



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA MARITIMA Y CIENCIAS DELMAR

BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

“VUELCO DE CAMPANA DE UN BUQUE PESQUERO”

TOPICO DE GRADUACION

Previo a la obtención del título de

INGENIERO NAVAL

Presentado por:

ALBENIZ J. GORDILLO VILLACIS

Guayaquil - Ecuador

1995

AGRADECIMIENTO



Al Ing. Cristobal Mariscal D.
Director del Tópico, por su guía
y colaboración para culminar
con éxito el presente trabajo

DEDICATORIA



BIBLIOTECA
100, 196.
SERIES

A MIS QUERIDOS PADRES,
POR SU AMOR, EL APOYO Y LA
CONFIANZA DEPOSITADOS EN MI

DECLARACION EXPRESA

" La responsabilidad de los hechos; ideas y doctrinas expuestos en este Proyecto de Grado, me corresponde exclusivamente; y, el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".



(Reglamento de Tópico de Graduación)

BIOLOGIA
162, 1962
MARIQUITA

~~Albeniz J. Gordillo Villacis~~

ALBENIZ J. GORDILLO VILLACIS



BIBLIOTECA
IAC, ING.
MARITIMA

.....
ING. EDUARDO CERVANTES B.
Presidente del tribunal de Grado

.....
ING. CRISTOBAL MARISCAL D.
Director del Topico de Graduación

.....
ING. MIGUEL FIERRO S.
Miembro principal del
tribunal

.....
ING. BOLIVAR VACA R.
Miembro principal del
tribunal



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MANIFIESTA

RESUMEN

En el presente t3pico de graduaci3n VUELCO DE CAMPANA DE UN BUQUE PESQUERO CERQUERO, se hace un estudio de estabilidad del buque pesquero atunero MIRIAM el cual opera en aguas ecuatorianas.

Este t3pico se desarrolla en dos partes bien definidas: una parte te3rica donde se analiza las curvas de estabilidad est3tica en cuatro condiciones de carga diferentes y sus variaciones debido a las fuerzas externas e internas que actúan sobre el buque y una parte experimental para lo cual se construy3 un modelo a escala de la embarcaci3n para observar su comportamiento en las condiciones de carga a ser analizadas.

Primero se revisan conceptos b3sicos de estabilidad intacta, la curva de estabilidad est3tica y su interpretaci3n, variaciones del GM y criterios de GM en diferentes condiciones de carga, influencia del francobordo.

Se hace un breve repaso de estabilidad din3mica, su curva e interpretaci3n y se revisan varios criterios de estabilidad existentes, dados por diferentes organismos internacionales, de los cuales se escogi3 para analizar las curvas de estabilidad est3tica el criterio adoptado por la OMI en la contenci3n de Torremolinos en el ańo de 1977.



Posteriormente se realizan los cálculos para obtener las curvas de estabilidad estática inicial, para cada condición de carga a ser analizada, utilizando en este paso el programa PC-SHCP versión 4.5 en su ítem Trim and Stability y también se obtiene la curva de estabilidad intacta para cada condición de carga corregida por efecto de superficie libre. Se procede a calcular la reserva de estabilidad luego de someter al buque a la acción de un viento intenso, metida del timón e izada de la red y estableciendo para cada condición de carga si el buque al estar sometido a estas fuerzas externas e internas aún se conserva una buena estabilidad para evitar que zozobre.

Al modelo se procede a darle las condiciones de carga analizadas teóricamente, se obtienen la curva de estabilidad estática experimentalmente y se los compara con las obtenidas teóricamente.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	VI
INDICE DE FIGURAS	XII
INDICE DE TABLAS	XV
INTRODUCCION	XVI

CAPITULO I

ESTABILIDAD ESTATICA	13
1.1. Definición de Altura Metacentrica (GM)	13
1.2. Relación entre GM y el Francobordo	20
1.3. Francobordo para buques pesqueros	26
1.4. Altura metacéntrica en función de la manga	30
1.5. Criterios sobre GM	32
1.5.1. Criterio de Watanabe sobre la altura metacéntrica	32
1.5.2. Criterios del US Coast Guard sobre la altura metacéntrica	34
1.5.3. Propuesta de criterios de altura metacéntrica mínima	37
1.6. Criterios de Estabilidad	39
1.6.1. Convenio Internacional de Torremolinos para la Seguridad de los buques Pesqueros, 1997	39

CAPITULO II

ESTABILIDAD DINAMICA	41
-----------------------------	----



INSTITUTO DE ESTUDIOS NAVALES Y MARÍTIMOS

Pág.

2.1. Generalidades 41

2.2. Par escorante y reserva de estabilidad 44

2.3. Efecto dinámico del par escorante y reserva de estabilidad 46

2.4. Criterios de estabilidad dinámica existentes 48

2.5. Corrección a tanques con líquido por el efecto de superficie libres en buques de
esloras menores de 100 metros 51

2.5.1. Generalidades 51

2.5.2. Corrección a aplicar a la curva de brazos de adrizamiento por el efecto
de superficies libres 55

2.5.3. Características de los tanques no exceptuados y su influencia en la corrección
de la curva de brazos de adrizamiento 59

2.6. Estudio de estabilidad la reserva de Estabilidad 63

2.6.1. Estudio de las fuerzas debido al viento 64

2.6.2. Requerimiento de criterios para balance y viento intenso según OMI 69

2.6.3. Estudios de los efectos de la metida del timón 75

2.6.4. Curva de brazos escorantes debido a la metida del timón 77

CAPITULO III

CALCULOS TEORICOS

3.1. Generalidades 82

3.2. Características generales del buque pesquero 84

3.2.1. Características principales 84

3.2.2. Planos de distribución 85

3.3. Corrección a la curva de estabilidad estática por efecto de superficie libre 86

	Pág.
3.4. Condición de carga N° 1	91
3.4.1. Curva de estabilidad estática corregida por la intensidad del viento	91
3.4.2. Curva de brazos escorantes por efecto de la metida del timón	94
3.5. Condición de carga N° 2	98
3.5.1. Curva de estabilidad estática corregida por la intensidad del viento	98
3.5.2. Curva de brazos escorantes por efecto de la metida del timón	101
3.5.3 Curva de estabilidad estática corregida por tracción del halador	105
3.6. Condición de carga N° 3	108
3.6.1. Curva de estabilidad estática corregida por la intensidad del viento	108
3.6.2. Curva de brazos escorantes por efecto de la metida del timón	111
3.7. Condición de carga N° 4	115
3.7.1. Curva de estabilidad estática corregida por la intensidad del viento	115
3.7.2. Curva de brazos escorantes por efecto de la metida del timón	118

CAPITULO IV

CALCULOS EXPERIMENTALES

4.1. Generalidades	122
4.2. Experimento	124
4.3. Metodología	126
4.4. Simulación de condición de carga No 1	127
4.4.1. Determinación experimental de LCG	127



	Pág.
4.4.2. Determinación experimental de KG	128
4.5. Simulación de condición de carga No 2	133
4.5.1. Determinación experimental de LCG	133
4.5.2. Determinación experimental de KG	134
4.6. Simulación de condición de carga No 2	138
4.6.1. Determinación experimental de LCG	133
4.6.2. Determinación experimental de KG	138
4.7. Simulación de condición de carga No 3	141
4.7.1. Determinación experimental de LCG	143
4.7.2. Determinación experimental de KG	143
4.8. Simulación de condición de carga No 4	143
4.8.1. Determinación experimental de LCG	144
4.8.2. Determinación experimental de KG	144
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	148
APENDICES	152
LISTADO DE FIGURAS DE APENDICE	203
BIBLIOGRAFIA	205

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA No. 1: Altura Metacentrica GM	19
FIGURA No. 2: Estabilidad inicial	22
FIGURA No. 3: Marcas de Calado	25
FIGURA No. 4: Francobordo mínimo.....	27
FIGURA No. 5: Curva de Estabilidad Dinámica	43
FIGURA No. 6: Par Escorante	44
FIGURA No. 7: Pares o momentos adrizante y escorante	45
FIGURA No. 8: Representación gráfica del ángulo de equilibrio dinámico	48
FIGURA No.9: Representación gráfica de los pares adrizantes y escorantes y sus respectivas curvas dinámicas	49
FIGURA No. 10: Angulo de escora crítico dinámico	50
FIGURA No. 11: Elevación virtual del C.G. por efecto de superficie libre	52
FIGURA No. 12: Variación de la inercia en los tanques por movimiento de un líquido .	54
FIGURA No. 13: Tanques no exceptuados y su influencia en la estabilidad debido a sus dimensiones	60
FIGURA No. 14: Influencia de un tanque no exceptuado $m < p$ en la curva GZ	62
FIGURA No. 15: Influencia de un tanque no exceptuado $m > p$ en la curva GZ	63
FIGURA No. 16: Curva de Estabilidad Estática corregida por la intensidad del viento...	71
FIGURA No. 17: Gráfico para encontrar valor de K_6	78
FIGURA No. 18: Gráfico para encontrar valor de K_7	79

FIGURA No. 19: Curva de Estabilidad Estática corregida por un brazo escorante debido a la metida del timón	81
FIGURA No. 20: Vista de planta y vista de perfil buque pesquero Miriam	85
FIGURA No. 21: Primera condición: salida de Puerto Curva de Estabilidad Estática (no existe efecto de superficie libre)	87
FIGURA No. 22: Segunda condición: salida de caladero Curva de Estabilidad sin corrección de superficie libre, y curva corregida por superficie libre	88
FIGURA No. 23: Tercera condición: llegada a puerto Curva de Estabilidad sin corrección de superficie libre, y curva corregida por superficie libre.	89
FIGURA No. 24: Cuarta condición: llegada de caladero Curva de Estabilidad sin corrección de superficie libre, y curva corregida por superficie libre	90
FIGURA No. 25: Primera condición: salida de puerto Curva de estabilidad corregida por intensidad del viento	93
FIGURA No. 26: Primera condición: salida de puerto Curva de estabilidad corregida por metida del timón	97
FIGURA No. 27: Segunda condición: salida de caladero Curva de estabilidad corregida por intensidad del viento	100
FIGURA No. 28: Segunda condición: salida de caladero Curva de estabilidad corregida por metida del timón	104
FIGURA No. 29: Segunda condición: salida de caladero Curva de estabilidad corregida por tracción del halador	108
FIGURA No. 30: Tercera condición: llegada a puerto Curva de estabilidad corregida por intensidad del viento	110
FIGURA No. 31: Tercera condición: llegada a puerto Curva de estabilidad corregida por metida del timón	114
FIGURA No. 32: Cuarta condición: llegada a puerto Curva de estabilidad corregida por intensidad del viento	117
FIGURA No. 33: Cuarta condición: llegada a puerto Curva de estabilidad corregida por metida del timón	121
FIGURA No. 34: Disposición del dinamómetro sujetando al modelo.....	123
FIGURA No. 35: Determinación experimental del LCG	125
FIGURA No. 36: Experimento de Inclinación	129
FIGURA No. 37: Simulación de Condición de carga No 1.....	130

FIGURA No. 38: Curva de estabilidad estática en el modelo para condición de carga No 1	132
FIGURA No. 39: Simulación de Condición de carga No 2.....	135
FIGURA No. 40: Curva de estabilidad estática en el modelo para condición de carga No 2	137
FIGURA No. 41: Simulación de Condición de carga No 3.....	140
FIGURA No. 42: Curva de estabilidad estática en el modelo para condición de carga No 3	142
FIGURA No. 43: Simulación de Condición de carga No 4.....	146
FIGURA No. 44: Curva de estabilidad estática en el modelo para condición de carga No 4	147



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MÉXICO
 I. A. S. I. M. S.
 MEXICO

INDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA I: Tabla de valores del coeficiente k para calcular las correcciones por efecto de superficie libre	58
TABLA II: Tanques exceptuados y no exceptuados del buque pesquero MIRLAN ...	65
TABLA III: Velocidades y presiones del viento sobre placas planas de $L/H = \infty$	66
TABLA IV: Valores de factor X_1	74
TABLA V: Valores de factor X_2	74
TABLA VI: Vvalores de factor k	74
TABLA VII: Valores de factor s	74
TABLA VII: Datos de brazo escorante por traccion del halador	74
TABLA IX: Simulacion de condicion de carga N° 1 en el modelo	131
TABLA X: Simulacion de condicion de carga N° 2 en el modelo	136
TABLA XI Simulacion de condicion de carga N° 3 en el modelo	141
TABLA XII: Simulacion de condicion de carga N° 4 en el modelo	145

INTRODUCCION

La estabilidad de un buque es siempre considerada como un factor muy importante a ser tomado en cuenta desde el momento de iniciar el diseño de una embarcación, es decir, desde el punto de partida de la espiral de diseño. Es así que el Ingeniero Naval se fija valores de estabilidad mínimos satisfactorios que espera obtener al final de su proyecto de construcción.

Debido a las experiencias y estadísticas de buques construidos que tienen una muy buena estabilidad y otros menos afortunados que yacen en el fondo del mar, ocasionando en muchos casos pérdidas de vidas humanas, por no haber tenido una estabilidad aceptable, diferentes organismos internacionalmente reconocidos han expuestos criterios de estabilidad que son adoptados mundialmente.

Los criterios de estabilidad establecidos varían dependiendo de factores como son: tipo de buque; tamaño de buque; tipo de carga a ser transportada, lugar de operación. El presente tópico de graduación se basa en el estudio de estabilidad de un buque pesquero atunero operando en aguas ecuatorianas.

En un buque pesquero su estabilidad es considerada de vital importancia por ser este tipo de buque muy diferente en construcción y operación a los demás buques:

realizan sus operaciones de pesca en mar abierto teniendo que mantener sus escotillas abierta durante la faena de pesca; llevan pesos grandes sobre cubierta como son la red, winches hidráulicos afectando la embarcación; las diferentes condiciones de carga que varían mucho entre sí y provocan variaciones significativas en el KG y LCG del buque pesquero.



BIBLIOTECA
IIGM
MARÍTIMA

Los buques pesqueros atuneros estando en mar abierto están sujetos a que actúen sobre fuerzas externas como lo son el viento y las olas; fuerzas internas, es decir fuerzas provocadas por el buque como son: el efecto superficie libre en tanques; metida del timón; izada de la red. Todos estos factores actuando independientemente o en conjunto hacen posible que el buque de un VUELCO DE CAMPANA debido a no tener una reserva de estabilidad suficiente para volver a su posición de equilibrio.

CAPITULO I

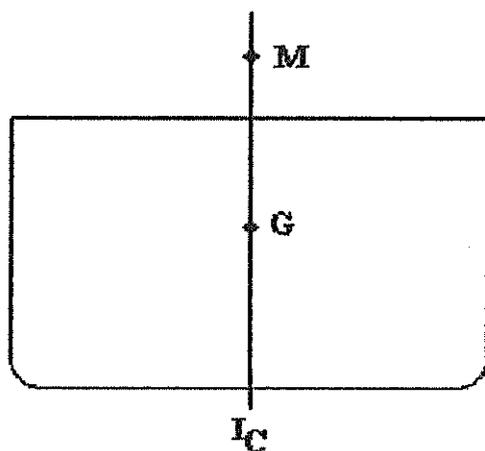
ESTABILIDAD ESTÁTICA

1.1. DEFINICIÓN DE ALTURA METACÉNTRICA (GM)

La altura metacéntrica es función de las formas del casco del buque y de su distribución de pesos. El segmento GM comprendido entre los puntos del metacentro transversal M y el centro de gravedad G, toma el nombre de altura metacéntrica transversal inicial. Como se indica en la figura N° 1. Con frecuencia el GM es considerado como el máximo indicador de la estabilidad del buque.

Sin embargo, la estabilidad inicial GM o altura metacéntrica transversal no es determinante de la seguridad del buque, pero tiene gran importancia en el comportamiento del buque, especialmente en lo referente a escoras que puede adquirir el buque y, sobre todo, a los movimientos de balance. La altura metacéntrica transversal inicial, tiene por valor el coeficiente angular de la tangente en el origen a la curva de brazos de adrizamiento, o sea, a la curva de estabilidad estática.

Cuanto mayor es la altura metacéntrica transversal (GM), también mayor debe ser el valor del momento escorante exterior para sacar al buque de su posición de equilibrio y llevarlo a otra que también lo sea con una inclinación permanente o escora.



ALTURA METACÉNTRICA GM

FIGURA Nº 1

Del mismo modo, cuanto mayor sea el GM, si el buque tiene movimiento de balance, tanto más cuesta que ésta adquiera un determinado valor y, cuando cesa la causa motivadora del balance, la reacción del buque es más brusca, pasando rápidamente por la posición de equilibrio y tomando escoras a una y otra banda hasta volver también rápidamente a la posición de adrizamiento.

Cuanto menor sea la altura metacéntrica GM, tanto menor será el par perturbador necesario para producir una escora. Un GM negativo significa una escora permanente y es inaceptable desde cualquier punto de vista que se considere. Análogamente, si el buque tiene algún movimiento de balance y GM es pequeño, toma fácilmente una inclinación y permanece en

ella invirtiendo mucho en llegar a la inclinación a la otra banda y pasando por lo tanto por la posición de adrizado con una velocidad pequeña.

1.2. RELACIÓN ENTRE GM Y EL FRANCOBORDO

El valor de la estabilidad inicial necesaria en cada situación de carga está relacionada con el francobordo del buque de tal forma que en un buque con gran francobordo, sin aberturas en el costado, pueden aceptarse valores de GM menores que en otro buque de menos francobordo, pero el sobrecargar los buques por encima de los límites impuestos por consideraciones de seguridad es, desgraciadamente, muy corriente.

En lo concerniente al francobordo la diferencia fundamental entre los buques de pesca y los demás barcos mercantes, es que éstos últimos se cargan en puerto mientras que los primeros lo hacen en la mar, por lo tanto únicamente es posible controlar el francobordo si se llega al calado máximo en el caso de los mercantes. Como contrapartida, el pescado es un cargamento relativamente homogéneo y es fácil calcular el peso embarcado basándose en el volumen de bodega ocupada. En la mayoría de países la carga de los pesqueros ha sido dejada desde tiempo inmemorial a la discreción del capitán o patrón y hará falta que transcurra aún mucho hasta que los pescadores comprendan que, a igualdad de tamaño, la seguridad de un pesquero sólo es comparable a la de un buque mercante si su francobordo es similar.

Con el fin de relacionar el francobordo del buque con la estabilidad, ya que en la inmensa mayoría de los países del mundo no son de aplicación a los buques de pesca ni el Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en la Mar ni el Convenio Internacional sobre Líneas de Máxima Carga, Jablonski llegó a la conclusión de que la manera más práctica de establecer un límite mínimo al francobordo del buque pesquero consiste en relacionar los diferentes desplazamientos (y por lo tanto, los francobordos) con la posición límite del centro de gravedad sobre base obtenida a partir de un determinado criterio de estabilidad.

Como una vez determinado el desplazamiento quedan definidos tanto el calado como las coordenadas del metacentro del buque, puede determinarse el KG máximo admisible, puesto que:

$$GM = KM - KG, y$$

$$KG = KM - GM$$

Donde:

KM = Ordenada, sobre la línea base, del metacentro

GM = Altura metacéntrica mínima admisible por el criterio de estabilidad adoptado.

Una de estas curvas límite tipo se expresa en la figura N° 2



BIBLIOTECA
DEL INIA
MARIQUESA

ESTABILIDAD INICIAL

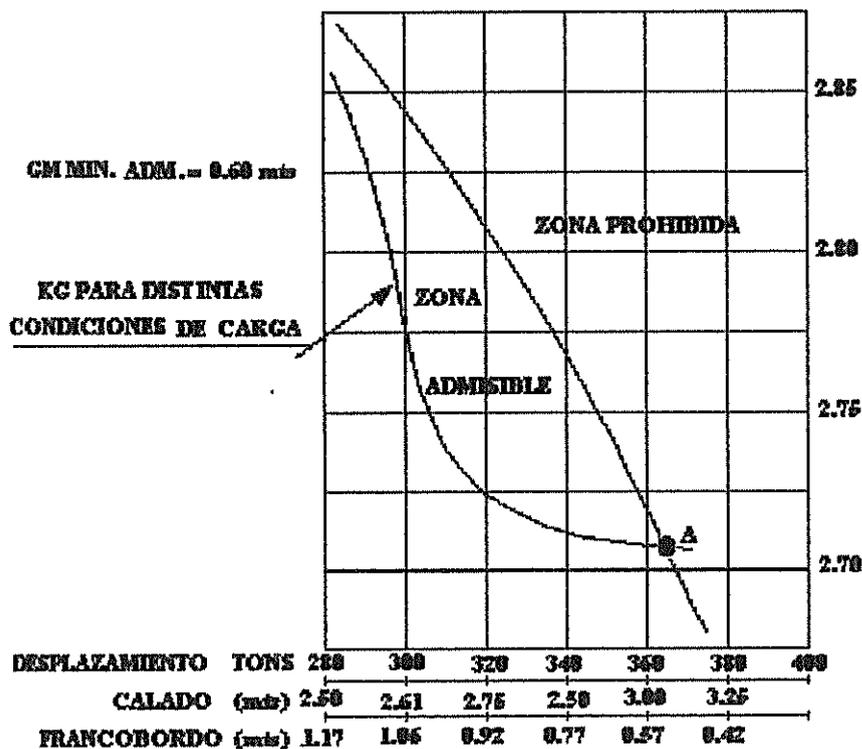


FIGURA N° 2

Como puede observarse, cada criterio de estabilidad dará origen, para el mismo buque, a una curva distinta, motivo por el que puede emplearse este procedimiento para comparar entre sí diferentes criterios de estabilidad.

Esta construcción puede llevarse a cabo tanto en base a criterios de estabilidad sobre la altura metacéntrica, como partiendo de valores límite de las ordenadas de la curva de brazos de adrizamiento o de consideraciones de estabilidad dinámica, pero es más rápido y de más fácil aplicación práctica relacionarla con la estabilidad inicial.

Partiendo de esta consideración, basada en un Criterio de Estabilidad que se fija de antemano, la determinación del francobordo de los pesqueros quedaría estrechamente relacionada con la estabilidad de cada buque concreto y haría innecesario ningún cálculo más complejo como los Reglamentos de Líneas de Máxima Carga vigentes, además de la consideración práctica de que, dado el sistema de pesca empleado en muchas zonas, los francobordos determinados por la Reglamentación mencionada son en muchos casos inadecuados para la normal realización de las faenas de pesca.

Con relación a criterios sobre francobordo merece tenerse en consideración entre otros los siguientes:

a) Criterio japonés:

$$f \geq \frac{D}{15} + 0.15 \text{ metros} \quad (1.1)$$

b) Criterio de Takagi

Este criterio establece un índice de estabilidad para buques pesqueros:

$$C = \frac{GM}{BG} * \frac{2f}{B} \quad (1.2)$$

El criterio recomienda para C los siguientes valores mínimos:

$C > 0.075$, para el buque a plena carga

$C > 0.100$, para el buque en lastre

En este criterio se aplica un concepto interesante al establecerse un cierto equilibrio entre las condiciones marineras del buque y el ángulo de inmersión mínimo exigido, ya

que $\frac{2f}{B} = \tan^{-1}\theta_{II}$ (θ_{II} = ángulo de inmersión del trancanil). Dicho ángulo ha de ser

tanto mayor cuanto menor sea GM, o mayor BG, ambos factores desfavorables para la seguridad y comportamiento marineró del buque.

c) Criterio de Gueroult, para pesqueros:

$$f = 0.02 L_{pp} + 0.1 \quad (1.3)$$

d) Criterio de GM mínimo, empleado en Suecia :

$$GM_{\text{mínimo}} = 0.035 \frac{B}{f} \quad (1.4)$$

Este criterio exige un GM mínimo, que crece al disminuir el francobordo.

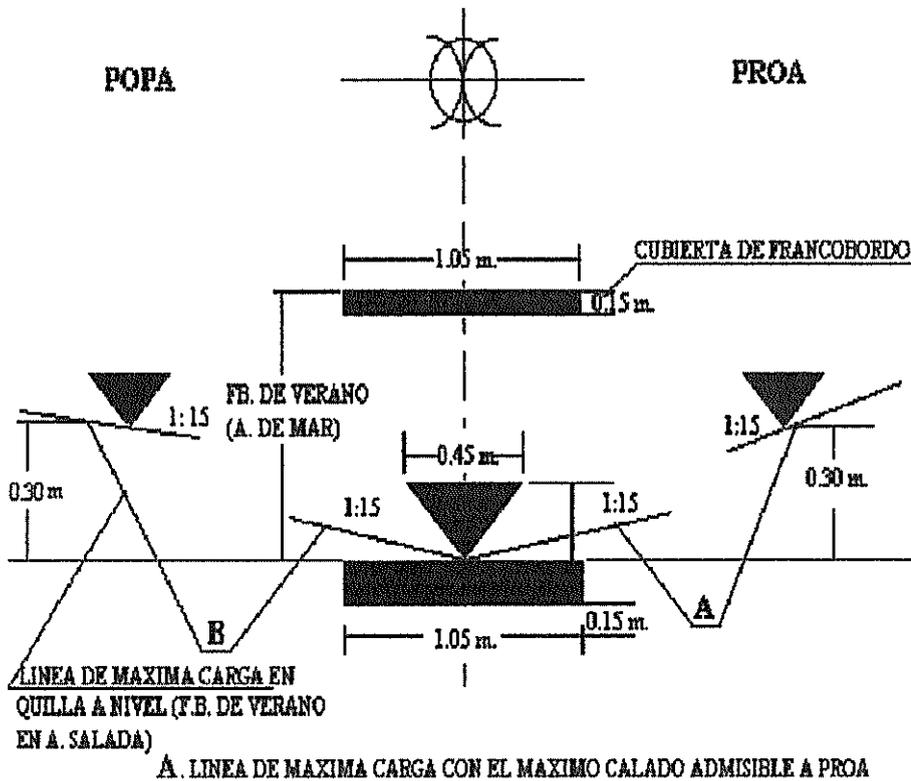
Sin embargo el francobordo está relacionado, tanto o más, con la curva de brazos de adrizamiento y, por lo tanto, con la estabilidad dinámica, que con la estabilidad inicial. Lo que en cualquier caso es evidente es que si se desea que la estabilidad satisfaga a unas normas razonables de seguridad, habrá que fijar para cada buque un francobordo mínimo, cuyo cumplimiento podrá vigilarse observando los calados del buque a la llegada a puerto y teniendo en cuenta los consumos que haya podido realizar desde su salida de la playa de pesca, además de inculcar a sus tripulantes la necesidad de respetar dichas reglamentaciones.

A este respecto Jablonski propone que se estudien para los buques pesqueros unas marcas de francobordo visibles a distancia en alta mar y que permitan controlar los calados de ese tipo de tanques.

Estas marcas propuestas se indican en la figura 3.



BIBLIOTECA
I.T.C.R.
SAN JOSÉ



MARCAS DE CALADO

FIGURA Nº 3

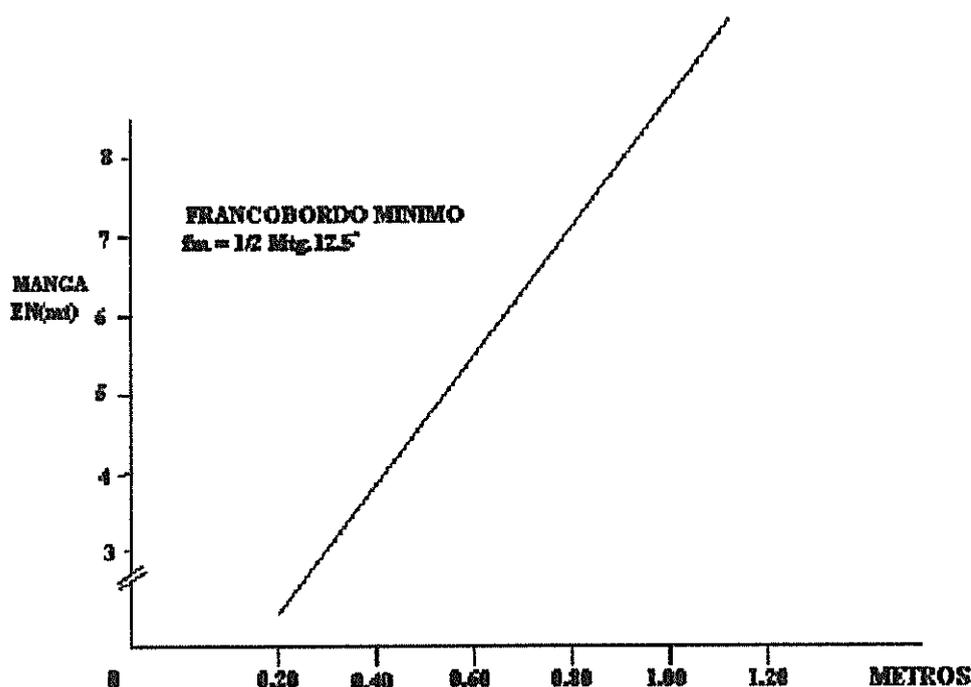
1.3. FRANCOBORDO PARA BUQUES PESQUEROS

La sobrecarga es difícil que se produzca debido a que el tipo de carga de el cual esta destinado (pescado fresco, pescado congelado, etc.) , tiene un factor de estiba grande y normalmente no llega a su mínimo francobordo estando el buque completo en volumen con su carga por este motivo generalmente no se marca.

No se había llegado a un acuerdo con respecto a la marca del francobordo para pesqueros para fijar un límite, hasta que se celebró la Conferencia Internacional Sobre Seguridad de los Buques Pesqueros de 1977.

Anterior a esta conferencia las sociedades clasificadoras adoptaron un criterio muy común que era el de fijar el francobordo mínimo como una fracción del puntal por ejemplo $p/10$.

Otro criterio para fijar el mínimo francobordo era el considerar como mínima escora 12.5° para que llegara al ángulo de inundación la cubierta principal . También se puede usar la figura 4, en el cual se entra con la manga del buque y se obtiene el mínimo francobordo



FRANCOBORDO MINIMO

FIGURA N° 4

La mayoría de las sociedades clasificadoras optaron por el criterio de la altura metacentrica que debería estar comprendida entre 1.25 y 2 pies con el buque cargado. Para pesqueros costeros se ha tomado para considerar el mínimo francobordo el brazo de adrizamiento mínimo (GZm) de 12" y 30° de escora y de 18" para 40° de escora.

En la parte B del código de seguridad para pescadores y buques pesqueros, que quedó el texto definitivo acordado en 1974 en la reunión mixta de la FAO/OIT/OMI de consultores sobre seguridad de buques pesqueros, se refiere en esta parte del código en

uno de sus capítulos a las condiciones que deben tener los buques pesqueros en su máximo desplazamiento o francobordo mínimo.

Estas condiciones son las siguientes:

1. Que se cumpla el criterio de estabilidad para buques pesqueros.
2. Que exista seguridad para el personal que trabaja en cubierta .
3. Que tenga el buque un grado de estanqueidad tal que no permita la entrada de agua embarcada y retenida en cubierta.

El calculo del francobordo para su máximo calado debe cumplir con el criterio de estabilidad para buques pesqueros en todas las condiciones operacionales de este tipo de buque. Además de juzgar la estabilidad en las condiciones normales, se deben tener en cuenta las condiciones mas desventajosas que pudieran presentarse en circunstancias especiales.

Algunas consideraciones son las siguientes :

- a) Pesos adicionales respecto a redes mojadas, aparejos, etc., estibados en cubierta.
- b) Pesos adicionales respecto a la acumulación de hielo cuando se opera o se navega en zonas que se prevé posibles formaciones.
- c) Pesos de la captura estibada en cubierta cuando el buque completa sus bodegas y parte hacia puerto.
- d) Pesos del agua de lastre cuando se tenga tanques especiales.
- e) Perdida de altura metacentrica por efecto de superficie libre de los líquidos.

El convenio de Torremolinos introduce en sus definiciones los términos de “máxima flotación de servicio” que representa el máximo calado de servicio admisible, lo que quiere decir que el mínimo francobordo de servicio será igual a la máxima flotación de servicio.

Esta máxima flotación se calculará considerando que el buque este faenando con mar moderada y de través con una probabilidad no mayor del 5% , se entiende que esta probabilidad se refiere al embarque de agua a la cubierta de trabajo en los balances considerando los sistemas amortiguadores de los mismos como quilla de balance u otros dispositivos.

Esta altura de la máxima flotación de servicio se puede calcular por medio de la siguiente formula cuando la altura de las olas es de mas de 5.4 m.

$$f_s = 0.53 + 0.11M + 0.32 (2.60 - M/C) + 0.85 (C_b - 0.60) + 0.61(GM - 0.7) \quad (1.5)$$

Para alturas de olas típicas inferiores de 4 m. para faenar en los buques pesqueros se utilizara la siguiente formula:

$$f_s = 0.80 + 0.23 (2.69 - M/C) + 0.52 (C_b - 0.60) + 0.62(GM - 0.7) \quad (1.6)$$

Cuando existen alturas de olas intermedias entre 4 y 5.4 metros se interpolará los valores en forma lineal.

f_s = Altura de la máxima flotación de servicio

M = Manga del buque

C = Calado de trazado máximo admisible

C_b = Coeficiente de bloque

GM = Altura metacéntrica inicial



BIBLIOTECA
FAC. ING.
VALENCIA

Todos estos valores están expresados en metros y corresponden a la máxima flotación de servicio. La altura de la máxima flotación de servicio es la distancia vertical mínima entre la flotación de servicio y el punto más bajo del borde de la cubierta de trabajo.

1.4. ALTURA METACÉNTRICA EN FUNCIÓN DE LA MANGA

Varios autores han expresado criterios que relacionan directamente la manga con la altura metacéntrica.

Roorda es de la opinión que debe ser:

$$\frac{GM}{B} = 0,10 \text{ en "salida de puerto".}$$

$$\frac{GM}{B} = 0,06 \text{ en "salida de caladero".}$$

Sin embargo, Spanner y Cunningham dan valores ligeramente superiores en la segunda condición, es decir:

$$\frac{GM}{B} = 0,07 \text{ (Spanner, "salida de caladero").}$$

Con el fin de relacionar el francobordo del buque con la estabilidad, ya que en la inmensa mayoría de los países del mundo no son de aplicación a los buques de pesca ni el Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en la Mar ni el Convenio Internacional sobre Líneas de Máxima Carga, Jablonski llegó a la conclusión de que la manera más práctica de establecer un límite mínimo al francobordo del buque pesquero consiste en relacionar los diferentes desplazamientos (y por lo tanto, los francobordos) con la posición límite del centro de gravedad sobre base obtenida a partir de un determinado criterio de estabilidad.

Como una vez determinado el desplazamiento quedan definidos tanto el calado como las coordenadas del metacentro del buque, puede determinarse el KG máximo admisible, puesto que:

$$GM = KM - KG, y$$

$$KG = KM - GM$$

Donde:

KM = Ordenada, sobre la línea base, del metacentro

GM = Altura metacéntrica mínima admisible por el criterio de estabilidad adoptado.

Una de estas curvas límite tipo se expresa en la figura N° 2

criterio basado en esta última característica.

Máximo de Adrizamiento y la Altura Metacéntrica. En este apartado se considerará sólo el considerar criterios de estabilidad tanto para la Estabilidad Dinámica como para el Brazo exteriores que afectan a la misma, movimiento de pesos a bordo y efectos del timón, se En este estudio, que considera el efecto sobre la Estabilidad de las diferentes fuerzas

"Propuesta de Criterio de Estabilidad para Buques de Pasaje, de Altura y Costeros".

En el año 1957 Watanabe y otros investigadores japoneses, publicaron conjuntamente un

1.5.1. CRITERIO DE WATANABE SOBRE LA ALTURA METACÉNTRICA

1.5. CRITERIOS SOBRE GM

quinta parte de dicho valor.

indicado por la expresión (1.7a) y que el GM correspondiente al buque en rosca debe ser la Niedermair, es suponer el GM en plena carga, corregido por superficies libres, es el como máximos. Una buena regla para las fases iniciales del proyecto, considera cortos de los que normalmente se consideran como aceptables y, por tanto, debe considerarse Sin embargo, este valor de GM, bastante elevado, resulta de periodos de balance algo más

$$GM \leq 0.0183B - \frac{350}{(0.0305B)^4} \quad (1.7a)$$

La propuesta de Criterio de Estabilidad dada por Watanabe es la siguiente:

$$GM = (1.1A_v h + \sum k_n \bar{A}) \frac{B}{100F\Delta} \quad (1.8)$$

Donde:

A_v = Área de la obra muerta expuesta al viento, en metros cuadrados.

h = Distancia entre c, de g, de A_v y la mitad del calado correspondiente a esa situación de carga, en metros.

K_n = 0,134 (7 - \underline{n}), dimensional.

n = Número de pasajeros en cada espacio de acomodación.

\bar{A} = Distancia transversal promedio que, dentro de cada compartimiento, pueden recorrer los pasajeros que lo ocupan, en metros.

B = Manga del buque, en metros.

f = Francobordo del buque, en metros, que debe ser inferior a $B/5,5$.

Δ = Desplazamiento del buque en toneladas métricas.

a = Superficie de cada compartimiento ocupado por el pasaje en metros cuadrados.

En el caso particular de buques pesqueros el segundo termino del segundo miembro de la expresión (1.8) puede considerarse despreciable, por lo que ésta quedaría reducida a:

$$GM \geq \frac{1,2 A_v h B}{100 F \Delta} \quad (1.8a)$$

Como puede observarse, Watanabe considera el criterio de Altura Metacéntrica únicamente desde el punto de vista de la acción del viento y de la escora producida por los movimientos del pasaje sobre cubierta. Al aplicar este criterio a buques pesqueros y eliminar por lo tanto el término debido al movimiento del pasaje, únicamente se tiene en cuenta la acción del viento que, de acuerdo con las hipótesis de Watanabe, es un viento constante correspondiente a Fuerza 6 de la Escala Beaufort, (tabla III) es decir, de una velocidad comprendida entre 22 y 27 nudos (40 y 52 kms./hora)

1.5.2. CRITERIOS DEL CUERPO DE GUARDACOSTAS DE E.E.UU. SOBRE LA ALTURA METACÉNTRICA

El Servicio de Guardacostas de los Estados Unidos ha publicado un Criterio de estabilidad para buques de carga y/o pasaje que transporten pasajeros y que tengan un Registro Bruto superior a 100 T.R.B.

Este criterio, para buques sin averías, es el siguiente:

$$GM \geq \frac{PA_v h}{\Delta \operatorname{tg} \theta} \quad (1.9)$$

Donde:

P = Presión del viento, en tons/pie², con los siguientes valores:

a) Navegación en mar abierto:

$$0.005 + \left(\frac{L}{4.200} \right)^2 \quad (1.10)$$

b) Navegación en lagos, bahías y radas:

$$0.0033 + \left(\frac{L}{14.200} \right)^2 \quad (1.10a)$$

c) Navegación en ríos y puertos:

$$0.0025 + \left(\frac{L}{14.200} \right)^2 \quad (1.10b)$$

L = Eslora entre perpendiculares, en pies.

A_v = Área de la obra muerta del buque, proyectada sobre el plano diametral, en pies²

h = Distancia vertical entre c. de g. de A y la mitad del calado correspondiente a esta situación de carga, en pies.

Δ = Desplazamiento del buque en toneladas inglesas largas (de 1.016 kgs)

θ = Ángulo de escora correspondiente a la inmersión de la mitad del francobordo ó 14° si dicho ángulo de inmersión es superior a este último valor.

En el caso concreto de los buques pesqueros de navegación en aguas abiertas, esa expresión, en unidades métricas, quedaría en la forma siguiente:

$$GM \geq \frac{PAh}{\Delta \operatorname{tg} \theta} \quad (1.11)$$

Donde:

$$P = 0,0546 + \frac{L^2}{1310} \text{ en tons/m}^2 \quad (1.12)$$



DEPARTAMENTO
DE COMERCIO
ESTADOS UNIDOS

L = Eslora entre perpendiculares, en metros.

A = Área de la obra muerta proyectada sobre al plano diametral, en metros cuadrados

h = Distancia vertical entre el c. de g. de A y la mitad del calado, en m.

Δ = Desplazamiento, en toneladas métricas

θ = Ángulo de escora correspondiente a la inmersión de la mitad del francobordo ó 14° si dicho ángulo de inmersión es superior a este último valor.

La presión P es de 11,4 libras/pie² para una eslora media de 131 pies (40 metros) que puede considerarse como la de un pesquero promedio, correspondiente a la Fuerza 11 de la Escala Beaufort, según los datos dados por Saunders. A la fuerza 11 de Beaufort, le corresponden vientos de velocidades comprendidas entre 56 y 63 nudos (101 y 117) kms/hora), que es aceptable en el caso de buques de pesca, por no encontrar éstos, normalmente, vientos de velocidad superior.

En lo referente al ángulo máximo de escora, que es 14° para los buques de pasaje según el Criterio del Cuerpo de Guardacostas de EE. UU. se considera conveniente rebajarlo a 8° que es el valor promedio para el que, en dichos buques, se sumerge el trancañil en la situación de Plena carga.

Por lo tanto, la aplicación a los barcos pesqueros del Criterio de Altura Metacéntrica Mínima según el Cuerpo de Guardacostas de EE. UU. sería, en unidades métricas:

$$GM \geq \frac{PAh}{\Delta \operatorname{tg} \theta} \quad (1.13)$$

$$P = 0.0546 + \frac{L^2}{1.310} \quad \text{en tons/m}^2 \quad (1.12)$$

L = Eslora entre perpendiculares, en metros

A = Área de la obra muerta proyectada sobre el plano diametral, en metros cuadrados

h = Distancia vertical entre el c. de g. de A y la mitad del calado, en metros

Δ = Desplazamiento, en toneladas métricas

θ = Ángulo de escora correspondiente a la inmersión de la mitad del francobordo ó de 8° si ésta es inferior a aquella.

1.5. PROPUESTA DE CRITERIOS DE ALTURA METACENTRICA

MINIMA

Considerando los criterios anteriormente expuestos de Watanabe y del Cuerpo de Guardacostas de EE. UU. estimo que el de mayor utilidad desde el punto de vista de su aplicación a los buques pesqueros, es el del Cuerpo de Guardacostas de EE. UU. pero con la modificación expuesta al tratar el ángulo de escora y teniendo también en cuenta que, por tratarse de buques que, en algunos casos, tienen una toldilla excepcionalmente larga, debe realizarse una corrección con el fin de calcular un francobordo efectivo en el que se tenga en consideración este hecho.

Esta corrección, aplicable únicamente a los buques en los que la suma de las longitudinales de castillo y toldilla sea superior a la mitad de la eslora, puede ser la siguiente:

$$f_e = f + \frac{1}{2} h_1 \quad (1.14)$$

Donde:

f_e = Francobordo efectivo = $f + \frac{1}{2} h_1$ si la suma de castillo y toldilla es superior a $L/2$. En caso contrario, $f_e = f$.

f = Francobordo geométrico, en metros.

h_1 = Altura media del castillo/toldilla en el costado en metros.

Debe tenerse en cuenta que, en ningún caso, dicha altura metacéntrica debe ser inferior a 0.3 m.

La influencia que una eventual formación de hielo en la superestructura, que puede tener en el criterio de altura metacéntrica mínima no se estudiará en este caso, pero, en general, se considera que el hecho de tener en cuenta una acción del viento equivalente a la debida a la Fuerza 11 de Beaufort (tabla III) es suficiente para cubrir cualquier otra contingencia.

La propuesta de Criterio de Altura Metacéntrica Mínima para buques pesqueros, queda por lo tanto en la forma siguiente:

$$GM \geq \frac{PA_v h}{\Delta \operatorname{tg} \theta} \quad \text{en unidades métricas} \quad (1.15)$$

Donde:

$$P = 0,0546 + \frac{L^2}{1.310} \quad \text{en tons/m}^2. \quad (1.12)$$

L = Eslora entre perpendiculares, en metros.

A_v = Área de la obra muerta proyectada sobre el plano diametral, en metros cuadrados.

h = Distancia vertical entre el c. de g. de A y la mitad del calado, en metros.

Δ = Desplazamiento en carga máxima, en toneladas métricas

θ = Ángulo de escora correspondiente a la inmersión de la mitad del francobordo efectivo, θ_s ó de 8° si este último es inferior a aquel.

1.6. CRITERIO DE ESTABILIDAD.

Convenio Internacional de Torremolinos para la Seguridad de los Buques Pesqueros, 1977.

1. Se aplicarán los siguientes criterios de estabilidad mínima, a menos que a juicio de la

Administración la experiencia de orden operacional justifique que se prescinda de ellos:

a) El área situada bajo la curva de brazos adrizantes (curva GZ) no será inferior a 0.055 metros-radianes hasta un ángulo de escora de 30 grados ni inferior a 0.090 metros-radianes hasta 40 grados o hasta el ángulo de inundación, θ_s , si éste es de menos de 40 grados. Además. El área situada bajo la curva de brazos adrizantes (curva GZ) entre los

ángulos de escora de 30 grados y 40 grados, o entre los ángulos de 30 grados y θ_s si éste es de menos de 40 grados, no será inferior a 0.030 metros-radianes. θ_f es el ángulo de escora en el que las aberturas del casco, la superestructura o las casetas, que no se puedan cerrar rápidamente de modo estanco, comienzan a quedar inmersas. En la aplicación de este criterio no es necesario considerar abiertas las pequeñas aberturas a través de las cuales no puede producirse una inundación progresiva;



BIBLIOTECA
NACIONAL
DE CHILE

- b) El brazo adrizante GZ será de 200 milímetros como mínimo para un ángulo de escora igual o superior a 30 grados;
- c) El brazo adrizante máximo $Gz_{máx}$. Corresponderá a un ángulo de escora preferiblemente superior a 30 grados pero nunca inferior a 25 grados;
- d) En los buques de una cubierta, la altura metacéntrica inicial GM no será inferior a 350 milímetros. En los buques con superestructura completa y en los de eslora igual o superior a 70 metros, se podrá reducir la altura metacéntrica, con la conformidad de la Administración, pero sin que nunca sea inferior a 150 milímetros.

2. Cuando para limitar la amplitud de los balances se utilicen dispositivos que no sean quillas de balance, se necesitará la conformidad de la Administración en cuanto a que en todas las condiciones operacionales se observan los criterios de estabilidad enunciados en el párrafo 1.

3. Cuando se utilice lastre para garantizar que se cumple con lo dispuesto en el párrafo 1. su naturaleza y distribución serán las que la Administración juzgue satisfactorias.

CAPITULO II

ESTABILIDAD DINAMICA

2.1. GENERALIDADES

La **estabilidad dinámica** está definida por la cantidad de trabajo realizado por el momento adrizante durante el proceso de la escora y su representación gráfica es la primera curva integral de la Curva de Brazos de Adrizamiento, para los diferentes ángulos de escora.

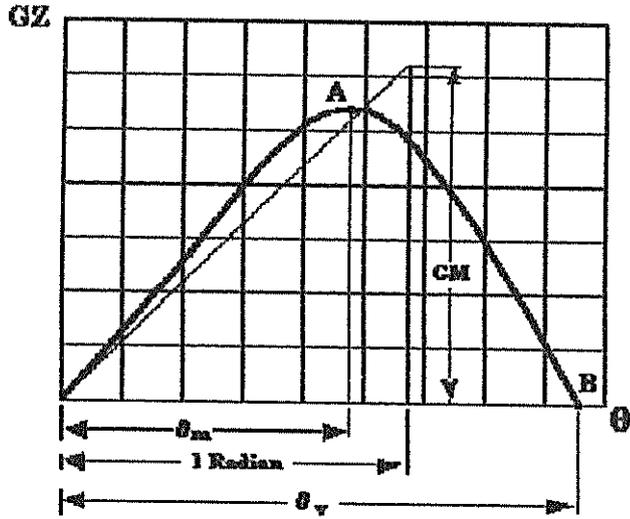
En el estudio de los problemas relacionados con la estabilidad dinámica tienen una importancia especial las posiciones que, al escorarse el buque, toman el centro de la gravedad y el centro de carena del mismo puesto que el trabajo desarrollado para inclinar al buque depende de la alteración de la distancia vertical entre ambos puntos. Este trabajo es igual al realizado por el desplazamiento del buque, como fuerza, a lo largo de un espacio recorrido igual al cambio de distancia vertical entre el centro de gravedad y el centro de carena, pudiendo ser este trabajo positivo, negativo o nulo según fuera la posición de equilibrio en que se encontrase el buque antes de la inclinación.

La diferencia de distancia verticales entre los centros de gravedad y carena se denomina **brazo de estabilidad dinámica**, y depende del ángulo de inclinación, de las formas del buque y de la situación de carga.

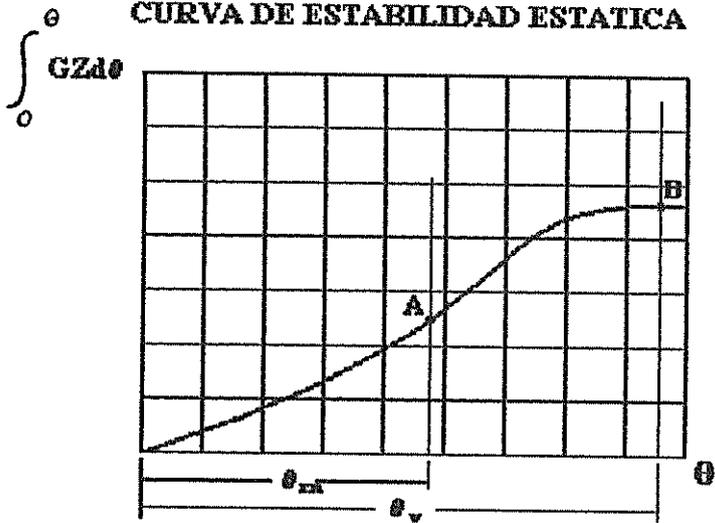
Las relaciones entre los brazos de estabilidad estática y dinámica y la altura metacéntrica, son las siguientes:

1. El brazo de estabilidad dinámica es la primera integral del brazo de estabilidad estática.
2. El brazo estático es la primera derivada del brazo de estabilidad dinámica respecto al ángulo de escora.
3. La segunda derivada del brazo de estabilidad dinámica con relación del ángulo de escora es la altura metacéntrica inicial, GM .

En la figura 4 se representan el "diagrama de la estabilidad estática y el "diagrama de estabilidad dinámica". Como puede observarse, entre ambos diagramas existen las correlaciones correspondientes a una función y su primera derivada.



CURVA DE ESTABILIDAD ESTATICA



CURVA DE ESTABILIDAD DINAMICA

FIGURA Nº 5

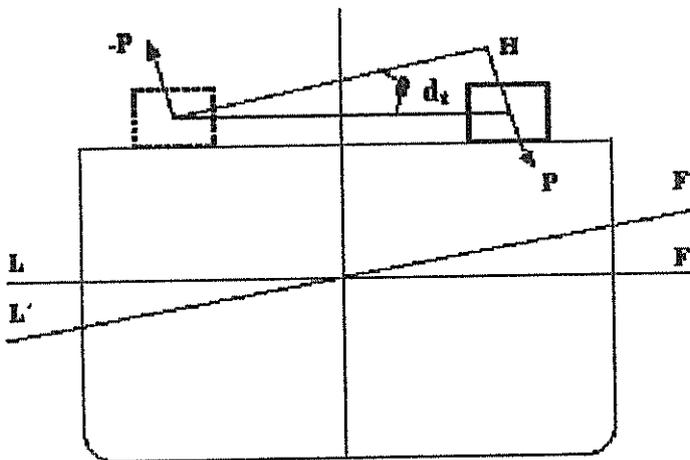
2.2 PAR ESCORANTE Y RESERVA DE ESTABILIDAD

Una fuerza aplicada al buque ya sea exterior o interior, como el viento, mar, corrimiento de pesos, inundación, etc., produce en el buque una pérdida de su estabilidad.

Si no actuara ninguna fuerza o par que hiciera escorar al buque, la estabilidad del mismo se representa por el área que queda encerrada por la curva de estabilidad estática y el eje de las abscisas ó sea su estabilidad dinámica, en este caso no existe ningún trabajo motor por lo tanto el buque se encuentra en equilibrio.

Ahora bien, si corriéramos un peso p una distancia transversal d_t , figura 6, el buque se escora un ángulo θ y el momento escorante será :

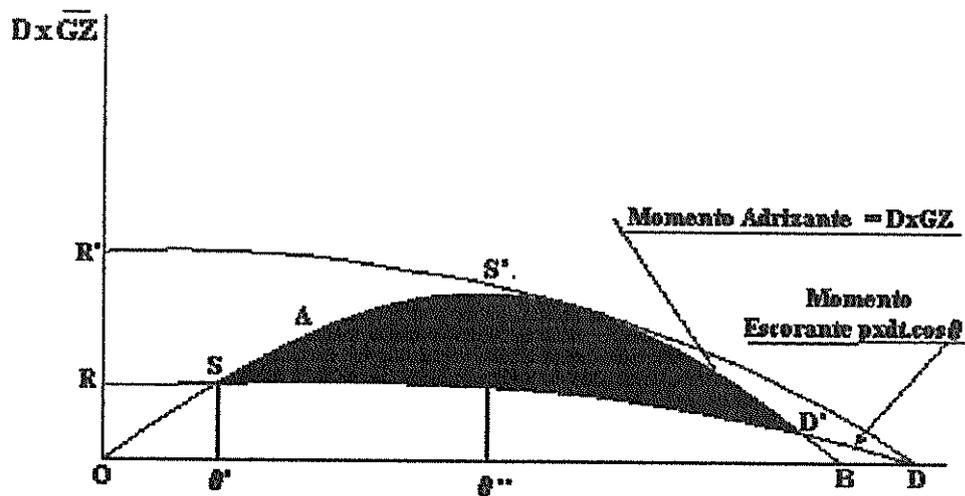
$$p \times \text{brazo} = p \times NH = p \times d_t \cos \theta \quad (2.1)$$



PAR ESCORANTE

FIGURA N°6

Sea en la figura 7 la representación de una curva de momentos OAB y la curva de momentos escorantes RSD (es una cosinusoide). Si hablamos en términos de trabajo que efectuaría el par escorante, sería el área que queda debajo de la curva RSD este trabajo sería el que pierde la estabilidad del buque que era el representado por el área OAB, entonces nos quedaría el área SAD' llamado reserva de estabilidad.



PARES O MOMENTOS ADRIZANTE Y ESCORANTE

FIGURA N° 7

El punto S donde se anulan los brazos adrizantes y escorantes, esta representado por el ángulo θ' esta sería la escora que produciría el par escorante llamado ángulo de equilibrio estático.

Si el momento escorante fuera mayor y estuviera representado por la cosinusoide R'S'D tangente en S' a la curva de estabilidad estática, el ángulo de equilibrio estático se encontraría en θ'' , llamado ángulo crítico estático, que en realidad el buque no posee reserva de estabilidad y por lo tanto daría la vuelta.

Por lo dicho anteriormente la reserva de estabilidad está dada por la diferencia entre el par adrizante y el par escorante, en la figura 8 para la escora θ'' es HN.



BIBLIOTECA
FAC. ING.
SERVICIO

El ángulo θ' de equilibrio estático estará dado cuando se igualen los momentos adrizante y escorante, de donde $D \times GM \sin\theta = p \times d_t \cos\theta$, el ángulo de escora permanente se halla analíticamente:

$$\operatorname{Tg}\theta = \frac{p \times d_t}{D \times GM} \quad (2.2)$$

2.3 EFECTO DINÁMICO DEL PAR ESCORANTE Y RESERVA DE ESTABILIDAD

Lo estudiado en el apartado 2.2 respecto al par escorante y a la reserva de estabilidad era considerando el buque estáticamente; aquí veremos el efecto del par escorante provocado por el viento, olas, etc.

Para que el buque permanezca en equilibrio por el efecto de un par escorante, el trabajo motor tiene que ser igual al trabajo resistente pero cuando existe movimiento de cualquier

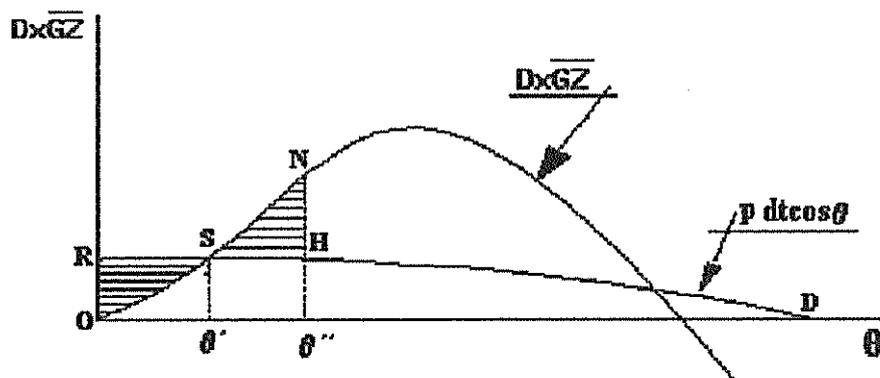
cuerpo hay que considerar la energía cinética y fuerza cinética o fuerza viva, esta está dada por la ecuación del movimiento, siguiente:

$$\text{Trabajo motor} - \text{Trabajo resistente} = \text{Fuerza viva} = \frac{1}{2} m \cdot v^2. \quad (2.3)$$

m = masa del cuerpo o buque

v = velocidad del movimiento del buque

En la figura 8 el par escorante $p \times d_t \cos\theta$ que representa la curva RSD en el ángulo θ' existe equilibrio estático, pero a este ángulo el par motor ha desarrollado un trabajo $ORS\theta'$ y el par resistente un trabajo $OS\theta'$, por lo tanto el trabajo motor es mayor que el resistente una cantidad ORS que representa la fuerza viva, por su inercia que lleva a una velocidad v en θ' continua escorándose hasta el ángulo θ'' donde se anula la velocidad $v = 0$ y el área ORS es igual a SNH , entonces el trabajo motor es igual al trabajo resistente, ó sea existe un equilibrio dinámico, el ángulo θ'' se llama ángulo de equilibrio dinámico.

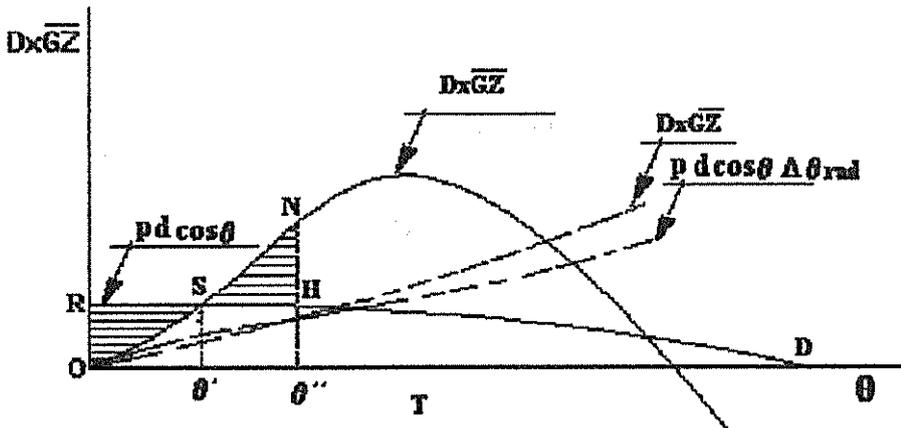


REPRESENTACION GRAFICA DEL ANGULO DE EQUILIBRIO DINAMICO θ''

FIGURA N° 8

En el ángulo θ'' se dijo que la velocidad $v = 0$, el buque queda parado, entonces empieza a actuar el par adrizante como motor hacia la otra banda, debido a que el par adrizante es mayor que el escorante. Al pasar por el ángulo θ' no se detendrá debido a que tiene una velocidad por su energía cinética, continuado hacia la otra banda hasta anularse la velocidad $v = 0$ en donde el trabajo motor se hace igual al trabajo resistente. Así continuará el buque oscilando alrededor del ángulo θ' y debido al rozamiento las oscilaciones serán cada vez menores hasta su anulación, y el buque quedara con una escora de θ' .

El ángulo de equilibrio dinámico se puede hallar trazando las curvas de estabilidad dinámica del par escorante y de la curva de momentos adrizantes Fig 9.



REPRESENTACION GRAFICA DE LOS PARES ADRIZANTES Y ESCORANTES Y SUS RESPECTIVAS CURVAS DINAMICAS

FIGURA N° 9

en donde se corten en el punto T, la abscisa correspondiente será el ángulo θ'' .

Si en la Fig. 10 el par escorante estuviera representado por la cosinusoide EFGD, en el punto G donde se igualan los trabajos motor y resistente correspondiente al ángulo θ'' ósea que el área OEF es igual a la FAG, esta última la reserva de estabilidad, el ángulo de escora θ'' se llama ángulo crítico dinámico, en este ángulo de escora el buque se daría vuelta.

Como se puede apreciar la estabilidad dinámica nos da una idea mucho mas veraz que la estática, en esta misma figura el buque si fuera considerado en un medio estático en el ángulo de escora θ'' aun tiene reserva s de estabilidad, pero dinámicamente a partir de ese ángulo el buque daría vuelta.

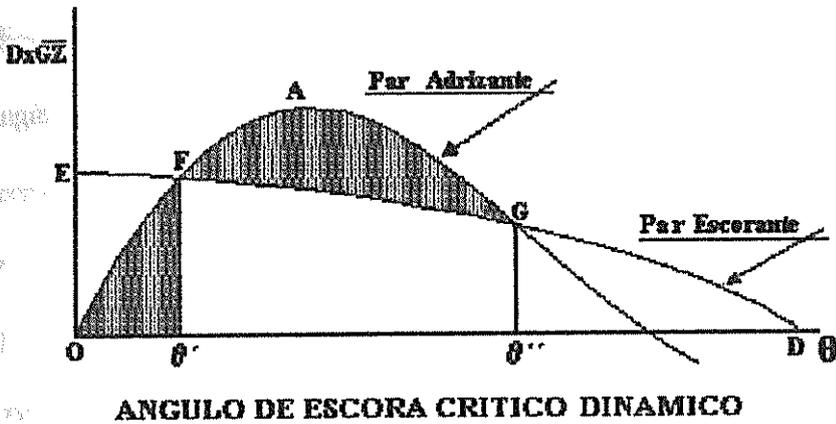


FIGURA Nº 10

2.4. CRITERIOS DE ESTABILIDAD DINÁMICA EXISTENTES

Los criterios de estabilidad dinámica aplicados frecuentemente en la actualidad son los siguientes:

a) Criterio de BENJAMIN: Este investigador consideró que el hecho de dar la vuelta un buque es un proceso dinámico determinado por el trabajo necesario para escorar el barco y, basándose en este principio y en el estudio de un gran número de embarcaciones grandes y pequeñas dio, en el año 1927, los siguientes criterios:

- El brazo de estabilidad dinámica ha de ser, como mínimo de 50 mm x radián a 30° de escora y de 105 mm radián a 50° de escora.
- Si el ángulo de estabilidad nula, θ_v , es menor de 50° , el brazo de estabilidad dinámica no ha de ser menor de 105 mm x radián para dicha inclinación.

b) Criterio de RAHOLA: Basándose en el método de Benjamín, en 1939, Rahola llegó, mediante estudios estadísticos, a la conclusión de que el brazo de estabilidad dinámica no debía ser en ningún caso inferior a 80 mm x radián para un ángulo de escora igual o menor que el ángulo correspondiente al brazo de adrizamiento máximo, $\theta_{m, 0}$, en todo caso, igual o menor que 40° .

c) criterio del DEUTSCHE SCHIFFSREVISION UND KLASSIFYKATION, del REGISTRO DE LA URSS Y DEL REGISTRO POLACO:

Ha de cumplirse que:

$$\frac{\text{Momento dinámico máximo de escora que puede admitir el barco}}{\text{Momento de presión del viento}} > 1$$



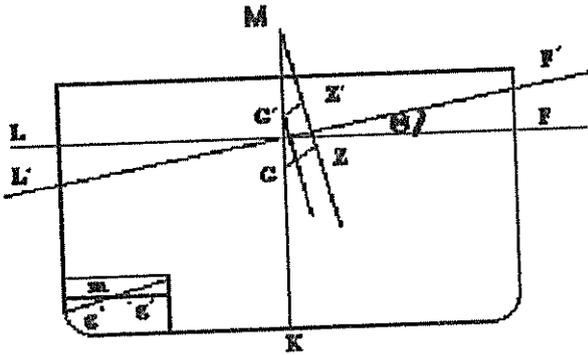
REGISTRO POLACO
DE BUQUES
WARSAWIA

2.5. CORRECCIÓN A TANQUES CON LIQUIDO POR EL EFECTO DE SUPERFICIE LIBRES EN BUQUES DE ESLORAS MENORES DE 100 METROS

2.5.1. GENERALIDADES

En un buque, los efectos por superficie libre en los tanques serán considerables dependiendo de la forma de los tanques. Por consiguiente haremos un estudio breve sobre esta característica y su influencia en el buque pesquero en estudio.

Los efectos del momento por superficie libre de los líquidos en los tanques de los buques, producen una disminución en la estabilidad, debido a la elevación virtual del centro de gravedad G a G' (Fig. N°11).



ELEVACION VIRTUAL DEL C. G. POR EFECTO DE SUPERFICIE LIBRE

FIGURA N°11

$$KGc = KG' = KG + GG' = KG + \frac{\Sigma i \times \delta}{D} \quad (2.4)$$

$KG' = KGc =$ Altura del centro de gravedad corregido por superficies libres.

$GG' =$ Distancia vertical que se eleva virtualmente el centro de gravedad.

$i =$ Momento de inercia de la superficie del líquido.

$\delta =$ Densidad del líquido.

$$GMc = G'M = GM - GG' = GM - \frac{\Sigma i \times \delta}{D} \quad (2.5)$$

$GMc =$ Altura metacéntrica corregida por superficie libre

$GM =$ Altura metacéntrica sin corregir por superficie libre

$$GZc = GZ = GG' \text{ sen } \theta = GZ - \frac{\Sigma i \times \delta \text{ sen } \theta}{D} \quad (2.6)$$

$GZ_c = G'Z'$ = Brazo de adrizamiento corregido.

GZ = Brazo de adrizamiento sin corregir por superficie libre.

El momento de inercia i , para tanques de forma rectangular, se calcula de la siguiente manera:

$$i = \frac{e \times m^3}{12} \quad (\text{momento de inercia con respecto a un eje longitudinal que pasa por el centro de gravedad } g \text{ de la superficie libre}). \quad (2.7)$$

$$i_t = \frac{e^3 \times m}{12} \quad (\text{momento de inercia con respecto a un eje transversal que pasa por el centro de gravedad } g \text{ de la superficie libre}). \quad (2.8)$$

e = Eslora del tanque.

m = Manga del tanque.

Para realizar las correcciones por superficies libres de líquidos, se supone el valor de la inercia de los tanques i constante, pero en realidad cuando el buque se escora por balances o cabeceos, el momento de inercia cambia, debido a que varían las dimensiones de la superficie libre de las cuales es función; en los balances varían la manga y en los cabeceos la eslora del tanque (Figura 12a y Figura 12b).

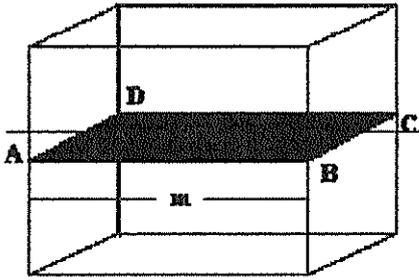


FIGURA N° 12a

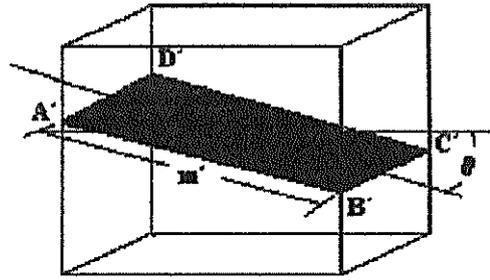


FIGURA N° 12b

VARIACION DE LA INERCIA EN LOS TANQUES POR MOVIMIENTO DE UN LIQUIDO

En la Figura 12a. el buque se encuentra adrizado con un tanque con líquido hasta la mitad, es de forma prismática de base rectangular con una superficie libre ABCD y una manga $AB = m$. En la figura 12b el buque se encuentra en un instante cuya escora es θ , la superficie libre del tanque es A'B'C'D'. Como se puede apreciar, esta superficie libre es mayor que la ABCD cuando el buque se encontraba adrizado, la manga de la superficie A'B' = m' es mayor que la manga m , por lo tanto el momento de inercia i de la superficie A'B'C'D' será mayor que la ABCD. Si se emplea el momento de inercia i sin considerar la variación que sufre la superficie libre al escorarse el buque, la corrección a aplicar a los brazos de adrizamiento GZ va a tener un error.

En los buques pequeños el incremento del momento por superficies libres para ciertos tipos de tanques no se puede considerar constante, tal es así, que el criterio de O.M.I. para buques de eslora menores de 100 metros exige que la corrección a la curva de estabilidad, por el

efecto de superficies libres se efectúe teniendo en consideración el momento variable de la inercia.

2.5.2. CORRECCIÓN A APLICAR A LA CURVA DE BRAZOS DE ADRIZAMIENTO POR EL EFECTO DE SUPERFICIES LIBRES

O.M.I. establece que la corrección de los brazos de adrizamiento GZ por el efecto de superficie libre de los tanques con líquidos de buques menores de 100 metros de eslora, se debe aplicar a aquellos tanques que teniendo el 50 % de su capacidad a 30 grados de escora, su momento de inercia por superficies libres, sea mayor que un centésimo del desplazamiento mínimo o en rosca.

$$Ms.l_{30^\circ} > 0.01 Dr. \quad (2.9)$$

$Ms.l_{30^\circ}$ = Momento por superficies libres para una escora de 30° en tn-m.

$Dr.$ = Desplazamiento mínimo o en rosca en Tm.

El valor del momento por efecto de superficies libres a 30 grados de escora se calcula por la fórmula siguiente:

$$Ms.l_{30^\circ} = v.m.\delta.k.\sqrt{Kb} \quad (2.10)$$

v = Volumen total de tanque en m^3 .

m = Manga máxima del tanque en m.

δ = Densidad del líquido contenido en el tanque Tm por m^3 .

$Kb = \frac{v}{m.e.p}$ = coeficiente del bloque del tanque

- e = Eslora máxima del tanque, en m.
- p = Puntal máximo del tanque, en m.
- k = Coeficiente que se determina mediante la tabla para valores de k , donde hallamos los valores intermedios por interpolación lineal, entrando en ella con la relación m/p y la escora o directamente aplicando las fórmulas siguientes:

$$K = \frac{\text{sen } \theta}{12} \left(1 + \frac{\text{tg}^2 \theta}{2} \right) m / p \quad (2.11)$$

siendo $\text{ctg } \theta \geq m/p$

$$K = \frac{\text{cos } \theta}{8} \left(1 + \frac{\text{tg} \cdot \theta}{m/p} \right) - \frac{\text{cos } \theta}{12(m/p)^2} \left(1 + \frac{c \text{tg}^2 \theta}{2} \right) \quad (2.12)$$

siendo $\text{cotg } \theta \leq m/p$

Los tanques en los que su momento de inercia por superficie libre sea mayor de un centésimo del desplazamiento mínimo o en rosca a una escora de 30° , se llaman no exceptuados; en cambio si dicho momento de inercia por superficie libre es menor de un centésimo del desplazamiento mínimo o en rosca, se llaman exceptuados y no es necesario incluirlos en este tipo de corrección a los brazos de adrizamiento.

La corrección a aplicar a los brazos de adrizamiento GZ por superficies libres de los tanques no exceptuados, será:

$$GZ_C = GZ - \Sigma \Delta GZ = GZ - \frac{\Sigma Ms.l}{D} \quad (2.13)$$

El momento de inercia por superficies libres $M_{s.l}$ para cualquier escora se calcula empleando la fórmula anteriormente dada:

$M_{s.l} = v.m \delta k \sqrt{Kb}$, pero el coeficiente k es el correspondiente a la escora que se desea calcular, obtenido de la tabla I de valores para "k". Los astilleros preparan para cada buque en su información de estabilidad, los momentos de inercia ($M_{s.l}$) cada 10 grados de escora generalmente para los tanques no exceptuados.

En el caso del buque pesquero Mirian la tabla II nos da los tanques no exceptuados en función de las dimensiones de cada tanque.

TABLA I

TABLA DE VALORES DEL COEFICIENTE « δ » PARA CALCULAR LAS
CORRECCIONES POR EFECTO DE SUPERFICIE LIBRE

θ m/p	20	10	5	3-	2	15	1	0.75	0.5	0.3	0.2	0.1
5°	0.11	0.07	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
10°	0.12	0.11	0.07	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
15°	0.12	0.12	0.10	0.07	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00
20°	0.12	0.12	0.11	0.09	0.06	0.05	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00
30°	0.11	0.11	0.11	0.11	0.09	0.07	0.05	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00
40°	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.10	0.07	0.05	0.04	0.02	0.01	0.01
45°	0.09	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.09	0.07	0.04	0.03	0.02	0.01
50°	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11	0.11	0.10	0.08	0.05	0.03	0.02	0.01
60°	0.07	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.12	0.09	0.05	0.04	0.01
70°	0.05	0.05	0.07	0.08	0.09	0.11	0.13	0.15	0.16	0.11	0.07	0.04
75°	0.04	0.04	0.06	0.07	0.09	0.10	0.13	0.16	0.18	0.19	0.13	0.06
80°	0.03	0.03	0.05	0.06	0.08	0.10	0.13	0.16	0.21	0.27	0.27	0.14
90°	0.01	0.01	0.03	0.04	0.06	0.08	0.13	0.17	0.25	0.42	0.63	1.25
θ m/p	20	10	5	3	2	1.5	1	0.75	0.5	0.3	0.2	0.1

2.5.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS TANQUES NO EXCEPTUADOS Y SU INFLUENCIA EN LA CORRECCIÓN DE LA CURVA DE BRAZOS DE ADRIZAMIENTO

Las características, forma y dimensiones de los tanques que están destinados para líquidos es muy variada, en general se evita construir tanques que la manga sea muy grande, para que el momento de inercia transversal no perjudique demasiado la estabilidad transversal, debido a que la manga está elevada al cubo en la fórmula de corrección.

En los buques de eslora menor a 100 metros, a ciertos tanques que los hemos llamado no exceptuados, se debe efectuar la correcciones de los brazos de adrizamiento considerando el momento de inercia variable para cada escora del buque.

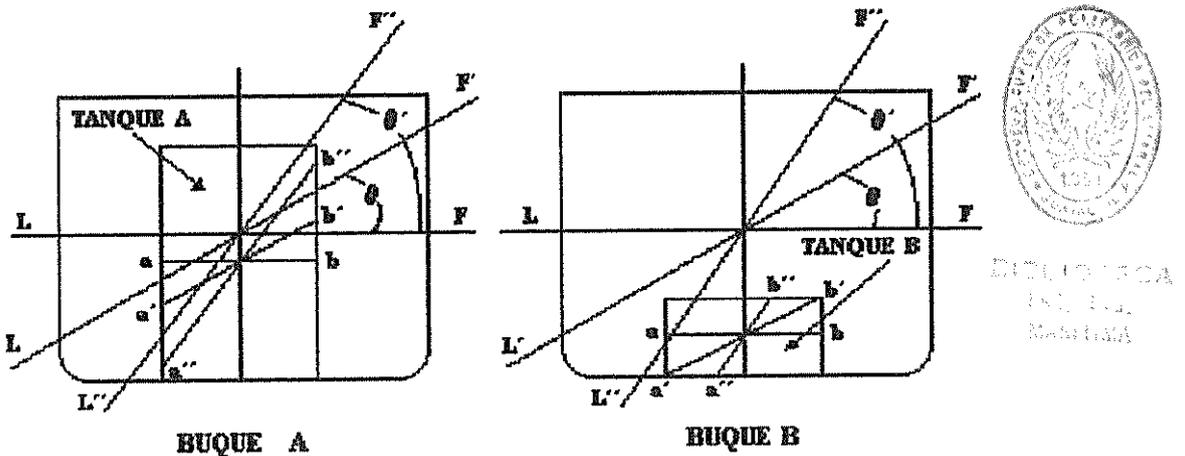
Ya hemos visto que para un buque con superficie libre se considere no exceptuado, debe cumplir con las siguientes condición:

$$Ms.l_{30^\circ} > 0.01 Dr. \quad (2.9)$$

Los tanques no exceptuados que más afectan a la estabilidad del buque son aquellos que la relación manga puntal es pequeña o sea que el puntal es mayor que la manga debido a que la manga de la superficie del líquido del tanque va en aumento hasta grandes ángulos de escora.

Veamos mediante un ejemplo comparando los efectos de un tanque de mayor puntal que manga. Tanque A (estos tanques en los buques pueden ser los piques de proa y popa o tanque profundos) y otro de menor puntal que manga. Tanque B. ambos no exceptuados.

Fig. N°13



TANQUES NO EXCEPTUADOS Y SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIDAD DEBIDO A SUS DIMENSIONES

FIGURA N° 13

Los tanques A y B tienen líquidos hasta el 50% de sus capacidades, poseen la misma manga y eslora, pero el puntal del tanque A es mucho mayor que el del tanque B. El desplazamiento de ambos buques que tienen cada uno de estos tanques, es igual.

Cuando el buque se encuentra adrizado en la flotación LF, las mangas de la superficie de flotación ab de ambos tanques, son iguales. Si el buque se escora hasta el ángulo θ , el momento de inercia aumentará en ambos tanques porque aumentó su manga ab hasta a'b'. Si

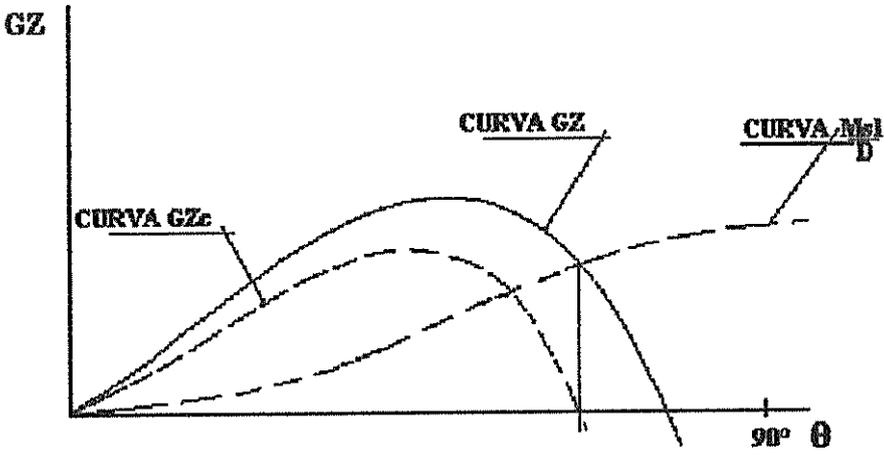
el buque se sigue escorando hasta llegar al ángulo de escora θ , la manga de la superficie del tanque B ha disminuido, por lo tanto el momento de inercia del tanque A, es mayor después del ángulo de escora θ , por esta razón los tanques cuyo $p > m$ son más perjudiciales para la estabilidad a grandes ángulos de escora que los tanques que tienen $p < m$ a un mismo porcentaje de su capacidad.

En los tanques de poco puntal ($m > p$) se produce a menores ángulos de escora el efecto de bolsillo de la superficie libre que en los tanques que tienen un gran puntal con respecto a la manga $m < p$.

Veamos en la presentación gráfica los efectos producidos en la curva de brazo de estabilidad estática transversal por un tanque que tenga superficie libre, de acuerdo a las características que posea:

1. Curva de brazos de adrizamiento GZ y su corrección por superficie libre de un tanque no exceptuado $m < p$ en un buque cuya $E < 100$ m. se considera el momento de inercia variable. Fig.14

$$GZ_c = GZ - \frac{Ms.l.}{D}$$

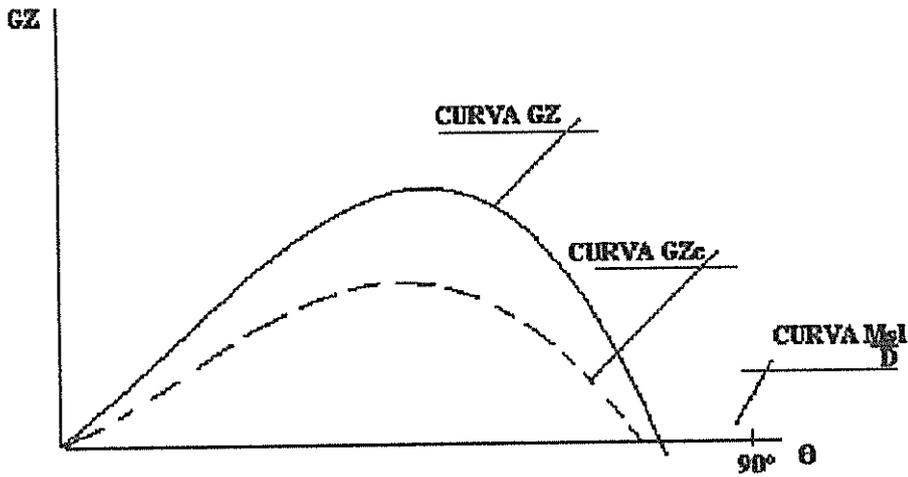


**INFLUENCIA DE UN TANQUE NO EXCEPTUADO
m < p EN LA CURVA GZ**

FIGURA N° 14

2. Curva de brazos de adrizamiento y su corrección por superficie libre de un tanque no exceptuado $m > p$, en un tanque cuya $E < 100$ m, se considera el momento de inercia variable. Figura 15

$$GZ_c = GZ - \frac{Ms.l.}{D}$$



**INFLUENCIA DE UN TANQUE NO EXCEPTUADO
m>p EN LA CURVA GZ**

FIGURA N° 15

Si fueran varios tanques en vez de uno que tuvieran superficie libre, se debe efectuar la sumatoria de momento de inercia para hallar las correcciones a aplicar a los brazos de la curva de estabilidad.

2.6. ESTUDIO DE LA RESERVA DE ESTABILIDAD

Con el propósito de estudiar la Reserva de Estabilidad del pesquero, se ha considerado a éste, sometido únicamente a la acción de las fuerzas exteriores e interiores cuya medida puede llevarse a cabo ya sea teóricamente o por comparación con otras fuentes de información.

De todas las fuerzas únicamente son asequibles al cálculo de una manera rápida y con resultados de utilidad práctica las siguientes:



BIBLIOTECA
 FAC. ING.
 MARITIMA

1. Viento
2. Efectos del timón
3. Efectos por superficie libre
4. Izada de la red
5. Olas

2.6.1. ESTUDIO DE LAS FUERZAS DEBIDAS AL VIENTO

La presión del viento varía, con la velocidad y con la altura sobre el nivel del mar al que se encuentra la superficie sometida a su acción.

En la TABLA III obtenida de la publicación de SAUNDERS titulada "*Hydrodynamics in Ship Design*", se recogen las velocidades y presiones del viento sobre placas planas de envergadura $L/h = \infty$, todo ello en función de la Escala Beaufort y para superficies situada al nivel del mar, siendo "L" la longitud de la placa y "h" su anchura.

Con relación a la variación de la velocidad del viento con la altura a que se encuentre la superficie en cuestión con respecto a una determinada referencia, Saunders estima que es la siguiente:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\text{velocidad del viento a la altura } h_2}{\text{velocidad del viento a la altura } h_1} = \sqrt[3]{h_2 / h_1} \quad (2.14)$$

Por lo tanto, para calcular la fuerza que ejerce el viento sobre una superestructura, debe tenerse en cuenta la altura de la misma.

El Momento Escorante del Viento referido a la flotación del buque está definido, según el criterio de Bureau of Ships del Departamento de la Marina de Guerra de los Estados Unidos, por la expresión:

$$W = C_k (0,5 \hat{\rho}) A_v h_v \cos^2\theta W_R^2 \quad (2.15)$$

Donde:

C_k = Coeficiente de momento escorante, dimensional, debido al viento.

$\hat{\rho}$ = Peso específico del aire

A_v = Área expuesta al viento proyectada sobre el plano diametral.

h_v = Altura del c. de g. de A sobre la flotación

θ = Ángulo de escora

W_R = Velocidad relativa del viento normal al plano de la flotación

Para W_R en pies/seg., A_v en pies² y h_v en pies, se dedujo de ensayos con modelos que:

$$C_k (0,5 \hat{\rho}) = 0,00147 \quad (2.16)$$

TABLA III

VELOCIDADES Y PRESIONES DEL VIENTOS SOBRE PLACAS PLANAS DE

$L/H = \infty$

Viento Según Beaufort	Fuerza del Viento	Definición del Viento en M/seg.	$L/h = 1$	$L/h = \infty$
1	Aire ligero	0.5 - 1.5	0.015 - 0.171	0.029 - 0.278
2	Brisa ligera	2.1 - 3.1	0.290 - 0.680	0.464 - 1.12
3	Brisa suave	3.6 - 5.1	0.960 - 1.90	1.58 - 3.17
4	Brisa moderada	5.6 - 8.2	2.39 - 4.93	3.90 - 8.06

5	Brisa fresca	8.7 - 10.8	5.57 - 8.50	9.08 - 13.9
6	Brisa fuerte	11.3 - 14.0	9.23 - 13.6	15.1 - 22.3
7	Viento fuerte	14.4 - 17.0	14.8 - 21.0	24.1 - 34.3
8	Temporal fresco	17.5 - 20.6	22.1 - 30.6	36.2 - 50.3
9	Temporal fuerte	21.1 - 24.2	32.3 - 41.9	52.7 - 68.9
10	Temporal completo	24.7 - 28.3	44.2 - 57.6	72.3 - 94.8
11	Tempestad	28.8 - 32.4	60.1 - 76.7	98.2 - 125.5
12	Huracán	33.0 - 36.4	78.6 - 96.7	128.9 - 158.7
13		37.1 - 41.2	99.6 - 123.1	163.1 - 201.2
14		41.7 - 45.8	126.0 - 152.4	206.1 - 249.5
15		46.3 - 51.0	155.8 - 188.0	255.4 - 308.1
16		51.5 - 55.6	191.9 - 224.1	314.5 - 367.2
17		56.1 - 60.8	228.M1 - 267.6	374.0 - 438.0

Para una situación dada, dando valores sucesivos al ángulo de escora θ , puede obtenerse la curva del par escorante debido al viento de una determinada velocidad. El punto de intersección de dicha curva con la Curva de Brazos de Adrizamiento correspondiente define el ángulo de escora que tomará el buque debido a dicho viento.

Similarmente, dado un determinado ángulo de escora, si se sustituye el valor del brazo de adrizamiento correspondiente en la expresión (2.15), se obtendrá la velocidad capaz de causar dicha escora.

En unidades métricas la presión debida al viento, de acuerdo con lo expuesto anteriormente, sería

$$P = 0,0774 W_R^2 \text{ Kg/m}^2 \quad (2.17)$$

Con : W_R en m/seg.

De una manera similar el criterio de estabilidad del Ministerio de Transporte Japonés da para el momento escorante debido a la acción del viento, la expresión.

$$M_W = 0,75 \times 10^{-4} \times W_R^2 \times h \times A_v \quad \text{en tons. x m} \quad (2.18)$$

Empleando los valores de las presiones y velocidades del viento indicados en la TABLA II y expresando:

$$P = C W_R^2 \quad (2.19).$$

Donde:

$C =$ Coeficiente de presión.

Se obtiene, para viento huracanado y tomando varios valores de la altura, un valor promedio de:

$$P = 0,077 W_R^2 \quad (2.20).$$

Que está de acuerdo con lo indicado en (2.17).

Para tener en cuenta la influencia de los diferentes tipos de superficies expuestos a la acción del viento, se han deducido los siguientes factores de corrección, tomados de los criterios ruso, alemán y polaco por los que hay que multiplicar el área de la superficie normal al viento:

Superficie planas	:	1
Superficie redondas	:	0,6
Amuradas de candelero	:	0,2
Construcciones de celosías	:	0,5
Arboladura y jarcia	:	0,7



BIBLIOTECA
FAC. ING.
GUAYAQUIL

Es necesario, además, considerar otra característica del viento que es la rachabilidad, es decir, el grado de fluctuación, o de rachas, del viento. Se define esta rachabilidad como la relación existentes entre la velocidad del viento en una racha y la velocidad del viento constante existente con anterioridad a la ráfaga. Según el criterio japonés mencionado anteriormente, dicha relación es de aproximadamente 1,23.

La presión máxima del viento correspondiente a este valor de rafagosidad es:

$$P_{\max} = 0,0774 \times (1,23 W_R)^2 = 1,17 W_R^2 \quad \text{Kg/m}^2 \quad (2.21)$$

Estando W_R expresada en m/seg.

En este criterio se considera una velocidad máxima del viento, sin tener en cuenta el gradiente vertical del mismo, de 26 m/seg. por lo que la presión máxima sería.

$$P_{\max} = 1.17 \times 26^2 = 790 \text{ Kg/m}^2 = 0,079 \text{ tons/m}^2 \quad (2.22)$$

Esta presión se considera aceptable para el estudio del efecto del viento sobre los buques pesqueros ya que, por la escasa altura de superestructura de estos buques, el hecho de no considerar el gradiente en altura carece de importancia práctica.

2.6.2 REQUERIMIENTO DE CRÍTERIOS PARA BALANCE Y VIENTO INTENSO SEGÚN OMI

En conjunción con el Criterio de la Convención de Torremolinos, el Coast Guard también recomienda aplicar a los proyectistas y arquitectos navales el Criterio de Balanceo y Viento Intenso de la OMI.

En la figura 16 se presenta un esquema de la disminución de la reserva de estabilidad debido a la escora provocada por un viento intenso y criterio de balance.

- a) Este criterio mide la habilidad del buque pesquero para soportar el efecto de viento de través y balanceo.
 - i) el buque pesquero es supuesto estar sujeto a una presión de viento uniforme actuando perpendicularmente al eje de simetría del buque, lo cual da como resultado un nivel escorante de viento uniforme (LW1).

ii) Del ángulo de equilibrio resultante (θ_0), el buque pesquero esta sujeto al balance debido a la acción de las olas para un ángulo de balance (θ_1) para barvolento. El ángulo θ_0 no excederá a 14 grados.

iii) El buque es entonces sujeto a una presión de rafaga de viento la cual resulta en un nivel escorante de rafaga de viento (LW2).

iv) Bajo estas circunstancias, el área "b" será igual ó superior que el área "a".

Los ángulos en la figura 16 son definidos como sigue:

θ_0 = ángulo de escora bajo acción de un viento uniforme.

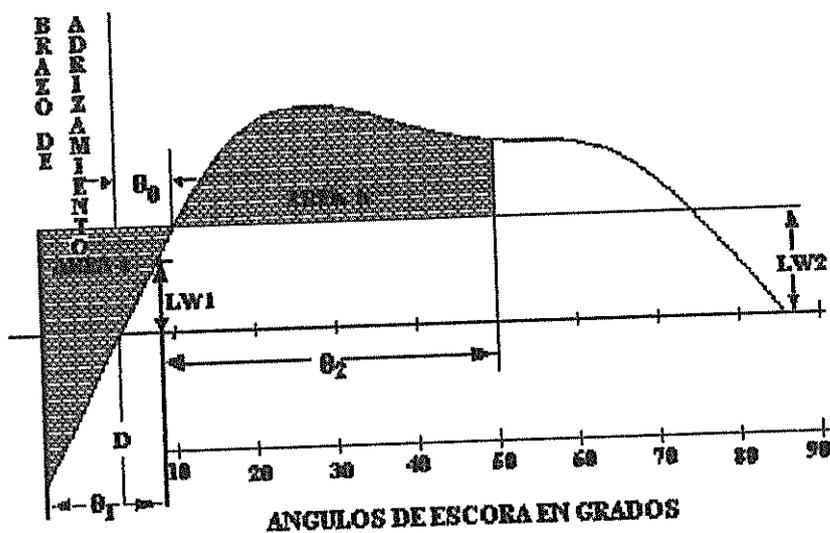
θ_1 = ángulo de balance para barvolento debido a la acción de las olas.

θ_2 = ángulo de inundación (θ_f) ó 50° , ó θ_c cualquiera que sea menor.

Donde:

θ_f = ángulo de escora .

θ_c = ángulo de la segunda intersección entre el nivel escorante del viento LW1 y curva GZ.



**CURVA DE ESTABILIDAD ESTÁTICA CORREGIDA
POR LA INTENSIDAD DEL VIENTO**

FIGURA N° 16

- b) Los niveles escorantes del viento LW_1 y LW_2 enunciados anteriormente son valores constantes a todos los ángulos de inclinación y son calculados como sigue:

$$LW_1 = \frac{PAZ}{\Delta} \quad (2.23)$$

$$y, \quad LW_2 = 1.5LW_1 \quad (\text{m}) \quad (2.24)$$

donde:

$$P = 0.0514 \text{ (ton/m}^2\text{)}.$$

A = área lateral proyectada del buque y superestructura sobre la línea de agua (m^2).

Z = distancia vertical del centro de A al centro de la área lateral bajo la línea de agua
ó aproximadamente a un punto en la mitad del calado (m).

Δ = desplazamiento (ton).

c) El ángulo de balance (θ_1) será calculado como sigue:

$$\theta_1 = 109kX_1X_2\sqrt{rs} \quad (2.25)$$

donde:

X_1 = factor obtenido de tabla IV

X_2 = factor obtenido de tabla V

k = factor que se obtiene de:

$k = 1.0$ para buque de pantoque redondo, que no tienen quillas de balance o barra.

$k = 0.7$ para buques con china.

k = como se muestra en la tabla VI para un buque que tenga quilla de balance, una quilla de barra ó ambas.

$$r = 0.73 + 0.6 \text{ OG}/d \quad (2.26)$$

donde:

OG = distancia entre el centro de gravedad y la línea de agua (m) (+ sobre línea de agua el C.G., - bajo línea de agua al C.G).

d = calado moldeado del buque (m).

s = factor como se muestra en tabla VII



UNIVERSITY OF THE PHILIPPINES
MANILA

Periodo de balance:

$$T = \frac{2cB}{\sqrt{GM}} \quad (2.27)$$

donde :

$$c = 0.373 + 0.023 (B/d) - 0.043 (L/100) \quad (2.28)$$

Los símbolos en las tablas y fórmula para el periodo de balance son definidos como sigue:

L = eslora en línea de agua del buque pesquero (m).

B = manga moldeada del buque en (m).

C_b = coeficiente block.

A_k = área total completa de quillas de balance, ó área de la proyección lateral de la quilla de barra, ó la suma de estas áreas (m^2).

G_m = altura metacentrica corregida por efecto de superficie libre (m).

TABLA IV
VALORES DE FACTOR X_1

B/d	> 2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	< 3.5
X_1	1.0	.98	.96	.95	.93	.91	.90	.88	.86	.84	.82	0.8

TABLA V
VALORES DE FACTOR X_2

C_B	<.45	.50	.55	.60	.65	>.70
X_2	.75	.82	.89	.95	.97	1.0

TABLA VI

VALORES DE FACTOR k

$\frac{A_{100}}{L.B}$	0	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	>4.0
k	1.0	.98	.95	.86	.79	.74	.72	.70

TABLA VII

VALORES DE FACTOR S

T	<6	7	8	12	14	16	18	>20
S	0.100	0.098	0.093	0.065	0.053	0.044	0.038	0.035

Valores intermedios de Tablas IV, V, VI, VII, se interpolan.

2.6.3. ESTUDIO DE LOS EFECTOS DE LA METIDA DEL TIMON

El ángulo de escora que toma un buque al meter el timón a una banda puede calcularse según la fórmula de Attwood siguiente:

$$\theta_t = \text{arc sen } \frac{0.03v^2 H}{R.GM} \quad (2.29)$$

en la que:

θ_t = ángulo de escora al meter el timón.

v = velocidad del buque en nudos durante la evolución.

H = distancia vertical entre el centro de gravedad del buque y el centro de presión lateral, o sea

$$H = KG - \frac{dm}{2} \text{ en metros} \quad (2.30)$$

dm = calado en la sección media del buque

GM = altura metacéntrica transversal del buque, en metros.

R = radio táctico, en metros.

El RADIO TACTICO es la máxima distancia a la que el centro de gravedad del buque se mueve en ángulo recto con su rumbo original antes de iniciar el giro. El valor del radio táctico debe procurarse deducirse de experiencias evolutivas del buque y oscila alrededor del doble de la eslora del mismo.

En el caso de no disponerse de datos reales deducidos del comportamiento del buque, puede calcularse el radio táctico mediante la expresión.

$$R = K_6 \frac{\nabla}{A_t} \quad (2.31)$$

donde:

R = radio táctico, en metros.

∇ = volumen de carena, en metros cúbicos.

A_t = área lateral del timón, en metros cuadrados.

K_6 = coeficiente que depende de la relación v/s . L_{pp} donde S es la superficie del plano de deriva, en metros cuadrados y L_{pp} es la eslora entre perpendiculares, en metros.

Los valores de K_6 se indican en la figura 17, tomada de la publicación de SNAME titulada "Principles of Naval Architecture", en función del ángulo de metida del timón.

La VELOCIDAD del buque durante la evolución, es la obtenida de la expresión:

$$\frac{V_s}{V} = 1 - \frac{\alpha A_t}{K_7 S} \quad (2.32)$$

donde:

V = velocidad del buque antes de la evolución, en nudos.

V_s = velocidad del buque durante la fase estable de la evolución, en nudos.

α = ángulo de metida del timón, en grados.

A_t = área lateral del timón, en metros cuadrados.

S = área del plano de deriva, en metros cuadrados.

K_7 = coeficiente obtenido de la figura 18, deducida de la obra "Principles of Naval Architecture".



BIBLIOTECA
IAC. ING.
MARITIMA

2.6.4. CURVA DE BRAZOS ESCORANTES DEBIDOS A LA METIDA DEL TIMÓN

El brazo de palanca escorante debido a la fuerza centrífuga durante la evolución es:

$$E_t = \frac{V_g^2 H}{gR} \cos \theta \quad (2.33)$$

donde:

V_g = velocidad del buque durante la evolución, en metros/segundo.

H = distancia vertical entre el centro de gravedad del buque y el centro de presión lateral, o sea:

$$H = KG - \frac{dm}{2}, \text{ en metros} \quad (2.30)$$

g = aceleración de la gravedad = 0.81 metros/seg².

R = radio táctico del buque, en metros.

θ = ángulo de inclinación.

Esta expresión toma la forma:

$$E_t = 0.027 \frac{V_g^2 H}{R} \cos \theta \quad (2.34)$$

si se expresan "H" y "R" en metros y "V_g" en nudos.

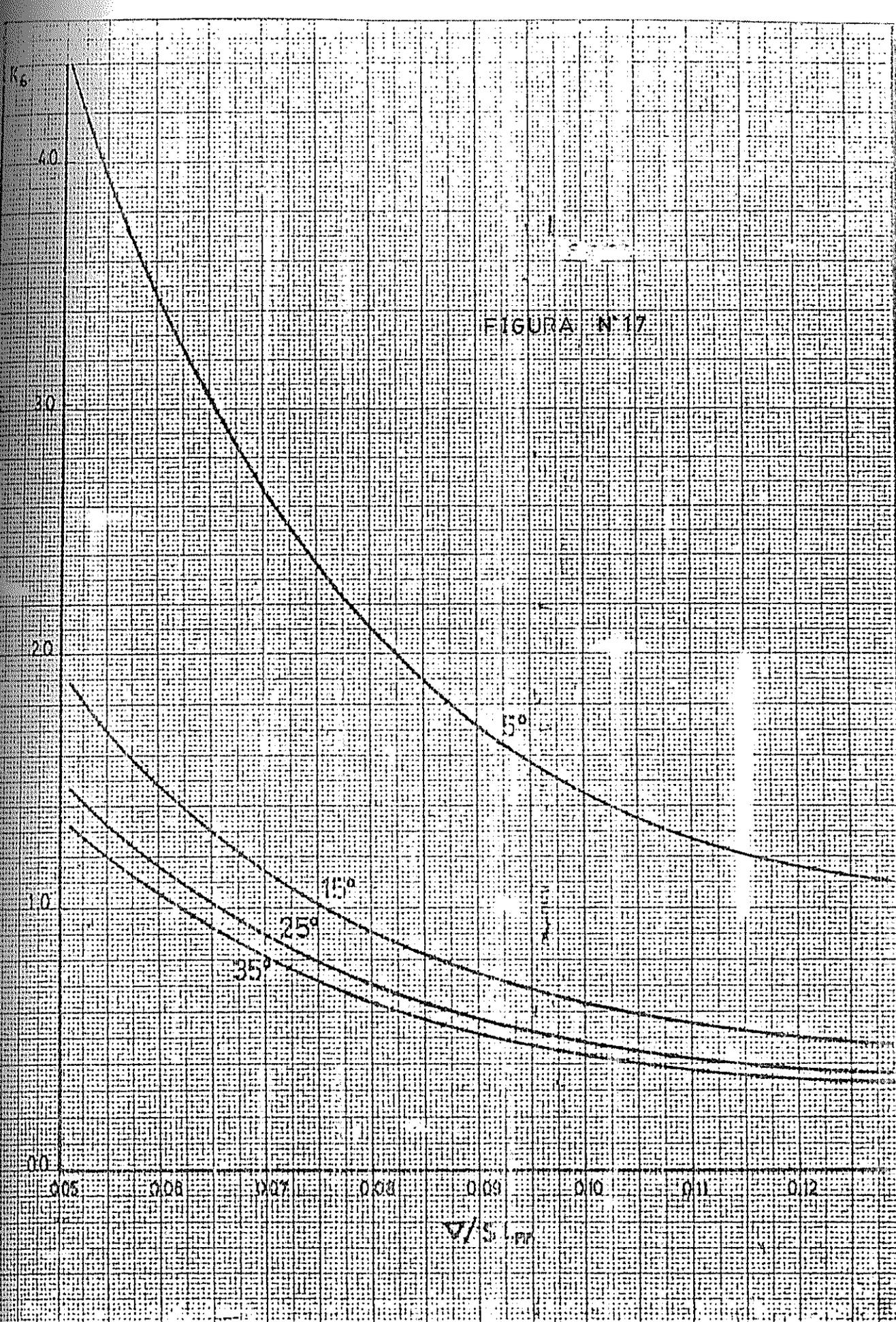


FIGURA N° 17

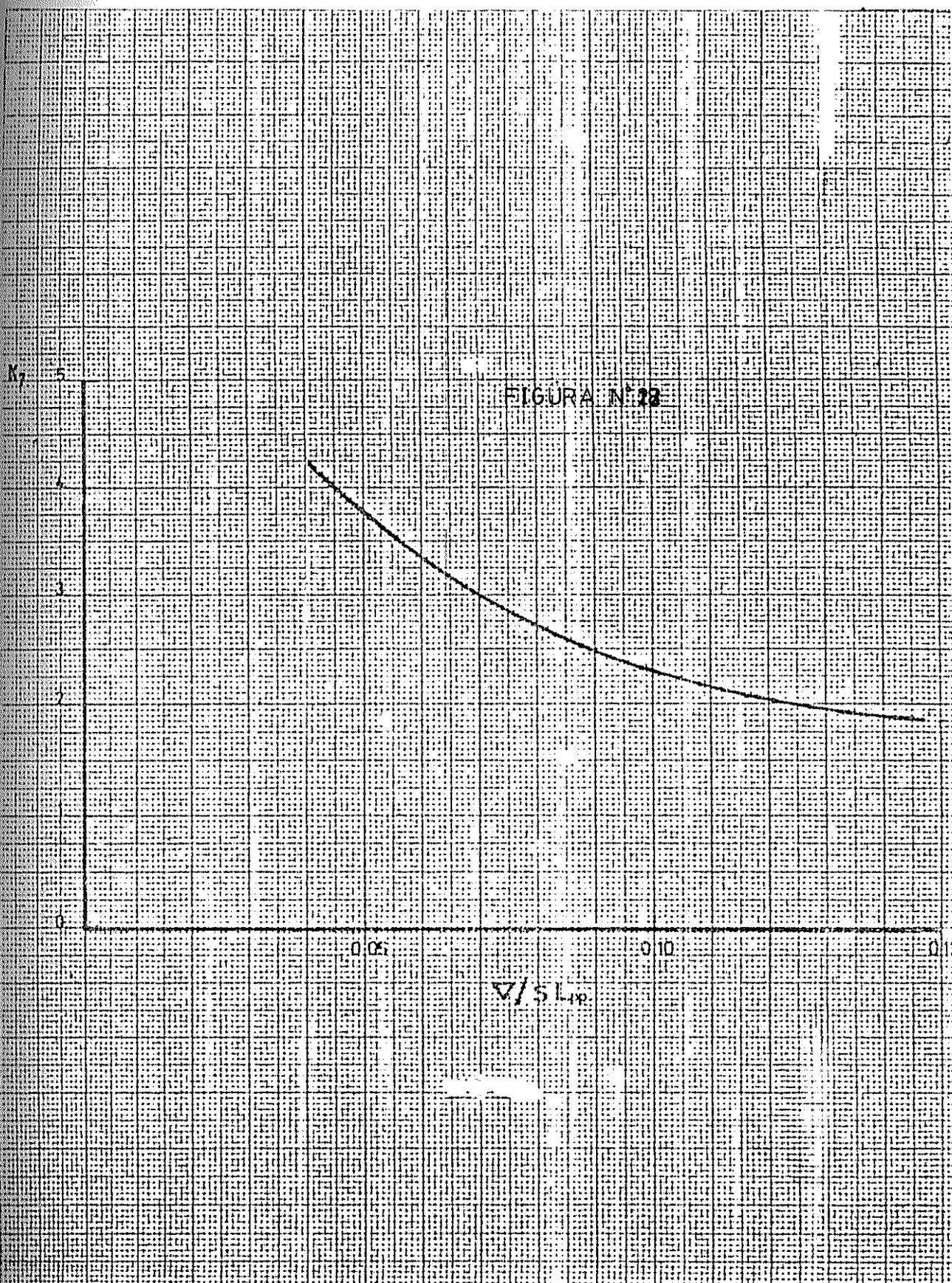


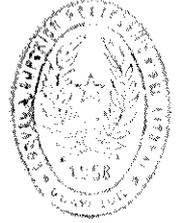
FIGURA N.º 28

$\nabla/SLIP$

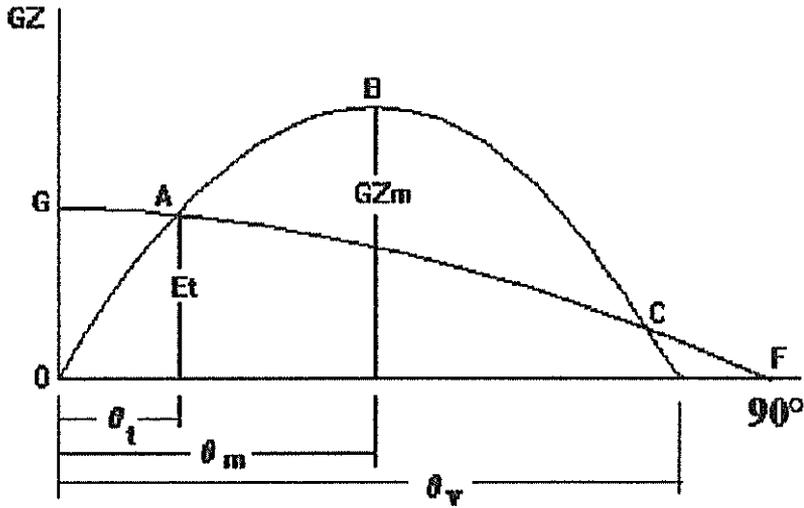
En la figura 19, se representa una Curva de Brazos Escorantes GACF según la expresión (2.33) o (2.34) sobre una Curva de Brazos de Adrizamiento tipo OABCD.

De acuerdo con los criterios habitualmente reconocidos, comprobados mediante el estudio de su efecto sobre varios buques pesqueros, la estabilidad se considera satisfactoria si, realizando una construcción similar a la de la figura 19 sobre la Curva de Brazos de Adrizamiento correspondiente a la situación de carga más peligrosa, se cumplen las siguientes condiciones:

- a) El brazo escorante E_t no debe ser superior al 60% de GZ_m .
- b) θ_v , que es el ángulo de escora en la fase estable de la evolución, no debe ser superior a 15° .
- c) La reserva de estabilidad (área encerrada por la curva ABC) no debe ser menor que el 40% del área total de la Curva de Brazos de Adrizamiento hasta θ_v .



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARUBIA



CURVA DE ESTABILIDAD ESTÁTICA CORREGIDA POR UN BRAZO ESCORANTE DEBIDO A LA METIDA DEL TIMON

FIGURA Nº 19

CAPITULO III

CALCULOS TEORICOS

3.1. GENERALIDADES

En este capítulo se realizarán los cálculos teóricos del buque pesquero en estudio en cuatro condiciones de carga diferentes, para obtener la disminución de reserva de estabilidad estática, por efectos de superficie libre en los tanques, debido a la intensidad del viento, metida del timón, e izada de la red (levantamiento de pesos). Se analizará la curva de estabilidad estática en las cuatro condiciones de carga siguientes:

Primera condición: salida de puerto.

Agua:	100%
Combustible:	100%
Captura:	0%

Segunda condición: salida de caladero.

Agua:	40%
Combustible:	40%
Captura:	100%

Tercera condición: llegada a puerto.

Agua:	10%
Combustible:	10%
Captura:	100%

Cuarta condición: llegada a puerto.

Agua:	40%
Combustible:	40%
Captura:	20%

Para determinar la curva de estabilidad estática de un buque es necesario un trabajo largo y laborioso de parte del proyectista por lo que en este estudio se utilizará el programa de computación PC-SHCP, versión 4.05, en su ítem "Estabilidad Intacta".

Para facilidad de presentación y cálculos los gráficos siguientes se los realizaron con la ayuda del programa EASYPLOT que nos permite analizar las curvas obtenidas con el programa PC-SHCP versión 4.05 utilizado.

3.2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL BUQUE PESQUERO CERQUERO "MIRIAN"

3.2.1 Características principales.- El buque pesquero atunero MIRIAN posee las siguientes características, obtenidas de los planos de la embarcación.

ESLORA TOTAL	35.65 m.
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	30.00 m.
ESLORA EN LAD	30.45 m.
MANGA MAXIMA	8.00 m.
PUNTAL AL COSTADO	3.70 m.
CALADO EN LAD	3.60 m.
DESPLAZAMIENTO TOTAL	514.00 ton.
DESPLAZAMIENTO LIGERO	245.83 ton.
VELOCIDAD	12.0 nudos

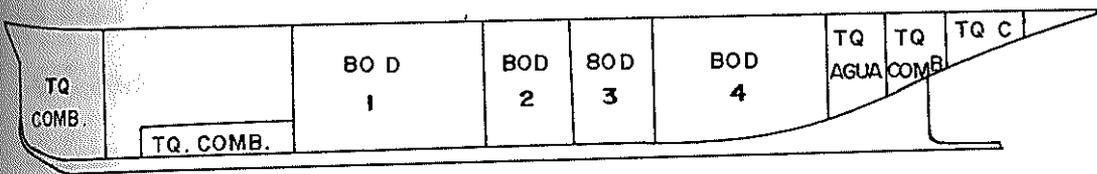


BIBLIOTECA
TAG. TAG.
MANILA

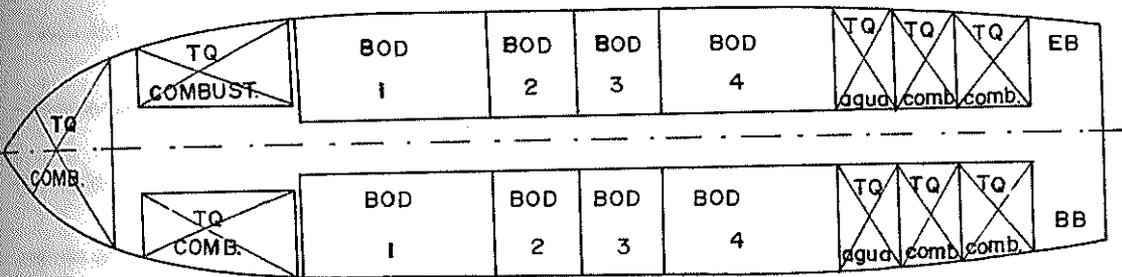
3.2.2 PLANOS DE DISTRIBUCION

El buque pesquero MIRIAN tiene la distribución de tanques de agua y combustible, distribución de bodegas de carga como se muestra en la figura 20.

VISTA DE PERFIL



VISTA EN PLANTA



DISTRIBUCION DE TANQUES

FIG. 20

3.3. CORRECCION A LA CURVA DE ESTABILIDA ESTÁTICA POR EFECTO DE SUPERFICIE LIBRE.

Este efecto estará presente en la segunda, tercera y cuarta condición de carga, al recibir el buque fuerzas exteriores que provoquen en el una escora, por lo tanto, la disminución de la reserva de estabilidad se calculara a partir de las curvas de estabilidad estática corregida por efecto de superficie libre.

Para obtener la curva de estabilidad estática inicial corregida por efecto de superficie libre se empleará el programa de computación PC-SHCP, versión 4.05 en su apartado de trabajo "Trimado y Estabilidad". En las figuras 21-22-23-24 se representa las curvas de estabilidad Estática Inicial y la curva corregida por efecto de superficie libre para cada condición de carga (se observa que en la primera condición de carga salida de puerto no existe el efecto de superficie libre).

PRIMERA CONDICION: SALIDA DE PUERTO

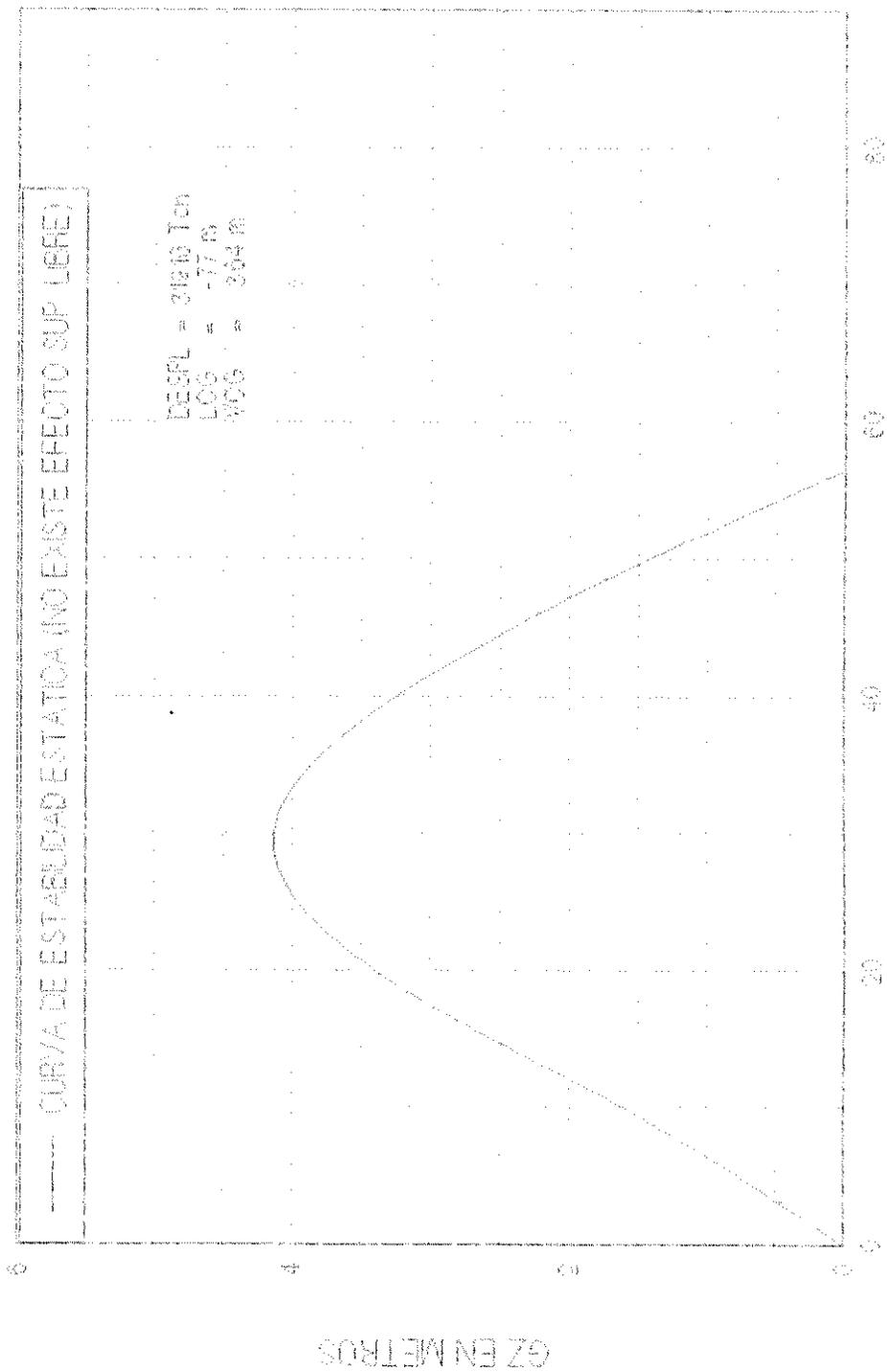


FIGURA N° 21

ANGULOS DE ESCORA EN GRADOS

SEGUNDA CONDICION: SALIDA DE CALADERO

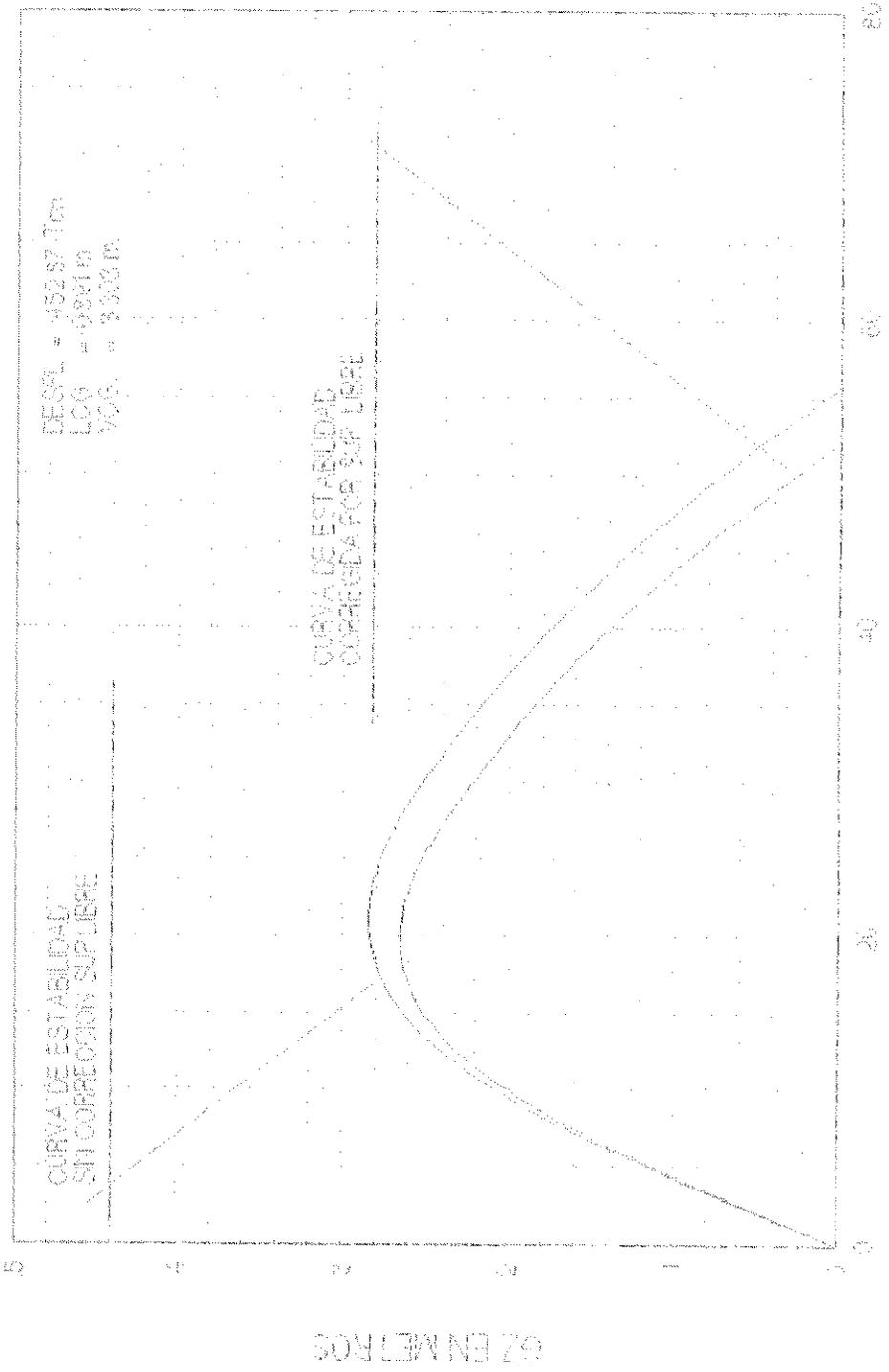


FIGURA N°22

TERCERA CONDICION LLEGADA A PUERTO

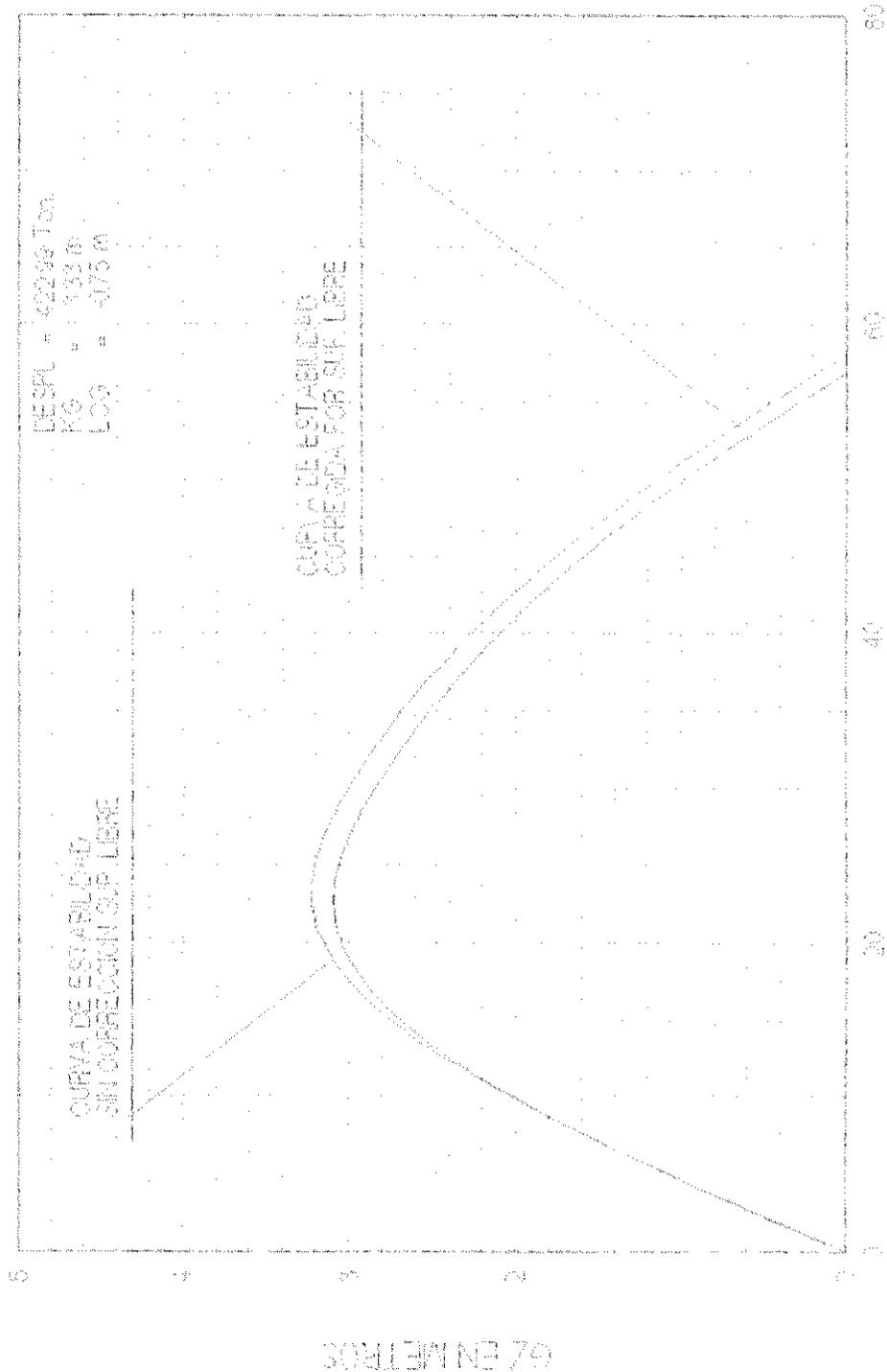


FIGURA N° 23

CUARTA CONDICION LLEGADA A PUERTO

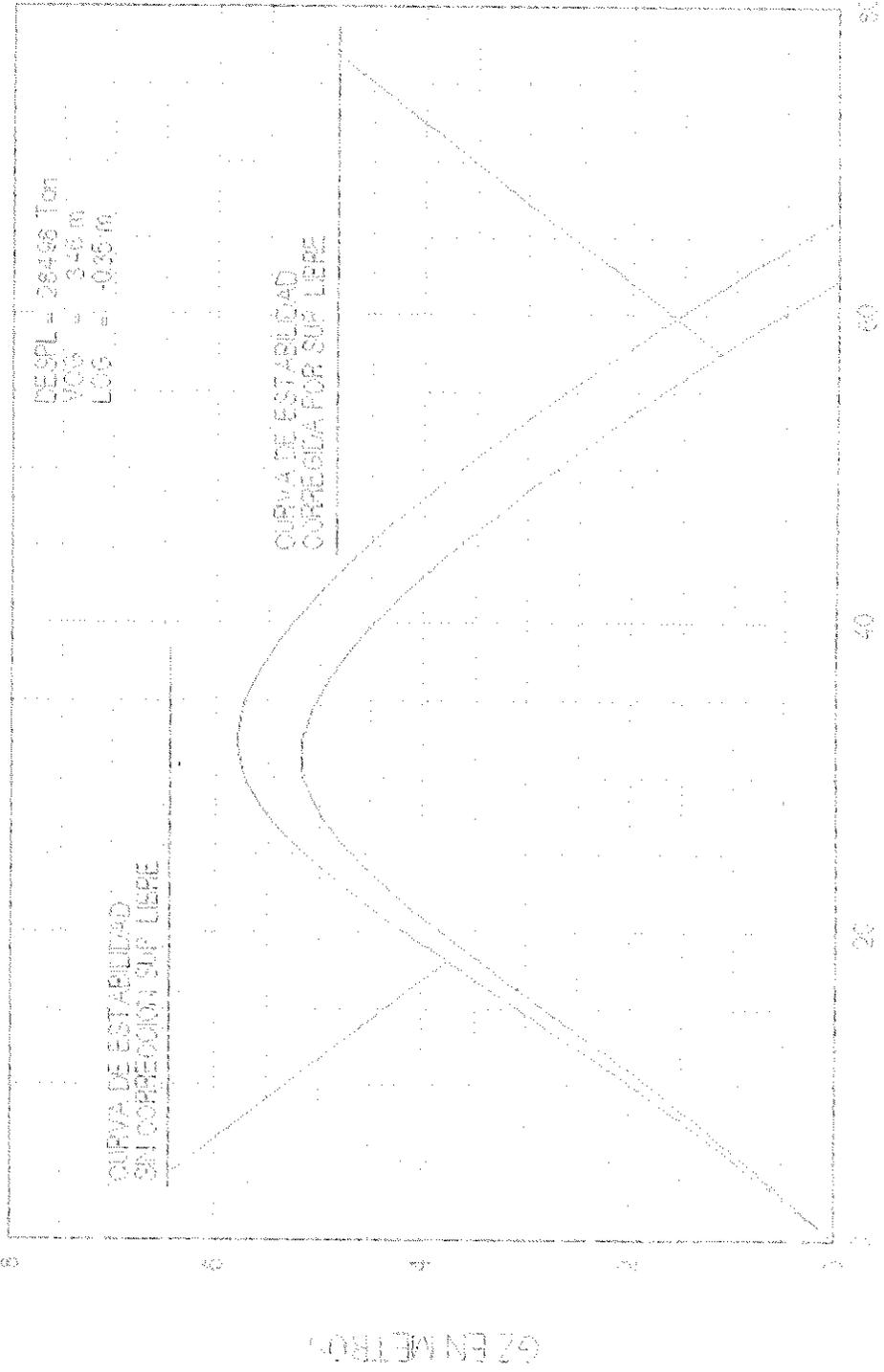


FIGURA N°24

3.4 CONDICIÓN DE CARGA N° 1

En esta condición de carga que corresponde al buque **SALIENDO DE PUERTO** con sus tanques de consumo de agua y combustible llenos y sus bodegas de atún vacías. En esta condición tenemos los siguientes datos obtenidos del programa PC-SHCP versión 4.05 (apéndices A y C).

$$\Delta = 319.16 \text{ Ton.}$$

$$d = 2.38 \text{ m.}$$

$$\text{VCG} = 3.64 \text{ m}$$

$$\text{GM}_{\text{corregido}} = 0.943 \text{ m.}$$

3.4.1 CURVA DE ESTABILIDAD ESTÁTICA CORREGIDA POR LA INTENSIDAD DEL VIENTO

Usando las fórmulas de la U. S. Coast Guard y sus criterios para balance y viento intenso de la OMI encontramos los niveles de escora LW_1 y LW_2 que son constantes para todos los ángulos de escora.

$$LW_1 = \frac{PAZ}{\Delta} \quad \text{Ec. (2.23)}$$

$$LW_1 = \frac{0.0514 \times 142.69 \times 3.41}{319.16} = 0.078m.$$

$$LW_2 = 1.5 LW_1 \quad \text{Ec. (2.24)}$$

$$LW_2 = 1.5 \times 0.078 = 0.117 \text{ m.}$$

En esta condición de carga tenemos las siguientes características del buque pesquero

“MIRIAN”

$$B = 7.7 \text{ m.}$$

$$L = 28.78 \text{ m.}$$

$$d = 2.38 \text{ m.}$$

$$KB = 2.04 \text{ m.} \quad (\text{Medido desde L. B.})$$

datos obtenidos de las curvas hidrostática (apéndice A) y planos de la embarcación.

El ángulo de balance θ_1 se calcula usando la siguiente fórmula:

$$\theta_1 = 109kX_1X_2\sqrt{rs} \quad \text{Ec. (2.25)}$$

$$\theta_1 = 109 \times 0.7 \times 0.852 \times 0.94 \times \sqrt{0.896 \times 0.0363}$$

$$\theta_1 = 11.02^\circ$$

En la figura 25 se representa la reserva de estabilidad de la curva de estabilidad estática sometida a la intensidad del viento.

$$T = \frac{2cB}{\sqrt{GM}}$$

$$c = 0.373 + 0.023(B/d) - 0.043(L/100)$$

$$c = 0.373 + 0.023(7.7/2.38) - 0.043(28.78/100)$$

$$c = 0.4346$$

$$T = \frac{2 \times 0.4346 \times 7.7}{\sqrt{0.943}}$$

$$T = 6.89 \text{ seg.}$$

PRIMERA CONDICION SALIDA DE PUERTO

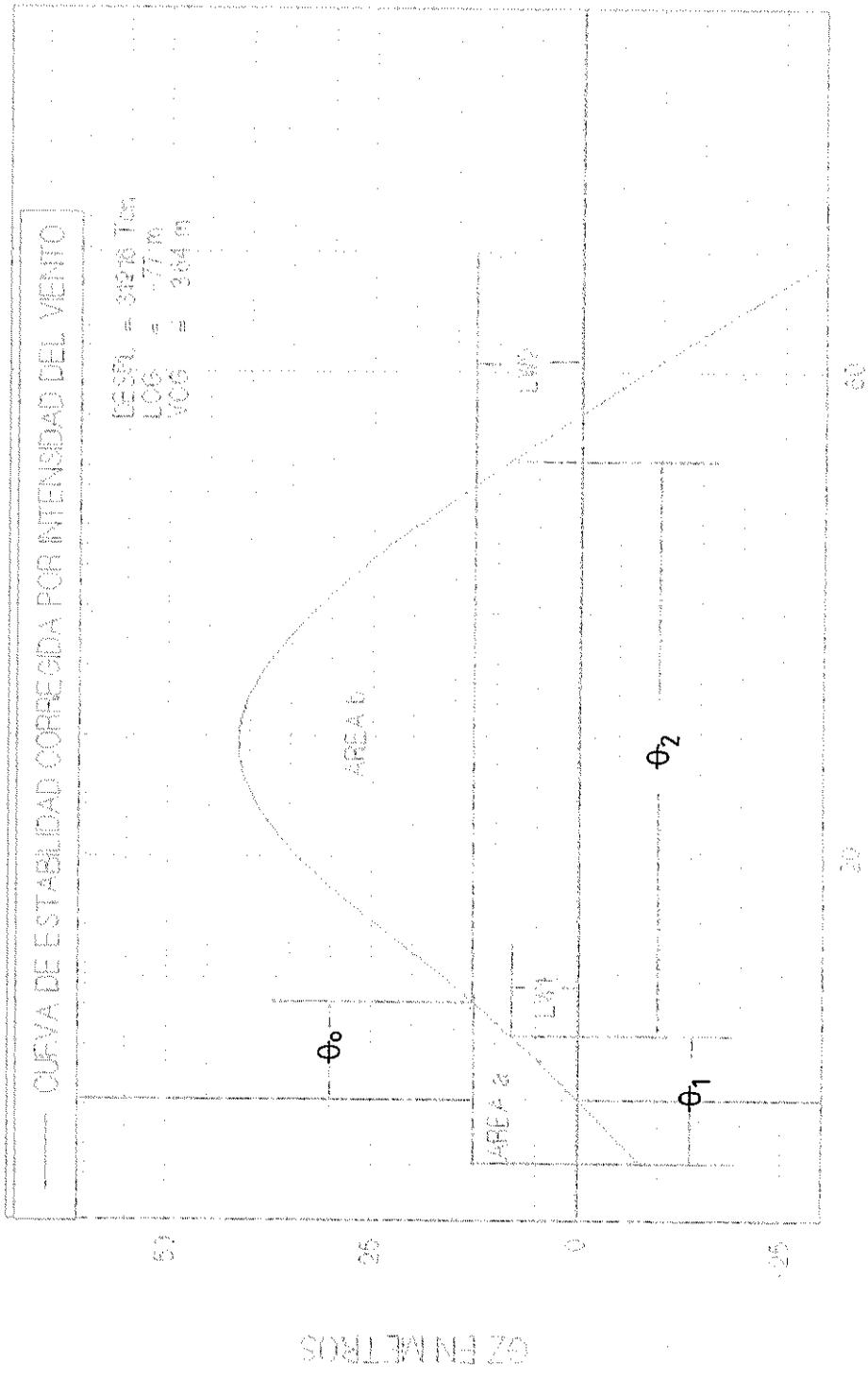


FIGURA N° 25

BIBLIOTECA
 FAC. ING.
 GUATEMALA



3.4.2 CURVA DE BRAZOS ESCORANTES POR EFECTO DE LA METIDA DEL TIMON

Para los cálculos de esta condición necesitaremos los siguientes datos obtenidos de los planos del buque y curvas hidrostática (apéndice A):

$$\nabla = 311.38 \text{ m}^3$$

$$A_t = 1.43 \text{ m}$$

$$L_{pp} = 28.78 \text{ m}$$

$$V = 12 \text{ nudos}$$

$$s = 70.25 \text{ m}^2$$

$$GM = 0.943 \text{ m}$$

$$H = 1.6 \text{ m}$$

$$\alpha = 25^\circ$$

Se obtiene el radio táctico aplicando la ecuación siguiente:

$$R = K_g \frac{\nabla}{A_t} \quad \text{Ec. (2.31)}$$

K_g se obtiene de la figura 17 y esta en función de la relación $\frac{\nabla}{s \times L_{pp}} = 0.154$ y

observando en el gráfico encontramos el valor de $K_g = 0.36$

$$R = 0.36 \times \frac{311.38}{1.43}$$

$$R = 78.39 \text{ m}$$

Para encontrar la velocidad del buque durante la evolución se utilizara la ecuación:

$$V_g = V \left(1 - \frac{\alpha \cdot A_t}{K_7 s} \right) \quad \text{Ec. (2.32)}$$

K_7 se obtiene de la figura 18 entrando con la relación $\frac{\nabla}{sL_{pp}} = 0.154$ y se encuentra

el valor de $K_7 = 1.85$

$$V_g = 12 \left(1 - \frac{25 \times 1.43}{1.85 \times 70.25} \right)$$

$$V = 8.70 \text{ Nudos}$$

Para obtener el ángulo de escora que provoca la metida del timón hacia una banda se

usara la fórmula siguiente:

$$\theta_t = \arcsen \frac{V_g^2 \times 0.03 \times H}{R * GM} \quad \text{Ec. (2.29)}$$

$$\theta_t = \arcsen \frac{(8.7)^2 \times 0.03 \times 1.6}{78.39 \times 0.943}$$

$$\theta_t = 2.82^\circ$$

Para obtener la curva de brazos escorantes se utiliza la ecuación :

$$E_t = 0.027 \frac{V_g^2 H}{R} \cos \theta \quad \text{Ec. (2.34)}$$

$$E_t = 0.027 \frac{(8.7)^2 \times 1.6}{78.39} \cos \theta$$

Teniendo para cada ángulo de escora lo siguiente:

$$E_t = 0.042 \times \cos 0^\circ \Rightarrow 0.042$$

$$E_t = 0.042 \times \cos 10^\circ \Rightarrow 0.041$$

$$E_t = 0.042 \times \cos 20^\circ \Rightarrow 0.039$$

$$E_t = 0.042 \times \cos 30^\circ \Rightarrow 0.036$$

$$E_t = 0.042 \times \cos 40^\circ \Rightarrow 0.032$$

$$E_t = 0.042 \times \cos 50^\circ \Rightarrow 0.027$$

$$E_t = 0.042 \times \cos 60^\circ \Rightarrow 0.021$$

$$E_t = 0.042 \times \cos 70^\circ \Rightarrow 0.014$$

$$E_t = 0.042 \times \cos 80^\circ \Rightarrow 0.007$$

$$E_t = 0.042 \times \cos 90^\circ \Rightarrow 0.00$$

La curva de estabilidad estática corregida por efecto de la metida del timón se representa en la figura 26.

PRIMERA CONDICION SALIDA DE PUERTO

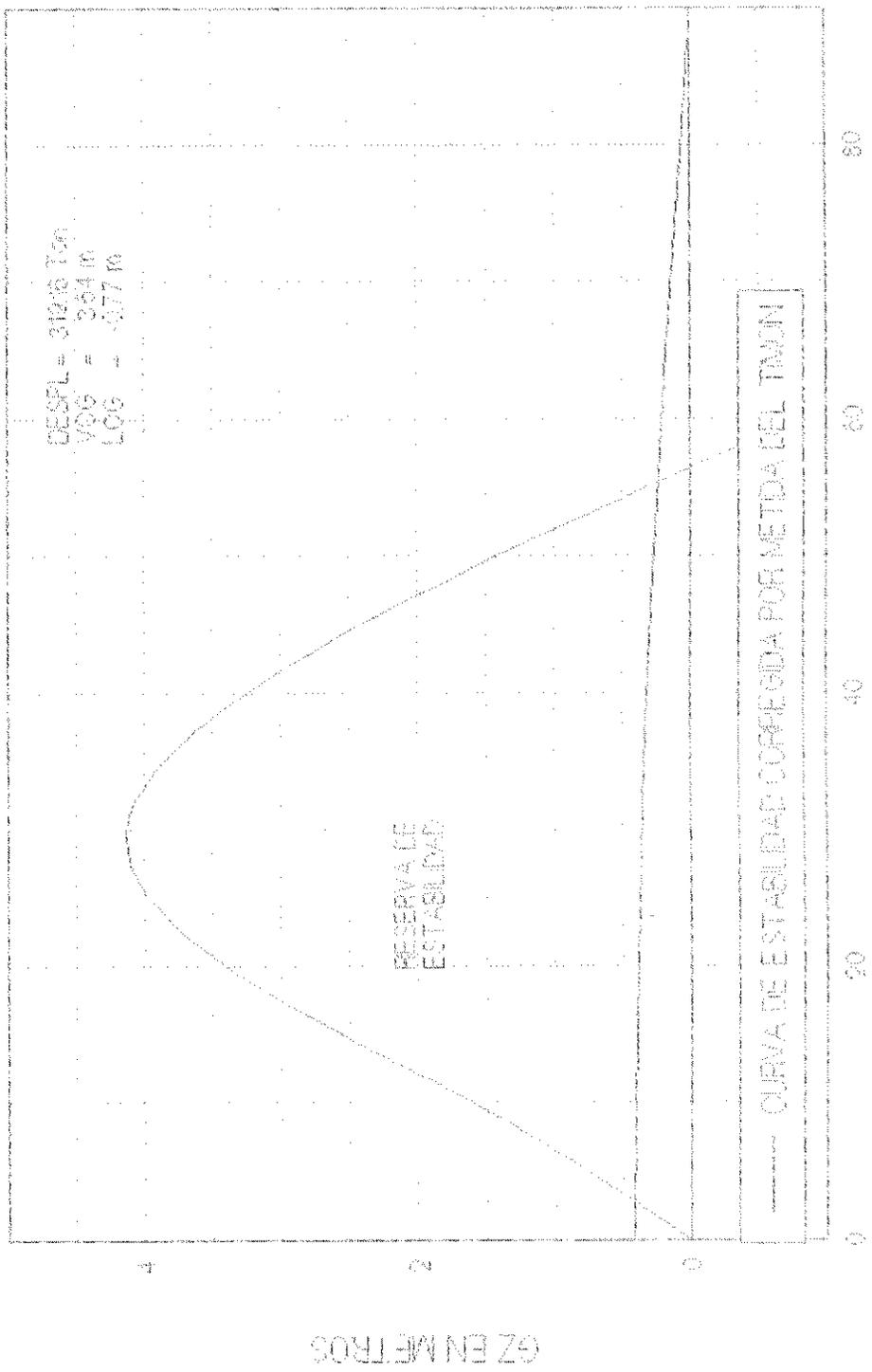


FIGURA N° 26

ANGULOS DE ESCOPIA (GRADOS)

3.5 CONDICION DE CARGA N° 2

En esta condición de carga que corresponde al buque **SALIENDO DE CALADERO** con sus tanques de consumo de agua y combustible en un 40 % y sus bodegas de atún llenas. Obtenemos los siguientes datos del programa PC-SHCP versión 4.05 (apéndices A y C).

$$\Delta = 445.511 \text{ Ton.}$$

$$d = 3.03 \text{ m.}$$

$$\text{VCG} = 3.30 \text{ m}$$

$$\text{GM}_{\text{corregido}} = 1.173 \text{ m.}$$

3.5.1 CURVA DE ESTABILIDAD ESTÁTICA CORREGIDA POR LA INTENSIDAD DEL VIENTO

Usando las fórmulas de la U. S. Coast Guard y sus criterios para balance y viento intenso de la OMI encontramos los niveles de escora LW_1 y LW_2 que son constantes para todos los ángulos de escora.

$$LW_1 = \frac{PAZ}{\Delta} \quad \text{Ec. (2.23)}$$

$$LW_1 = \frac{0.0514 \times 123.36 \times 3.36}{445.511} = 0.048m.$$

$$LW_2 = 15LW_1 \quad \text{Ec. (2.24)}$$

$$LW_2 = 15 \times 0.048 = 0.072m.$$

En esta condición de carga tenemos las siguientes características del buque pesquero "MIRIAN"

$$B = 7.82 \text{ m.}$$

$$L = 30.76 \text{ m.}$$

$$d = 3.03 \text{ m.}$$

$$KB = 2.43 \text{ m.} \quad (\text{Medido desde L. B.})$$

datos obtenidos de las curvas hidrostática (apéndice A) y planos de la embarcación.

El ángulo de balance θ_1 se calcula usando la siguiente formula:

$$\theta_1 = 109kX_1X_2\sqrt{rs} \quad \text{Ec. (2.25)}$$

$$\theta_1 = 109 \times 0.7 \times 0.964 \times 0.947 \times \sqrt{0.61 \times 0.0999}$$

$$\theta_1 = 17.19^\circ$$

En la figura 27 se representa la reserva de estabilidad de la curva de estabilidad estática sometida a la intensidad del viento.

$$T = \frac{2cB}{\sqrt{GM}}$$

$$c = 0.373 + 0.023(B/d) - 0.043(L/100)$$

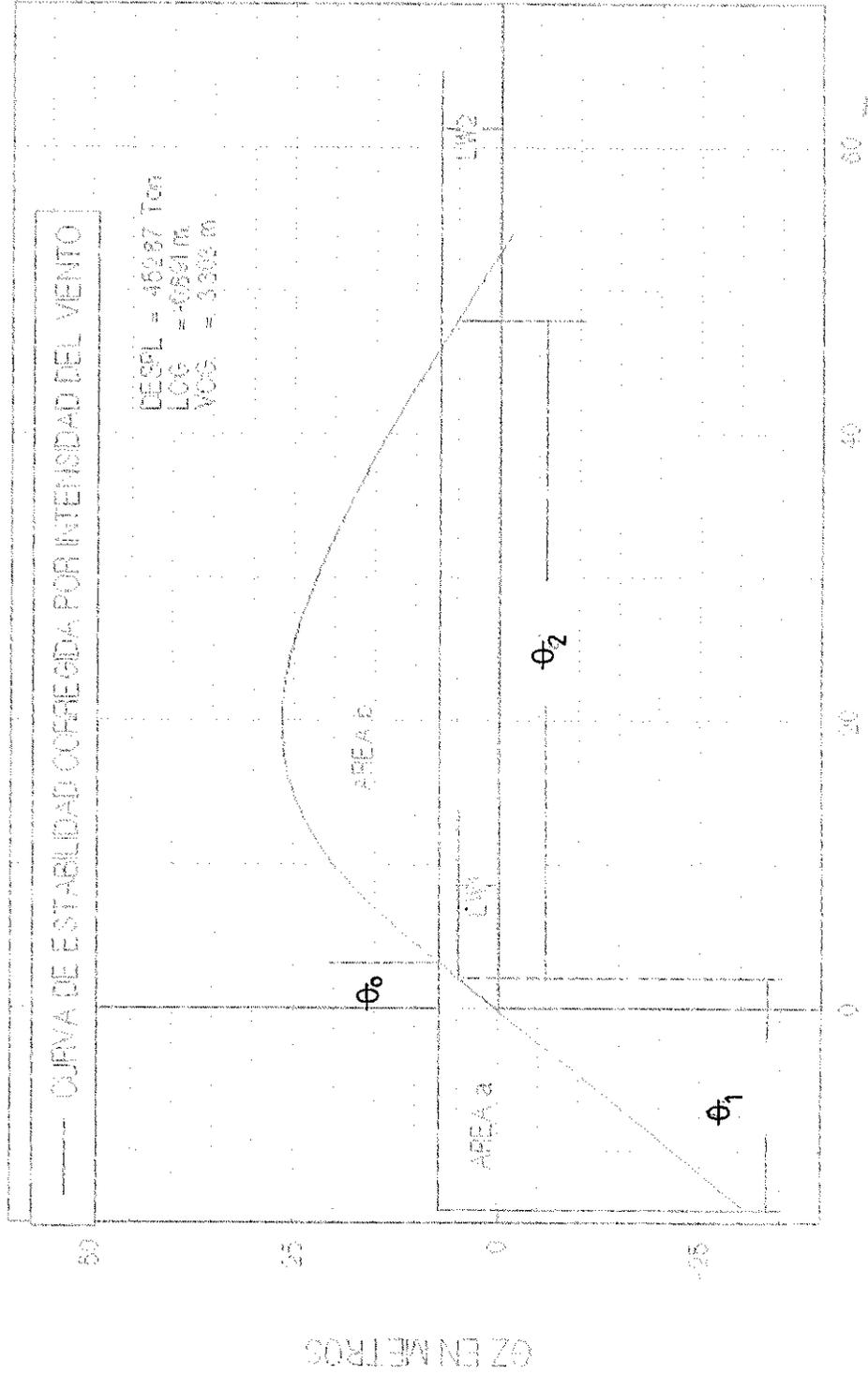
$$c = 0.373 + 0.023(7.82/3.03) - 0.043(30.76/100)$$

$$c = 0.4193$$

$$T = \frac{2 \times 0.4193 \times 7.82}{\sqrt{1173}}$$

$$T = 6.06 \text{ seg.}$$

SEGUNDA CONDICION SALIDA DE CALADERO



BIBLIOTECA
 FAC. ING.
 MARITIMA

FIGURA Nº 27

3.5.2 CURVA DE BRAZOS ESCORANTES POR EFECTO DE LA METIDA DEL TIMON

Para los cálculos de esta condición necesitaremos los siguientes datos obtenidos de los planos del buque y curvas hidrostática (apéndice A):

$$\nabla = 434.64 \text{ m}^3$$

$$A_t = 1.43 \text{ m}$$

$$L_{pp} = 30.76 \text{ m}$$

$$V = 12 \text{ nudos}$$

$$s = 89.59 \text{ m}^2$$

$$GM = 1.228 \text{ m}$$

$$H = 0.87 \text{ m}$$

$$\alpha = 25^\circ$$

Se obtiene el radio táctico aplicando la ecuación siguiente:

$$R = K_\delta \frac{\nabla}{A_t} \quad \text{Ec. (2.31)}$$

K_δ se obtiene de la figura 17 y esta en función de la relación $\frac{\nabla}{s \times L_{pp}} = 0.158$ y

observando en el gráfico encontramos el valor de $K_\delta = 0.36$

$$R = 0.36 \times \frac{434.64}{1.43}$$

$$R = 109.42m$$

Para encontrar la velocidad del buque durante la evolución se utilizara la ecuación:

$$V_g = V \left(1 - \frac{\alpha \cdot A_t}{K_7 s} \right) \quad \text{Ec. (2.32)}$$

K_7 se obtiene de la figura 18 entrando con la relación $\frac{\nabla}{sL_{pp}} = 0.154$ y se encuentra

el valor de $K_7 = 1.85$

$$V_g = 12 \left(1 - \frac{25 \times 1.43}{1.85 \times 89.59} \right)$$

$$V = 9.41 \text{Nudos}$$

Para obtener el ángulo de escora que provoca la metida del timón hacia una banda se usará la fórmula siguiente:

$$\theta_t = \arcsen \frac{V_g^2 \times 0.03 \times H}{R * GM} \quad \text{Ec. (2.29)}$$

$$\theta_t = \arcsen \frac{(9.41)^2 \times 0.03 \times 0.87}{109.42 \times 1.228}$$

$$\theta_t = 0.98^\circ$$

Para obtener la curva de brazos escorantes se utiliza la ecuación :

$$E_t = 0.027 \frac{V_s^2 H}{R} \cos \theta \quad \text{Ec. (2.34)}$$

$$E_t = 0.027 \frac{(9.41)^2 \times 0.87}{109.42} \cos \theta$$

Teniendo para cada ángulo de escora lo siguiente:

$$E_t = 0.019 \times \cos 0^\circ \Rightarrow 0.019$$

$$E_t = 0.019 \times \cos 10^\circ \Rightarrow 0.0187$$

$$E_t = 0.019 \times \cos 20^\circ \Rightarrow 0.0178$$

$$E_t = 0.019 \times \cos 30^\circ \Rightarrow 0.0165$$

$$E_t = 0.019 \times \cos 40^\circ \Rightarrow 0.0145$$

$$E_t = 0.019 \times \cos 50^\circ \Rightarrow 0.0122$$

$$E_t = 0.019 \times \cos 60^\circ \Rightarrow 0.009$$

$$E_t = 0.019 \times \cos 70^\circ \Rightarrow 0.006$$

$$E_t = 0.019 \times \cos 80^\circ \Rightarrow 0.003$$

$$E_t = 0.019 \times \cos 90^\circ \Rightarrow 0.00$$

La curva de estabilidad estática corregida por efecto de la metida del timón se representa en la figura 28.

SEGUNDA CONDICION SALIDA DE CALADERO

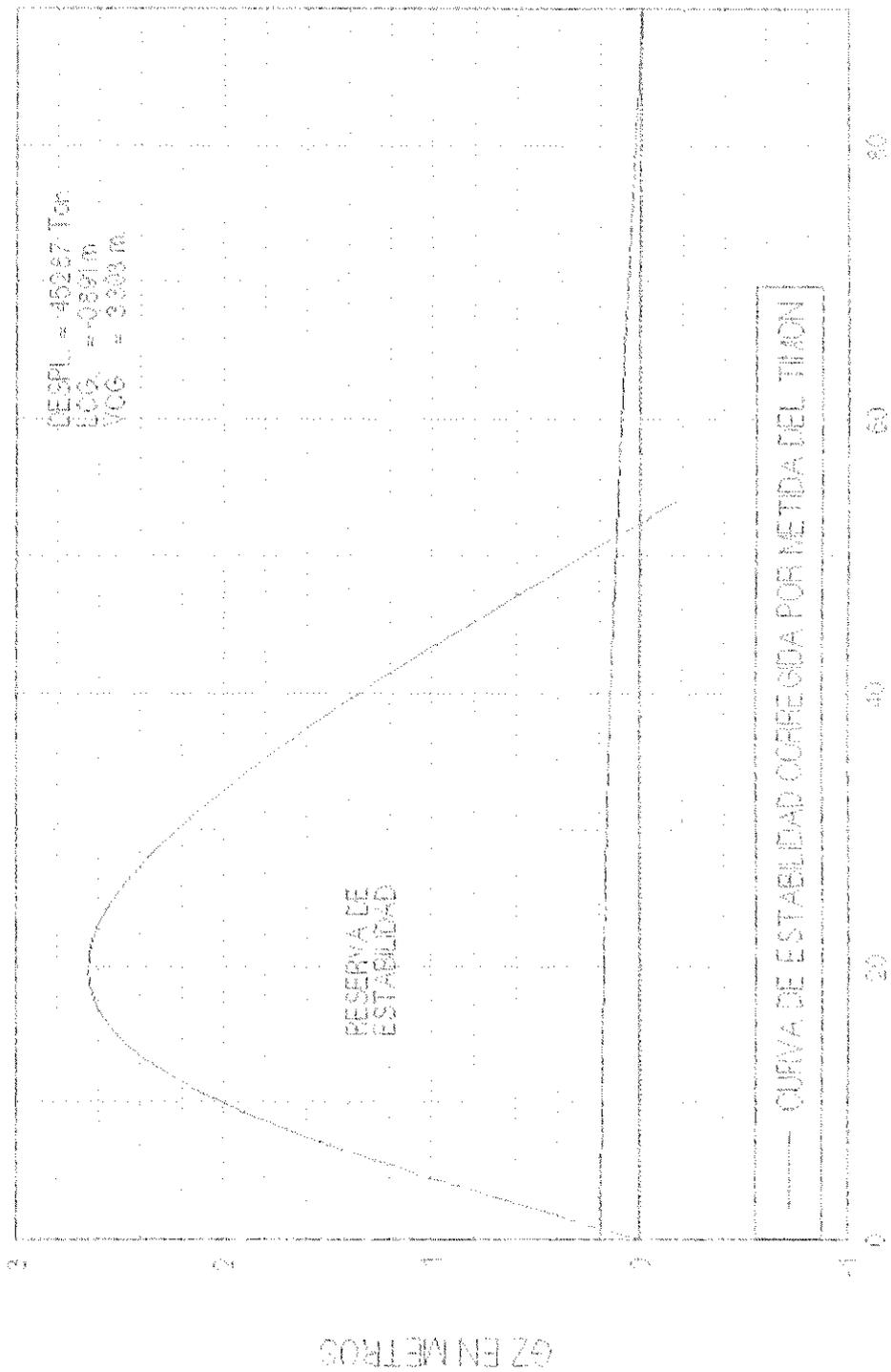


FIGURA N° 28

3.5.3 CURVA DE ESTABILIDAD CORREGIDA POR TRACCION DEL HALADOR

En esta condicion de carga se considera al buque pesquero con una fuerza vertical que ejerce en la tracción de 10 Tm provocando un aumento del desplazamiento en dicha cantidad, quedando el desplazamiento con 462,87 Tm.

Datos del halador:

Fuerza vertical que ejerce en la tracción: $p = 10 \text{ Tm}$.

Coordenadas del rodillo del halador: $Kg = 13 \text{ m}$.

$l_{cg} = 9.6 \text{ m}$. a popa de seccion media

$t_{cg} = 4.00 \text{ m}$

Para encontrar el brazo escorante se utilizo la formula siguiente:

$$\text{Brazo escorante} = \frac{\text{Momento escorante}}{\text{desplazamiento}} \quad (3.1)$$

$$\text{Momento escorante} = p \cdot t_{cg} \cdot \cos \theta \quad (3.2)$$

TABLA VIII

DATOS DE BRAZO ESCORANTE POR TRACCION DEL HALADOR

Ang. de escora θ	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
Mom. escorante	40	39.39	37.59	34.64	30.64	25.71	20
Brazo escorante	0.086	0.085	0.081	0.075	0.066	0.055	0.043

La escora producida por la traccion del halador se calcula analiticamente mediante la fórmula:

$$Tg\theta = \frac{p \times t_{cg.}}{\Delta \times GM_{\text{corregido}}} \quad (3.3)$$

$$Tg\theta = \frac{10 \times 4}{462.87 \times 1.173}$$

$$\theta = 4.21^\circ$$

La curva de estabilidad estatica corregida por el efecto del halador se observa en la figura 29.

SEGUNDA CONDICION SALIDA DE CALADERO

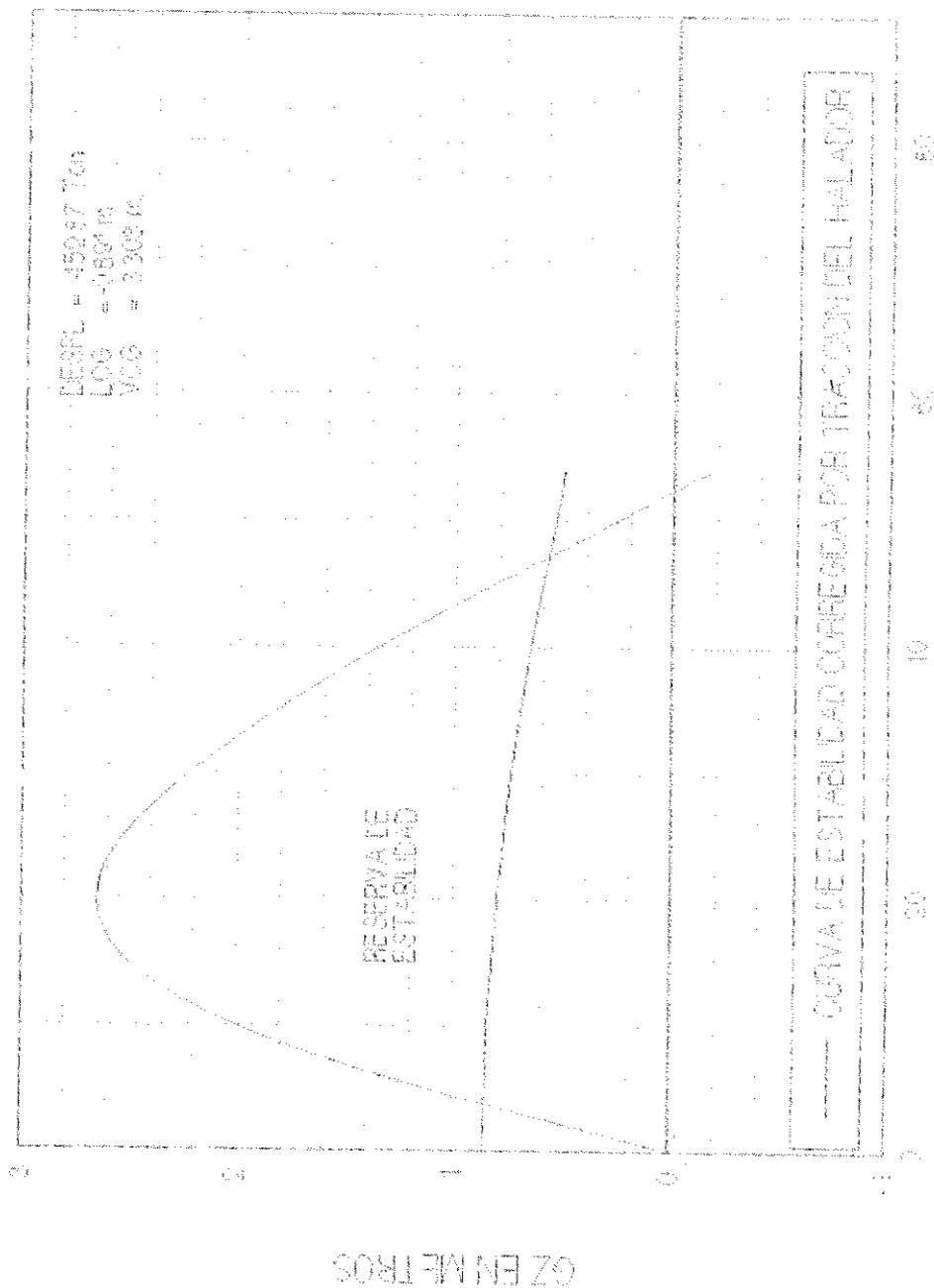


Figura 11-20

MIGULOS DE ESCORA (GRADOS)

BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA



3.6 CONDICION DE CARGA N° 3

En esta condición de carga que corresponde al buque **LLEGANDO A PUERTO** con sus tanques de consumo de agua y combustible en un 10 % y sus bodegas de atún llenas. Obtenemos los siguientes datos del programa PC-SHCP versión 4.05 (apéndice A y C)

$$\Delta = 422.99 \text{ Ton.}$$

$$d = 2.93 \text{ m.}$$

$$\text{VCG} = 3.33 \text{ m}$$

$$\text{GM}_{\text{corregido}} = 1.123 \text{ m.}$$

3.6.1 CURVA DE ESTABILIDAD ESTATICA CORREGIDA POR LA INTENSIDAD DEL VIENTO

Usando las fórmulas de la U. S. Coast Guard y sus criterios para balance y viento intenso de la OMI encontramos los niveles de escora LW_1 y LW_2 que son constantes para todos los ángulos de escora.

$$LW_1 = \frac{PAZ}{\Delta} \quad \text{Ec. (2.23)}$$

$$LW_1 = \frac{0.0514 \times 126.41 \times 3.36}{422.99} = 0.052m.$$

$$LW_2 = 15LW_1 \quad \text{Ec. (2.24)}$$

$$LW_2 = 15 \times 0.052 = 0.078m.$$

En esta condición de carga tenemos las siguientes características del buque pesquero

“MIRIAN”

$$B = 7.80 \text{ m.}$$

$$L = 30.34 \text{ m.}$$

$$d = 2.93 \text{ m.}$$

$$KB = 2.37 \text{ m.} \quad (\text{Medido desde L. B.})$$

datos obtenidos de las curvas hidrostática (apéndice A) y planos de la embarcación.

El ángulo de balance θ_1 se calcula usando la siguiente fórmula:

$$\theta_1 = 109kX_1X_2\sqrt{rs} \quad \text{Ec. (2.25)}$$

$$\theta_1 = 109 \times 0.7 \times 0.954 \times 0.946 \times \sqrt{0.67 \times 0.0998}$$

$$\theta_1 = 17.81^\circ$$

En la figura 30 se representa la reserva de estabilidad de la curva de estabilidad estática sometida a la intensidad del viento.

$$T = \frac{2cB}{\sqrt{GM}}$$

$$c = 0.373 + 0.023(B/d) - 0.043(L/100)$$

$$c = 0.373 + 0.023(7.80/2.93) - 0.043(30.34/100)$$

$$c = 0.421$$

$$T = \frac{2 \times 0.4346 \times 7.80}{\sqrt{1.123}}$$

$$T = 6.20 \text{ seg.}$$

TERCERA CONDICION LLEGADA A PUERTO

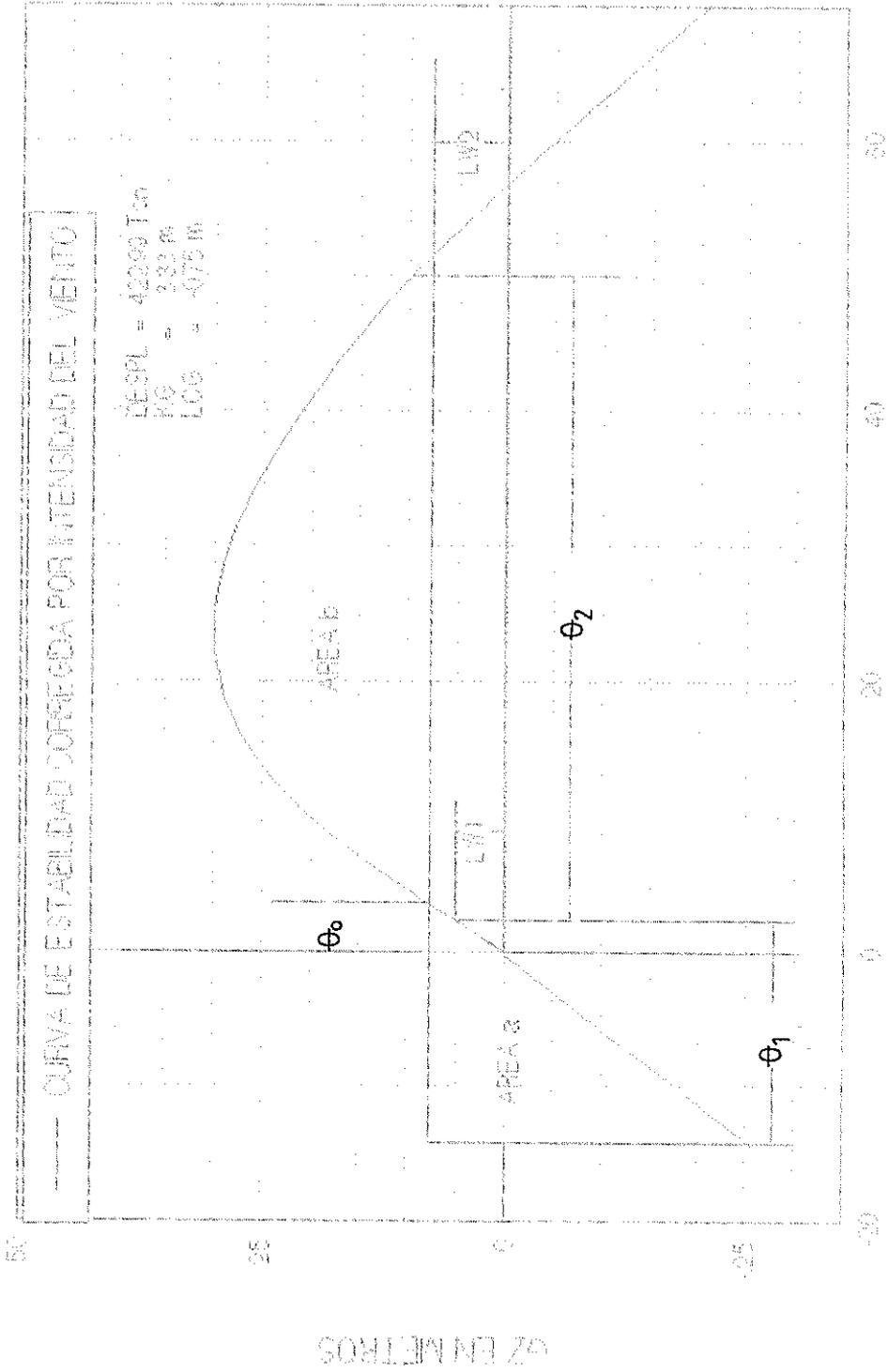


FIGURA N° 30



BIBLIOTECA
EAC. ING.
QUITO

3.6.2 CURVA DE BRAZOS ESCORANTES POR EFECTO DE LA METIDA DEL TIMON

Para los cálculos de esta condición necesitaremos los siguientes datos obtenidos de los planos del buque y curvas hidrostática (apéndice A)

$$\nabla = 412.67 \text{ m}^3$$

$$A_t = 1.43 \text{ m.}$$

$$L_{pp} =$$

$$V = 12 \text{ nudos.}$$

$$s = 86.53 \text{ m}^2$$

$$GM = 1.167 \text{ m}$$

$$H = 0.96 \text{ m}$$

$$\alpha = 25^\circ$$

Se obtiene el radio táctico aplicando la ecuación siguiente:

$$R = K_6 \frac{\nabla}{A_t} \quad \text{Ec. (2.31)}$$

K_6 se obtiene de la figura 17 y esta en función de la relación $\frac{\nabla}{s \times L_{pp}} = 0.159$ y

observando en el gráfico encontramos el valor de $K_6 = 0.36$

$$R = 0.36 \times \frac{412.67}{1.43}$$

$$R = 103.89 \text{ m}$$

Para encontrar la velocidad del buque durante la evolución se utilizará la ecuación:

$$V_s = V \left(1 - \frac{\alpha \cdot A_t}{K_7 s} \right) \quad \text{Ec. (2.32)}$$

K_7 se obtiene de la figura 18 entrando con la relación $\frac{\nabla}{sL_{pp}} = 0.154$ y se obtiene el

valor de $K_7 = 1.85$

$$V_s = 12 \left(1 - \frac{25 \times 143}{185 \times 86.53} \right)$$

$$V = 9.32 \text{ Nudos}$$

Para obtener el ángulo de escora que provoca la metida del timón hacia una banda se usará la fórmula siguiente:

$$\theta_t = \arcsen \frac{V_s^2 \times 0.03 \times H}{R * GM} \quad \text{Ec. (2.29)}$$

$$\theta_t = \arcsen \frac{(9.32)^2 \times 0.03 \times 0.96}{103.89 \times 1.167}$$

$$\theta_t = 1.18^\circ$$

Para obtener la curva de brazos escorantes se utiliza la ecuación :

$$E_t = 0.027 \frac{V_s^2 H}{R} \cos \theta \quad \text{Ec. (2.34)}$$

$$E_t = 0.027 \frac{(9.32)^2 \times 0.96}{103.89} \cos \theta$$

Teniendo para cada ángulo de escora lo siguiente:

$$E_t = 0.022 \times \cos 0^\circ \Rightarrow 0.022$$

$$E_t = 0.022 \times \cos 10^\circ \Rightarrow 0.0217$$

$$E_t = 0.022 \times \cos 20^\circ \Rightarrow 0.0207$$

$$E_t = 0.022 \times \cos 30^\circ \Rightarrow 0.019$$

$$E_t = 0.022 \times \cos 40^\circ \Rightarrow 0.017$$

$$E_t = 0.022 \times \cos 50^\circ \Rightarrow 0.014$$

$$E_t = 0.022 \times \cos 60^\circ \Rightarrow 0.011$$

$$E_t = 0.022 \times \cos 70^\circ \Rightarrow 0.007$$

$$E_t = 0.022 \times \cos 80^\circ \Rightarrow 0.004$$

$$E_t = 0.022 \times \cos 90^\circ \Rightarrow 0.00$$

La curva de estabilidad estática corregida por efecto de la metida del timón se representa en la figura 31.

TERCERA CONDICION LLEGADA A PUERTO

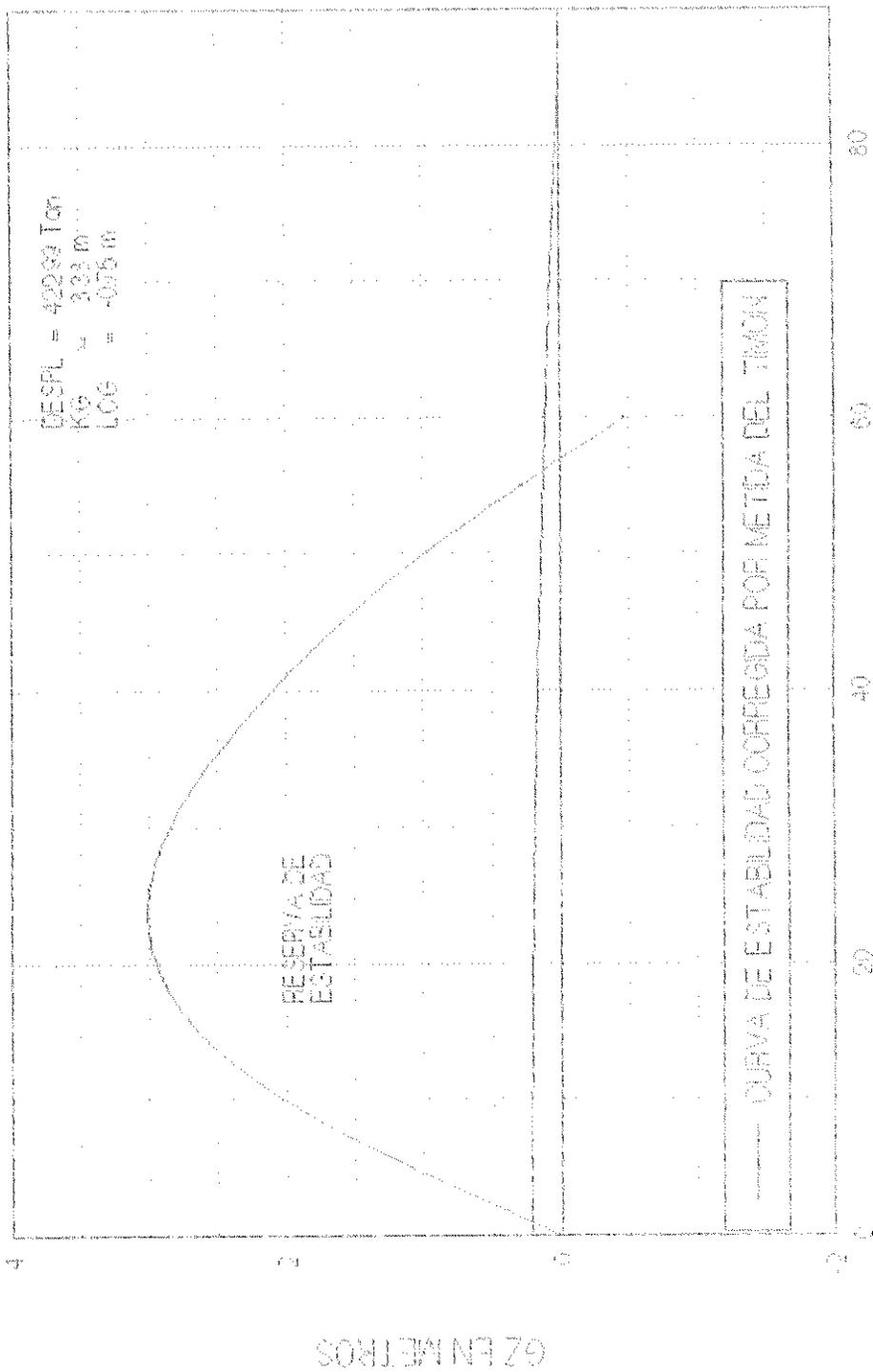


FIGURA N° 31

3.7 CONDICION DE CARGA N° 4

En esta condición de carga que corresponde al buque **LLEGANDO A PUERTO** con sus tanques de consumo de agua y combustible en un 10 % y sus bodegas de atún en un 20% de captura . Obtenemos los siguientes datos del programa PC-SHCP versión 4.05 (apéndice A y C):

$$\Delta = 284.98 \text{ Ton.}$$

$$d = 2.22 \text{ m.}$$

$$\text{VCG} = 3.46 \text{ m}$$

$$\text{GM}_{\text{corregido}} = 0.951 \text{ m.}$$

3.7.1 CURVA DE ESTABILIDAD ESTÁTICA CORREGIDA POR LA INTENSIDAD DEL VIENTO

Usando las fórmulas de la U. S. Coast Guard y sus criterios para balance y viento intenso de la OMI encontramos los niveles de escora LW_1 y LW_2 que son constantes para todos los ángulos de escora.

$$LW_1 = \frac{PAZ}{\Delta} \quad \text{Ec. (2.23)}$$

$$LW_1 = \frac{0.0514 \times 147.27 \times 3.42}{284.81} = 0.091m.$$

$$LW_2 = 15LW_1 \quad \text{Ec. (2.24)}$$

$$LW_2 = 15 \times 0.091 = 0.136m.$$

En esta condición de carga tenemos las siguientes características del buque pesquero

"MIRIAN"

$$B = 7.66 \text{ m.}$$

$$L = 28.42 \text{ m.}$$

$$d = 2.22 \text{ m.}$$

$$KB = 1.95 \text{ m.}$$



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

datos obtenidos de las curvas hidrostática (apéndice A) y planos de la embarcación.

El ángulo de balance θ_1 se calcula de la siguiente fórmula:

$$\theta_1 = 109kX_1X_2\sqrt{rs} \quad \text{Ec. (2.25)}$$

$$\theta_1 = 109 \times 0.7 \times 0.81 \times 0.924 \times \sqrt{0.903 \times 0.098}$$

$$\theta_1 = 16.99^\circ$$

En la figura 32 se representa la reserva de estabilidad de la curva de estabilidad estática sometida a la intensidad del viento.

$$T = \frac{2cB}{\sqrt{GM}}$$

$$c = 0.373 + 0.023(B/d) - 0.043(L/100)$$

$$c = 0.373 + 0.023(7.66/2.22) - 0.043(28.42/100)$$

$$c = 0.4398$$

$$T = \frac{2 \times 0.4398 \times 7.66}{\sqrt{0.951}}$$

$$T = 6.91 \text{ seg.}$$

CUARTA CONDICION LLEGADA A PUERTO

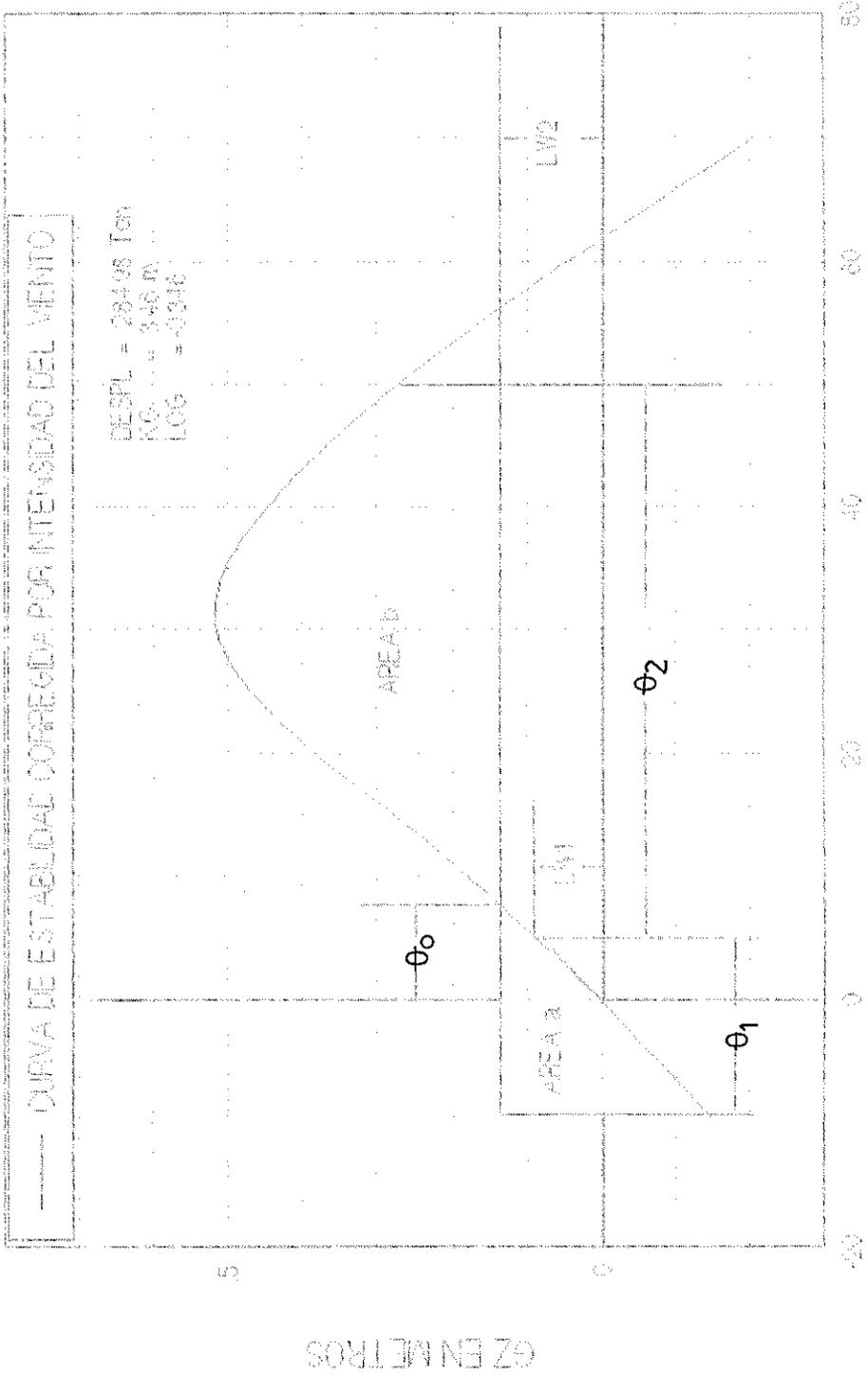


FIGURA N° 32

3.7.2 CURVA DE BRAZOS ESCORANTES POR EFECTO DE LA METIDA DEL TIMON

Para los cálculos de esta condición necesitaremos los siguientes datos obtenidos de los planos del buque y curvas hidrostática:

$$\nabla = 278.03 \text{ m}^3$$

$$A_t = 1.43 \text{ m.}$$

$$L_{pp} = 30.03 \text{ m}$$

$$V = 12 \text{ nudos.}$$

$$s = 65.67 \text{ m}^2$$

$$GM = 1.098 \text{ m}$$

$$H = 1.51 \text{ m}$$

$$\alpha = 25^\circ$$

Se obtiene el radio táctico aplicando la ecuación siguiente:

$$R = K_6 \frac{\nabla}{A_t} \quad \text{Ec. (2.31)}$$

K_6 se obtiene de la figura 17 que esta en función de la relación $\frac{\nabla}{s \times L_{pp}} = 0.141$ y

observando en el gráfico encontramos el valor de $K_6 = 0.36$

$$R = 0.36 \times \frac{278.03}{1.43}$$

$$R = 69.99 \text{ m}$$

Para encontrar la velocidad del buque durante la evolución se utilizara la ecuación:

$$V_g = V \left(1 - \frac{\alpha \cdot A_t}{K_7 s} \right) \quad \text{Ec. (2.32)}$$

K_7 se obtiene de la figura 18 entrando con la relación $\frac{\nabla}{sL_{pp}} = 0.141$ y se encuentra

el valor de $K_7 = 1.90$

$$V_g = 12 \left(1 - \frac{25 \times 1.43}{1.90 \times 65.67} \right)$$

$$V = 8.56 \text{ Nudos}$$

Para obtener el ángulo de escora que provoca la metida del timón hacia una banda se usara la formula siguiente:

$$\theta_t = \arcsen \frac{V_g^2 \times 0.03 \times H}{R * GM} \quad \text{Ec. (2.29)}$$

$$\theta_t = \arcsen \frac{(8.56)^2 \times 0.03 \times 1.51}{69.99 \times 1.098}$$

$$\theta_t = 2.48^\circ$$

Para obtener la curva de brazos escorantes se utiliza la ecuación :

$$E_t = 0.027 \frac{V_g^2 H}{R} \cos \theta \quad \text{Ec. (2.34)}$$

$$E_t = 0.027 \frac{(8.56)^2 \times 1.51}{69.99} \cos \theta$$

Teniendo para cada ángulo de escora lo siguiente:

$$E_t = 0.043 \times \cos 0^\circ \Rightarrow 0.043$$

$$E_t = 0.043 \times \cos 10^\circ \Rightarrow 0.042$$

$$E_t = 0.043 \times \cos 20^\circ \Rightarrow 0.040$$

$$E_t = 0.043 \times \cos 30^\circ \Rightarrow 0.037$$

$$E_t = 0.043 \times \cos 40^\circ \Rightarrow 0.033$$

$$E_t = 0.043 \times \cos 50^\circ \Rightarrow 0.028$$

$$E_t = 0.043 \times \cos 60^\circ \Rightarrow 0.021$$

$$E_t = 0.043 \times \cos 70^\circ \Rightarrow 0.015$$

$$E_t = 0.043 \times \cos 80^\circ \Rightarrow 0.007$$

$$E_t = 0.043 \times \cos 90^\circ \Rightarrow 0.00$$

La curva de estabilidad estática corregida por efecto de la metida del timón se representa en la figura 33.

CUARTA CONDICION LLEGADA A PUERTO

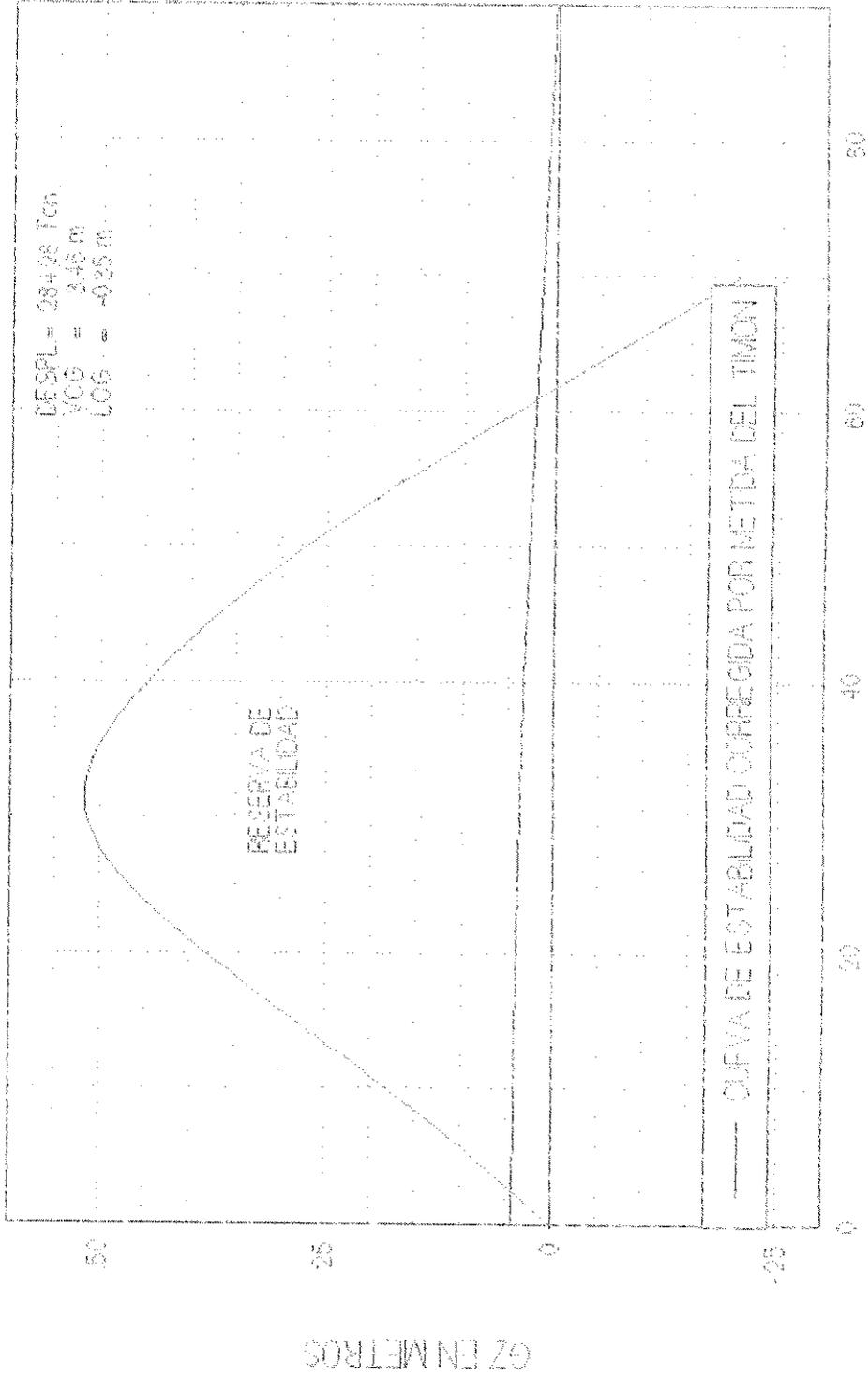


FIGURA N° 33



CAPITULO IV

CALCULOS EXPERIMENTALES

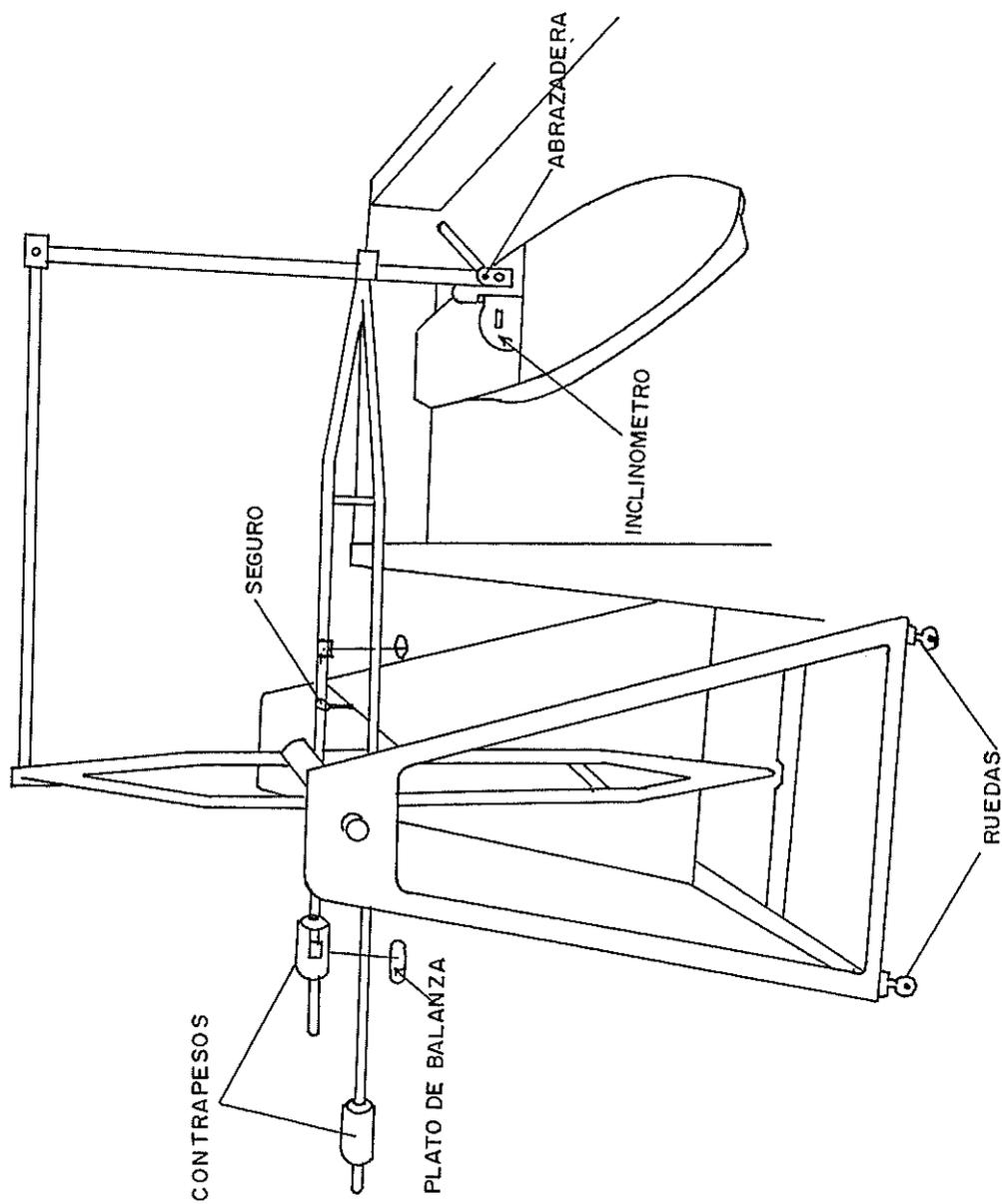
BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

4.1 GENERALIDADES

En el presente capítulo se empleará el modelo (construido en cedro de castilla por ser el tipo de madera mas recomendado) del buque pesquero atunero en estudio y partiendo de la semejanza modelo-buque tenemos las siguientes características del modelo:

Eslora Total :	1.78 m.
Eslora entre perpendiculares:	1.50 m.
Eslora en L.A.D.	1.52 m.
Manga Máxima:	0.40 m.
Puntal al costado:	0.185 m.
Calado en L.A.D.	0.18 m.

El modelo es usado para comprobación de los resultados teóricos encontrados en el capítulo anterior con ayuda del programa PC-SHCP versión 4.05 . Con el fin de ser posible simular las condiciones de carga del buque en el modelo, se construyeron unos soportes para tener los pesos asegurados y que no se deslicen mientras hacemos uso del dinamómetro.



DISPOSICION DEL DINAMOMETRO SUJETANDO AL MODELO

FIG. 34

4.2 EXPERIMENTO

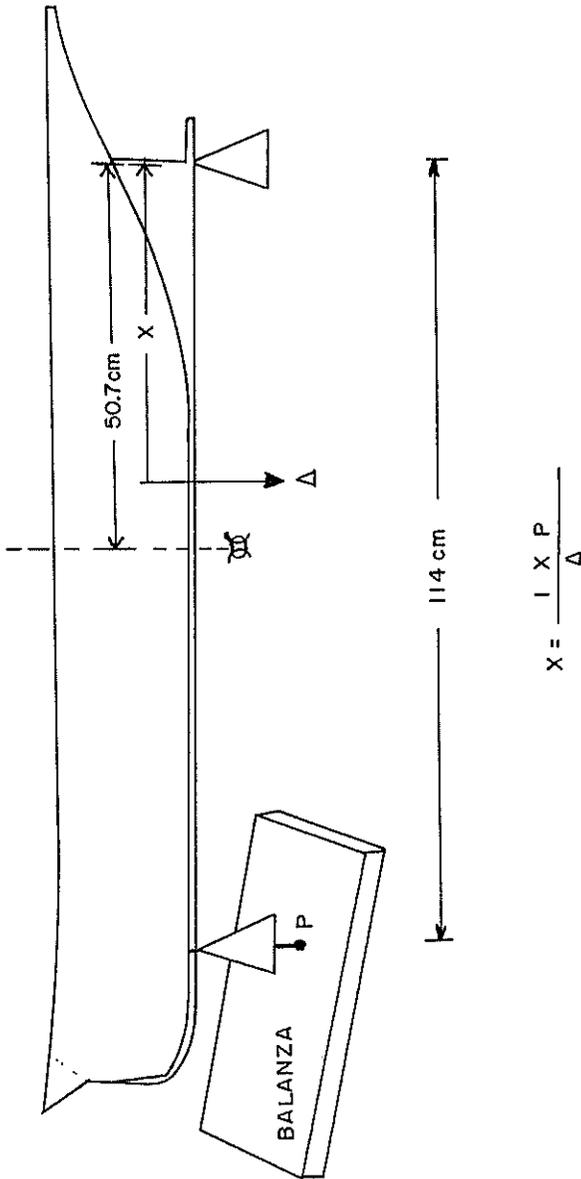
Las pruebas se realizaron en el laboratorio de estabilidad del área de Ingeniería Naval de la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar, utilizando para el efecto; el dinamómetro, un inclinómetro, y un tanque construido en fibra de vidrio. La disposición de los aparatos empleados y el modelo se puede apreciar en la figura 34

En la práctica se conoce que no es sencillo dar una distribución de pesos a bordo exactamente igual a la que tendría el buque para cada condición de carga de las que estamos estudiando. Sin embargo por conocimientos de Arquitectura Naval podemos decir para nuestro propósito que si el buque tiene sus correspondientes valores de Δ , KG, LCG, calados en proa y popa, sin importar su distribución de pesos, usando el factor de escala λ , el modelo se halla en una condición de carga similar al buque real.

Para cada condición de carga fue necesario colocar pesos en el modelo con el objeto de conseguir el desplazamiento deseado. En todas las condiciones de carga el uso del inclinómetro, un peso móvil de 0.415 kilos y la plancha de acrílico para evitar la entrada de agua al usar el dinamómetro se tomo la decisión de encontrar un desplazamiento inicial con estos pesos. El desplazamiento inicial provocó una escora a babor debido a que la plancha de acrílico no tenía simetría, por lo que se hizo necesario colocar un peso de lastre fijo de 1100 gr. en popa a Eb., para conseguir que el modelo quede adrizado y por consiguiente los pesos a embarcar sean puestos en la línea de cruzía, la disposición de pesos en esta condición se aprecia en la figura 35.



BIBLIOTECA
INC. ING.
MANILA



DETERMINACION EXPERIMENTAL DE LCG

FIG 35

4.3 METODOLOGIA

Todas las pruebas para cada condición de carga se realizaron siguiendo los siguientes pasos:

- 1) Conociendo el desplazamiento del buque se procede a colocar el modelo en su condición inicial en una balanza y agregar pesos (incluidos soportes) hasta conseguir el desplazamiento del modelo similar (lectura mínima de la balanza es de 0.2 kilos)
- 2) Teniendo el desplazamiento en el modelo se procedía a ubicar los pesos hasta conseguir que los calados en proa y popa sean los correspondientes al buque real.
- 3) Por no tener pesos uniformes y los centroides de los mismos no coincidir exactamente con el centro de los soportes se verificaba si existía escora inicial en el modelo antes de la prueba.
- 4) Se procedía a realizar el experimento de inclinación para encontrar el KG en esa condición utilizando el peso móvil de 0.415 kilos.
- 5) En el paso anterior era obvio encontrar un KG diferente al requerido por lo tanto en este paso luego de encontrar el GM con el experimento de inclinación se procedía a elevar o bajar un peso de su posición inicial, lo que sea necesario para aproximarse al KG requerido usando la fórmula para traslación vertical de pesos.
- 6) Se procede a instalar el dinamómetro (figura 34) para poder escorar el modelo y se toma lecturas de escoras con el inclinómetro y pesos en los platillos del dinamómetro.

4.4 SIMULACION DE CONDICION DE CARGA N° 1

Para esta condición las características del buque pesquero correspondientes al modelo se obtienen del apéndice C y tenemos:

$$\Delta = 38.92 \text{ kilos}$$

$$H_{pr} = 8.85 \text{ cm.}$$

$$H_{pp} = 14.43 \text{ cm.}$$

$$KM = 22.91 \text{ cm.}$$

$$KG = 18,19 \text{ cm.}$$

Se ubican pesos a bordo del modelo, hasta obtener el Δ y calados requeridos.

4.4.1 DETERMINACION EXPERIMENTAL DE LCG.

Para determinar experimentalmente el LCG del modelo en esta condición de carga se procedió a ubicar el modelo con el pesos a bordo sobre una balanza en la forma como se representa en la figura 35 y se aplica la fórmula:

$$\Delta \times X = l \times P \quad (4.1)$$

$$X = \frac{l \times P}{\Delta} \quad (4.2)$$

donde:

Δ = desplazamiento

P = peso indicado en la balanza

X = distancia del LCG del modelo al punto de apoyo 2

Para esta condición de carga se encontró (figura 35):

$$X = \frac{114\text{cm} \times 14.3\text{kilos}}{38.92}$$

$$X = 41.88\text{cm.}$$

$$\text{LCG} = 50.7 - 41.88 = 8.82 \text{ cm.}$$

4.4.2. DETERMINACION EXPERIMENTAL DE KG

Para obtener el KG del modelo es necesario encontrar su altura metacéntrica para lo cual se realizó el experimento de inclinación usando un peso móvil p de 0.415 kilos. el traslado del peso p se representa en la figura 36.

Escora Inicial : $1^\circ 17'$

Lectura en inclinómetro al trasladar el peso p a Eb. = $3^\circ 40'$

Lectura en inclinómetro al trasladar el peso p a Bb. = $1^\circ 17'$

Escora a Eb. (θ) : $3^\circ 40' - 1^\circ 17' = 2.38^\circ$

Escora a Bb. (θ) : $1^\circ 17' + 1^\circ 17' = 2.57^\circ$

Aplicando la fórmula:

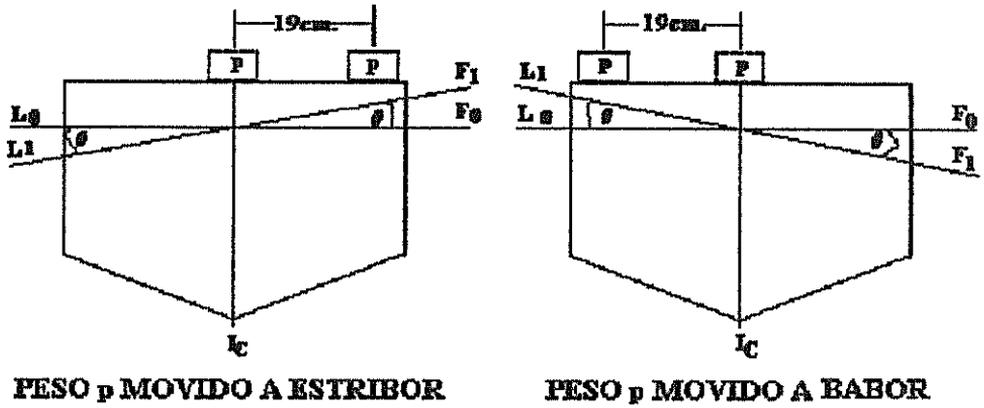
$$GM = \frac{p \times d}{\Delta \times \text{tg } \theta} \quad (4.3)$$

donde:

p : peso móvil de 0.415 kilos

d : distancia del traslado de peso p

θ : ángulo de escora



EXPERIMENTO DE INCLINACION

FIGURA Nº 36

$$GM (Eb.) = 4.868 \text{ cm}$$

$$GM (Bb.) = 4.519 \text{ cm.}$$

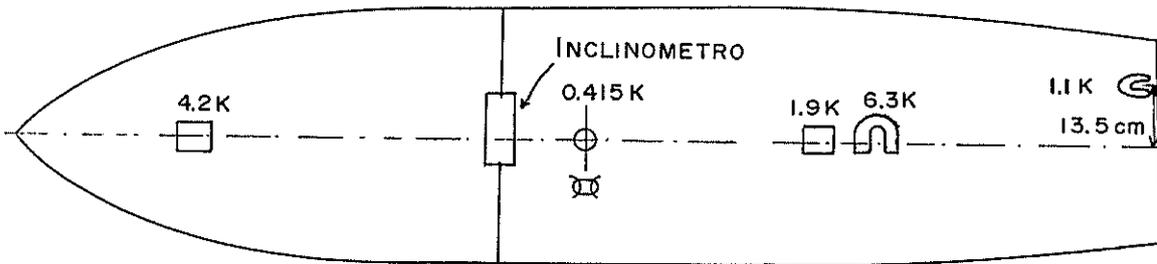
$$GM \text{ modelo} = \frac{GM(Eb.) + GM(Bb.)}{2} = 4.693 \text{ cm.}$$

$$KG \text{ modelo} = KM - GM \text{ modelo} = 22.95 - 4.693 = 18.22 \text{ cm.}$$

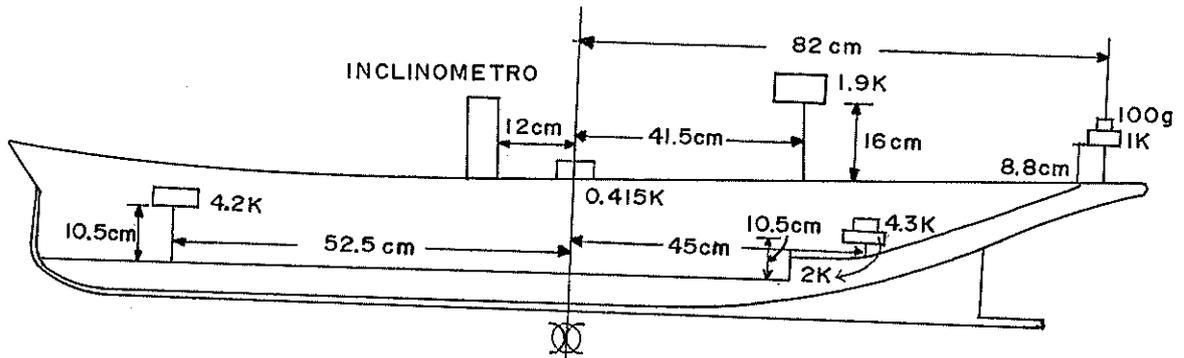


BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

VISTA EN PLANTA



VISTA DE PERFIL



CONDICION DE CARGA N°1

FIG. 37

En esta condición de carga que es la mas próxima a la requerida se instaló el modelo con el dinamómetro (figura 34) y se procedió a escorarlo tomando varias lecturas del inclinómetro y pesos ubicados en los platos de balanza del dinamómetro para obtener la curva de estabilidad estática, usando la relación:

$$GZ \times \Delta = p' \times d' \quad (4.4)$$

$$GZ = (p' \times d') / \Delta \quad (4.5)$$

donde:

GZ: brazo de adrizamiento del buque pesquero (m.)

Δ : desplazamiento del modelo (kilos)

p': peso ubicado en los platos de balanza para cada escora tomada (kilos)

d': distancia del brazo del dinamómetro (constante = 0.5 m.)

En la tabla IX se anotan los valores de GZ y ángulos de escora para graficar la curva de estabilidad estática que se representa en la figura N° 38.

TABLA IX

SIMULACION DE CONDICION DE CARGA N° 1 EN EL MODELO

ESC. (grados) Eb.	ESCORA (grados)	ESC. TOTAL (grados)	PESOS p' (kilos)	GZ modelo (metros)	GZ buque (metros)
1,28	8,38	7,1	0,95	0,01216	0,2432
1,28	19,3	18,02	1,9	0,02432	0,4864
1,28	28,98	27,7	2,45	0,03136	0,6272
1,28	40,32	39,04	2,1	0,02688	0,5376
1,28	48,78	47,5	1,5	0,0192	0,384
1,28	59,72	58,44	0,62	0,007936	0,15872
1,28	74,4	73,12	-0,29	-0,003712	-0,07424

SIMULACION PRIMERA CONDICION DE CARGA

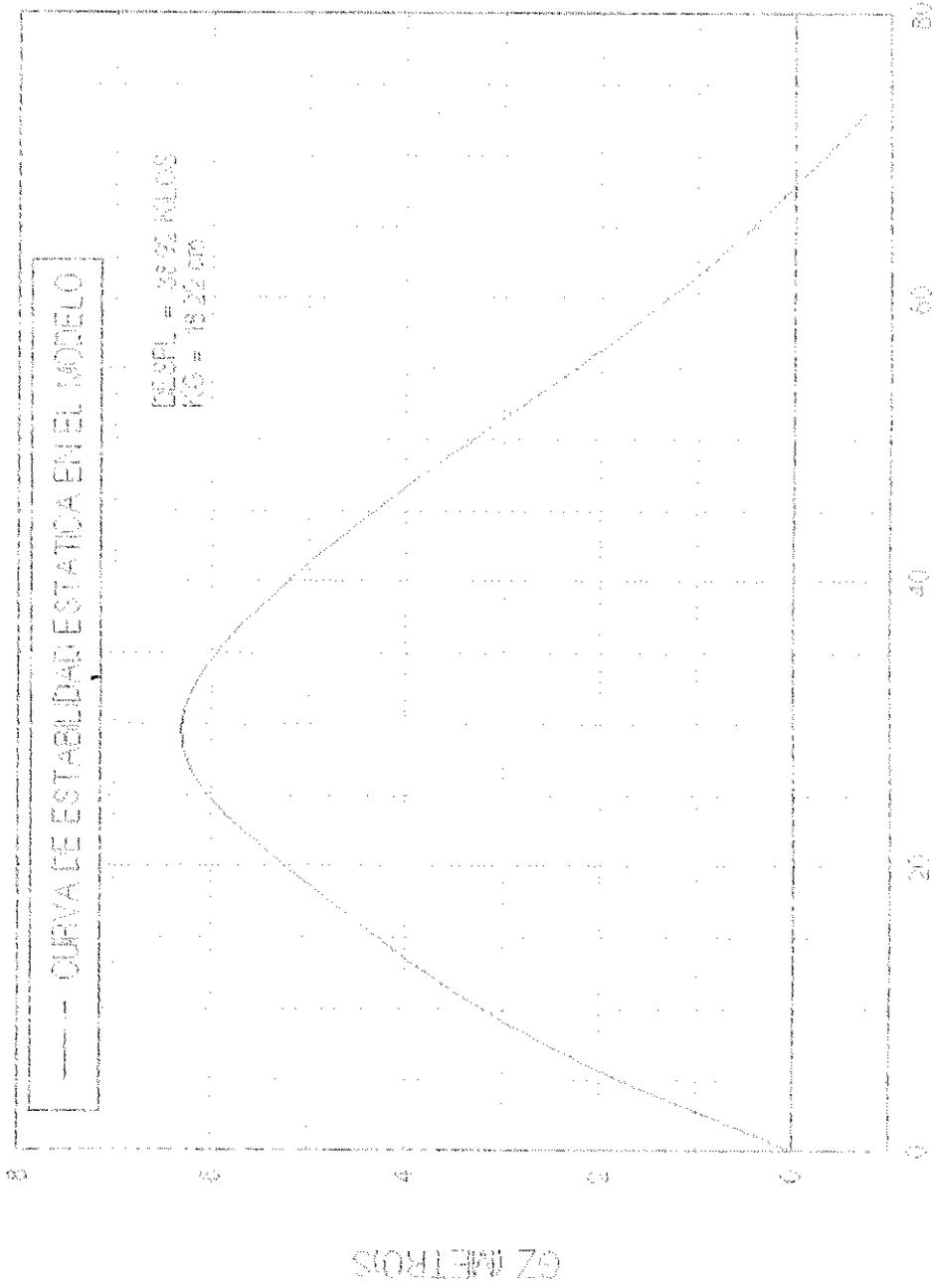


FIGURA N° 38

11. 11

4.5. SIMULACION DE CONDICION DE CARGA No. 2

Para esta condición las características del buque pesquero correspondientes al modelo se obtienen del apéndice C y tenemos:

$$\Delta = 55.23 \text{ kilos}$$

$$H_{pr} = 12.6 \text{ cm.}$$

$$H_{pp} = 17.3 \text{ cm.}$$

$$KM = 22.53 \text{ cm.}$$

$$KG = 16.52 \text{ cm.}$$

Se ubican pesos a bordo del modelo hasta obtener el y calados requeridos.

4.5.1. DETERMINACION EXPERIMENTAL DE LCG.

Para determinar experimentalmente el LCG del modelo en esta condición de carga se procedió a ubicar el modelo con los pesos a bordo sobre una balanza en la forma como se representa en la figura 35 y se aplica la fórmula:

$$X = \frac{l \times P}{\Delta}$$

Para esta condición de carga se encontró (figura 35):

$$X = \frac{114 \text{ cm} \times 20.2 \text{ kilos}}{55.23}$$

$$X = 41.69 \text{ cm}$$

$$LCG = 50.7 - 41.69 = 9.01 \text{ cm}$$

4.5.2. DETERMINACION EXPERIMENTAL DE KG

Para obtener el KG del modelo es necesario su altura metacéntrica para lo cual el experimento de inclinación usando un peso móvil p de 0.415 kilos el traslado del peso p se representa en la figura 36.

Escora inicial: $1^{\circ} 4'$

Lectura en inclinómetro al trasladar el peso p a Eb. = $2^{\circ} 22'$

Lectura en inclinómetro al trasladar el peso p a Bb. = $20'$

Escora a Eb. (θ): $2^{\circ} 22' - 1^{\circ} 18'$

Escora a Bb. (θ): $20' + 1^{\circ} 4' = 1^{\circ} 24'$

Aplicando la fórmula:

$$GM = \frac{p \times d}{\Delta \times \text{tg } \theta} \quad (4.3)$$

GM (Eb.) = 6.291 cm.

GM (Bb.) = 5.842 cm.

$$GM \text{ modelo} = \frac{GM (Eb.) + GM (Bb.)}{2} = 6.066 \text{ cm}$$

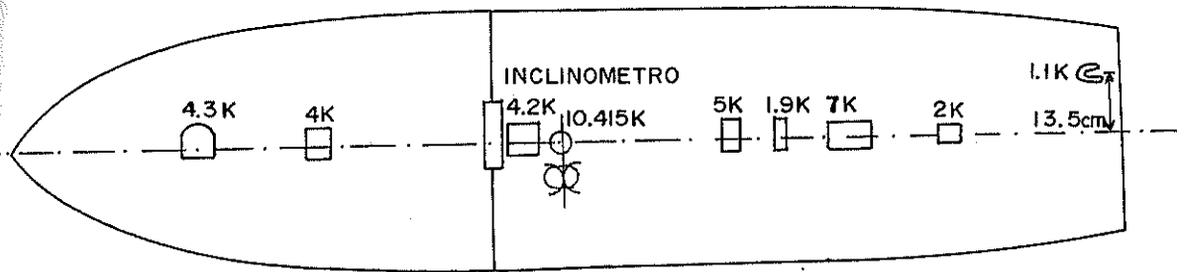
KG modelo = KM - GM modelo = 22.53 - 6.066 = 16.47 cm.

En la figura 39 se observa la distribución de pesos en el modelo para esta condición de carga, que es la más próxima a la requerida. Se instaló el modelo con el dinamómetro (figura 34) y se procedió a escorarlo tomando varias lecturas del inclinómetro y pesos ubicados en los platos de balanza del dinamómetro para obtener la curva de estabilidad estática, usando la relación.

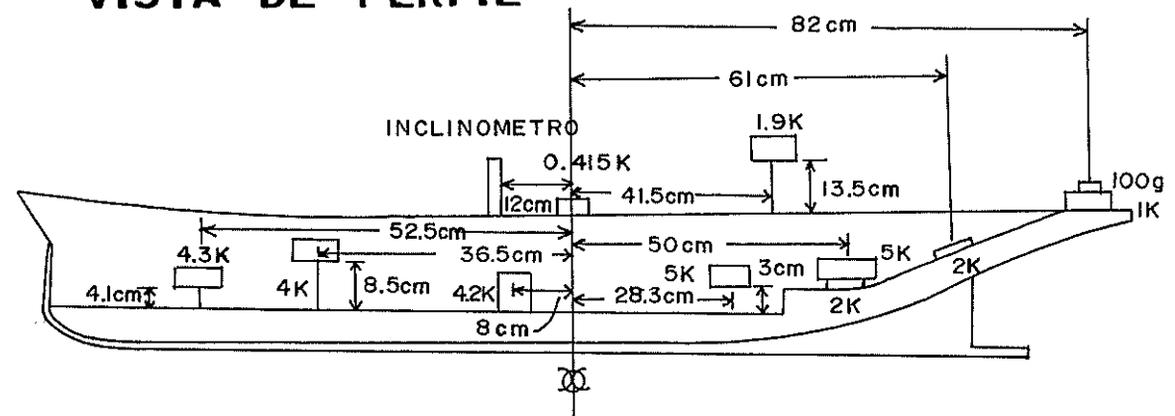


BIBLIOTECA
 FAC. ING.
 VALPARAISO

VISTA EN PLANTA



VISTA DE PERFIL



CONDICION DE CARGA N°2

FIG. 39

$$GZ = (p' \times d')/\Delta \quad (4.5.)$$

En la tabla X se anotan los valores de GZ y ángulos de escora para graficar la curva de estabilidad estática que se representa en la figura No. 40.

TABLA X

SIMULACION DE CONDICION DE CARGA No. 2 EN EL MODELO

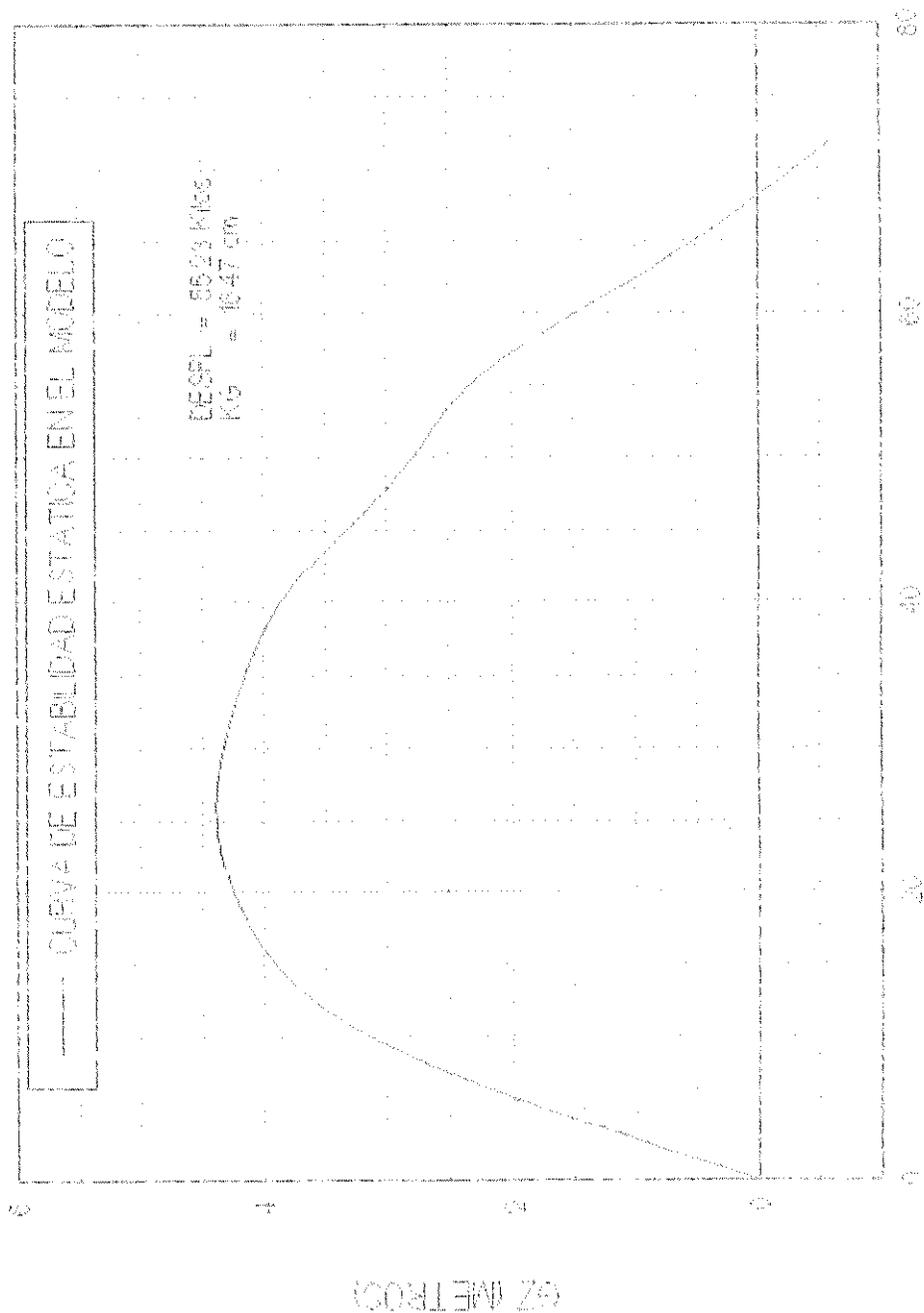
ESC. (grados) Eb.	ESCORA (grados)	ESC.TOTAL (grados)	PESOS p' (kilos)	GZ modelo (metros)	GZ buque (metros)
1,07	11,63	10,56	1,8	0,016308	0,32616
1,07	19,53	18,46	2,3	0,020838	0,41676
1,07	25,57	24,5	2,42	0,0219252	0,43504
1,07	35,95	34,88	2,3	0,020838	0,41676
1,07	41,82	40,75	2,1	0,019026	0,38052
1,07	50,77	49,7	1,55	0,014043	0,28086
1,07	56,63	55,56	1,25	0,011325	0,2265
1,07	62,57	61,5	0,65	0,005889	0,11778
1,07	73,17	72,1	-0,35	-0,003171	-0,06342

4.5.3. IZADA DE LA RED

En esta condición de carga se hizo la simulación de la izada de la red del buque pesquero en estudio para lo cual se construyó un mastil y pluma a escala y ubicándolos su posición se procedió a colocar pesos a la banda de estribor y se obtuvo las siguientes lecturas:

Pesos	Escora provocada a Eb.
1 kilo	4° 6'
1.75 kilos	6° 37'
2.9 kilos	el modelo se da la vuelta

SIMULACION SEGUNDA CONDICION DE CARGA



ANGULOS DE ESCORA (GRADOS)

FIGURA N° 40

4.6. SIMULACION DE CONDICION DE CARGA No. 3

Para esta condición las características del buque pesquero correspondientes al modelo se obtienen del apéndice C y tenemos:

$$\Delta = 51.58 \text{ kilos}$$

$$H_{pr} = 12.15 \text{ m.}$$

$$H_{pp} = 16.7 \text{ cm.}$$

$$KM = 22.38 \text{ cm.}$$

$$KG = 16.64 \text{ cm.}$$

Se ubican pesos a bordo del modelo, hasta obtener el Δ y calados requeridos.

4.6.1. DETERMINACION EXPERIMENTAL DEL LCG.

Para determinar experimentalmente el LCG del modelo en esta condición de carga se procedió a ubicar el modelo con los pesos a bordo sobre una balanza en la forma como se representa en la figura 35 y se aplica la fórmula:

$$X = \frac{l \times P}{\Delta} \quad (4.2)$$

Para esta condición de carga se encontró (figura 35):

$$K = \frac{114\text{cm} \times 19.2 \text{ kilos}}{51.58}$$

$$X = 42.43 \text{ cm.}$$

$$LCG = 50.7 - 42.43 = 8.27 \text{ cm. a popa de sección media.}$$

4.6.2. DETERMINACION EXPERIMENTAL DE KG

Para obtener el KG del modelo es necesario encontrar su altura metacéntrica para lo cual se realizó el experimento de inclinación usando un peso móvil p de 0.415 kilos el traslado del peso p se representa en la figura 36.

Escora Inicial: $5'$

Lectura en inclinómetro al trasladar el peso p a Eb. = $1^\circ 36'$

Lectura en inclinómetro al trasladar el peso p a Bb. = $1^\circ 28'$

Escora a Eb. (θ) : $1^\circ 36' - 5' = 1^\circ 31'$

Escora a Bb. (θ) : $1^\circ 28' + 5' = 1^\circ 31'$

Aplicando la fórmula:

$$GM = \frac{p \times d}{\Delta \times \text{tg}\theta} \quad (4.3)$$

$GM (Eb.) = 5.7772 \text{ cm.}$

$GM (Bb.) = 5.649 \text{ cm.}$

$$GM \text{ modelo} = \frac{GM (Eb.) + GM (Bb.)}{2} = 5.71 \text{ cm.}$$

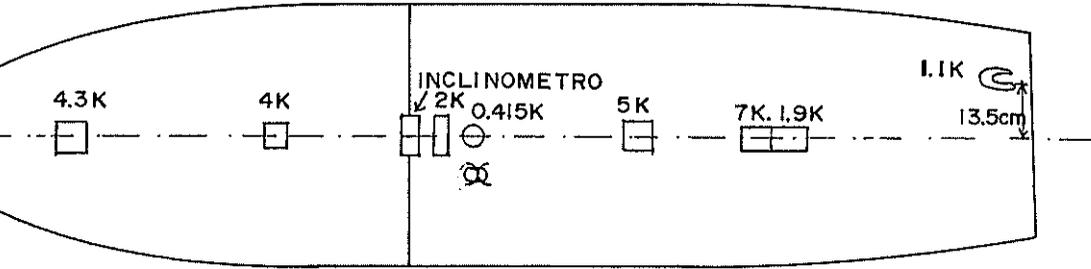
$KG \text{ modelo} = KM - GM \text{ modelo} = 22.38 - 5.71 = 5.71 = 16.67 \text{ cm.}$

En la figura 41 se observa la distribución de pesos en el modelo para esta condición de carga, que es la más próxima a la requerida. Se instaló el modelo con el ubicados en los plastos de balanza del dinamómetro para obtener la curva de estabilidad estática, usando la relación:

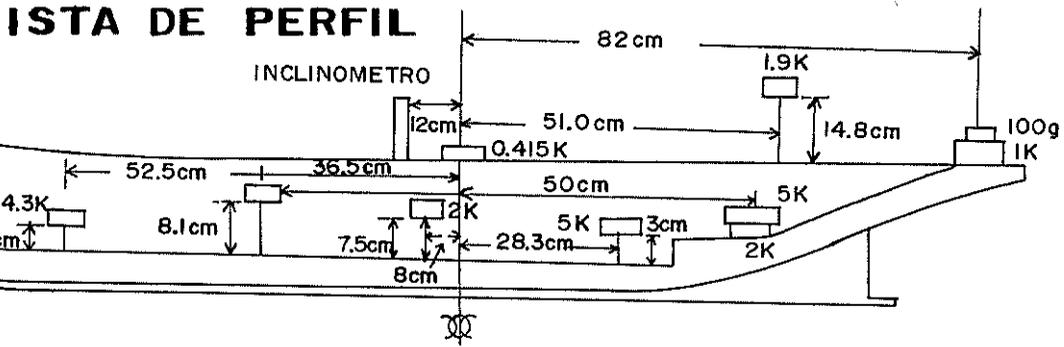


VISTA EN PLANTA

BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA



VISTA DE PERFIL



CONDICION DE CARGA N° 3

FIG. 41

$$GZ = (p' \times d')/\Delta \quad (4.5)$$

En la tabla XI se anotan los valores de GZ y ángulos de escora para graficar la curva de estabilidad estática que se representa en la figura No. 42.

TABLA XI

SIMULACION DE CONDICION DE CARGA No. 3 EN EL MODELO

ESC. (grados) Eb.	ESCORA (grados)	ESC.TOTAL (grados)	PESOS p' (kilos)	GZ modelo (metros)	GZ buque (metros)
0,083	9,92	9,837	1,15	0,015035	0,3007
0,083	20,3	20,217	2,45	0,023765	0,4753
0,083	31,47	31,387	2,525	0,0244925	0,048985
0,083	41,18	41,097	2,3	0,02231	0,4462
0,083	49,57	49,487	1,7	0,1649	0,3298
0,083	60,73	60,647	0,85	0,008245	0,1649
0,083	75,47	75,387	-0,02	-0,000194	-0,00388

4.7. SIMULACION DE CONDICION DE CARGA No. 4

Para esta condición las características del buque pesquero correspondientes al modelo se obtienen del apéndice C y tenemos:

$$\Delta = 34.75 \text{ kilos}$$

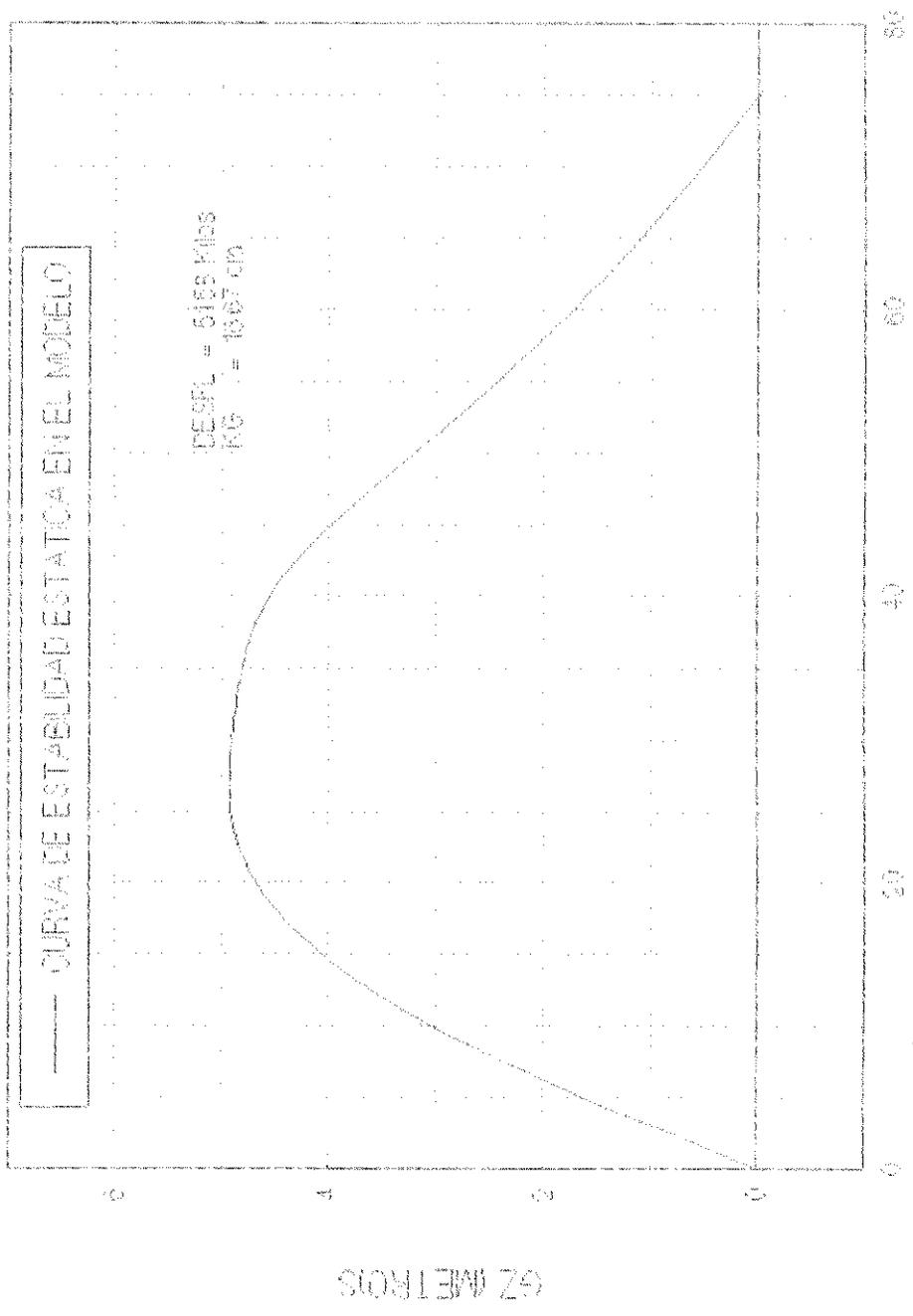
$$H_{pr} = 8.64 \text{ cm.}$$

$$H_{pp} = 13.2 \text{ cm.}$$

$$KM = 22.64 \text{ cm.}$$

$$KG = 17.3 \text{ cm.}$$

Se ubican pesos a bordo del modelo, hasta obtener el Δ y calados requeridos.



42

FIGURA N° 42

4.7.1. DETERMINACION EXPERIMENTAL DEL LCG.

Para determinar experimentalmente el LCG del modelo en esta condición de carga se procedió a ubicar el modelo con los pesos a bordo sobre una balanza en la forma como se representa en la figura 35 y se aplica la fórmula:

$$X = \frac{l \times P}{\Delta} \quad (4.2)$$



BIBLIOTECA
IAC, ING,
MARITIMA

Para esta condición de carga se encontró (figura 35):

$$X = \frac{114\text{cm} \times 13.6 \text{ kilos}}{34.75}$$

$$X = 44.62 \text{ cm.}$$

$$\text{LCG} = 50.7 - 44.62 = 6.08 \text{ cm. a popa de sección media}$$

4.7.2. DETERMINACION EXPERIMENTAL DE KG

Para obtener el KG del modelo es necesario encontrar su altura metacéntrica para lo cual se realizó el experimento de inclinación usando un peso móvil p de 0.415 kilos el traslado del peso p se representa en la figura 36.

Escora Inicial: 27°

Lectura en inclinómetro al trasladar el peso p a Eb. = $2^\circ 51.5'$

Lectura en inclinómetro al trasladar el peso p a Bb. = $1^\circ 55'$

Escora a Eb. (θ): $2^\circ 51.5' - 27^\circ = 2^\circ 24.5'$

Escora a Bb. (θ) : $1^\circ 55' + 27' = 2^\circ 22'$

Aplicando la fórmula:

$$GM = \frac{p \times d}{\Delta \times \text{tg}\theta} \quad (4.3)$$

GM (Eb.) = 5.316 cm.

GM (Bb.) = 5.489 cm.

$$GM \text{ modelo} = \frac{GM (Eb.) + GM (Bb.)}{2} = 5.4 \text{ cm}$$

KG modelo = KM - GM modelo = 22.64 - 5.4 = 17.24 cm.

En la figura 43 se observa la distribución de pesos en el modelo para esta condición de carga, que es la más próxima a la requerida. Se instaló el modelo con el dinamómetro (figura 34) y se procedió a escorarlo tomando varias lecturas del inclinómetro y pesos ubicados en los platos de balanza del dinamómetro para obtener la curva de estabilidad estática, usando la relación:

$$GM = (p' \times d')/\Delta \quad (4.5)$$

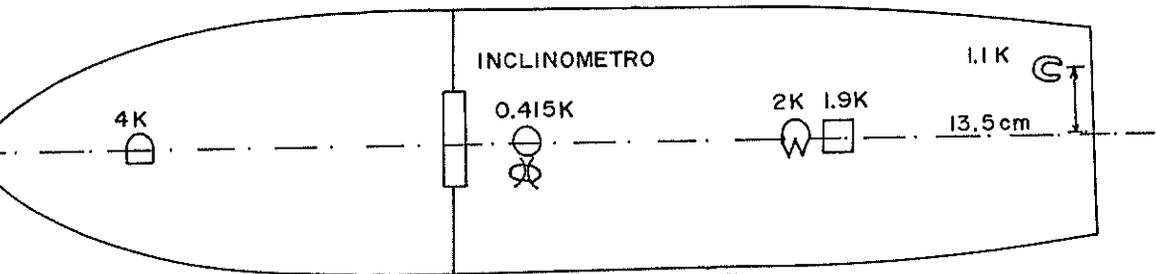
En la tabla XII se anotan los valores de GZ y ángulos de escora para graficar la curva de estabilidad estática que se representa en la figura No. 44.

TABLA XII

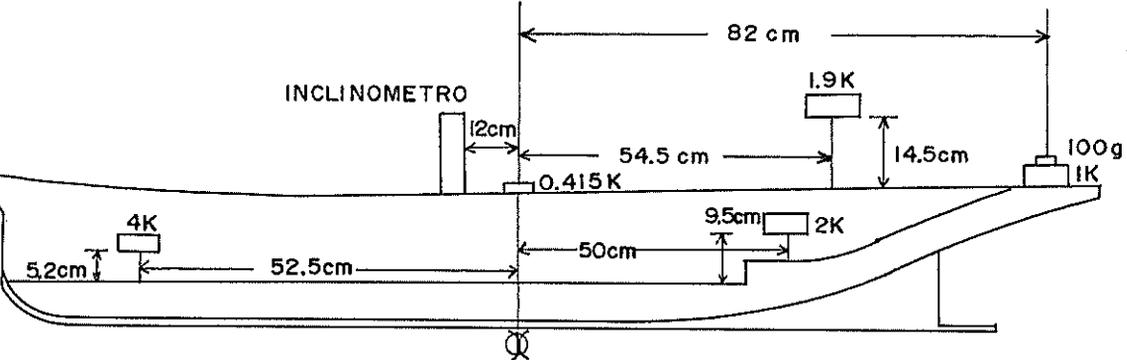
SIMULACION DE CARGA No. 4 EN EL MODELO

ESC (grados) Eb.	ESCORA (grados)	ESC.TOTAL (grados)	PESOS p' (kilos)	GZ modelo (metros)	GZ buque (metros)
0,45	9,86	9,41	1,16	0,01624	0,3248
0,45	20,13	19,68	2,05	0,0287	0,574
0,45	29,57	29,12	2,7	0,0378	0,756
0,45	40,13	39,68	2,5	0,035	0,7
0,45	50,73	50,28	1,9	0,0266	0,532
0,45	62,25	61,8	1,05	0,0147	0,294
0,45	79,67	79,22	-0,05	-0,0007	-0,014

VISTA EN PLANTA



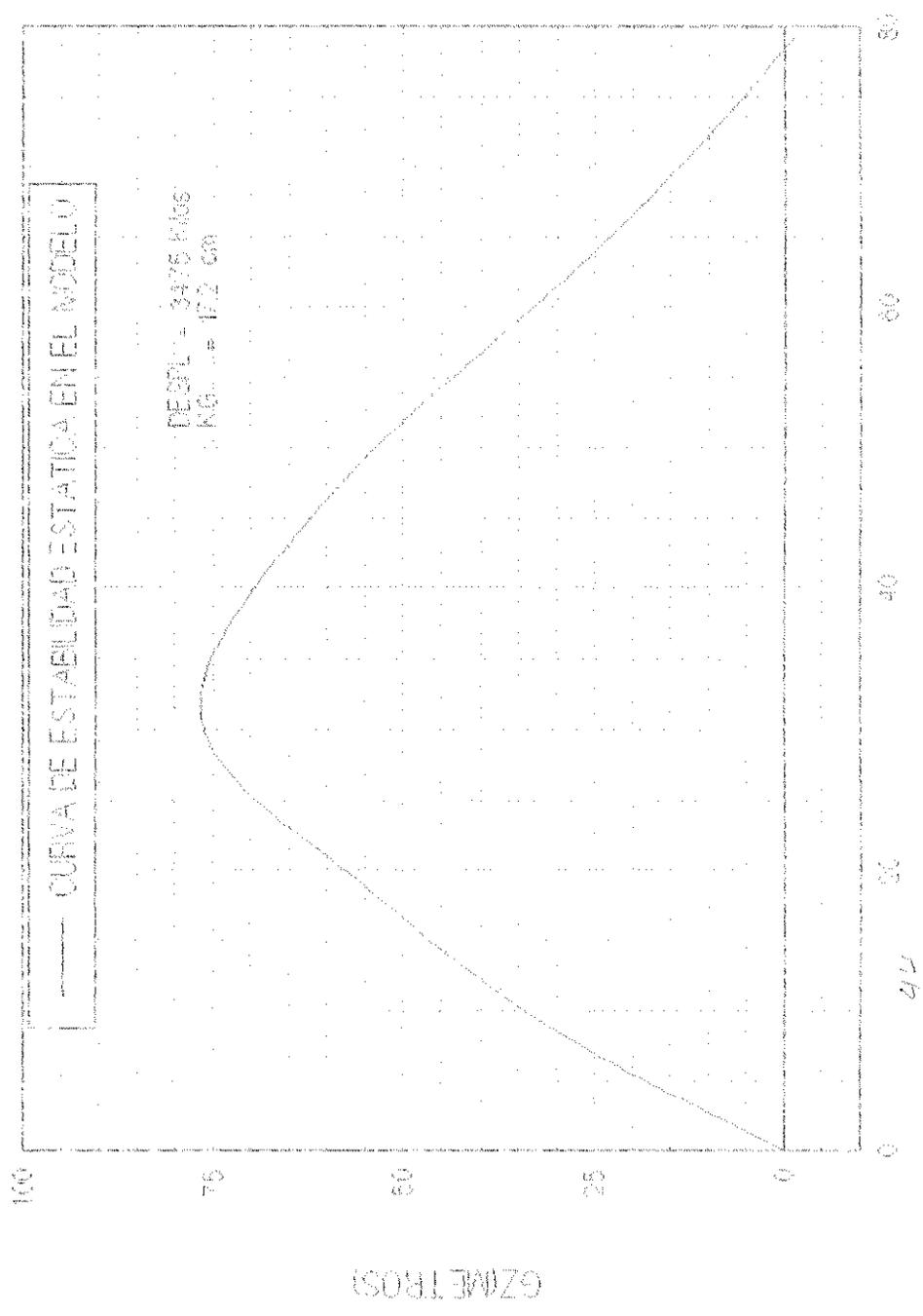
VISTA DE PERFIL



CONDICION DE CARGA N° 4

FIG. 43

SIMULACION CUARTA CONDICION DE CARGA



ANGULOS DE ESCORA (GRADOS)

FIGURA N°44



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De las curvas de estabilidad estática sin corrección por efecto de superficie libre (fig. 21, 22, 23, 24) se determina que el buque pesquero Mirian si cumple el criterio de estabilidad enunciado en el apartado 1.6.1 los puntos a, b y d para todas las condiciones de carga, el punto c no se cumple para la condiciones de carga N° 2 y N°3 donde el criterio pide que el GZ máximo corresponda a un ángulo de escora preferiblemente superior a 30° pero nunca inferior a 25°. En estos casos el punto c es discutible y puede ser mas flexible permitiendo un ángulo mínimo de 20°

En el apartado 2.6.2 se trato del comportamiento del buque pesquero sometido a la intensidad del viento y considerando que la curva de estabilidad estática analizada fue la curva de estabilidad estática corregida por efecto de superficie libre y en todos los casos el área $b >$ área a y el ángulo $\theta_0 < 14^\circ$ el buque pesquero cumple satisfactoriamente este criterio.

El efecto de la metida del timón que provoca un par escorante de estabilidad no es de consideración actuando por si solo, el ángulo de equilibrio estático es menor a 5°.

La condición de carga N° 2 es la condición que mas peligro representa por que en este caso si el buque esta sometido a un viento intenso y sea necesario izar la red con un volumen considerable de atún (el par escorante que provoca la tracción del halador es considerable actuando por si solo) puede provocar la vuelta de campana. En el modelo

se comprobó que aproximadamente un peso de 23.78 ton provocaría el vuelco de campana del buque pesquero en aguas tranquilas.

Las curvas de estabilidad estática obtenidas por simulación de las condiciones de carga en el modelo son similares en su forma con las curvas de estabilidad estática sin corrección por superficie libre y difieren en sus valores de GZ y se debe en gran parte a que se los obtuvo con la fórmula $GZ = \frac{p \times d}{\Delta}$ que se utiliza cuando el centro de gravedad G se encuentra en crujía, lo cual para nuestro estudio no es la realidad ya que existe una escora inicial en todas las condiciones de carga a Eb. por lo que el GZ encontrado debe ser disminuido en un valor igual a la distancia del centro de gravedad real a crujía por el coseno de la escora.

La diferencia también se debe a la no precisión de determinar el KG exacto requerido; un KG muy pequeño implica brazos de adrizamiento mayores y que la curva de los GZ no corte el eje de las abscisas a un ángulo menor de 90°.

En las condiciones de carga estudiadas se aplicó los criterios de intensidad del viento según la OMI, medida del timón e izada de la red a las curvas de estabilidad corregidas por efecto de superficie libre lo cual representa un margen de seguridad extra.

En las condiciones de carga N° 2 y N° 3 el francobordo en popa tenía un valor muy bajo y considerando que esta parte de la popa es la de menor altura de la segunda cubierta el ángulo de inundación θ_f se presentara con toda seguridad de la sección media hacia popa.

En todas las condiciones de carga se repartió el porcentaje de existencia de combustible, agua y captura en todos los tanques y bodegas en partes iguales lo cual no es aconsejable por lo mencionado en el párrafo anterior. Con ayuda del programa PC-SHCP versión 4.05 se puede a una distribución de las existencias que provoquen un asiento menor a popa y por lo tanto aumentar KM lo que significaría un aumento de GM, considerando que KG variaría muy poco. Es decir se puede instruir al capitán del buque con toda seguridad de como realizar su estiba a bordo para que sus condiciones de estabilidad sea la mejor en cada condición de carga.

En conclusión el buque pesquero MIRIAN es un buen ejemplo a seguir por conservar una buena reserva de estabilidad en todos los casos analizados.

RECOMENDACIONES

Cuando se trabaja con modelos se debe utilizar pesos homogéneos y con su valor lo mas exacto posible y para nuestro caso que es embarcar pesos y tenerlos fijos, es



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

recomendable si es necesario perforarlos que esta perforación pase por el eje vertical que coincida con su centro de gravedad.

En el modelo si se va a trabajar con el dinamometro considerar desde su construcción una cubierta lo mas estanca posible.

En la construcción de un modelo se debe marcar desde su construcción las marcas de calado y sección media para trabajar con mayor comodidad.

Si el buque pesquero es de dos cubiertas corridas es aconsejable construirlo hasta la segunda cubierta.

Los estudios para comportamiento del buque y su respuesta a agentes externos en la curva de estabilidad estática sugiero hacerla en la curva de estabilidad corregida por el efecto de superficie libre lo cual nos da mas seguridad en los resultados y este efecto siempre que el buque se escora estará presente.

Hacer un estudio dinámico del comportamiento de el buque pesquero MIRIAN en las olas partiendo de los datos encontrados nos daría una idea total de su capacidad para no volcarse.

A P E N D I C E S

APENDICE A

EXPLICACION DEL PROGRAMA PC -SHCP VERSION 4.05

1.- GENERALIDADES

Este apéndice da una breve explicación del uso del programa de computación se puede obtener vistas de diferentes ángulos del buque facilitando así corregir cualquier error en la entrada de datos.

El programa consta de cuatro bloques específicos :

SHCP- INPUT: bloque utilizado para entrada de datos.

SHCP-CALC: bloque para corrida del programa.

SHCPREPORT: bloque de lista de archivos de resultados .

SHCP3D: bloque que nos permite observar el buque en 3 dimensiones desde cualquier ángulo.

El programa contiene un menú principal de 13 trabajos, de los cuales usaremos los siguientes:

HIDROSTATICAS

ESTABILIDAD INTACTA

TRIMADO Y ESTABILIDAD



BIBLIOTECA
IAC. ING.
MARITIMA

7.500	0.000	0.800	2.5
7.500	2.560	1.200	77777
7.500	3.720	4.600	88888
9.000	0.000	0.760	3
9.000	2.920	1.120	77777
9.000	3.350	2.370	
9.000	3.820	4.500	88888
12.000	0.000	0.640	4
12.000	3.320	1.070	77777
12.000	3.660	2.360	
12.000	3.980	4.320	88888
15.000	0.000	0.600	5
15.000	3.440	1.060	77777
15.000	3.730	2.360	
15.000	3.980	4.320	88888
18.000	0.000	0.580	6
18.000	3.560	1.100	77777
18.000	3.980	4.300	88888
21.000	0.000	0.600	7
21.000	3.560	1.400	77777
21.000	3.960	4.280	88888
24.000	0.000	1.100	8
24.000	3.540	1.960	77777
24.000	3.880	4.280	88888
25.000	0.000	1.420	8.3
25.000	3.500	2.160	77777
25.000	3.820	4.280	88888
26.000	0.000	1.780	8.6
26.000	3.460	2.400	77777
26.000	3.780	4.280	88888
27.000	0.000	2.210	9
27.000	3.400	2.680	77777
27.000	3.720	4.300	88888
28.000	0.000	2.640	9.3
28.000	3.340	2.960	77777
28.000	3.660	4.300	88888
29.000	0.000	3.040	9.6
29.000	3.260	3.220	77777
29.000	3.600	4.310	88888
30.000	0.000	3.400	10
30.000	3.180	3.500	77777
30.000	3.520	4.310	88888
31.000	0.000	3.700	10.3
31.000	3.080	3.720	77777



BIBLIOTECA
NACIONAL
MARITIMA

Length Between Perpendiculars 30.000 metres
 Length on Design Waterline 30.527 metres
 Station of Max Area (at DWL) 18.144 metres from FP
 Beam at Station of Max Area 7.777 metres
 Section Area Coefficient .7313
 Prismatic Coefficient .6934
 Block Coefficient .5071
 Specific Volume of Water 1.025 tonnes/cubic metres
 Mean Shell Thickness .000 metres

Distance of FWD Draft Mark 12.660 metres from midship
 Height of FWD Draft Mark .940 metres above Base
 Distance of AFT Draft Mark -9.900 metres from midship
 Height of AFT Draft Mark .300 metres above Base

Appendage Properties at Design Condition

N S	Title	Volume	Displ	TCB	VCB	LCB
1 +1	QUILLA-CODASTE		2.72	2.79	.00	.75 -4.07

Waterlines
metres

1.000
 1.200
 1.800
 2.400
 3.600 DWL
 3.800

Design Waterline indicated by DWL
 Trims - metres (+ by stern) .000

Hydrostatics

Units and Definitions

Draft Height above baseline in metres amidships
 Displ Hull Displacement of main hull in tonnes SW
 Displ Append. Displacement of immersed appendages in tonnes SW
 Displ Total Total Displacement in tonnes SW
 LCB Longitudinal center of buoyancy in metres
 from amidships (+ fwd)
 VCB Height of center of buoyancy above baseline in metres
 Wetted Surface Surface area of wetted portion of hull in square metres

WPlane Area	Area of waterplane in square metres
LCF	Longitudinal center of flotation in metres from amidships (+ fwd)
Long. BM	Longitudinal BM in metres
Trnsv BM	Transverse BM in metres
Long. KM	Longitudinal KM in metres
Trnsv KM	Transverse KM in metres
CID10TS	Change in displacement for 10 CM trim by stern in tonnes
MTC	Moment to change trim one CM in tonnes metres
TPC	Tonnes per CM immersion
CP	Prismatic coefficient - Vol/(LBP x Area*)
CWP	Waterplane coefficient - WP Area/(LBP x Beam*)
CWPI	Inertia Coeff - WPIT/(LBP x Beam**3/12)

Area and Beam are properties at the tabulated draft
of the station of maximum area at design draft.

Hydrostatics - Part I Trim .000 metres Shell Thickness .000 metres
Heel .000 deg. Hull Deflection .000 metres
Water 1.025 S.G.

Draft	Displ Hull	Displ Append.	Displ Total	LCB	VCB	TCB	Wetted Surface	
1.000	14.569	2.110	16.679	-.766	.832	.000	110.88	
1.200	34.564	2.256	36.820	-.010	.983	.000	147.24	
1.800	113.943	2.561	116.504	.369	1.351	.000	202.62	
2.400	208.970	2.643	211.613	.164	1.686	.000	250.68	
DWL	3.600	433.915	2.654	436.569	-.466	2.372	.000	360.23
3.800	476.264	2.655	478.919	-.596	2.489	.000	369.93	

Hydrostatics - Part II Trim .000 metres Shell Thickness .000 metres
Heel .000 deg. Hull Deflection .000 metres

Water 1.025 S.G.

Draft	WP Area	LCF	Long. BM	Trnsv BM	Long. KM	Trnsv KM
1.000	80.573	.263	103.616	10.231	104.448	11.063
1.200	110.589	.724	79.733	9.585	80.715	10.567

1.800	143.417	.330	47.957	4.455	49.309	5.806	
2.400	166.783	-.552	37.749	3.176	39.435	4.862	
DWL	3.600	200.533	-1.628	28.295	2.057	30.667	4.429
3.800	208.417	-1.943	28.571	1.972	31.060	4.461	

Hydrostatics - Part III Trim .000 metres Shell Thickness .000 metres
 Heel .000 deg. Hull Deflection .000 metres
 Water 1.025 S.G.

Draft	CIDOFTS	TPC	MTC	CP	CWP	CWPI	
1.000	-.725	.826	.576	.456	.473	.364	
1.200	-2.734	1.134	.979	.473	.518	.381	
1.800	-1.617	1.470	1.862	.549	.652	.514	
2.400	3.146	1.710	2.663	.607	.745	.631	
DWL	3.600	11.157	2.055	4.118	.693	.860	.745
3.800	13.837	2.136	4.561	.707	.887	.768	

Sectional Areas in Square Metres - Part 1 Trim .000 metres
 Heel .000 deg.

Station	-.880	.000	.100	.200	1.520	3.000	4.500	
Draft								
1.000	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.02	
1.200	.00	.00	.00	.00	.02	.08	.20	
1.800	.00	.00	.00	.00	.40	1.03	1.88	
2.400	.00	.00	.01	.10	1.16	2.53	4.14	
DWL	3.600	.00	.00	.16	.45	3.11	6.25	9.56
3.800	.00	.00	.21	.52	3.49	6.96	10.59	

Sectional Areas in Square Metres - Part 2 Trim .000 metres
 Heel .000 deg.

Station	6.000	7.500	9.000	12.000	15.000	18.000	21.000	
Draft								
1.000	.08	.26	.47	1.00	1.20	1.21	.71	
1.200	.46	1.02	1.52	2.30	2.55	2.56	1.60	
1.800	2.93	4.22	5.19	6.43	6.81	6.90	5.72	
2.400	5.85	7.66	9.11	10.75	11.22	11.33	10.11	
DWL	3.600	12.55	15.28	17.56	19.84	20.42	20.47	19.18
3.800	13.79	16.64	19.03	21.40	21.99	22.03	20.74	

Sectional Areas in Square Metres - Part 3 Trim .000 metres
 Heel .000 deg.

Station	24.000	25.000	26.000	27.000	28.000	29.000	30.000	
Draft								
1.000	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	
1.200	.04	.00	.00	.00	.00	.00	.00	
1.800	2.02	.68	.00	.00	.00	.00	.00	
2.400	6.19	4.28	2.15	.26	.00	.00	.00	
DWL 3.600	15.05	12.98	10.69	8.02	5.44	3.11	.96	
3.800	16.57	14.48	12.17	9.46	6.85	4.47	2.26	
Sectional Areas in Square Metres - Part 4 Trim .000 metres								
Heel .000 deg.								

Station	31.000	32.160
Draft		
1.000	.00	.00
1.200	.00	.00
1.800	.00	.00
2.400	.00	.00
DWL 3.600	.00	.00
3.800	.56	.00



BIBLIOTECA
IAC. ING.
MARIINA

SHIP: 154 BUGUE PESQUERO - MIRINA - 99-12-07
WATERPLANES HALF-BREADTH 000
TRIME 1 000 1 200 1 600 2 400 3 500 3 800
WATERLINES=

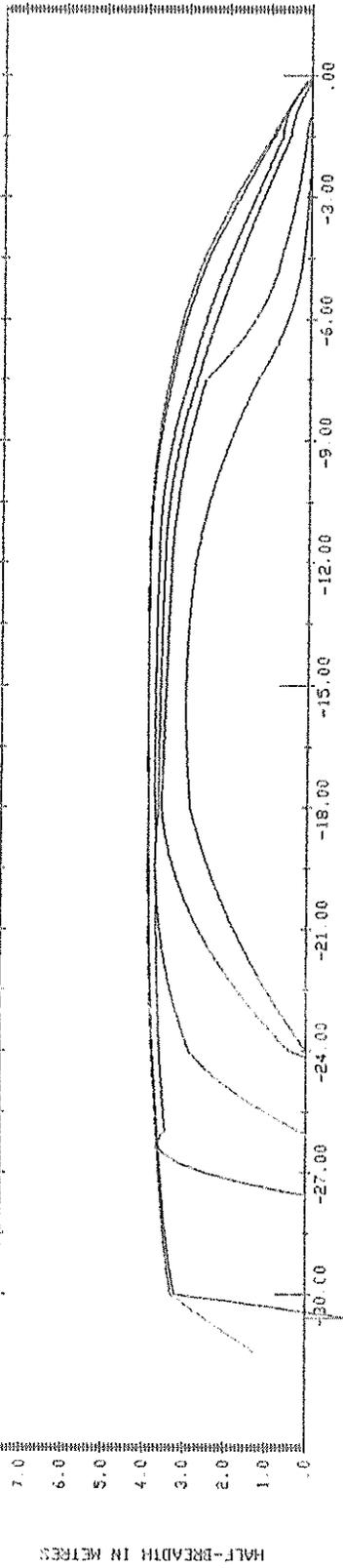


FIGURA N° IA

SHIP- 15- BOQUE PESQUERO ' MIRINI ' 95-12-02
CURVES OF SECTION AREA
WATERLINES= 1.000 1.200 1.800 2.400 3.600 3.800

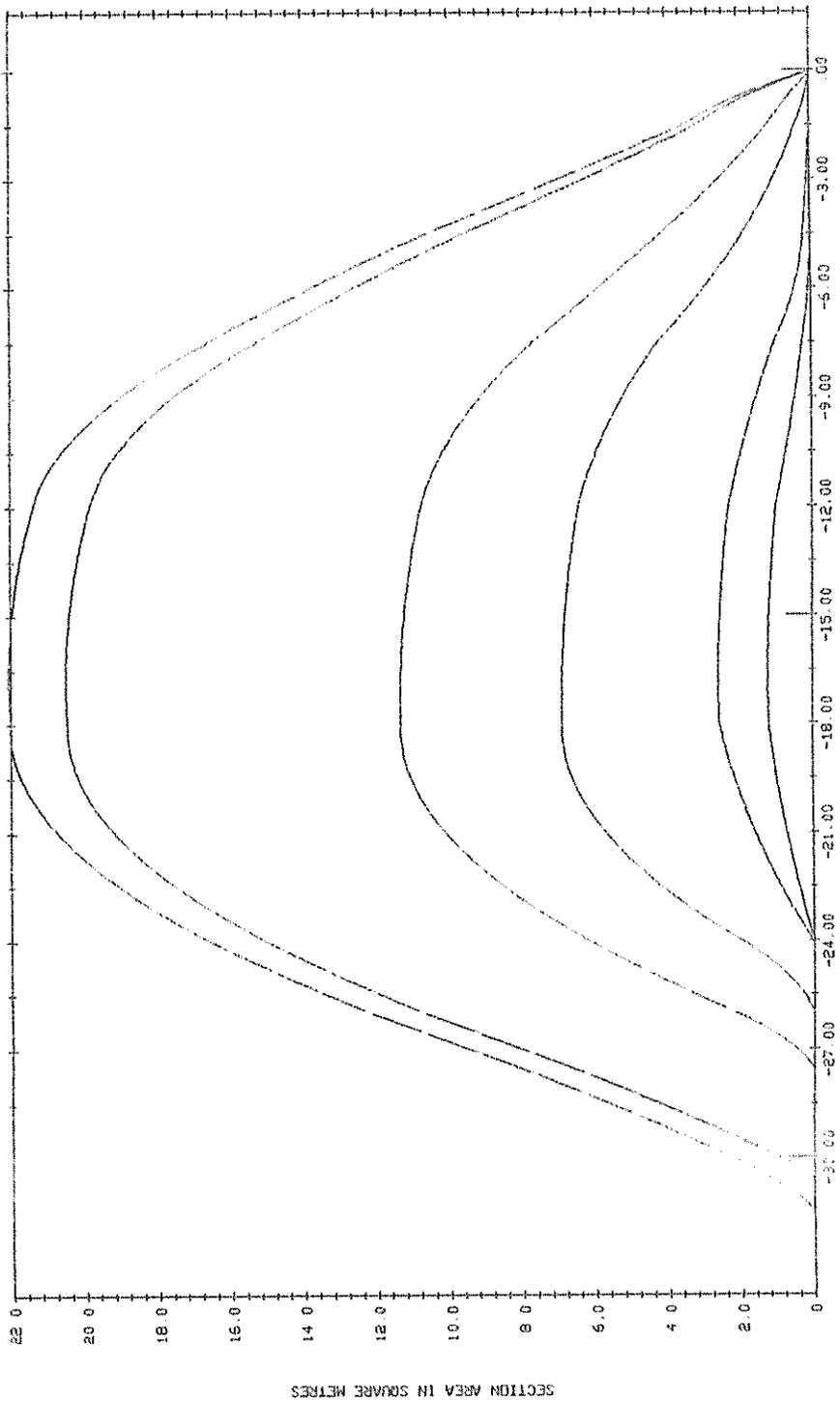


FIGURA Nº 2A

SHIP-194 BUQUE PESQUERO / MIRIAN / 95-12-02
 HYDROSTATIC CURVES TRINE .000 S.G. WATER= 1 025

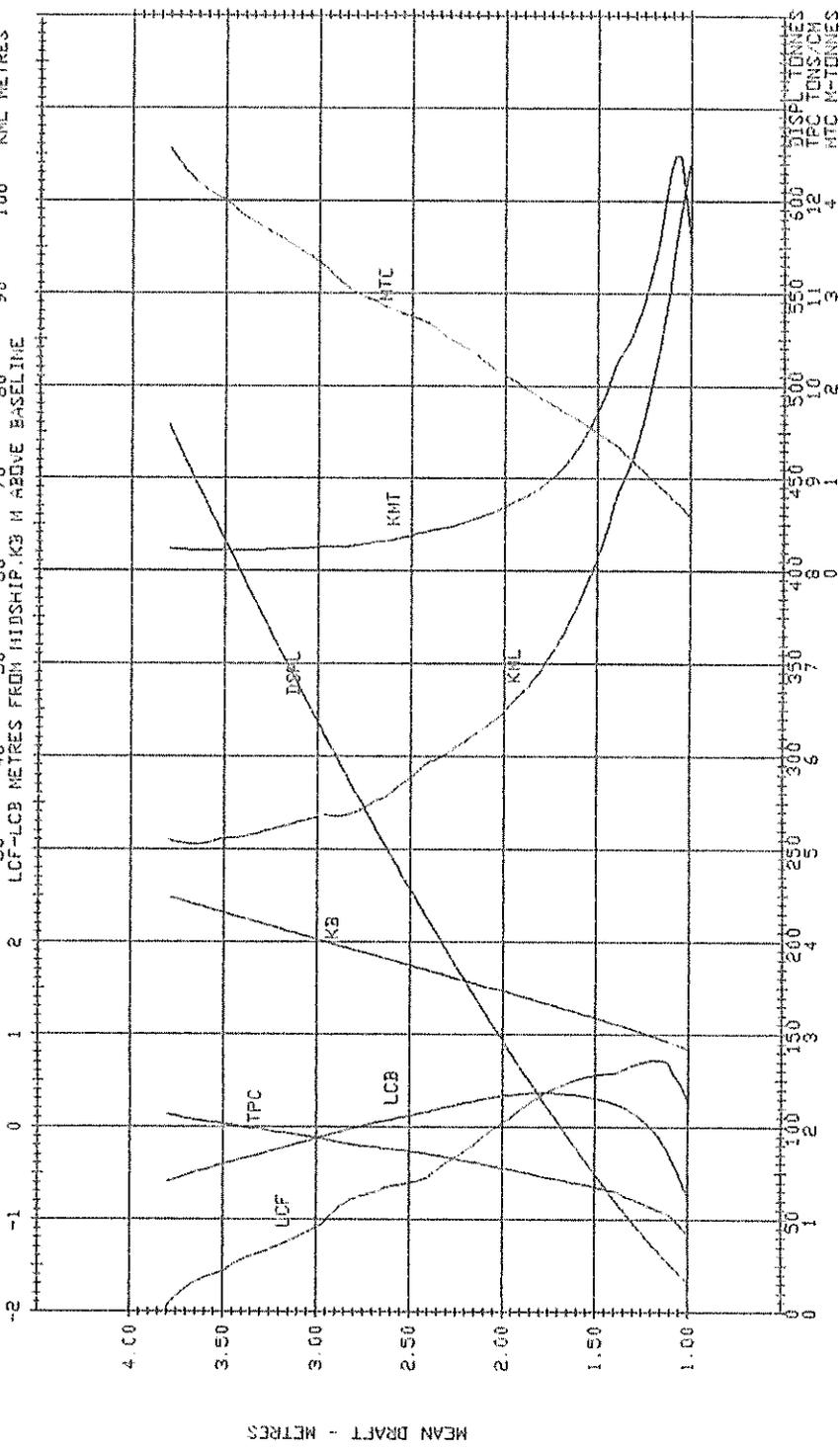


FIGURA Nº 3A

95-12-02

BLIQUE BACHUSSO ' NIBIAN ' ISOMETRIC VIEW

SHIP- 194

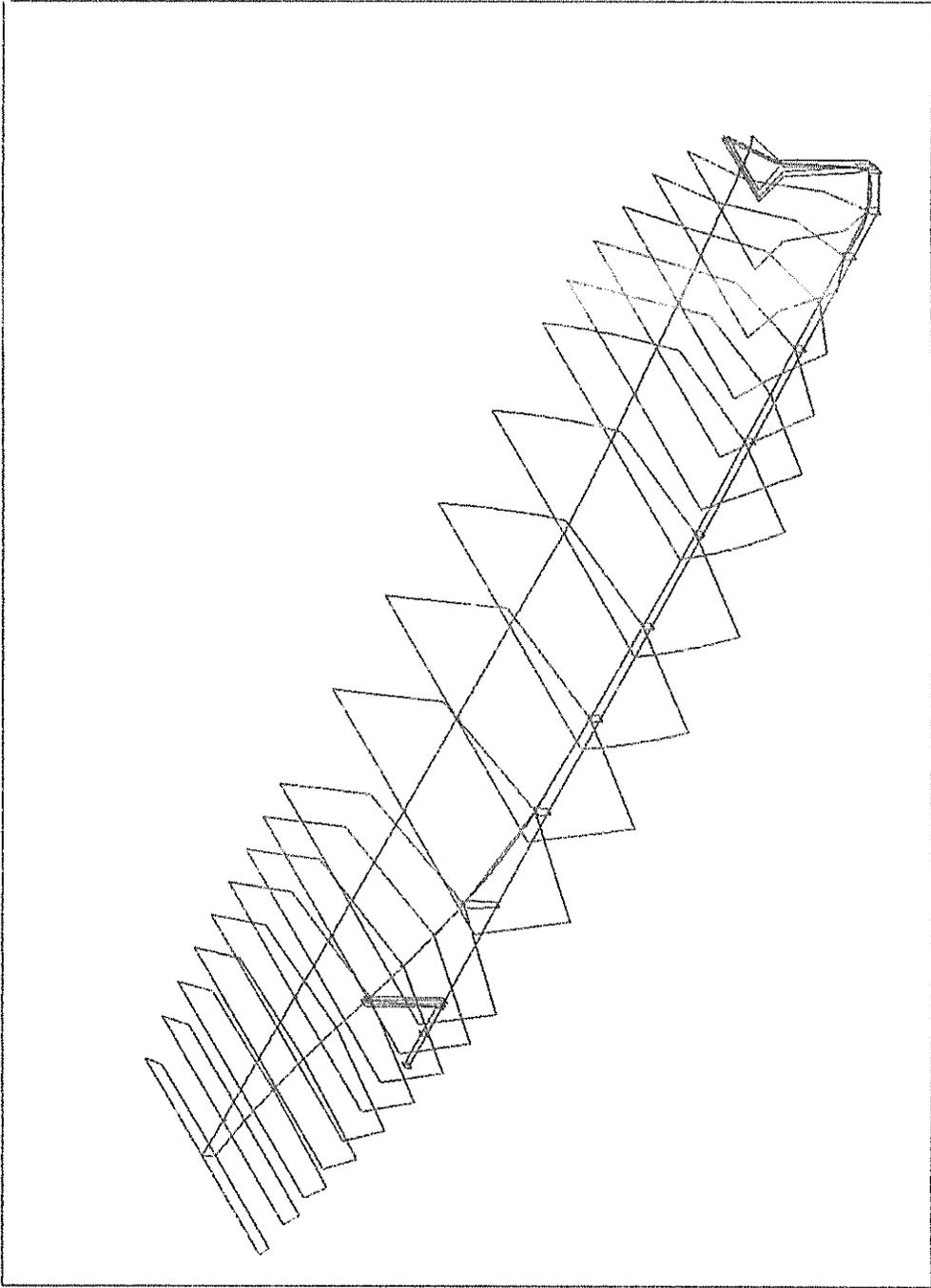


FIGURA N° 4A

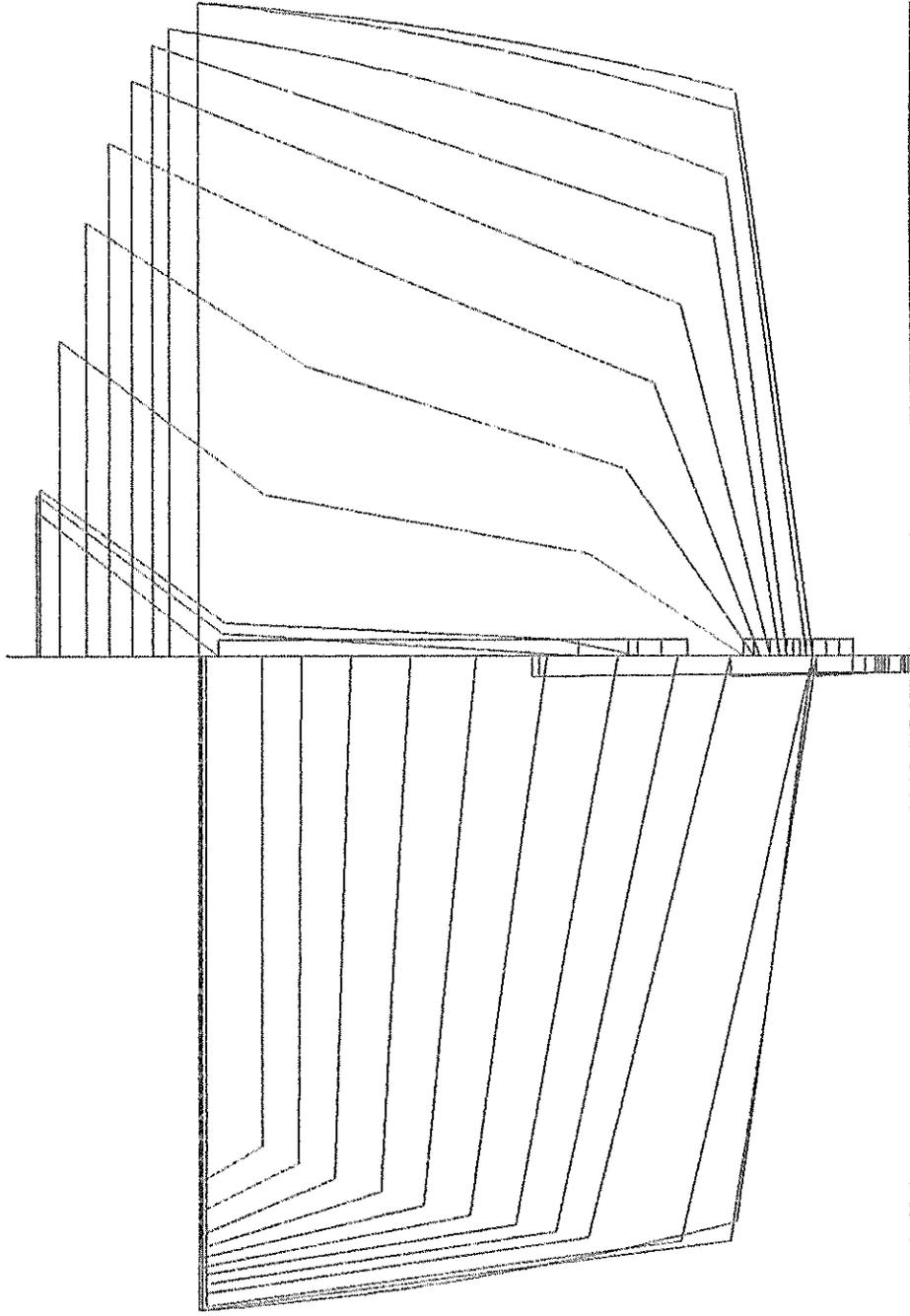


FIGURA N° 5A



APENDICE B

1.- DATOS DE ENTRADA DE ESTABILIDAD ESTÁTICA

En esta sección del programa PC-SHCP además del archivo de datos de hidrostática se necesita entrar los datos de desplazamientos, KG., LCG., de las condiciones de carga y se obtiene las curvas de estabilidad estática sin corrección por superficie libre.

2.- RESULTADOS DE CORRIDA DE ESTABILIDAD INTACTA

1 ESPOL PC-SHCP 4.05

Ship- BUQUE PESQUERO " MIRLAN " Serial Number- 194

Design Displacement	436.286 tonnes SW
Design LCG	-.469 metres from amidships (+ fwd)
Design Draft	3.600 metres
Design Trim	.000 metres (+ by stern)

Draft at Forward Draft Mark	2.200 metres
Draft at Aft Draft Mark	1.280 metres

Length Overall	33.100 metres
Length Between Perpendiculars	30.000 metres
Length on Design Waterline	30.468 metres

Station of Max Area (at DWL)	16.616 metres from FP
Beam at Station of Max Area	7.800 metres
Section Area Coefficient	.7339
Prismatic Coefficient	.6885
Block Coefficient	.5053

Specific Volume of Water	1.025 tonnes/cubic metres
Mean Shell Thickness	.000 metres

Distance of FWD Draft Mark	14.200 metres from midship
Height of FWD Draft Mark	1.400 metres above Base
Distance of AFT Draft Mark	-12.000 metres from midship

Height of AFT Draft Mark 2.320 metres above Base

Appendage Properties at Design Condition

N S	Title	Volume	Displ	TCB	VCB	LCB
1 +1	QUILLA-CODASTE		2.65	2.72	.00	.75 -3.84

4 Input Displs	319.163	452.870	422.990	284.980		
4 Input LCGS	-.771	-.891	-.746	-.346		
4 Input VCGs	3.639	3.303	3.329	3.460		
9 Input Heels	10.000	20.000	30.000	40.000	50.000	
	60.000	70.000	80.000	89.000		

Definitions

Displ Displacement in tonnes SW
 LCG LCG in metres from amidships (+ fwd)
 Heel Input heel angle in degrees
 TCB Transverse center of buoyancy from CL in metres
 VCB Vertical center of buoyancy above BL in metres
 RA Righting arm in metres
 VCG Vertical center of gravity above base in metres
 Draft Draft amidships in metres
 Trim Total trim in metres (+ by stern)

Displacement: 319.163
 LCG: -.771
 VCG: 3.639
 GMT: .942

Intact Curves of Statical Stability

Heel	Draft	Trim	LCB	VCB	TCB	RA	Energy
10.000	2.963	.589	-.803	2.078	.439	.161	.014
20.000	2.915	.446	-.794	2.197	.887	.340	.058
30.000	2.891	.389	-.790	2.350	1.221	.413	.126
40.000	2.898	.427	-.791	2.474	1.402	.325	.192
50.000	2.918	.530	-.791	2.568	1.497	.142	.234
60.000	2.955	.778	-.795	2.649	1.554	-.080	.240
70.000	3.039	1.257	-.797	2.721	1.587	-.320	.205
80.000	3.312	2.643	-.797	2.787	1.605	-.560	.128
89.000	8.508	26.323	-.796	2.850	1.611	-.760	.024
29.657	MAXIMUM RIGHTING ARM					.413	.123

Displacement: 452.870
 LCG: -.891
 VCG: 3.303
 GMT: 1.211

Intact Curves of Statical Stability

Heel	Draft	Trim	LCB	VCB	TCB	RA	Energy
10.000	3.641	.353	-.901	2.453	.359	.206	.019
20.000	3.710	.536	-.907	2.509	.573	.267	.063
30.000	3.898	.898	-.917	2.563	.690	.228	.107
40.000	4.215	1.394	-.923	2.618	.768	.148	.140
50.000	4.708	2.113	-.935	2.674	.824	.048	.157
60.000	5.491	3.208	-.946	2.720	.857	-.077	.155
70.000	6.977	5.271	-.952	2.762	.876	-.209	.130
80.000	11.284	11.125	-.953	2.801	.887	-.340	.082
89.000	87.646	113.448	-.950	2.837	.891	-.451	.020

20.719 MAXIMUM RIGHTING ARM .267 .066

Displacement: 422.990
 LCG: -.746
 VCG: 3.329
 GMT: 1.140

Intact Curves of Statical Stability

Heel	Draft	Trim	LCB	VCB	TCB	RA	Energy
10.000	3.501	.281	-.754	2.371	.375	.203	.018
20.000	3.521	.327	-.756	2.444	.659	.317	.066
30.000	3.654	.555	-.762	2.516	.816	.300	.121
40.000	3.905	.890	-.767	2.588	.919	.227	.167
50.000	4.287	1.381	-.777	2.653	.984	.115	.198
60.000	4.891	2.144	-.789	2.705	1.021	-.030	.206
70.000	6.041	3.585	-.794	2.752	1.043	-.185	.187
80.000	9.383	7.685	-.796	2.796	1.055	-.342	.141
89.000	68.689	79.029	-.795	2.836	1.059	-.475	.076

22.849 MAXIMUM RIGHTING ARM .323 .081

Displacement: 284.980
 LCG: -3.46
 VCG: 3.460
 GMT: 1.071

Intact Curves of Statical Stability

Heel	Draft	Trim	LCB	VCB	TCB	RA	Energy	
10.000	2.794	.259	-.359	1.969	.463	.197	.017	
20.000	2.741	.110	-.351	2.097	.935	.413	.070	
30.000	2.661	-.127	-.340	2.280	1.338	.569	.158	
40.000	2.576	-.322	-.331	2.425	1.550	.522	.256	
50.000	2.471	-.522	-.325	2.536	1.662	.360	.334	
60.000	2.316	-.731	-.323	2.631	1.729	.146	.379	
70.000	2.045	-1.095	-.322	2.715	1.768	-.096	.383	
80.000	1.330	-1.924	-.325	2.797	1.790	-.342	.345	
89.000	-10.486	-17.280	-.328	2.881	1.799	-.547	.275	
32.071	MAXIMUM RIGHTING ARM						.574	.179

SHIP- 194 BUQUE PESQUERO ' MIRIAN '
 INTACT STATICAL STABILITY 95-12-03
 DISPL= 319.16 LCG= -0.77 VCG= 3.64

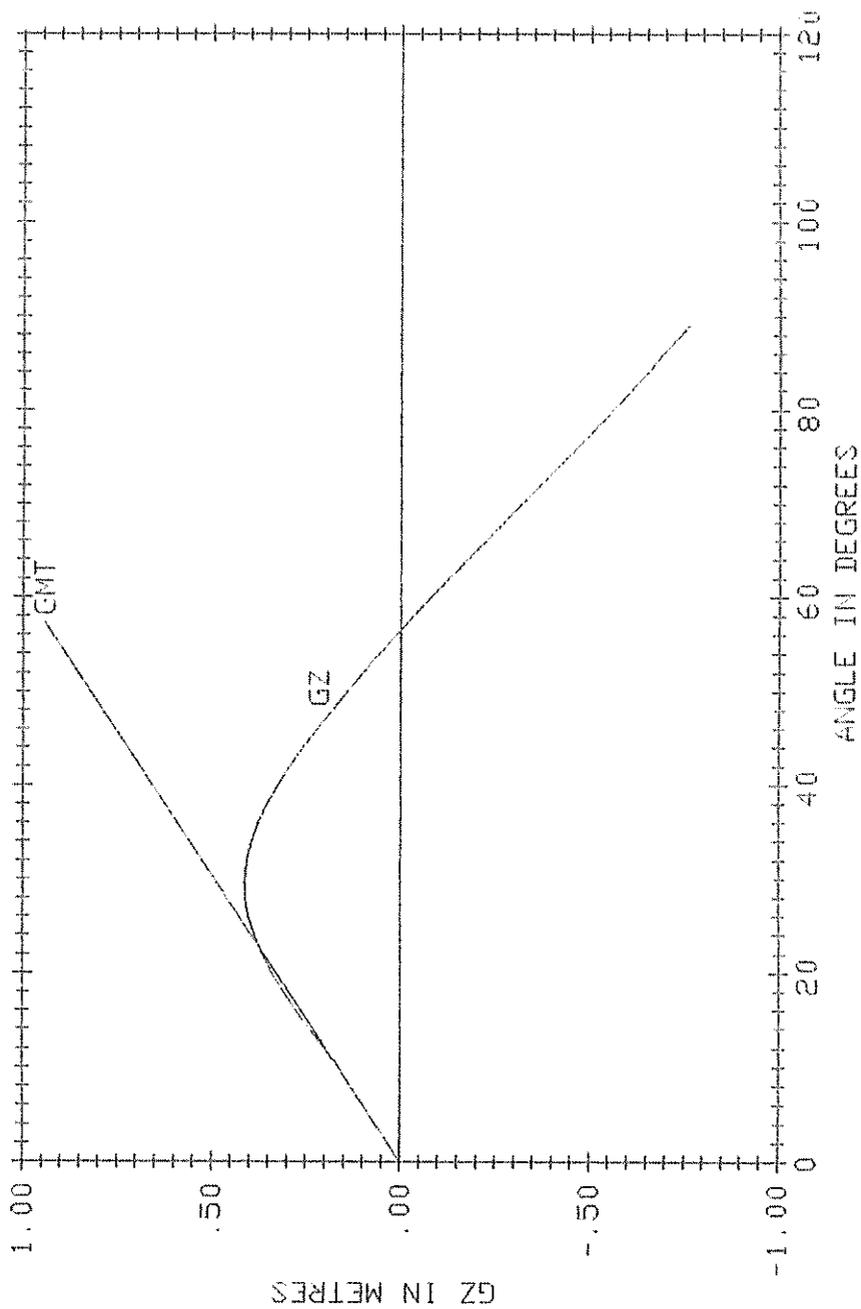


FIGURA N° 1B

SHIP- 194 BUQUE PESQUERO ' MIRIAN '
 INTACT STATICAL STABILITY 95-10-14
 DISPL= 452.87 LCG= -.89 VCG= 3.30

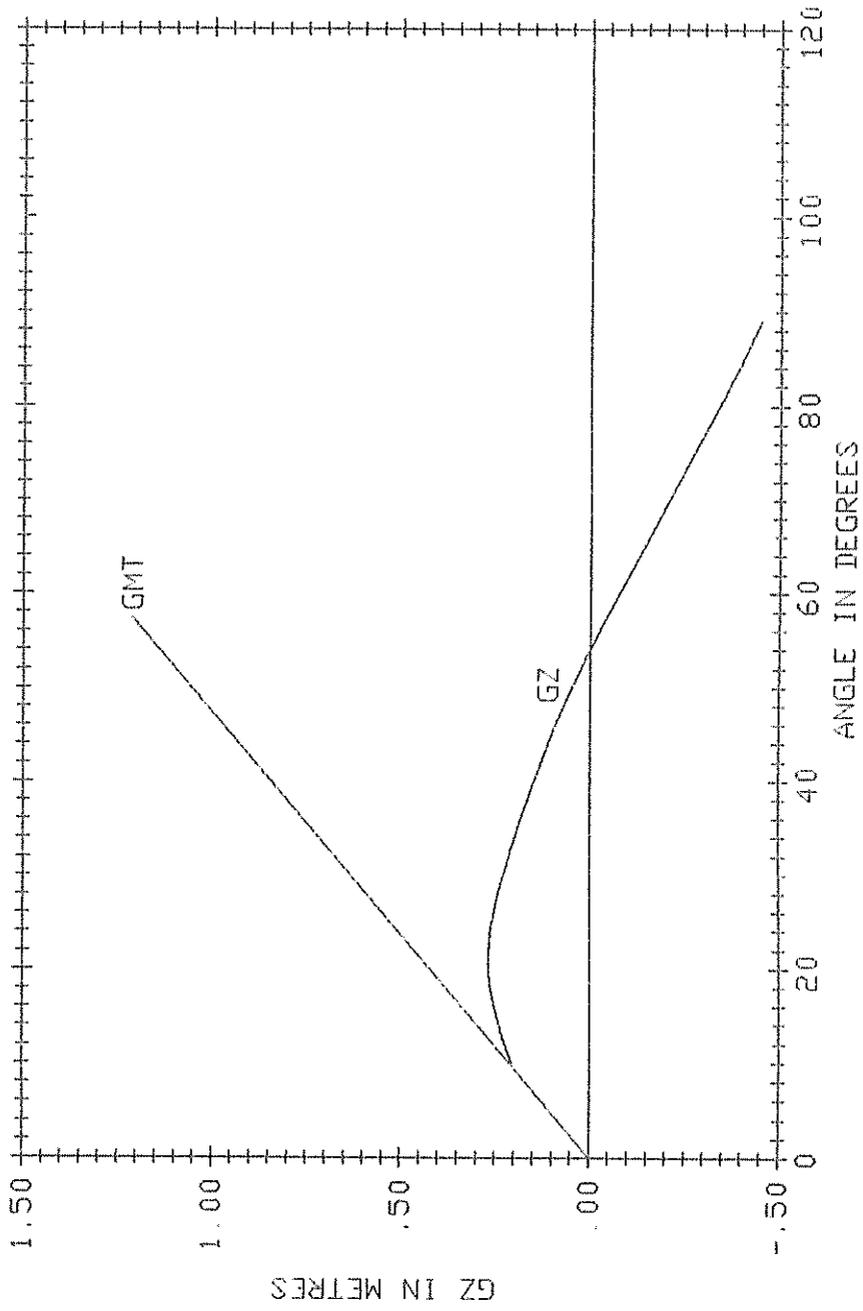
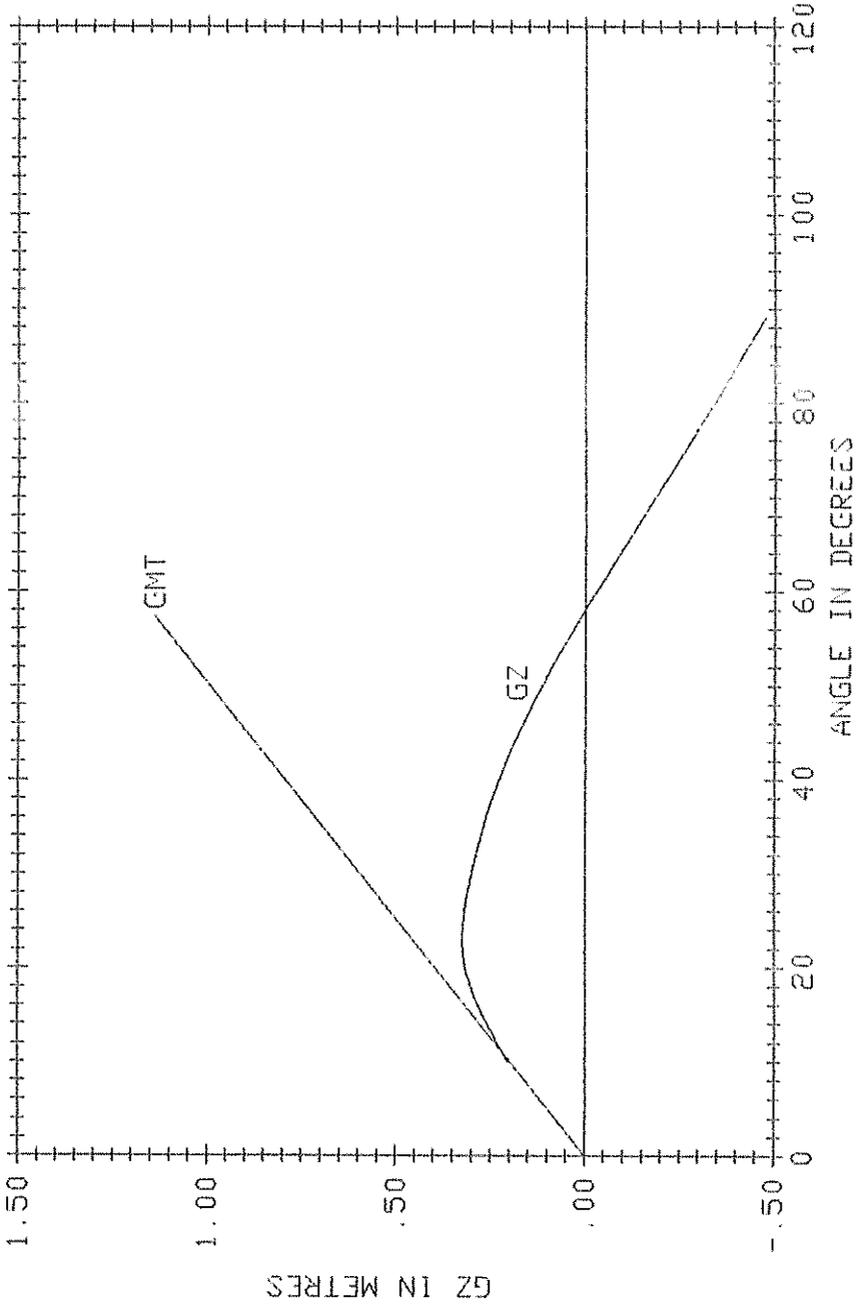


FIGURA N° 2B

SHIP- 194 BUQUE PESQUERO ' MIRIAN '
 INTACT STATICAL STABILITY
 DISPL= 422.99 LCG= -.75 VCG= 3.33

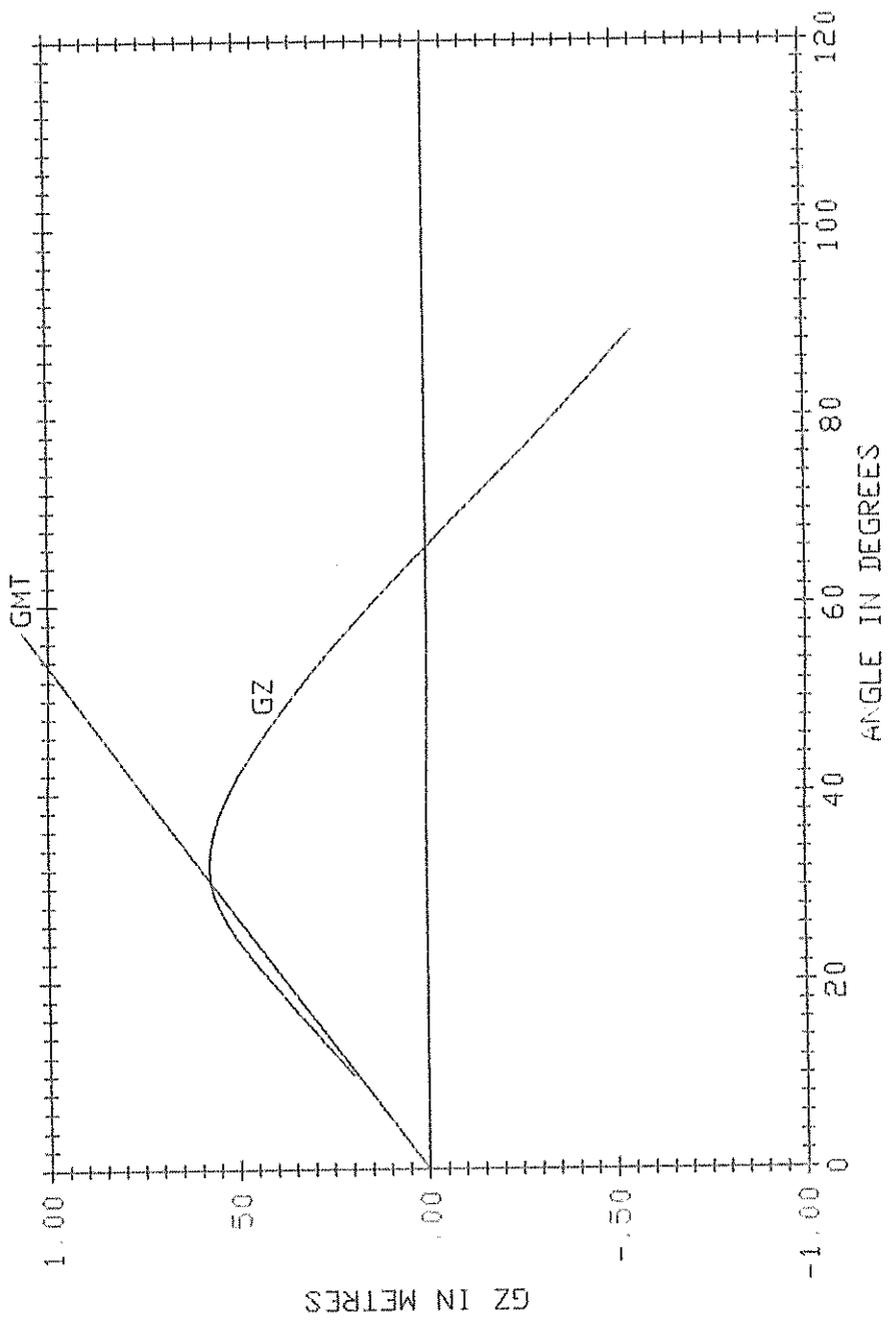
95-10-14



BIBLIOTECA
 IAC, ING,
 MARITIMA

- FIGURA N° 3B

SHIP- 194 BUQUE PESQUERO ' MIRIAN ' 95-10-14
 INTACT STATICAL STABILITY
 DISPL= 284.98 LCG= -.35 VCG= 3.46



- FIGURA N° 4B

APENDICE C

1.- DATOS DE ENTRADA DE TRIMADO Y ESTABILIDAD

En este campo del programa se necesita aparte de usar el mismo archivo de datos de HIDROSTATICAS lo siguiente:

Desplazamiento ligero del buque con su correspondiente KG. y LCG.

Localización del tanque o bodega en el interior del casco.

Contenido del tanque; liquido o producto congelado

Porcentaje de llenado del tanque según condición de carga

ángulos de escora deseados

7.- RESULTADOS DE TRIMADO Y ESTABILIDAD.

Da como resultado las características finales del buque para la condición de carga deseada y se obtienen las curvas de estabilidad estática corregidas por el efecto de superficie libre.

Ship- BUQUE PESQUERO " MIRLIAN " Serial Number- 195

Design Displacement	436.286 tonnes SW
Design LCG	-.469 metres from amidships (+ fwd)
Design Draft	3.600 metres
Design Trim	.000 metres (+ by stern)
Draft at Forward Draft Mark	2.660 metres
Draft at Aft Draft Mark	3.300 metres
Length Overall	33.100 metres
Length Between Perpendiculars	30.000 metres
Length on Design Waterline	30.468 metres

Station of Max Area (at DWL)	16.616 metres from FP
Beam at Station of Max Area	7.800 metres
Section Area Coefficient	.7339

Prismatic Coefficient	.6885
Block Coefficient	.5053
Specific Volume of Water	1.025 tonnes/cubic metres
Mean Shell Thickness	.000 metres
Distance of FWD Draft Mark	12.660 metres from midship
Height of FWD Draft Mark	.940 metres above Base
Distance of AFT Draft Mark	-9.900 metres from midship
Height of AFT Draft Mark	.300 metres above Base

Appendage Properties at Design Condition

N S	Title	Volume	Displ	TCB	VCB	LCB
1 +1	QUILLA-CODASTE		2.65	2.72	.00	.75 -3.84

Trim and Stability - Definitions

PCT	Percentage of capacity
WEIGHT	Item Weight in tonnes
VCG	Vertical Center of Gravity Above Base in metres
LCG	Longitudinal Center of Gravity From Midship in metres
VMFS	Free Surface Moment in m-tonnes

DISPLACEMENT Ship Displacement in tonnes

LCB Longitudinal Center of Buoyancy from Midship in metres

MEAN DRAFT Draft amidship above baseline in metres

TRIM Total trim over LBP (Draft Aft - Draft FWD) in metres

DRAFT FWD Draft at forward mark in metres

DRAFT AFT Draft at after mark in metres

LCF Longitudinal center of flotation from midship in metres

TPC Tonnes per cm of immersion

MTC Moment to change trim one cm in m-tonnes

KMT Transverse Metacentre above baseline in metres

GMT UNCORR. Transverse Metacentre above VCG in metres

FREE SURF. Free surface correction in metres (VFMS/DISPLACEMENT)

GMT CORR. GMT corrected for free surface

RA Righting Arm (GZ) in metres

ENERGY Righting Energy in m-radian

CR Angle of immersion of first critical point

DF Angle of immersion of first downflooding point

MX Angle of maximum righting arm

HA Heeling Arm in metres

RRA Residual Righting Arm RA - HA

RRE Residual Righting Energy in m-radians

LIST ANGLE Angle of static heel in degrees

ESPOL
ING. CRISTOBAL MARISCAL DIAZ

PC-SHCP 4.05
95-02-20 11:02:27

SHIP: BUQUE PESQUERO " MIRIAN "
COND: MIR-01 PRIMERA CONDICION: SALIDA DE PUERTO
COMBUSTIBLE: 100 %
AGUA: 100 %
CAPTURA: 0 %

DEADWEIGHT SUMMARY - TRIM & STABILITY

DESCRIPTION	PCT	WEIGHT	VCG	LCG	TCG	VMFS
SUBTOTAL FIXED LOADS			.000	.000	.000	.00
TANKS	S.G. PCT	WEIGHT	VCG	LCG	TCG	VMFS
TQ. DIESEL PROA	.850 100	19.564	3.646	13.019	.000	.00
TQ. DIESEL S. MAQ. B	.850 100	4.516	1.683	7.751	-1.885	.00
TQ. DIESEL S. MAQ. E	.850 100	4.516	1.683	7.751	1.885	.00
TQ. AGUA BB	1.000 100	9.949	3.139	-10.281	-2.167	.00
TQ. AGUA EB	1.000 100	9.949	3.139	-10.281	2.167	.00
TQ. DIESEL PP1. BB	.850 100	7.000	3.405	-11.935	-2.135	.00
TQ. DIESEL PP1 EB	.850 100	7.000	3.405	-11.935	2.135	.00
TQ. DIESEL PP2 BB	.850 100	5.421	3.730	-13.826	-2.098	.00
TQ. DIESEL PP2 EB	.850 100	5.421	3.730	-13.826	2.098	.00
SUBTOTAL TANK LOADS			73.336	3.233	-2.684	.000
DESPLAZAMIENTO LIGERO			245.830	3.760	-.200	.000
TOTAL WEIGHT			319.163	3.639	-.771	.000

HYDROSTATICS -- DRAFTS

DISPLACEMENT =	319.163 Tonnes
LCG =	-.771 m
LCB =	-.804 m
LCF =	-1.851 m
TPC =	1.968 Tonnes
MTC =	3.795 m-t
TRIM =	.633 m
MEAN DRAFT =	2.978 m
DRAFT FWD =	1.771 m
DRAFT AFT =	2.887 m

METACENTRIC HEIGHT

KMT =	4.582 m
VCG =	3.639 m
GMT UNCORR. =	.943 m
FREE SURF. =	.000 m
GMT CORR. =	.943 m
HEEL ANGLE =	.000 Degrees

WATER = 1.025 t/m³

ESPOL
ING. CRISTOBAL MARISCAL DIAZ

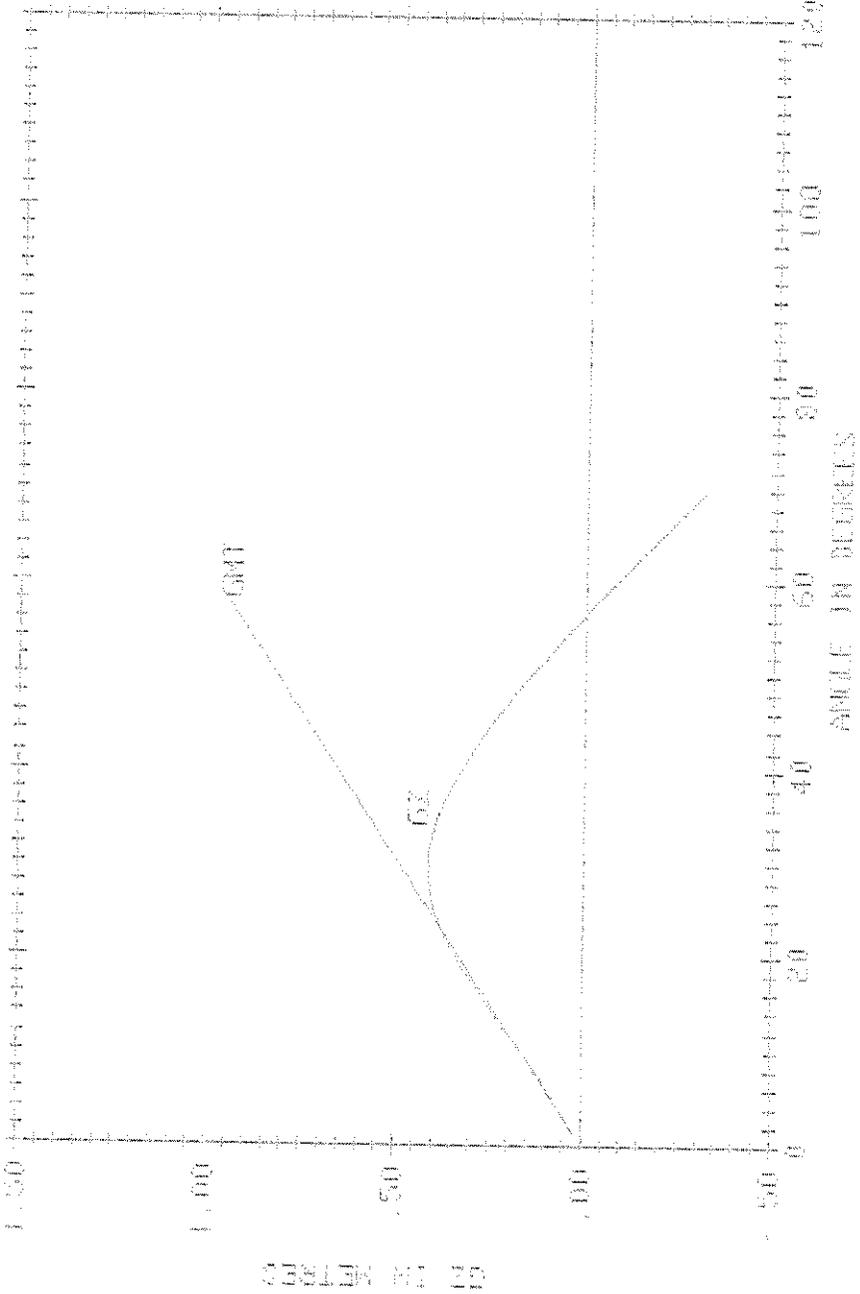
PC-SHCP 4.05
95-02-20 11:02:27

SHIP: BUQUE PESQUERO " MIRIAN "
COND: MIR-01 PRIMERA CONDICION: SALIDA DE PUERTO
 COMBUSTIBLE: 100 %
 AGUA: 100 %
 CAPTURA: 0 %

RIGHTING ARMS & RIGHTING ENERGY

HEEL	TRIM	VCG	LCG	TCG	RA	ENERGY
.00	.63	3.639	-.771	.000	.000	.000
10.00	.59	3.639	-.771	.000	.161	.014
20.00	.45	3.639	-.771	.000	.340	.058
30.00	.39	3.639	-.771	.000	.413	.126
40.00	.43	3.639	-.771	.000	.325	.192
50.00	.53	3.639	-.771	.000	.142	.234
60.00	.78	3.639	-.771	.000	-.080	.240
70.00	1.26	3.639	-.771	.000	-.320	.205
29.66	MAXIMUM RIGHTING ARM				.413	.123

SHIP- 194 BUQUE PESQUERO " MIRIAN " 99-01-29
 CIND: HR-01 PRIMERA CONDICION: SALIDA DE PUERTO
 DESPL= 319.16 LCG= 11.77 VCG= 3.64



BIBLIOTECA
 IAC, INC.
 MARITIMA

FIGURA N° 1C

ESPOL
ING. CRISTOBAL MARISCAL DIAZ

PC-SHCP 4.05
95-02-20 11:02:27

SHIP: BUQUE PESQUERO " MIRIAN "

COND: MIR-02

SEGUNDA CONDICION: SALIDA DEL CALADERO

COMBUSTIBLE: 40 %

AGUA: 40 %

CAPTURA: 100 %

DEADWEIGHT SUMMARY - TRIM & STABILITY

DESCRIPTION	PCT	WEIGHT	VCG	LCG	TCG	VMFS	
SUBTOTAL FIXED LOADS		.000	.000	.000	.000	.00	
TANKS	S.G.	PCT	WEIGHT	VCG	LCG	TCG	VMFS
TQ. DIESEL PROA	.850	40	7.825	2.527	12.862	.000	2.69
TQ. DIESEL S. MAQ. B	.850	40	1.806	1.378	7.463	-1.853	.92
TQ. DIESEL S. MAQ. E	.850	40	1.806	1.378	7.463	1.853	.92
BODEGA #1 BB	.650	100	32.799	2.711	3.122	-2.269	1.41
BODEGA #1 EB	.650	100	32.799	2.711	3.122	2.269	1.41
BODEGA #2 BB	.650	100	13.847	2.649	-.881	-2.311	.00
BODEGA #2 EB	.650	100	13.847	2.649	-.881	2.311	.00
BODEGA #3 BB	.650	100	13.645	2.650	-3.294	-2.306	.00
BODEGA #3 EB	.650	100	13.645	2.650	-3.294	2.306	.00
BODEGA #4 BB	.650	100	25.967	2.800	-6.899	-2.272	1.20
BODEGA #4 EB	.650	100	25.967	2.800	-6.899	2.272	1.20
TQ. AGUA BB	1.000	40	3.978	2.429	-10.246	-2.042	2.77
TQ. AGUA EB	1.000	40	3.978	2.429	-10.246	2.042	2.77
TQ. DIESEL PP1. BB	.850	40	2.800	2.846	-11.869	-2.022	2.35
TQ. DIESEL PP1 EB	.850	40	2.800	2.846	-11.869	2.022	2.35
TQ. DIESEL PP2 BB	.850	40	2.169	3.347	-13.684	-2.001	2.52
TQ. DIESEL PP2 EB	.850	40	2.169	3.347	-13.684	2.001	2.52
SUBTOTAL TANK LOADS			201.846	2.693	-1.722	.000	25.04
DESPLAZAMIENTO LIGERO			245.830	3.760	-.200	.000	.00
TOTAL WEIGHT			452.870	3.303	-.891	.024	25.04

HYDROSTATICS - DRAFTS		METACENTRIC HEIGHT	
DISPLACEMENT =	452.870 Tonnes	KMT =	4.507 m
LCG =	-.891 m	VCG =	3.303 m
LCB =	-.897 m	GMT UNCORR. =	1.228 m
LCF =	-2.258 m	FREE SURF. =	.056 m
TPC =	2.140 Tonnes	GMT CORR. =	1.173 m
MTC =	4.646 m-t	HEEL ANGLE =	.000 Degrees
TRIM =	.398 m		
MEAN DRAFT =	3.628 m	WATER =	1.025 t/m3
DRAFT FWD =	2.520 m		
DRAFT AFT =	3.460 m		

ESPOL
ING. CRISTOBAL MARISCAL DIAZ

PC-SHCP 4.05
95-02-20 11:02:27

SHIP: BUQUE PESQUERO " MIRIAN "
COND: MIR-02 SEGUNDA CONDICION: SALIDA DEL CALADERO
 COMBUSTIBLE: 40 %
 AGUA: 40 %
 CAPTURA: 100 %

RIGHTING ARMS & RIGHTING ENERGY

HEEL	TRIM	VCG	LCG	TCG	RA	ENERGY
.00	.40	3.279	-.886	.000	.000	.000
10.00	.36	3.279	-.886	.008	.201	.019
21.00	.55	3.283	-.887	.017	.264	.066
30.00	.87	3.287	-.888	.026	.222	.105
40.00	1.41	3.292	-.904	.022	.140	.137
50.00	1.93	3.306	-.861	.055	.028	.152
61.00	3.26	3.308	-.891	.047	-.116	.144
70.00	*** No balance ***					
20.96	MAXIMUM RIGHTING ARM				.264	.066

SUPP= 194 BUQUE PESQUERO * MIRIAM * 95-01-29
 CORPO: MUC-02 SEGUNDA CONDICION: SALINA DEL COLEADERU
 DISPL= 452.87 LCB= .89 WIG= 3.30

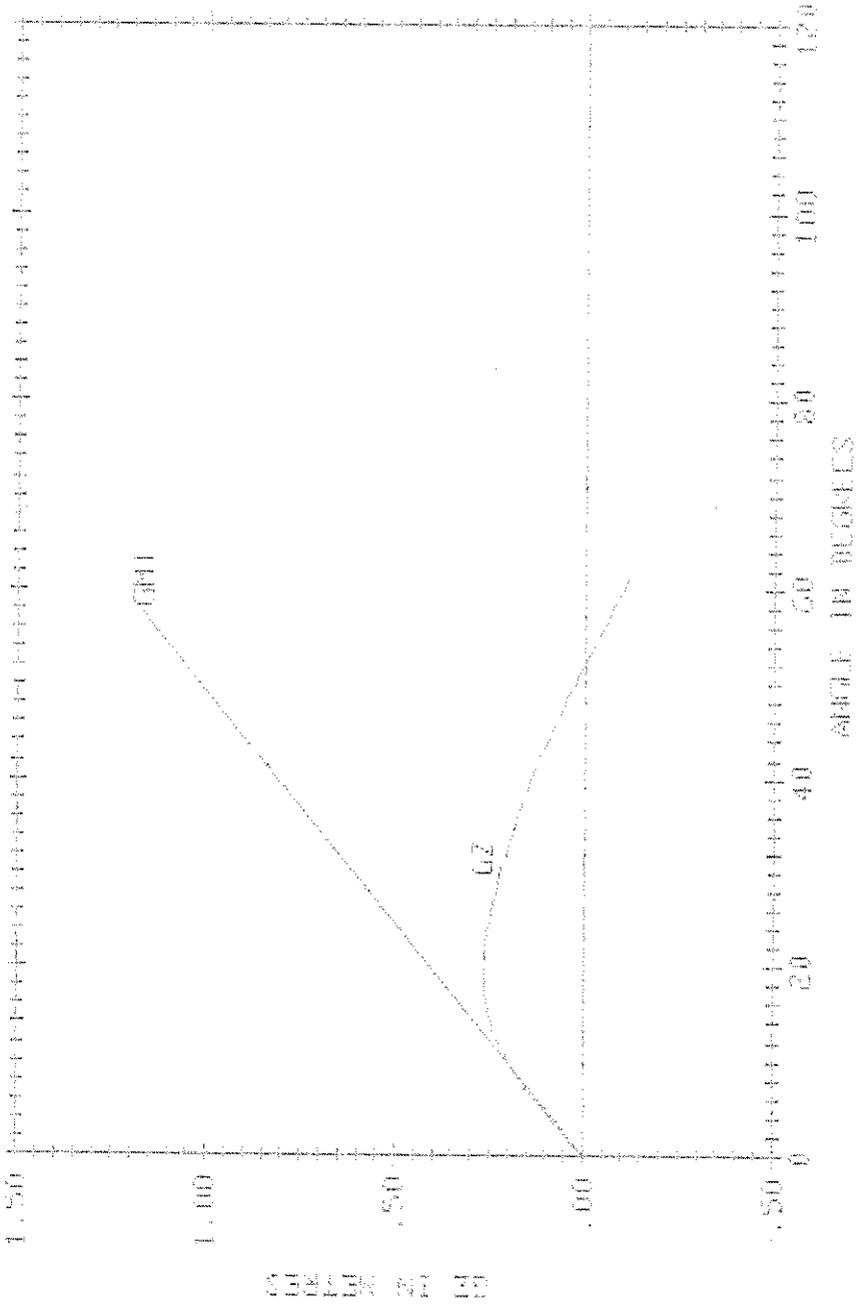


FIGURA N° 2C

ESPOL
ING. CRISTOBAL MARISCAL DIAZ

PC-SHCP 4.05
95-02-20 11:02:27

SHIP: BUQUE PESQUERO " MIRIAN "
COND: MIR-03 TERCERA CONDICION: LLEGADA A PUERTO
 COMBUSTIBLE: 10 %
 AGUA: 10 %
 CAPTURA: 100 %

DEADWEIGHT SUMMARY - TRIM & STABILITY

DESCRIPTION	PCT	WEIGHT	VCG	LCG	TCG	VMFS	

SUBTOTAL FIXED LOADS		.000	.000	.000	.000	.00	

TANKS	S.G.	PCT	WEIGHT	VCG	LCG	TCG	VMFS
TQ. DIESEL PROA	.850	10	1.958	1.684	12.772	.000	1.02
TQ. DIESEL S. MAQ. B	.850	10	.451	1.148	6.848	-1.683	.72
TQ. DIESEL S. MAQ. E	.850	10	.451	1.148	6.848	1.683	.72
BODEGA #1 BB	.650	100	32.799	2.711	3.122	-2.269	1.41
BODEGA #1 EE	.650	100	32.799	2.711	3.122	2.269	1.41
BODEGA #2 BB	.650	100	13.847	2.649	-.881	-2.311	.00
BODEGA #2 EE	.650	100	13.847	2.649	-.881	2.311	.00
BODEGA #3 BB	.650	100	13.645	2.650	-3.294	-2.306	.00
BODEGA #3 EE	.650	100	13.645	2.650	-3.294	2.306	.00
BODEGA #4 BB	.650	100	25.967	2.800	-6.899	-2.272	1.20
BODEGA #4 EE	.650	100	25.967	2.800	-6.899	2.272	1.20
TQ. AGUA BB	1.000	10	.995	2.013	-10.102	-1.709	1.77
TQ. AGUA EE	1.000	10	.995	2.013	-10.102	1.709	1.77
TQ. DIESEL PP1. BB	.850	10	.700	2.372	-11.731	-1.673	1.93
TQ. DIESEL PP1 EE	.850	10	.700	2.372	-11.731	1.673	1.93
TQ. DIESEL PP2 BB	.850	10	.542	3.596	-13.297	-2.055	1.77
TQ. DIESEL PP2 EE	.850	10	.542	3.596	-13.297	2.055	1.77

SUBTOTAL TANK LOADS		179.848	2.694	-1.599	.000	18.63	

DESPLAZAMIENTO LIGERO		245.830	3.760	-.200	.000	.00	

TOTAL WEIGHT		422.990	3.329	-.746	.027	18.63	

HYDROSTATICS - DRAFTS			METACENTRIC HEIGHT				
DISPLACEMENT =	422.990	Tonnes	KMT	=	4.477	m	
LCG =	-.746	m	VCG	=	3.329	m	
LCB =	-.803	m	GMT UNCORR.	=	1.167	m	
LCF =	-2.020	m	FREE SURF.	=	.044	m	
TPC =	2.088	Tonnes	GMT CORR.	=	1.123	m	
MTC =	4.355	m-t	HEEL ANGLE	=	.000	Degrees	
TRIM =	.368	m					
MEAN DRAFT =	3.526	m	WATER	=	1.025	t/m3	
DRAFT FWD =	2.431	m					
DRAFT AFT =	3.348	m					

ESPOL
ING. CRISTOBAL MARISCAL DIAZ

PC-SHCP 4.05
95-02-20 11:02:27

SHIP: BUQUE PESQUERO " MIRIAN "
COND: MIR-03 TERCERA CONDICION: LLEGADA A PUERTO
COMBUSTIBLE: 10 %
AGUA: 10 %
CAPTURA: 100 %

RIGHTING ARMS & RIGHTING ENERGY

HEEL	TRIM	VCG	LCG	TCG	RA	ENERGY
.00	.37	3.310	-.791	.000	.000	.000
10.00	.33	3.312	-.799	.003	.202	.018
21.00	.41	3.312	-.796	.009	.307	.070
30.00	.64	3.312	-.792	.011	.284	.117
40.00	.94	3.316	-.765	.018	.210	.161
50.00	1.36	3.318	-.736	.021	.099	.188
61.00	2.24	3.324	-.746	.025	-.064	.192
70.00	3.58	3.329	-.746	.027	-.206	.171
22.75	MAXIMUM RIGHTING ARM				.309	.079



BIBLIOTECA
IAC. IND.
MANILA

SHIP: 194 BUQUE PESQUERO: MIRIAN * 95-01-99
CORD: HIR-03 TERCERA CONDUCCION: LOGSIA & POLEID
ITSFI #: 422.99 LOG#: 7.75 WOT: 3.33

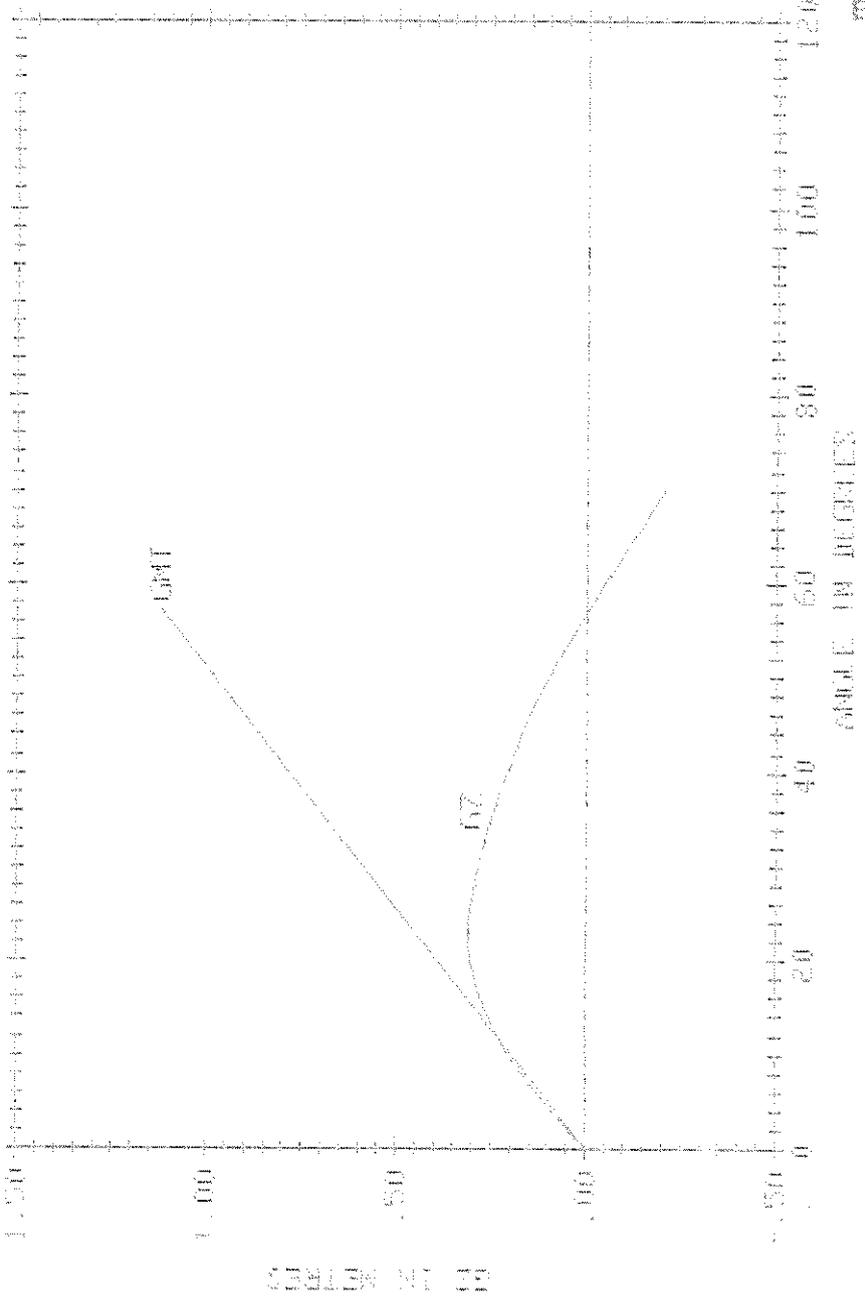


FIGURA N° 3C

ESPOL
ING. CRISTOBAL MARISCAL DIAZ

PC-SHCP 4.05
95-02-20 11:02:27

SHIP: BUQUE PESQUERO " MIRIAN "
COND: MIR-04 CUARTA CONDICION: LLEGADA A PUERTO
COMBUSTIBLE: 10 %
AGUA: 10 %
CAPTURA: 20 %

DEADWEIGHT SUMMARY - TRIM & STABILITY

DESCRIPTION	PCT	WEIGHT	VCG	LCG	TCG	VMFS	
SUBTOTAL FIXED LOADS			.000	.000	.000	.00	
TANKS	S.G.	PCT	WEIGHT	VCG	LCG	TCG	VMFS
TQ. DIESEL PROA	.850	10	1.958	1.684	12.772	.000	1.02
TQ. DIESEL S. MAQ. B	.850	10	.451	1.148	6.849	-1.683	.72
TQ. DIESEL S. MAQ. E	.850	10	.451	1.148	6.849	1.683	.72
BODEGA #1 BB	.650	20	6.560	1.308	3.020	-2.051	4.88
BODEGA #1 EE	.650	20	6.560	1.308	3.020	2.051	4.88
BODEGA #2 BB	.650	20	2.769	1.251	-.889	-2.124	2.32
BODEGA #2 EE	.650	20	2.769	1.251	-.889	2.124	2.32
BODEGA #3 EE	.650	20	2.731	1.271	-3.279	-2.116	2.40
BODEGA #3 EB	.650	20	2.731	1.271	-3.279	2.116	2.40
BODEGA #4 BB	.650	20	5.193	1.529	-6.527	-2.026	4.89
BODEGA #4 EE	.650	20	5.193	1.529	-6.527	2.026	4.89
TQ. AGUA BB	1.000	10	.995	2.013	-10.102	-1.709	1.77
TQ. AGUA EB	1.000	10	.995	2.013	-10.102	1.709	1.77
TQ. DIESEL PP1. BB	.850	10	.700	2.372	-11.731	-1.673	1.93
TQ. DIESEL PP1 EE	.850	10	.700	2.372	-11.731	1.673	1.93
TQ. DIESEL PP2 BB	.850	10	.542	3.596	-13.297	-2.055	1.77
TQ. DIESEL PP2 EE	.850	10	.542	3.596	-13.297	2.055	1.77
SUBTOTAL TANK LOADS			41.840	1.493	-1.691	.000	42.37
DESPLAZAMIENTO LIGERO			245.830	3.760	-.200	.000	.00
TOTAL WEIGHT			284.981	3.460	-.346	.040	42.37
HYDROSTATICS - DRAFTS			METACENTRIC HEIGHT				
DISPLACEMENT =	284.981	Tonnes	KMT	=	4.528	m	
LCG	=	-.346	m	VCG	=	3.460	m
LCB	=	-.435	m	GMT UNCORR.	=	1.098	m
LCF	=	-1.050	m	FREE SURF.	=	.147	m
TPC	=	1.831	Tonnes	GMT CORR.	=	.951	m
MTC	=	3.130	m-t	HEEL ANGLE	=	.000	Degrees
TRIM	=	.363	m				
MEAN DRAFT	=	2.822	m	WATER	=	1.025	t/m3
DRAFT FWD	=	1.729	m				
DRAFT AFT	=	2.642	m				

ESPOL
ING. CRISTOBAL MARISCAL DIAZ

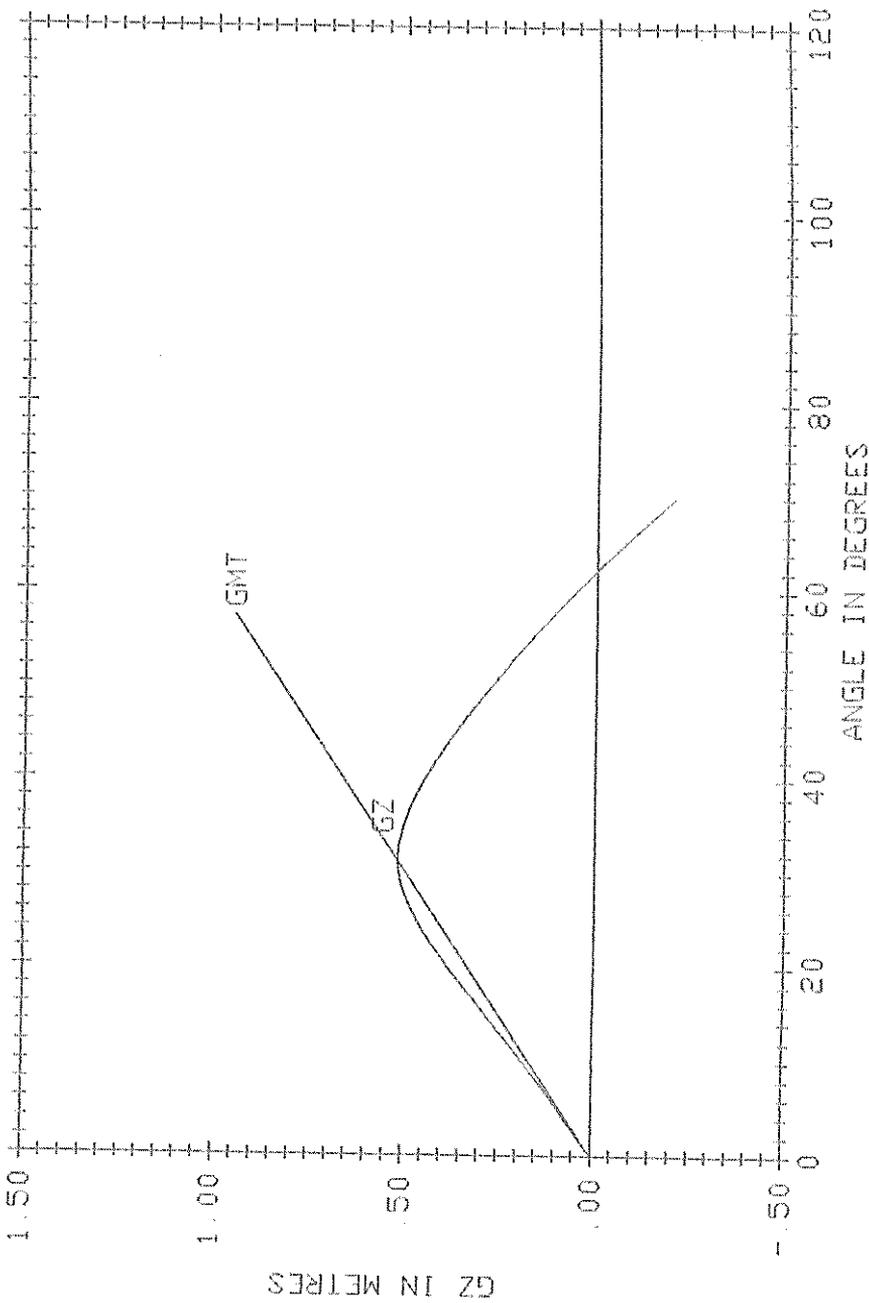
PC-SHCP 4.05
95-02-20 11:02:27

SHIP: BUQUE PESQUERO " MIRIAN "
COND: MIR-04 CUARTA CONDICION: LLEGADA A PUERTO
COMBUSTIBLE: 10 %
AGUA: 10 %
CAPTURA: 20 %

RIGHTING ARMS & RIGHTING ENERGY

HEEL	TRIM	VCG	LCG	TCG	RA	ENERGY
.00	.36	3.430	-.417	.000	.000	.000
10.00	.33	3.434	-.428	.004	.181	.015
21.00	.16	3.436	-.428	.011	.402	.072
30.00	-.05	3.433	-.417	.017	.515	.145
40.00	-.27	3.441	-.378	.027	.447	.232
50.00	-.55	3.444	-.332	.031	.273	.295
61.00	-.62	3.444	-.391	.029	.031	.325
70.00	-1.09	3.460	-.346	.040	-.205	.312
31.20	MAXIMUM RIGHTING ARM				.517	.156

SHIP- 194 BUQUE PESQUERO ' MIRIAN '
 COND: MIR-04 CUARTA CONDICION: LLEGADA A PUERTO
 DISPL= 284.98 LCG= -.35 VCG= 3.46



BIBLIOTECA
 FAC. ING.
 MARITIMA

FIGURA N° 4C

APENDICE D

1.- DATOS DE ENTRADA DE CALIBRACION DE TANQUES

En este apartado del programa PC-SHCP version 4.05 ademas del archivo de datos de hidrostáticas se necesita entrar los datos de localización de los tanques en el buque y las sondas de ellos

2.- RESULTADOS DE CORRIDA DE CALIBRACIÓN DE TANQUES

1 ESPOL PC-SHCP 4.05
0 Ship- BUQUE PESQUERO " MIRIAN " Serial Number- 194

Tank Definition

Tank properties at 100% full capacity

ID Name	Volume	VCG	LCG	TCG
100 TQ. DIESEL PROA	22.98	3.64	13.02	.00
200 TQ. DIESEL S. MAQ. BB-EB	5.31	1.68	7.75	-1.89
300 BODEGA #1 BB-EB	50.46	2.71	3.12	-2.27
400 BODEGA #2 BB-EB	21.30	2.65	-.88	-2.31
500 BODEGA #3 BB-EB	20.99	2.65	-3.29	-2.31
600 BODEGA #4 BB-EB	39.95	2.80	-6.90	-2.27
700 TQ. AGUA BB-EB	9.82	3.13	-10.28	2.17
800 TQ. DIESEL PP1 BB-EB	8.19	3.40	-11.94	2.13
840 TQ. DIESEL PP2 BB-EB	6.34	3.72	-13.83	2.09

Ship- BUQUE PESQUERO " MIRIAN " Serial Number- 194

Tank Calibration

0 Definitions

SG Specific gravity of liquid
Trim Vessel trim (Draft Aft - Draft Fwd)
Sounding Level of liquid in sounding pipe
Ullage Height of liquid below top of sounding pipe
Volume Net Volume of tank = Gross Volume * Permeability
Weight Weight of liquid
VCG Vertical Center of Gravity from Baseline
LCG Longidinal Center of Gravity from Midship
TCG Transverce Center of Gravity from Centerline
FSM Free Surface Moment

Tank: 100 TQ. DIESEL PROA

Sounding Pipe Data

	X from FP	Y from CL	Z from BL	Sounding	Ullage
Striking Plate	3.150	.050	1.150	.000	3.950
Ullage Reference	3.150	.050	5.100	3.950	.000

SG: .850 Trim: .000

Compartments included: 1 - 100

0	Sounding	Ullage	Volume	Weight	VCG	LCG	TCG	FSM
	metres	metres	m**3	Tonnes	Metres	Metres	Metres	T-m
	.000	3.950	.062	.053	1.159	12.593	.000	.01
	.800	3.150	1.972	1.677	1.635	12.758	.000	.94
	1.600	2.350	5.494	4.670	2.125	12.836	.000	1.73
	2.400	1.550	9.751	8.289	2.600	12.861	.000	2.84
	3.200	.750	15.060	12.801	3.052	12.879	.000	6.56
	3.950	.000	22.278	18.936	3.587	12.972	.000	10.59

Tank: 200 TQ. DIESEL S. MAQ. BB-EB

Sounding Pipe Data

	X from FP	Y from CL	Z from BL	Sounding	Ullage
Striking Plate	8.950	1.250	.850	.000	1.230
Ullage Reference	8.950	1.250	2.080	1.230	.000

SG: .850 Trim: .000

Compartments included: 1 - 200

0	Sounding	Ullage	Volume	Weight	VCG	LCG	TCG	FSM
	metres	metres	m**3	Tonnes	Metres	Metres	Metres	T-m
	.000	1.230	.000	.000	.917	10.607	-.524	.00
	.300	.930	.250	.213	1.070	6.728	-1.555	.39
	.600	.630	1.328	1.129	1.286	7.339	-1.817	.84
	.900	.330	2.913	2.476	1.457	7.608	-1.855	.99
	1.200	.030	4.643	3.947	1.622	7.722	-1.877	1.16
	1.230	.000	4.824	4.100	1.639	7.730	-1.879	1.18

Tank: 300 BODEGA #1 BB-EB

Sounding Pipe Data

	X from FP	Y from CL	Z from BL	Sounding	Ullage
Striking Plate	14.520	.950	.690	.000	3.610
Ullage Reference	14.520	.950	4.300	3.610	.000

SG: .650 Trim: .000

Compartments included: 1 - 300

0	Sounding metres	Ullage metres	Volume m**3	Weight Tonnes	VCG Metres	LCG Metres	TCG Metres	FSM T-m
	.000	3.610	-.004	.000	.000	.000	.000	.00
	.800	2.810	7.340	4.771	1.201	2.998	-2.009	4.57
	1.600	2.010	18.480	12.012	1.620	3.053	-2.126	5.78
	2.400	1.210	30.432	19.781	2.042	3.075	-2.193	6.90
	3.200	.410	43.021	27.964	2.466	3.090	-2.244	7.84
	3.610	.000	49.664	32.281	2.684	3.096	-2.267	8.24

Tank: 400 BODEGA #2 BB-EB

Sounding Pipe Data

	X from FP	Y from CL	Z from BL	Sounding	Ullage
Striking Plate	16.950	.950	.650	.000	3.650
Ullage Reference	16.950	.950	4.300	3.650	.000

SG: .650 Trim: .000

Compartments included: 1 - 400

0	Sounding metres	Ullage metres	Volume m**3	Weight Tonnes	VCG Metres	LCG Metres	TCG Metres	FSM T-m
	.000	3.650	.000	.000	.000	.000	.000	.00
	.800	2.850	3.239	2.105	1.161	-.890	-2.090	2.24
	1.600	2.050	8.011	5.207	1.573	-.886	-2.195	2.62
	2.400	1.250	13.017	8.461	1.988	-.883	-2.250	2.98
	3.200	.450	18.216	11.841	2.406	-.882	-2.291	3.29
	3.650	.000	21.211	13.787	2.649	-.882	-2.307	3.47

Tank: 500 BODEGA #3 BB-EB

Sounding Pipe Data

	X from FP	Y from CL	Z from BL	Sounding	Ullage
Striking Plate	19.360	.950	.610	.000	3.650
Ullage Reference	19.360	.950	4.260	3.650	.000

SG: .650 Trim: .000

Compartments included: 1 - 500



BIBLIOTECA
IAC. ING.
MARITIMA

0	Sounding	Ullage	Volume	Weight	VCG	LCG	TCG	FSM
	metres	metres	m**3	Tonnes	Metres	Metres	Metres	T-m
	.000	3.650	.000	.000	.568	-3.581	-.108	.00
	.800	2.850	2.847	1.850	1.150	-3.269	-2.046	2.32
	1.600	2.050	7.635	4.963	1.566	-3.288	-2.192	2.60
	2.400	1.250	12.605	8.193	1.978	-3.292	-2.246	2.90
	3.200	.450	17.758	11.543	2.395	-3.294	-2.285	3.23
	3.650	.000	20.738	13.480	2.630	-3.295	-2.305	3.42

Tank: 600 BODEGA #4 BB-EB

Sounding Pipe Data

	X from FP	Y from CL	Z from BL	Sounding	Ullage
Striking Plate	19.660	.950	.610	.000	3.640
Ullage Reference	19.660	.950	4.250	3.640	.000

SG: .650 Trim: .000

Compartments included: 1 - 600

0	Sounding	Ullage	Volume	Weight	VCG	LCG	TCG	FSM
	metres	metres	m**3	Tonnes	Metres	Metres	Metres	T-m
	.000	3.640	.000	.000	.000	.000	.00	
	.800	2.840	2.509	1.631	1.211	-6.048	-1.748	2.87
	1.600	2.040	11.838	7.695	1.702	-6.677	-2.102	5.26
	2.400	1.240	22.363	14.536	2.130	-6.825	-2.195	5.92
	3.200	.440	33.303	21.647	2.552	-6.880	-2.247	6.63
	3.640	.000	39.499	25.675	2.784	-6.898	-2.271	7.05

Tank: 700 TQ. AGUA BB-EB

Sounding Pipe Data

	X from FP	Y from CL	Z from BL	Sounding	Ullage
Striking Plate	24.560	.850	1.350	.000	2.900
Ullage Reference	24.560	.850	4.250	2.900	.000

SG: 1.000 Trim: .000

Compartments included: 1 - 700

0	Sounding	Ullage	Volume	Weight	VCG	LCG	TCG	FSM
	metres	metres	m**3	Tonnes	Metres	Metres	Metres	T-m
	.000	2.900	-.002	.000	.000	.000	.00	
	.800	2.100	.802	.802	1.973	-10.052	1.631	1.59
	1.600	1.300	4.047	4.047	2.445	-10.243	2.044	2.78
	2.400	.500	7.527	7.527	2.865	-10.272	2.131	3.18
	2.900	.000	9.743	9.743	3.122	-10.278	2.165	2.01

Tank: 800 TQ. DIESEL PP1 BB-EB

Sounding Pipe Data

	X from FP	Y from CL	Z from BL	Sounding	Ullage
Striking Plate	26.150	.850	1.900	.000	2.400
Ullage Reference	26.150	.850	4.300	2.400	.000

SG: .850 Trim: .000

Compartments included: 1 - 800

0	Sounding Ullage	Volume	Weight	VCG	LCG	TCG	FSM
	metres	metres	m**3	Tonnes	Metres	Metres	Metres
							T-m
	.000	2.400	.000	.000	.000	.000	.00
	.800	1.600	.964	.820	2.524	-11.667	1.767 1.83
	1.600	.800	4.450	3.782	2.985	-11.896	2.061 2.48
	2.400	.000	8.188	6.960	3.399	-11.938	2.134 2.25

Tank: 840 TQ. DIESEL PP2 BB-EB

Sounding Pipe Data

	X from FP	Y from CL	Z from BL	Sounding	Ullage
Striking Plate	27.910	.850	2.650	.000	1.670
Ullage Reference	27.910	.850	4.320	1.670	.000

SG: .850 Trim: .000

Compartments included: 1 - 840

0	Sounding Ullage	Volume	Weight	VCG	LCG	TCG	FSM
	metres	metres	m**3	Tonnes	Metres	Metres	Metres
							T-m
	.000	1.670	.001	.001	2.643	-12.905	.331 .01
	.500	1.170	.582	.494	3.058	-13.334	1.861 1.40
	1.000	.670	2.693	2.289	3.353	-13.688	2.015 2.53
	1.500	.170	5.412	4.600	3.629	-13.802	2.077 3.01
	1.670	.000	6.314	5.367	3.714	-13.824	2.093 1.27

SHIP- 194 BUQUE PESQUERO " MIRIAN " 95-12-02
 TANK- 100 TQ. DIESEL PROA
 SG= .850 TRIM= .000
 WT: TONNES FSM: TONNES-M
 VCG: M FROM BL LCG: M FROM MIDSHIP TCG: M FROM CL

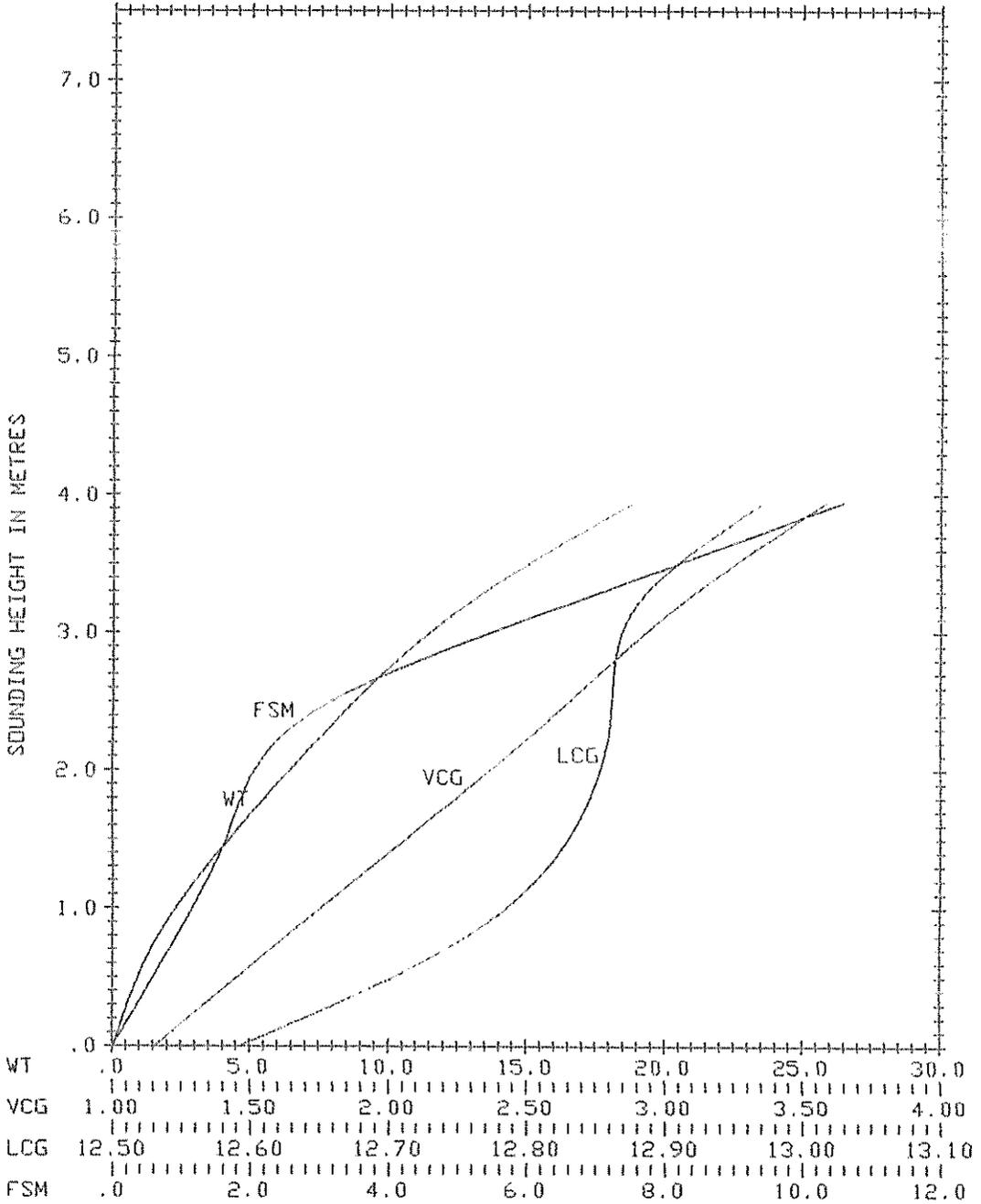


FIGURA Nº 10

SHIP- 194 BUQUE PESQUERO " MIRIAN "

TANK- 200 TQ. DIESEL S. MAQ. BB-EB

SG= .850 TRIM= .000

WT: TONNES FSM: TONNES-M

VCG: M FROM BL LCG: M FROM MIDSHIP TCG: M FROM CL

95-12-02



ESTR. C.A.
FAC. 12
MANIZAS

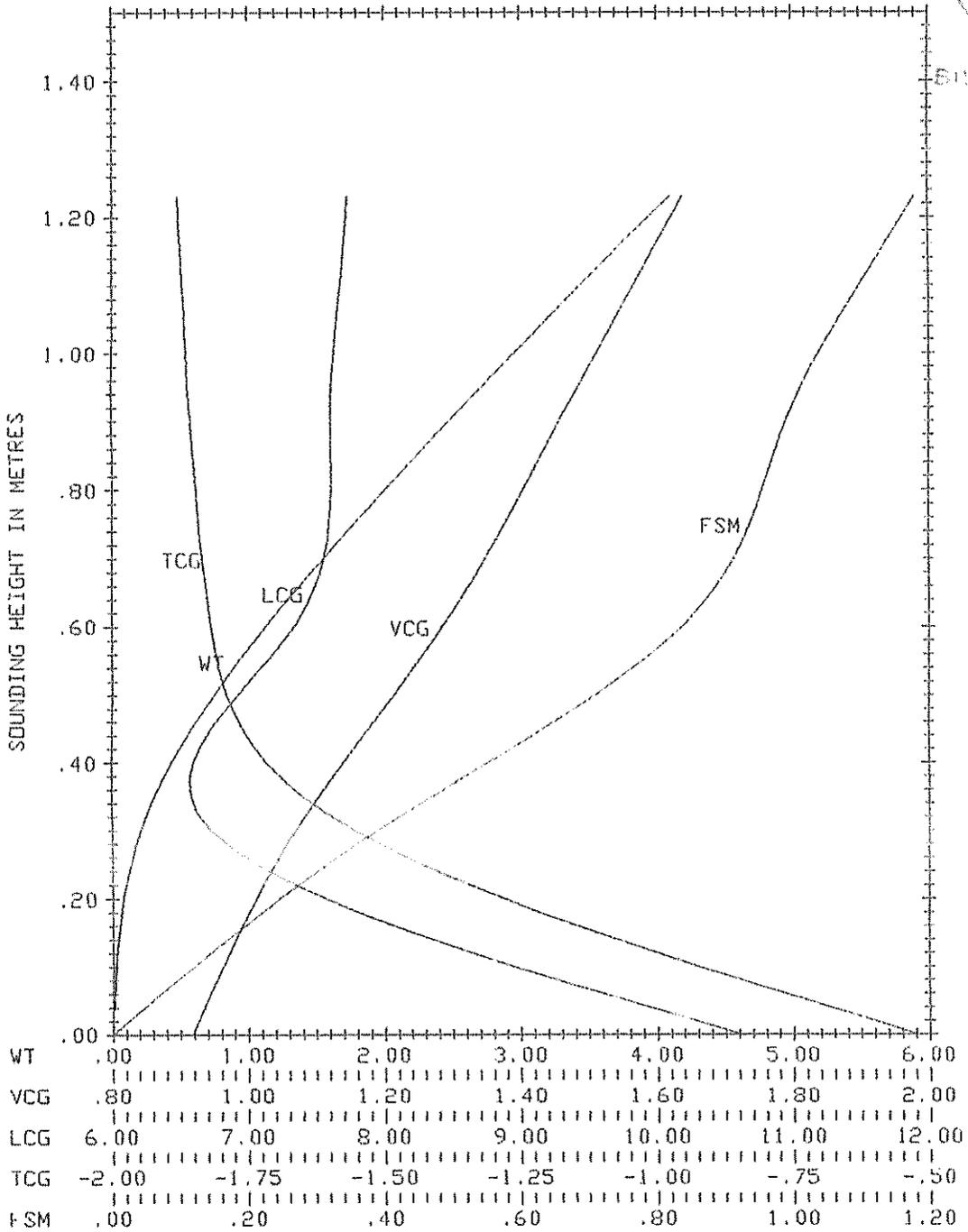


FIGURA Nº 2D

SHIP- 194 BUQUE PESQUERO " MIRIAN " 95-12-02
 TANK- 300 BODEGA #1 BB-EB
 SG= .650 TRIM= .000
 WT: TONNES FSM: TONNES-M
 VCG: M FROM BL LCG: M FROM MIDSHIP TCG: M FROM CL

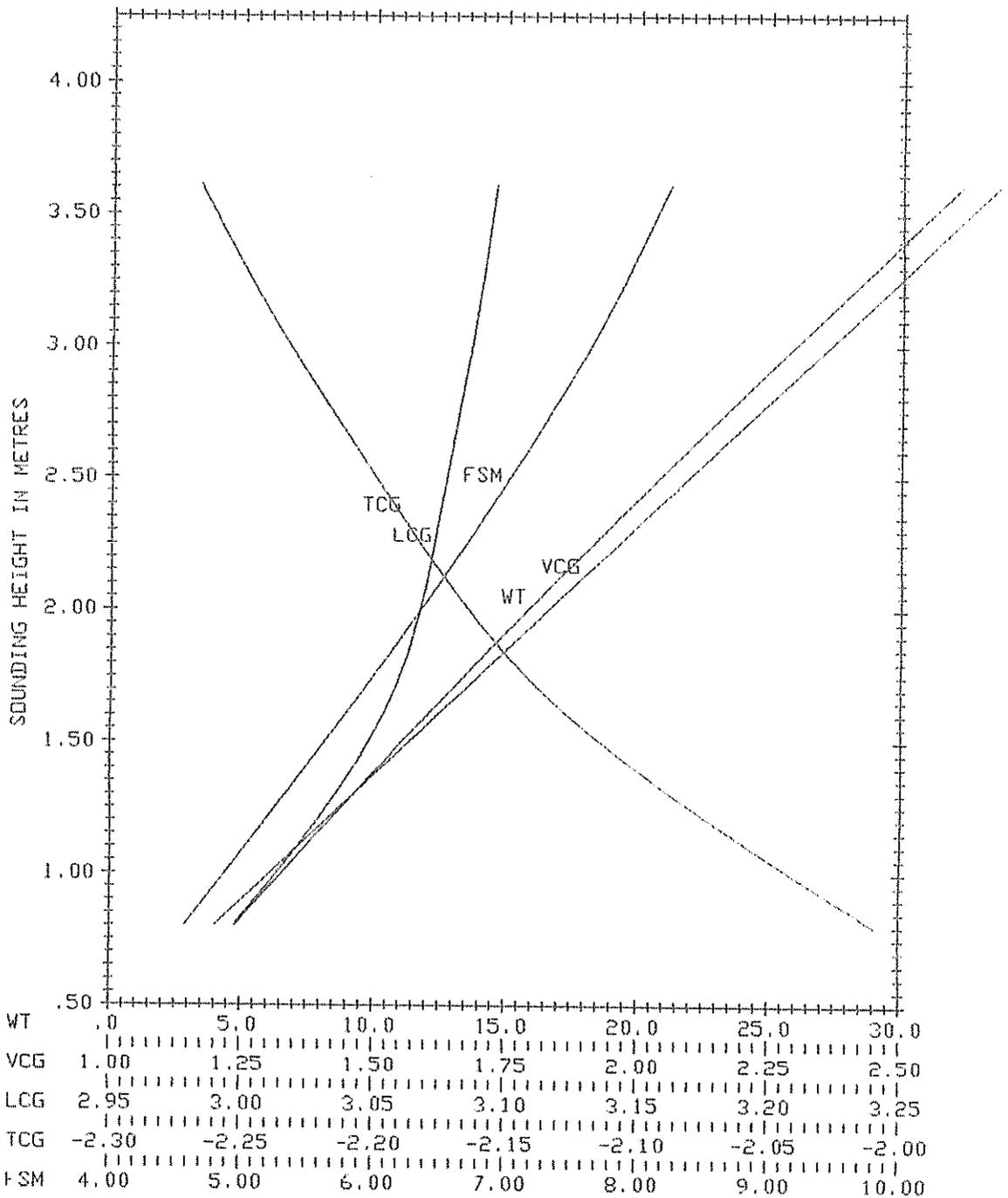


FIGURA N° 3D

SHIP- 194 BUQUE PESQUERO " MIRIAN " 95-12-02
 TANK- 400 BODEGA #2 BB-EB
 SG= .650 TRIM= .000
 WT: TONNES FSM: TONNES-M
 VCG: M FROM BL LCG: M FROM MIDSHIP TCG: M FROM CL

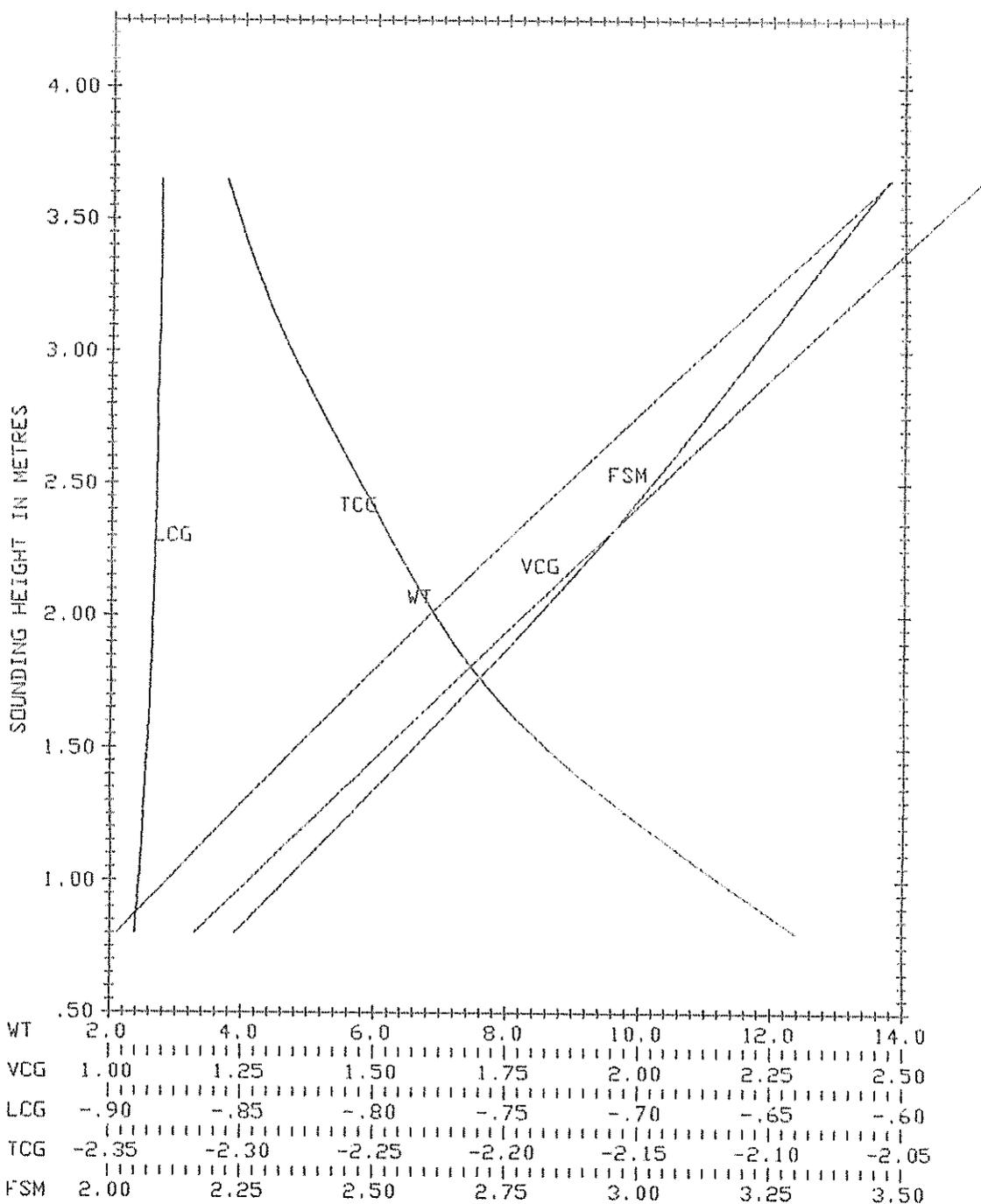


FIGURA N°4D

SHIP- 194 BUQUE PESQUERO " MIRIAN "

TANK- 500 BODEGA #3 BB-EB

SG= .650 TRIM= .000

WT: TONNES FSM: TONNES-M

VCG: M FROM BL LCG: M FROM MIDSHIP TCG: M FROM CL

95-12-02



FIGURA Nº 5D
 T.C.G. (M)
 L.C.G. (M)
 V.C.G. (M)

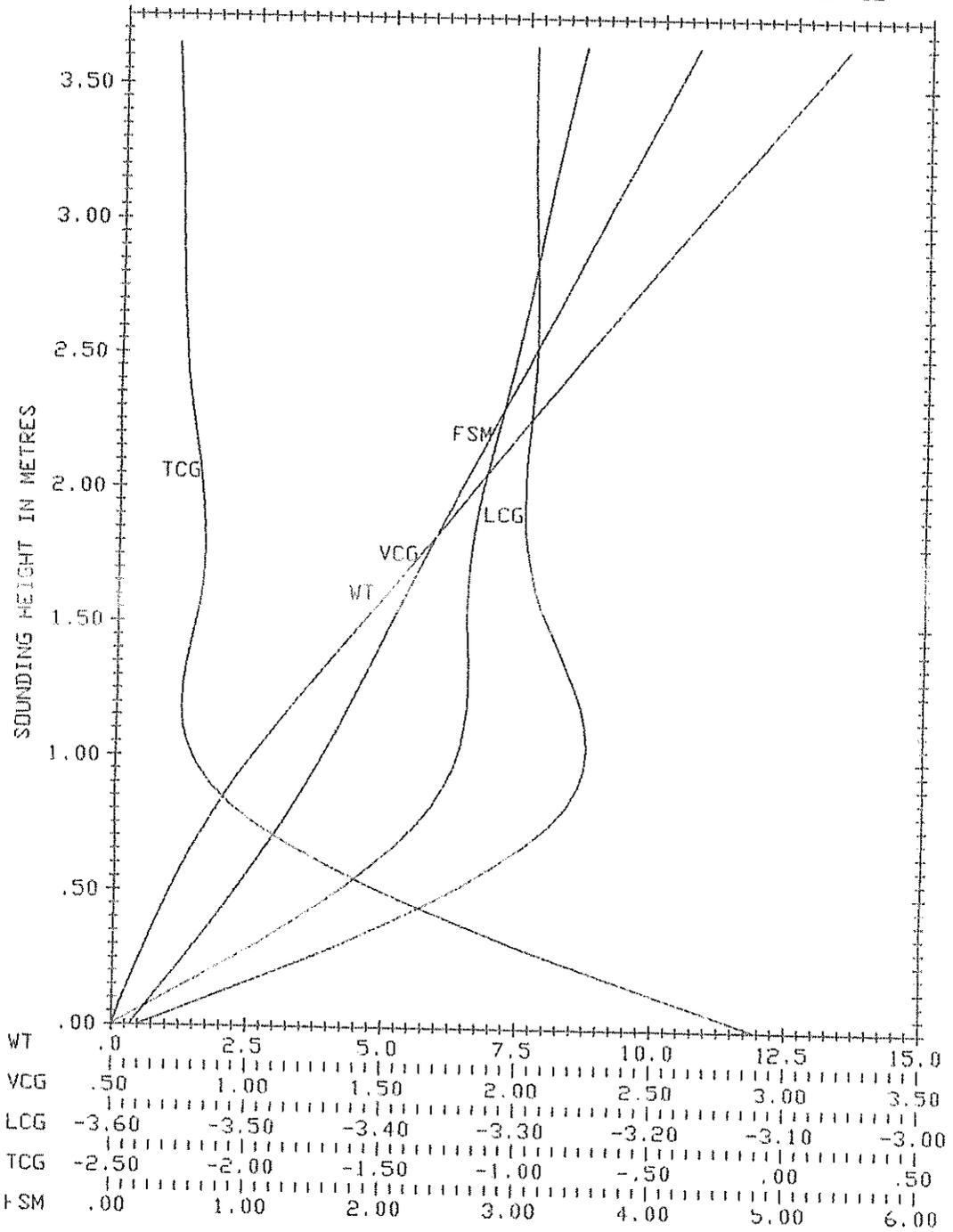


FIGURA Nº 5D

SHIP- 194 BUQUE PESQUERO " MIRIAN " 95-12-02
 TANK- 600 BODEGA #4 BB-EB
 SG= .650 TRIM= .000
 WT: TONNES FSM: TONNES-M
 VCG: M FROM BL LCG: M FROM MIDSHIP TCG: M FROM CL

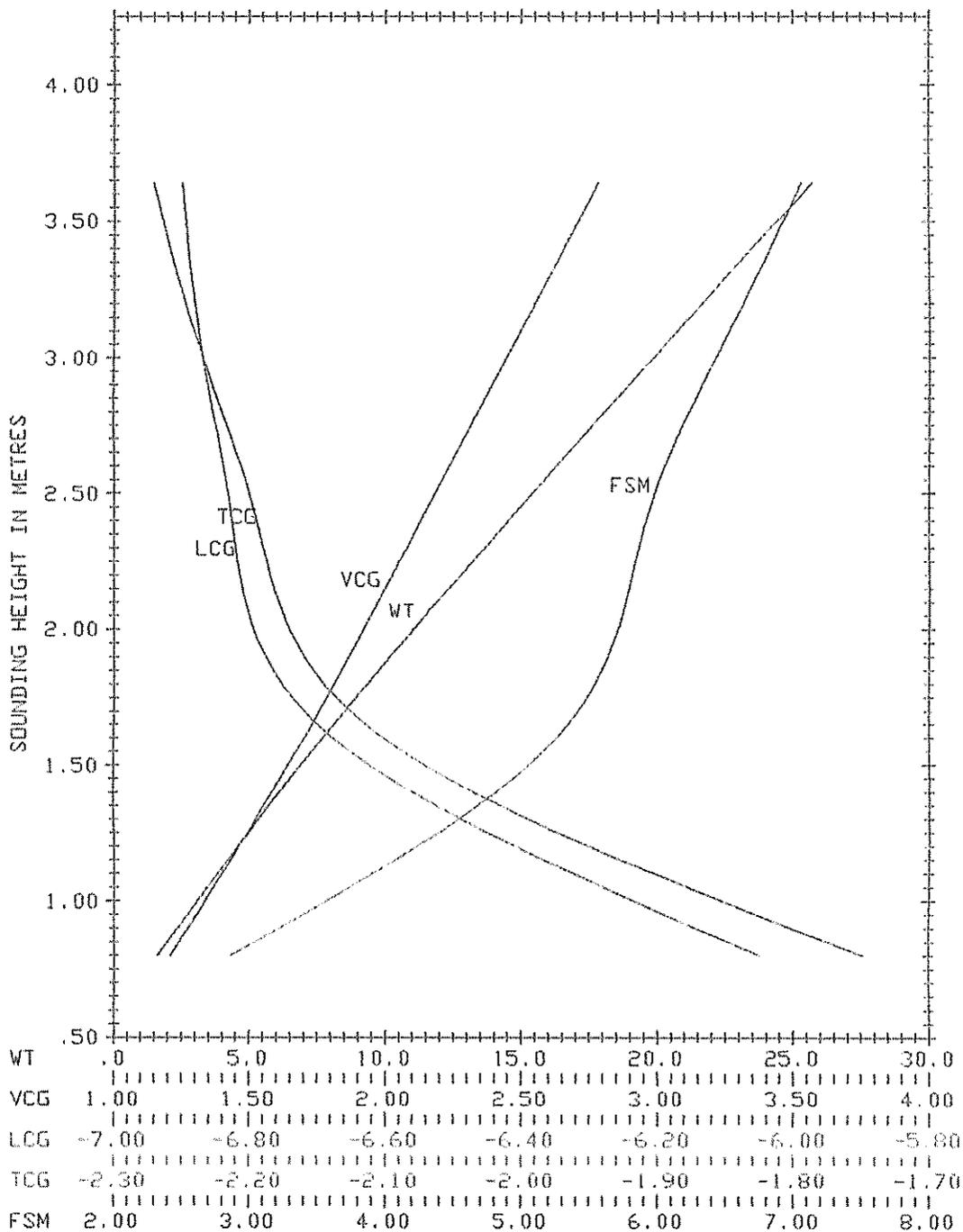


FIGURA Nº 6D

SHIP- 194 BUQUE PESQUERO " MIRIAN " 95-12-02
 TANK- 700 TQ. AGUA BB-EB
 SG= 1,000 TRIM= .000
 WT: TONNES FSM: TONNES-M
 VCG: M FROM BL LCG: M FROM MIDSHIP TCG: M FROM CL

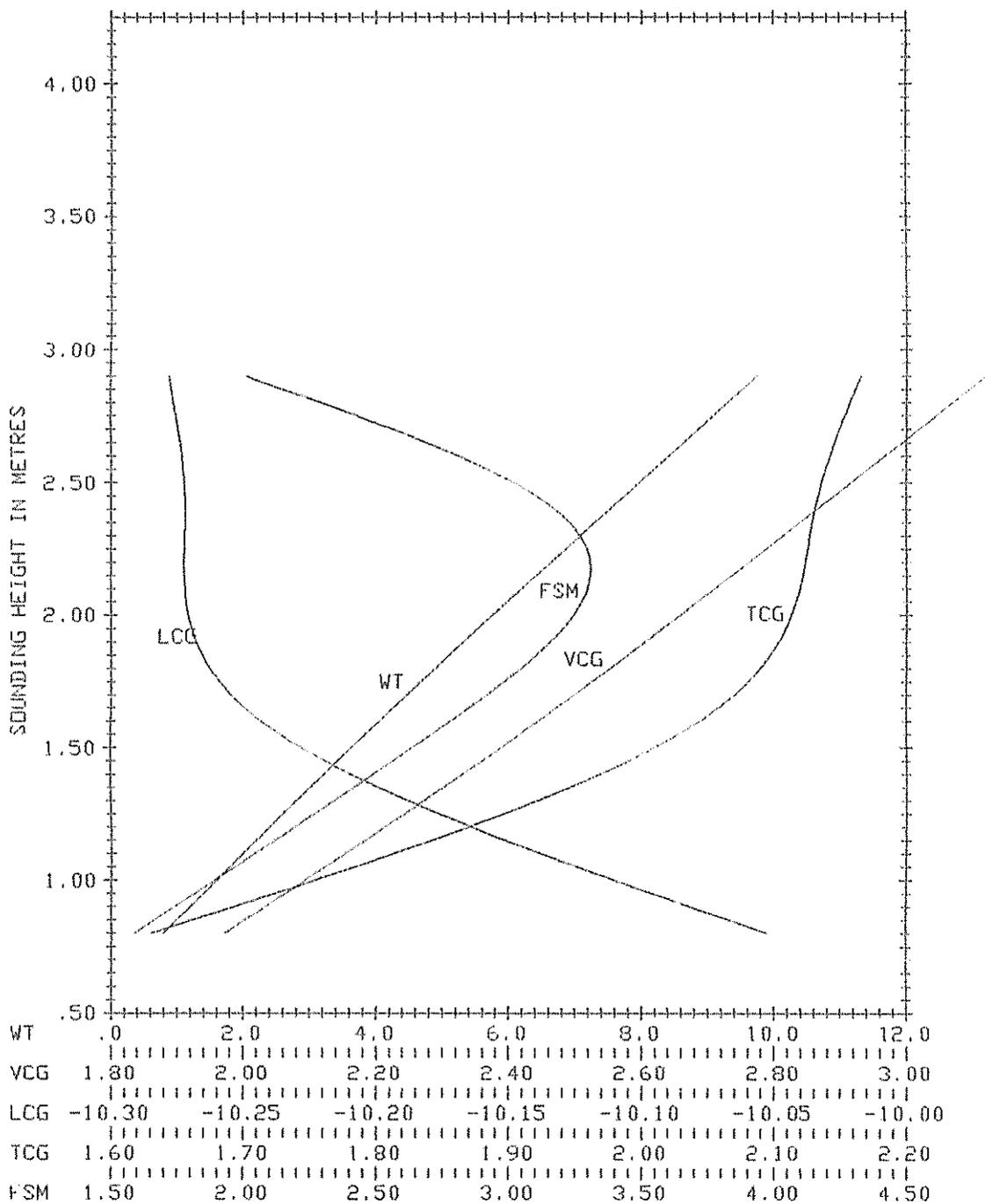


FIGURA N° 7D

SHIP- 194 BUQUE PESQUERO " MIRIAN " 95-12-02
 TANK- 800 TQ, DIESEL PPI BB-EB
 SG= .850 TRIM= .000
 WT: TONNES FSM: TONNES-M
 VCG: M FROM BL LCG: M FROM MIDSHIP TCG: M FROM CL

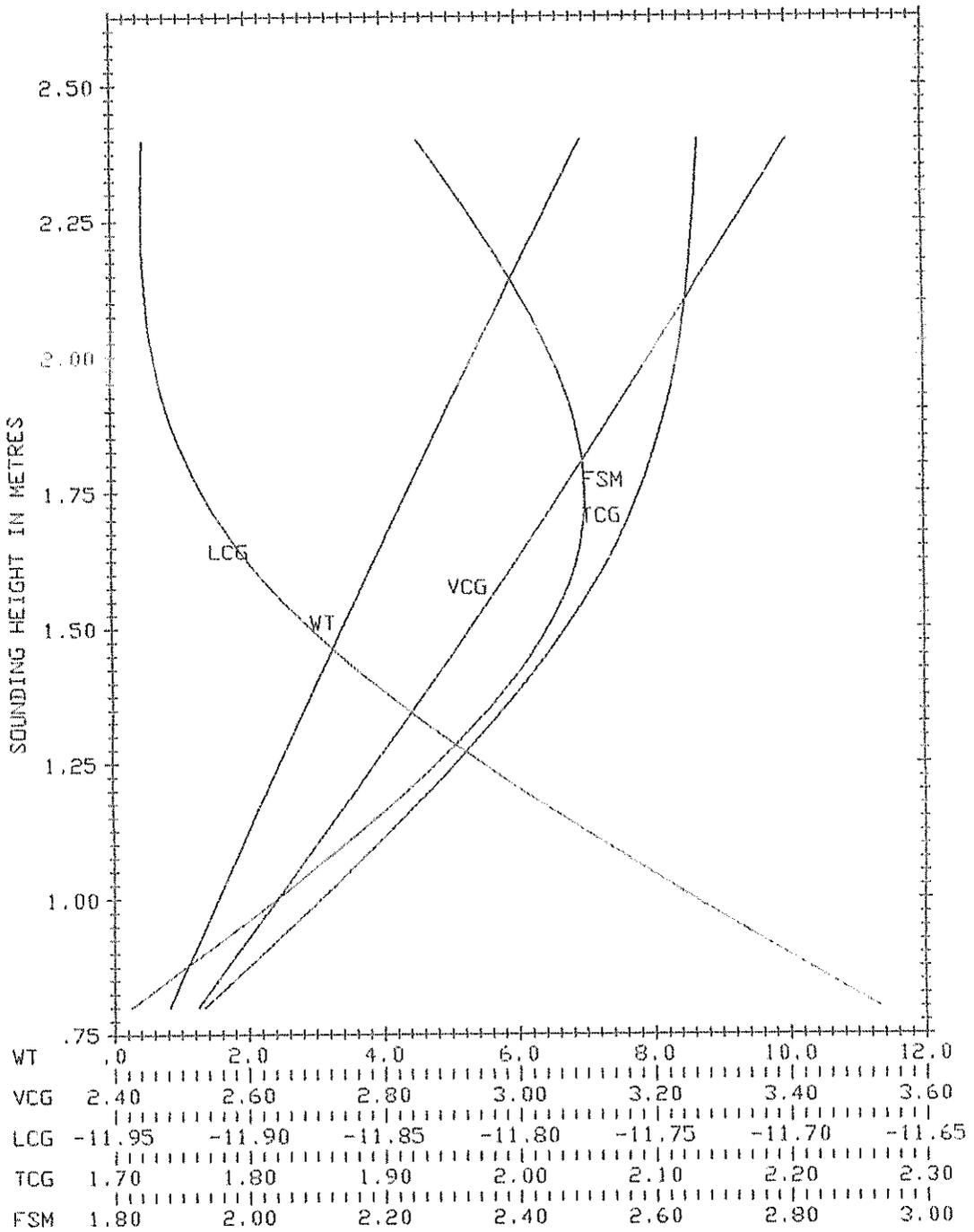


FIGURA N° 8D

SHIP- 194 BUQUE PESQUERO " MIRIAN "
 TANK- 840 TQ. DIESEL PP2 BB-EB
 SG= .850 TRIM= .000
 WT: TONNES FSM: TONNES-M
 VCG: M FROM BL LCG: M FROM MIDSHIP TCG: M FROM CL

95-12-02



BIBLIOTECA
 IAC, INC.
 MANIZABES

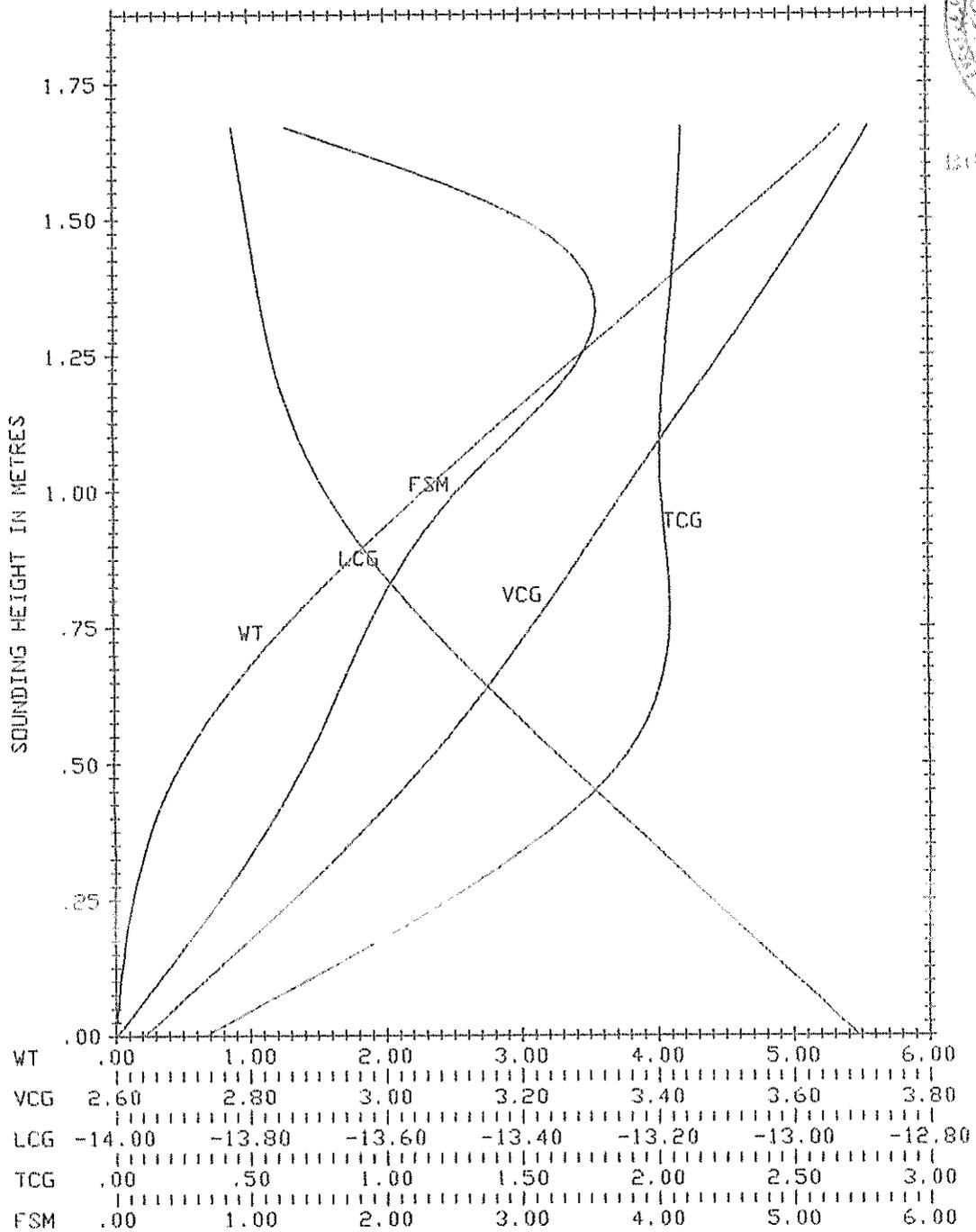


FIGURA N° 9D

LISTADO DE FIGURAS DE APENDICES

	Pág.
FIGURA No. 1A: Planos de agua	162
FIGURA No. 2A: Plano de areas seccionales	163
FIGURA No. 3A: Curvas hidrostáticas.....	164
FIGURA No. 4A: Vista isométrica	165
FIGURA No. 5A: Seccion transversal	166
FIGURA No. 1B: Estabilidad intacta inicial, condición de carga No1	171
FIGURA No. 2B: Estabilidad intacta inicial, condición de carga No2	172
FIGURA No. 3B: Estabilidad intacta inicial, condición de carga No3	173
FIGURA No. 4B: Estabilidad intacta inicial, condición de carga No4	174
FIGURA No. 1C: Estabilidad intacta corregida por superficie libre condición de carga No 1	179
FIGURA No. 2C: Estabilidad intacta corregida por superficie libre condición de carga No 2	182
FIGURA No. 3C: Estabilidad intacta corregida por superficie libre condición de carga No 3	185
FIGURA No. 4C: Estabilidad intacta corregida por superficie libre condición de carga No 4	188
FIGURA No. 1D: Características de tanque combustible proa	194
FIGURA No. 2D: Características de tanque comb. sala de maquina Bb.-Eb.	195
FIGURA No 3D: Características de bodega N°1 Bb.-Eb.	196
FIGURA No 4D: Características de bodega N°2 Bb.-Eb.	197
FIGURA No 5D: Características de bodega N°3Bb.-Eb.	198
FIGURA No 6D: Características de bodega N°4 Bb.-Eb.	199

FIGURA No 7D: Características de tanque de agua Bb.-Eb.	200
FIGURA No 8D: Características de tanque de diesel PP1 Bb.-Eb.	201
FIGURA No 9D: Características de tanque de diesel PP2 Bb.-Eb.	202



BIBLIOTECA
IAC 1951
MARÍTIMA

BIBLIOGRAFIA

Teoría del Buque (Estabilidad) .- Pereira. B. Heber.- 1984

Elementos de Arquitectura Naval .- Antonio Mandelli.- Espol 1993

Tesis Doctoral.- Estabilidad de Buques Pesqueros.- De ramón José Ignacio.- 1972

Comportamiento en la Mar de Buques Pesqueros.- O'Dogherty Pascual .- Madrid .-
1975

Department of Transportation United States Coast Guard navigation and vessel
inspection circular N° 5-85.- 1985.

Organización Marítima Intergubernamental.- Conferencia Internacional sobre
Seguridad de los Buques Pesqueros, 1977