26
3, 63	1	6.48	404500	10.92	176.39
4, 64	1	3.35	446500	10.74	188.52
5, 65	1	-	510500	10.61	200.65
6, 66	1	-	523500	10.38	212.78
7, 67	1	-	545000	10.17	224.92
0, 60	2	-	550330	12.28	149.00
1, 61	2	-	552500	11.93	161.26
2, 62	2	-	554145	11.61	173.52
3, 63	2	-	600921	11.41	185.78
4, 64	2	-	682925	11.30	198.04
5, 65	2	-	790500	11.26	210.30
6, 66	2	-	850000	11.11	222.57
7, 67	2	-	860000	10.87	234.83
0, 60	3	-	942000	13.33	207.00
1, 61	3	-	945000	12.95	220.00
2, 62	3	-	948000	12.60	233.00
3, 63	3	-	992000	12.36	246.00
4, 64	3	-	1032000	12.13	259.00
5, 65	3	-	1092000	11.96	272.00
6, 66	3	-	1143000	11.77	285.00
7, 67	3	-	1164000	11.54	298.00

RESULTADOS DEL ANALISIS DE SENSIBILIDAD PARA LAS METAS P1  
Y P3 VARIANDO: LOS INGRESOS (80%) Y LA CARGA TRANSPORTADA  
ANUALMENTE(80%)

Tabla LIII

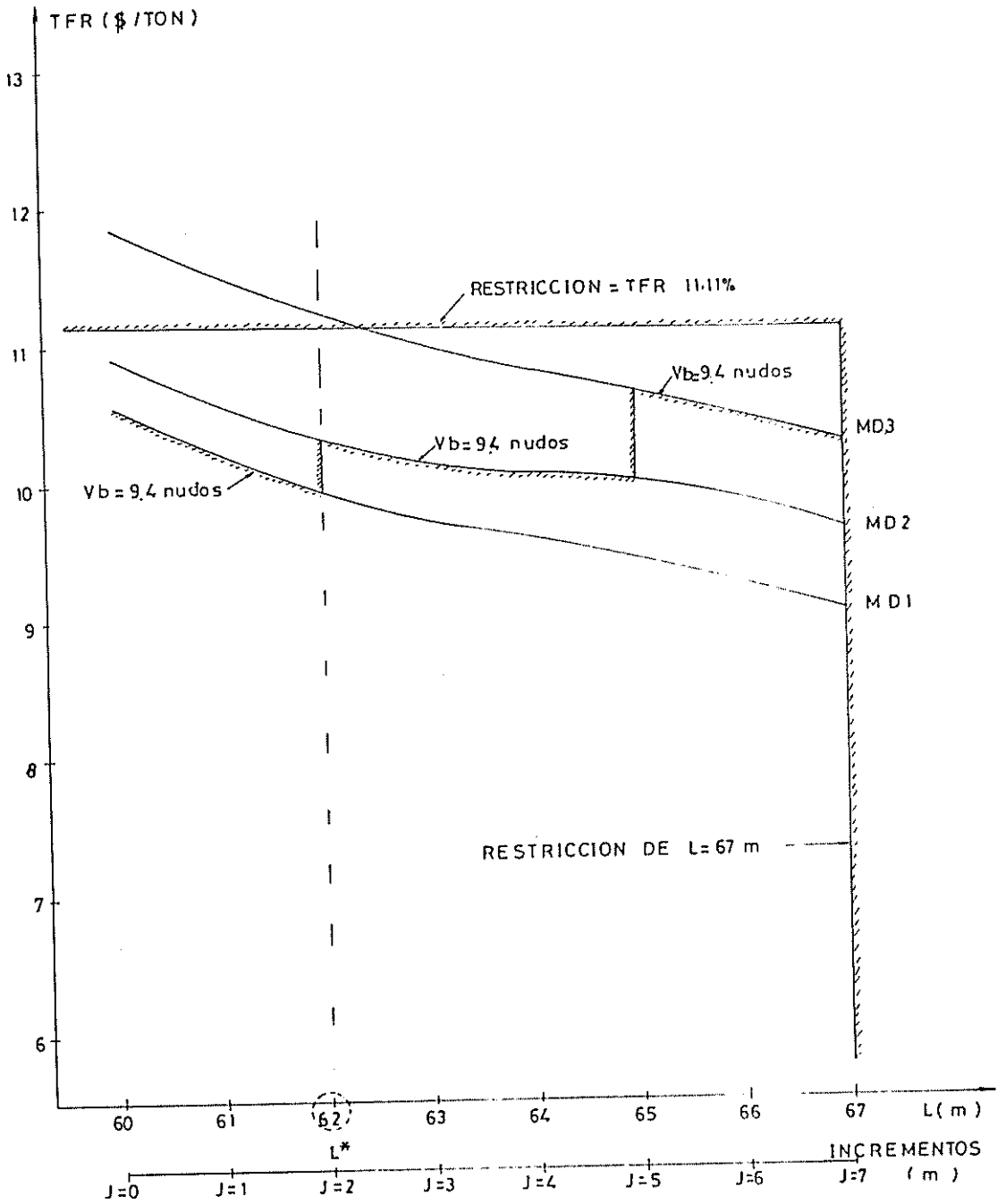
Aplicando a estos resultados el método utilizado en  
3.4 concluimos, de la figura No.49 que corresponde a

FIG N° 47

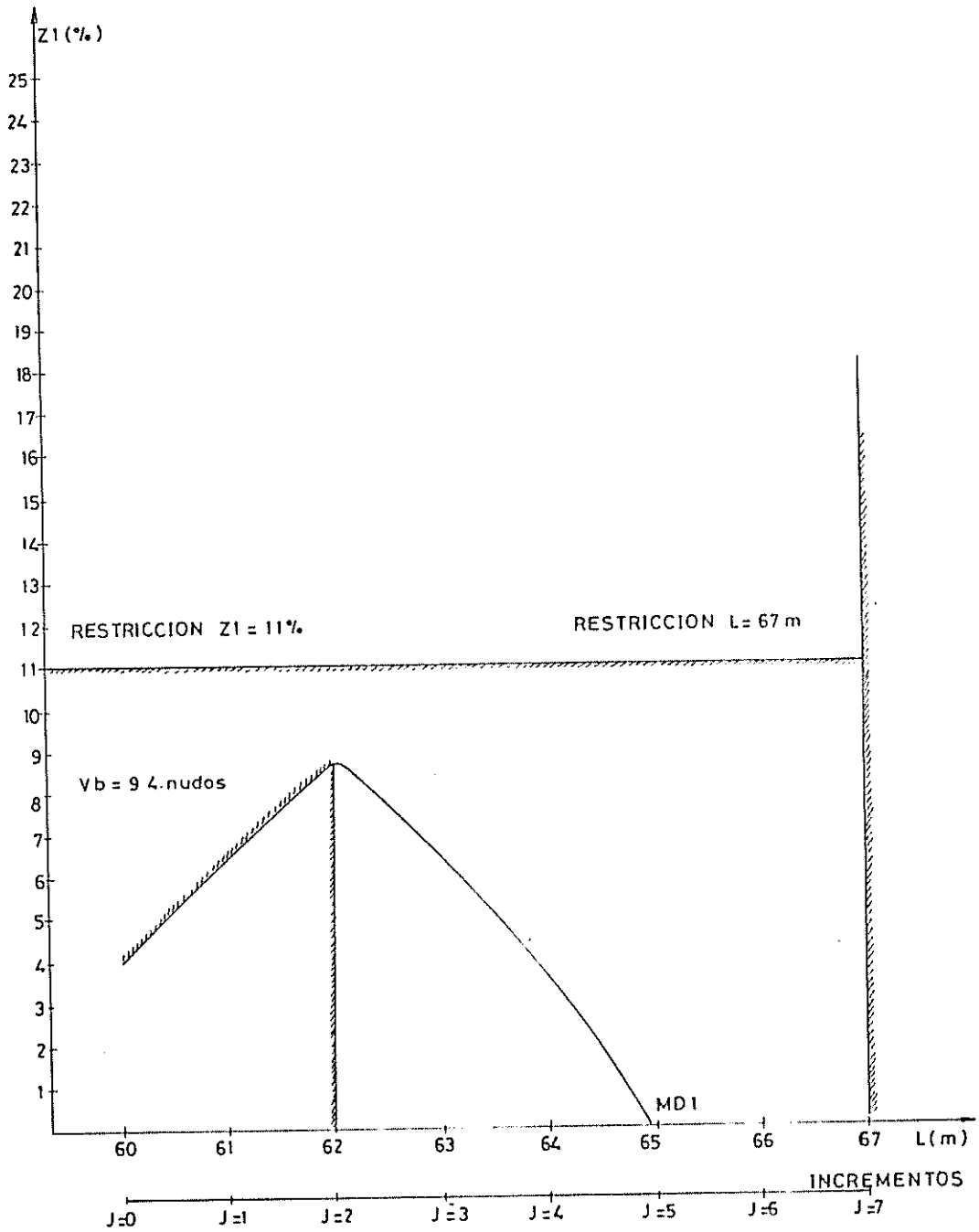


TASA DE RETORNO ( VARIACION : 90% de E y E 2 )

FIG. Nº 48

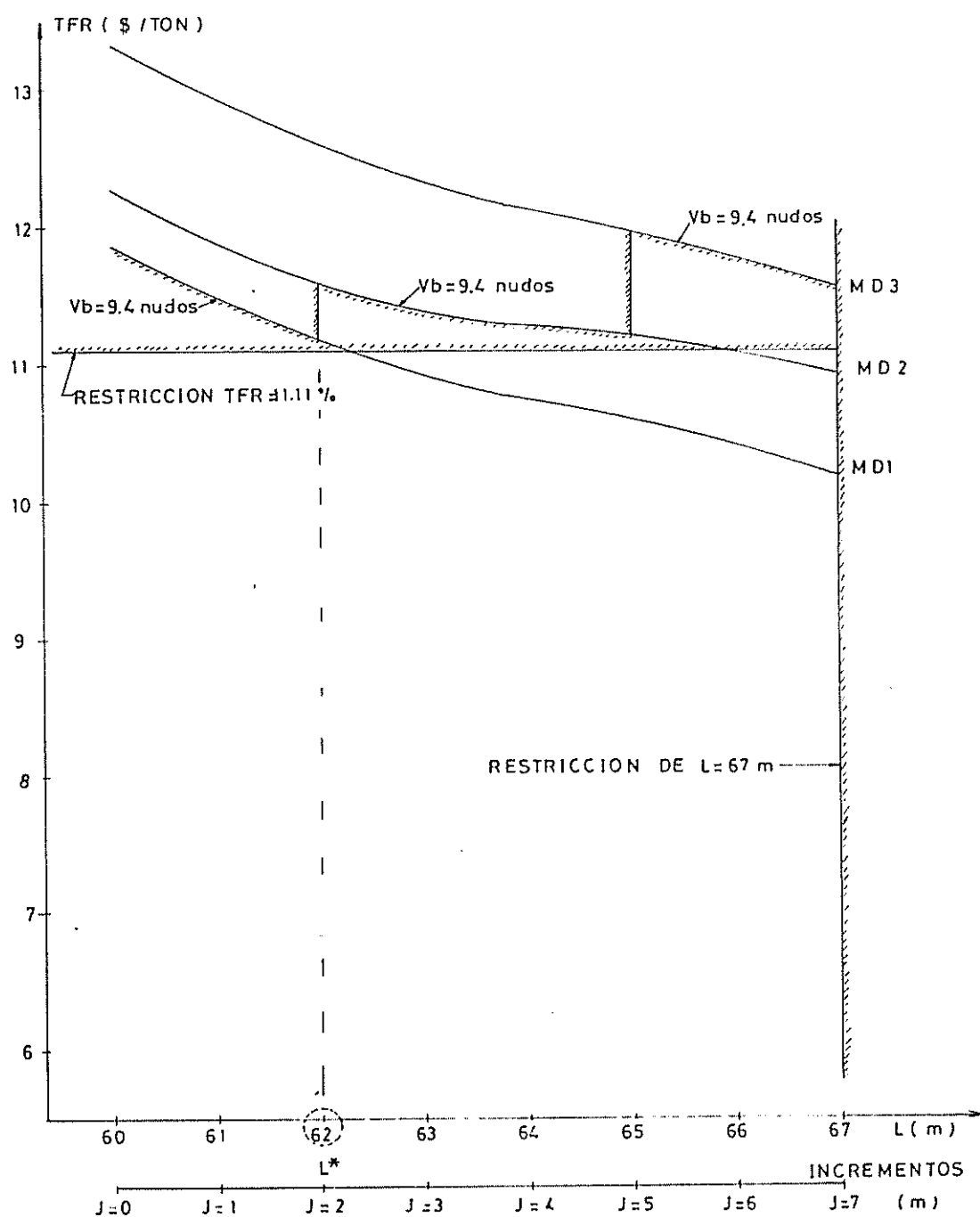


TASA DE FLETE REQUERIDA ( VARIACION: C=90% )

FIG N<sup>o</sup> 49

TASA DE RETORNO (VARIACION 80% de E y E 2 )

FIG. N° 50



TASA DE FLETE REQUERIDA (VARIACION: C=80%)

Z1, de la figura No.38 que corresponde a FL60+j, de la figura No.50 que corresponde a TFR y la figura No 39 que corresponde a t1, que la eslora óptima es efectivamente 62 m.

El análisis de sensibilidad realizado al resultado obtenido en el Capítulo III  $L^*=62$  m., podemos resumirlo en la tabla LIV.

Variación de Parámetros					Metas			
z	t	E(L60+j)	E2(L60+j)	C(L60+j)	P1	P2	P3	P4
%	%	\$	\$	ton	z1(%)	P(L60+j)	TFR	t1
12	25	100%	100%	100%	24.22 62m	402000 62m	8.97 62m	165 62m
14	25	100%	100%	100%	22.63 62m	402000 62m	8.97 62m	165 62m
12	26	100%	100%	100%	24.22 62m	402000 62m	9.21 62m	165 62m
14	26	100%	100%	100%	22.63 62m	402000 62m	9.65 62m	165 62m
11	25	90%	90%	90%	17.93 62m	402000 62m	9.97 62m	165 62m
11	25	80%	80%	80%	8.83 62m	402000 62m	11.2 62m	165 62m

VALORES CORRESPONDIENTES A LAS METAS P1, P2, P3, Y P4  
OBTENIDAS DEL ANALISIS DE SENSIBILIDAD PARA L\*

Tabla LIV

Analizando los resultados presentados en la tabla 4.10, se puede concluir que:

1. El valor de la eslora óptima no se ha modificado, manteniéndose en 62 m.
2. Los valores correspondientes a las metas definidas en el modelo matemático han sufrido las siguientes modificaciones: la meta P1 tiene un movimiento vertical descendente, la meta P2 se mantiene fija, la meta P3 tiene un movimiento vertical ascendente y la meta P4 se mantiene fija, demostrándose de esta manera que la solución obtenido es la mejor alternativa.

#### 4.2. ANALISIS COMPARATIVO DE LA ESLORA INCREMENTADA CON RELACION A LAS DIMENSIONES DEL B/T TAURUS

Este análisis comparativo tiene como objetivo principal determinar cuáles son las ventajas y desventajas del B/T Taurus con la nueva eslora  $L^*=62$  m. sobre la que tiene actualmente .Se analizarán los puntos de vista técnico y económico, basándose para tal efecto en:

1. Las restricciones técnicas y económicas definidas en el modelo matemático y su respectiva influencia sobre las metas pertenecientes a la función objetivo.



### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos en este trabajo, podemos concluir lo siguiente:

El proyecto de incrementar el peso muerto en el B/T "TAURUS" es factible, desde el punto de vista técnico y económico. Esto se afirma considerando los valores obtenidos para la rentabilidad, tasa de retorno, correspondientes al rango de eslora posible a incrementarse.

El método "SESLIN" aplicado al B/T "TAURUS" nos indica como mejor alternativa, aumentar la capacidad de carga del buque original a 1326 toneladas, con un incremento en la eslora de 13.22 m en su cuerpo medio paralelo. Se obtiene de esta forma una eslora total de 62m. El bloque a incrementarse deberá ser insertado a la altura de la sección 10.

El análisis de sensibilidad utilizado como complemento al método "SESLIN" y fundamentado en la variación de los parámetros tangibles (costos de construcción, tiempo de construcción, costos de operación, amortización del préstamo) y en la fijación de los parámetros no tangibles (ingresos, tasa de interés del préstamo, impuestos) nos

determina que el movimiento de la solución es imperceptible. Lo que nos permite decir que la eslora de 62m determinada se ratifica.

Si el valor de rentabilidad de 24.74% obtenida por el buque al incrementarse su eslora hasta 62m, se compara con la rentabilidad de un 12%, que se obtendría con un depósito (en \$) de la cantidad utilizada en la modificación en un banco. Podemos determinar que el riesgo de la inversión se halla justificado por la primera alternativa más atractiva.

El "lucro cesante" del buque, que representa los ingresos no percibidos por el buque durante el tiempo de construcción empleado para su modificación no se ha tomado en cuenta en el análisis económico, por estar el buque operando sin un arriendo contratado.

Tanto el diseño, como la construcción puede ser ejecutadas por el país. El Astillero que tiene la infraestructura necesaria para realizar esta modificación es "ASTINAVE". Prefabricando las partes que componen el bloque ha incrementarse en el área de construcción, e instalando en el dique flotante estas partes y los equipos correspondientes, en el B/T "TAURUS".'

RECOMENDACIONES.\_ Para obtener una mayor exactitud de la solución obtenida del estudio técnico-económico realizado en esta tesis, se pueden adicionar a este las siguientes alternativas.

1.\_ Una mejor información del movimiento de naves de cabotaje nacional que transportan derivados de petróleo, pudiendo así determinar un modelo predictivo que represente con mayor exactitud la curva de demanda de transporte de cabotaje, y definir la ecuación correspondiente. Esta es una herramienta útil para determinar en una forma más precisa los ingresos del buque.

2.\_ Mejorar la eficiencia de la metodología "SESLIN", considerando:

i ) Análisis del consumo de combustible por rutas fundamentado en una minimización del mismo. Se podría de esta forma determinar que rutas producen mayor rentabilidad.

ii ) Análisis del "lucro cesante", el cual podría ser incluido en el procedimiento con el que se determina la rentabilidad del buque, estando en función del de tiempo construcción utilizado en las posibles modificaciones.

iii) Incrementar el análisis de las condiciones del mercado financiero, estímulos a la construcción naval (subenciones directas, primas a la construcción naval, libertad de amortización fiscal), que influenciarán en los costos de construcción, tasa de flete requerida y por ende en la rentabilidad del buque.

3.\_ Adicionar una meta más al proyecto, maximización de ingresos, considerando para tal efecto que el buque tenga la posibilidad de transportar derivados del petróleo no considerados en este trabajo.

APENDICES

.....

2. En la evaluación de los ingresos semestrales  $E(L60+j)$  y la tasa de flete requerida TFR.

Los resultados de este análisis se presentan en forma resumida en las tablas LV y LVI.

Descripción	Desventaja de $L^*$ sobre L Actual
Estabilidad	Ninguna
ST1	Se incrementa el sistema, se incrementa P >
ST2	Se incrementa el sistema, se incrementa P >
ST3	Se cambia el sistema, se incrementa P >>>
ST4	Se cambia el sistema, se incrementa P >>>
ST5	Se incrementa el sistema, se incrementa P >>
ST6	Se incrementa el sistema, se incrementa P >>
ST7	Se incrementa el sistema, se incrementa P >
ST8	Se incrementa el sistema, se incrementa P >>
ST9	Se incrementa el sistema, se incrementa P >
Capacidad de Transporte	Ninguna
Velocidad	Ninguna
Costos de Explotación	Ninguna
Ingresos	Ninguna
Costos de Fletes	Ninguna

DESVENTAJAS DEL BUQUE CON LA ESLORA OPTIMA ( $L^*=62m.$ )

Tabla LV

Descripción	Ventajas de L* sobre L Actual
Estabilidad	$GML(L^*) < GML(L_{actual})$ , en condición de máxima carga.
ST1	Utiliza los mismos elementos estructurales
ST2	Se mantiene el mismo motor
ST3	Ninguna
ST4	Ninguna
ST5	Se mantienen los mismos generadores
ST6	Ninguna
ST7	Se mantiene el mismo circuito
ST8	Se mantiene el mismo circuito
ST9	Se mantiene el mismo circuito
Capacidad de Transporte	Se incrementa el número de bodegas, y por consiguiente la capacidad.
Velocidad	Se mantiene la velocidad económica
Costos de Explotación	El incremento de $Y(L^*)$ no es significativo
Ingresos	$E(L^*) > E(L_{actual})$
Costos de Fletes	$TFR(L^*) < TFR(L_{actual})$

#### VENTAJAS DEL BUQUE CON LA ESLORA OPTIMA (L\*=62m)

Tabla LVI

#### 4.3. INFLUENCIA DEL GASTO DE LA INVERSION INICIAL DE LA REMODELACION EN EL COSTO DEL TRANSPORTE.

La influencia que se produce al incrementar la eslora del buque hasta  $L^*=62$  m. sobre el costo del transporte se determina con el análisis de los siguientes puntos:

1. Los valores correspondientes a la tasa de flete requerida del buque actual y al buque con  $L^*=62$  m, se determinan con la ecuación (2.19). Tanto los valores de los parámetros, como los de TFR se describen en la tabla LVII.

Descripción	Esloras	
	Actual = 49 m.	L* = 62 m.
P, Dolares	1680746	1680746+402000
Y, Dolares	453930	456438
C, Toneladas	70000	95620
CR(n=10)	0.1930	0.1930
TFR, Dolares/Ton.	11.1100	8.9700

PARAMETROS CORRESPONDIENTES AL BUQUE CON L.ACTUAL(48.78m)  
Y L\*(62m) PARA DEFINIR LOS COSTOS DE FLETE POR RUTAS  
Tabla LVII

De lo presentado en la tabla LVII, podemos concluir que al incrementar la eslora hasta 62 m., la tasa de flete se reduce en un 19.26%.

2. La posible variación de la tasa de flete designada por la Dirección General de la Marina Mercante (DIGMER), en función de la rentabilidad del proyecto (meta P1). Para este análisis se tomarán en cuenta los siguientes parámetros: el costo por milla recorrida por el transporte de una tonelada de derivados del petróleo y la rentabilidad del proyecto para L\*=62 m. Esto aplicado a cinco rutas representativas de cabotaje nacional.

Las tasas de fletes por transportar una tonelada de productos limpios en las rutas: Esmeraldas-Galápagos (ruta 1), Esmeraldas-Salitral (ruta 2),



Esmeraldas-Manta (ruta 3), Depósito Sur-Pto. Bolívar (ruta 4), y Depósito Sur-Tres Bocas (ruta 5), se indican en la tabla LVIII. Su cálculo se describe en el apéndice Q.

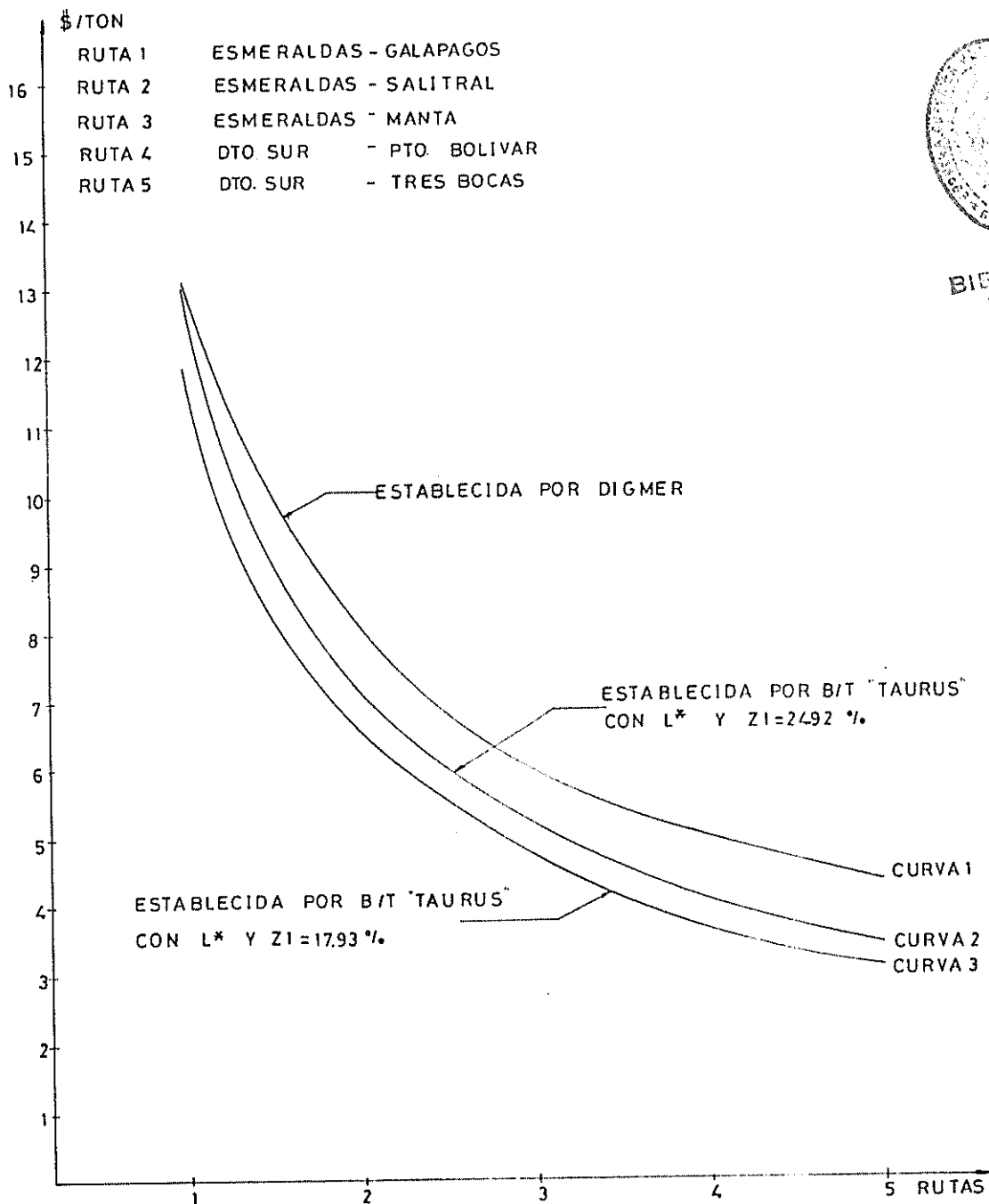
Descripción	Tasas en Dolares/Tonelada				
	Ruta 1	Ruta 2	Ruta 3	Ruta 4	Ruta 5
Por DIGMER	13.25	8.10	5.90	5.10	4.35
Por B/T Taurus, con $z_1 = 24.92$	13.20	7.21	5.28	4.03	3.43
Por B/T Tarus, con $z_1 = 17.93\%$	11.89	6.49	4.75	3.62	3.09

COSTOS DE FLETES POR RUTAS  
Tabla LVIII

Los valores descritos en la tabla LVIII se grafican en la figura No.51. Observando la figura 51 podemos concluir que el movimiento de la curva 1 establecida por la DIGMER tiene un movimiento descendente. Esto implica que el buque en estudio operaría en estas rutas con un óptimo nivel económico.

Las dos conclusiones antes expresadas, describen un proceso de validación objetiva del modelo y ratifican la factibilidad del proyecto.

FIG. N° 51



BIBLIOTECA  
DEL INB.  
MARITIMA

TASAS DE FLETE POR RUTAS

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos en este trabajo, podemos concluir lo siguiente:

El proyecto de incrementar el peso muerto en el B/T "TAURUS" es factible, desde el punto de vista técnico y económico. Esto se afirma considerando los valores obtenidos para la rentabilidad, tasa de retorno, correspondientes al rango de eslora posible a incrementarse.

El método "SESLIN" aplicado al B/T "TAURUS" nos indica como mejor alternativa, aumentar la capacidad de carga del buque original a 1326 toneladas, con un incremento en la eslora de 13.22 m en su cuerpo medio paralelo. Se obtiene de esta forma una eslora total de 62m. El bloque a incrementarse deberá ser insertado a la altura de la sección 10.

El análisis de sensibilidad utilizado como complemento al método "SESLIN" y fundamentado en la variación de los parámetros tangibles (costos de construcción, tiempo de construcción, costos de operación, amortización del préstamo) y en la fijación de los parámetros no tangibles (ingresos, tasa de interés del préstamo, impuestos) nos

determina que el movimiento de la solución es imperceptible. Lo que nos permite decir que la eslora de 62m determinada se ratifica.

Si el valor de rentabilidad de 24.74% obtenida por el buque al incrementarse su eslora hasta 62m, se compara con la rentabilidad de un 12%, que se obtendría con un depósito (en \$) de la cantidad utilizada en la modificación en un banco. Podemos determinar que el riesgo de la inversión se halla justificado por la primera alternativa más atractiva.

El "lucro cesante" del buque, que representa los ingresos no percibidos por el buque durante el tiempo de construcción empleado para su modificación no se ha tomado en cuenta en el análisis económico, por estar el buque operando sin un arriendo contratado.

Tanto el diseño, como la construcción puede ser ejecutadas por el país. El Astillero que tiene la infraestructura necesaria para realizar esta modificación es "ASTINAVE". Prefabricando las partes que componen el bloque ha incrementarse en el área de construcción, e instalando en el dique flotante estas partes y los equipos correspondientes, en el B/T "TAURUS".'

RECOMENDACIONES.\_ Para obtener una mayor exactitud de la solución obtenida del estudio técnico-económico realizado en esta tesis, se pueden adicionar a este las siguientes alternativas.

1.\_ Una mejor información del movimiento de naves de cabotaje nacional que transportan derivados de petróleo, pudiendo así determinar un modelo predictivo que represente con mayor exactitud la curva de demanda de transporte de cabotaje, y definir la ecuación correspondiente. Esta es una herramienta útil para determinar en una forma más precisa los ingresos del buque.

2.\_ Mejorar la eficiencia de la metodología "SESLIN", considerando:

i ) Análisis del consumo de combustible por rutas fundamentado en una minimización del mismo. Se podría de esta forma determinar que rutas producen mayor rentabilidad.

ii ) Análisis del "lucro cesante", el cual podría ser incluido en el procedimiento con el que se determina la rentabilidad del buque, estando en función del de tiempo construcción utilizado en las posibles modificaciones.

iii) Incrementar el análisis de las condiciones del mercado financiero, estímulos a la construcción naval (subenciones directas, primas a la construcción naval, libertad de amortización fiscal), que influenciarán en los costos de construcción, tasa de flete requerida y por ende en la rentabilidad del buque.

3.\_ Adicionar una meta más al proyecto, maximización de ingresos, considerando para tal efecto que el buque tenga la posibilidad de transportar derivados del petróleo no considerados en este trabajo.

APENDICES

.....

APENDICE A

## CALCULO DE GM TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL

EL método de obtención de los valores de la altura metacéntrica transversal y longitudinal se presenta a continuación.

Las variables que intervienen en el cálculo son:

A	= desplazamiento	(ton)
H <sub>o</sub>	= calado en sección media	(m)
H <sub>pp</sub>	= calado en popa	(m)
H <sub>pr</sub>	= calado en proa	(m)
H <sub>m</sub>	= calado medio	(m)
t <sub>a</sub>	= asiento	(m)
K <sub>mt</sub>	= altura metacéntrica transv. desde l. base	(m)
K <sub>G</sub>	= altura del centro de gravedad	(m)
G <sub>mt</sub>	= altura metacéntrica transv. inicial	(m)
G <sub>Go</sub>	= corrección de G <sub>mt</sub> por efecto de superf. libre	(m)
G <sub>oM</sub>	= altura metacéntrica corregida	(m)
LCG	= centro de gravedad longitudinal	(m)
LCB	= centro de boyantez longitudinal	(m)
LBG	= corrección de LCG por asiento	(m)
LCG	= distancia desde C.G. a la sección media	(m)
LCF	= centro de flotación longitudinal	(m)
MT <sub>1</sub>	= momento para cambiar el asiento un cm.	(ton-m/cm)
I	= inercia por superficie libre	(m <sup>4</sup> )
p	= densidad del líquido que se transporta	(ton/m <sup>3</sup> )

En la determinación del GM se utilizan las siguientes ecuaciones tomadas de la referencia (34).

$$\begin{aligned}
 K_{Mt} &= K_B + B_{Mt} \\
 L_{BG} &= (t_a * MT_1 * 100) / A \\
 H_{pr} &= H - t_a / (1/2 + LCF) \\
 H_{pp} &= H_{pr} + t_a \\
 H_m &= (H_{pr} + H_{pp}) / 2 \\
 G_oG &= E_i * p / A
 \end{aligned}$$



$$GMt = KMt - KG$$

$$GMt = KB + BMt - KG$$

$$LCB = LCG - LCB$$

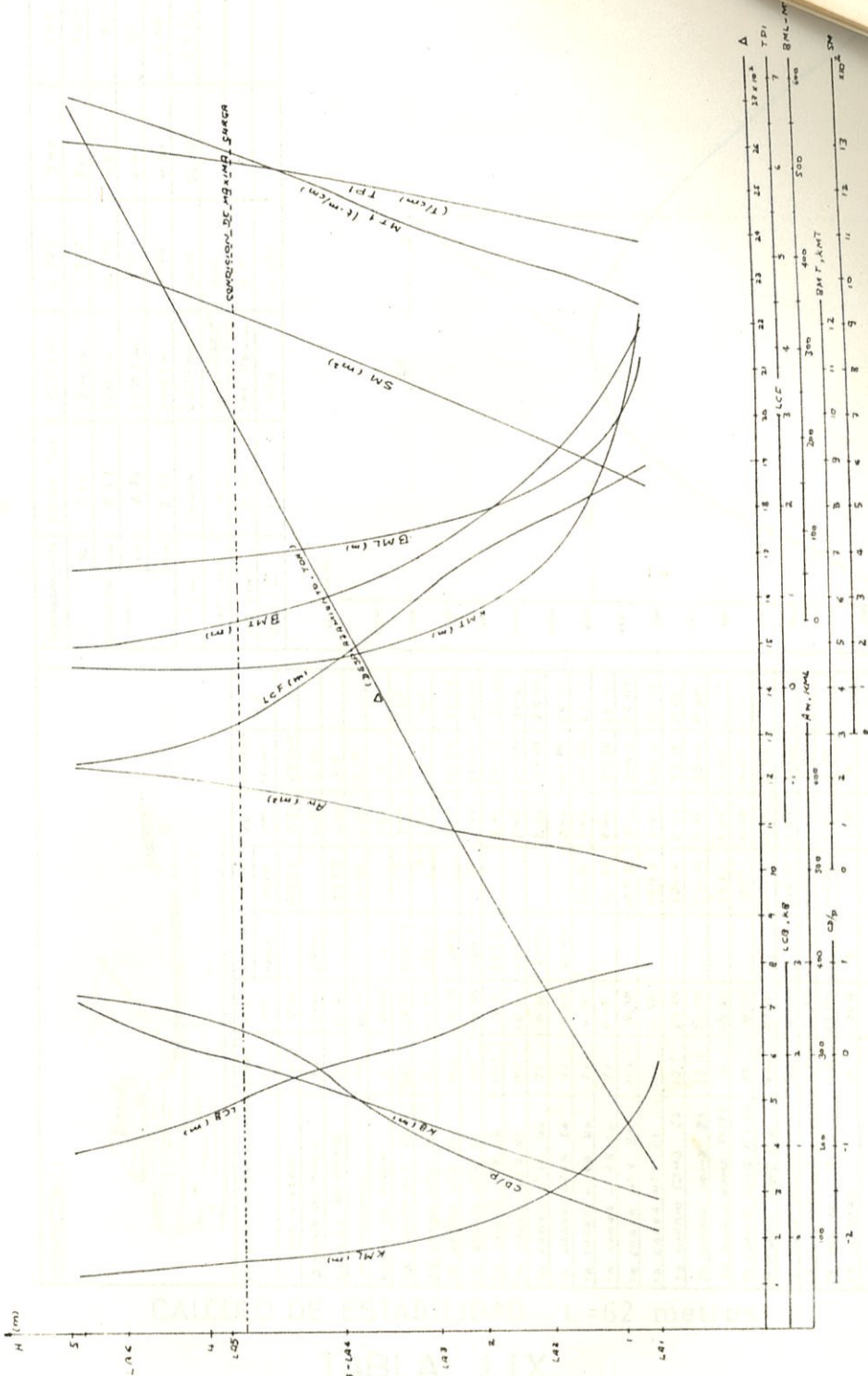
$$GoM1 = KMI - KG$$

$$LCG = E(\text{peso} * LCG+ - \text{peso} * LCG) / A$$

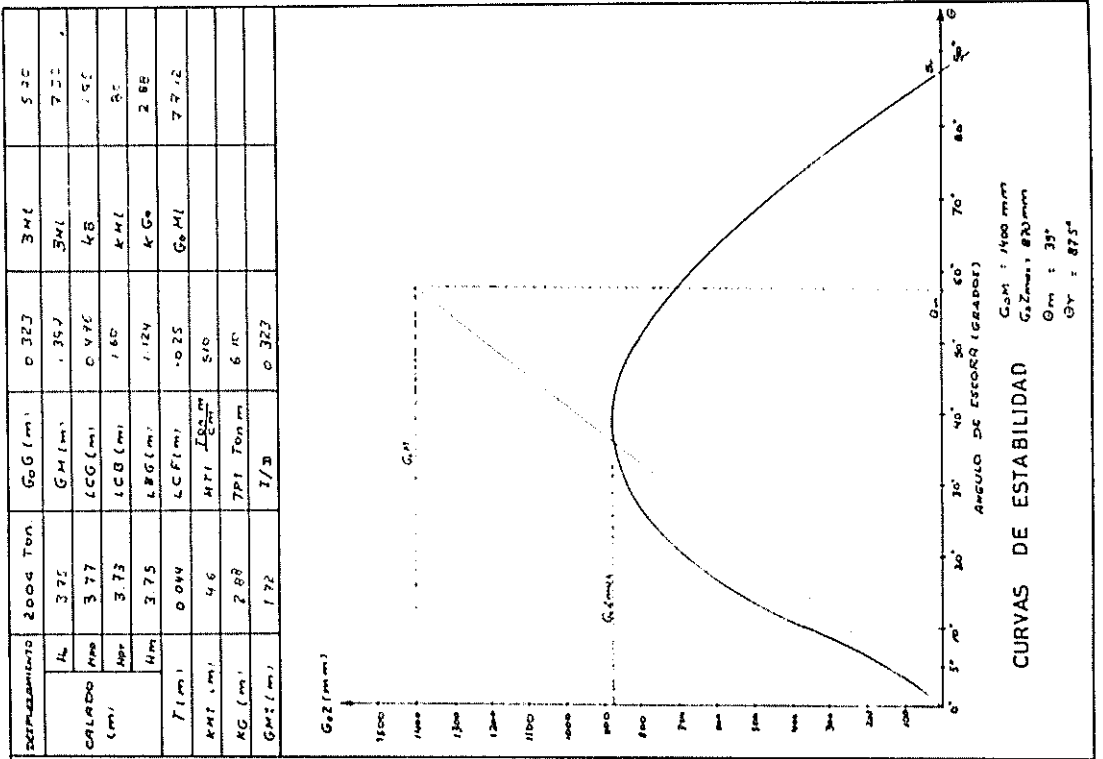
$$KG = E(\text{peso} KG+ - \text{peso} KG) / A$$

Un ejemplo de aplicación de estas fórmulas se detalla en el cálculo del GMt y GM1 para el B/T TAURUS incrementada su eslora hasta 62 m, en la condición de máxima carga, cuyos resultados se presentan en la tabla LIX. Para dicho cálculo, KMt, CG, MT1, TP1, BMt, BM1, KB, KMI, se toman de la figura No.51, que corresponden a las curvas hidrostáticas calculadas con la referencia (19), y la distribución de pesos, LCG, KG, de los items enunciados, se toman de las referencias (2) y (3).

FIG. N° 52



CURVAS HIDROSTATICAS CORRESPONDIENTES AL B/T TAURUS (L)



DESCRIPCION DE ITEMS	PESO (t)	LCG (m)	MOMENTO (t.m)		KG	MONOMOM (t.m)	ZF	
			PROD	QUOTA				
PESO LIGERO	4611	7.60		50236	3.54	2340.3		
PODERA DE PORA	10	-24.40	24.40		4.26	4.26		
PODERA DE PORA	21	126.40		53.68	4.20	8.4		
PROVISIONES	20	20.74		41.48	6.09	12.18		
PELON DE PORA	0	-29.28	0		3.66	0		
TA CARGA N°1 CA	163	17.39	2834.6		2.59	422.11	15.3	
TA CARGA N°1 BA	163	17.39	2834.6		2.59	422.11	15.3	
TA CARGA N°2 CA	103	10.98	1130.4		2.44	281.32	36.46	
TA CARGA N°2 BA	103	10.98	1130.4		2.44	281.32	36.46	
TA CARGA N°3 CA	103	6.11	624.3		2.44	281.32	36.46	
TA CARGA N°3 BA	103	6.11	624.3		2.44	281.32	36.46	
TA CARGA N°4 CA	71	0.32	24.64		2.44	187.88	25.16	
TA CARGA N°4 BA	71	0.32	24.64		2.44	187.88	25.16	
TA CARGA N°5 CA	71	0.16		321.84	2.44	187.88	25.16	
TA CARGA N°5 BA	71	0.16		321.84	2.44	187.88	25.16	
TA CARGA N°6 CA	104	10.36		109.31	2.44	244.0	36.46	
TA CARGA N°6 BA	104	10.36		109.31	2.44	244.0	36.46	
TA CARGA N°7 CA	104	10.98		109.31	2.44	244.0	36.46	
TA CARGA N°7 BA	104	10.98		109.31	2.44	244.0	36.46	
TA DIARIO COMB. CA	13.5	123.49		221.16	3.96	53.46	11.66	
TA DIARIO COMB. BA	13.5	123.49		221.16	3.96	53.46	11.66	
TA DIARIO COMB. F. BA	10	18.30		18.3	0.46	4.60		
TA DIARIO COMB. F. CA	10	18.30		18.3	0.46	4.60		
TA AGUA DULCE	31	29.58		247.05	0.46	4.35		
TA AGUA DULCE	10	23.10		946.50	4.27	136.6		
TA ACEITE	18	123.79		52.82	4.42	7.90		
TA ACEITE	18	123.79		42.82	4.42	7.90		
TA LASTRE	0	-24.40	0		1.48	0		
DESPLAZAMIENTO	2004	0.47%	926.28	10.218	954.22	2.88	5765.6	648.5

CALCULO DE ESTABILIDAD L=62 metros

TABLA LIX

APENDICE B

## CALCULO DEL ESCANTILLONADO

El procedimiento de cálculo que a continuación se describe, sigue las reglas definidas en la referencia (1).

Estas son:

### CAPITULO 22: BUQUES DESTINADOS AL TRANSPORTE DE PETROLEO A GRANEL

22.17 La resistencia de la viga buque no será menor que el requerido por las ecuaciones que se indican en 6.3.

#### 6.3 Resistencia Longitudinal de la Viga-Buque

##### 6.3.1 Resistencia Requerida

##### a) Módulo Resistente

$$SM = Mt / fp$$

Mt = momento flector total, obtenido según 6.3.2

fp = tensión admisible nominal para flexión longitudinal, en toneladas métricas por cm<sup>2</sup>.

$$fp = 1.663 - ((240-L)/1620) \text{ t/cm}^2 \quad 61 < L < 240 \text{ m}$$

L = eslora del buque según se define en 2.1, en m.

##### 6.3.2 Momento Flector Total

$$Mt = Msw + Mw$$

Msw = momento flector en aguas tranquilas en m\*ton

Mw = máximo momento flector inducido por olas

## a) Momento Flector y Fuerza Cortante en aguas Tranquilas

$$M_s = C_{st} * L^{2.5} * B * (C_b + 0.5)$$

$$C_{st} = (0.618 + ((110 - L) / 462)) * 10^{-2}, 61 < L < 110m$$

L = eslora del buque, en m.

B = manga del buque, en m.

C<sub>b</sub> = coeficiente de bloque para flotación de verano

## b) Momento Flector Longitudinal Inducido por las Olas

$$M_w = C_a * L^2 * B * H_e * K_b$$

$$K_b = 1.4 - 0.5 * C_b \quad 0.64 < c_b < 0.8$$

$$C_a = (2.34 * c_b + 0.2) * 10^{-2}$$

$$H_e = 0.0172L + 3.653 \quad 61 < L < 150m$$

## c) Curva Envolvente de Momento Flector Inducido por Olas

Se obtiene multiplicando el valor en la cuaderna maestra por los factores de distribución que se presentan en la tabla 6.1 .

## 6.3.3 Tensión Admisible para Fuerza Cortante

## a) Cálculo de las Tensiones Tangenciales por Fuerza Cortante

$$f_s = (F_{sw} + F_w) * m / 2tI$$

f<sub>s</sub> = tensión total nominal por fuerza cortante, en ton/cm<sup>2</sup>

I = momento de inercia de la sección de la viga-buque, en cm<sup>4</sup>, en la sección que se considera.

m = momento estático

t = espesor de la plancha del costado

F<sub>sw</sub>, F<sub>w</sub> = como se indica en 6.3.3b

## b) Fuerza Cortante en la Viga-Buque

$$F_w = (K * M_w) / L$$

F<sub>w</sub> = máxima fuerza cortante inducida por olas, en ton

M<sub>w</sub> = momento flector máximo inducido por olas en la viga-buque, en m-ton, como se indica en 6.3.2 b

L = eslora del buque, en m.



BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARITIMA

- $K = 2.6$  entre  $0.15L$  y  $0.30L$   
 $= 1.6$  entre  $0.40L$  y  $0.55L$   
 $= 2.5$  entre  $0.65L$  y  $0.80L$   
 $= 0.0$  en la perpendicular de proa y extremo de popa

$$F_{sw} = 5.0 * M_s / L$$

$F_{sw}$  = fuerza cortante de la viga-buque en aguas tranquilas, en ton.

$M_s$  = momento flector en aguas tranquilas estimado, en metros-ton, como se especifica en 6.3.2a.

$L$  = eslora del buque, en m.

## 22.19 Planchas del Forro

### 22.19.1 Zona Central

#### a) Espesor de las Planchas del Fondo

$$t = 0.006 * s * (0.7 * d + 0.02 * (L-50))^{0.5} + 2.5 \text{ mm}$$

$s$  = separación de refuerzos en mm.

$L$  = eslora del buque, en m.

$d$  = calado de trazado, en m.

#### b) Espesor de las Planchas del Forro de Costado

$$t = 0.0052 * s * (0.7 * d + 0.02 * L)^{0.5} + 2.5 \text{ mm}$$

### 22.19.2 Traca de Cinta

No será inferior al espesor de las planchas del

forro de costado.

### 22.19.3 Quilla Horizontal

El espesor de la quilla horizontal se mantendrá en toda su extensión y como mínimo será 1.5 mm mayor que el espesor del forro de fondo en la zona central.

## 22.19.4 Zona Plana del Fondo a Proa

$t = 0.00139 * s * (L-10.1) + 3 \text{ mm.}$   
 $s = \text{separación de refuerzos, en mm.}$   
 $L = \text{eslora del buque, en m.}$

## 22.19.5 Planchas fuera del 0.4 L Central

El forro del fondo y de costado, incluyendo la traca de cinta, estará generalmente de acuerdo con los requerimientos de 15.5.

## 22.19.6 Buques de eslora inferior a 76m

En los buques de eslora inferior a 76 m, el espesor del forro de fondo se obtendrá del capítulo 15.

## 15.3.5 Planchas del forro de costado

$t = (s/645) * ((L-15.2) * (d/D))^{0.5} + 2.5 \text{ mm.}$   
 para  $L < 305 \text{ m.}$   
 $L = \text{eslora del buque, en m.}$   
 $d = \text{calado de trazado, en m.}$   
 $D = \text{puntal de trazado en m., según se define en 15.3.1. La razón } d/D \text{ no se tomará inferior a } 0.65$

## 15.3.6 Anchura de la Traca de Cinta

$b = 5L + 916 \text{ mm.}$  para  $L < 120 \text{ m.}$   
 $L = \text{eslora del buque, en m.}$   
 $b = \text{ancho de la traca de cinta, en mm.}$

## 15.3.7 Espesor de la Traca de Cinta

El espesor no será inferior al espesor del forro del costado.

### 15.3.8 Planchas del Fondo en la Zona Central

a) Extensión de las planchas del fondo en la zona central. La expresión "planchas del fondo "se refiere a las planchas desde la quilla hasta el punto de tangencia superior de la curva del pantoque en el 0.4 central.

b) Planchas del fondo

$$t = (s/519) * ((1-18.3) * (d/D))^{0.5} + 2.5 \text{ mm para } L < 122 \text{ m}$$

### 15.5 Forro Exterior en los Extremos

#### 15.5.2 Planchas del Forro a Proa por debajo de la Flotación

Para el 0.16L desde la roda no sera inferior a:

$$t = 0.051 * (L + 17) + 0.009 * s \quad \text{para } L < 85 \text{ m}$$

s = separación de ref. en el pique de proa, en mm.

L = eslora del buque, en m.

D = puntal de trazado, en m.

#### 15.3.3 Fondo a Proa

$$t = 0.0018 * s * (L)^{0.5} + 3.0 \text{ mm.} \quad \text{para } L < 427 \text{ m}$$

t = espesor en mm.

s = separación de refuerzos, en mm.

### 22.21 Planchas de Cubierta

#### 22.21.1 En la Zona Central del Buque

La cubierta en el 0.4L central tendrá un espesor no inferior al requerido a:

$$t = s * (30.48 + L) / (4981 + 40 * L) \quad L < 152.4$$

t = espesor de las planchas en mm.

s = separación de longitud. de cubierta, en mm.

L = eslora del buque, en m.

D = puntal de trazado, en m.



## 22.21.2 Buques de Eslora Inferior a 76 m

En los buques de eslora inferior a 76 m, el espesor de las planchas de cubierta se obtendrá del capítulo 16.

### 16.5 Cubiertas de Planchas de Acero

#### 16.5.1 Planchas de la Cubierta Resistente

1) Espesor de Cubiertas Resistentes Reforzadas Longitudinalmente

$$t = S_b * (L + 48.79) / (26 * L + 8681) \text{ mm. para } L < 183 \text{ m}$$

2) Espesor de Cubiertas Resistentes Reforzadas Transversalmente

$$t = 0.009 * S_b + 2.4 \text{ mm. para } S_b < 760 \text{ mm}$$

3) Espesor de Cubiertas Resistentes expuestas dentro de la Línea de Escotillas

$$t = 0.01 * S_b + 0.25 \text{ mm. para } S_b < 760 \text{ mm}$$

4) Espesor de Cubiertas de Fuente expuestas

$$t = 0.01 * S_b + 0.25 \text{ mm. para } S_b < 760 \text{ mm}$$

5) Espesor de Cubiertas de Toldilla

$$t = 0.009 * S_b + 0.80 \text{ mm.} \quad \text{para } S_b < 685 \text{ mm}$$

6) Espesor de Cubiertas Plataforma en espacios de Pasajeros cerrados.

$$t = 0.006 * S_b + 1.5 \text{ mm.} \quad \text{para } S_b < 685 \text{ mm}$$

#### 16.5.6 Cubiertas sobre Tanques

Para las cubiertas sobre tanques, veáse 13.5

### X 13.5 Planchas de Techo de Tanque

Los techos de los tanques tendran planchas cuyo espesor será 1 mm mayor que el requerido para planchas verticales

$$t = (s * (h) 0.5 / 254 ) + 3.54 \text{ mm.}$$

t = espesor en mm.

s = separación de refuerzos, en mm.

h = 2/3 de la distancia desde la l. base hasta el techo del tanque

#### 22.23 Planchas de Mamparo

##### 22.23.1 Planchas no Protegidas

Las planchas no protegidas serán de espesor no inferior al requerido para mamparos de tanques profundos por 13.3. Para proveer corrosión se aumentará el espesor de las tracas superiores.

### X 13.3.1 Planchas

$$t = (s * h)^{0.5} / 2.54 \text{ mm.}$$

t = espesor en mm.

s = separación de refuerzos, en mm.

h = la distancia entre el canto inferior de la plancha a la parte superior de la escotilla.

l = la distancia, en m, entre los talones de las uniones de los extremos

### 13.3.4 Vigas Horizontales y Verticales

$$SM = 4.74 * c * h * s * l^2 \quad \text{cm}^3$$

c = 1.50

h = distancia vertical, en m, desde el punto medio de l en el caso de verticales, hasta las mismas alturas a que se mide h para los refuerzos.

s = suma de las semilongitudes, en m

l = luz en m medida entre los talones de las uniones de los extremos

### 22.27 Vigas Longitudinales, Verticales y Transversales

#### 22.27.2 Módulo Resistente

$$SM = M / f$$

M = momento flector máximo a lo largo del elemento entre los pies de las consolas

f = tensión admisible máxima para flexión conforme; para elementos transversales 1420 Kg / cm<sup>2</sup>, para elementos longitudinales 947 Kg / cm<sup>2</sup>

$$SM = 4.74 * c * h * s * Lb^2 \quad \text{cm}^3$$

c para varengas y transversales de cubierta  
 = 2.0 para vagras, contrafuertes de mamparo transversales, traviesas y palmejares  
 = 2.50 para esloras

c para bularcamas y contrabularcamas  
 = 1.50 sin tirantes

s = separación de transversales o anchura del área soportada, en m.

h = para varengas y vagras será igual al puntal del buque, D en m.

h = para bularcamas, contrabularcamas, contrafuertes, traviesas y palmejares, será la distancia vertical, en m, desde el centro

del área soportada hasta un punto situado a 2.44 por encima de la cubierta al costado.  
 $h$  = para transversales de cubiertas y esloras, es la mismo como se indica para bulárcamas.  
 $L_b$  = luz del elemento, en m, medida entre los puntos de soporte

22.29 Cuadernas, Longitudinales del Forro y Cubierta, Baos y Refuerzos del Mamparo

\* 22.29.2 Perfiles Estructurales

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

$c$  = 1.30 para longitudinales de fondo (según 22.29.4)

$c$  = 0.95 para longitudinales de costado

$c$  = 1.25 para longitudinales de cubierta

$c$  = 1.00 para cuadernas

$c$  = 1.00 para refuerzos horizontales o verticales de mamparos transversales

$c$  = 0.90 para refuerzos horizontales en mamparos longitudinales

$h$  = distancia, en m, desde los longitudinales, o desde la mitad de  $l$  para los refuerzos verticales, hasta un punto situado a 2.44 m. por encima de la cubierta al costado

$s$  = separación de longitud. o refuerzos, en m.

$l$  = luz entre apoyos, en m.

APENDICE C

## CALCULO DEL SISTEMA DE PROPULSION

El metodo de obtención de los valores correspondientes a la potencia requerida, características de la línea de eje, y las dimensiones de la hélice.

Variabes que intervienen en el cálculo:

EHP = potencia efectiva  
 DHP = potencia entregada al propulsor.  
 BHP = potencia necesaria  
 SHP = potencia entregada al eje  
 $\eta_e$  = eficiencia del eje  
 red = eficiencia del reductor  
 $\eta_p$  = eficiencia del propulsor  
 $\eta_h$  = eficiencia del casco  
 $Z_p$  = número de hélices  
 $w$  = fracción de estela  
 $C_p$  = coeficiente prismático del buque  
 $C_{pv}$  = coeficiente prismático vertical  
 $R_T$  = resistencia total del buque  
 $V$  = velocidad del buque  
 $R_f$  = resistencia friccional  
 $R_{vp}$  = resistencia viscosa de presión  
 $R_o$  = resistencia por formación de olas  
 $R_{ap}$  = resistencia por apéndices  
 $R_a$  = resistencia por aire  
 $R_r$  = resistencia por rugosidad  
 $K_f$  = coeficiente experimental tabulado en función de la eslora del buque = 0.145  
 $S_c$  = superficie mojada de la carena  
 $\delta$  = densidad del agua de mar  
 $\Delta$  = desplazamiento  
 $V_b$  = velocidad del aire  
 $K_o$  = coeficiente experimental = 0.06  
 $K_a$  = coeficiente experimental = 0.029

- $S$  = suma de las áreas de las proyecciones de la obra muerta y superestructura sobre un plano normal a la dirección del movimiento  
 $v$  = velocidad del viento  
 $\alpha$  = ángulo formado por la dirección del viento y el plano diametral del buque  
 $B$  = manga del buque en L.A.D.  
 $L$  = eslora del buque en L.A.D.  
 $E$  = puntal del buque  
 $H$  = calado  
 $D$  = diámetro máximo de la hélice  
 $V_p$  = velocidad del agua en el disco de la hélice  
 $T$  = empuje de la hélice  
 $p$  = encarga de la hélice  
 $O'$  = valor crítico de la razón de área expandida  
 $O$  = razón de área expandida  
 $e_o$  = espesor mínimo relativo  
 $h_s$  = sumersión del eje en la hélice  
 $N$  = revoluciones del propulsor  
 $V_A$  = velocidad de avance del buque  
 $P/D$  = razón paso-diámetro  
 $t_{0.2}$  = espesor requerido en un cuarto del radio  
 $S$  = 1.0 para hélices con  $D < 6.1$  m  
 $H$  = HP a la velocidad de régimen  
 $C_s$  =  $a_s / WT$   
 $C_n$  =  $I_o / V_f WT^2$   
 $K$  = desplazamiento de la generatriz base de la pala de la hélice multiplicado por  $D/2$   
 $P_{0.7}$  = paso correspondiente a la condición de avance del proyecto medida a 0.7 del radio.  
 $P_{0.25}$  = paso a un cuarto del radio dividido por el diámetro de la hélice.  
 $a$  = área desarrollada de la pala dividida por el área del disco.  
 $D$  = diámetro requerido del eje  
 $w$  = constante del material  
 $K$  = factor de proyecto del eje  
 $T$  = diámetro exigido para el eje de cola  
 $U$  = carga de límite de rotura del material  
 $t$  = espesor de la camisa  
 $R$  = RPM a la velocidad de régimen  
 $U_f$  = distancia máxima normal desde el eje del momento de inercia a puntos en la cara activa de la sección.

**Determinación de las Potencias: Efectiva, Necesaria, entregada a Propulsores y entregada al Eje.**

$$EHP = 0.515 R_T * V / 75$$

referencia (6)

donde:  $R_T = R_f + R_{vp} + R_o + R_a + R_r$  referencia (6)  
 $R_f = K_f S_c V^{1.825}$  referencia (6)  
 $R_o = K_o \frac{2}{3} V^4 / L + 0.08 R_p$   
 $R_{ap} + R_r = 0.04 * (R_f + R_d + R_o)$   
 $R_a = K_a S (V + V_b \cos)$   
 $R_{vp} \sim 0$

$BHP = EHP / (\gamma_h * \gamma_e * \gamma_{red} * \gamma_p)$  referencia (6)

donde:

$\gamma_h = (1 - t) / (1 - w)$   
 $w = (0.10 + 4.5 C_{vp} C_p B / L) / (7 - 6 C_{vp}) (2.8 - 1.8 C_p) + (E/H - D/8 - k'k) / 2$   
 $\gamma_e = 0.97$  referencia (11)  
 $\gamma_{red} = 0.95$  referencia (6)  
 $\gamma_p = 0.43$  referencia (2)

$DHP = \gamma_e * \gamma_{red} * BHP$  referencia (6)

$SHP = \gamma_{red} * BHP$  referencia (6)

#### Determinación de la Hélice

$V_p = 0.515 * V * (1 - w)$  referencia (5)

$t = 0.8 w$  referencia (5)

$T = R / (1 - t)$

$h_s = H - E$

$F = 4 / D^2$

$D'$ , obtenida de la figura No.25, referencia (5)

$D = 0.75 ( > 1.5 D')$

$eo = 0.005 F / D$

$BP1 = N SHP / (VA)^{2.5}$

$N = \text{RPM de máquina} / \text{razón de reducción}$

$VA = V (1 - w)$

De la curva B3-50, referencia (13), obtenemos los valores de  $F/D$ , en función de 0.1739 BP1 y la curva de  $F/D$  óptimo.

#### Revisión de Eje, Hélices y Cojinetes según A.B.S.

#### 37.5 Proyecto de Palas, para Hélices de Paso Fijo

$t_{0.25} = S(289 AH/C_p CRN + (C_s/C_m)(BK/4C))$  (mm)

donde:  $A = 1.0 + (6.0/P_{0.7}) + 4.3F_{0.25}$   
 $B = (4300 W_a / N) (R/1000)^2 (D/20)^3$   
 $C = (1 + 1.5 * P_{0.25}) (WF - B)$

### 37.19 Diámetros de Ejes

$$D = 100K (H/R) (41.95/(U + 16.3))$$

### 37.25.1. Cojinetes Lubricados por Agua

Longitud del cojinete  $\geq 4$  (diámetro del eje de cola)

### 37.27.1 Espesor en la zona de Cojinetes

$$t = T / 25 + 5.1 \quad (\text{mmm}), \text{ donde } T = D$$





## APENDICE D

### CALCULOS DEL SISTEMA DE GOBIERNO

DISEÑO DE LA  
MÁQUINA  
MOTRIZ

El método de cálculo para determinar el área del timón, torque, y características de los elementos que constituyen el sistema se describe a continuación.

VARIABLES QUE INTERVIENEN EN EL CÁLCULO:

A = área proyectada del timón	(m <sup>2</sup> )
EC = área del plano de deriva	(m <sup>2</sup> )
SL = diámetro de la mecha inferior	(mm)
V = velocidad del buque	(nudos)
Ø = ángulo máximo del timón	
d = distancia horizontal desde el C.G. hasta la línea de eje de la mecha inferior	(m)
M = torque máximo	(Kg*m)
S = diámetro de la mecha superior	(mm)
a = distancia vertical desde el centro de la línea al C.G. de A	(m)
b = distancia horizontal del centro de las mechas al C.G. de A	(m)
Sc = diámetro de la mecha en el acoplamiento	(mm)
r = distancia media desde el centro del perno al centro del sistema de pernos	(mm)
AL = área proyectada del timón por debajo de la sección del timón que se considera	(m <sup>2</sup> )
K = 1.27 para chapas de acero	
lb = distancia vertical desde la sección del timón que se considera, al C.G. del área AL	(cm)
T = espesor del forro del timón	(mm)
Sp = separación entre refuerzos	(mm)

#### Determinación del Área de la Pala

SPL = 1/44 EC

referencia (11)

### Determinación del Torque

$$N = 15.6 * A * V^2 \sin(d) \quad \text{referencia (11)}$$

### Revisión de Mechas y Acoples según A.B.S.

#### 5.3.1. Mechas Superiores

$$S = 21.66 b A V^2$$

#### 5.3.2. Mechas Inferiores

$$SL = 21.66 R A V^2$$

$$\text{donde: } R = 0.25 (a + a^2 + 16b^2)$$

#### 5.5.1 Acoplamiento por Bridas

$$\text{espesor de bridas} = 0.25 Sc$$

##### 5.5.1.a Acoplamientos Horizontales

$$\text{área de los pernos} = 0.3 Sc^3/r$$

##### 5.5.1.b Acoplamientos Verticales

$$\text{área de pernos en fondo de las roscas} = 0.33Sc^2$$

#### 5.9.1 Resistencia

$$SM = AL V^2 \cdot b / 32.63 K \quad (\text{cm}^3)$$

#### 5.9.2 Fono y Diafragmas

$$T = 0.117V A + 7.35 \quad (\text{mm})$$

$$Sp = 2.41V A + 585 \quad (\text{mm})$$

APENDICE E

## CALCULO DEL SISTEMA DE CARGA Y AGOTAMIENTO

Variables que intervienen en el cálculo:

P	= potencia teórica	(hp)
Q	= caudal	(gal/min)
H	= cabezal de presión	(pie)
	= densidad del líquido	(lb/pie <sup>3</sup> )
$h_1$	= distancia desde el nivel donde esta ubicada la bomba hasta el punto más alto a bombear	(pies)
p	= presión manométrica	(lb/pulg <sup>2</sup> )
K	= coeficiente de resistencia	
fr	= factor de fricción o rozamiento	
KTd	= sumatoria de K de descarga	
KTs	= sumatoria de K de sección	
Re	= número de Reynolds	
ft	= factores de fricción	
	= viscosidad	(centipoises)
NPSH	= cabezal de succión neto positivo	(pies)
P <sub>B</sub>	= presión barométrica	(pies abs.)
V <sub>p</sub>	= presión de vapor de el líquido en la temperatura máxima de bombeo	(pies abs.)
$h_f$	= pérdida por fricción en suspensión estática	(pies)
$l_s$	= máxima elevación, succión estática	(pies)
$h_d$	= pérdida por fricción en descarga	(pies)
P <sub>1</sub>	= potencia al freno	(hp)
eb	= eficiencia de la bomba	

Determinación de la Potencia Teórica, referencia(14)

$$P = Q H F / 247000 p$$

donde: Q = capacidad de carga (galones)/tiempo de entrega (horas)

$$H = H_d + h_1$$

$$H_d = 0.00259 K T d Q^2 / d^4$$

KTd = sumatoria de los elementos que constituyen el circuito

### Determinación de la Pérdida por Fricción en Tuberías

$$k = f (L/D)$$

$$Re = 56.23 \ Q / d$$

$$f = 64 / Re$$

para válvulas de compuertas

$$k = 8 \text{ pies}$$

para salidas de tubería

$$k = 1 \text{ pie}$$

para tees: flujo desviado a 90°

$$k = 60 \text{ pies}$$

para tees: flujo directo

$$k = 20 \text{ pies}$$

codos con 90° con bridas y curvas

$$KB = (n-1) (0.25* \text{ft } r / d + 0.5 k) + k$$

$$r/d = 1 \quad ; \quad k = 20 \text{ pies}$$

$$r/d = 6 \quad ; \quad k = 17 \text{ pies}$$

$$r/d = 1.5 \quad ; \quad k = 14 \text{ pies}$$

$$r/d = 10 \quad ; \quad k = 30 \text{ pies}$$

$$r/d = 2 \quad ; \quad k = 12 \text{ pies}$$

$$r/d = 16 \quad ; \quad k = 42 \text{ pies}$$

$$r/d = 4 \quad ; \quad k = 14 \text{ pies}$$

$$r/d = 20 \quad ; \quad k = 50 \text{ pies}$$

codos estandares de 90°

$$k = 30 \text{ pies}$$

codos estandares de 45°

$$k = 16 \text{ pies}$$

válvulas de pie con filtro con obturador oscilante

$$k = 75 \text{ pies}$$

estrechamente brusco y gradual  $45^\circ < \theta < 180^\circ$

$$k_2 = 0.5*(1- 2^*)*(\text{sen}(\theta/2)^{0.5})/4$$

$$= d_1 / d_2$$

ensanchamiento brusco y gradual

$$450 < D < 1800$$

$$k = (1 - \frac{D_1}{D_2})^2 / 4$$

$$= d_1 / d_2$$

factores de fricción

$$f_t(5") = 0.016$$

$$f_t(6") = 0.015$$

$$f_t(8") = 0.014$$

densidad

$$(\text{gasolina}) = 67.95 \text{ tomado del apéndice A, referencia (14)}$$

$$(\text{kerexene}) = 814.5$$

$$(\text{agua}) = 995.6$$

viscosidad

$$(\text{gasolina}) = 0.6 \text{ tomado del apéndice A, referencia (14)}$$

$$(\text{kerexene}) = 1.70$$

$$(\text{agua}) = 0.60$$

Determinación del Cabezal de Succion Neto Positivo: NPSH

$$NPSH = P_E - (V_p + L_s + h_f), \text{ según referencia (20)}$$

$$h_f = 0.00259 \text{ KTS } Q^2 / d^4$$

KTS = sumatoria K de los elementos que constituyen el circuito

Determinación de la Potencia al Freno

$$P_1 = P / e_b, \text{ referencia (14)}$$

Determinación del Diámetro del Impulsor

Se selecciona con el valor de H, GPM y P de las curvas de eficiencia correspondientes a las bombas seleccionadas, mostradas en la referencia (35).

## APENDICE F

### CALCULO DEL EQUIPO DE FONDEO Y MANIOBRA

El cálculo y procedimiento que a continuación se describe, se realiza con las reglas definidas en la referencia (1).

#### 28.3 Peso y Dimensiones del Equipo

$$\text{Número de Equipo} = \frac{A}{2/3} + 2 B h + 0.1 A$$

donde:  $\frac{A}{2/3}$  = desplazamiento de trazado (tons)  
 $h = a + h_1 + h_2 + h_3 + \dots$   
 $a$  = francobordo (m)

$h_1, h_2, h_3$ , .altura, en cruzía, de cada hilera de casetas (m)

$A$  = área del perfil diametral del casco, superestructura y casetas por encima de la flotación (m<sup>2</sup>)

De la tabla 28.1 se determina: el numeral de equipo, anclas (número, peso y tipo), cadena (longitud, material y diámetro).

#### 28.9 Estachas y Cables de Remolque

De la tabla 28.2, con el numeral de equipo se determina: cables de remolque (longitud, carga de rotura y número) y estachas (número, longitud y carga de rotura).

APENDICE G

## CALCULO DE LA CAPACIDAD DE COMBUSTIBLE

La cantidad de combustible que consume el buque, por viaje, con las diferentes esloras, se define en las tablas LX (60 < L < 65) y tabla LXI (66 < L < 67).

Descripción	Gal/h	H/día	días de navegación	Sub-Total (Gal)
Motor GMBE6	75.23	24	6.7	12096.90
Motor GM4.71N	5.5	24	6.7	884.40
Motor GM4.71N	5.5	10/6.7	6.7	55.00
Motor GM4.71N	5.5	10/6.7	6.7	55.00
Motor ONAN-15RDIC	2.0	2/6.7	6.7	4.00
4 B. de carga y descarga	5.5	5.0	2.0	220.00
B. Contra-Incendio	5.5	15.4/6.7	6.7	84.70
Total =				134000.00

## Tabla LX

Descripción	Gal/h	H/día	días de navegación	Sub-Total (Gal)
Motor GM12-645	81.45	24	6.7	13096.90
Motor GM4.71N	5.5	24	6.7	884.40
Motor GM4.71N	5.5	10/6.7	6.7	55.00
Motor GM4.71N	5.5	10/6.7	6.7	55.00
Motor ONAN-15RDIC	2.0	2/6.7	6.7	4.00
4 Bombas de carga y descarga	5.5	5.0	2.0	220.00
B. Contra-Incendio	5.5	15.4/6.7	6.7	184.70
Total =				144000.00

## Tabla LXI

## APENDICE H

### ANALISIS SELECTIVO DEL METODO DE PRONOSTICO PARA PROYECTAR LA DEMANDA

Los métodos de pronóstico tienen dos variantes de clasificación: el tiempo y el modelo, según la referencia (28).

- i) Según el tiempo hay tres tipos de pronósticos: a corto, mediano y largo plazo.
- ii) Según el modelo existen dos sistemas generales de pronóstico: modelos casuales que relacionan cantidades con otros factores, y modelos de series de tiempo que relacionan estrictamente cantidades con cantidades.

El análisis selectivo se fijara en el método de pronóstico que tiene como variante el modelo, concretamente en los modelos casuales de regresión y modelos de series de tiempo con tendencia. Los cuales serán aplicados a la proyección de consumo nacional de la gasolina, tomando los respectivos datos históricos definidos en la referencia (28).



FECHA	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Mill-Barriles	11	9.50	10	10	10.6	10.5	10.5	11.5	12.5

### CONSUMO NACIONAL DE GASOLINA

#### Utilizando Reresión

Si es lineal, la ecuación que representa el consumo nacional y su proyección es,  $y = -436.17 + 0.225 x$ , donde el coeficiente de correlación ( $r$ ) es 0.6848 (correlación moderada según referencia (28)).

Si es de segundo grado, la ecuación que representa el consumo nacional y su proyección es,  $y = 12.0625 - 0.675 x + 0.071875 x^2$  (utilizando polinomio de Lagrange).

Si es de tercer grado, la ecuación que representa el consumo nacional y su proyección es,  $y = -4.5 + 7.25 x - 1.1375 x^2 + 0.0583 x^3$  (utilizando polinomio de Lagrange).

Evaluando las tres ecuaciones obtenidas con regresión, para  $1982 < X < 20000$  y graficando estas en la figura No.53, podemos observar que la curva más confiable es la obtenida con regresión lineal, por tener un mejor coeficiente de correlación.

### Utilizando Series de Tiempo con Tendencia

El cálculo de promedio suavizado y de los ajustes de tendencia para un modelo de suavización exponencial se realiza con las siguientes ecuaciones.

$$F_t = D_t + (1 - \alpha) F_{t-1}$$

$$T_t = (F_t - F_{t-1}) + (1 - \alpha) T_{t-1}$$

$$D_{t+1} = F_t + (1 / \alpha) T_t$$

donde:

$F_t$  = pronóstico nivelado

$F_{t-1}$  = pronóstico previo

$D_t$  = demanda actual

$\alpha$  = factor de ponderación (0.20 en función de un valor de promedio móvil)

Un resumen de los cálculos se presentan en la tabla LXII y se grafican en la figura No.54. De lo cual podemos decir que el comportamiento de la curva de pronóstico exponencialmente suavizada con ajuste de tendencia tiene una alta relación de comportamiento que real.

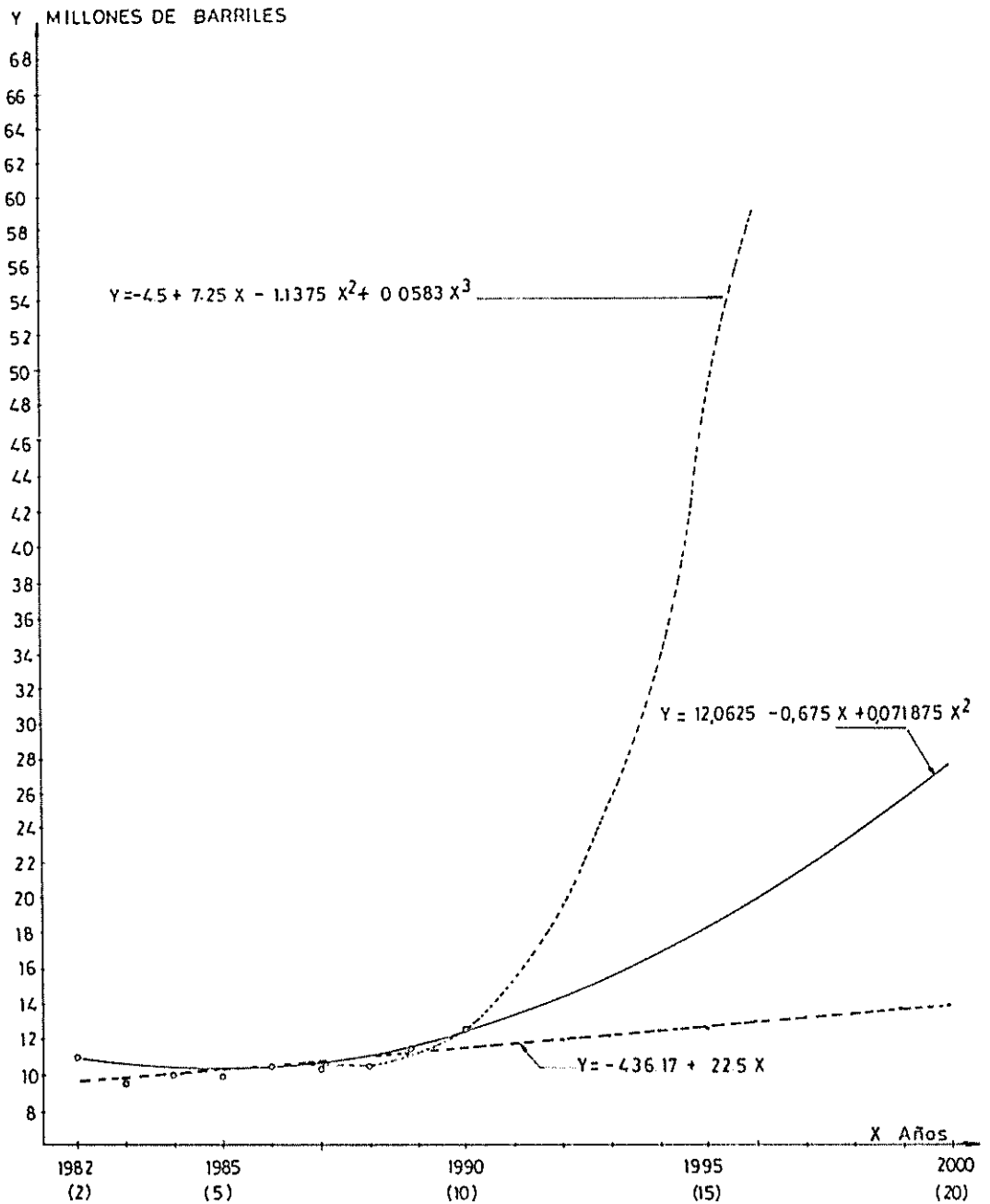
Fecha	Reales	Promedio suavizado	Tendencia Aparente	Ajuste de tendencia	Pronostico por periodo
años	Dt		(Ft-Ft-1)		t+1
1982	11	-	-	-	-
1983	9.5	10.25	-0.75	-0.15	-
1984	10	10.20	-0.05	-0.13	8.5
1985	10	10.16	-0.04	-0.112	8.7
1986	10.6	10.24	0.08	-0.0736	8.88
1987	10.5	10.29	0.05	-0.0488	9.87
1988	10.5	10.33	0.04	-0.0311	10.01
1989	11.5	10.56	0.23	0.02111	10.19
1990	12.5	10.94	0.388	0.24650	11.28
1991					14.96

TABLA LXII

Del análisis podemos concluir que el modelo que más se ajusta para nuestro estudio es el de regresión (lineal y multilíneal), y será el utilizado para la proyección del consumo de los derivados del petróleo (gasolina, diesel, Kerex, Fuel Oil-Residuo) en nuestro país.

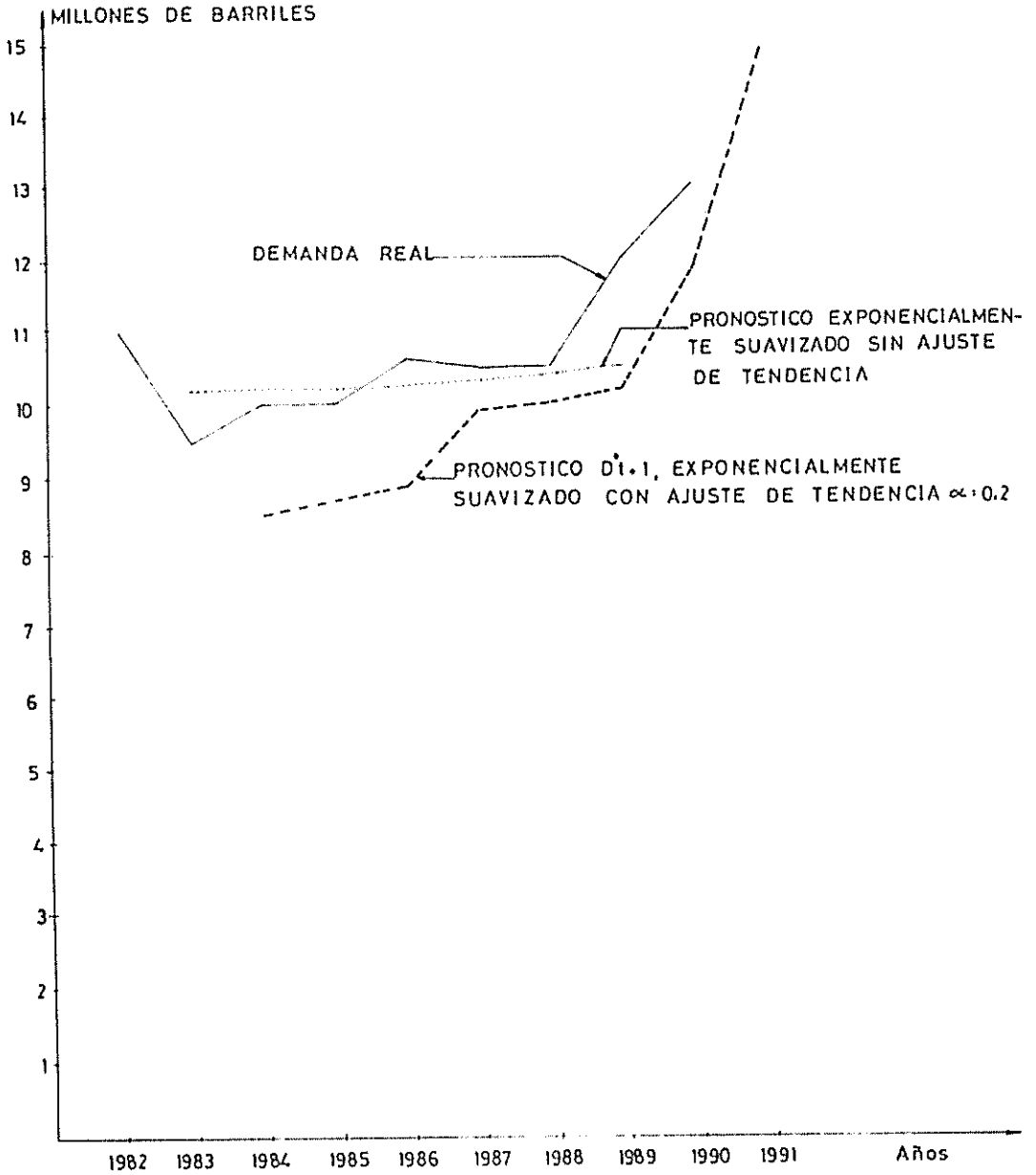
A todo esto podemos adicionar que en el estudio económico no involucramos el modelo econométrico por ser muy complejo, de alto costo y requiere mucho tiempo. Para generarlo requerimos una serie de ecuaciones simultáneas que expliquen la interacción de las variables, estadística de una serie de datos del comportamiento del mercado, y además un método para probar la validez del modelo. Por lo tanto el método a utilizarse es el de regresión.

FIG N° 53



CURVAS DE DEMANDA CON REGRESION Y  
POLINOMIO DE LAGRANGE, PARA GASOLINA

FIG N° 54



CURVAS DE DEMANDA OBTENIDAS CON SERIES DE TIEMPO CON TENDENCIA, PARA GASOLINA

APENDICE I

DETERMINACION DE LA ECUACION DE LA PROYECCION DE LA  
DEMANDA DE LA CANTIDAD TRANSPORTADA DE DERIVADOS DEL  
PETROLEO

Variabes que intervienen en el cálculo:

t = años, correspondientes a los datos obtenidos de VD y VT  
VD= capacidad de transporte, en millones de barriles,  
datos tomados de la tabla XXIV (1982-1990).

VT= cantidad transportada en millones de barriles ,datos  
tomados de la referencia (26) (1982-1990).

Aplicando regresión multilínea se definirá las constantes  
a0, a1, a2, que identifican la ecuación siguiente.

$$VT = a0 + a1*VD + a2*t$$

Primer paso: determinar la matriz

$$g_{min} = E (VT - a0 - a1*VD - a2*t)^2$$

$$dg/da0 = 0 \quad dg/da1 = 0 \quad dg/da2 = 0$$

$$0 = E (VT - a0 - a1VD - a2t)$$

reordenando:

$$\begin{aligned} E a0 &+ E a1*VD &+ E a2*t &= E VT \\ E a0*VD &+ E a1*VD^2 &+ E a2*t*VD &= E VT*VD \\ E a0*t &+ E a1*VD*t &+ E a2*t^2 &= E VT*t \end{aligned}$$

por lo tanto, la matriz es:

$$\begin{vmatrix} N & EVD & Et & a0 \\ EVD & EVD^2 & EVDt & a1 \\ Ea0t & Ea1VDt & ea2t^2 & a2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} EVT \\ EVT VD \\ EVT t \end{vmatrix}$$

Segundo paso: evaluación de los parámetros de la matriz

t	VD	VT	VD <sup>2</sup>	VDt	t <sup>2</sup>	VTVD	VTt
1982	0.590	15.11	0.3481	1169.39	39283*10 <sup>6</sup>	8.91	29.9*10 <sup>3</sup>
1983	0.615	14.10	0.3780	1219.54	39322*10 <sup>6</sup>	8.67	27.9*10 <sup>3</sup>
1984	0.625	15.40	0.3840	1230.08	39362*10 <sup>6</sup>	9.55	30.5*10 <sup>3</sup>
1985	0.625	15.20	0.3840	1230.70	39402*10 <sup>6</sup>	9.42	30.1*10 <sup>3</sup>
1986	0.667	15.35	0.4480	1330.60	39441*10 <sup>6</sup>	10.2	30.5*10 <sup>3</sup>
1987	0.640	18.01	0.3960	1251.81	39481*10 <sup>6</sup>	11.3	35.6*10 <sup>3</sup>
1988	0.630	22.26	0.3900	1248.75	39521*10 <sup>6</sup>	13.9	44.2*10 <sup>3</sup>
1989	0.630	23.40	0.3900	1243.12	39561*10 <sup>6</sup>	14.6	46.5*10 <sup>3</sup>
1990	0.630	24.74	0.3900	1243.75	39601*10 <sup>6</sup>	15.4	49.2*10 <sup>3</sup>

donde:

$$\begin{aligned}
 E_t &= 17874, & E_{VD} &= 5.62, & E_{VT} &= 163.57, & E_{VD^2} &= 3.51, \\
 E_{VDt} &= 11167.73, & E_{t^2} &= 35.4974*10^6, & E_{VTVD} &= 102.16, \\
 E_{Vt} &= 324.8*10^3
 \end{aligned}$$

quedando la matriz de la siguiente manera:

$$\begin{vmatrix} 9 & 5.62 & 17874 \\ 5.62 & 3.51 & 11167.73 \\ 17874 & 11167.73 & 35.4974*10^6 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 163.57 \\ 102.16 \\ 324.86*10^3 \end{vmatrix}$$

Tercer paso: cálculo de a<sub>0</sub>, a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>

desarrollando la matriz obtenemos que:

$$\begin{aligned}
 a_0 &= -2355.14 \\
 a_1 &= -60 \\
 a_2 &= 1.214
 \end{aligned}$$

La ecuación que representa la proyección de demanda de la cantidad transportada es la siguiente:

$$VT = -2355.14 - 60*VD + 1.214*t$$

APENDICE J

## CALCULO DE LOS COSTOS DE CONSTRUCCION

VARIABLES QUE INTERVIENEN EN EL CÁLCULO:

P(L60+j)	= costo de construcción total; para L60+j
L60+j	= esloras establecidas (60-61-62-63-64-65-66-67 m.)
P(i)(60m)	= costo de construcción del buque con L = 60m; para cada uno de los items descritos en la tabla XXVI
P1(60m)	= costo del sistema estructural
P2(60m)	= costo del circuito de achique y contra incendio
P3(60m)	= costo del circuito de carga y descarga
P4(60m)	= costo del circuito de ventilación forzada y natural
P5(60m)	= costo del circuito de combustible
P6(60m)	= costo del sistema de gobierno
P7(60m)	= costo del sistema eléctrico
P8(60m)	= costo del sistema de fondeo y maniobra
P9(60m)	= costo del sistema de propulsión
P10(60m)	= costo de medios de extinción y alarmas
P11(60m)	= costo de pruebas
P12(60m)	= costo de diseño y administración, utilidad
f(i)(L60+j)	= porcentajes correspondientes a los items de la tabla XXVI; para L60+j
f1(L60+j)	= porcentajes del sistema estructural
f2(L60+j)	= porcentajes del circuito de achique y c.i.
f3(L60+j)	= porcentajes del circuito de carga y descarga
f4(L60+j)	= porcentajes del circuito ventilación forzada y natural
f5(L60+j)	= porcentajes del circuito de combustible
f6(L60+j)	= porcentajes del sistema de gobierno
f7(L60+j)	= porcentajes del sistema eléctrico
f8(L60+j)	= porcentajes del sistema de fondeo y maniobra
f9(L60+j)	= porcentajes del sistema de propulsión
f10(L60+j)	= porcentajes de los medios de extinción y alarmas
f11(L60+j)	= porcentajes correspondientes a las pruebas
f12(L60+j)	= porcentajes correspondientes a diseño y administración, utilidad



Determinación de los Costos de Construcción para cada una de las Esloras

$F(L60+j) = ( E F(i) (60m) * f(i) (L60+j) )$  , en dolares

donde:

F1(60m), F2(60m), F3(60m), F4 (60m), F5 (60m), F6(60m), F7(60m), F8(60m), F9(60m), F10(60m), F11(60m) y F12(60m), se definen en las tablas; LXIII, LXIV, LXV, LXVI, LXVII, LXVIII, LXVIX, LXX, LXXI, LXXII, LXXIII, LXXIV respectivamente.

f1 (L60+j), f2 (L60+j), f3 (L60+j), f4 (L60+j), f5 (L60+j), f6 (L60+j), f7 (L60+j), f9 (L60+j), f9(L60+j), f10(L60+j), f11(L60+j) y f12(L60+j), se definen en las tablas: LXXV, LXXVI, LXXVII, LXXVIII, LXXVIX, LXXX, LXXXI, LXXXII, LXXXIII, LXXXIV, LXXXV, LXXXVI, LXXXVII, LXXXVIII, LXXXIX, respectivamente.

Todos los valores descritos en las tablas antes citadas, se han obtenido de una estimación de los materiales y equipos necesarios para el incremento del B/T TAURUS a las diferentes L60+j analizadas. Los costos de los equipos y material se han tomado de la referencia (4) y catálogos.

---

SISTEMA ESTRUCTURAL, F1(60m)

---

ITEM	DESCRIPCION	UNIDADES	COSTO	U.TOTAL
№	№			
1	Acero naval	56.74	700	39720
2	Soldadura	2.0 tn	2200	4400
3	Pintura	600 al	20	12000
4	Zincs electrolíticos	30	10	300
5	Arena	4 m3	10	400
6	Mano de obra (acero)	1000 hh	3	30000
7	Area y energía en diques	2 días	97	19500
8	Maniobra (varada-desvarada)	2	185	3750
9	Mano de obra (pintura)	400 hh	.	1000
10	Mano de obra (samblasting)	300 hh	2	700
COSTO TOTAL F1 (№)				111.770

Tabla XLIII

## CIRCUITO DE ACHIQUE Y CONTRA INCENDIO P2(60m)

ITEM	DESCRIPCION	UNIDADES	COSTO U. TOTAL	
			\$	\$
1	tuberías $\phi$ 1 1/2 - $\phi$ 1	12m	4.16	50
2	válvulas de compuerta $\phi$ 1 "	4	20	80
3	válvulas de compuerta $\phi$ 1 "	4	15	60
4	codos, uniones, nudos, para			
5	$\phi$ 1"-1 1/2"	20	4	80
6	bomba 700gpm-2hp-h=18.3	1	1000	1000
7	motor diesel-3hp	1	1200	1200
8	tubería $\phi$ 2"	34	5	170
9	valv. de compuerta $\phi$ 2"	2	30	60
10	Acoples flexibles $\phi$ 2"	2	40	80
11	válvula cheque $\phi$ 2"	1	30	30
12	codos, uniones, nudos, $\phi$ 2"	30	6	180
13	Mano de obra	235 hh	4	940
COSTO TOTAL P2(\$)				3930

## Tabla LXIV

## CIRCUITO DE CARGA Y DESCARGA, P3(60m)

ITEM	DESCRIPCION	UNIDADES	COSTO U. TOTAL	
			\$	\$
1	moto bombas según tabla	2	8000	6000
2	moto bombas según tabla	2	4000	8000
3	tuberías $\phi$ 6"	22 m	40	480
4	tuberías $\phi$ 5"	12 m	35	420
5	válvulas de compuerta $\phi$ 6"	2	400	800
6	válvulas de compuerta $\phi$ 5"	2	300	600
7	válvulas de compuerta $\phi$ 2	2	50	100
8	válvulas cheque $\phi$ 6"	2	450	900
9	válvulas cheque $\phi$ 5"	2	320	640
10	válvulas cheque $\phi$ 2"	2	55.5	111
11	acoples flexibles $\phi$ 8"	2	60	120
12	tuberías $\phi$ 8"	12 m	50	600
13	Accesorios para $\phi$ 8"	10	40	400
14	Accesorios para $\phi$ 5"	10	30	300
15	Accesorios para $\phi$ 2"	10	20	100
16	Mano de obra	1156 hh	4	4624
COSTO TOTAL P3 (\$)				34195

## Tabla LXV

---

 SISTEMA DE VENTILACION FORZADA Y NATURAL, P4 (60m)
 

---

ITEM	DESCRIPCION	UNIDADES	COSTO U. \$	TOTAL \$
1	Extractor 1500 cfm-2.8"tp	2	850	1700
2	Ventilador 1500 cfm-2.8"tp	2	1200	2400
3	Ductos 18"*10"	12	35	420
4	Ductos 30"*6"	12 m	35	420
5	tubos $\phi$ 2"	24 m	10	240
6	Rejillas	6	30	180
7	Mano de obra	404	3	1213
COSTO TOTAL P4 (\$)				6573

---

 Tabla LXVI
 

---



---

 CIRCUITO DE COMBUSTIBLE, P5 (60m)
 

---

ITEM	DESCRIPCION	UNIDADES	COSTO U. \$	TOTAL \$
1	tuberias $\phi$ 1"	36	9.5	342
2	valvula cheque $\phi$ 1"	2	50	100
3	valvula de compuerta $\phi$ 1"	2	50	100
4	acoples flexibles $\phi$ 1"	4	30	120
5	codos, uniones, nudos, $\phi$ 1"	20	5	100
6	tanques de almacenamiento	2	100	200
7	Mano de obra	150hh	3	450
COSTO TOTAL P5 (\$)				1412

---

 Tabla LXVII
 

---

---

 SISTEMA DE GOBIERNO, P6 (60m)
 

---

ITEM	DESCRIPCION	UNIDADES	COSTO U. \$	TOTAL \$
1	Motor electro hidraulico	1	24950	24950
2	segun tabla			
3	Acero naval	0.5 ton	700	350
4	Baron eje $\phi$ 7"	2.0 m	500	1000
5	mecha eje $\phi$ 7"	2.0 m	500	1000
6	zapata barra 8"*	2.0 m	100	200
7	mano de obra (tor	400 hh	5	2000
8	mano de obra (montaje)	300 hh	3	900
9	mano de obra (desmontaje)	200 hh	3	600
COSTO TOTAL P6(\$)				31000

---

 Tabla LXVIII
 

---



---

 SISTEMA ELECTRICO, P7 (60m)
 

---

ITEM	DESCRIPCION	UNIDADES	COSTO U. \$	TOTAL \$
1	cables	600 m	5	3000
2	alarmas	15	172	2576
3	breakers	20	30	600
4	accesorios: conectores, soportes, sellos, aislam.			2000
5	lamparas estancas	10	10	1000
6	tableros de control	2	500	1000
7	mano de obra	1000hh	4	4000
COSTO TOTAL P7(\$)				14176

---

 Tabla LXIX
 

---

---

 SISTEMA DE FONDEO Y MANIOBRA, P8 (60m)
 

---

ITEM	DESCRIPCION	UNIDADES	COSTO U. \$	TOTAL \$
1	anclas 1140 kg	3	4500	13500
2	cadena $\phi$ 30 mm	110 m	40	4400
3	winche	1	40020	40020
4	acero naval	0.4 ton	700	280
5	cables	180 m	16	2880
6	amarra	140 m	8	1120
7	mano de obra (desmontaje)	200 hh	3	600
8	mano de obra (montaje)	400 hh	3	1200
COSTO TOTAL P8 (\$)				64000

---

 Tabla LXX
 

---



---

 SISTEMA DE PROPULSION, P9 (60m)
 

---

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO U. \$	TOTAL \$
1	reductor según tabla XIV			
2	helice según tabla XV			
3	eje según tabla XV			
4	cojinetes según tabla XV			
5	elementos necesarios para			51244
6	transformar el motor en			
7	turbo cargado			
8	motor GM 12-645 E2, montaje			
9	de nuevos circuitos, alarmas			
10	mano de obra (desmontaje)			
11	mano de obra (montaje)	1500	4	6000
COSTO TOTAL P9 (\$)				51250

---

 Tabla LXXI
 

---

---

 MEDIOS DE EXTINCION Y ALARMAS, P10 (60m)
 

---

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO U. \$	TOTAL \$
1	botellas CO2 de 34 kg	4	950	3800
2	circuito (tuberias ),			
3	disparadores automaticos			2800
4	detectores humo-fuego	4	450	1800
5	accesorios: toberas, codos uniones, soportes, nudos			1146
6	extintores (polvo seco )	6 bot.	200	1200
7	mano de obra	400 hh	4	1600
COSTO DE TOTAL P10, (\$)				12346

---

 Tabla LXXII
 

---



---

 PRUEBAS, P11 (60m)
 

---

ITEM	DESCRIPCION	UNIDADES	COSTO U. \$	TOTAL \$
1	pruebas de mar	600 hh	5	3000
2	pruebas de muelle	600 hh	4	2400
3	comisiones, viajes, alojamiento			
4	mientos de inspectores de A.B.S.			4012
COSTO TOTAL P11 (\$)				9412

---

 Tabla LXXIII
 

---

DISEÑO, ADMINISTRACION Y RESPONSABILIDAD, F 12 (60m)			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDADES	COSTO U. TOTAL
			\$
1	diseño: planos, calculos,		
2	aprobación de planos (A.B.S.),		
3	tramites de DIGMER, galibos		26471
4	administración		3500
5	responsabilidad, utilidad, 10 % de E Pi		33065
COSTO TOTAL F 12 (\$)			63036

Tabla LXXIV

SISTEMA ESTRUCTURAL, f1 (L60+J)							
ITEM	Porcentajes del Valor P1 para L60+j(m)						
	61	62	63	64	65	66	67
1	0.3592	0.3751	0.3879	0.4292	0.5245	0.5468	0.5532
2	0.0397	0.0415	0.0496	0.0475	0.0581	0.0605	0.0612
3	0.1085	0.1133	0.1171	0.1296	0.1584	0.1652	0.1671
4	0.0027	0.0028	0.0029	0.0032	0.0039	0.0041	0.0041
5	0.0036	0.0038	0.0039	0.0043	0.0052	0.0550	0.0055
6	0.2713	0.2833	0.2929	0.3242	0.3962	0.4130	0.4178
7	0.1764	0.1842	0.1904	0.2107	0.2575	0.2684	0.2716
8	0.0339	0.0354	0.0366	0.0405	0.0495	0.0516	0.0522
9	0.0090	0.0094	0.0097	0.0108	0.0132	0.0137	0.0139
10	0.0063	0.0066	0.0068	0.0075	0.0092	0.0096	0.0097
f1(L60+j)	1.0110	1.0557	1.0915	1.2078	1.4762	1.5388	1.5567

Tabla LXXV

CIRCUITO DE ACHIQUE Y CONTRA INCENDIO f2(L60+j)							
ITEM	Porcentajes del Valor P2 para L60+j (m)						
	61	62	63	64	65	66	67
1	0.0143	0.0159	0.0211	0.0226	0.0485	0.0485	0.0485
2	0.0229	0.0255	0.0337	0.0362	0.0776	0.0776	0.0776
3	0.0172	0.0191	0.0253	0.0271	0.0586	0.0586	0.0586
4	0.0229	0.0253	0.0337	0.0362	0.0776	0.0776	0.0776
5	0.2868	0.3191	0.4220	0.4532	0.9711	0.9711	0.9711
6	0.3441	0.3830	0.5064	0.5438	1.1654	1.1654	1.1654
7	0.0487	0.0542	0.0717	0.0770	0.1650	0.1650	0.1650
8	0.0152	0.0169	0.0245	0.0241	0.0516	0.0516	0.0516
9	0.0229	0.0255	0.0337	0.0362	0.0776	0.0776	0.0776
10	0.0152	0.0169	0.0224	0.0241	0.0516	0.0516	0.0516
11	0.0512	0.0574	0.0759	0.0815	0.1747	0.1747	0.1747
12	0.2696	0.3000	0.3967	0.4260	0.9128	0.9128	0.9128
f2(L60+j)	1.1272	1.2544	1.6585	1.7811	3.8167	3.8167	3.8167

Tabla LXXVI

CIRCUITO DE CARGA Y DESCARGA f3(L60+j)							
ITEM	Porcentajes del Valor P3 para L60+j (m)						
	61	62	63	64	65	66	67
1	0.4747	0.4816	0.5502	0.7525	0.9578	0.9578	0.9988
2	0.2373	0.2407	0.2751	0.3763	0.4789	0.4789	0.4994
3	0.0142	0.0144	0.0164	0.0225	0.0286	0.0286	0.0299
4	0.0124	0.0126	0.0144	0.0197	0.0251	0.0251	0.0261
5	0.0237	0.0241	0.0275	0.0376	0.0478	0.0478	0.0499
6	0.0178	0.0180	0.0206	0.0282	0.0358	0.0358	0.0373
7	0.0029	0.0030	0.0034	0.0046	0.0059	0.0059	0.0062
8	0.0267	0.0271	0.0309	0.0042	0.0538	0.0538	0.0561
9	0.0189	0.0192	0.0219	0.0301	0.0382	0.0382	0.0399
10	0.0032	0.0033	0.0036	0.0049	0.0063	0.0063	0.0066
11	0.0035	0.0036	0.0041	0.0056	0.0071	0.0071	0.0074
12	0.0178	0.0180	0.0206	0.0281	0.0358	0.0358	0.0374
13	0.0118	0.0120	0.0137	0.0188	0.0239	0.0239	0.0249
14	0.0087	0.0090	0.0103	0.0141	0.0179	0.0179	0.0186
15	0.0029	0.0030	0.0034	0.0046	0.0059	0.0059	0.0062
16	0.1372	0.1391	0.1590	0.2175	0.2767	0.2767	0.2886
f3(L60+j)	1.0146	1.0292	1.1760	1.6084	2.0471	2.0471	2.1348

Tabla LXXVII



SISTEMA DE VENTILACION f4(L60+j)							
ITEM	Porcentajes del Valor P4 para L60+j (m)						
	61	62	63	64	65	66	67
1	0.2583	0.2586	0.3344	0.3780	0.9749	0.9949	1.0147
2	0.3651	0.3651	0.4721	0.5279	1.3609	1.3887	1.4165
3	0.0638	0.0638	0.0826	0.0923	0.2381	0.2429	0.2478
4	0.0638	0.0638	0.0638	0.0714	0.1841	0.1878	0.1916
5	0.0365	0.3651	0.0472	0.0527	0.1360	0.1388	0.1416
6	0.0274	0.0274	0.0354	0.0395	0.1020	0.1041	0.1061
7	0.1845	0.1845	0.2386	0.2667	0.6878	0.7018	0.7159
f4(L60+j)	1.0146	1.0292	1.1760	1.6084	2.0471	2.0471	2.1348

Tabla LXXVIII

CIRCUITO DE COMBUSTIBLE f5(L60+j)							
ITEM	Porcentajes del Valor P5 para L60+j (m)						
	61	62	63	64	65	66	67
1	0.2422	0.2422	0.2422	0.5146	0.5146	0.5146	0.5146
2	0.0708	0.0708	0.0708	0.1504	0.1504	0.1504	0.1504
3	0.0708	0.0708	0.0708	0.1504	0.1504	0.1504	0.1504
4	0.0849	0.0849	0.0849	0.1805	0.1805	0.1805	0.1805
5	0.0708	0.0708	0.0708	0.1504	0.1504	0.1504	0.1504
6	0.1416	0.1416	0.1416	0.3009	0.3009	0.3009	0.3009
7	0.3186	0.3186	0.3186	0.3186	0.6771	0.6771	0.6771
f5(L60+j)	1.0000	1.0000	1.0000	2.1246	2.1246	2.1246	2.1246

Tabla LXXIX

SISTEMA DE GOBIERNO		f6(L60+j)						
ITEM	Porcentajes del Valor P6 para L60+j (m)							
	61	62	63	64	65	66	67	
1	0.8048	0.8048	0.9086	1.6875	1.6875	1.6875	1.6875	
2	0.0112	0.0112	0.0127	0.0236	0.0236	0.0236	0.0236	
3	0.0322	0.0322	0.0364	0.0676	0.0676	0.0676	0.0676	
4	0.0322	0.0322	0.0364	0.0676	0.0676	0.0676	0.0676	
5	0.0064	0.0064	0.0073	0.0135	0.0135	0.0135	0.0135	
6	0.0064	0.0064	0.0073	0.0135	0.0135	0.0135	0.0135	
7	0.0290	0.0290	0.0327	0.0608	0.0608	0.0608	0.0608	
8	0.0193	0.0193	0.0218	0.0405	0.0405	0.0405	0.0405	
f6(L60+j)	1.0000	1.0000	1.1290	2.0967	2.0967	2.0967	2.0967	

Tabla LXXX

SISTEMA ELECTRICO		f7(L60+j)						
ITEM	Porcentajes del Valor P7 para L60+j (m)							
	61	62	63	64	65	66	67	
1	0.2116	0.2116	0.2985	0.3608	0.4478	0.4627	0.4776	
2	0.1817	0.1817	0.2563	0.3099	0.3845	0.3973	0.4101	
3	0.0423	0.0423	0.0597	0.0721	0.0895	0.0925	0.0955	
4	0.1411	0.1411	0.1990	0.2406	0.2985	0.3085	0.8465	
5	0.0705	0.0705	0.0952	0.1203	0.1493	0.1542	0.1592	
6	0.0705	0.0705	0.0995	0.1202	0.1493	0.1542	0.1592	
7	0.2821	0.2821	0.3973	0.4802	0.5959	0.6158	0.6356	
f7(L60+j)	1.0000	1.0000	1.4108	1.7054	2.1162	2.1868	2.2573	

Tabla LXXXI

SISTEMA DE FONDEO Y MANIOBRA								f8(L60+j)
ITEM	Porcentajes del Valor P8 para L60+j (m)							
	61	62	63	64	65	66	67	
1	0.2109	0.2109	0.2109	0.2109	0.2438	0.2471	0.2537	
2	0.0687	0.0687	0.0687	0.0687	0.0795	0.0805	0.0827	
3	0.6253	0.6253	0.6253	0.6253	0.7230	0.7327	0.7523	
4	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0052	0.0052	0.0525	
5	0.0450	0.0450	0.0450	0.0450	0.0052	0.0053	0.0054	
6	0.0175	0.0175	0.0175	0.0175	0.0202	0.0205	0.0210	
7	0.0094	0.0094	0.0094	0.0094	0.0108	0.0109	0.0112	
8	0.0187	0.0187	0.0187	0.0187	0.0216	0.0219	0.0225	
f8(L60+j)	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.1562	1.1718	1.2031	

Tabla LXXXII

SISTEMA DE FONDEO Y MANIOBRA								f9(L60+j)
ITEM	Porcentajes del Valor P9 para L60+j (m)							
	61	62	63	64	65	66	67	
1	0.0000	0.0000	2.1707	2.1707	2.1707	2.2560	2.2560	
2	0.0000	0.0000	0.0780	0.0784	0.1303	0.1954	0.1954	
3	0.0000	0.0000	0.2890	0.2890	0.2890	0.3010	0.3010	
4	0.0000	0.0000	0.0585	0.0585	0.0585	0.0602	0.0602	
5	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.0000	0.0000	
6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	6.2031	6.2031	
7	0.0000	0.0000	0.2525	0.2525	0.3044	0.8133	0.8133	
8	0.1170	0.1170	0.2241	0.2241	0.2241	1.0000	1.0005	
f9(L60+j)	1.0000	1.0000	4.0717	4.0717	4.1756	10.829	10.926	

Tabla LXXXIII

---

 MEDIOS DE EXTINCION Y ALARMAS f10(L60+j)
 

---

ITEM	Porcentajes del Valor F10 para L60+j (m)						
	61	62	63	64	65	66	67
1	0.3077	0.3077	0.4131	0.5128	0.7977	0.8227	0.8447
2	0.2267	0.2262	0.3044	0.3778	0.5878	0.6062	0.6245
3	0.1457	0.1457	0.1956	0.2429	0.3778	0.3897	0.4015
4	0.0928	0.0928	0.1245	0.1546	0.2405	0.2481	0.2556
5	0.0971	0.0971	0.0499	0.0619	0.0963	0.0994	0.1024
6	0.1296	0.1296	0.1739	0.2159	0.3358	0.3464	0.3568
f10(L60+j)	1.0000	1.0000	1.3421	1.6661	2.5919	2.6729	2.7539

---

 Tabla LXXXIV
 

---



---

 PRUEBAS f11(L60+j)
 

---

ITEM	Porcentajes del Valor F11 para L60+j (m)						
	61	62	63	64	65	66	67
1	0.3187	0.3187	0.3386	0.4064	0.4741	0.5079	0.6096
2	0.2549	0.2549	0.2709	0.3251	0.3793	0.4064	0.4876
3	0.4262	0.4262	0.4528	0.5434	0.6340	0.6793	0.8152
f11(L60+j)	1.0000	1.0000	1.0624	1.2749	1.4878	1.5937	1.9124

---

 Tabla LXXXV
 

---



---

 DISEÑO, ADMINISTRACION Y RESPONSABILIDAD f12 (L60+j)
 

---

ITEM	Porcentajes del Valor F12 para L60+j (m)						
	61	62	63	64	65	66	67
1	0.4199	0.4199	0.4577	0.5262	0.5595	0.5596	0.5862
2	0.0555	0.0555	0.0605	0.0696	0.0739	0.0739	0.0775
3	0.5245	0.5245	0.5717	0.6574	0.6989	0.6989	0.7322
f12(L60+j)	1.0000	1.0000	1.0899	1.2532	1.3326	1.3326	1.3960

---

 Tabla LXXXVI
 

---

APENDICE K

CALCULO DE COSTOS DE EXPLOTACION (FIJOS)

Variables que interviene en el proyecto:

CMYR(L60+J) = costos de mantenimiento y reparaciones (\$);  
para L60+j.

CT(L60+j) = costos de tripulación (\$); para L60+j.

CS(L60+j) = costos de seguros (\$); para L60+j.

CTYS(L60+j) = costos de tripulación y seguros (\$); para  
L60+j

NT = número de tripulantes del buque; para L60+j

IPA = costo promedio anual por tripulante (\$)

a = coeficiente de los costos de tripulación,  
según referencia (30)

C(i,LR) = costos de circuitos y sistemas (\$); para  
L60+j

LR = eslora representativa promedio.

G(i,p) = porcentaje del costo LR; para 1991 < p < 2000

p = período de servicio del buque

**Determinación de los Costos de Tripulación y Seguros**

CTYS(L60+j) = CT(L60+j) + CS(L60+j)

CT(L60+j) = NT \* IPA \* a, para 1991 < p < 2000

CS(L60+j) = 50.00 \$, según referencia (30)

NT = 16, según referencia (2)

IPA = 1562.5 \$/año, según referencia (30)

a = - 98.55 + 0.05 p, siendo 1991 < p < 2000, según  
referencia (30)

**Determinación de los Costos de Mantenimiento y Reparación**

i=17  
CMYR(L60+j) =  $\sum_{i=1}^{17} C(i,LR) * g(i,p)$ , en dolares

donde:

C(1,LR), C(2,LR), C(3,LR), C(4,LR), C(5,LR), C(6,LR),  
C(7,LR), C(8,LR), C(9,LR), C(10,LR), C(11,LR), C(11,LR),  
C(12,LR), C(13,LR), C(14,LR), C(15,LR), C(16,LR) y  
C(17,LR) se definen en la tabla LXXXVI.

$g(1,p)$ ,  $g(2,p)$ ,  $g(3,p)$ ,  $g(4,p)$ ,  $g(5,p)$ ,  $g(6,p)$ ,  $g(7,p)$ ,  $g(8,p)$ ,  $g(9,p)$ ,  $g(10,p)$ ,  $g(11,p)$ ,  $g(12,p)$ ,  $g(13,p)$ ,  $g(14,p)$ ,  $g(15,p)$ ,  $g(16,p)$  y  $g(17,p)$  se definen en la tabla LXXXVII.

Todos los valores descritos en la tabla LXXXVI, se basan en la referencia (33) y los valores definidos por F(G4) descritos en el apéndice J.

Los valores correspondientes a  $g(i,L60+j)$  se deducen de la referencia (30), NAVIPAC-Buque/T Providence.

Descripción de los Items:

- 1 Casco
- 2 Superestructura
- 3 Máquina Propulsora y Elementos
- 4 Circuito de Combustible
- 5 Circuito de Agua Dulce
- 6 Circuito de Achique y C.I.
- 7 Circuito de Carga y Descarga
- 8 Sistema de Gobierno
- 9 Circuito Eléctrico
- 10 Circuito de Agua Salada
- 11 Equipo de Fondeo y Maniobra
- 12 Equipos de Navegación
- 13 Sistema de Venteo
- 14 Habitabilidad
- 15 Medios de Extinción y Alarmas
- 16 Sistema de Propulsión
- 17 Equipos de Salvataje

---

 Costos de Circuitos y Sistemas, C(i,L60+j)
 

---

Item	L=60	L=61	L=62	L=63	L=64	L=65	L=66	L=67	L=L
1	720055	721285	726285	743285	743285	773285	780285	782285	74328
2	88000	88000	88000	88000	88000	88000	88000	88000	8800
3	281532	281532	281532	364061	364061	364061	464000	464000	36406
4	6071	6071	6071	6071	7659	7659	7659	7659	765
5	4993	4993	4993	4993	4993	4993	4993	4993	499
6	35627	36127	36627	38215	38697	46697	46697	46697	3869
7	107339	107839	108339	113359	128144	143144	143144	146144	12814
8	38000	38000	38000	42000	52000	52000	52000	52000	5200
9	175547	175547	175547	181371	185547	191371	192371	193371	18554
10	2050	2050	2050	2050	2050	2050	2050	2050	205
11	83310	88310	88310	88310	88310	85310	85310	85310	8331
12	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	10000
13	30573	30573	30573	32500	33500	43500	44000	44500	3350
14	70360	70360	70360	70360	70360	70360	70360	70360	7036
15	69346	69346	69346	75016	79016	90446	91446	92446	7901
16	54900	54900	54900	74900	74900	80900	91000	96000	7490
17	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	8100

---

 Costo Total del Buque (LR) = 213652
 

---

 Tabla LXXXVII
 

---

---

 Porcentaje del Costo LR,  $g(i,p)$ 


---

Item	C(i,LR)	1991	1992	1993	1994	1995
1	743285	0.001000	0.001040	0.001139	0.001255	0.001437
2	88000	0.000500	0.000525	0.000575	0.000634	0.000726
3	364061	0.000154	0.001616	0.001770	0.001949	0.002232
4	7659	0.001000	0.001040	0.001139	0.001255	0.001437
5	4993	0.000500	0.000525	0.000575	0.000663	0.000725
6	38697	0.001000	0.001040	0.001139	0.001255	0.001437
7	128144	0.001000	0.001040	0.001139	0.001255	0.001437
8	52000	0.000500	0.000525	0.000575	0.000633	0.000725
9	185547	0.000500	0.000525	0.000575	0.000633	0.000725
10	2050	0.000150	0.001570	0.001720	0.001894	0.002168
11	83310	0.000500	0.000525	0.000575	0.000633	0.000725
12	100000	0.000500	0.000525	0.000575	0.000633	0.000725
13	33500	0.000500	0.000525	0.000575	0.000633	0.000725
14	70360	0.001000	0.001050	0.001150	0.001267	0.001451
15	79016	0.001000	0.001050	0.001150	0.001267	0.001451
16	74900	0.001000	0.001040	0.001139	0.001255	0.001437
17	81000	0.000500	0.000520	0.000569	0.000626	0.000717
E $g(i,p) =$		0.014040	0.014740	0.016150	0.017780	0.020360

---

Tabla LXXXVIII



Porcentaje del Costo LR, $g(i,p)$						
Item	C(i,LR)	1996	1997	1998	1999	2000
1	743285	0.001684	0.002039	0.002503	0.003083	0.003834
2	88000	0.000851	0.001026	0.001259	0.001551	0.001916
3	364061	0.002617	0.003155	0.003874	0.004771	0.005900
4	7659	0.001684	0.002039	0.002503	0.003083	0.003797
5	4993	0.000850	0.001024	0.001258	0.001550	0.001917
6	38697	0.001684	0.002039	0.002503	0.004771	0.003797
7	128144	0.001684	0.002039	0.002503	0.004771	0.003797
8	52000	0.000850	0.001024	0.001258	0.001550	0.001917
9	185547	0.008501	0.001024	0.001258	0.001550	0.001917
10	2050	0.002542	0.003065	0.003763	0.004635	0.005732
11	83310	0.000850	0.001024	0.001258	0.001550	0.001917
12	100000	0.008500	0.001024	0.001258	0.001550	0.001917
13	33500	0.008500	0.001024	0.001258	0.001550	0.001917
14	70360	0.001701	0.002051	0.002518	0.003101	0.003834
15	79016	0.001701	0.002051	0.002518	0.003101	0.003834
16	74900	0.001684	0.002030	0.002493	0.003070	0.003797
17	81000	0.000840	0.001012	0.001242	0.001529	0.001898
E $g(i,p) =$		0.023870	0.028780	0.035340	0.043530	0.053820

Tabla LXXXVIII

APENDICE L

## CALCULO DE COSTOS DE EXPLOTACION (VARIABLES)

## Determinación de Costos:

- C1 = costos de combustible y aceite para las diferentes  
 esloras en el periodo de 1991-1995  
 C2 = costos de combustible y aceite para las diferentes  
 esloras en el periodo de 1995-2000  
 n = equipos que son accionados por diesel  
 CC = consumo en galones por hora  
 HS = horas de servicio  
 FG = precio por galón  
 a = 1.07466 para 60<L60+j<65, tomado de referencia (30)  
 a = 1.00000 para 66<L60+j<67  
 A = consumo promedio de aceite, tomado de referencia (30)  
 c = 1.113036 para 60<L60+j<65 tomado de referencia (30)  
 c = 1.035710 para 65<L60+j<67 tomado de referencia (30)  
 d = 1.035710 para 60<L60+j<67 tomado de referencia (30)  
 c3 = costo de practicaaje y remolcadores para las  
 diferentes esloras en el periodo de 1991-2000  
 nv = número de viajes promedio realizados por el buque  
 tp = tarifa promedio  
 c4 = costo de tasas portuarias para las diferentes esloras  
 en el periodo de 1991-200  
 L60+j = esloras establecidas (60-61-62-63-64-65-66-67)  
 c5 = costo de carga y descarga para las diferentes esloras  
 en el periodo de 1991-2000

## Determinación del Costo de Combustible y Aceite

$$c1(L60+1,pa) = \sum_{j=1}^n a( (CC)*(HS)*(FG)) + A$$

$$c2(L60+1,pb) = \sum_{j=1}^n a( (CC)*(HS)*(FG)) + dA$$

donde: FG = \$ 0.41666

Los equipos considerados para el cálculo son:

Motor GM8E6 para  $60 < L60+j < 67$ , motor GM12-645-E2 para  $65 < L60+j < 67$ , 3 motores GM4-71N para  $60 < L60+j < 67$ , 4 moto-bombas de transferencia de carga, una moto-bomba contra incendio y un motor ONAN-15 RDIC.

Los valores correspondiente a c1 y c2 se indican en las tablas LXXXVI y LXXXVII.

#### Determinación del Costo de Practicaje y Remolcadores: c3

Se calcula con la fórmula definida a continuación, determinada en base a estadísticas hechas de buques similares, referencia (30).

$$c3(L60+j, pa+pb) = nv(tp)$$

donde:  $tp = \$ 143$  y  $nv = 42$

Los valores correspondientes a c3, se indican en las tablas LXXXVIII y LXXXIX.

#### Determinación de Tasas Portuarias: c4

Se calcula con la fórmula definida a continuación, determinada en base a estadísticas hecha de buques similares, referencia (30).

$$c4(pa+pb) = -58.000 + 1000L60+j, 60 < L60+j < 67$$

Los valores correspondiente a c4, se indican en las tablas LXXXVIII y LXXXIX

#### Determinación de Costo de Carga y Descarga: c5

Se calcula con la fórmula definida a continuación, determinada en base a estadísticas hecha de buques similares, referencia (30),

$$c5(pa+pb) = -11.00 + 200L60+j \quad 60 < L60+j < 67$$

Los valores correspondiente a c5, se indican en las tablas LXXXVIII y LXXXIX.

Descripción	Esloras (m)			
	L = 60	L = 61	L = 62	L = 63
Combustible y Aceite	280.000	280.000	280.000	280.000
Practicaje y Remolcadores	6.000	6.000	6.000	6.000
Tasas Portuarias	2.000	3.000	4.000	5.000
Carga y Descarga	1.000	1.200	1.400	1.600
Costo Total (Dolares)	289.000	290.200	291.400	292.600

Descripción	Esloras (m)			
	L = 64	L = 65	L = 66	L = 67
Combustible y Aceite	280.000	280.000	280.000	280.000
Practicaje y Remolcadores	6.000	6.000	6.000	6.000
Tasas Portuarias	6.000	7.000	8.000	9.000
Carga y Descarga	1.800	2.000	2.200	2.400
Costo Total (Dolares)	293.800	295.000	296.200	297.400

Tabla LXXXIX

Para 1996 hasta 2000	Esloras (m)			
Descripción	L = 60	L = 61	L = 62	L = 63
Combustible y Aceite	290.000	290.000	290.000	290.000
Practicaje y Remolcadores	6.000	6.000	6.000	6.000
Tasas Portuarias	2.000	3.000	4.000	5.000
Carga y Descarga	1.000	1.200	1.400	1.600
Costo Total (Dolares)	299.000	300.200	301.400	302.600

Para 1996 hasta 2000	Esloras (m)			
Descripción	L = 64	L = 65	L = 66	L = 67
Combustible y Aceite	290.000	290.000	290.000	290.000
Practicaje y Remolcadores	6.000	6.000	6.000	6.000
Tasas Portuarias	6.000	7.000	8.000	9.000
Carga y Descarga	1.800	2.000	2.200	2.400
Costo Total (Dolares)	303.800	305.000	306.200	307.400

Tabla XC

APENDICE M

## CALCULO DE LOS INGRESOS

VARIABLES QUE INTERVIENEN EN EL CÁLCULO:

EMD1(L60+J) = ingresos semestrales (\$) obtenidos por el buque con las diferentes esloras, siendo  $3 < n < 20$ , para MD1.

E2MD1(L60+J) = ingresos semestrales (\$) obtenidos por el buque con las diferentes esloras, siendo  $n=2$ , para MD1.

EMD2(L60+J) = ingresos semestrales (\$) obtenidos por el buque con las diferentes esloras, siendo  $3 < n < 20$ , para MD2.

E2MD2(L60+J) = ingresos semestrales (\$) obtenidos por el buque con las diferentes esloras, siendo  $n=2$ , para MD2.

EMD3(L60+J) = ingresos semestrales (\$) obtenidos por el buque con las diferentes esloras, siendo  $3 < n < 20$ , para MD3.

E2MD3(L60+J) = ingresos semestrales (\$) obtenidos por el buque con las diferentes esloras, siendo  $n=3$ , para MD3.

MRD1(L60+j) = millas recorridas estimadas para MD1, para  $60 < L60+j < 67$

MRD2(L60+j) = millas recorridas estimadas para MD2, para  $60 < L60+j < 67$

MRD3(L60+j) = millas recorridas estimadas para MD3, para  $60 < L60+j < 67$

TT = costo promedio por transportar una tonelada de derivados del petróleo una milla, en dolares

C(L60+j) = capacidad de carga del buque, para  $60 < L60+j < 67$

n = número de semestres, que contempla el período del préstamo.

a = coeficiente correspondiente a  $60 < L60+j < 67$ , estimado en función del tiempo de construcción.

### Determinación de Ingresos:

$$\begin{aligned}
 \text{EMD1 (L60+j)} &= \text{MRD1 (L60+j)} * \text{TT} * \text{C (L60+j)} && \text{para } 3 < n < 20 \\
 \text{E2MD1 (L60+j)} &= \text{MRD1 (L60+j)} * \text{TT} * \text{C (L60+j)} * a && \text{para } n = 2 \\
 \text{EMD2 (L60+j)} &= \text{MRD2 (L60+j)} * \text{TT} * \text{C (L60+j)} && \text{para } 3 < n < 20 \\
 \text{E2MD2 (L60+j)} &= \text{MRD2 (L60+j)} * \text{TT} * \text{C (L60+j)} * a && \text{para } n = 2 \\
 \text{EMD3 (L60+j)} &= \text{MRD3 (L60+j)} * \text{TT} * \text{C (L60+j)} && \text{para } 3 < n < 20 \\
 \text{E2MD3 (L60+j)} &= \text{MRD3 (L60+j)} * \text{TT} * \text{C (L60+j)} * a && \text{para } n = 3
 \end{aligned}$$

donde:  $a = 1.00$  para  $60 < L60+j < 62$

$a = 0.87$  para  $L60+j = 63$

$a = 0.80$  para  $64 < L60+j < 65$

$a = 0.00$  para  $66 < L60+j < 67$

TT = 0.0110075 dolares/tonelada, según referencia (16).

Los valores estimados de MRD1, MRD2 y MRD3, se muestran en la tabla LXXXVIII.

Millas Recorridas Estimadas Semestralmente			
Esloras (m)	MRD1	MRD2	MRD3
60	30400	31692	33956
61	30400	31692	33956
62	30400	31692	33956
63	28782	30400	32340
64	28782	30400	32340
65	28782	30400	32340
66	25872	27166	30400
67	25872	27166	30400

Tabla XCI



APENDICE N

## METODO DE CALCULO DE COSTOS DE FLETES

VARIABLES que intervienen en el cálculo:

TFR<sub>60+j</sub> = tasa de flete requerida, para las diferentes  
esloras, en \$/ton  
 CR = factor de recuperación del capital  
 P<sub>60+j</sub> = deuda para la inversión  
 t = impuesto a la renta  
 n = número de periodos anuales del prestamo  
 C<sub>60+j</sub> = toneladas de carga transportada anualmente, por  
las diferentes esloras  
 Y<sub>60+j</sub> = costos de operación del buque anual, para las  
diferentes esloras  
 ca = costo del buque antes de la modificación  
 TFR<sub>60+j</sub> = (Y<sub>60+j</sub> + ((P<sub>60</sub> + j + ca) \* CR)) / C<sub>60+j</sub>, según  
referencia (9)

donde:

$$CR1 = (z * (1.+z)^{10} / ((1.+z)^{10} - 1)), \text{ referencia (9)}$$

$$CR = (CR1 - (T/10)) / (1 - t), \text{ referencia (9)}$$

El cálculo de la tasa de flete requerida correspondiente a  
el buque con la modificación 1 y una eslora incrementada  
hasta 62 m. se efectúa a continuación.

P<sub>60+j</sub> = \$ 402000  
 C<sub>60+j</sub> = 95620 ton  
 ca = \$ 1680746  
 z = 0.11  
 t = 0.25  
 Y<sub>60+j</sub> = (34.9239506 - 0.46851851 n + 0.18796296 n<sup>2</sup> -  
0.0033951n<sup>3</sup>) \* 10000  
 n = 10 años

Reemplazando los datos requeridos en las ecuaciones, y ejecutando la evaluación con el programa, "SESLIN", se obtiene que TFR= 8.97 \$/ton.

APENDICE N

METODO DE CALCULO DE LA RENTABILIDAD

Variables que intervienen en el cálculo:

- $F_{60+j}$  = deuda para la inversión a realizarse en el buque a diferentes esloras, en \$  
 $Q_{60+j}$  = deuda actualizada, para las diferentes esloras, en \$  
 $S_{60+j}$  = pago inicial, para las diferentes esloras, en \$  
 $z$  = tasa de interés  
 $n$  = número de periodos semestrales del prestamo  
 $j$  = incremento de la eslora del buque (0 hasta 7)  
 $I_{60+j}$  = ingresos del buque, para las diferentes esloras, en \$  
 $Y_{60+j}$  = costos de operación, para las diferentes esloras, en \$  
 $DP_{60+j}$  = depreciación del costo del buque, para las diferentes esloras, en \$  
 $N_t$  = vida útil del buque  
 $A'_{60+j}$  = retorno antes de impuesto, para las diferentes esloras, en \$  
 $A''_{60+j}$  = retorno después de impuesto, para las diferentes esloras, en \$  
 $R_{60+j}$  = renta neta, para las diferentes esloras, en \$  
 $R_{n60+j}$  = valores liquidos, para cada caso de  $L_{60+j}$ , en \$  
 $QS_{60+j}$  = valor actual total, en \$  
 $QQSP(60+J)$  = diferencia entre el valor actual y la deuda para la inversión  
 $z_1$  = tasa de retorno (rentabilidad del proyecto)

Determinación de  $z_1$ :

Los pasos a seguir son los siguientes:

Cálculo de  $Q_{60+j}$ , donde:

$$Q_{60+j} = F_{60+j} * (1 + z)^n, n = 3, \text{ referencia (9)}$$

Cálculo de  $S_{60+j}$ , donde:

$$S_{60+j} = 0.20 * Q_{60+j}, \text{ referencia (9)}$$

Cálculo de  $A_{60+j}$ , donde:

$$DF_{60+j} = (ca + P_{60+j}) / Nt, \text{ referencia (24)}$$

Cálculo de  $A'_{60+j}$ , donde:

$$A'_{60+j} = I_{60+j} - Y_{60+j}, \text{ referencia (7)}$$

$I_{60+j}$ , esta definida en las tablas XXXIII, XXXIV, XXXV

$Y_{60+j}$ , esta definida en la tabla XXXII

Cálculo de  $A''_{60+j}$ , donde:

$$A''_{60+j} = A'_{60+j} - (t * (A'_{60+j} - (ca + P_{60+j})) / Nt), \text{ referencia (7)}$$

Cálculo de  $R_n_{60+j}$ , donde:

$$R_n_{60+j} = R_{60+j}, \quad \text{para } 1 < n < 2$$

$$R_n_{60+j} = R_{60+j} - S_{60+j}, \quad \text{para } n = 3, \text{ referencia (9)}$$

$$R_n_{60+j} = R_{60+j} - A_{60+j}, \quad \text{para } 4 < n < 20$$

Cálculo de  $QS_{60+j}$ , donde:

$$QS_{60+j} = E(R_n_{60+j} * (1 / (1 + z_1)^n)) \quad \text{referencia (9)}$$

Cálculo de  $DQSP(L_{60+j})$ , donde:

$$DQSP(L_{60+j}) = QS_{60+j} - P_{60+j} \quad \text{referencia (9)}$$

Para la determinación de  $z_1$ , se tomará en cuenta el valor  $DQSP(L60+j)$  que se halle en el rango  $0 < DQSP(L60+J) < 1200$ . En este caso de existir más de un valor se tomara el más proximo a 0.

El cálculo de  $z_1$  correspondiente a el buque con la modificación 1 (MD1) y una eslora incrementada hasta 62 m, se efectúa a continuación.

$P_{60+j} = \$402000$   
 $z = 0.11$   
 $n = 20$  semestres  
 $I_{60+j} = \$ 458101$ , para  $n = 2$   
 $I_{60+j} = \$ 458101$ , para  $3 < n < 20$   
 $N_t = 50$  semestres  
 $ca = 1680746$

Reemplazando los datos requeridos en las ecuaciones y ejecutando la evaluación con el programa "SESLIN", se obtiene que  $z_1 = 24.92 \%$ .

APENDICE O

CALCULO DEL VAN PARA UNA RENTABILIDAD DEL 15%, PARA EL  
TIPO DE MODIFICACION MD1

Variabes que intervienen en el cálculo:

$L_{60+j}$  = esloras establecidas (60-61-62-63-64-65-66-67m)

$P_{60+J}$  = deuda para la inversión a realizarse en el buque a  
diferentes esloras, en \$.

$RN_{60+J}$  = valores liquidos para cada caso de  $L_{60+j}$ , en \$

$z_1$  = rentabilidad del proyecto

$VAN$  = valor actual neto, para cada caso de  $L_{60+j}$

En la determinación del VAN se utilizan las siguientes  
ecuaciones tomadas de la referencia (8).

$$VAN = E ( PW - Z_1 - n ) * RN_{60+j}$$

$$VAN = ( PW - Z_1 - 1 ) * RN_{60+j}(n=1) + ( PW - Z_1 - 2 ) * RN_{60+j}(n=2) + ( PW - Z_1 - 3 ) * RN_{60+j}(n=3) + \dots + ( PW - Z_1 - 20 ) * RN_{60+j}(n=20) - P_{60+j}$$

$$PW = 1 / ( 1 + z_1 )_n$$

donde:

$$z_1 = 15\% (0.15)$$

Los valores de  $RN_{60+j}(n=1)$ ,  $RN_{60+j}(n=2)$ ,.....  
.....  $RN_{60+j}$ , son determinados mediante el método de  
cálculo definido en el apendice N.



BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARITIMA

Para  $L60+j = 60$  m

Para  $L60+j = 61$  m

N	VALORES DE RN	PW= $1 * (1 + 15) n$	PRODUCTO
1	0.0000000	0.8695	0.0000
2	161891.30	0.7561	122406.01
3	81270.80	0.6575	53435.55
4	104639.00	0.5717	59822.11
5	104028.00	0.4972	51722.72
6	103114.50	0.4323	44576.39
7	101907.50	0.3759	38307.03
8	100416.30	0.3269	32826.08
9	98650.13	0.2842	28036.36
10	96618.16	0.2472	23884.00
11	94329.58	0.2149	20271.42
12	91793.62	0.1869	17156.22
13	89019.45	0.1625	14465.66
14	86016.30	0.1413	12154.10
15	82793.34	0.1229	10175.30
16	79359.81	0.1068	8475.62
17	75724.89	0.0929	7034.84
18	71897.77	0.0808	5809.34
19	67887.67	0.0702	4765.71
20	63703.79	0.0611	3892.30
			<hr/>
			\$559216.76

VAN =  $559216.76 - 393100 = \$ 166116.76$

Para  $L60+j = 61$  m

N	VALORES DE RN	FW= $1 * (1 + 15 ) n$	PRODUCTO
1	0.0000000	0.8695	0.0000
2	170228.30	0.7561	128709.61
3	89022.86	0.6575	58532.53
4	112570.90	0.5717	64356.78
5	111961.10	0.4972	55667.06
6	111045.00	0.4323	48004.75
7	109832.00	0.3759	41285.85
8	108833.00	0.3269	35577.50
9	106556.50	0.2842	30283.35
10	104512.60	0.2472	25835.51
11	102211.10	0.2149	21965.16
12	99661.69	0.1869	18626.76
13	96874.06	0.1625	15742.03
14	93857.98	0.1413	13262.13
15	90623.14	0.1229	11137.58
16	87179.27	0.1068	7174.74
17	83536.10	0.0929	7760.50
18	79703.35	0.0808	6440.03
19	75690.73	0.0702	5313.49
20	71507.98	0.0611	4369.13

---

\$ 600.044.49

VAN = 600044.49 - 396000 = 204044.50 (\$)



Para  $L60+j = 62$  m

N	VALORES DE RN	PW= $1 * (1 + 15 ) ^ n$	PRODUCTO
1	0.0000000	0.8695	0.0000
2	182434.60	0.7561	137938.80
3	99994.05	0.6575	65746.08
4	123901.10	0.5717	70834.26
5	123290.70	0.4972	61300.13
6	122375.60	0.4323	52902.97
7	121165.40	0.3759	45546.07
8	119669.60	0.3269	39119.99
9	117897.80	0.2842	33506.55
10	115859.40	0.2472	28640.44
11	113564.10	0.2149	24404.92
12	111021.50	0.1869	20749.92
13	108240.90	0.1625	17589.14
14	105232.10	0.1413	14869.29
15	102004.15	0.1229	12536.31
16	98567.75	0.1068	10527.03
17	94931.33	0.0929	8819.12
18	91104.79	0.0808	7361.26
19	87097.70	0.0702	6114.25
20	82919.59	0.0611	5066.38

---

₡ 663572.91

VAN = 663572.91 - 402000 = 261572 (₡)

Para  $L_{60+j} = 63$  m

N	VALORES DE RN	PW= $1 * (1 + 15 ) n$	PRODUCTO
1	0.0000000	0.8695	0.0000
2	129024.10	0.7561	97555.12
3	94007.47	0.6575	61809.91
4	118088.00	0.5717	67510.90
5	117458.20	0.4972	58400.21
6	116541.60	0.4323	50380.93
7	115828.20	0.3759	43539.82
8	113827.80	0.3269	37210.30
9	112050.30	0.2842	31844.69
10	110005.50	0.2472	27193.36
11	107703.50	0.2149	23145.48
12	105154.20	0.1869	19653.32
13	102367.30	0.1625	16634.68
14	99352.77	0.1413	14038.54
15	96120.55	0.1229	11813.21
16	92880.94	0.1068	9919.68
17	89042.61	0.0929	8272.05
18	85216.66	0.0808	6885.50
19	81212.57	0.0702	5701.12
20	77040.27	0.0611	4707.16

---

\$ 596215.98

VAN = 596215.98 - 404500 = 191715.90(\$)

Para  $L60+j = 64$  m

N	VALORES DE RN	PW= $1 * (1 + 15 ) n$	PRODUCTO
1	0.0000000	0.8695	0.0000
2	112161.80	0.7561	84805.53
3	89316.11	0.6575	58725.34
4	115905.40	0.5717	66263.11
5	115295.60	0.4972	57324.97
6	114379.00	0.4323	49446.04
7	113165.50	0.3759	42538.91
8	111665.10	0.3269	36503.32
9	109887.60	0.2842	31230.05
10	107482.90	0.2472	26569.77
11	105540.90	0.2149	22680.74
12	102991.50	0.1869	19249.11
13	100204.60	0.1625	16283.24
14	97190.09	0.1413	13732.96
15	93957.88	0.1229	11547.42
16	90517.85	0.1068	9667.30
17	86879.91	0.0929	8071.14
18	83053.95	0.0808	6710.76
19	79049.88	0.0702	5549.30
20	74877.56	0.0611	4575.02

---

\$571474.03

VAN = 571474.03 - 446500 = 124974.03

Para  $L60+j = 65$  m

N	VALORES DE RN	PW= $1 * (1 + 15 ) ^ n$	PRODUCTO
1	0.0000000	0.8695	00.00000
2	118355.30	0.7561	89488.44
3	82787.43	0.6575	54432.73
4	113233.00	0.5717	64735.30
5	112623.70	0.4972	55996.50
6	111705.60	0.4323	48290.33
7	110488.90	0.3759	47764.35
8	108983.90	0.3269	35626.83
9	107200.70	0.2842	30466.44
10	105149.60	0.2472	25992.98
11	102840.90	0.2149	22100.51
12	100284.80	0.1869	18743.23
13	97491.55	0.1625	15842.37
14	94471.38	0.1413	13348.80
15	91234.55	0.1229	11212.72
16	87791.29	0.1068	9376.11
17	84151.85	0.0929	7817.70
18	80326.48	0.0808	6490.38
19	76325.41	0.0702	5358.04
20	72158.88	0.0611	4408.91

$\$567492.77$

$VAN = 567492.77 - 510500 = 56992.77$

Para  $L60+j = 66$  m

N	VALORES DE RN	FW= $1 * (1 + 15 ) n$	PRODUCTO
1	0.0000000	0.8695	0.0000
2	-164763.70	0.7561	-124577.83
3	59069.54	0.6575	38838.22
4	90297.75	0.5717	51623.22
5	89688.53	0.4972	44593.13
6	88770.44	0.4323	38375.46
7	87556.75	0.3759	32912.58
8	86048.69	0.3269	28129.31
9	84265.49	0.2842	23948.25
10	82214.43	0.2472	20323.40
11	79905.72	0.2149	17171.74
12	77349.61	0.1869	14456.64
13	74556.55	0.1625	12115.44
14	71536.19	0.1413	10108.06
15	68299.35	0.1229	8393.99
16	64856.09	0.1068	6926.63
17	61216.00	0.0929	5686.96
18	57391.28	0.0808	4637.21
19	53390.21	0.0702	3747.99
20	49223.69	0.0611	3007.56
			<hr/> \$240418.79

VAN = 240418.79 - 523500 = -283081.21

Para  $L60+j = 67$  m

N	VALORES DE RN	FW= $1 * (1 + 15 ) ^ n$	PRODUCTO
1	0.0000000	0.8695	0.0000
2	-165536.20	0.7561	-125161.92
3	45939.96	0.6575	30205.52
4	78465.64	0.5717	44858.80
5	77856.99	0.4972	38710.49
6	76937.40	0.4323	33253.27
7	75717.46	0.3759	28462.19
8	74207.77	0.3269	24258.52
9	72419.91	0.2842	20581.74
10	70361.47	0.2472	17393.35
11	68046.05	0.2149	14623.09
12	65483.23	0.1869	12238.81
13	62683.60	0.1625	10186.08
14	59657.76	0.1413	8395.52
15	56416.31	0.1229	6933.56
16	52969.80	0.1068	5657.17
17	49328.86	0.0929	4582.65
18	45504.07	0.0808	3676.72
19	41506.00	0.0702	2913.72
20	37345.26	0.0611	2281.79
			<hr/> \$189051.07

VAN =  $189051.07 - 545000 = - 355948.33$

Resumiendo tenemos:

Para L60+j (m)	VAN (\$)
60	166116.76
61	204044.50
62	261572.00
63	191715.90
64	124974.03
65	56992.77
66	-283081.21
67	-355948.33

De lo que podemos concluir que el valor del VAN correspondiente a  $L60+j = 62m$  es el mayor, lo que comprueba el comportamiento de  $z_1$  en la tabla XXXVII.

APENDICE P

## CALCULO DE LA RENTABILIDAD DEL BUQUE ACTUAL

Considerando las ecuaciones establecidas en el apéndice N, y tomando de la referencia (4), los parámetros necesarios para ejecutar el cálculo, tenemos:

$$\begin{aligned} z &= 5\% \\ n &= 24 \text{ semestres} \\ P_{60+j} &= \$1680746 \\ t &= 25\% \\ 60+j &= 48.78m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{60+j} &= 1680746 * (1 + 0.05)^7 = 2364978.4 \\ S_{60+j} &= 472995.68 \\ A_{60+j} &= 0.8 * (2364978.0) * ((0.05 * (1 + 0.05)^{17}) / (1 + 0.05)^{16}) = 99329.07 \end{aligned}$$

Ingresos Semestrales Estimados , según apéndice L

$$EMDD = 30400 \text{ millas} * 0.011075\$/\text{Ton} * 1000 \text{ Ton} = \$336680$$

Costos de Operación Semestrales

$$Y_{60+j} = \text{según la ecuación 2.3}$$

Depreciación

$$DP_{60+j} = (1680746 / 30) * 0.5 = \$28012.43$$

Retornos Antes de Impuestos

$$A'_{60+j} = 336680 - Y_{60+j} \text{ (según la ecuación 2.3)}$$

Retorno Después de Impuestos

$$A''_{60+j} = A_{60+j} - 0.25 (A_{60+j} - 28012.43)$$



Renta Neta

$$R_{60+j} = (A_{60+j} - DP_{60+j}) * (1 - 0.25)$$

Los valores obtenidos con las ecuaciones mencionadas anteriormente se presentan en la tabla XCI.

n	EMDO	Y	A <sub>60+J</sub>	R <sub>60+j</sub>	A <sub>60+J</sub>	RN <sub>60+J</sub>
1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5	336680	139292	197388	127031	0.0000	127031
6	336680	139292	197388	127031	0.0000	127031
7	336680	140535	196145	126099	472995	-346896
8	336680	140535	196145	126099	99329	26770
9	.....	.....	.....	.....	.....	.....
10	.....	.....	.....	.....	.....	.....
..	.....	.....	.....	.....	.....	.....
24	.....	.....	.....	.....	.....	500.17

Tabla XCII

Con los valores de RN<sub>60+J</sub> obtenidos en la tabla XCI, procedemos a obtener el valor de z1.

n	RN <sub>60+J</sub>	PW - 1% - n	Producto
1	0.00000	0.99809	0.00000
2	0.00000	0.98029	0.00000
3	0.00000	0.97059	0.00000
4	0.00000	0.96098	0.00000
5	127031	0.95146	120864
6	127031	0.94204	119668
7	-346896	0.93271	-323556
8	26770	0.92348	24721
9	.....	.....	.....
10	.....	.....	.....
..	.....	.....	.....
..	.....	.....	.....
		0.9560+j	134020

Tabla XCIII

EL valor de  $DQSP_{60+j} = QS_{60+j} - P_{60+j} = -1546726$  (\*), indica que la tasa de retorno ( $z_1$ ), es menor que 1, bajo las condiciones del mercado financiero ya definidas en el análisis económico.

APENDICE Q

CALCULO DE COSTO DE FLETES PARA 5 RUTAS REPRESENTATIVAS DE  
CABOTAJE NACIONAL

VARIABLES QUE INTERVIENEN EN EL PROYECTO:

- TDR1 = costo de flete para la ruta 1 (Esmeraldas - Galapagos), por DIGMER
- TDR2 = costo de flete para la ruta 2 (Esmeraldas - Salitral), por DIGMER
- TDR3 = costo de flete para la ruta 3 (Esmeraldas-Manta), por DIGMER
- TDR4 = costo de flete para la ruta 4 (Esmeraldas - Pto.Bolivar), por DIGMER
- TDR5 = costo de flete para la ruta 5 (Dep.Sur-Tres Bocas), por DIGMER
- ZSTR1= costo de flete para la ruta 1 (Esmeraldas - Galapagos), por B/T TAURUS con un  $z_1 = 17.94\%$
- ZSTR2= costo de flete para la ruta 2 (Esmeraldas - Salitral), por B/T TAURUS con un  $z_1 = 13.94\%$
- ZSTR3= costo de flete para la ruta 3 (Esmeraldas-Manta), por B/T TAURUS con un  $z_1 = 17.94\%$
- ZSTR4= costo de flete para la ruta 4 (Esmeraldas - Pto.Bolivar), por B/T TAURUS con un  $z_1 = 17.94\%$
- ZSTR5= costo de flete para la ruta 5 (Depós.Sur-Tres Bocas), por B/T TAURUS con un  $z_1 = 17.94\%$
- ZITR1= costo de flete para la ruta 1 (Esmeraldas - Galapagos), por B/T TAURUS con un  $z_1 = 24.92\%$ .
- ZITR2= costo de flete para la ruta 2 (Esmeraldas - Salitral), por B/T TAURUS con un  $z_1 = 24.92\%$ .
- ZITR3= costo de flete para la ruta 3 (Esmeraldas-Manta), por B/T TAURUS con un  $z_1 = 24.92\%$ .
- ZITR4= costo de flete para la ruta 4 (Esmeraldas - Pto.Bolivar), por B/T TAURUS con un  $z_1 = 24.92\%$ .
- ZITR5= costo de flete para la ruta 5 (Dep.Sur-Tres Bocas), por B/T TAURUS con un  $z_1 = 24.92\%$ .
- MRR1 = millas recorridas por el buque en la ruta 1
- MRR2 = millas recorridas por el buque en la ruta 2
- MRR3 = millas recorridas por el buque en la ruta 3
- MRR4 = millas recorridas por el buque en la ruta 4
- MRR5 = millas recorridas por el buque en la ruta 5
- TT1 = costo por transportar una tonelada de derivados del petróleo, definido por DIGMER

- TT2 = costo por transportar una tonelada de derivados del petróleo, definido por B/T TAURUS con un  $z_1(L^*) = 17.94\%$ .
- TT3 = costo por transportar una tonelada de derivados del petróleo, definido por B/T TAURUS con un  $z_1(L^*) = 24.92\%$ .

Los valores indicados en la tabla LVII son obtenidos con las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} \text{TDR1} &= \text{MRR1} * \text{TT1} \\ \text{TDR2} &= \text{MRR2} * \text{TT1} \\ \text{TDR3} &= \text{MRR3} * \text{TT1} \\ \text{TDR4} &= \text{MRR4} * \text{TT1} \\ \text{TDR5} &= \text{MRR5} * \text{TT1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ZSTR1} &= \text{MRR1} * \text{TT2} \\ \text{ZSTR2} &= \text{MRR2} * \text{TT2} \\ \text{ZSTR3} &= \text{MRR3} * \text{TT2} \\ \text{ZSTR4} &= \text{MRR4} * \text{TT2} \\ \text{ZSTR5} &= \text{MRR5} * \text{TT2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ZITR1} &= \text{MRR1} * \text{TT3} \\ \text{ZITR2} &= \text{MRR2} * \text{TT3} \\ \text{ZITR3} &= \text{MRR3} * \text{TT3} \\ \text{ZITR4} &= \text{MRR4} * \text{TT3} \\ \text{ZITR5} &= \text{MRR5} * \text{TT3} \end{aligned}$$

donde:

$$\begin{aligned} \text{TT1} &= 0.0110075 \text{ dolares/tonelada, según referencia (16)} \\ \text{TT2} &= 0.0109659 \text{ dolares/tonelada, definido para } L^*=62 \text{ m.} \\ \text{TT3} &= 0.0098773 \text{ dolares/tonelada, definido para } L^*=62 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MRR1} &= 1200 \text{ millas} \\ \text{MRR2} &= 655 \text{ millas} \\ \text{MRR3} &= 480 \text{ millas} \\ \text{MRR4} &= 366 \text{ millas} \\ \text{MRR5} &= 312 \text{ millas} \end{aligned}$$

BIBLIOGRAFIA

1. AMERICAN BUREAU OF SHIPPING, Reglas para la construcción y clasificación - Buques de acero, 1988, AMERICAN BUREAU OF SHIPPING.
2. ASTINAVE, DISEÑO UNIDAD TANQUERO, Planos del "B/T TAURUS", Lineas de forma, Distribución, Sistemas y Circuitos, 1983.
3. ASTINAVE, DISEÑO UNIDAD TANQUERO, Pruebas de inclinación y Manual de estabilidad del "B/T TAURUS", 1985
4. ASTINAVE, CONTROL ECONOMICO, Inventario del "B/T TAURUS", 1986
5. ANANIEV DIMITRI DR., Teoria y selección de propulsores, 1980, ESPOL.
6. ANANIEV DIMITRI DR., Resistencia de los buques, 1980, ESPOL.
7. BENFORD HARRY, Investment Returns Before and After Tax, Mayo 1970, Department of Naval Architecture Engineering College Engineering.

8. BENFORD HARRY, Measures of Merit for Ship Design, Julio, 1977, Departament of Naval Architecture Engineering College Engineering.
9. BENFORD HARRY, Fundamentals of Ship Design Economics, Agosto, 1976, Departament of Naval Architecture Engineering College Engineering.
10. BUFFA ES.- DYER JS., Management Science Operations Research, 1977, LIMUSA, S.A.
11. BONILLA DE LA CORTE A., Teoria del Buque, 1972, A.G. Galicia, S.A.
12. CISSEL ROBERT and CISSEL HELEN, Matematicas Financieras, 1978, Continental, S.A.
13. CANAL HIDRODINAMICO EL PARDO, Experiencias Hidrodinamicas
14. CRANE, DIVISION DE INGENIERIA, Flujo de Fluidos en Válvulas, Accesorios y Tuberias, 1988, Mc.Graw-Hill Interamericana de México.
15. CRANE, DIVISION DE INGENIERIA, BOMBAS, 1988, Mc Graw-Hill Interamericana de México.

16. DIGMER, Reglamento Tarifario para el Transporte de Petróleo y sus derivados en el Cabotaje Maritimo y Fluvial, 1990
17. DIGMER, Estadística de la Flota Mercante Nacional - Buques Tanqueros, 1990
18. DIGMER, Valores recomendados de GMT y GM1 para buques tanques que operan en el país, 1990
19. ESPOL, PROYECTO DE OPTIMIZACION DE BUQUES PESQUEROS, Programa SHCP, 1989
20. GOULDS PUMPS, Centrifugal Pump Fundamentals, Sección 17A, 1970
21. GOMEZ F., Inspección del "B/T TAURUS", 1990
22. KUFMANN A. Metodos y Modelos de la Investigación de Operaciones, 1979, Continental, S.A., México.
23. HENRY WILLIAM, Ph.D. and HAYNES WARREN, Economía de la Empresa, 1982, Continental, S.A., México.
24. KARL MOSVOLD - BENFORD HARRY, Returns Before and After Tax using Sum of Years Digits Depreciation, 1970, Departament of Naval Architecture Engineering College Engineering.

25. LEROY MILLER R. Microeconomía, Capítulo V, 1980, Mc Graw-Hill de México, S.A.
26. MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS Estadísticas hidrocarburíferas ( 1982-1990), 1990
27. MINISTERIO DE FINANZAS, Consulta realizada sobre "Impuesto a la Renta", 1990
28. MOHAMMAD NAGHI NAMAKFORDOSH, Investigación de Operaciones, 1985, LIMUSA, S.A.
29. MOSKOWITZ H., HALL P., Operations Research Techniques for Management, Capítulo XIV, 1979
30. NAVIPAC, Consulta Estadística sobre los Costos de Operación de Buques, 1990
31. REVISTA DE INFORMACION "SEBASTIAN EL CANO", Optimización de Buques por consideraciones Técnicas y Económicas, 1978
32. SAMUELSON WILLIAM, Economía, Marzo, 1984, Mc Graw-Hill Inc, U.S.A.
33. SELIVANOV A. J., Fundamentos de la Teoría de Envejecimiento de las Máquinas, Capítulo II, 1972, Mir-Moscú.



34. SNAME, Principios de Arquitectura Naval, Volumen I, Volumen II, 1990, The Society Architectu and Marine Engineers.
35. WORTHINGTON, Centrifugal, Horizontal Split-Case Pumps LR-LLR, 8-20 p, 1983, Mc Graw Edison.