

ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE ALMIRANTE MIGUEL GRAU

PROGRAMA ACADÉMICO DE MARINA MERCANTE
ESPECIALIDAD PUENTE



EFFECTOS DEL PROGRAMA: “ESTABILIDAD FÁCIL” PARA
REFORZAR LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES EN CADETES
DE TERCER AÑO PUENTE DE LA ESCUELA NACIONAL DE
MARINA MERCANTE “ALMIRANTE MIGUEL GRAU” 2016

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE OFICIAL DE MARINA
MERCANTE

PRESENTADA POR:

CUBA RODRIGUEZ, RAÚL
MACHADO REQUE, JOSE

CALLAO, PERÚ

2016

EFFECTOS DEL PROGRAMA: “ESTABILIDAD FÁCIL” PARA
REFORZAR LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES EN CADETES
DE TERCER AÑO PUENTE DE LA ESCUELA NACIONAL DE
MARINA MERCANTE “ALMIRANTE MIGUEL GRAU” 2016

DEDICADO:

Dedicamos esta tesis, en primer lugar, a Dios, por guiarnos siempre por un buen camino; a nuestros padres, porque han sido un pilar fundamental en nuestra formación como profesionales y a nuestros familiares, por su apoyo.

AGRADECIMIENTO:

A nuestros padres, quienes a lo largo de estos años no dudaron de nuestras capacidades y nos apoyaron incondicionalmente ante cualquier adversidad.

A nuestros profesores, quienes plasmaron sus conocimientos en nosotros para poder ser buenos profesionales.

A esta prestigiosa institución, que nos acogió a lo largo de nuestra carrera para formarnos como marinos.

ÍNDICE

DEDICADO:.....	vi
AGRADECIMIENTO:.....	vii
ÍNDICE	viii
LISTA DE TABLAS.....	xi
LISTA DE FIGURAS	xv
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN	3
Capítulo I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	6
1.2 Formulación del problema	26
1.2.1 Problema general.....	26
1.2.2 Problemas específicos	26
1.3 Objetivos de la investigación.....	27
1.3.1 Objetivo general	27
1.3.2 Objetivos específicos	27
1.4 Justificación de la investigación.	27
1.5 Limitaciones de la investigación.....	29
1.6 Viabilidad de la investigación.	29
Capítulo II: MARCO TEÓRICO	30
2.1 Antecedentes de la investigación	30
2.2 Bases teóricas.....	38
2.2.1 Programa “Estabilidad Fácil” para reforzar competencias.....	38
2.2.1.1 Concepto de programas.....	38
2.2.1.2 Objetivo.....	39
2.2.2 Competencia para mantener estabilidad y esfuerzo del buque	41
2.2.2.1 Estabilidad de los buques	41

2.2.2.2	Evolución de los cálculos de estabilidad	89
2.2.3	Definiciones conceptuales	97
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES		104
3.1	Formulación de la hipótesis	104
3.1.1	Hipótesis general	104
3.1.2	Hipótesis específicas.....	104
3.1.3	Variables y Dimensiones	105
3.1.3.1	Variable X.....	105
3.1.3.2	Variable Y.....	105
Capítulo IV: DISEÑO METODOLÓGICO		106
4.1	Diseño de la investigación:	106
4.2	Población y Muestra.	107
4.3	Operacionalización de variables.....	107
4.4	Técnicas de Recolección de datos.....	108
4.4.1	Técnicas	108
4.4.2	Instrumentos	109
4.5	Técnicas para el procesamiento y análisis de los datos.	111
4.6	Aspectos éticos	111
Capítulo V: DISEÑO RESULTADOS.....		112
5.1	Análisis Estadístico Descriptivo.....	112
5.1.1	Descripción de los resultados al aplicar el programa “Estabilidad Fácil” cuando los cálculos de estabilidad a bordo utilizan el libro de estabilidad del buque en cadetes de 3.er año Puente	116
5.1.2	Descripción de los resultados al aplicar el programa “Estabilidad Fácil” cuando se identifica los parámetros de estabilidad a bordo utilizando el software de estabilidad del buque en cadetes de 3.er año Puente.....	120
5.1.3	Evaluación de la normalidad de las variables	123
5.1.4	Prueba de hipótesis general	124
5.1.5	Hipótesis Específicas	125
5.1.5.1	Prueba de Hipótesis específica 1	125

5.1.5.2	Prueba de Hipótesis específica 2	127
CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		129
6.1	Discusión	129
6.2	Conclusiones.....	134
6.3	Recomendaciones.....	135
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		136
REFERENCIAS HEMEROGRÁFICAS.....		139
REFERENCIAS ELECTRÓNICAS.....		140
ANEXO.....		142
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....		143
ANEXO 2: ENCUESTA A EXPERTOS		147
ANEXO 3: VALIDACION		148
ANEXO 4: PROGRAMA DE CAPACITACIÓN.....		153
ANEXO 5: EXAMEN DE ENTRADA		170
ANEXO 6 : SEPARATA.....		183
ANEXO 7: MEMORIA FOTOGRÁFICA.....		216

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Caso 1A. Particularidades del buque	8
Tabla 2: Caso 1B. Accidente.	8
Tabla 3: Caso 1C. Localización.	8
Tabla 4: Caso 1D. Condiciones meteorológicas y marinas.	9
Tabla 5: Caso 1E. Víctimas.	9
Tabla 6: Caso 1F. Daños.	9
Tabla 7: Caso 1G. Travesía.	9
Tabla 8: Caso 1H. Consecuencias.	9
Tabla 9: Caso 2A. Particularidades del buque.	10
Tabla 10: Caso 2B. Accidente.	10
Tabla 11: Caso 2C. Localización.	11
Tabla 12: Caso 2D. Condiciones meteorológicas y marinas.	11
Tabla 13: Caso 2E. Víctimas.	11
Tabla 14: Caso 2F. Daños.	11
Tabla 15: Caso 2G. Travesía.	11
Tabla 16: Caso 2H. Consecuencias.	12
Tabla 17: Caso 3A. Particularidades del buque.	12
Tabla 18: Caso 3B. Accidente.	12
Tabla 19: Caso 3C. Localización.	13
Tabla 20: Caso 3D. Condiciones meteorológicas y marinas.	13
Tabla 21: Caso 3E. Víctimas.	13
Tabla 22: Caso 3F. Daños.	13

Tabla 23: Caso 3G. Travesía.....	14
Tabla 24: Caso 3H. Consecuencias.....	14
Tabla 25: Caso 4A. Particularidades del buque.....	14
Tabla 26: Caso 4B. Accidente.....	15
Tabla 27: Caso 4C. Localización.....	15
Tabla 28: Caso 4D. Condiciones meteorológicas y marinas.....	15
Tabla 29: Caso 4E. Víctimas.....	15
Tabla 30: Caso 4F. Daños.....	16
Tabla 31: Caso 4G. Travesía.....	16
Tabla 32: Caso 4H. Consecuencias.....	16
Tabla 33: Caso 5A. Particularidades del buque.....	16
Tabla 34: Caso 5B. Accidente.....	17
Tabla 35: Caso 5C. Localización.....	17
Tabla 36: Caso 5D. Condiciones meteorológicas y marinas.....	17
Tabla 37: Caso 5E. Víctimas.....	18
Tabla 38: Caso 5F. Daños.....	18
Tabla 39: Caso 5G. Travesía.....	18
Tabla 40: Caso 5H. Consecuencias.....	18
Tabla 41: Caso 6A. Particularidades del buque.....	19
Tabla 42: Caso 6B. Accidente.....	19
Tabla 43: Caso 6C. Localización.....	19
Tabla 44: Caso 6D. Condiciones meteorológicas y marinas.....	20
Tabla 45: Caso 6E. Víctimas.....	20

Tabla 46: Caso 6F. Daños.	20
Tabla 47: Caso 6G. Travesía.	20
Tabla 48: Caso 5H. Consecuencias.	20
Tabla 49: Caso 7A. Particularidades del buque.	21
Tabla 50: Caso 7B. Accidente.	21
Tabla 51: Caso 7C. Localización.	22
Tabla 52: Caso 7D. Condiciones meteorológicas y marinas.	22
Tabla 53: Caso 8E. Víctimas.	22
Tabla 54: Caso 7F. Daños.	22
Tabla 55: Caso 7G. Travesía.	22
Tabla 56: Caso 7H. Consecuencias.	23
Tabla 57: Caso 8A. Particularidades del buque.	23
Tabla 58: Caso 8B. Accidente.	23
Tabla 59: Caso 8C. Localización.	24
Tabla 60: Caso 8D. Condiciones meteorológicas y marinas.	24
Tabla 61: Caso 8E. Víctimas.	24
Tabla 62: Caso 8F. Daños.	24
Tabla 63: Caso 8G. Travesía.	25
Tabla 64: Caso 8H. Consecuencias.	25
Tabla 65: Operacionalización de variables.	107
Tabla 66: Competencia para mantener la estabilidad y esfuerzo del buque	110
Tabla 67: Resultados del grupo de cadetes de tercer año de Puente que fueron evaluados antes de aplicar el programa "Estabilidad Fácil".....	112

Tabla 68: Resultados del grupo de cadetes de tercer año de Puente que fueron evaluados después de la aplicación del programa de “Estabilidad fácil”	114
Tabla 69: Resultados del grupo de cadetes de tercer año de Puente que fueron evaluados antes de la aplicación del programa	116
Tabla 70: Resultados del grupo de cadetes de tercer año de puente que fueron evaluados después de la aplicación del programa	118
Tabla 71: Resultados del grupo de cadetes de tercer año de Puente que fueron evaluados antes de la aplicación del programa	120
Tabla 72: Resultados del grupo de cadetes de tercer año de Puente que fueron evaluados después de la aplicación del programa	122
Tabla 73: Prueba de normalidad de Kolmogoro -Smirnov	123
Tabla 74: Prueba no paramétrica de Wilcoxon para el Antes y el Después de la aplicación del programa de “Estabilidad Fácil”	124
Tabla 75: Estadísticos de contraste Hipótesis General	125
Tabla 76: Prueba no paramétrica de Wilcoxon para el antes y el después de la aplicación del programa de “Estabilidad Fácil” utilizando los libros de estabilidad del buque	126
Tabla 77: Estadísticos de contraste Hipótesis Específica 1	126
Tabla 78: Prueba no paramétrica de Wilcoxon para el Antes y el Después de la aplicación del programa de “Estabilidad Fácil” utilizando el software de estabilidad del buque	127
Tabla 79: Estadísticos de contraste Hipótesis Específica 2	128

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Trayectoria del Captain	45
Figura 2: Plano diametral del buque.....	51
Figura 3: Plano transversal del buque.....	52
Figura 4: Diagrama de estabilidad.....	53
Figura 5: Centro de carena	55
Figura 6: Curvas hidrostáticas	56
Figura 7: Efecto de superficie libre	58
Figura 8: Metacentro	59
Figura 9: Altura metacéntrica.....	59
Figura 10: Calculo GM	61
Figura 11: Calado en aguas iguales.....	63
Figura 12: Escala de calados.....	64
Figura 13: Asiento.....	64
Figura 14: Asiento (A) y la alteración (a).....	65
Figura 15: Evolución del brazo adrizante a medida que aumenta la escora	66
Figura 16: Evolución del brazo adrizante.....	67
Figura 17: Características de la curva de estabilidad o curva de brazos adrizantes.....	69
Figura 18: Fuerzas ante una pequeña escora: Par adrizante.....	73
Figura 19: Brazo adrizante GZ para grandes escoras	75
Figura 20: Desplazamiento de torres	77
Figura 21: Obtención de la distancia metacéntrica a partir de la curva de estabilidad	79
Figura 22: Curvas de brazos GZ de un pequeño buque mercante	80
Figura 23: Resolución del Ejemplo	82
Figura 24: Criterio Rahola	86
Figura 25: Esfuerzos cortantes y momentos flectores, de un buque contenedor .	89
Figura 26: Pantallazo del software Easeacon.....	96

Figura 27: Pantallazo de software	97
Figura 28: Grafico de barras del grupo de cadetes de tercer año de puente que fueron evaluados antes de la aplicación del programa “Estabilidad fácil”	113
Figura 29: Grafico de barras del grupo de cadetes de tercer año de puente que fueron evaluados después de la aplicación del programa “Estabilidad Fácil”	115
Figura 30: Grafico de barras del grupo de cadetes de tercer año de Puente que fueron evaluados antes de la aplicación del programa “Estabilidad Fácil”	117
Figura 31: Grafico de barras del grupo de cadetes de tercer año de Puente que fueron evaluados después de la aplicación del programa “Estabilidad Fácil”	119
Figura 32: Gráfico de barras del grupo de cadetes de tercer año de Puente que fueron evaluado antes de la aplicación del programa “Estabilidad Fácil”	121
Figura 33: Gráfico de barras del grupo de cadetes de tercer año de Puente que fueron evaluado después de la aplicación del programa “Estabilidad Fácil”	122

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar el efecto del programa “Estabilidad Fácil” para reforzar competencias profesionales, en cadetes del 3° año de Puente de la Escuela Nacional de Marina Mercante 2016.

El diseño de investigación fue preexperimental de corte longitudinal y de tipo hipotético deductivo. El instrumento utilizado fue una prueba de entrada y salida, la muestra estuvo conformada por 40 cadetes de la especialidad de puente 2016, a quienes se les aplicó una encuesta validada por una junta de expertos. Se utilizó el software SPSS22, prueba *Wilcoxon*, el cual registró una significativa mejora en hallar la estabilidad en forma manual, así como identificar la estabilidad en el software, la media en pretest de 6.125 y la Posttest fue una media de 14 400, por lo que se aceptó la hipótesis del investigador (**H_i**), así como las hipótesis específicas. En conclusión, la aplicación de un programa “estabilidad fácil” influyó significativamente para reforzar las competencias profesionales en cadetes de 3er año puente.

Palabras clave: Estabilidad fácil, cálculos de estabilidad de buque, identificar estabilidad mediante software.

ABSTRACT

The research aimed to determine the effect of "Stability Easy" program to strengthen professional skills, 3rd year cadets Bridge National Merchant Marine School 2016.

The research design was pre Slitting experimental and hypothetical deductive type. The instrument used was a test input and output, the sample consisted of 40 cadets specialty bridge 2016, who were applied a validated survey by a board of experts. the SPSS22 software, Wilcoxon test, which registered a significant improvement in finding stability manually used and identify stability in the software, the average pretest 6.125 and posttest was an average of 14,400, for what the research hypothesis (Hi) was accepted, as well as the specific hypotheses Conclusion the implementation of a program "easy stability" significantly influences to strengthen professional skills in bridge 3rd year cadets.

Keywords: easy Stability ship stability calculations identify stability through software.

INTRODUCCIÓN

La seguridad en los buques, está garantizada en tanto se cumpla estrictamente los reglamentos emitidos por la comunidad internacional, por lo que es muy importante que los oficiales tengan las competencias para hallar en forma manual la estabilidad del buque, constituyéndose en el valor estratégico para no sufrir una avería durante la travesía

Las competencias de hallar la estabilidad del buque a bordo, contribuirán significativamente a la reducción de accidentes durante la travesía y permitirán ejecutar la maniobra adecuada y oportuna. A fin de garantizar dicho propósito se aplica un programa denominado “Estabilidad fácil” el cual dota de las competencias necesarias para hallar el valor de estabilidad y de otra parte permite identificar el valor de estabilidad mediante software Easeacon.

El presente estudio tiene como finalidad determinar el efecto del programa “Estabilidad Fácil” en los cadetes del tercer año de Puente de la Escuela Nacional de Marina Mercante 2016.

La investigación consta de VI capítulos estructuralmente interrelacionados, en forma secuencial, y distribuidos de la siguiente manera:

El primero, designado para el planteamiento, descripción de la realidad y formulación del problema; objetivos, justificación, limitación y viabilidad de la investigación.

El segundo corresponde a la presentación de la hipótesis, general y específica, así como las variables estipuladas en esta investigación y la operacionalización de las mismas.

El tercero es el desarrollo del marco teórico donde se presenta los antecedentes internacionales y nacionales de la investigación, así como las bases teóricas que sustentan el estudio, y definiciones conceptuales necesarias en esta investigación.

El cuarto comprende aspectos metodológicos, diseño de la investigación, población y muestra; así como las técnicas para la recolección, procesamiento y análisis de los datos; por último, los aspectos éticos propios de la presente Investigación.

El quinto se refiere a los resultados y está constituido por la descripción por dimensiones y variables, utilizando las tablas y gráficos mediante el programa estadístico SPSS 22 y Excel. Así como la contrastación de las hipótesis.

El sexto trata sobre la discusión, es la parte más importante, donde la idea es presentar, exponer, explicar y discutir los resultados de la investigación,

luego se presentarán las conclusiones y recomendaciones, seguidas de las referencias bibliográficas o fuentes y anexo.

Capítulo I:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

En el marco de la formación integral que reciben los cadetes por parte de la Escuela Nacional de Marina Mercante ENAMM están las competencias sobre estabilidad de un buque, lo cual es básico, tanto en la vida académica como en la profesional, la forma de impartir este conocimiento es teórica, sistematizada en base a las diversas fórmulas que se presentan, sin embargo con el avance de la tecnología informática se cuenta con un software para este fin; sin embargo, es recomendable que para la utilización de estos es necesario que el cadete tenga la competencia de hallar manualmente los datos y después hacer un comprobación con el programa.

En los últimos años, la forma de operar los buques ha cambiado significativamente debido a la presencia del elemento tecnológico, la tendencia del crecimiento de los buques y la continua disminución de la gente de mar en las tripulaciones.

Todo ello puede estar conformando un escenario que no conocemos con exactitud y el cual debe ser motivo de alerta y estudio;

de otra parte, tenemos la antigüedad de las embarcaciones, el cumplimiento de las normas de OMI y las prácticas de prevención.

En un documento que la Asociación Internacional de Armadores de Carga en Seco, *The International Association of Dry Cargo Shipowners* por sus siglas en inglés (INTERCARGO) presentó a la OMI en octubre de 1994, se señaló que el índice de estos sucesos podría empeorar rápidamente. En los primeros siete meses de 1994, hubo siete hechos fatídicos de graneleros, cuatro de ellos, debido a un fallo de las planchas o a la desaparición del buque. Esta institución propuso una serie de medidas destinadas a mejorar la seguridad tanto a corto como a largo plazo. Estas se basaban en orientaciones sobre la vigilancia de esfuerzos durante las operaciones de carga y descarga, consejos sobre cómo mitigar los esfuerzos en el mar, los debidos a la corrosión o al corrimiento de la carga, resaltar la importancia de los planes mejorados de reconocimientos, así como analizar las características de proyecto de los buques nuevos y examinar los factores humanos (adecuada formación de los tripulantes).

De acuerdo a las estadísticas de los accidentes se contempla que la acción humana es el mayor indicador de siniestros

Como muestra de ello presentamos algunos casos que nos pueden graficar cuál es la magnitud riesgo por causa humana.

Tabla 1:

Caso 1A. Particularidades del buque

NOMBRE	CMA CEN Florida	Annabella	Maersk Newport
Tipo	Portacontenedor	Portacontenedor	Portacontenedor
País de bandera	United Kingdom	UK	Germany
Número OMI	9348704	92653626	9126853
Año de Construcción	2007	2006	2008
Eslora total	294.1	134.44	2010.49
DTW	54309	9981	25888
Sociedad clasificadora	Det Norske Veritas (DNV)	Overseas Marine Certification Services	Lloyd's Register

Tabla 2:

Caso 1B. Accidente.

FECHA	19 Marzo 2013	26 Febrero 2007	10 Noviembre 2008
Tipo de Accidente	Colisión	Falla estructural	Falla estructural
Causas	No se cumplió con normas COLREG	Falta de conocimiento de maniobra	Falta de conocimiento de maniobra
Nombre de la entidad que notifica	MAIB	Intercargo	MAIB

Tabla 3:

Caso 1C. Localización.

Lugar de accidente	140 millas Shangai	Isla Gotlenf Baltic	Terminales Algeciras
Tipo de zona	En travesía	Puerto	Terminal
Puerto		Gotlenf Baltic	Spain Algeciras

Tabla 4:

Caso 1D. Condiciones meteorológicas y marinas.

Estado de la mar	Mar rizada	Mar rizada	Mar llana
Fuerza del viento	Calma	Calma	Calma
Condiciones atmosféricas	Claro	Claro	Claro
Visibilidad	Buena	Regular	Buena

Tabla 5:

Caso 1E. Víctimas.

Heridos	Ninguno	1	Ninguno
Fallecidos	Ninguno	ninguno	Ninguno
Desaparecidos	Ninguno	ninguno	Ninguno

Tabla 6:

Caso 1F. Daños.

Daños a terceros/otros daños	Daños estructurales	Daños estructurales	Daños estructurales
Contaminación Ambiental	No	Sí	No

Tabla 7:

Caso 1G. Travesía.

Puerto de salida	Yam Shan	Heklsinki	Gensey
Puerto destino	Pusan	Kofta	Algeciras
Operación de buque	En navegación	Operación de carga	Operación de carga

Tabla 8:

Caso 1H. Consecuencias.

Lugar a bordo	Ruptura de casco	Ruptura de casco	Abollado
----------------------	-------------------------	-------------------------	-----------------

Se hunde el buque	No	No	No
Pudo continuar su viaje	Sí	Sí	No
La carga sufrió daños	Ligeras pérdidas	No	No
Carga vertida	No	No	No
Combustible vertida	No	No	No

Tabla 9:
Caso 2A. Particularidades del buque.

NOMBRE	Coastal Isle	Philipp Lynn	Cosco Hong Kong
Tipo	Portacontenedor	Portacontenedor	Portacontenedor
País de bandera	United Kingdom	UK	Germany
Número OMI	9348704	92653626	9126853
Año de Construcción	2007	2006	2008
Eslora total	294.1	134.44	2010.49
DTW	54309	9981	25888
Sociedad clasificadora	Det Norske Veritas (DNV)	Overseas Marine Certification Services	Lloyd's Register

Tabla 10:
Caso 2B. Accidente.

FECHA	19 Marzo 2013	26 Febrero 2007	10 Noviembre 2008
Tipo de Accidente	Colisión	Falla estructural	Falla estructural
Causas	No se cumplió con normas COLREG	Falta de conocimiento de maniobra	Falta de conocimiento de maniobra
Nombre de la entidad que notifica	MAIB	Intercargo	MAIB

Tabla 11:
Caso 2C. Localización.

Lugar de accidente	140 millas Shangai	Isla Gotlenf Baltic	Terminales Algeciras
Tipo de zona	En travesía	puerto	Terminal
Puerto		Gotlenf Baltic	Spain Algeciras

Tabla 12:
Caso 2D. Condiciones meteorológicas y marinas.

Estado de la mar	Mar rizada	Mar rizada	Mar llana
Fuerza del viento	Calma	Calma	Calma
Condiciones atmosféricas	Claro	Claro	Claro
Visibilidad	Buena	Regular	Buena

Tabla 13:
Caso 2E. Víctimas.

Heridos	Ninguno	1	Ninguno
Fallecidos	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Desaparecidos	Ninguno	Ninguno	Ninguno

Tabla 14:
Caso 2F. Daños.

Daños a terceros/otros daños	Daños estructurales	Daños estructurales	Daños estructurales
Contaminación ambiental	No	Sí	No

Tabla 15:
Caso 2G. Travesía.

Puerto de salida	Yam Shan	Helsinki	Gensey
-------------------------	-----------------	-----------------	---------------

Puerto destino	Pusan	Kofta	Algeciras
Operación de buque	En navegación	Operación de carga	Operación de carga

Tabla 16:

Caso 2H. Consecuencias.

Lugar a bordo	Ruptura de casco	Ruptura de casco	Abollado
Se hunde el buque	No	No	No
Pudo continuar su viaje	Sí	Sí	No
La carga sufrió daños	Ligeras pérdidas	No	No
Carga vertida	No	No	No
Combustible vertido	No	No	No

Tabla 17:

Caso 3A. Particularidades del buque.

NOMBRE	Alission Hong Kong	Nedlloid Magellan	Nedlloyd Genoa
Tipo	Portacontenedor	Portacontenedor	Portacontenedor
País de bandera	UK	UK	Germany
Número OMI	9348704	92653626	9126853
Año de Construcción	2007	2006	2008
Eslora total	294.1	134.44	2010.49
DTW	54309	9981	25888
Sociedad clasificadora	Det Norske Veritas (DNV)	Overseas Marine Certification Services	Lloyd's Register

Tabla 18:

Caso 3B. Accidente.

FECHA	19 Marzo 2013	26 Febrero 2007	10 Noviembre 2008
--------------	----------------------	------------------------	--------------------------

Tipo de Accidente	Colisión	Falla estructural	Falla estructural
Causas	No se cumplió con normas COLREG	Falta de conocimiento de maniobra	Falta de conocimiento de maniobra
Nombre de la entidad que notifica	MAIB	Intercargo	MAIB

Tabla 19:

Caso 3C. Localización.

Lugar de accidente	140 millas Shangai	Isla Gotlenf Baltic	Terminales Algeciras
Tipo de zona	En travesía	Puerto	Terminal
Puerto		Gotlenf Baltic	Spain Algeciras

Tabla 20:

Caso 3D. Condiciones meteorológicas y marinas.

Estado de la mar	Mar rizada	Mar rizada	Mar llana
Fuerza del viento	Calma	Calma	Calma
Condiciones atmosféricas	Claro	Claro	Claro
Visibilidad	buena	regular	buena

Tabla 21:

Caso 3E. Víctimas.

Heridos	Ninguno	1	Ninguno
Fallecidos	Ninguno	ninguno	Ninguno
Desaparecidos	Ninguno	ninguno	Ninguno

Tabla 22:

Caso 3F. Daños.

Daños a terceros/otros daños	Daños estructurales	Daños estructurales	Daños estructurales
Contaminación Ambiental	No	Sí	No

Tabla 23:
Caso 3G. Travesía.

Puerto de salida	Yam Shan	Heklsinki	Gensey
Puerto destino	Pusan	Kofta	Algeciras
Operación de buque	En navegación	Operación de carga	Operación de carga

Tabla 24:
Caso 3H. Consecuencias.

Lugar a bordo	Ruptura de casco	Ruptura de casco	Abollado
Se hunde el buque	No	No	No
Pudo continuar su viaje	Sí	Sí	No
La carga sufrió daños	Ligeras pérdidas	No	No
Carga vertida	No	No	No
Combustible vertido	No	No	No

Tabla 25:
Caso 4A. Particularidades del buque.

NOMBRE	Maib Report	Maersk Kendal	CP Valour
Tipo	Portacontenedor	Portacontenedor	Portacontenedor
País de bandera	United Kigdom	UK	Germany
Número OMI	9348704	92653626	9126853
Año de Construcción	2007	2006	2008
Eslora total	294.1	134.44	2010.49
DTW	54309	9981	25888
Sociedad clasificadora	Det Norske Veritas (DNV)	Overseas Marine Certification Services	Lloyd's Register

Tabla 26:
Caso 4B. Accidente.

FECHA	19 Marzo 2013	26 Febrero 2007	10 Noviembre 2008
Tipo de Accidente	Colisión	Falla estructural	Falla estructural
Causas	No se cumplió con normas COLREG	Falta de conocimiento de maniobra	Falta de conocimiento de maniobra
Nombre de la entidad que notifica	MAIB	Intercargo	MAIB

Tabla 27:
Caso 4C. Localización.

Lugar de accidente	140 millas Shangai	Isla Gotlenf Baltic	Terminales Algeciras
Tipo de zona	En travesía	Puerto	Terminal
Puerto		Gotlenf Baltic	Spain Algeciras

Tabla 28:
Caso 4D. Condiciones meteorológicas y marinas.

Estado de la mar	Mar rizada	Mar rizada	Mar llana
Fuerza del viento	Calma	Calma	Calma
Condiciones atmosféricas	Claro	Claro	Claro
Visibilidad	Buena	Regular	Buena

Tabla 29:
Caso 4E. Víctimas.

Heridos	Ninguno	1	Ninguno
Fallecidos	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Desaparecidos	Ninguno	Ninguno	Ninguno

Tabla 30:

Caso 4F. Daños.

Daños a terceros/otros daños	Daños estructurales	Daños estructurales	Daños estructurales
Contaminación Ambiental	No	Sí	No

Tabla 31:

Caso 4G. Travesía.

Puerto de salida	Yam Shan	Heklsinki	Gensey
Puerto destino	Pusan	Kofta	Algeciras
Operación de buque	En navegación	Operación de carga	Operación de carga

Tabla 32:

Caso 4H. Consecuencias.

Lugar a bordo	Ruptura de casco	Ruptura de casco	Abollado
Se hunde el buque	No	No	No
Pudo continuar su viaje	Sí	Sí	No
La carga sufrió daños	Ligeras pérdidas	No	No
Carga vertida	No	No	No
Combustible vertido	No	no	No

Tabla 33:

Caso 5A. Particularidades del buque.

NOMBRE	Clon Lee	Karin Schepers	Nedlloyd Vespucci
Tipo	Portacontenedor	Portacontenedor	Portacontenedor
País de bandera	United Kigdom	UK	Germany
Número OMI	9348704	92653626	9126853
Año de Construcción	2007	2006	2008

Eslora total	294.1	134.44	2010.49
DTW	54309	9981	25888
Sociedad clasificadora	Det Norske Veritas (DNV)	Overseas Marine Certification Services	Lloyd's Register

Tabla 34:
Caso 5B. Accidente.

FECHA	19 Marzo 2013	26 Febrero 2007	10 Noviembre 2008
Tipo de Accidente	Colisión	Falla estructural	Falla estructural
Causas	No se cumplió con normas COLREG	Falta de conocimiento de maniobra	Falta de conocimiento de maniobra
Nombre de la entidad que notifica	MAIB	Intercargo	MAIB

Tabla 35:
Caso 5C. Localización.

Lugar de accidente	140 millas Shangai	Isla Gotlenf Baltic	Terminales Algeciras
Tipo de zona	En travesía	Puerto	Terminal
Puerto		Gotlenf Baltic	Spain Algeciras

Tabla 36:
Caso 5D. Condiciones meteorológicas y marinas.

Estado de la mar	Mar rizada	Mar rizada	Mar llana
Fuerza del viento	Calma	Calma	Calma
Condiciones atmosféricas	Claro	Claro	Claro
Visibilidad	Buena	Regular	Buena

Tabla 37:
Caso 5E. Víctimas.

Heridos	Ninguno	1	Ninguno
Fallecidos	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Desaparecidos	Ninguno	Ninguno	Ninguno

Tabla 38:
Caso 5F. Daños.

Daños a terceros/otros daños	Daños estructurales	Daños estructurales	Daños estructurales
Contaminación Ambiental	No	Sí	No

Tabla 39:
Caso 5G. Travesía.

Puerto de salida	Yam Shan	Heklsinki	Gensey
Puerto destino	Pusan	Kofta	Algeciras
Operación de buque	En navegación	Operación de carga	Operación de carga

Tabla 40:
Caso 5H. Consecuencias.

Lugar a bordo	Ruptura de casco	Ruptura de casco	Abollado
Se hunde el buque	No	No	No
Pudo continuar su viaje	Sí	Sí	No
La carga sufrió daños	Ligeras pérdidas	No	No
Carga vertida	No	No	No
Combustible vertido	No	No	No

Tabla 41:

Caso 6A. Particularidades del buque.

Nombre	Villede Mars	Kwave Report	Detteg
Tipo	Portacontenedor	Portacontenedor	Portacontenedor
País de bandera	United Kigdom	UK	Germany
Número OMI	9348704	92653626	9126853
Año de Construcción	2007	2006	2008
Eslora total	294.1	134.44	2010.49
DTW	54309	9981	25888
Sociedad clasificadora	Det Norske Veritas (DNV)	Overseas Marine Certification Services	Lloyd's Register

Tabla 42:

Caso 6B. Accidente.

FECHA	19 Marzo 2013	26 Febrero 2007	10 Noviembre 2008
Tipo de Accidente	Colisión	Falla estructural	Falla estructural
Causas	No se cumplió con normas COLREG	Falta de conocimiento de maniobra	Falta de conocimiento de maniobra
Nombre de la entidad que notifica	MAIB	Intercargo	MAIB

Tabla 43:

Caso 6C. Localización.

Lugar de accidente	140 millas Shangai	Isla Gotlenf Baltic	Terminales Algeciras
Tipo de zona	En travesía	Puerto	Terminal
Puerto		Gotlenf Baltic	Spain Algeciras

Tabla 44:

Caso 6D. Condiciones meteorológicas y marinas.

Estado de la mar	Mar rizada	Mar rizada	Mar llana
Fuerza del viento	Calma	calma	Calma
Condiciones atmosféricas	Claro	claro	Claro
Visibilidad	Buena	regular	Buena

Tabla 45:

Caso 6E. Víctimas.

Heridos	Ninguno	1	Ninguno
Fallecidos	Ninguno	ninguno	Ninguno
Desaparecidos	Ninguno	ninguno	Ninguno

Tabla 46:

Caso 6F. Daños.

Daños a terceros/otros daños	Daños estructurales	Daños estructurales	Daños estructurales
Contaminación Ambiental	No	Sí	No

Tabla 47:

Caso 6G. Travesía.

Puerto de salida	Yam Shan	Heklsinki	Gensey
Puerto destino	Pusan	Kofta	Algeciras
Operación de buque	En navegación	Operación de carga	Operación de carga

Tabla 48:

Caso 5H. Consecuencias.

Lugar a bordo	Ruptura de casco	Ruptura de casco	Abollado
----------------------	-------------------------	-------------------------	-----------------

Se hunde el buque	No	No	No
Pudo continuar su viaje	Sí	Sí	No
La carga sufrió daños	Ligeras pérdidas	No	No
Carga vertida	No	No	No
Combustible vertido	No	No	No

Tabla 49:

Caso 7A. Particularidades del buque.

NOMBRE	Silvery Sea Merkur	Coastal Bay	Tempanos Report
Tipo	Portacontenedor	Portacontenedor	Portacontenedor
País de bandera	United Kigdom	UK	Germany
Número OMI	9348704	92653626	9126853
Año de Construcción	2007	2006	2008
Eslora total	294.1	134.44	2010.49
DTW	54309	9981	25888
Sociedad clasificadora	Det Norske Veritas (DNV)	Overseas Marine Certification Services	Lloyd's Register

Tabla 50:

Caso 7B. Accidente.

FECHA	19 Marzo 2013	26 Febrero 2007	10 Noviembre 2008
Tipo de accidente	Colisión	Falla estructural	Falla estructural
Causas	No se cumplió con normas COLREG	Falta de conocimiento de maniobra	Falta de conocimiento de maniobra
Nombre de la entidad que notifica	MAIB	Intercargo	MAIB

Tabla 51:
Caso 7C. Localización.

Lugar de accidente	140 millas Shangai	Isla Gotlenf Baltic	Terminales Algeciras
Tipo de zona	En travesía	Puerto	Terminal
Puerto		Gotlenf Baltic	Spain Algeciras

Tabla 52:
Caso 7D. Condiciones meteorológicas y marinas.

Estado de la mar	Mar rizada	Mar rizada	Mar llana
Fuerza del viento	Calma	Calma	Calma
Condiciones atmosféricas	Claro	Claro	Claro
Visibilidad	Buena	Regular	Buena

Tabla 53:
Caso 8E. Víctimas.

Heridos	Ninguno	1	Ninguno
Fallecidos	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Desaparecidos	Ninguno	Ninguno	Ninguno

Tabla 54:
Caso 7F. Daños.

Daños a terceros/otros daños	Daños estructurales	Daños estructurales	Daños estructurales
Contaminación ambiental	No	Sí	No

Tabla 55:
Caso 7G. Travesía.

Puerto de salida	Yam Shan	Heklsinki	Gensey
-------------------------	-----------------	------------------	---------------

Puerto destino	Pusan	Kofta	Algeciras
Operación de buque	En navegación	Operación de carga	Operación de carga

Tabla 56:

Caso 7H. Consecuencias.

Lugar a bordo	Ruptura de casco	Ruptura de casco	Abollado
Se hunde el buque	No	No	No
Pudo continuar su viaje	Sí	Sí	No
La carga sufrió daños	Ligeras pérdidas	No	No
Carga vertida	No	No	No
Combustible vertido	No	No	No

Tabla 57:

Caso 8A. Particularidades del buque.

NOMBRE	Hyundai Dominion	Skjern Samskip	ACX Hibiscus
Tipo	Portacontenedor	Portacontenedor	Portacontenedor
País de bandera	United Kingdom	UK	Germany
Número OMI	9348704	92653626	9126853
Año de Construcción	2007	2006	2008
Eslora total	294.1	134.44	2010.49
DTW	54309	9981	25888
Sociedad clasificadora	Det Norske Veritas (DNV)	Overseas Marine Certification Services	Lloyd's Register

Tabla 58:

Caso 8B. Accidente.

FECHA	19 Marzo 2013	26 Febrero 2007	10 Noviembre 2008
Tipo de accidente	Colisión	Falla estructural	Falla estructural

Causas	No se cumplió con normas COLREG	Falta de conocimiento de maniobra	Falta de conocimiento de maniobra
Nombre de la entidad que notifica	MAIB	Intercargo	MAIB

Tabla 59:

Caso 8C. Localización.

Lugar de accidente	140 millas Shangai	Isla Gotlenf Baltic	Terminales Algeciras
Tipo de zona	En travesía	Puerto	Terminal
Puerto		Gotlenf Baltic	Spain Algeciras

Tabla 60:

Caso 8D. Condiciones meteorológicas y marinas.

Estado de la mar	Mar rizada	Mar rizada	Mar llana
Fuerza del viento	Calma	calma	Calma
Condiciones atmosféricas	Claro	claro	Claro
Visibilidad	Buena	regular	Buena

Tabla 61:

Caso 8E. Víctimas.

Heridos	Ninguno	1	Ninguno
Fallecidos	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Desaparecidos	Ninguno	Ninguno	Ninguno

Tabla 62:

Caso 8F. Daños.

Daños a terceros/otros daños	Daños estructurales	Daños estructurales	Daños estructurales
-------------------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

Contaminación Ambiental	No	Sí	No
-------------------------	----	----	----

Tabla 63:

Caso 8G. Travesía

Puerto de salida	Yam Shan	Heklsinki	Gensey
Puerto destino	Pusan	Kofta	Algeciras
Operación de buque	En navegación	Operación de carga	Operación de carga

Tabla 64:

Caso 8H. Consecuencias.

Lugar a bordo	Ruptura de casco	Ruptura de casco	Abollado
Se hunde el buque	No	No	No
Pudo continuar su viaje	Sí	Sí	No
La carga sufrió daños	Ligeras pérdidas	no	No
Carga vertida	No	no	No
Combustible vertida	No	no	No

En un estudio exploratorio, previo a la investigación, que constó de una encuesta cuya finalidad fue encontrar las asignaturas que deberían reforzarse en los cadetes de tercer año de la especialidad de Puente, los cuales son los más próximos a embarcarse, esta encuesta fue dirigida a los oficiales del departamento de puente, el resultado fue que una de las principales asignaturas era la de “Estabilidad”, donde se observó, según los encuestados, un nivel regular de las competencias de los cadetes evaluados por lo que se optó a la creación de un programa de reforzamiento llamado “*Estabilidad Fácil*”, el cual tiene como propósito contribuir al logro de competencias en lo que se refiere a

los cálculos de estabilidad a bordo en los cadetes de tercer año de la especialidad de puente de la ENAMM.

En base a lo expuesto surge la interrogante de investigación

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿En qué medida la aplicación del programa “Estabilidad fácil” refuerza las competencias profesionales en los cadetes de tercer año puente de la Escuela Nacional de Marina Mercante 2016?

1.2.2 Problemas específicos

¿En qué medida la aplicación del programa “Estabilidad Fácil” influye en la realización de los cálculos de estabilidad a bordo utilizando el libro de estabilidad del buque por los cadetes de tercer año Puente de la Escuela Nacional de Marina Mercante, 2016?

¿En qué medida la aplicación de un programa “Estabilidad Fácil” influye significativamente para Identificar los parámetros de estabilidad a bordo utilizando el software de estabilidad del buque por los cadetes de tercer año Puente de la Escuela Nacional de Marina Mercante, 2016?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Comprobar que la aplicación del programa “Estabilidad fácil” refuerza competencias profesionales en los cadetes de tercer año Puente de la Escuela Nacional de Marina Mercante 2016.

1.3.2 Objetivos específicos

Determinar en qué medida la aplicación del programa “estabilidad fácil” influye significativamente para realizar los cálculos de estabilidad a bordo utilizando el libro de estabilidad del buque en cadetes de tercer año puente de la Escuela Nacional de Marina Mercante 2016.

Determinar en qué medida la aplicación de un programa “Estabilidad fácil” influye significativamente para Identificar los parámetros de estabilidad a bordo utilizando el software de estabilidad del buque en cadetes de tercer año puente de la Escuela Nacional de Marina Mercante 2016.

1.4 Justificación de la investigación.

La presente investigación, se justifica en la importancia de la aplicación de las diversas normas y reglamentos sobre la estabilidad de los buques, así también el conocimiento de las competencias para hallar los cálculos de estabilidad en forma manual, como la utilización del software identificando los datos referenciales que aparecen en la aplicación tecnológica.

En el quehacer marítimo es muy importante mantener la estabilidad de la nave, lo cual está asociado a la prevención de accidentes y del mismo se debe cumplir estrictamente las normas y reglamentos internacionales al respecto, si se conoce a cabalidad las normas y reglamentos serán mucho menores los eventos sobre la seguridad a bordo.

El desarrollo del programa de reforzamiento “Estabilidad Fácil” para mejorar competencias en los cadetes de tercer año puente de la Escuela Nacional de Marina Mercante 2016 busca tener un efecto positivo en el desempeño laboral de los cadetes a bordo para cumplir con lo establecido de acuerdo a las normas y competencias reguladas por los diferentes convenios que rigen el ámbito marítimo.

De este modo se evitarán los accidentes ocasionados por la falta de conocimientos y malas decisiones puestas en práctica a bordo que ponen en riesgo la vida humana y la seguridad ambiental.

En este sentido se llevó a cabo un estudio para identificar sus debilidades académicas y así reforzar la competencia ayudando a los cadetes con separatas y la familiarización con el software utilizado a bordo.

De esta manera se pudo medir datos basados en la competencia de los cadetes y contribuyó significativamente en el mejoramiento de la misma, ya sea obteniendo los cálculos

estabilidad de forma manual o a través de un software; será este el inicio de nuevas investigaciones en esta materia.

1.5 Limitaciones de la investigación.

El cansancio y fatiga de los cadetes, al momento del refuerzo impartido en el aula, debido a las diferentes diligencias que realizan en su rutina (guardias, actividad física, exámenes, capacitaciones extracurriculares).

1.6 Viabilidad de la investigación.

El trabajo fue viable en tanto se contó con el consentimiento de los participantes (cadetes de tercer año Puente), así como de los permisos necesarios para el uso de las instalaciones y llevar a cabo el programa “Estabilidad Fácil”

Capítulo II:

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

A continuación se presentarán los antecedentes nacionales e internacionales, relevantes a la presente investigación.

Nacionales:

Acuña & Luis (2014) desarrollaron una investigación sobre la *Implicancia de la aplicación de un programa de entrenamiento vivencial logístico en la formación profesional del cadete náutico* en la cual propusieron la implementación de un programa vivencial logístico en la formación del cadete náutico ENAMM. El trabajo busca satisfacer todas las expectativas de los cadetes, asociando y compartiendo conocimientos adquiridos en aulas y en experiencias de prácticas preprofesionales: de tal manera que cada integrante de este proyecto experimente mejoras y logre un mejor desarrollo a bordo de naves mercantes. Se llegó a la conclusión que el programa es innovador y eficiente con aportes, como facilidad para comprender el tema y adquirir mayor conocimiento de la

carrera de marina mercante, además de haber obtenido importantes aportes para su futuro desempeño laboral.

Coronel & Sosa (2014) realizaron una investigación que buscaba analizar la aplicación de un programa bajo la metodología “*Learning by doing*” para reforzar las competencias profesionales del cadete de la Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau” como tercer oficial. Se observó que los cadetes ENAMM tenían la gran preocupación en conocer sus funciones y/o responsabilidades como cadetes y futuros oficiales de Marina Mercante, de allí surgió la siguiente interrogante: ¿Por qué no aprenderlo durante la formación académica mediante vivencias o experiencias como parte de su rutina? La carrera se basa en el desarrollo de conocimientos y habilidades que les permita ser competentes en un embarco real, es por eso que presentaron un sistema metodológico de aprendizaje activo. Consideraron que el diseño fue el más apropiado para demostrar que la utilización del programa promueve el desarrollo de habilidades de aprendizaje y competencias que son trascendentes y de gran importancia dentro del proceso de enseñanza y la formación del futuro oficial de marina mercante. Antes de desarrollar el programa, se tomó una encuesta a oficiales de la Marina Mercante del Perú cuya experiencia sea de dos años como mínimo para observar las expectativas que tienen hacia los cadetes ENAMM. Además del concepto que el cadete genera durante el periodo de embarco y tener como referencia en qué tema debían puntualizar más, para el desarrollo del programa en conjunto con las competencias regidas por la OMI. Asimismo, los cadetes de tercer año académico de la especialidad

de puente de la ENAMM se le realizó un pretest para medir el conocimiento que han obtenido durante su periodo académico, luego con ellos aplicaron el programa metodológico *Learning by doing* mediante un taller de 10 sesiones y al final, con un Postest, para la obtención de los resultados. Se llegó a la conclusión de que el 100% de los cadetes ENAMM manifestaron que la metodología de enseñanza aplicada en ellos fue entre muy buena (75%) y buena (25%), debido a que aprendieron mucho más a través de experiencias.

Granda (2009) en su investigación “Modificación de un buque pesquero de cerco 287.4 toneladas de desplazamiento para cumplir con las normas de estabilidad” Tiene como objetivo la modificación del buque pesquero Don Mañuco aplicando principios de diseño naval para mejorar su estabilidad, de acuerdo con las Normas emitidas por la Marina de Guerra del Perú – Dirección de Capitanías y Guardacostas. Metodología descriptiva aplicativa, Resultados, la reserva de flotabilidad del buque se ha mejorado, a máxima carga el francobordo de 270 mm pasó a ser de 291 mm, con lo cual el buque es más seguro. Conclusiones, después de la modificación del buque, la altura metacéntrica inicial de 0.84 metros pasó a ser de 1.24 metros, así mismo se tiene que “en la condición de máxima carga, con respecto al buque original, cumple con las normas nacionales de Estabilidad y con el Código de estabilidad sin averías de la OMI”. Las pruebas de mar del buque después de la modificación permitieron comprobar que sus características de velocidad, maniobrabilidad y navegabilidad se mantienen constantes.

Internacionales:

Baez (2014) en su investigación sobre la Estabilidad de buques, presentada en la Universidad de la Laguna, de la Escuela Superior Náutica, Tenerife –España, tiene como objetivo conocer a profundidad la importancia de la estabilidad de buques y sus cálculos manuales. Tiene como metodología descriptiva documental e histórica. Se explica, los complejos cálculos de estabilidad en muchos casos se seguirán ejecutando a mano por parte de los oficiales de cubierta, y en otros muchos, con el avance de las nuevas tecnologías, se han ido desarrollando programas que hacen dichos cálculos. En esta parte se expondrán algunos ejemplos de programas utilizados por muchas navieras en sus buques para realizar esta tarea a bordo. Resultados en base a lo obtenido tenemos que al analizar las gráficas con sus tablas de datos tabulados, se puede observar como claramente se cumple la condición de que el máximo par adrizante se encuentra entre los 30 y 40 grados de escora. En este caso coincide que se halla sobre los 40 grados de escora. Sin embargo existe una diferencia notable. Conclusiones existe entre las tres situaciones de carga, se observa cerca de una media de 10 grados de diferencia en el ángulo límite donde la estabilidad se vuelve indiferente y pasar luego a equilibrio inestable.

Arcar (2014) en su investigación “El COLREG y sus aplicaciones en el mar”, presentada en el Instituto de Estudios Marítimos de Turquía, tuvo por objetivo Identificar el COLREG (*Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea*) como un medio de prevención de colisiones, en cierto sentido, para evitar encallamientos, la acuñación de obstáculos fijos y barcos chocar. Durante el último medio

siglo, a pesar de las mejoras en ayudas a la navegación, tales como ARPA y los intentos para elevar el nivel de formación a través de diversos convenios de Formación, todavía se producen colisiones. Muchos estudios y los informes de accidentes indican que son causados por error humano o se asocian con error del personal a bordo como resultado de las respuestas acciones inapropiadas. Las colisiones comúnmente representan la mayoría de estos accidentes. Este documento no pretende examinar todas las reglas del Reglamento Internacional para prevenir abordajes, pero tiene que ver con las reglas fundamentales que hayan por lo general se haga caso omiso, con el fin de identificar las deficiencias en la aplicación de las normas de colisión en mar. Este documento también se referirá a las deficiencias en la educación y formación marítimas de navegación (MET) programa de oficiales que se relaciona con la enseñanza del COLREG. En este documento se sugiere el desarrollo de un curso con un conjunto de normas y unidades para el análisis, estudio y comprensión de la gente de mar en la aplicación de las normas del Reglamento Internacional para prevenir abordajes. Los estándares se desarrollarán a partir de raíces casos de accidentes durante las pruebas de comprensión de los potenciales navegantes con situaciones en tiempo real. Esto sería mejorar la aplicación de las normas del Reglamento Internacional para prevenir abordajes en el medio marino.

Ciurana (2014) en su investigación Cálculos prácticos de estabilidad y comportamiento en el mar en el buque escuela de la facultad náutica de Barcelona. Presentada en la Universidad Politécnica

de Catalunya. Tiene como objetivo calcular el arqueo bruto y posterior comparación con el valor del certificado de navegabilidad. Metodología descriptiva aplicada, de tipo longitudinal. Resultados, los valores GM (que son propios de la construcción del barco y por tanto idealmente deberían ser iguales independientemente de los parámetros utilizados durante la experimentación) no coinciden. Además apreciamos que el valor del primer experimento se aleja bastante del resto. En base a la media aritmética tenemos que el GM es de 1,20 en promedio.

Conclusiones en base al hallazgo se considera que la fórmula para calcular el sincronismo longitudinal es la misma que la usada anteriormente para calcular el sincronismo transversal. La única diferencia será que en vez del uso del período de doble balance transversal, se usa el período de balance longitudinal (tiempo desde que la proa alcanza su nivel máximo en la cresta de la ola, hasta que alcanza su nivel mínimo y luego su máximo de nuevo).

Aguilar (2012) en su investigación Estabilidad de un buque ultra Heavy Lift Carrier. Presentada en la Universidad Politécnica de Madrid. Tuvo como objetivo estudiar la normativa de estabilidad durante todas las fases de explotación del buque y ver las condiciones más adecuadas. Metodología descriptiva, para hallar la generación de la carena se ha hecho utilizando el sistema informático FORAN a partir de las formas de proa de un petrolero y de la popa de un buque militar. Se ha realizado las transformaciones afines para obtener las dimensiones principales (L, B, T), la transformación cuadrática para obtener el coeficiente de bloque de diseño y el centro de carena deseado.

Resultados los ábacos obtenidos de acuerdo con la normativa IMO y la capacidad límite de transporte ponen de manifiesto que para mayores pesos y con mayores ZGC de los mismos, cumpliendo los criterios IMO de estabilidad, se necesita buques de manga cada vez mayores. Estos ábacos permiten prever la manga más adecuada para cada situación de transporte. Conclusiones se ha generado una carena con formas propias pero con unos coeficientes de diseño casi iguales a los del buque operativo que mayores cargas ha transportado hasta la fecha, y por medio de transformaciones afines y transformaciones cuadráticas se ha derivado otras tres carenas – la carena 63, la carena 72 y la carena 84 de mangas de 63 metros, 72 metros y 84 metros, respectivamente - lo que ha permitido obtener unas carenas sistemáticas y cuantificar el KG máx. de cada carena en función del aumento de la manga como único parámetro comparativo.

González y Navarro (2011) realizaron una investigación para la obtención del título en Ciencia Náutica denominado «El Factor Humano en la siniestralidad marítima» en España. Señalaron que en la era moderna de la navegación, el factor humano es determinante en la buena consecución del trabajo a realizar de manera general; en particular, en el mundo marítimo, donde todo está cada vez más avanzado tecnológicamente, la intervención humana en la toma de decisiones es altamente vinculante de un buen resultado así como un error mínimo puede desencadenar en una desgracia, de repercusiones muy elevadas y exponencialmente al error cometido. Por ello, la gestión integral del puente y de los recursos del puente, en lengua inglesa

“Bridge Team Management” & “Bridge Resources Management” debe de ser un curso obligatorio para poder embarcarse en un buque como oficial de puente.

Todos los convenios marítimos hacen hincapié en que los oficiales deberán estar cualificados de acuerdo con el Standards of Training Certification and Watchkeeping por sus siglas en inglés (STCW), asimismo, deberán estar familiarizados con los equipos de navegación existentes en el buque, conociendo su correcto uso y manejo, comprendiendo que forman parte de un equipo con un objetivo común que es el de llevar al buque a buen puerto. La normalización de esta materia concluye en un cambio de «chip» en la manera de actuar, y en una serie de instrucciones tanto de los mandos como de los componentes de la tripulación. El capitán es el máximo responsable, debe de tomar las decisiones no de forma unilateral sino compartiéndolas con los demás oficiales y estos deben implicarse en esta toma de decisiones comprendiéndolas y participando en ellas. En el mundo moderno marítimo, se está obligando a estar en posesión de un certificado en BTM & BRM para embarcarse como oficial de puente, por muchas navieras con tripulación internacional así se exige. Esto es bastante lógico sabiendo que el factor humano en la toma de decisiones y sobre todo, en estados de alarma, es crucial para evitar un accidente.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Programa “Estabilidad Fácil” para reforzar competencias

2.2.1.1 *Concepto de programas*

Los programas educativos se definen como un conjunto de actividades planificadas que permiten detallar y organizar un proceso de enseñanza. También brinda orientación al educador con respecto a los temas, actividades y objetivos a realizar en el programa. El programa aplicado consta de un taller cuyo método de enseñanza constituye de teoría y práctica, esto permite el desarrollo de investigación y el trabajo en equipo. Además de tener una estructura de un diseño instruccional por cada tema que abarca el programa. (Pérez 2010)

Dick y Carey (2005) señalan que el diseño instruccional es una guía para la elaboración de contenidos y actividades de aprendizajes. (p.57)

Estos autores desarrollaron un modelo basado en la relación de estímulo (materiales educativos) y la respuesta que produce el estudiante (aprendizaje de los materiales). El modelo establece una metodología para el diseño la instrucción basada en un modelo reduccionista de la instrucción de romper en pequeños componentes.

La instrucción se dirige específicamente en las habilidades y conocimientos que se enseñan que proporcionan las condiciones para el aprendizaje adecuado. El modelo de los diseños instruccionales varía según el autor que los elabora, puesto que se ajusta al temario y actividades a realizar en el periodo de aplicación.

El diseño instruccional es de gran importancia, puesto que es una herramienta didáctica que sirve como estrategia para reforzar el aprendizaje, alcanzando a desarrollar enseñanzas significativas que promueven el logro de metas y objetivos educativos. Además de ser un proceso flexible que se ajusta a la necesidad del educador, para resolver debilidades que se les presenta a los educandos. (Dick y Carey 2005)

2.2.1.2 Objetivo

El objetivo del programa “*Estabilidad Fácil*” pretende afianzar las competencias sobre los cálculos de estabilidad recibidas durante la instrucción formativa en la Escuela de Nacional de Marina mercante ENAMM.

Las competencias tuvieron como origen el ámbito laboral; sin embargo, en la actualidad ya se refleja en el ámbito de la educación, por ello que una competencia es más que conocimientos y destrezas también involucra las actitudes que desarrolla una persona para comprender, transformar y practicar en el ámbito en donde labora.

La competencia como capacitación, refiriéndose al grado de preparación, saber hacer, conocimientos y pericia de una persona como resultado del aprendizaje. En este caso, la competencia alude directamente a las capacidades y habilidades de una persona, que son necesarias desarrollar a través de la formación. También podría considerarse en este punto la competencia como cualificación, referida básicamente a la formación necesaria para tener la competencia profesional deseada.

De manera que la competencia es el resultado del proceso de cualificación que permite “ser capaz de” “estar capacitado para” (...) La competencia como suficiencia o mínimos clave para el buen hacer competente y competitivo. En este caso, se acotan las realizaciones, resultados, experiencias, logros de un titular que debe sobrepasar para acceder o mantenerse satisfactoriamente en una ocupación con garantías de solvencia y profesionalidad.

El autor mencionado refiere, la importancia de desarrollar las competencias a fin de lograr mejores resultados en la actividad laboral, es imprescindible que la ENAMM, desarrolle en forma periódica programas de capacitación o reactuación mediante cursos que contribuirán a la competitividad profesional del marino mercante.

El pensamiento reflexivo posibilita el avance hacia mejores niveles de desempeño. Concluye afirmando que esta perspectiva nos acerca a una educación integral que respeta el peso específico de los conocimientos, las habilidades, las actitudes y los valores y donde se estimula al estudiante a desempeñar tareas significativas. (Silva, 2009, p.4)

2.2.2 Competencia para mantener estabilidad y esfuerzo del buque

2.2.2.1 Estabilidad de los buques

Desarrollo histórico

Desde hace muchos años, el hombre se ha preocupado por buscar explicaciones a lo que nos rodean, tanto para saber el porqué de las cosas como para buscar una evolución y mejora de dichos elementos. Cogiendo como referencia la tesis de Claudio Alexis Rodríguez Castillo titulada “Análisis de la estabilidad de pesqueros en olas regulares de proa” para llevar a cabo un resumen histórico de la evolución que ha habido en el estudio de este tema se ve una lenta progresión hasta el siglo XX. Desde entonces, la necesidad de hacer la navegación más segura acorde con la evolución de las nuevas tecnologías ha dado pie a que se creen grupos dedicados al estudio y mejora de este apartado de la navegación náutica publicando normas y criterios aplicados internacionalmente. Se podría decir que todo comenzó por Arquímedes (287 - 212 AC), quien en su tratado “Sobre los

Cuerpos Flotantes” fue uno de los primeros en dejar constancia del estudio y análisis de la estabilidad de los buques, donde estableció una explicación científica y el cálculo cuantitativo de la estabilidad hidrostática. Durante años, otros científicos hicieron diferentes aportaciones, pero ninguno consiguió un gran avance dentro del estudio de la estabilidad y comportamiento de los buques. Simon Stevin (1548-1620) fue el primero en distinguir entre equilibrio estable e inestable y describir la paradoja hidrostática, en la cual el nivel del fluido siempre será paralelo a la superficie horizontal en virtud de la cual la presión descendente de un fluido sobre un cuerpo es independiente de la forma de este y solo depende de la altura y de la base del plano de carena. Otros como Christian Huygens (1629-1695) y Paul Hoste (1652-1700) también hicieron sus aportaciones. Pero no fue hasta mediados del siglo XVIII cuando se produjo un cambio en el concepto del estudio de la estabilidad. El astrónomo y matemático francés Pierre Bouguer (1698-1758) publicó en 1746 el primer tratado de arquitectura naval, “Traite du navire”, que supuso la primera explicación del uso del centro de carena en el estudio de la estabilidad de los buques e introdujo los conceptos de metacentro y curva metacéntrica. También en el mismo siglo, el matemático y físico suizo Leonhard Euler (1707-1783) publicó “Scientia Navalis”, donde definió el criterio del momento restaurador inicial. La obra de

Bouguer con la de Euler representa términos equivalentes en cuanto a la estabilidad hidrostática, con lo que configuraron una nueva teoría de la estabilidad del buque, y establecieron los primeros criterios para la estabilidad hidrostática. Poco tiempo después, Jorge Juan y Santacilia (1713-1773), constructor naval y científico español, coincidió con Pierre Bouguer en una expedición de la Academie Royale des Sciences de París, donde conocería la obra de este de la cual se interesaría por ella y continuaría con el estudio de la estabilidad del buque y sus movimientos oscilatorios. En 1771, Juan y Santacilia publicó su libro “Examen Marítimo”, donde trató la dinámica de los barcos una vez se encuentran a flote, su comportamiento ante el empuje de las olas o su estabilidad, en la que extendió los conceptos de Bouguer para las inclinaciones longitudinales e introdujo por primera vez la definición de radio metacéntrico longitudinal. Más tarde aparecería la figura de George Atwood (1745-1807), el cual sería el primero en hacer una verdadera ampliación de los conocimientos sobre la estabilidad basadas en las obras de Pierre Bouguer y Leonhard Euler. Atwood publicaría dos trabajos los cuales presentó en la Real Sociedad de Londres. El primero trata de revisar los principios físicos de la estabilidad en cuerpos como cilindros o paralelepípedos para ciertos ángulos de escora, destacando que para realizar un estudio útil de esta se debe hacer en un rango finito de

ángulos prácticos para el entendimiento de las reacciones del buque en la mar y no solo analizando pequeños ángulos de escora, lo que se denomina la estabilidad estática inicial. El segundo trabajo de George Atwood fue una extensión del primero y contó con la colaboración del marino francés Honoré-Sébastien Vial du Clairbois (1733-1816). En él añadieron al estudio de la estabilidad las formas reales de los buques para estudiar sus movimientos en vez de usar formas geométricas sencillas. En esta obra incluyeron además, el estudio de los “momentos restauradores” del buque para un gran número de ángulos de escora, ampliando el rango de estudio hasta ahora realizado en otros trabajos, indicando que la estabilidad del buque no debe ser evaluada solo con la estabilidad inicial e introdujeron el término brazo restaurador, denominándolo GZ. En el mismo siglo que Bouguer, Euler, Juan Santacilia y Atwood, el matemático, estadístico, físico y médico holandés Daniel Bernoulli (1700-1782), desarrolló la primera teoría del movimiento de balance de un buque, siendo aceptada y usada hasta mediados del siglo XIX. Fue entonces cuando apareció la figura Moseley, quien utilizó por primera vez el concepto de estabilidad dinámica. Aunque se había progresado bastante en el estudio y entendimiento de la estabilidad del buque, todavía se usaba solamente la altura metacéntrica como medida de la estabilidad del buque. Según publica Claudio Alexis Rodríguez Castillo en su tesis el

concepto de la medición de la estabilidad comenzó a ser influenciada directamente por la ciencia a partir de grandes desastres marítimos acaecidos en un mismo espacio-tiempo. “La tragedia del buque “CAPTAIN” que naufragó durante una tormenta en la Bahía de Vizcaya atrajo la atención de los arquitectos navales para la estabilidad a grandes ángulos de escora: El “CAPTAIN” era un buque de guerra construido por el capitán Cowper Coles, un brillante especialista en Artillería Naval de la Armada Británica. La figura 1 ilustra los brazos adrizantes de este buque, y la de un buque semejante, el “MONARCH”

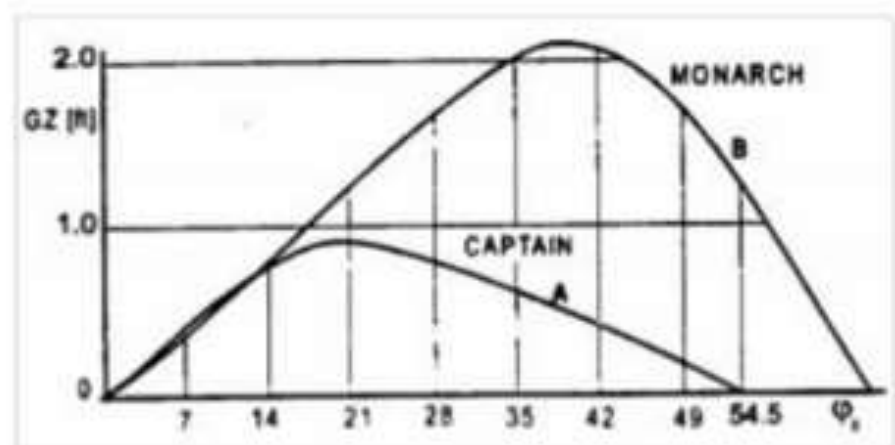


Figura 1:
Trayectoria del Captain

Fuente: Gonzales & Navarro 2015

El “MONARCH”, construido por el no menos brillante ingeniero naval e inspector del Almirantazgo Británico Edgard Reed, tenía un diseño tradicional similar al del “CAPTAIN” solo que con francobordo alto. Los metacentros de ambos

buques eran similares (luego, su estabilidad inicial también), sin embargo, los rangos de sus brazos de adrizamiento eran bastante diferentes. En septiembre de 1870, ambos buques navegaban en la Bahía de Vizcaya en condiciones climáticas moderadas, cuando durante una breve tormenta el “CAPTAIN” naufragó llevándose con él las vidas de quinientas personas, entre ellas la del capitán Coles. Durante la construcción del “CAPTAIN”, el almirante Reed había advertido al Almirantazgo Británico que la curva de momentos adrizantes del “CAPTAIN” era insuficiente, pero sus advertencias no fueron escuchadas. Luego del desastre, la importancia de la estabilidad a grandes ángulos de escora fue reconocida, y la curva de momentos adrizantes pasó a ser llamada de Curva de Reed [Reed, 1868].

Tras el avance en el estudio y comprensión de la estabilidad de los buques y los nombrados accidentes a finales del siglo XIX, aparecieron las propuestas de los primeros criterios para valores mínimos de varios parámetros de estabilidad, aunque no fue hasta después de varios graves accidentes cuando se decidió adoptar estas propuestas como recomendaciones aunque sin poder legal alguno. En 1940, el profesor finlandés de la Universidad Tecnológica de Helsinki, Jaakko Juhani Rahola (1906-1973), basándose en el análisis de distintos accidentes marítimos desarrolló en su tesis doctoral “The Judging of the Stability of Ships and the

Determination of the Minimum amount of Stability”, un método donde establecía unos valores mínimos de los parámetros de estabilidad. Tal fue la aceptación de su método que muchos países lo usaron, hasta que finalmente en 1968 la Organización Marítima Internacional, publicó una recomendación internacional sobre criterios de estabilidad basada fundamentalmente en el método que había propuesto Rahola. La aceptación del criterio propuesto por Rahola en la Organización Marítima Internacional, supuso el comienzo de la investigación por encontrar métodos y normas para asegurar la integridad de los buques, basándose en establecer unos estándares de estabilidad para diversos tipos de barcos. En estos programas de investigación participaron numerosas organizaciones y universidades de todo el mundo, dando como resultado diversas normas y recomendaciones. Hasta finales de la década de 1950, la estabilidad era tratada de forma prácticamente estática y las investigaciones se centraban en la mejora de los métodos de cálculo de las curvas de brazos de adrizamiento y la estima de los momentos escorantes estáticos y dinámicos. El movimiento de balance del buque navegando en olas era considerado sobre la base de lo propuesto por el ingeniero hidráulico y arquitecto naval inglés William Froude (1810-1879) y el ingeniero naval ruso Alexei Krylov (1863-1945), que consideraban olas regulares y pequeñas inclinaciones. Sólo

después de la publicación del trabajo de St. Denis y Pierson en 1953, esta herramienta estuvo disponible para investigar la estabilidad del buque en la mar, considerándolo como sistema dinámico.

En 1975 por iniciativa del profesor Chengi Kuo, de la Universidad de Strathclyde, Escocia, se empieza a celebrar periódicamente la Conferencia sobre la estabilidad de los buques y vehículos oceánicos (STAB, en inglés, The International Conference on the Stability of Ships and Ocean Vehicles). Como tal, la Conferencia STAB es el encuentro profesional más representativo en el ámbito de la estabilidad y la seguridad en general de los buques en el mundo. Desde el principio, los objetivos de la Conferencia fueron proporcionar una oportunidad para que las personas involucradas en actividades de estabilidad, incluyendo el diseño, operación, investigación o control, pudiesen discutir los resultados de los estudios a nivel internacional y establecer cómo estos resultados pueden ser aplicados en el uso real. Mientras que las Conferencias STAB se destinan a cubrir una amplia gama de temas relacionados con la estabilidad de los buques y vehículos oceánicos, desde 1995 casi todos los años también se está celebrando una serie de talleres internacionales sobre la estabilidad de buques (ISSW, de International Ship Stability Workshops) como eventos especializados complementarios a las Conferencias STAB. Los talleres suelen centrarse en

temas particulares que son de vital importancia y en los avances de los desarrollos contemporáneos en el ámbito de la estabilidad y la seguridad. Las Conferencias STAB e ISSW son organizadas por un Comité Permanente Internacional, formado por especialistas reconocidos internacionalmente cuya labor se centra en el ámbito de todo el mundo. Como resultado de la buena labor ejercida en estas conferencias, las actas de las STAB y de los ISSW representan una fuente fundamental y única de la información y el conocimiento para todos aquellos que están involucrados, o tiene la intención de participar, en la investigación básica y aplicada, la evolución de la regulación, u otras actividades consideradas de contribución al cuerpo de conocimiento y comprensión del tema de la estabilidad y la seguridad de los buques. Aunque los resultados logrados por estos trabajos son relevantes y del punto de vista práctico la introducción de los estándares internacionales de la IMO haya significado un incremento en la seguridad de los buques, continúan ocurriendo accidentes relacionados con la estabilidad del buque, inclusive en casos donde se ha cumplido con los criterios de estabilidad y normas de seguridad. Por eso, nuevos retos van surgiendo a medida que nuevas formas y tipos de buques aparecen. (Báez, 2014, p.31)

Definición

La estabilidad es la capacidad del buque de volver a su posición de equilibrio, al detenerse la fuerza externa que lo había apartado de la misma. Para que exista equilibrio deben darse dos condiciones: el desplazamiento debe ser igual al empuje y el centro de gravedad (G) debe encontrarse en la misma vertical que el centro de carena (C). (Palos 2014, 14)

Es un área de la arquitectura naval y diseño de los buques que se ocupa de cómo se comporta un barco en el mar, tanto en aguas tranquilas y en las ondas, ya sea intacto o dañado. Los cálculos de estabilidad se centran en el centro de gravedad, centro de carena, y metacentro de los buques y de qué manera se interrelacionan. (Palos 2014, p.61)

Es la tendencia que debe tener el buque en recobrar su posición inicial cuando ha sido apartado de ella por acción de fuerzas exteriores como puedan ser la mar o el viento. (Gonzales 2011, p.53)

La estabilidad se refiere normalmente a la capacidad de una embarcación flotante para resistir las fuerzas de vuelco encontradas en el curso de sus operaciones. Estas fuerzas pueden surgir de las condiciones meteorológicas (viento y las olas), a partir de las líneas de remolque, de los cambios bruscos de curso, desde el cambio de carga o pasajeros, o de las inundaciones debido a los daños.

Características del buque con influencia en la estabilidad

Dimensiones: Al objeto de analizar la condición de estabilidad de un buque, se tomarán en consideración las siguientes dimensiones principales del mismo:

❖ Eslora (E): distancia medida en el sentido longitudinal del buque sobre el plano transversal.

- Eslora entre perpendiculares (E_{pp}): distancia longitudinal comprendida entre la perpendicular de popa y la perpendicular de proa.

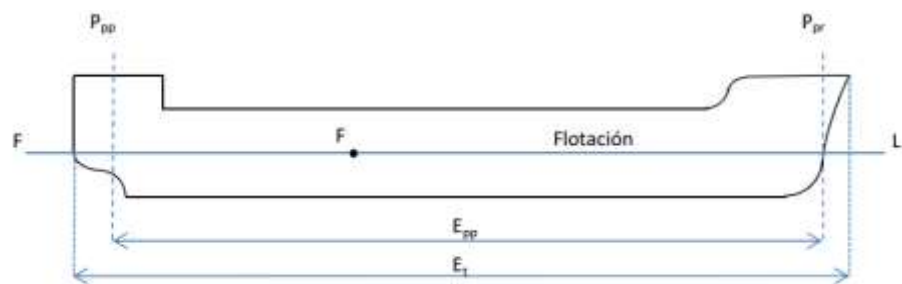


Figura 2:
Plano diametral del buque

Fuente: (Gonzales 2011, p.51)

- Eslora total (E_t): eslora máxima entre dos planos transversales trazados en los extremos más salientes de popa y de proa del buque.

❖ Manga (M): distancia medida en el sentido transversal del buque.

- Manga máxima de flotación (M_{fl}): distancia transversal máxima de la flotación¹ que se considere.

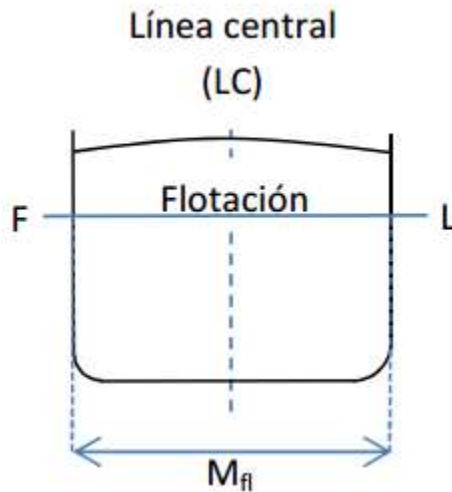


Figura 3:
Plano transversal del buque

Fuente: (Gonzales 2011, p.53)

Desplazamiento (D): Equivale a su peso total para una condición de carga concreta. Es igual al volumen sumergido multiplicado por la densidad del agua, por lo que equivale al peso del agua desplazada por ese volumen.

$$D = V \cdot \mu$$

D desplazamiento en Tm

V volumen sumergido en m³

μ densidad del agua en Tm/m³

El peso total o desplazamiento de un buque pueden determinarse a través de sus marcas de calado o plano de formas. En conexión con el desplazamiento del buque, se definen otras dos características básicas del buque:

❖ **Peso muerto:** diferencia entre el desplazamiento para un calado determinado y el desplazamiento del buque en rosca³.

El peso muerto comprende la carga del buque así como sus pertrechos.

❖ **Tonelaje o arqueo:** medición del tamaño del buque según la Conferencia Internacional sobre Arqueo de Buques de la IMO (International Maritime Organization).

- Arqueo bruto: tamaño total del buque.
- Arqueo neto: capacidad utilizable para carga y pasaje.

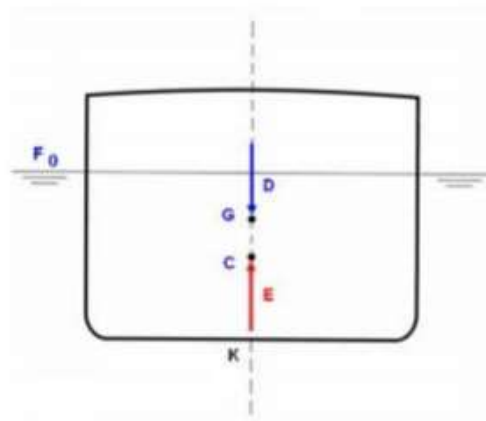


Figura 4:
Diagrama de estabilidad

Fuente (Gonzales 2011, p.54)

Estabilidad transversal

Centro de gravedad (G): La posición del centro de gravedad se corresponde con el punto de aplicación del peso del buque, dependiendo del desplazamiento en rosca y de la distribución

de pesos que se realice para dejar el barco en unas condiciones de carga.

La posición del G quedará definida por sus coordenadas en los planos de referencia:

- Plano horizontal: desde la línea base (quilla) para su posición vertical (VCG)
- Plano longitudinal: desde la cuaderna maestra para su posición longitudinal (LCG)
- Plano transversal: desde la línea central para su posición transversal (TCG).

La posición del centro de gravedad puede ser calculada o determinada experimentalmente. Una vez botado el barco después de su construcción el VCG puede obtenerse a través de la experiencia de estabilidad, el TCG debe ser cero por definición debido a la simetría del buque, y el LCG puede ser calculado a partir de la observación de los calados y el asiento.

Carena: Se define el volumen sumergido (V) o carena al volumen limitado por el casco y la superficie de flotación. Así, el centro de carena (B) es el centro de gravedad del volumen sumergido y se corresponde con el centro de presión del agua sobre el casco.

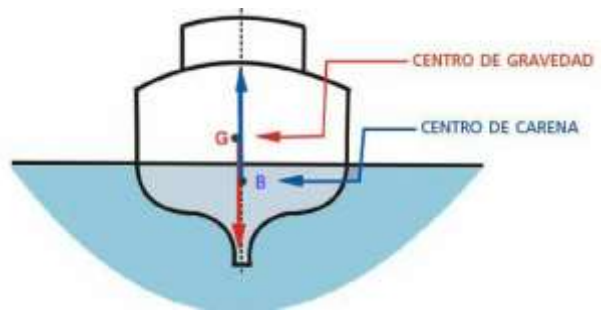


Figura 5:
Centro de carena

Fuente: (Palos 2014, p.27)

Curvas hidrostáticas: Son el carné de identidad del buque. A partir de ellas obtendremos toda la información relevante para los estudios de estabilidad, cambios de asiento, KM y otros.

El eje vertical representa el calado medio en metros. En eje horizontal son centímetros. Como puedes observar, cada curva corresponde a una determinada propiedad del buque que depende del calado (localiza, por ejemplo, la curva correspondiente al desplazamiento D ó Δ). Al lado del nombre de la propiedad representada por cada curva viene la equivalencia entre 1 cm y el valor de la propiedad en cuestión.

Por ejemplo, la curva de desplazamiento en agua salada indica que 1 cm = 250 Toneladas + 4.000. Imagina que este buque, en un determinado momento, se encuentra con los siguientes calados: $c_{pp} = 5,60$ m y $c_{pr} = 5,26$ m

Y se quiere saber cuál es su desplazamiento (D) y la altura del metacentro sobre la quilla (KM) en estas condiciones a partir de las curvas hidrostáticas del buque. Para ello se

obtiene primero el calado medio del buque para entrar con este valor en las curvas. El calado medio es $\text{cm} = 5,43 \text{ m}$.

Se busca este valor en la escala de calados (el eje vertical) y trazamos una recta horizontal por este valor. Esa recta va cortando a las curvas de las distintas propiedades del buque.

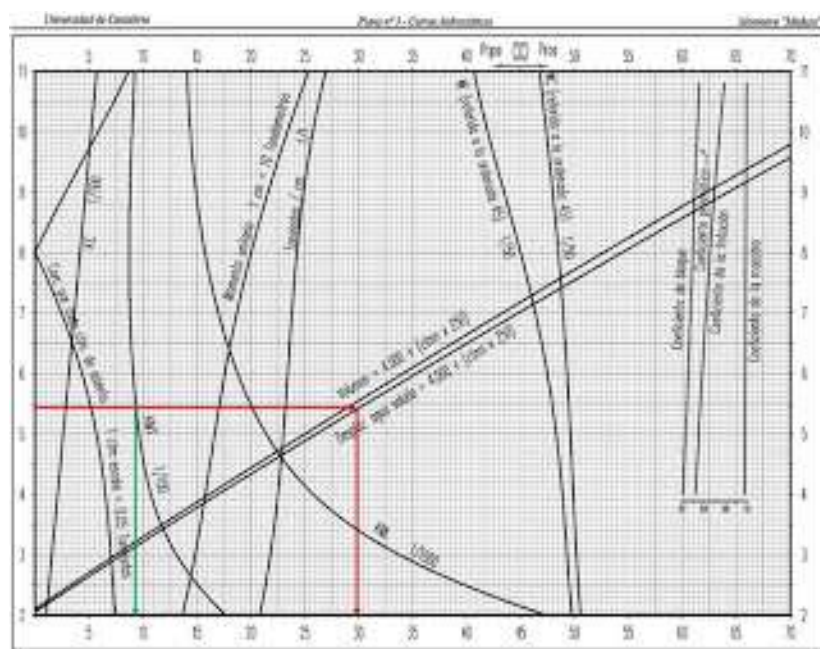


Figura 6:
Curvas hidrostáticas

Fuente: (Palos 2014, p.29)

Leemos en la escala de centímetros del eje horizontal el valor que corresponde al punto de corte que se desea obtener. Así, la curva desplazamiento en agua salada es cortada en los 30 cm. Como esa curva nos indica que cada centímetro corresponde a 250 Toneladas + 4.000, resulta que el desplazamiento del buque son $D = (30 \text{ cm} \times 250) + 4.000 =$

11.500 Toneladas. A su vez, la recta horizontal trazada por el calado medio corta a la curva de KM transversal en los 9,3 cm y, según indica la curva, cada centímetro corresponde a $1/100 = 930$ cm. Por tanto, el valor de la altura metacéntrica sobre la quilla es $KM \text{ transversal} = 9,3$ metros.

Una vez que hemos aprendido a utilizar las curvas hidrostáticas del buque se puede calcular cualquiera de las propiedades del buque a partir de su calado medio. (Palos 2014, p.31)

Efecto de superficies libres: Cuando un buque con un tanque parcialmente lleno está escorado, el líquido intentará permanecer paralelo a la línea de flotación y su centro de gravedad, que se encuentra en el centro de su volumen, se moverá con el líquido, pudiendo afectar la estabilidad de la embarcación de forma considerable. Este efecto es similar al provocado cuando se añade peso en la cubierta, lo cual hace que el centro de gravedad (G) se eleve y, a su vez, que la altura metacéntrica (GM) y, por consiguiente la estabilidad, disminuyan.

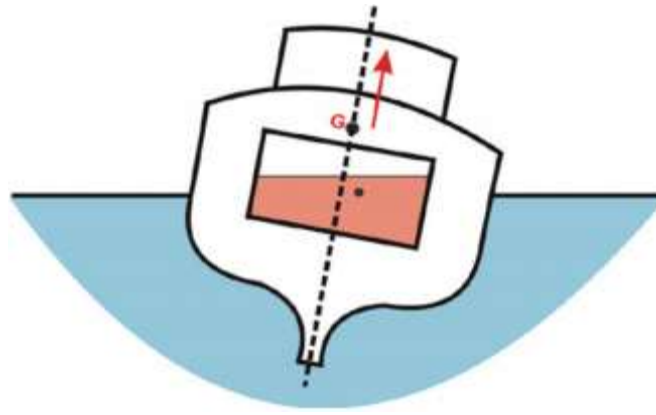


Figura 7:
Efecto de superficie libre

Fuente (Palos, 2014, p.34)

El efecto de superficies libres no solamente viene provocado por tanques parcialmente llenos, sino que también influyen otras circunstancias como, por ejemplo, la acumulación de agua en cubierta. A fin de permitir que el agua desaparezca rápidamente, un buque deberá disponer de portas de desagüe adecuadas. Los tablones para encajonar el pescado en cubierta deberán estar colocados de forma que el agua pueda fluir fácilmente hacia las portas de desagüe, las cuales nunca deberán estar obstruidas.

Metacentro (M): Es el punto de intersección de las líneas verticales trazadas desde el centro de carena a pequeños ángulos de escora consecutivos, y se puede equiparar a un eje central cuando el buque está inclinado a pequeños ángulos de escora. Su altura se mide desde el punto de referencia (K) y, por consiguiente, se denomina KM.

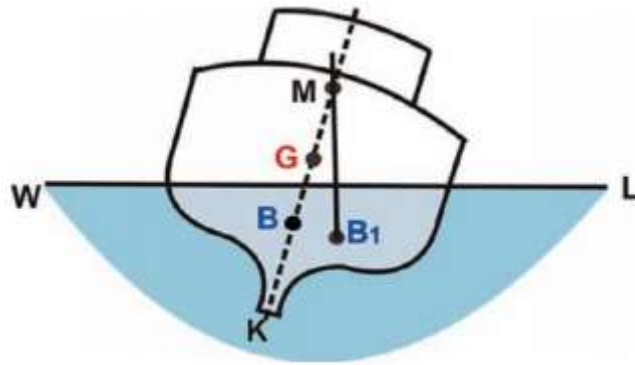


Figura 8:
Metacentro

Fuente (Palos, 2014, p.35)

Altura Metacéntrica (GM): La distancia entre G y M se conoce como la GM. Un buque estable en posición de adrizado tiene un GM positiva, es decir, el metacentro (M) se encuentra por encima del centro de gravedad (G). Por lo general, esta magnitud se denomina altura GM positiva o estabilidad inicial positiva.

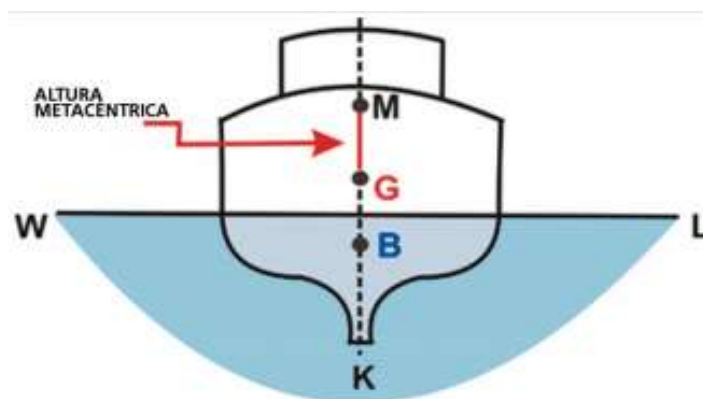


Figura 9:
Altura metacéntrica

Fuente: <http://www.fao.org/docrep/012/i0625s/i0625s02b.pdf>

Calculo GM: La posición del metacentro inicial la obtenemos de las tablas hidrostáticas, o bien, al tener el radio metacéntrico transversal le sumaremos a la altura del centro de carena de esta manera.

$$KM = KC + CM / KM = KG + GM$$

Una vez que tengamos la posición del centro de gravedad (p. e. gracias al cuadro de momentos) no tendremos más que aplicar esta fórmula

$$GM = KM - KG$$

Es importante recordar que la fórmula anterior puede tener la siguiente variación debida a la subida virtual del centro de gravedad por efecto de las superficies libres.

$$KM = KG_C + GM_C$$

Solamente tiene utilidad práctica el GM inicial (GM_0) pues a partir de una determinada escora, el metacentro cambia drásticamente de posición y deja de ser una referencia adecuada. Podemos considerar entre 0° y 10° el rango de la estabilidad inicial, pues entre estos valores la posición del metacentro es prácticamente invariante. En la figura podemos apreciar la trayectoria del metacentro real y del centro de carena de una gabarra de sección transversal rectangular continua que escora de 0° a 90° .

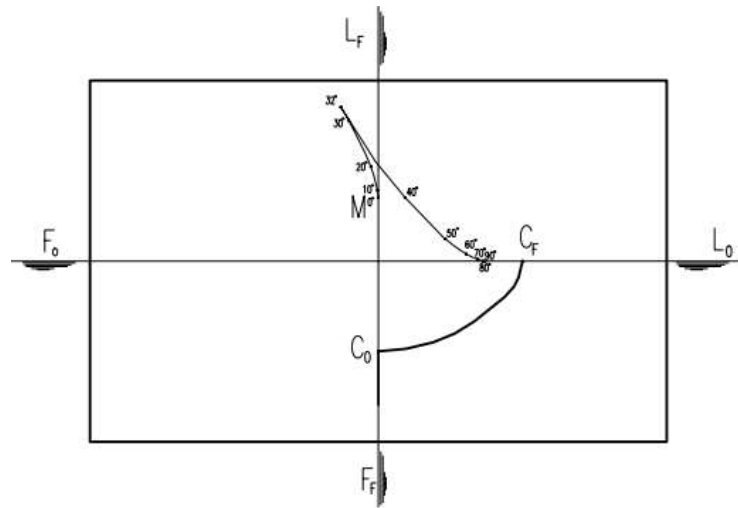


Figura 10:
Calculo GM

(<http://personales.gestion.unican.es/martinji/Archivos/EstabilidadRemolcadores.pdf>)

Estabilidad Longitudinal

Toneladas por centímetro de inmersión (TPC): se denomina a la masa en toneladas que debe agregarse a una embarcación, aplicado este en el centro de gravedad de un buque, para lograr un incremento de un centímetro en el calado medio.

El nuevo plano de flotación se mantiene paralelo al inicial.

Dado que la carena de un buque no es un paralelogramo, el valor del coeficiente TPC varía en función del calado medio considerado. Esta variación de calado es igual al peso de la rebanada de carena cuya base es el área de flotación A_f inicial y su altura de un centímetro (volumen de la rebanada) por el

peso específico del agua en que se encuentra flotando la embarcación.

Para el caso de agua de mar con un peso específico de 1,025 t/m³ tendríamos

$$TPC = A_f(m^2) * 0,01(m/cm) * 1,025(t/m^3)$$

Af área de flotación. Las unidades se muestran en rojo.

El coeficiente TPC es proporcional al área de flotación, por lo que a mayor tamaño de buque mayor será el valor TPC.

Conocer este valor permite calcular con relativa facilidad la cantidad de carga a alijar para zafar una varadura que requiera una disminución de calado en una cantidad determinada de centímetros.

Calado (C) y escala de calados: distancia medida en el sentido vertical desde un punto cualquiera de una flotación y la línea base del buque.

- Cpp: calado de popa, medido en la perpendicular de popa
- Cpr: calado de proa, medido en la perpendicular de proa
- Cm: calado medio, medido en la vertical del centro de gravedad de la flotación que se considere

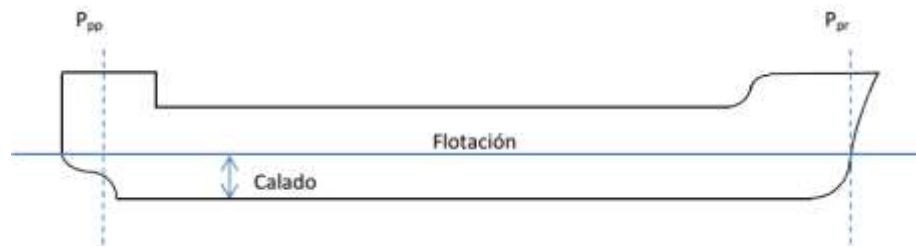


Figura 11:
Calado en aguas iguales

Fuente: (Palos 2014, p.57)

Podemos calcular los calados finales primero se tiene que hallar la diferencia de calados de proa y popa de la siguiente manera

$$\Delta C_{pr} = \frac{A \times df_{pr}}{E_{pp}} \qquad \Delta C_{pp} = \frac{A \times df_{pp}}{E_{pp}}$$

ΔC_{pr} diferencia de calados de proa

ΔC_{pp} diferencia de calados de popa

A asiento

df_{pr} distancia de la flotación a proa

df_{pp} distancia de la flotación a popa

E_{pp} eslora entre perpendiculares

Finalmente hallamos calados finales aplicando las siguientes formulas

$$C_{pr} = C_m \pm \Delta C_{pr} \quad C_{pp} = C_m \pm \Delta C_{pp}$$

Escala de calados: Son valores prefijados, normalmente soldados al forro del buque, que indican el calado en ese punto únicamente viendo por dónde queda la línea de flotación. La escala de calados viene expresada en números arábigos. En estos casos, la escala está expresada en centímetros. Existen también escalas de calados cuyos valores están expresados en pies (y pulgadas). En el anexo IV se incluye una escala de calados real del Barcelona para su eventual pintado en el casco del buque.

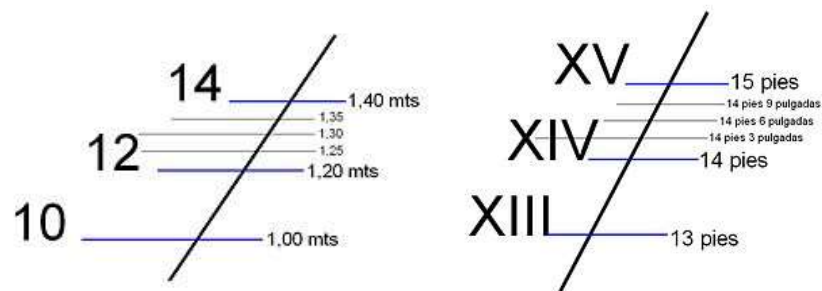


Figura 12:
Escala de calados

Fuente: (Palos, 2014, p.56)

Asiento (A): Diferencia entre el calado de popa y el de proa de una flotación determinada.

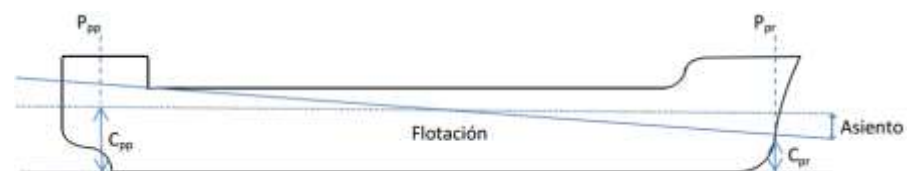


Figura 13:
Asiento

Fuente. (Palos, 2014, p.57)

Asiento final: Es la distancia entre el calado de popa y el de proa

$$A = C_{pp} - C_{pr}$$

También por medio de las curvas hidrostáticas se puede hallar el asiento final, mediante la siguiente formula

$$A = \frac{D \times CGL}{MCT}$$

D desplazamiento

CGL distancia entre el centro de carena (B) y el centro de gravedad (G)

MCT momento para cambiar el trimado

Cuando el calado a popa es mayor que a proa, el asiento es positivo y se denomina apopante. Cuando el de proa es mayor que el de popa el asiento es negativo y se denomina aproante.

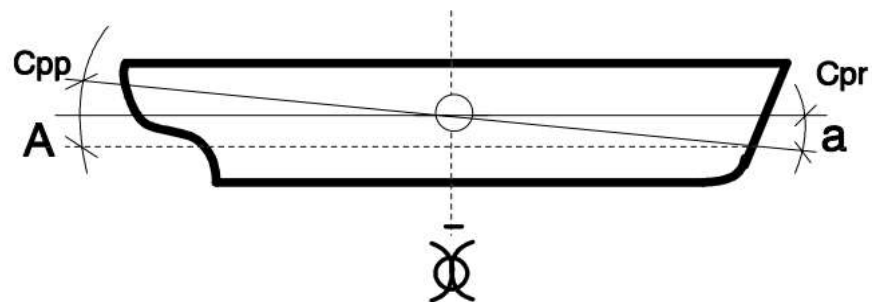


Figura 14:
Asiento (A) y la alteración (a)

Fuente:(<http://www.alavela.es/media/docs/curso/teoria-del-buque.pdf>)

Cálculo y trazado de la curva de estabilidad.

Pantocarenas

Para pequeñas escoras es la posición del centro de gravedad (como de alto esté) la que determina la estabilidad, siendo el equilibrio estable, indiferente o inestable según qué G esté por debajo, coincida (en cuyo caso $GZ = 0$) o esté por encima del metacentro M . Pero es evidente que al variar la escora la posición del centro de carena C' cambia y, por consiguiente, el brazo GZ .

La curva de brazos adrizantes, o de estabilidad, es la representación gráfica de GZ en función de la escora θ

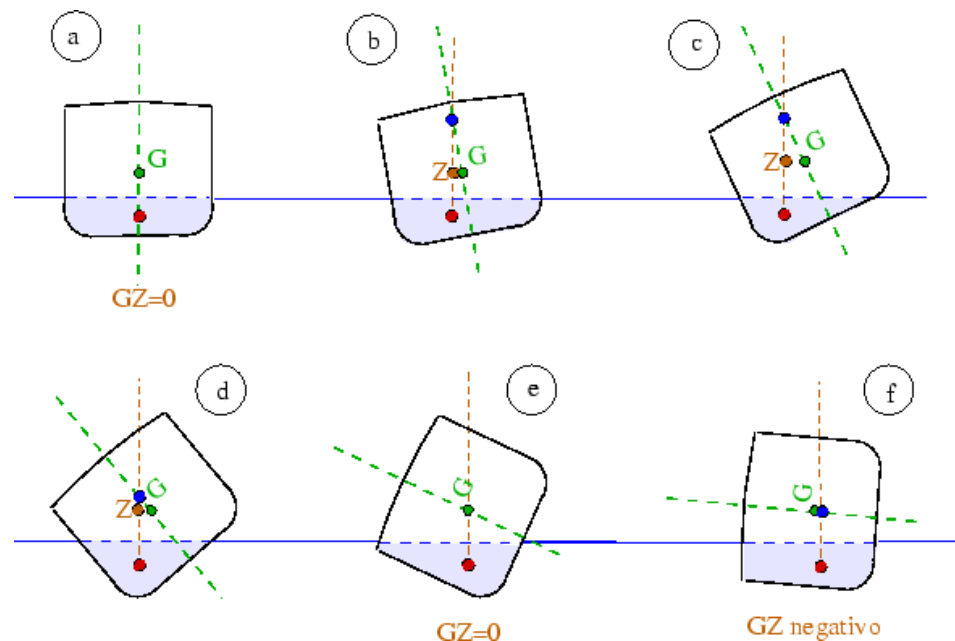


Figura 15:
Evolución del brazo adrizante a medida que aumenta la escora

Fuente: (<http://www.alavela.es/media/docs/curso/teoria-del-buque.pdf>)

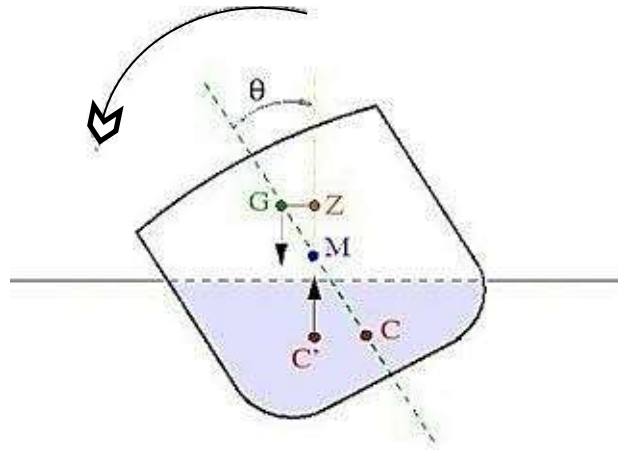


Figura 16:
Evolución del brazo adrizante

Fuente: (<http://www.alavela.es/media/docs/curso/teoria-del-buque.pdf>)

Es fácil imaginarse que forma aproximada debe tener esta curva: Cuando el buque está adrizado ($\theta = 0$ grados) no hay separación entre los puntos de aplicación del empuje y el desplazamiento, no hay par de fuerzas, y $GZ = 0$ (caso a en la Figura), así que la curva de brazos adrizantes empieza en el origen de coordenadas. A medida que el buque adquiere escora (casos b y c en la Figura 1) GZ aumenta. Pero llega un momento en que al seguir escorando el valor de GZ ya no aumenta más y comienza a disminuir (caso d en el que GZ es menor que en el caso c) hasta que, llegados a una determinada escora, nos encontramos en la situación de equilibrio indiferente descrita en la sección anterior en la que el centro de gravedad G y el metacentro M coinciden y GZ vuelve a ser cero (caso θ en la Figura).

Para escoras aún mayores (caso f en la Figura 1) nos encontramos en el caso descrito en la figura 1(g) en el que el

par se ha vuelto escorante, el equilibrio es inestable y GZ vuelve a tomar un valor distinto de cero pero si antes era positivo ahora será negativo pues es hacia el lado contrario.

Se observa de nuevo como la posición relativa del metacentro respecto al centro de gravedad es quien determina cómo es la situación de equilibrio del buque:

Hasta en el que el metacentro (representado por el círculo azul) se encuentra siempre por encima del centro de gravedad G y el equilibrio es estable, tendiendo el par de fuerzas a adrizar el buque.

En la situación en la que ambos puntos coinciden y no hay par de fuerzas, el equilibrio es indiferente y una pequeña perturbación adicional hará que la situación evolucione hacia las anteriores o hacia las siguientes representadas en la Figura.

Para escoras aún mayores (situación f) el metacentro está por debajo del centro de gravedad.

En resumen, la curva de brazos adrizantes debe tener un aspecto como el representado en la Figura.

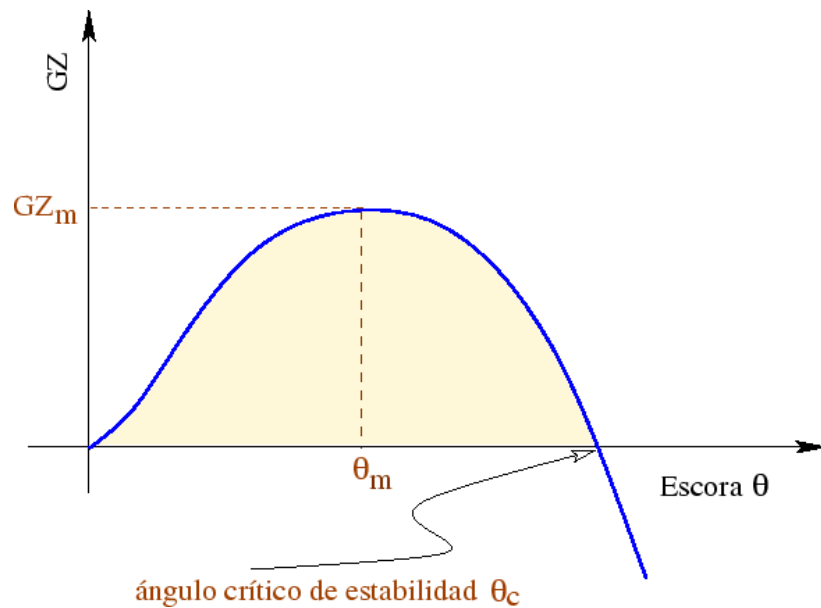


Figura 17:

Características de la curva de estabilidad o curva de brazos adrizantes

Fuente: (<http://www.alavela.es/media/docs/curso/teoria-del-buque.pdf>)

Las principales características de la curva de estabilidad son, como puede apreciarse en la figura presentada arriba,

1. **La curva parte del origen de coordenadas** pues a escora nula (buque adrizado) no se genera par de fuerzas algunos, dado que el empuje como el desplazamiento actúa a lo largo de la recta que une sus puntos de aplicación.
2. **Existe una máximo en la curva.** O sea, para una determinada escora $\theta = \theta_m$ el brazo adrizante es máximo, adquiriendo el valor $GZ = GZ_m$. Obviamente, cuanto mayor es el valor GZ_m mayor es la estabilidad del buque.

3. Una característica importante es la **pendiente en el origen**, es decir, cómo de rápido crece GZ al arrancar desde el origen. En otras palabras, para aquellos lectores con los conocimientos de matemáticas necesarios, la derivada de la función **$GZ = GZ(\theta)$** en el origen **$\theta = 0$** , o sea **$d_{GZ}/d\theta \mid_{\theta=0}$** . Es claro que cuanto mayor sea esa pendiente (intuitivamente puedes medirla como el ángulo que forma la curva con el eje de las X en el origen de coordenadas) mayor será la estabilidad transversal inicial (es decir, la estabilidad transversal ante pequeñas escoras).

4. **Ángulo crítico de estabilidad estática transversal**, θ_c , que corresponde a la escora (representada en el caso θ de la Figura) para el que se anula el brazo adrizante. También se conoce como *ángulo límite de estabilidad estática transversal*. Evidentemente, esta es la escora máxima permitida pues a partir de ella el buque es inestable. En realidad, esta cuestión es un poco más complicada porque hay que estudiar los balances del buque de manera *dinámica* y no *estática* como estamos haciendo aquí. Abordaremos más adelante el estudio de la estabilidad dinámica.

5. **Área limitada por la curva y el eje de las X (O sea, la integral $\int_0^{\theta_c} GZ(\theta) d\theta$** Siendo sombreada en la Figura. Una mayor área significa mayores GZ para cada escora. Por

tanto, la estabilidad transversal es mejor cuando esta sea mayor .

Observa que todas las características de la curva de estabilidad que acabamos de enumerar se refieren a los aspectos que debe tener esa curva para conseguir la mayor estabilidad transversal posible. La pregunta, entonces, es:

¿Existe algún criterio que defina cómo ha de ser la curva de brazos adrizantes para garantizar la estabilidad estática del buque?

La respuesta es que sí, existen diversos criterios que definen las características que debe tener la curva de estabilidad. Por ejemplo,

Criterio de Rahola: [Ojo solo como referencia - Consultar siempre Res. MSC.267(85) adoptada el 4 de diciembre de 2008]

Este criterio lo que hace en primer lugar es establecer unos valores mínimos que ha de tener GZ para algunas condiciones de estabilidad. De esta forma si un buque tiene para alguna de esas escoras un GZ menor que el mínimo establecido por el criterio de Rahola se considera no apto para la navegación. (Baez, 2014)

Esos mínimos de Rahola son:

Escora θ	GZ mínimo
20°	14 cm
30°	20 cm
40°	20 cm

Además, según este criterio, el máximo de la curva de brazos adrizantes debe estar situado en una escora (θ_m en la Figura 2) comprendida entre los 30° y los 40°. Es decir, ha de cumplirse la condición:

$$30^\circ \leq \theta_m \leq 40^\circ$$

Finalmente, el criterio de Rahola establece una tercera condición que tiene que ver con el *GZ dinámico* (ya se verá en un capítulo posterior el concepto de *GZ dinámico*). La condición es que el brazo GZ dinámico para una escora de 40° ha de ser, como mínimo, de 8 centímetros/radian. El significado de esta condición quedará claro cuando se estudie la estabilidad dinámica.

Se ha definido ya en esta sección el concepto de curva de estabilidad del buque y estudiado sus características más importantes. La pregunta ahora es:

¿Cómo trazamos la curva de brazos adrizantes de un buque?

Si la escora es pequeña, es decir, para el estudio de lo que hemos llamado *estabilidad inicial*, con escoras menores que

unos 10° , el cálculo de GZ en función de la escora es muy sencillo porque, en ese caso, la situación es la representada en la figura.

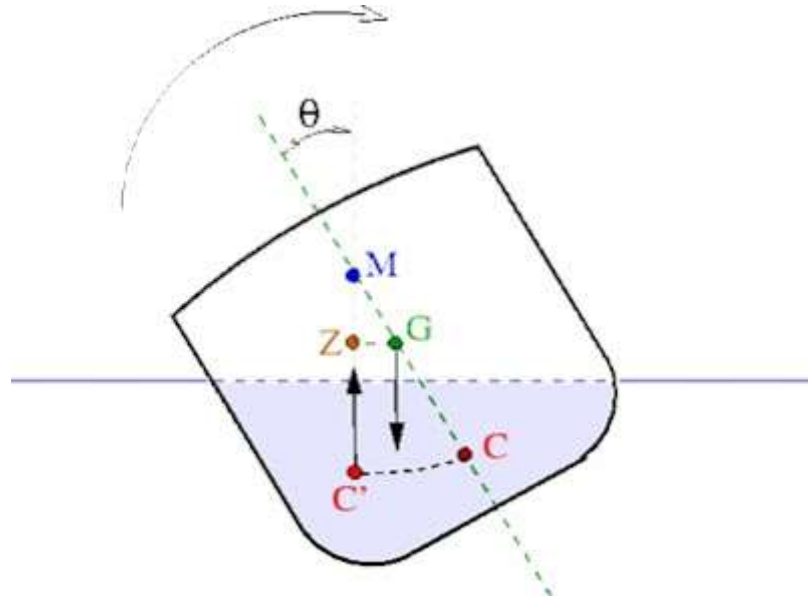


Figura 18:
Fuerzas ante una pequeña escora: Par adrizante

Fuente: (<http://www.alavela.es/media/docs/curso/teoria-del-buque.pdf>)

Cuando la escora es pequeña el metacentro M está en el plano de crujía. En el triángulo rectángulo ZGM (Figura) el ángulo opuesto al cateto GZ (que es el que nos interesa) es igual a θ . Por tanto, la trigonometría nos dice que, para pequeños ángulos de inclinación,

$$GZ = GM \operatorname{sen}\theta$$

Esta ecuación es la expresión analítica (para el caso de pequeñas escoras) de la idea, ya discutida antes, de que es la distancia GM entre el centro de gravedad y el metacentro la que determina el brazo del par adrizante. La distancia GM se

llama altura metacéntrica (o, también, distancia metacéntrica). En realidad, la ecuación **$GZ = GM \sen\theta$** tiene algo de trampa porque, como es evidente de las figuras anteriores, la propia altura metacéntrica GM depende de la escora pero no se conoce esa dependencia de forma analítica. Las figuras indican que la distancia GM depende, para una escora θ dada, de cuánto se haya desplazado el centro de carena C por efecto de esa escora, pues trazamos la vertical por C' para definir el metacentro como el punto donde esta vertical corta al plano de crujía. Pero el desplazamiento CC' depende de la forma de la carena y del buque en cuestión, e incluso, para un buque determinado, se considera el desplazamiento Δ (de como esté de cargado) porque variando el desplazamiento variamos la carena para que se cumpla siempre la condición de flotabilidad indicada por la ecuación **$Empuje = Desplazamiento$** , así que, en principio, difícilmente se podrá aplicar la ecuación **$GZ = GM \sen\theta$** para el cálculo de GZ . Sin embargo, no se puede olvidar que se está considerando el caso de pequeñas escoras. Para esos valores tan pequeños de θ el desplazamiento del centro de carena es tan pequeño que la variación del metacentro con la escora (repito, mientras esta se mantenga por debajo de unos 10° o 15°) es despreciable. En otras palabras, en el estudio de la estabilidad inicial se considera que la distancia metacéntrica GM es constante y no depende de la escora. Por

tanto, conocida GM no hay más que aplicar la ecuación indicada anterior para obtener los brazos del par adrizante.

¿Cómo se resuelve el problema en el caso general de escoras grandes?

Cuando la escora crece deja de ser cierto que el metacentro se encuentra en el plano de crujía. La situación deja de ser la representada en la Figura (así que la evolución de GZ discutida en base a la Figura es solo cualitativa, como ya se indicó en su momento). Por contra, lo que se tiene entonces es la situación de la figura.

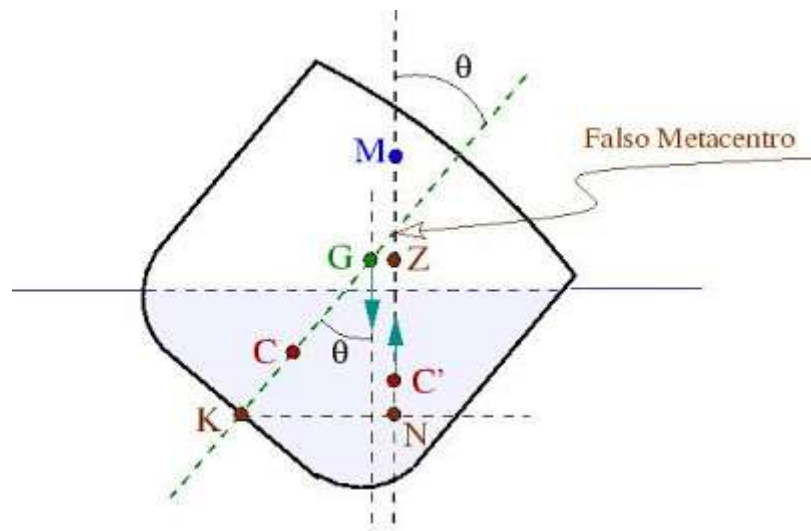


Figura 19:
Brazo adrizante GZ para grandes escoras

Fuente: (<http://www.alavela.es/media/docs/curso/teoria-del-buque.pdf>)

Es evidente de la figura anterior que el brazo GZ del par adrizante es:

$$GZ = KN - KG \operatorname{sen}\theta$$

Se observa que se ha considerado un nuevo punto K al cual se llamará quilla. Es decir, K estará situado en la parte más baja de la misma. La distancia KG es la altura del centro de gravedad y evidentemente no depende de la escora. Se puede modificar la distancia KG desplazando el centro de gravedad mediante la carga, descarga o traslado de pesos, pero una vez el buque en navegación KG es una constante que no depende de nada. Sin embargo, a la distancia KN le ocurre lo mismo que le ocurría a la altura metacéntrica GM en el caso de pequeñas escoras: KN obedece a cuánto se traslade el centro de carena y eso se basa en la forma del casco, para un buque dado, del estado de carga (del desplazamiento) del buque. Así que cada buque tiene unas curvas de KN en función de θ y del desplazamiento Δ propias. Estas se llaman Pantocarenas (o curvas de KN) y, como digo, han de figurar en la documentación del buque y son calculadas en el proceso de diseño y construcción del mismo. En otras palabras, el valor de KN para cada escora y cada desplazamiento es un dato que se supone conocido para el buque. A modo de ejemplo, la Figuras (a) y (b), muestra las curvas Pantocarenas de un pequeño buque mercante.

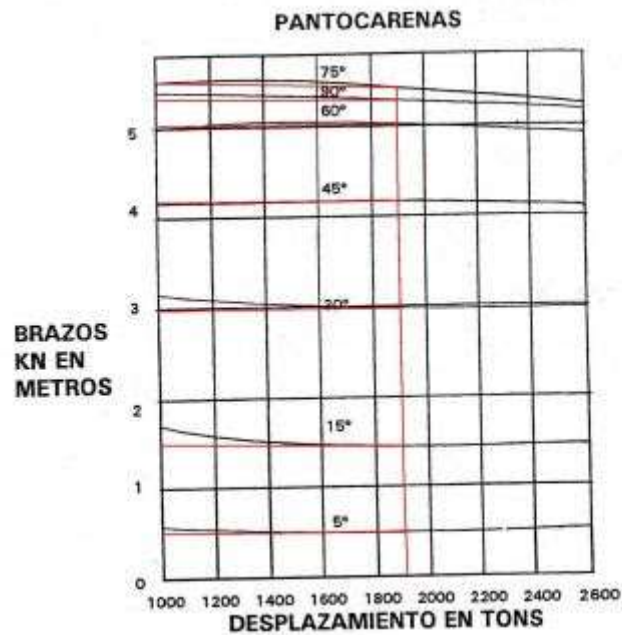


Figura 20:
Desplazamiento de torres

Fuente: (<http://www.alavela.es/media/docs/curso/teoria-del-buque.pdf>)

Como se observa, la utilización de estas curvas es muy sencilla: Trazamos una vertical por el valor correspondiente al desplazamiento del buque hasta cortar a la curva correspondiente a la escora que nos interese y leemos entonces en el eje de las "Y" el valor del KN correspondiente. Utilizando este valor junto con el de KG (el mismo para cualquier escora para un desplazamiento dado) en la ecuación $GZ = KN - KG \cdot \sin\theta$ permite calcular el valor del brazo del par adrizante GZ para el desplazamiento y la escora considerados. Repitiendo el proceso para todas las escoras (cuando interese una escora no específicamente incluida en las curvas de Pantocarenas se tendrá que interpolar) se obtendrán los valores de GZ en función de θ (todos

correspondientes al mismo valor del desplazamiento) que permitan dibujar la curva de estabilidad para el desplazamiento considerado y comprobar que cumple el criterio de estabilidad de Rahola. Si se modifica el desplazamiento del buque, cargando o descargado pesos, se habrá modificado tanto KG (se varía la altura de G desde la quilla) como los KN y se tendrá que repetir el proceso para todas las escoras para terminar representando una nueva curva de estabilidad correspondiente al nuevo desplazamiento del buque.

El mismo esquema representado en la Figura es válido, en el caso particular de pequeñas escoras que ya se estudiaron, con la única salvedad de que en ese caso el metacentro está situado en el plano de crujía (o sea, donde está el falso metacentro para grandes escoras) y, además, suponemos, como se señaló líneas arriba, que no depende de la escora. Por tanto, se obtiene directamente de la Figura la siguiente relación utilizable cuando la escora es pequeña:

$$KG = KM - GM$$

Esta ecuación no es más que una expresión del hecho de que, si el buque es estable, el metacentro está por encima del centro de gravedad para cualquier escora pequeña.

Una vez trazada la curva de estabilidad se puede obtener de ella, gráficamente, el valor de la distancia

metacéntrica GM (supuesta constante) que se puede utilizar en los estudios de estabilidad ante pequeñas escoras. Para ello no hay más que tener en cuenta que si un ángulo α es suficientemente pequeño, se puede aproximar **$\text{sen } \alpha \sim \alpha$** (por supuesto, con α medido en radianes). Así, para escoras θ pequeñas, la ecuación **$GZ = GM \text{ sen } \theta$** se puede aproximar aún más escribiendo **$GZ \approx GM \theta$** , con la escora θ medida en radianes. Esta expresión dice que para escoras muy pequeñas (o sea, muy cerca del origen) la curva GZ es una recta de pendiente GM . Entonces se obtiene GM a partir de la curva de brazos adrizantes mediante la construcción gráfica de la Figura

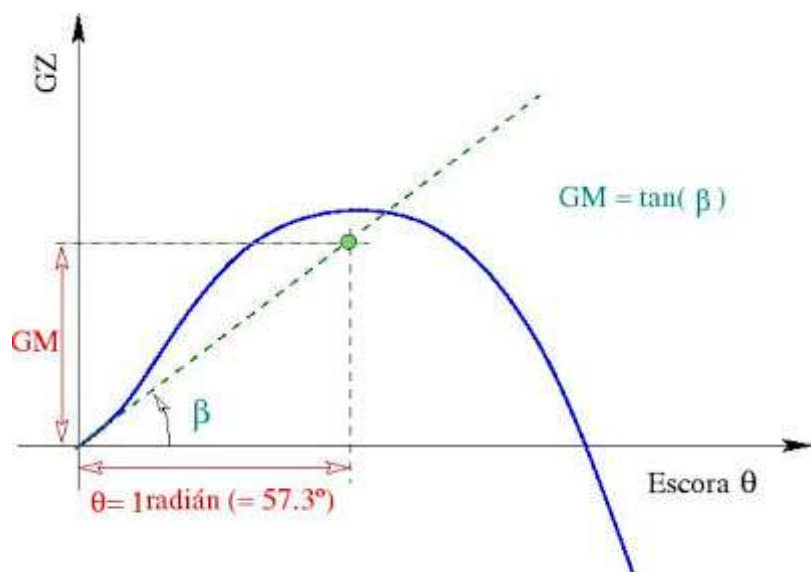


Figura 21:
Obtención de la distancia metacéntrica a partir de la curva de estabilidad

Fuente: (<http://www.alavela.es/media/docs/curso/teoria-del-buque.pdf>)

Puesto que finalmente se depende de datos propios del buque (las curvas KN) para poder utilizar la ecuación $GZ = KN - KG \text{ sen}\theta$ y trazar la curva de estabilidad del buque, bien podría pensarse que, ya que en su proceso de construcción se calculan las curvas de Pantocarenas, podrían también a partir de ellas y la ecuación citada arriba, calcularse e incluirse en la documentación del buque curvas que den directamente el brazo del par adrizante GZ para diferentes escoras y desplazamientos. De hecho esto es lo que suele ocurrir y junto con las curvas Pantocarenas se proporcionan también curvas de brazos GZ como las representadas, a modo de ejemplo, en la Figura 6.

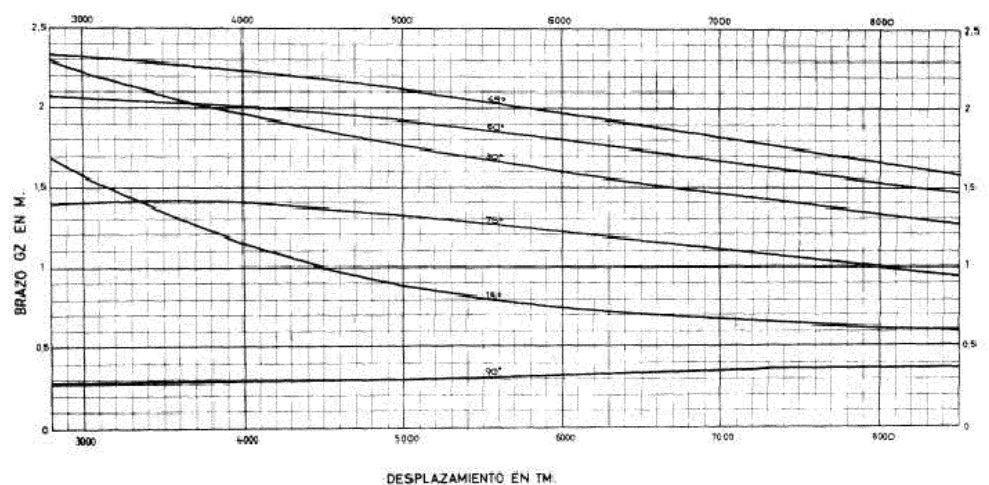


Figura 22:
Curvas de brazos GZ de un pequeño buque mercante

Fuente: (<http://www.alavela.es/media/docs/curso/teoria-del-buque.pdf>)

Si se dispone de estas curvas el trazado de la de estabilidad es trivial pues de ellas obtenemos directamente los valores de GZ correspondientes a cada valor de la

escora θ para el desplazamiento que tenga el buque en ese momento. En los exámenes de Estabilidad del Buque, es frecuente preguntar sobre la representación de la curva de estabilidad. Para ello el enunciado proporciona a veces valores de KN para distintas escoras (se supone que obtenidos de las Pantocarenas del buque) y, en otras ocasiones, se dan directamente valores de GZ para distintas escoras (obtenidas supuestamente de las curvas GZ del buque).

Ejemplo.

Una embarcación de 800 toneladas de desplazamiento, dista entre la quilla y el centro de gravedad del buque 5.50 metros, se calcula (son datos supuestos) los siguientes valores para KN : para $15^\circ = 1.960$; para $30^\circ = 3.980$; para $45^\circ = 5.385$; para $60^\circ = 6.000$; para $75^\circ = 5.890$ y para $90^\circ = 5.385$.

Se pide:

1.- Trazar la curva de estabilidad estática.

2.- Trazar gráficamente el valor de la distancia metacéntrica.

Para resolver la primera parte se tiene que aplicar la ecuación **$GZ = KN - KG \text{ sen } \theta$** . Para facilitar este trabajo y evitar errores, se construye una tabla en la que se coloca cada uno de los términos que intervienen. Después se representa gráficamente el resultado.

θ 15° 30° 45° 60° 75° 90°

KN (metros) 1.960 3.980 5.385 6.000 5.890 5.385

KG.sen θ (metros) 1.424 2.750 3.889 4.763 5.313 5.500

GZ = KN - KG.sen θ (m) 0.536 1.248 1.496 1.237 0.577 -0.115

Una vez hecha la representación gráfica se traza la tangente a la curva GZ en el origen y la vertical por $\theta = 57.3^\circ = (1 \text{ radián})$ y una línea horizontal por el punto en el que esta vertical corta a la recta tangente que se acaba de dibujar. Se lee en el eje de las GZ el valor de GM que responde a la segunda parte del ejercicio. En el ejemplo el resultado es $GM = 1.88 \text{ m}$. La Figura muestra la curva de estabilidad y la construcción gráfica para obtener la distancia metacéntrica GM.

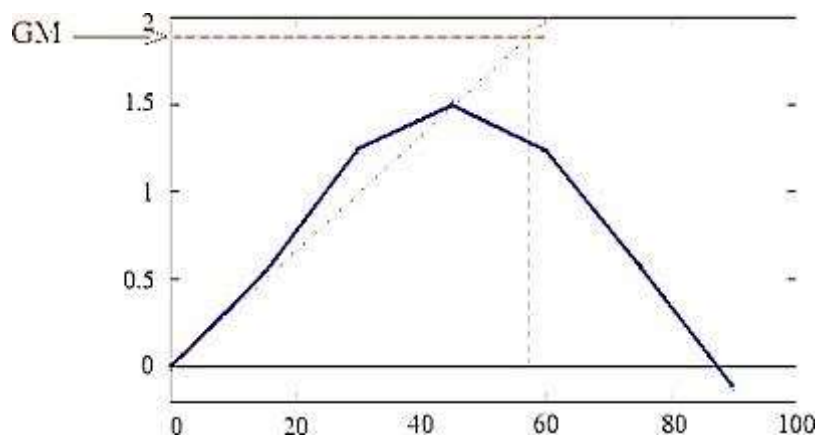


Figura 23:
Resolución del Ejemplo

Fuente: (<http://www.alavela.es/media/docs/curso/teoria-del-buque.pdf>)

Nótese que el hecho de que la tangente en el origen pase por el máximo de la curva es simple casualidad y no ocurrirá en general.

Criterios de estabilidad según la OMI

El criterio general de estabilidad de la OMI se recoge en la Resolución A.749, y fue actualizada en el “Código de Estabilidad sin Avería, 2008”.

Comienza con el preámbulo, donde se explica los objetivos para el que fue creado el Código, los datos y conocimientos en los que está basado, los avances que contiene respecto a la edición anterior y a quién va dirigido.

Según comienza, el Código explica su finalidad, “... es proporcionar criterios de estabilidad, tanto de carácter obligatorio como de recomendación y otras medidas que garanticen la seguridad operacional de todos los buques a fin de reducir al mínimo los riesgos para los mismos, el personal de a bordo y el medio ambiente. En esta Introducción y en la parte A del presente código se recogen los criterios obligatorios, mientras que la parte B incluye las recomendaciones y otras directrices.”

Dentro de este punto también expone específicamente hacia qué tipos de buques va dirigido y hace una reseña a que las Administraciones pueden imponer resoluciones en cuanto a buques innovadores que no estuviesen recogidos

dentro de esta lista: “Salvo indicación en otro sentido, el presente código contiene criterios de estabilidad sin avería para los siguientes tipos de buques y otros vehículos marinos de eslora igual o superior a 24 m.

1 buques de carga;

2 buques de carga que transporten cubiertas de madera;

3 buques de pasajeros

4 buques pesqueros;

5 buques para fines especiales;

6 buques de suministro mar adentro;

7 unidades móviles de perforación mar adentro;

8 pontones; y

9 buques de carga que transporten contenedores en cubierta y buques portacontenedores.”

Continuando dentro del mismo apartado se observan dos divisiones de los criterios que deben cumplir, el referido a las propiedades de la curva de brazos adrizantes, y el meteorológico. En los criterios relativos a las propiedades de la curva de brazos adrizantes, “El área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos GZ) no será inferior a 0,055 metro-radián hasta un ángulo de escora $\theta = 30$ ni inferior a 0,09 metro-radián hasta $\theta = 40$, o hasta el ángulo de

inundación descendente θ si éste es inferior a 40° . Además, el área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos GZ) entre los ángulos de escora de 30° y 40° , o entre 30° y θ si este ángulo es inferior a 40° , no será inferior a 0,03 metro radián. El brazo adrizante GZ será como mínimo de 0,2 m a un ángulo de escora igual o superior a 30° . El brazo adrizante máximo corresponderá a un ángulo de escora no inferior a 25° . Si esto no es posible, podrán aplicarse, a reserva de lo que apruebe la Administración, criterios basados en un nivel de seguridad equivalente. La altura metacéntrica inicial GM_0 no será inferior a 0,15 m.

Criterio de Rahola: Ideado por el profesor finlandés Jaakko Juhani Rahola y publicado en su tesis doctoral en 1935, quien analizando la pérdida de numerosas embarcaciones por falta de estabilidad, sugirió un criterio basado en los brazos adrizantes (corregido por superficies libres), y el ángulo de inundación. Ha su criterio de estabilidad se le considera como la regla de los mínimos, ya que establece los mínimos que debe tener el brazo adrizante para unos valores dados de eslora.

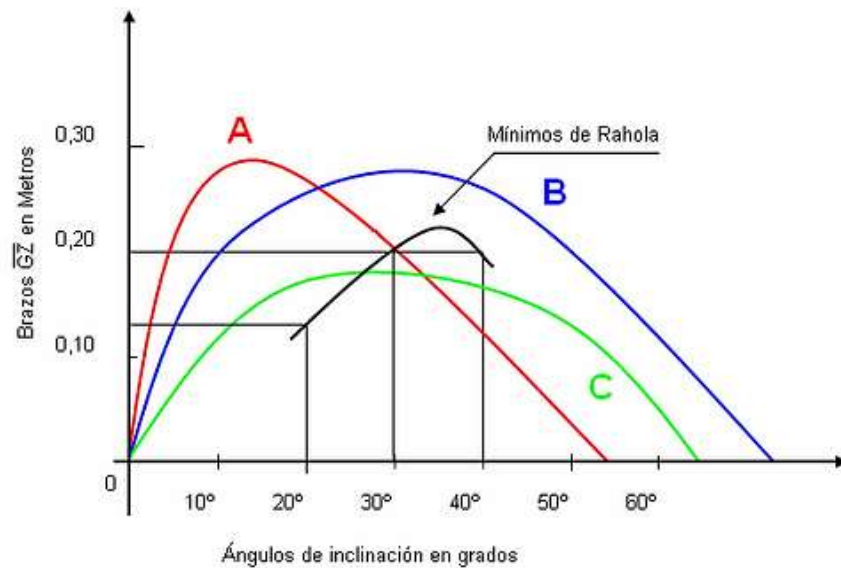


Figura 24:
Criterio Rahola

Fuente: <http://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/335/Estabilidad%20de%20buques.pdf?sequence=1>

Este criterio fue el precursor de todos los que ha publicado con posterioridad la OMI y durante algunos años, lo recogió como recomendación en sus publicaciones.

Según este, el máximo de la curva de brazos adrizantes debe estar situado en una escora comprendida entre los 30° y los 40°.

Es decir, ha de cumplirse la condición: $30^{\circ} \leq \theta_m \leq 40^{\circ}$

Finalmente, el criterio de Rahola establece una tercera condición que tiene que ver con la estabilidad dinámica. La condición es que el brazo GZ dinámico para una escora de 40° ha de ser, como mínimo, de 8 centímetros/radian.

El máximo de la curva de brazos GZ deberá estar comprendido entre los ángulos 30° y 40° brazo dinámico para 40° debe ser como mínimo 8 cm/radián. Si el ángulo de inundación es menor a 40°

Diagramas

De fuerza cortante y momento flector: El esfuerzo cortante y momento flector de cualquier sección de un buque, se determina en primer lugar, por el cálculo de la curva de carga. Se ha demostrado anteriormente, que el esfuerzo cortante de cualquier sección de una viga, es la suma algebraica de las cargas que actúan a uno u otro lado de la sección. También que el momento flector que actúa en cualquier sección de la viga, es la suma algebraica de los momentos que actúan a uno u otro lado de la sección. Igualmente se ha demostrado que el esfuerzo cortante en cualquier sección, también es igual al área bajo la curva de carga, desde uno de los extremos a la sección considerada. Así como que el momento flector de una sección, también es igual al área bajo la curva de esfuerzos cortantes del mismo extremo a dicha sección.

En estas condiciones queda demostrado, que la curva de esfuerzos cortantes es una integral de primer orden de la de cargas. La de momentos flectores es una integral de primer orden de la de esfuerzos cortantes y de segundo orden de la de carga. Como la viga y el casco del buque para estos

efectos, está más que demostrada su identidad, quiere decir, que el cálculo de todos estos elementos se hace exactamente igual que para la viga, y todo lo que hemos dicho para ella, se dice para el casco del buque.

En la (Fig.25) tenemos las tres curvas representadas, en este caso, considerando que el buque flota en aguas tranquilas. Se señalarán algunos puntos importantes de estas curvas:

- a) Predomina el efecto negativo en la curva de carga, desde el origen hasta aproximadamente un cuarto de la eslora, donde cambia de signo y se hace positiva; sigue positiva durante media eslora (a lado y lado de la cuaderna maestra), y cuando falta otro cuarto de eslora para llegar a su extremo, cambia de signo y se hace negativa otra vez.
- b) La curva de esfuerzo cortante tiene su máxima ordenada, cuando la de carga se anula, o sea, cuando cambia de signo. El esfuerzo cortante tiene su máximo valor sobre el casco, a un cuarto de eslora contada desde sus extremos. Se anula en la sección media o maestra.
- c) La curva de momentos flectores tiene su máxima ordenada cuando se anula la de esfuerzo cortante, o sea, en la sección media o maestra. Dibujadas las curvas anteriores en aguas tranquilas, se hacen los cambios en

la distribución de los empujes por olas, y se trazan las nuevas curvas de carga, esfuerzo cortante y momento flector del buque, en sus condiciones de quebranto y arrufo.

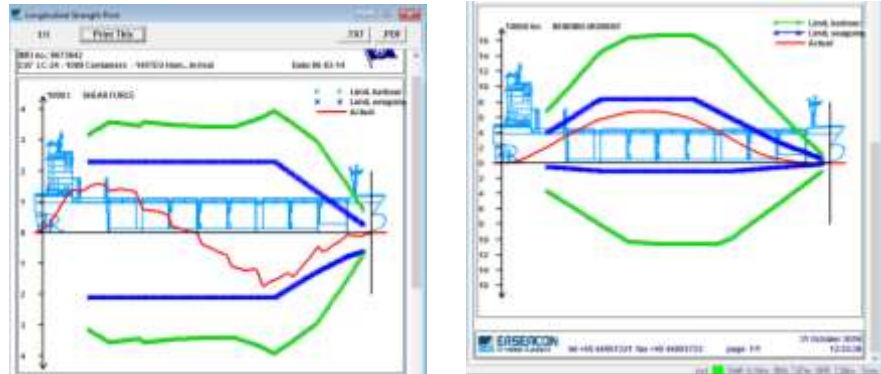


Figura 25:
Esfuerzos cortantes y momentos flectores, de un buque contenedor

<http://estabilidaddelbuque2.blogspot.pe/2012/01/esfuerzos-sobre-elbuque.html>

2.2.2.2 Evolución de los cálculos de estabilidad

Hace no muchos años, todos los cálculos que se realizaban a bordo, se efectuaba a mano, ya fuesen de consumos de la máquina, cálculos de posicionamiento, y como no, también, de la estabilidad del buque. En el caso de los cálculos de estabilidad a bordo, no solo era el hallar las coordenadas del centro de gravedad del buque, sino a continuación tener que trazar a mano las gráficas de GZ y el diagrama metacéntrico. Para hallar todos estos datos para su posterior estudio, primero se debían sondear todos los tanques, ya fuesen de

lastre o de combustible manualmente, con el tiempo que eso podía conllevar al oficial. Dependiendo del tipo de buque que fuese, dichos cálculos podían ser más o menos largos, ya que para un petrolero se tendría una única coordenada del tanque, mientras que para un portacontenedores se tendría que ir calculando las coordenadas de cada contenedor en el cálculo de estabilidad. Por ello la evolución en el mundo informático y la llegada de distintos programas de software especializados en los cálculos de la estabilidad de los buques ha ayudado en la rapidez y fluidez de las cargas de los buques. Hoy día, tal vez existan unas cuantas decenas de programas especializados en esta labor.

Los cálculos de estabilidad se pueden efectuar manualmente como se ha hecho siempre, pero suponen una inversión de tiempo y se debe tener una gran comprensión de los conocimientos relacionados con la estabilidad, para que no sean susceptibles de errores metódicos como numéricos en los cálculos, aunque este hecho es cierto que se tiende a disminuir a medida que aumenta la experiencia de la persona cualificada que los desarrolla. La complejidad de los cálculos siempre ha estado ahí, por eso desde que se ha evolucionado en el mundo informático se ha buscado desarrollar programas que ayuden en el cálculo y la evaluación de la estabilidad. En general, este tipo de software se denomina "software de carga" o "software de estabilidad".

Sin embargo, la primera aplicación de un equipo de carga no estaba enfocada para el cálculo de la estabilidad, sino para el de la resistencia longitudinal. Después de todo, aunque suponga una inversión de tiempo, la estabilidad se puede calcular manualmente, pero es más complejo hacerlo para la resistencia longitudinal, por lo que el desarrollo de los programas de estabilidad, que se conocen hoy, está integrado con los cálculos de la resistencia. Es por eso por lo que las sociedades de clasificación, desde los años setenta, han establecido la obligatoriedad de software de carga de los buques de la fuerza crítica para el cálculo y la evaluación de las características de resistencia longitudinal. El propósito del software de carga es el cálculo de las cuestiones relacionadas con la seguridad y la carga del buque, tales como la estabilidad sin avería, la fuerza longitudinal, línea de visión y estabilidad con avería. Los programas se pueden dividir según su base aritmética, distinguiendo entre programas que imitan el proceso del cálculo manual o los que calculan directamente la estabilidad.

Con el fin de entender esta distinción, uno tiene que darse cuenta de que la práctica de calcular la estabilidad se ha adaptado ligeramente a la limitación humana. Todos los datos que se necesitan se encuentran tabulados en una serie de tablas, pero estas también tienen que ser producidas, lo cual es una gran cantidad de cálculos, que por lo general se

ejecuta por el diseñador de la nave o el astillero. Sus resultados, que se dan en forma de tabla o gráfica, se pueden usar luego para la ejecución de un cálculo de la estabilidad de una carga real. Sin embargo, cuando todos los cálculos ya están dentro de un ordenador directamente, esta división entre "trabajo preliminar" y "obra final" ya no es necesaria, por lo que el ordenador puede ejecutar todo el proceso de los cálculos de estabilidad de una sola vez, sin la etapa intermedia de las tablas y los gráficos.

Deberá tenerse en cuenta que la Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación (IACS) ha emitido nuevas prescripciones unificadas, UR L5. Para los buques contratados después de julio de 2005, hay tres tipos de criterios de estabilidad que prevalecen en los cálculos:

1. Estabilidad sin avería
2. Estabilidad sin avería con comprobación de la estabilidad con avería y curva límite de KG
3. Estabilidad con avería, cuando un buque es equipado con un software de carga, una parte de la evaluación de la seguridad se le deja al programa.

Dicho programa, por tanto, tiene que ser revisado a fondo antes de que realmente se pueda utilizar. Es por eso que las sociedades de clasificación hacen exigencias en el rendimiento y el funcionamiento del software de carga. En

general, existen dos enfoques que son usados para certificar los programas: -Algunas sociedades de clasificación (como Germanischer Lloyd) tienen un procedimiento de homologación de tipo genérico para el software de carga. Para que el software de propósito de carga pueda ser desarrollado y suministrado para uno o varios buques; la sociedad de clasificación investiga este software de carga y comprueba si los resultados de sus cálculos y funcionamiento son correctos (por lo menos están dentro de los márgenes dados). Cuando está todo correcto, emite un certificado de idoneidad. Una vez realizado el estudio anterior, el software de carga del buque se pone a prueba una vez más, sobre todo para investigar si todos los datos que son específicos para la nave han sido introducidos correctamente, y si los resultados son fieles al libro de estabilidad aprobado. - Otras sociedades (como Bureau Veritas o Det Norske Veritas) no tienen un procedimiento de homologación y evalúan cada programa de carga de forma individual. Las sociedades de clasificación no solo evalúan los resultados de los cálculos del software de carga, sino, también, tienen opinión sobre el diseño, la interfaz de usuario y las facilidades de presentación, y por lo tanto están haciendo peticiones sobre el mismo durante su desarrollo. En cuanto a las normas generales o directrices que el software de carga tiene que cumplir, las sociedades de clasificación pueden tener sus

propias directrices, aunque desde el año 2005, la Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación (IACS) ha publicado la guía de Requisitos para las computadoras abordo para los cálculos de estabilidad, por el cual se ha conseguido una cierta unificación. También existe la norma ISO 16155 (a bordo de buques de carga) donde se recogen y clasifican los instrumentos internacionales estándar entre tres tipos de funciones de carga:

- Las funciones de la categoría A, diseñados y destinados para los cálculos estándar, que también se pueden hacer por medio del libro tradicional estabilidad. Programas que solo soportan esta categoría de cálculos pueden basarse en un método de cálculo indirecto.
- Las funciones de la categoría B, destinados y adecuados para los cálculos que van más allá de los de la libreta de estabilidad. Programas que disponen de las funciones de esta categoría, tienen que basarse, según este estándar ISO, en un cálculo directo.

Entre los software tenemos al Easeacon es algo más que una herramienta de planificación para el cálculo de la resistencia estructural y la estabilidad del buque. Easeacon es también una herramienta útil para el manejo, la gestión y la planificación de cualquier buque de carga, destinado especialmente al personal especializado en el sector como

son los planificadores de buques, estibadores y los oficiales de a bordo. Easeacon está disponible con dos filosofías de cálculo básicamente diferentes, una con el uso de las bases de datos tabulares y otro basado en el método de estimación directa.

- El uso de las bases de datos tabulares ha sido la vida de todos los instrumentos de carga durante décadas. Da una pieza rápida, fiable y razonablemente precisa de software a precios muy competitivos.
- Con la introducción de los métodos directos, el software es capaz de calcular con precisión todos los datos de estabilidad y equilibrio de la nave con una escora, por ejemplo, una condición dañada. Con una exigencia cada vez mayor en el mercado de los sistemas que pueden conectarse el uno al otro, Easeacon puede ser configurado para interconectarse con casi cualquier otro sistema y recopila información de ambas bases de datos totalmente integrados y externos.

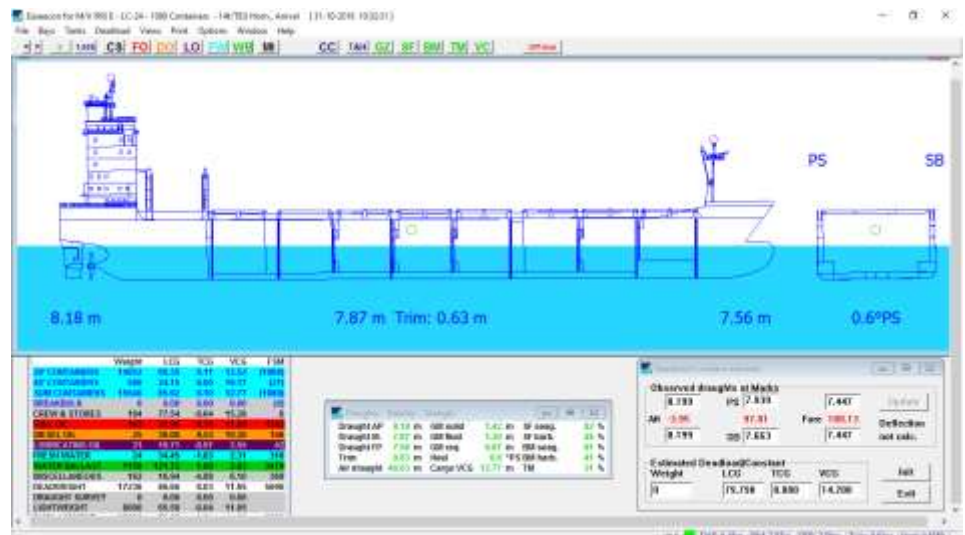


Figura 26:
Pantallazo del software Easeacon

Fuente: Elaboración propia.

Easeacon incluye un sistema de interfaces de medición de los niveles del tanque, sistemas de proyectos de medición y sistemas de comunicación, ampliando el concepto de la calidad de un equipo de carga. Con un módulo de prueba de estabilidad integrada, Easeacon puede calcular el verdadero VCG del buque y de este modo el margen de estabilidad real antes de salir de puerto. La lectura de datos desde el sistema anti escora o inclinómetro se realizan automáticamente. Alternativamente, el cambio de datos de pesos se puede introducir manualmente, si ninguna interfaz puede ser proporcionada a bordo. Pero eso no es todo, Easeacon es también el centro de información natural, ya que realiza de manera continua un seguimiento de la planificación, así como del cálculo de la fuerza y la estabilidad. Easeacon recoge todos los datos relevantes para la generación de los informes

requeridos en sus operaciones del día a día. Easeacon soporta impresión, fax y e-mail.

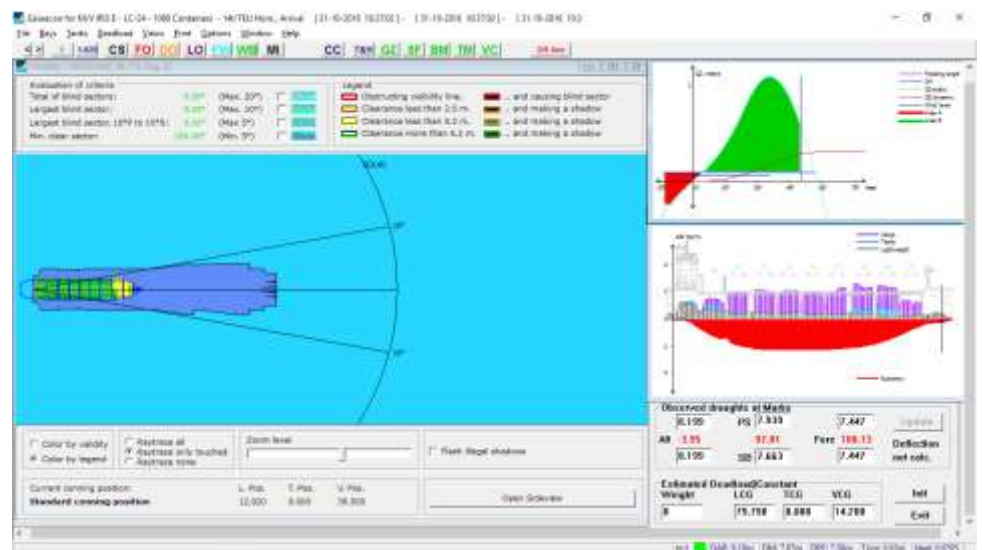


Figura 27:
Pantallazo de software

Fuente. Elaboración propia.

Según Kockum Sonics, “El programa básico cubre todas las necesidades en cuanto a resistencia longitudinal y asegura que su condición cumple con todas las regulaciones y normativa de la estabilidad sin avería”. Con el programa el oficial puede planificar la carga y descarga de un modo más gráfico. (Palos 2014, p.71)

2.2.3 Definiciones conceptuales

Vetting

Inspección realizada a bordo por los representantes de las compañías para verificar las condiciones del buque a nivel estructural, operacional y de gestión.

Altura metacéntrica (GM),

Es la distancia entre la posición vertical del centro de gravedad y la posición del metacentro transversal inicial para una condición de carga.

Diagrama metacéntrico transversal

Se trata de una gráfica donde se representan los valores de las alturas de los metacentros (KM) y las alturas de los centros de carena (KC), obtenidos de las curvas hidrostáticas.

Metacentro o metacentro transversal inicial (M)

Es el centro, es el centro de curvatura de la curva "C" proyección. La curva "C" proyección es las infinitas posiciones que puede adoptar el centro de carena girando 360° alrededor de un eje longitudinal.

KM transversal

Distancia vertical desde el plano K hasta el metacentro transversal

Radio metacéntrico transversal (COM0)

Es el radio de la curva "C" proyección. Al aumentar el calado medio del buque, desciende la posición del metacentro transversal, por lo que disminuye el valor del radio metacéntrico transversal.

Equilibrio estable

Condición del buque que retorna a su posición de adrizado con la condición de G_m siempre positivo.

Equilibre Inestable

Condición del buque con un GM negativo y la tendencia es a inclinarse más hacia la banda que se encuentra escorado.

Equilibrio Indiferente

Condición del buque de $GM=0$, no tiene la capacidad para retornar.

Curva metacéntrica

Llamada también evoluta metacéntrica, es la trayectoria del metacentro para los diferentes ángulos de inclinación correspondiente a un determinado calado

Angulo de escora

Inclinación permanente del buque por distribución asimétrica de pesos

Adrizar

Condición del buque transversalmente con ángulo de inclinación cero

Criterio de Rahola

Criterio de estabilidad considerado también como la regla de los mínimos, ya que establece los mínimos que debe tener el brazo adrizante para unos valores dados de escora.

Par adrizante

Sistema de fuerza formado por el vector desplazamiento y el vector empuje separados por el brazo adrizante (GZ)

Subida virtual del centro de gravedad

Llamada también pérdida de altura metacéntrica, es la subida del centro de gravedad transversalmente por la superficie libre de los líquidos en los compartimentos

Estabilidad estática

Estudio del buque considerado en aguas tranquilas donde solamente la fricción entre el casco y el agua se considera despreciable.

Estabilidad inicial

Estudia un buque hasta un ángulo de inclinación de 10° , se considera que el metacentro permanece en el plano de crujía.

Brazos restauradores

Llamado también GZ o brazo adrizante que permite al buque retornar a su posición de adrizado.

Momento restaurador

Se calcula por el producto del brazo restaurador por el desplazamiento. Sus unidades son toneladas por metro.

Estabilidad dinámica

Es la medida de la energía interna en el movimiento rotacional del buque para contrarrestar la externa originada por el viento y la mar.

Curva de momentos adrizantes

Es la curva que se obtiene para cada valor de GZ multiplicada por el desplazamiento del buque, siendo sus ejes toneladas metro y ángulo de inclinación.

Momentos escorantes estáticos

Es el producto del desplazamiento por el brazo escorante.

Momentos escorantes dinámicos

Es el momento que se obtiene de la curva de brazos dinámicos.

Radio metacéntrico longitudinal

Distancia longitudinal desde centro de boyantes hasta el metacentro longitudinal.

Desplazamiento

Peso del buque expresado en toneladas métricas o largas.

Toneladas métricas

Es la tonelada que equivale a 1000 kilos.

Calado

Es la distancia vertical desde la línea de flotación hasta la parte más baja de la embarcación, se mide con la escala de calados.

Calado medio

Calado obtenido como la semisuma de los calados en proa y en popa.

Plano de forma

Representación de la forma del casco del buque por la intersección de planos perpendiculares a los planos principales, a distancias especificadas.

Desplazamiento en rosca

Peso del buque recién construido con mínimo de fluidos para su operación. Valor constante

Plano (K)

Plano horizontal trazado en el canto superior de la quilla horizontal y sirve como referencia para las distancias verticales y como plano de proyección para las secciones horizontales.

Cuaderna maestra

Cuaderna correspondiente a la mayor sección transversal

Escala de calados

Escala representada en el casco del buque en proa, popa y sección media en el sistema inglés e internacional. Se utiliza para la medición de calados

Gabarra

Una gabarra o barcaza es un barco de suelo plano construido principalmente para el transporte de bienes pesados a lo largo de ríos y canales.

MCT_{1cm}

Momento para cambiar el asiento en un centímetro, corresponde a sus siglas en inglés Moment to Change Trim by 1cm

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Formulación de la hipótesis

3.1.1 Hipótesis general

Hi: La aplicación de un programa “Estabilidad Fácil” influye significativamente para reforzar las competencias profesionales en cadetes de 3^{er} año puente.

3.1.2 Hipótesis específicas

Hi. La aplicación de un programa “Estabilidad Fácil” influye significativamente para realizar los cálculos de estabilidad a bordo utilizando el libro de estabilidad del buque en cadetes de 3^{er} año puente

Hi. La aplicación de un programa “estabilidad fácil” influye significativamente para Identificar los parámetros de estabilidad a bordo utilizando el software de estabilidad del buque en cadetes de 3^{er} año puente

3.1.3 Variables y Dimensiones

3.1.3.1 *Variable X*

Programa de estabilidad fácil

Dimensiones

Estabilidad transversal)

Estabilidad Longitudinal

Criterios OMI

Diagrama de esfuerzos

3.1.3.2 *Variable Y*

Competencia para mantener estabilidad y esfuerzo del buque

Dimensiones

GM inicial

GM final

Distancia al centro de gravedad (LCG)

Calcular asientos finales (Δf)

Calcular calados finales

Capítulo IV:

DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Diseño de la investigación:

La investigación es de tipo aplicada, Carrasco (2007) indica: “Esta investigación se distingue por tener propósito prácticos inmediatos bien definidos, es decir, se investiga para actuar, transformar, modificar o producir cambios en un determinado sector de la realidad” (p.43).

Se realizó en el diseño experimental por la manipulación deliberada de la variable independiente, para analizar las consecuencias que tiene la manipulación sobre la variable dependiente dentro de una situación de control para el investigador. El diseño general utilizado es preexperimental con diseño de preprueba – postprueba con una sola medición.

GE: 0₁ X 0₂

Dónde:

GE. Grupo Experimental.

01: Precuestionario

02: Postcuestionario – lista de verificación

X: Manipulación de la Variable Independiente

4.2 Población y Muestra.

La población de la investigación está constituida por 42 cadetes de tercer año Puente de la Escuela nacional de marina Mercante 2016.

Muestra de tipo no probabilística constituida por 40 cadetes de tercer año Puente de la Escuela Nacional de Marina Mercante 2016.

4.3 Operacionalización de variables.

Tabla 65:
Operacionalización de variables.

Variables de investigación	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Programa de “Estabilidad fácil”	Taller teórico - práctico centrado en el reforzamiento de competencias profesionales.	Estabilidad transversal	Ubicación de dos puntos que definen el equilibrio del buque (GM)
		Estabilidad Longitudinal	Calados en proa y popa finales y asiento final
		Criterios OMI	Altura metacéntrica ($GM \geq 0.15m$), ángulo máximo del brazo adrizante ($\phi_{GZ} \text{ máx.} \geq 25^\circ$), brazo adrizante ($GZ \geq 0.20m / \phi \geq 30^\circ$), área entre 0° hasta los 30° mayor o igual a 0.005 m rad , área entre 0° hasta los 40° mayor o igual a 0.090 m rad , área entre 30° hasta los 40° mayor o igual a 0.030 m rad , Carga, fuerza cortante y momento
		software	

Variables de investigación	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Competencia para mantener estabilidad y esfuerzo del buque		Cálculos de los parámetros de estabilidad utilizando la información del libro de estabilidad del buque	flector
			Calcular KG final
			Calcular GM inicial
			Calcular GM final
			Distancia al centro de gravedad (LCG)
			Calcular asiento finales (Δf)
			Calcular calados finales
			GM final
			Asiento final (Δf) / Calados finales
			Curva GZ vs θ
			Criterios OMI
			Diagrama fuerza cortante
			Diagrama de momento flector

4.4 Técnicas de Recolección de datos.

4.4.1 Técnicas

La técnica realizada para esta investigación es de aplicación o uso de cuestionario, que sirvió para medir un antes y después de la aplicación del programa.

4.4.2 Instrumentos

El instrumento elaborado por los autores y validado por la junta de expertos, el cual consta de 15 preguntas, para las variables de estudio y las respectivas dimensiones.

Confiabilidad

De doble administración del instrumento de medición y produce valores que oscilan entre una y cero. Es aplicable a escalas de varios valores posibles, por lo que puede ser utilizado para determinar la confiabilidad en escala cuyos ítems tienen como respuesta más de dos alternativas. Su fórmula determina el grado de consistencia y precisión. (Carrasco 2007, p.45)

La escala de valores que determina la confiabilidad está dada por los siguientes valores:

Criterio de confiabilidad valores: no es confiable – 1 a 0

Baja confiabilidad 0.01 a 0.49

Moderada confiabilidad 0.5 a 0.75

Fuerte confiabilidad 0.76 a 0.89

Alta confiabilidad 0.9 a 1.

Confiabilidad de la prueba:

Tabla 66:

Competencia para mantener la estabilidad y esfuerzo del buque

Competencia para mantener la estabilidad y esfuerzo del buque
Alfa de Cronbach N° de elementos
.786 15

Fuente: Base de datos de la encuesta en una muestra piloto.

Se ha obtenido el resultado de .786 para la prueba de Competencia para mantener la estabilidad y esfuerzo del buque resultando con una fuerte confiabilidad.

Del Programa

Para la estructura del programa se utilizó el modelo de diseño instruccional, este presenta cinco aspectos: competencias, fase, actividad, material y tiempo; en el ámbito de competencias se desarrolló el reforzamiento del conocimiento y actitudes, en cuanto a las fases del diseño este se subdividió en: inicio (Introducción del tema que refleja una reseña actual de la operación), desarrollo (Descripción de los subtemas a desarrollar con métodos didácticos como visualización de videos y análisis del material entregado) y termino (Resumen de la exposición que termina con afirmaciones para corregir errores). En aspecto de las actividades, se señala el desarrollo de los subtemas a tratar. Respecto a los materiales se presenta las herramientas didácticas como diapositivas, trípticos y separatas. Y por último, referido al tiempo se indica el periodo utilizado en las actividades planteadas. (Anexo 4)

4.5 Técnicas para el procesamiento y análisis de los datos.

Para el procesamiento se empleó el programa estadístico SPSS 22, además de usar la prueba de Kolmogorov-Smirnov para contrastar la normalidad. La cual sirve básicamente para tratar a lo obtenido en el enfoque de la estadística paramétrica. El registro de datos codificados nos permitió utilizar el método de la prueba de (Wilcoxon) con la finalidad de comprobar las hipótesis, tanto generales como específicas, y obtener conclusiones para cada investigación y de manera generalizada.

4.6 Aspectos éticos

- a) Para la elaboración del cuestionario se utilizó expertos en la construcción de materiales impresos tipo cuestionario.
- b) Se estableció nexos entre las organizaciones involucradas en el presente estudio.
- c) Se informó a los participantes el propósito de la investigación, para que puedan colaborar del llenado de la ficha del cuestionario.

Capítulo V: DISEÑO RESULTADOS

5.1 Análisis Estadístico Descriptivo

Para identificar el nivel de fortalecimiento al aplicar el programa de reforzamiento de competencias profesionales a los cadetes del tercer año de puente de la Escuela Nacional de Marina Mercante se procedió a determinar el cálculo de frecuencias con los gráficos respectivos.

a) Descripción de los resultados antes de la aplicación del Programa “Estabilidad fácil”

Tabla 67:

Resultados del grupo de cadetes de tercer año de Puente que fueron evaluados antes de aplicar el programa "Estabilidad Fácil"

	Notas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	4,0	1	2,5	2,5	2,5
	5,0	28	70,0	70,0	72,5
	6,0	1	2,5	2,5	75,0
	7,0	4	10,0	10,0	85,0
	8,0	1	2,5	2,5	87,5
	9,0	2	5,0	5,0	92,5
	12,0	1	2,5	2,5	95,0
	14,0	1	2,5	2,5	97,5
	15,0	1	2,5	2,5	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

De la tabla 67 se deduce que para el grupo de cadetes antes de ejecutar el programa “Estabilidad Fácil” se tenía un porcentaje de 70.0 % de con nota de 5.0, seguido de un 10.0% con 7.0, y el 5% con 9.0. Considerando aprobatorio de 12 o más, se tenía entonces que solo el 7.5 % estaba aprobado, mientras el 92.5% estaban desaprobados.

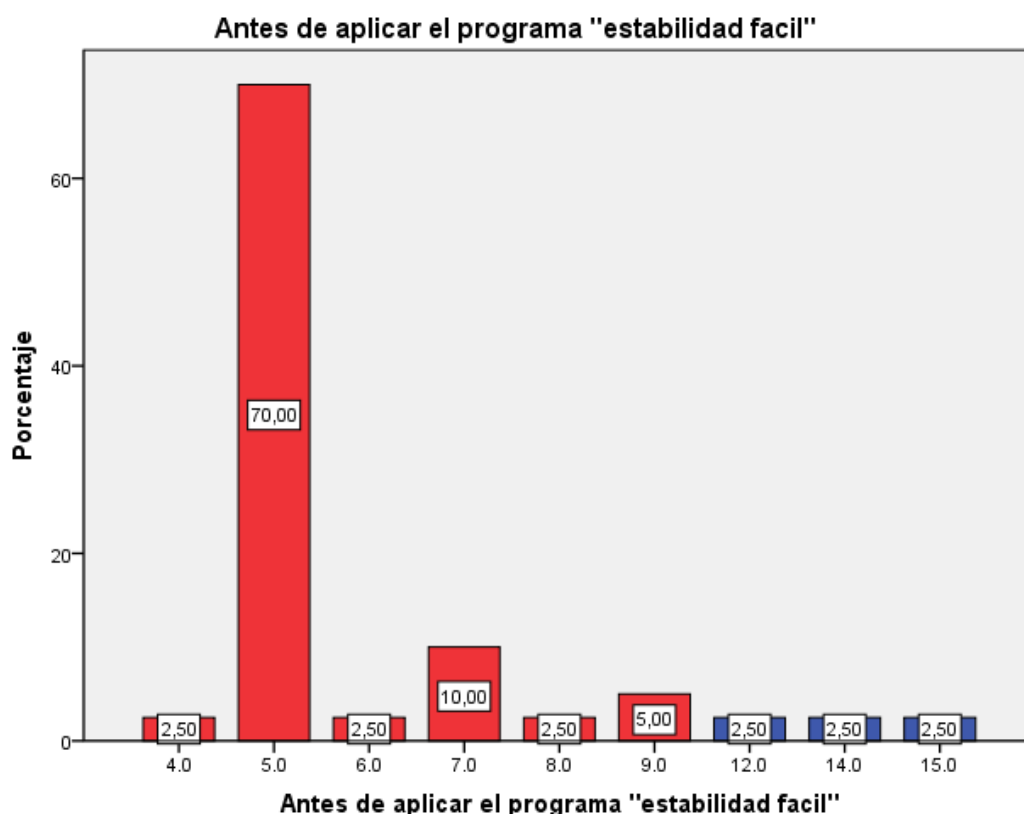


Figura 28:
Grafico de barras del grupo de cadetes de tercer año de puente que fueron evaluados antes de la aplicación del programa “Estabilidad fácil”

En el figura 28 las barras rojas muestran los porcentajes de cadetes desaprobados antes de la aplicación del programa “Estabilidad fácil”

b) Descripción de los resultados después de la aplicación del Programa “Estabilidad fácil”

Después de aplicar el programa "estabilidad fácil"

Tabla 68:

Resultados del grupo de cadetes de tercer año de Puente que fueron evaluados después de la aplicación del programa de “Estabilidad fácil”

Notas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
6,0	1	2,5	2,5	2,5
7,0	5	12,5	12,5	15,0
10,0	1	2,5	2,5	17,5
11,0	1	2,5	2,5	20,0
12,0	2	5,0	5,0	25,0
14,0	3	7,5	7,5	32,5
15,0	11	27,5	27,5	60,0
16,0	3	7,5	7,5	67,5
17,0	3	7,5	7,5	75,0
18,0	8	20,0	20,0	95,0
20,0	2	5,0	5,0	100,0
Total	40	100,0	100,0	

De la tabla 68 se deduce que después de la aplicación del programa “Estabilidad Fácil” se tiene un porcentaje de 80.0 % de cadetes aprobados, quedando el 20% desaprobado.

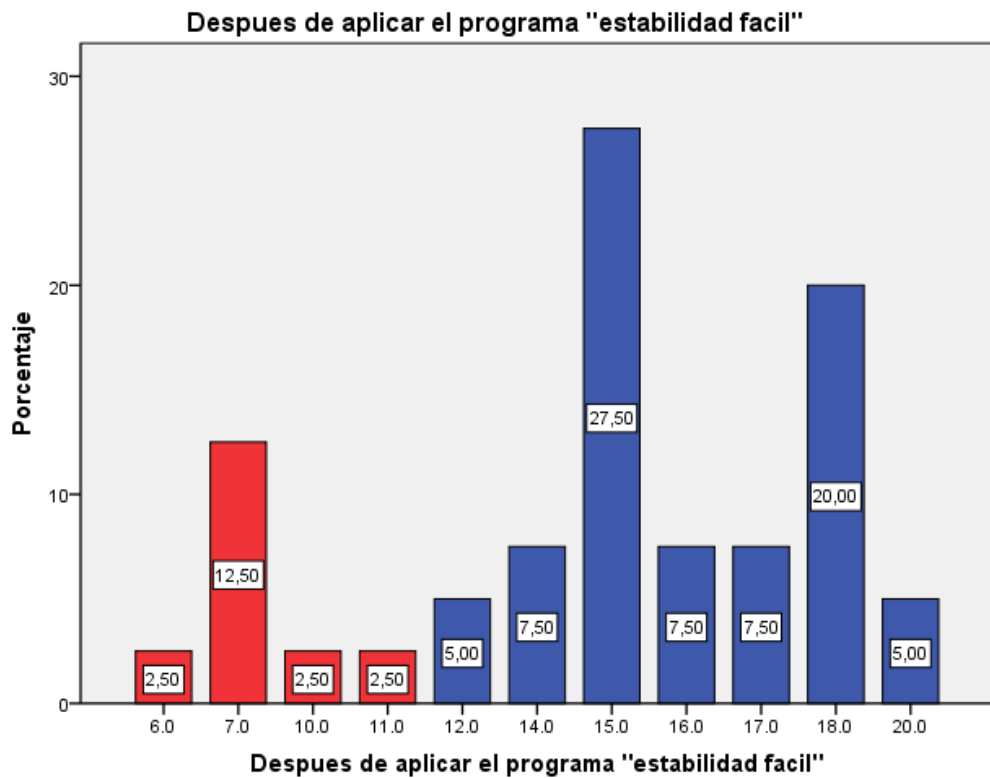


Figura 29:
Grafico de barras del grupo de cadetes de tercer año de puente que fueron evaluados después de la aplicación del programa “Estabilidad Fácil”

5.1.1 Descripción de los resultados al aplicar el programa “Estabilidad Fácil” cuando los cálculos de estabilidad a bordo utilizan el libro de estabilidad del buque en cadetes de 3.er año Puente

a) Antes de la aplicación del programa

Antes de aplicar el programa " Estabilidad fácil" utilizando libros

Tabla 69:
Resultados del grupo de cadetes de tercer año de Puente que fueron evaluados antes de la aplicación del programa

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	0	2	5,0	5,0	5,0
	1	13	32,5	32,5	37,5
	2	13	32,5	32,5	70,0
	3	8	20,0	20,0	90,0
Válidos	4	1	2,5	2,5	92,5
	7	1	2,5	2,5	95,0
	9	2	5,0	5,0	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

De la tabla 4 se tiene que el total de cadetes estaba desaprobado con notas muy bajas

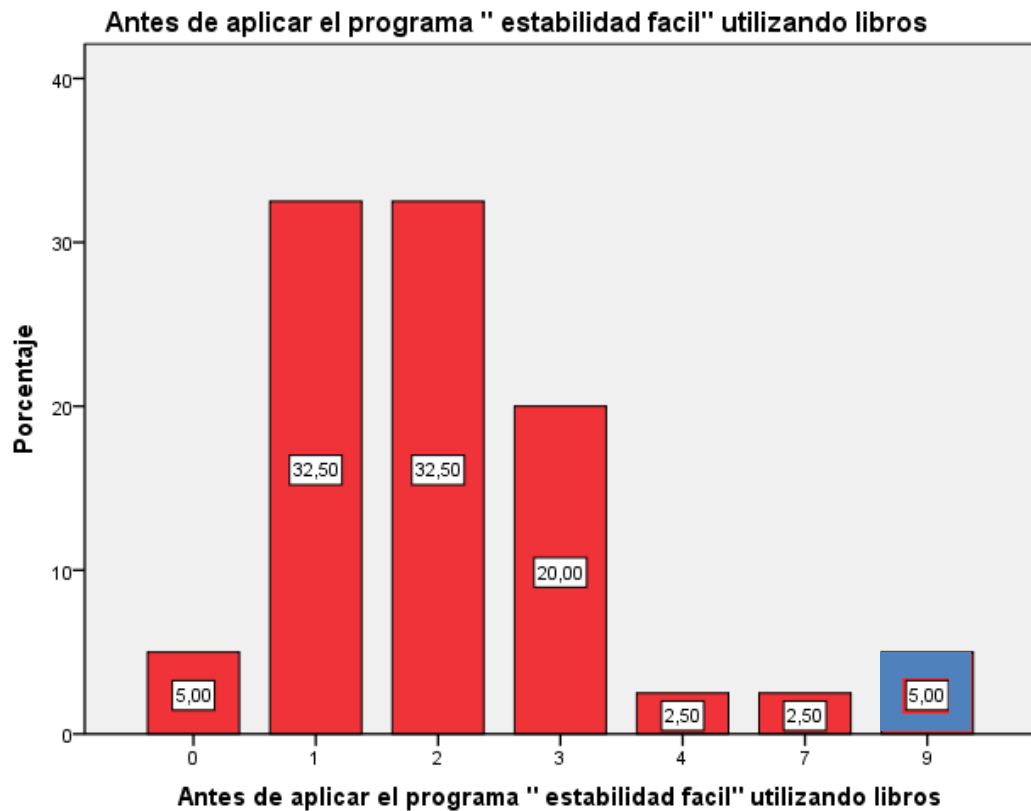


Figura 30:
Grafico de barras del grupo de cadetes de tercer año de Puente que fueron evaluados antes de la aplicación del programa “Estabilidad Fácil”

En la figura 30 se muestran los porcentajes logrados antes de la aplicación del programa de reforzamiento de competencias (pretest)

b) Después de la aplicación del programa.

Después de aplicar el programa "Estabilidad Fácil" utilizando libros

Tabla 70:

Resultados del grupo de cadetes de tercer año de puente que fueron evaluados después de la aplicación del programa

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	,0	1	2,5	2,5	2,5
	1,0	5	12,5	12,5	15,0
	4,0	1	2,5	2,5	17,5
	5,0	1	2,5	2,5	20,0
	6,0	2	5,0	5,0	25,0
	8,0	3	7,5	7,5	32,5
	9,0	11	27,5	27,5	60,0
	10,0	3	7,5	7,5	67,5
	11,0	3	7,5	7,5	75,0
	12,0	8	20,0	20,0	95,0
	14,0	2	5,0	5,0	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

De la tabla 5 se deduce que después de la aplicación del programa de "Estabilidad Fácil" se tiene un porcentaje de 75.0 % de cadetes aprobados mientras el 25% quedó desaprobado.

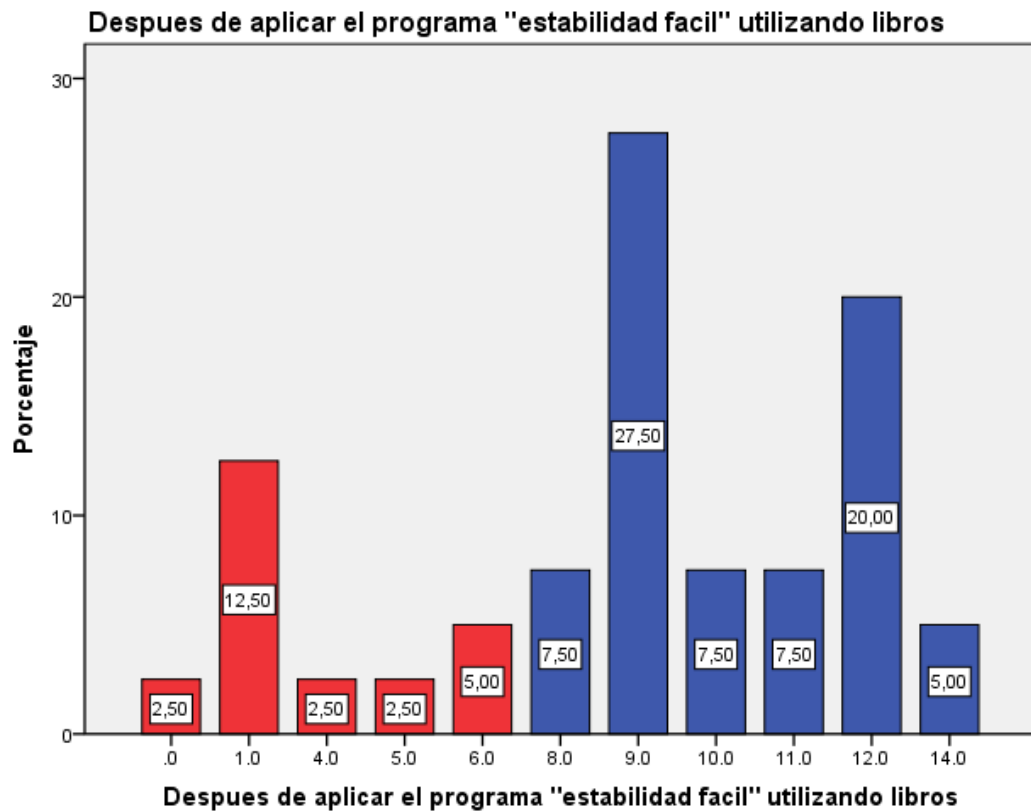


Figura 31:
Grafico de barras del grupo de cadetes de tercer año de Puente que fueron evaluados después de la aplicación del programa “Estabilidad Fácil”

5.1.2 Descripción de los resultados al aplicar el programa “Estabilidad Fácil” cuando se identifica los parámetros de estabilidad a bordo utilizando el software de estabilidad del buque en cadetes de 3.er año Puente

a) Antes de la aplicación del programa

Antes de aplicar el programa " Estabilidad Fácil" utilizando software

Tabla 71:

Resultados del grupo de cadetes de tercer año de Puente que fueron evaluados antes de la aplicación del programa

	Nota	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	2,0	3	7,5	7,5	7,5
	3,0	12	30,0	30,0	37,5
	4,0	17	42,5	42,5	80,0
	5,0	5	12,5	12,5	92,5
	6,0	3	7,5	7,5	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

De la tabla 71 se deduce que antes de ejecutar el programa de estabilidad fácil se tenía un porcentaje de 80% de cadetes desaprobados, mientras el 20 % estaba aprobado.

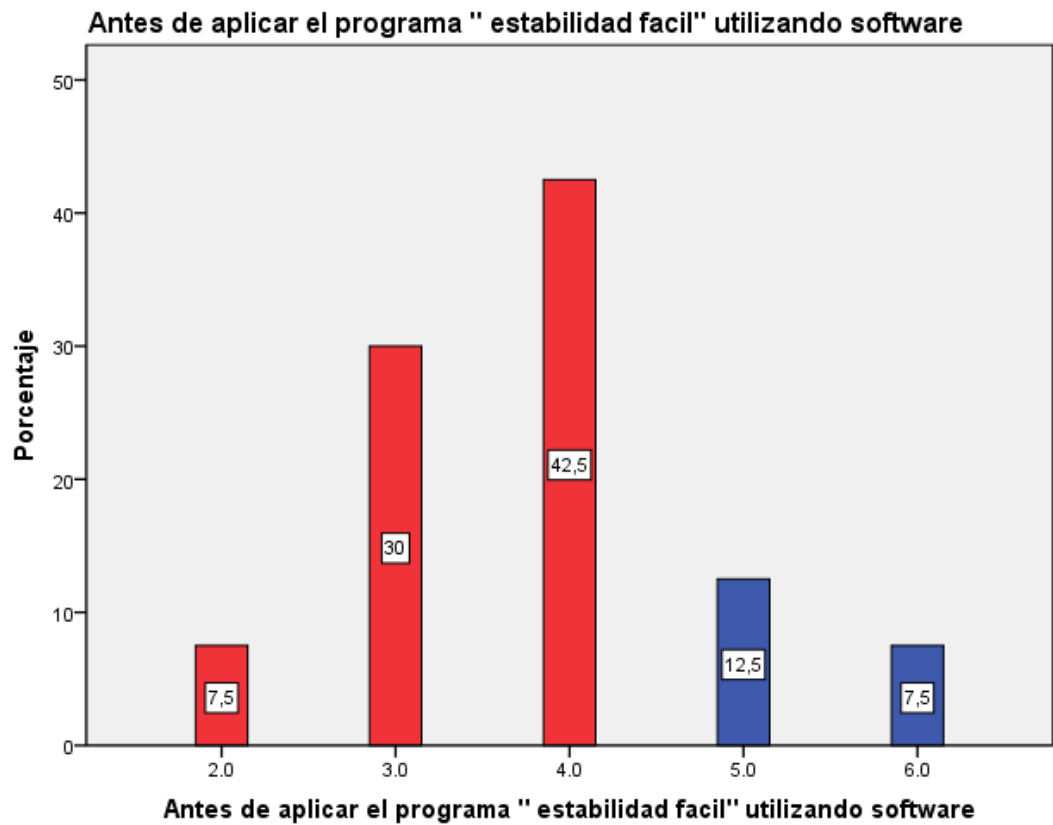


Figura 32:
Gráfico de barras del grupo de cadetes de tercer año de Puente que fueron evaluado antes de la aplicación del programa “Estabilidad Fácil”.

b) Después de la aplicación del programa

Después de aplicar el programa "Estabilidad Fácil" utilizando software

Tabla 72:

Resultados del grupo de cadetes de tercer año de Puente que fueron evaluados después de la aplicación del programa

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	6,0	40	100,0	100,0	100,0

De la tabla 72 deducimos que el 100% de cadetes tuvo nota aprobatoria.



Figura 33:

Gráfico de barras del grupo de cadetes de tercer año de Puente que fueron evaluado después de la aplicación del programa “Estabilidad Fácil”.

En el figura 33 se muestran los porcentajes logrados después de la aplicación del programa.

Previamente se requiere determinar si los datos obtenidos poseen una distribución normal, para lo cual se realiza la prueba de Kolmogorov - Smirnov (Z) de bondad de ajuste, pues los datos de la muestra son mayores a 30.

5.1.3 Evaluación de la normalidad de las variables

En la Tabla N° 73 se muestran los resultados de aplicar la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov a las variables numéricas: las notas de los cadetes antes y después de aplicar el programa “Estabilidad Fácil”.

Tabla 73:

Prueba de normalidad de Kolmogorov -Smirnov

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Antes de "Estabilidad Fácil" "estabilidad d fácil"	,400	40	,000	,573	40	,000
Después de "Estabilidad Fácil" "estabilidad d fácil"	,237	40	,000	,870	40	,000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Comprobamos que el valor p es menor que 0.05, entonces para este caso la **distribución para las variables no es normal**. Por lo tanto, se hace uso de una **prueba no paramétrica** para la prueba de hipótesis. En este caso se usará la **prueba de Wilcoxon**

5.1.4 Prueba de hipótesis general

La prueba de hipótesis general, se realiza mediante las hipótesis estadísticas siguientes:

H_i: La aplicación de un programa “Estabilidad Fácil” influye significativamente para reforzar competencias profesionales en cadetes de 3.^{er} año Puente.

H_o: La aplicación de un programa “Estabilidad Fácil” no influye significativamente para Reforzar Competencias Profesionales En Cadetes de 3.^{er} Año Puente.

Estadísticos descriptivos

Tabla 74:

Prueba no paramétrica de Wilcoxon para el Antes y el Después de la aplicación del programa de “Estabilidad Fácil”

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
Antes de aplicar el programa "Estabilidad Fácil"	40	6,125	2,4723	4,0	15,0
Después de aplicar el programa "Estabilidad fácil"	40	14,400	3,8750	6,0	20,0

Tabla 75:

Estadísticos de contraste Hipótesis General

	Después de aplicar el programa "Estabilidad fácil" y Antes
Z	-5,382 ^a
Sig. Asintót. (bilateral)	,000

a. Basado en los rangos negativos.

b. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

Como el valor $p = 0.000$ es menor que el nivel de significancia $= 0.05$, entonces se rechaza la hipótesis nula (**H₀**), aceptándose la alterna que es la del investigador, por lo tanto se concluye que: "La aplicación de un programa "Estabilidad Fácil" influye significativamente para reforzar competencias profesionales en cadetes de 3.er año Puente.

5.1.5 Hipótesis Específicas

5.1.5.1 Prueba de Hipótesis específica 1

La prueba de hipótesis específica 1, se realiza mediante las estadísticas siguientes:

H_i: La aplicación del programa "Estabilidad Fácil" influye significativamente para realizar cálculos de estabilidad a bordo **utilizando el libro** de estabilidad del buque en cadetes de tercer año

H₀: La aplicación del programa "Estabilidad Fácil" no influye significativamente para realizar cálculos de

estabilidad a bordo **utilizando el libro** de estabilidad del
 buque en cadetes de tercer año

Estadísticos descriptivos

Tabla 76:

Prueba no paramétrica de Wilcoxon para el antes y el después de la aplicación del programa de “Estabilidad Fácil” utilizando los libros de estabilidad del buque.

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
Antes de aplicar el programa "Estabilidad Fácil" utilizando el libro	40	2,30	1,977	0	9
Después de aplicar el programa "Estabilidad Fácil" utilizando el libro	40	8,400	3,8750	,0	14,0

Tabla 77:

Estadísticos de contraste Hipótesis Específica 1

	Después de aplicar el programa "Estabilidad Fácil" utilizando el libro - Antes de aplicar el programa "Estabilidad Fácil" utilizando el libro
Z	-5,035 ^a
Sig. asintót. (bilateral)	,000

a. Basado en los rangos negativos.

b. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

Como el p valor.= 0.000 es menor que el nivel de significancia =0.05, entonces se rechaza la hipótesis nula (**H₀**), aceptándose la alterna que es la del investigador, por lo tanto se concluye que:” La aplicación del programa “Estabilidad fácil” influye significativamente para realizar cálculos de

estabilidad a bordo **utilizando el libro** de estabilidad del
 buque en cadetes de tercer año

5.1.5.2 *Prueba de Hipótesis específica 2*

La prueba de hipótesis específica 2, se realiza mediante las hipótesis estadísticas siguientes:

Hi: La aplicación del programa “Estabilidad Fácil” influye significativamente para Identificar los parámetros de estabilidad a bordo **utilizando el software** de estabilidad del buque en cadetes de tercer año puente.

Ho: La aplicación de un programa “Estabilidad Fácil” no influye significativamente para Identificar los parámetros de estabilidad a bordo **utilizando el software** de estabilidad del buque en cadetes de tercer año puente.

Estadísticos descriptivos

Tabla 78:

Prueba no paramétrica de Wilcoxon para el Antes y el Después de la aplicación del programa de “Estabilidad Fácil” utilizando el software de estabilidad del buque.

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
Antes de aplicar el programa "Estabilidad Fácil" utilizando software	40	3,825	1,0099	2,0	6,0
Después de aplicar el programa "Estabilidad Fácil" utilizando software	40	6,000	,0000	6,0	6,0

Tabla 79:

Estadísticos de contraste Hipótesis Específica 2

	Después de aplicar el programa "Estabilidad Fácil" utilizando software - Antes de aplicar el programa " Estabilidad Fácil" utilizando software
Z	-5,390 ^a
Sig. asintót. (bilateral)	,000

a. Basado en los rangos negativos.

b. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

Como el p valor.= 0.000 es menor que el nivel de significancia =0.05, entonces se rechaza la hipótesis nula (**H₀**), aceptándose la alterna que es la del investigador, por lo tanto se concluye que: "La aplicación del programa "Estabilidad Fácil" influye significativamente para Identificar los parámetros de estabilidad a bordo **utilizando el software** de estabilidad del buque en cadetes de 3.er año Puente.

CAPÍTULO VI:

DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 **Discusión**

En base a los hallazgos de la presente investigación se tiene que el programa “*Estabilidad Fácil*” ha cumplido el propósito mejorando sustancialmente el conocimiento de las competencias en hallar la estabilidad manual de los buques en cadetes de tercer año, y la identificación de la estabilidad haciendo uso de una herramienta informática como es el software Easecon, demostrándose lo señalado por Dick y Carey (2005) cuando refieren que el diseño instruccional contribuye a la adquisición de conocimientos, porque se conjuga la explicación con casos prácticos vivenciales lo cual hace que el participante pueda afianzar sus conocimientos, los investigadores mediante el programa y las cartillas de trabajo para cada una de las áreas de estudio se ha logrado revertir los bajos índices de conocimiento registrado en la prueba de entrada si la comparamos con la de salida, después de la experiencia del programa, de otra parte tenemos la aportación en este sentido Acuña & Luis (2014), en la que mediante una aplicación de un programa vivencial, lograron también el mejoramiento

de la formación del cadete. Por su parte Coronel & Sosa (2014) manifiestan que los cadetes de tercer año, deben de adicionar a su conocimiento impartido por la Escuela Nacional de Marina Mercante, nuevas experiencias mediante Programas o Talleres de carácter extra curricular que les permitan afianzar conocimientos en el quehacer marítimo, como es la estabilidad, si se tiene en cuenta que la mayor cantidad de siniestros son causados por el hombre, es decir por falta de previsión y el manejo adecuado de las competencias en hallar la estabilidad y tenerla en cuenta tanto en la carga como descarga del buque; por su parte Granda (2009) hace notar la importancia de cumplir con las normas emanadas de la OMI con respecto a la estabilidad, con la finalidad de evitar situaciones de riesgo durante la travesía del buque, teniendo en cuenta los principios de flotabilidad del buque y la carga del francobordo, lo cual va relacionado necesariamente con la eslora y la altura metacéntrica inicial. Hasta hace no muchos años, todos los cálculos que se realizaban a bordo, se efectuaban a mano, ya fuesen de consumos de la máquina, de posicionamiento, y como no también de la estabilidad del buque. En el caso de los cálculos de estabilidad a bordo, no solo era el hallar las coordenadas del centro de gravedad del buque, sino a continuación, tener que trazar a mano las gráficas de GZ y el diagrama metacéntrico. Para hallar todos estos datos para su posterior estudio, primero se debían sondear todos los tanques, ya fuesen de lastre o de combustible manualmente, con el tiempo que eso podía conllevar al oficial. Dependiendo del tipo de buque que fuese, dichos cálculos podían ser más o menos largos, sin embargo hoy se cuenta con

el apoyo de la informática y el uso del software para hallar la estabilidad; de este modo se observa cómo la informática contribuye significativamente en el quehacer marítimo, tal como lo afirma Arcar (2014) cuando refiere que hoy más que nunca existen mejoras en ayudas a la navegación, procurando que presenten el mínimo de accidentes, resaltando que estos ocurren por causa humana, tal como se demostró mediante un listado internacional de las colisiones que se dan por causas de la estabilidad. En este orden de ideas se encuentra lo descrito por González y Navarro (2011), cuando señalan que en la era moderna de la navegación, el factor humano es determinante en la buena consecución del trabajo a realizar de manera general; en particular, en el mundo marítimo, donde todo está cada vez más avanzado tecnológicamente, la intervención humana en la toma de decisiones es altamente vinculante de un buen resultado así como un error mínimo puede desencadenar en una desgracia.

De otra parte Arcar (2014), recuerda la importancia de los convenios de formación los cuales coadyuvan a dotar de las estrategias a los noveles cadetes de tercer año, mediante el diseño instruccional, estos son de gran importancia, puesto que es una herramienta didáctica que sirve como estrategia para reforzar el aprendizaje, alcanzando a desarrollar enseñanzas significativas que promueven el logro de metas y objetivos educativos. Cabe destacar, que el marino mercante debe conocer el procedimiento mediante las fórmulas para hallar, manualmente, la estabilidad del buque, tal como lo enseña y destaca en su investigación Ciurana (2014) relacionada con el certificado de

navegabilidad, en tanto la fórmula para calcular el sincronismo longitudinal es la misma que la usada anteriormente para calcular el sincronismo transversal. La única diferencia será que en vez del uso del período de doble balance transversal, se usa el período de balance longitudinal. En la aplicación de este programa se ha diseñado un material de autoayuda, para que el cadete durante la instrucción se familiarice con la terminología y el procedimiento de hallar la estabilidad de la nave, ponderando en la calificación el procedimiento a seguir, considerando que el cadete no puede fallar en los cálculos, en tanto se trata de cifras altamente sensibles, que un error de cálculo puede terminar con pérdidas de mercancías y pérdidas humanas, es por eso importante darle un valor adicional al método instruccional que consiste en el apoyo por medio de programas o talleres que tengan la finalidad de hacer más competitivos a los cadetes en su formación. Este método se trata de un proceso flexible que se ajusta a la necesidad del educador, para resolver debilidades que se les presenta a los educandos. (Dick y Carey 2005), de allí la relevancia de la presente investigación que permitirá ahondar en las competencias para realizar los cálculos de estabilidad a bordo utilizando el libro de estabilidad del buque, del mismo modo identificar los parámetros de estabilidad a bordo utilizando el software, como es el caso de Aguilar (2012) que en su investigación de hallar la estabilidad hace uso de un software denominado Forlan. Como ya lo hemos señalado líneas arriba existen varios programas informáticos para hallar la estabilidad, sin embargo, es necesario e imprescindible que el marino mercante tenga el manejo y el

conocimiento para hallar la estabilidad en forma manual, tal como lo afirma (Báez 2014) en su investigación sobre la Estabilidad de buques; al referirse sobre la importancia de conocer a profundidad esta y sus cálculos manuales, explica, los complejos cálculos de estabilidad, asevera que se seguirán ejecutando a mano por parte de los oficiales de cubierta, pese al avance de la tecnología, se puede utilizar el software solo como un apoyo relativo para contrastar resultados.

6.2 Conclusiones

1. En base a los hallazgos se concluye que existe influencia positiva en la aplicación del programa “Estabilidad Fácil”, en tanto ha permitido a los cadetes de tercer año adquirir las competencias necesarias para hallar el valor de estabilidad en forma manual y del mismo modo tener la destreza para identificar el valor de la estabilidad inicial y final mediante el software.
2. El aspecto procedimental de hallar la estabilidad en forma manual, ha permitido dinamizar el aprendizaje en los cadetes de tercer año, el material preparado para este fin se ha desarrollado teniendo en cuenta el conocimiento teórico impartido en la aulas de la Escuela Nacional de Marina Mercante, con la finalidad de dotar de las herramientas teóricas y prácticas para hallar el valor de estabilidad, el cual es fundamental para mantener el buque en forma estable durante la travesía.
3. Los avances tecnológicos, también han alcanzado el quehacer marítimo, por eso hoy se tienen software que permiten hallar la estabilidad de los buques con solo insertar las cantidades del Peso De La Carga, En Este Proceso De Reforzamiento Del Programa “Estabilidad Fácil” también se ha enseñado a identificar el valor de la estabilidad mediante el uso de un software, siendo altamente positivo.

6.3 Recomendaciones

1. Por medio de los programas instruccionales, se comprueba que mejora significativamente el aprendizaje, por lo que se recomienda que la Escuela Nacional de Marina Mercante, aplicar en forma periódica a los cadetes de tercer año, el presente programa denominado "*Estabilidad Fácil*", el cual ha permitido sustancialmente mejorar el conocimiento de estabilidad y les ha permitido conocer el procedimiento a seguir, teniendo como base la información entregada en las sesiones.
2. Si bien es cierto que la tecnología es importante, teniendo en cuenta que hoy muchos buques utilizan software en sus labores cotidianas, sin embargo es importante que el cadete de tercer año, conozca como hallar la estabilidad manual, pero del mismo modo debe conocer el software Easecon, que se entregará como parte del aporte de la investigación, para ser utilizado en la Escuela Nacional de Marina Mercante
3. La ENAMM debería tomar en consideración implementar en sus simuladores un software de carga el cual permita que los cadetes de tercer año próximos a embarcar tengan una mejora en sus competencias profesionales como lo demuestra la presente investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña y Luis. (2014). *Implicancia de la aplicación de un programa de entrenamiento vivencial logístico en la formación profesional del cadete náutico ENAMM* (Tesis de licenciatura). Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau”, Callao, Perú.
- Arcar Y. (2014) Tesis *El COLREG y sus aplicaciones en el mar*. Presentada en el Instituto de Estudios Marítimos de Turquía.
- Carrasco A. (2007) *Metodología de la Investigación científica*. Edit. Minus.
- Coronel & Sosa (2014) Tesis Aplicación de un programa “*Learning by doing*” Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau” como tercer oficial. ENAMM.
- Derett D. (2001) *Ship stability* (5ta Ed.). Editorial Butterworth Heinemann
- Dick, W. Carey, L y Carey, J. (2005). *The systematic design of instruction*, (6th ed.). USA: Person.
- García, S. (2003). *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A.

- Granda (2009) Tesis *“Modificación de un buque pesquero de cerco 287.4 toneladas de desplazamiento para cumplir con las normas de estabilidad” Marina de Guerra del Perú.*
- González y Navarro (2011) Tesis *«El Factor Humano en la siniestralidad marítima» en España.*
- Olivella J. (2006) *Teoría del buque Estabilidad y Flotabilidad.* Lima, Perú: UPC.
- Pérez R. (2010). *La evaluación de programas en el marco de la educación de calidad. Universidad de Huelva. Edic. Amanecer.*
- Organización Marítima Internacional. (2011) *Código ESC. Código de prácticas de seguridad para la estiba y sujeción de la carga.* Edic. OMI.
- Organización Marítima Internacional. (2010). *Código marítimo internacional de mercancías peligrosas.* Reino Unido: CPI Books Limited, Reading RG1 8EX
- Organización Marítima Internacional. (2009). *Código Internacional de Estabilidad sin avería, 2008.* Edic. OMI
- Organización Marítima Internacional. (2002). *Código BLU* Edic. OMI.
- Organización Marítima Internacional. (2002) *Código STCW 78/95* Edic. OMI
- Sosa y Coronel. (2014). *Aplicación de un programa bajo la metodología “Learning by doing” para reforzar las competencias profesionales del cadete ENAMM como tercer oficial* (Tesis de licenciatura) Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau”, Callao, Perú.

REFERENCIAS HEMEROGRÁFICAS

Silva, M. (2009). Una mirada analítica a las competencias y sus aplicaciones en la educación. *Revista del centro de investigación. Universidad La Salle*, 8(32), 57-66.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

Aguilar (2012) Tesis *Estabilidad de un buque ultra Heavy Lift Carrier.* ,
Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de:

http://oa.upm.es/13122/2/JOSE_LUIS_AGUILAR_VAZQUEZ_TEXTO.pdf

Baez (2014) en su investigación sobre la Estabilidad de buques, presentada en
la Universidad de la Laguna, de la Escuela Superior Náutica,
Tenerife –España. Recuperado de:

http://www.ull.es/view/centros/nautica/Objetivos_8/es

Ciurana (2014) en su investigación Cálculos prácticos de estabilidad y
comportamiento en el mar en el buque escuela de la facultad
náutica de Barcelona. Presentada en la Universidad Politécnica
de Catalunya, Recuperado de: [http://docplayer.es/14164018-
Facultat-de-nautica-de-barcelona-fnb-universitat-politecnica-de-
catalunya-upc.html](http://docplayer.es/14164018-Facultat-de-nautica-de-barcelona-fnb-universitat-politecnica-de-catalunya-upc.html)

Gonzales H. (2011) Estabilidad Transversal.
[http://estabilidadbuque.blogspot.pe/2011/07/estabilidad-estatica-
transversal.html](http://estabilidadbuque.blogspot.pe/2011/07/estabilidad-estatica-transversal.html))

<http://personales.gestion.unican.es/martinji/Archivos/EstabilidadRemolcadores.pdf>

Mandelli (1986) Elementos de arquitectura Naval

<https://es.scribd.com/doc/32282805/Arquitectura-Naval-Antonio-Mandelli>

Palos C. Forcano, (2014) Análisis de la estabilidad de un buque durante la operación de descarga de una carga pesada

<http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/24182/An%C3%A1lisis%20de%20la%20estabilidad%20de%20un%20buque%20durante%20la%20operaci%C3%B3n%20de%20descarga%20de%20una%20carga%20pesada.pdf>

<http://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/335/Estabilid>

ANEXO

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: EFECTOS DEL PROGRAMA: “ESTABILIDAD FACIL” PARA REFORZAR COMPETENCIAS PROFESIONALES EN CADETES DE TERCER AÑO
PUENTE DE LA ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE “ALMIRANTE MIGUEL GRAU” 2016

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			
¿En qué medida la aplicación del programa “Estabilidad fácil” refuerza las competencias profesionales en los cadetes de tercer año puente de la Escuela Nacional de Marina Mercante 2016?	Comprobar qué la aplicación del programa “Estabilidad fácil” refuerza competencias profesionales en cadetes de tercer año puente de la Escuela Nacional de Marina Mercante, “2016”.	Hi: la aplicación del programa “Estabilidad fácil” influye significativamente para reforzar competencias profesionales en cadetes de tercer año puente. Ho: la aplicación del programa “Estabilidad fácil” no influye significativamente para reforzar competencias profesionales en cadetes de tercer año puente.	VARIABLE X INDEPENDIENTE: Aplicación de un Programa “estabilidad fácil”			
			DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	INSTRUMENTO
			Estabilidad transversal	• Coordenadas finales del CG • Curva de atributos • GM final • GM (corregido por efecto de superficie libre)	1, 2, 3,	Cuestionario validado por la junta de expertos, que consta de 2 partes, hallar los parámetros de estabilidad, en forma manual e identificar la estabilidad mediante un software, con un total de 15 preguntas. Prueba de entrada, antes del programa y una Prueba Post test.
			Estabilidad Longitudinal	• Calados y escala de calados • Variación de asiento • Calados finales: método del CG • Condiciones del buque: asiento final	4, 5, 6, 7	
			Criterios OMI	• Curvas pantocarenas: Gráficas y tabulares • Construcción de Curva GZ vs θ • Verificación de los criterios OMI	8, 9	

			Software	• GM final y corrección por efecto de superficie libre • Calados finales y asiento final • Curva GZ vs θ y verificación de criterios OMI • Fuerza cortante y Momento flector	10, 11, 12, 13, 14, 15	
IPRG ESPECIFICAS	OBJ. ESPECIFICOS	H. ESPECIFICOS				
PE1.- ¿En qué medida la aplicación del programa “Estabilidad fácil” influye en la realización de los cálculos de estabilidad a bordo utilizando el libro de estabilidad del buque por los cadetes de tercer año Puente de la Escuela Nacional de Marina Mercante 2016?	OE1.- Determinar en qué medida la aplicación del programa “estabilidad fácil” influye significativamente para realizar los cálculos de estabilidad a bordo utilizando el libro de estabilidad del buque en cadetes de tercer año puente.	Hi. La aplicación del programa “Estabilidad fácil” influye significativamente para realizar los cálculos de estabilidad a bordo utilizando el libro de estabilidad del buque en cadetes de tercer año puente. Ho. La aplicación del programa “Estabilidad fácil” no influye significativamente para realizar los cálculos de estabilidad a bordo utilizando el libro de estabilidad del buque en cadetes de tercer año puente.	VARIABLE Y DEPENDIENTE: Competencia para mantener estabilidad y esfuerzo del buque			
			DIMENSIONES	INDICADORES	VALORES	
			Cálculos de los parámetros de estabilidad utilizando la información del libro de estabilidad del buque	• GM final corregido por efecto de superficie libre • Asiento final (Δf) / Calados finales • Curva GZ vs θ • Criterios OMI • Diagrama fuerza cortante • Diagrama de momento flector	Alto Medio Bajo	

PE2¿En qué medida la aplicación de un programa “estabilidad fácil” influye significativamente para Identificar los parámetros de estabilidad a bordo utilizando el software de estabilidad del buque por los cadetes de tercer año Puente de la Escuela Nacional de Marina Mercante, “2016”?	OE2.-. determinar en qué medida la aplicación de un programa “Estabilidad fácil” influye significativamente para Identificar los parámetros de estabilidad a bordo utilizando el software de estabilidad del buque en cadetes de tercer año puente de la Escuela Nacional de Marina Mercante 2016.	Hi. La aplicación del programa “Estabilidad fácil” influye significativamente para Identificar los parámetros de estabilidad a bordo utilizando el software de estabilidad del buque en cadetes de tercer año puente. Ho. La aplicación del programa “Estabilidad fácil” no influye significativamente para Identificar los parámetros de estabilidad a bordo utilizando el software de estabilidad del buque en cadetes de tercer año puente.	Identificar los parámetros de estabilidad utilizando el software de estabilidad del buque	• GM final corregido por efecto de superficie libre • Asiento final (Δf) / Calados finales • Curva GZ vs θ • Criterios OMI • Diagrama fuerza cortante • Diagrama de momento flector	
--	--	--	---	---	--

MÉTODO Y DISEÑO	POBLACIÓN	TÉCNICAS E INSTRUMENTO	ESTADÍSTICA
La investigación es de tipo aplicada, Carrasco (2007) indica: “Esta investigación se distingue por tener propósitos prácticos inmediatos bien definidos, es decir, se investiga para actuar, transformar, modificar o producir cambios en un determinado sector de la realidad” (p.43). Se realizó en el diseño experimental por la manipulación deliberada de la variable independiente, para analizar las consecuencias que tiene la manipulación sobre la variable dependiente dentro de una situación de control para el investigador. El diseño general utilizado es pre experimental con diseño de preprueba – post prueba con una sola medición. GE: 01 X 02 Dónde: GE. Grupo Experimental. 01: Precuestionario 02: Postcuestionario – lista de verificación X: Manipulación de la Variable Independiente	Población: de la investigación está constituida por 42 cadetes de la especialidad de puente de la Escuela Nacional de Marina Mercante 2016. Muestra de tipo no probabilística constituida por 40 cadetes de la especialidad de puente de la Escuela Nacional de Marina Mercante 2016.	La técnica realizada para esta investigación es de aplicación o uso de cuestionario, que sirvió para medir un antes y después de la aplicación del programa. El instrumento elaborado por los autores y validado por la junta de expertos, el cual consta de 15 preguntas, para las variables de estudio y las respectivas dimensiones. Cuestionario Pretest Cuestionario Postest Administración directa individual-grupal.	Para el procesamiento de datos se utilizó el programa SPSS, versión 22., con el que se calculó la prueba de normalidad y se aplicó el estadístico descriptivo e inferencial necesaria para llegar a probar las hipótesis planteadas. Se utilizó métodos estadísticos Wilcoxon para la prueba de Hipótesis

ANEXO 2: PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

ENCUESTA SOBRE LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES EN OFICIALES DEL DEPARTAMENTO DE PUENTE

1. ¿Cuáles son las competencias profesionales en las que son deficientes los oficiales recién egresados de la Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau”?

ANEXO 3: VALIDACION

FICHA
DATOS DEL EXPERTO

Nombre completo : PEDRO ENRIQUE GUTIERREZ FLORES
Profesión : MARINO MERCANTE
Grado académico : SUPERIOR
Características que lo determinan como experto:
CAPITAN DE MARINA MERCANTE


Pedro Enrique
Gutiérrez Flores
Oficial de Marina Mercante
COMPE N° 0455

Firma
DNI: 09853185

FICHA
DATOS DEL EXPERTO

Nombre completo : SANDRO ENRIQUE GALLER ARTEAGA
Profesión : MARINO PERANTE (CAPITAN DE TRAVEZIA)
Grado académico :

Características que lo determinan como experto:

EXPERIENCIA EN EL MANEJO Y CALCULO DE
ESTABILIDAD EN DIFERENTES BUQUES.


Firma
DNI:

**FICHA
DATOS DEL EXPERTO**

Nombre completo : ALFREDO ALVARO LEVANO

Profesión : OFICIAL DE MARINA MERCANTE

Grado académico : BACHILLER EN CIENCIAS MARITIMAS

Características que lo determinan como experto:

EXPERIENCIA A BORDO EN DIFERENTES TIPOS DE BARCOS

EXPERIENCIA EN DOCENCIA EN PRE GRADO DE CAJETES

EXPERIENCIA COMO DIRECTOR ACADÉMICO

" COMO DIRECTOR DE CAPACITACION Y ENTRENAM.


Firma
DNI: 10.636789

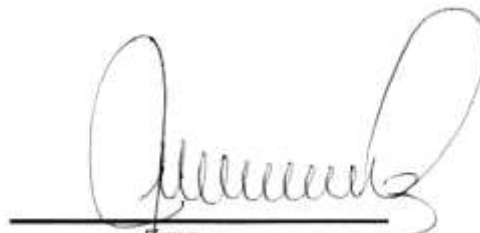
**FICHA
DATOS DEL EXPERTO**

Nombre completo : JUAN ANTONIO BAZAN DAVALOS

Profesión : CAPITAN DE TRAVESIA (HNN).

Grado académico : CAPITAN DE TRAVESIA (HNN)

Características que lo determinan como experto: CAPITAN DE TRAVESIA (HNN) A BORDO DE BUQUES TANQUE PETROLEROS Y QUIMICUEROS EN DIFERENTES COMPAÑIAS INTERNACIONALES.


Firma
DNI: 25829446,

**FICHA
DATOS DEL EXPERTO**

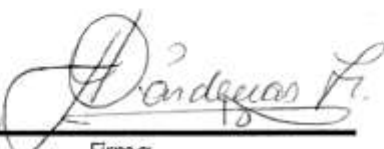
Nombre completo : MARCO ANTONIO CÁRDENAS FLORES

Profesión : MARINO MERCANTE

Grado académico : TITULADO

Características que lo determinan como experto:

CAPITÁN DE TRAVESÍA CON 17 AÑOS DE EXPERIENCIA.
EN BUQUE TANQUES QUINQUEROS, PETROLEROS Y GASEA


Firma
DNI: 40411185

ANEXO 4: PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE ALMIRANTE MIGUEL GRAU

PROGRAMA ACADÉMICO DE MARINA MERCANTE

ESPECIALIDAD PUENTE



EFFECTOS DEL PROGRAMA: “ESTABILIDAD FÁCIL” PARA
REFORZAR COMPETENCIAS PROFESIONALES EN CADETES
DE TERCER AÑO PUENTE DE LA ESCUELA NACIONAL DE
MARINA MERCANTE “ALMIRANTE MIGUEL GRAU” 2016

PRESENTADO POR:

CUBA RODRÍGUEZ, RAÚL ALONSO

MACHADO REQUE, JOSE GUADALUPE

CALLAO, 2016

PRESENTACIÓN

El programa de “ESTABILIDAD FÁCIL” es un tipo de capacitación que tiene como propósito reforzar los conocimientos de estabilidad, en cadetes de tercer año Puente de la Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau” 2016.

Los conocimientos de estabilidad pretende fortalecer y mejorar las competencias profesionales de los cadetes, de modo que cuando realicen los cálculos de estabilidad a bordo lo hagan de manera apropiada; y eficiente.

Para el presente programa se ha considerado 6 dimensiones;

- PRINCIPIOS BASICOS DE ESTABILIDAD
- ESTABILIDAD TRANSVERSAL
- ESTABILIDAD LONGITUDINAL
- CRITERIOS OMI
- DIAGRAMAS
- SOFTWARE DE ESTABILIDAD

Con la finalidad de conocer el efecto del programa se efectuará una prueba de entrada y de salida a la muestra materia de la investigación. El programa se desarrollará a través de un taller comprendido 6 sesiones, en las que se desplegarán 17 temas específicos. En las primeras 5 sesiones se abordarán tres temas y la última sesión dos, concernientes a la utilización del software, para identificar la estabilidad. Mediante la exposición de los ponentes quiénes tienen los conocimientos y la experiencia necesaria al haber estado embarcados.

Para tal fin se han elaborado formatos a tener en cuenta, en los que contienen los datos necesarios a seguir para realizar los cálculos de estabilidad, así también el software utilizado a bordo para su comprensión y uso.

I. COMPETENCIA:

- Reforzar los conocimientos para realizar los cálculos de estabilidad de forma manual e identificar los parámetros básicos de estabilidad a través de un software de carga, para mantener una estabilidad segura.

II. CAPACIDADES:

- Refuerza conocimientos para realizar cálculos de estabilidad utilizando la información de los libros de estabilidad del buque.
- Identificación de los parámetros de estabilidad a través de un software de carga.

II. ALCANCE

El presente programa será aplicado a cadetes de 3er año puente 2016, teniendo una muestra de 40 cadetes.

III. TIEMPO DE DURACIÓN:

6 sesiones, de 3 periodos académicos.

IV. ACTIVIDADES

MODALIDAD	ACTIVIDADES
SESION 1	Principios básicos de estabilidad
SESION 2	Estabilidad transversal
SESION 3	Estabilidad longitudinal
SESION 4	Criterios OMI
SESION 5	Diagramas
SESION 6	Software de estabilidad

V. METODOLOGÍA

La metodología a usar es teórica y aplicativa, es decir metodología activa.

VI. RECURSOS

- **Humano:** Los cadetes que cursan el 3er año de puente en el año 2016.

- **Materiales:**

Diapositivas en digital

Videos

Software de carga

- **Financiamiento:**

Recursos propios

Los gastos dados para la aplicación del programa “ESTABILIDAD FÁCIL” de personal a bordo son sufragados por los autores de la tesis, para la obtención del título profesional como oficial de Marina Mercante.

VIII. CRONOGRAMA

MODALIDAD	ACTIVIDADES	FECHA
TEMA 1	FLOTABILIDAD Y NAVEGABILIDAD	19 y 20 de setiembre
TEMA 2	CONDICIONES DE ESTABILIDAD	
TEMA 3	COEFICIENTES DE FORMA	
TEMA 4	METACENTRO	22 y 23 de setiembre
TEMA 5	CENTRO DE GRAVEDAD Y CENTRO DE BOYANTES	
TEMA 6	ESCORA	
TEMA 7	CURVAS CRUZADAS DE ESTABILIDAD (CURVAS HIDROSTATICAS)	26 y 27 de setiembre
TEMA 8	CALADO, ASIENTO Y LÍNEAS DE CARGA	
TEMA 9	EFFECTO DE SUPERFICIE LIBRE	
TEMA 10	Curva GZ vs θ	29 y 30 de setiembre
TEMA 11	REGLAS DE SIMPSOM	

TEMA 12	PANTOCARENAS	
TEMA 13	DIAGRAMA DE CARGA	3 y 4 de octubre
TEMA 14	DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE	
TEMA 15	DIAGRAMA DE MOMENTO FLECTOR	
TEMA 16	FAMILIARIZACION DEL SOFTWARE	6 y 7 de octubre
TEMA 17	INTERPRETACIÓN DE INFORMACION	

IX. EVALUACIÓN

Se realizarán dos tipos:

- Antes de la aplicación del programa de reforzamiento de competencias.
- Después de la aplicación del programa de reforzamiento de competencias

SESIÓN 1

PRINCIPIOS BÁSICOS DE ESTABILIDAD

1.- OBJETIVOS

Conocer los factores que influyen para mantener la condición de estabilidad del buque y a su vez los factores que actúan en contra.

2.- DURACIÓN

Tres periodos de 45 minutos

3.- TEMARIO

- Flotabilidad y navegabilidad
- Condiciones de estabilidad
- Coeficientes de forma

4.- FECHA DE APLICACIÓN

19 y 20 de setiembre 2016

5.- PONENTE

CUBA RODRIGUEZ, RAÚL ALONSO

MACHADO REQUE, JOSE E GUADALUPE

SESIÓN 2

ESTABILIDAD TRANSVERSAL

1.- OBJETIVOS

Conocer los factores externos e internos que influyen en los centros de gravedad y boyantes variándolos y afectando la condición de un buque adrizado.

2.- DURACIÓN

3 periodos de 45 minutos

3.- TEMARIO

- Metacentro
- Centro de gravedad y centro de boyantes
- Escora

4.- FECHA DE APLICACIÓN

19 y 20 de setiembre 2016

5.- PONENTE

CUBA RODRIGUEZ, RAÚL ALONSO

MACHADO REQUE, JOSE GUADALUPE

SESIÓN 3

ESTABILIDAD LONGITUDINAL

1.-OBJETIVOS

Conocer las fuerzas externas y ubicación de la carga que influye en los calados y asiento del buque.

2.- DURACIÓN

3 periodos de 45 minutos

3.- TEMARIO

- Curvas hidrostáticas
- Calado, asiento y líneas de carga
- Efecto de superficie libre

4.- FECHA DE APLICACIÓN

19 y 20 de setiembre 2016

5.- PONENTE

CUBA RODRIGUEZ, RAÚL ALONSO

MACHADO REQUE, JOSE GUADALUPE

SESIÓN 4

CRITERIOS OMI

1.- OBJETIVOS

Conocer el conjunto de normas que debe cumplir un buque para que su estabilidad alcance valores mínimos que garanticen su seguridad.

2.- DURACIÓN

3 periodos de 45 minutos

3.- TEMARIO

- Curva GZ vs θ
- Reglas de Simpson
- Pantocarenas

4.- FECHA DE APLICACIÓN

22 y 23 de setiembre 2016

5.- PONENTE

CUBA RODRIGUEZ, RAÚL ALONSO

MACHADO REQUE, JOSE GUADALUPE

SESIÓN 5

DIAGRAMAS

1.- OBJETIVOS

Conocer la manera en la que factores externos e internos influyen en la deformación estructural del buque

2.- DURACIÓN

3 periodos de 45 minutos

3.- TEMARIO

- Diagrama de carga
- Diagrama de fuerza cortante
- Diagrama de momento flector

4.- FECHA DE APLICACIÓN

22 y 23 de setiembre 2016

5.- PONENTE

CUBA RODRIGUEZ, RAÚL ALONSO

MACHADO REQUE, JOSE GUADALUPE

SESIÓN 6

SOFTWARE DE ESTABILIDAD

1.- OBJETIVOS

Familiarizarse con el software de estabilidad de un buque e identificar los parámetros de estabilidad.

2.- DURACIÓN

3 periodos de 45 minutos

3.- TEMARIO

- Familiarización del software
- Interpretación de información
- Manejo del software

4.- FECHA DE APLICACIÓN

22 y 23 de setiembre 2016

5.- PONENTE

CUBA RODRIGUEZ, RAÚL ALONSO

MACHADO REQUE, JOSE GUADALUPE

TEMA 1: PRINCIPIOS BÁSICOS DE ESTABILIDAD

COMPETENCIAS	FASE	ACTIVIDAD	MATERIAL
- Refuerza conocimientos sobre los principios y condiciones de estabilidad. - Refuerza conocimientos para calcular los coeficientes de forma.	Inicio	✓ Recuerdan, a través de preguntas, cuáles son los principios y condiciones de estabilidad. ✓ Debaten libremente sobre cuáles son los coeficientes de forma.	Recurso verbal
	Desarrollo	✓ Reciben una separata que resume los temas del día. ✓ Participan voluntariamente, durante la exposición dialogada sobre los principios y condiciones de estabilidad. ✓ Observan un video general de estabilidad. ✓ Analizan, a través de interrogantes y exposición dialogada, la importancia de la estabilidad en los buques.	Diapositivas Separatas
	Término	✓ Con ayuda del expositor, realizan un resumen del tema. ✓ Afirman aciertos y corrigen errores.	Recurso verbal

TEMA 2: ESTABILIDAD TRANSVERSAL

COMPETENCIAS	FASE	ACTIVIDAD	MATERIAL
• Refuerza conocimientos sobre el centro de gravedad y centro de boyantes. • Fortalece conocimientos para realizar los cálculos del metacentro.	Inicio	✓ Recuerdan, a través de preguntas, qué implica la estabilidad transversal. ✓ Debaten libremente sobre metacentro, centro de gravedad, centro de boyantes y escoras.	Recurso verbal
	Desarrollo	✓ Reciben una separata que resume los temas del día. ✓ Participan voluntariamente, durante la exposición dialogada sobre metacentro, centro de gravedad, centro de boyantes y escoras. ✓ Observan un video general de estabilidad. ✓ Analizan, a través de interrogantes y exposición dialogada, la importancia del metacentro y que vectores actúan sobre el centro de gravedad y el centro de boyantes.	Diapositivas Separatas
	Término	✓ Con ayuda del expositor, realizan un resumen del tema. ✓ Afirman aciertos y corrigen errores.	Recurso verbal

TEMA 3: ESTABILIDAD LONGITUDINAL

COMPETENCIAS	FASE	ACTIVIDAD	MATERIAL
• Refuerza conocimientos sobre efecto de superficie libre. • Fortalece conocimientos para realizar los cálculos de calados y asientos. • Refuerza conocimientos para el uso de curvas hidrostáticas.	Inicio	✓ Recuerdan, a través de preguntas, qué implica la estabilidad longitudinal. ✓ Debaten libremente sobre curvas hidrostáticas, Calado, asiento, líneas de carga, Efecto de superficie libre.	Recurso verbal
	Desarrollo	✓ Reciben una separata que resume los temas del día. ✓ Participan voluntariamente, durante la exposición dialogada sobre curvas hidrostáticas, Calado, asiento, líneas de carga, Efecto de superficie libre. ✓ Observan un video general de estabilidad. ✓ Analizan, a través de interrogantes y exposición dialogada, la importancia de los calados. ✓ Refuerzan el manejo de las curvas hidrostáticas.	Diapositivas Separatas
	Término	✓ Con ayuda del expositor, realizan un resumen del tema. ✓ Afirman aciertos y corrigen errores.	Recurso verbal

TEMA 4: CRITERIOS OMI

COMPETENCIAS	FAS E	ACTIVID AD	MATERIAL
Refuerza conocimientos para realizar los cálculos de los criterios OMI.	Inici o	✓ Recuerdan, a través de preguntas, cuáles son los criterios OMI en estabilidad. ✓ Debaten libremente sobre cómo calcular dichos criterios.	Recurso verbal
	Desarrollo	✓ Reciben una separata que resume los temas del día. ✓ Participan voluntariamente, durante la exposición dialogada sobre pantocarenas, curva GZ vs θ y reglas de Simpson. ✓ Observan un video general de estabilidad. ✓ Analizan, a través de interrogantes y exposición dialogada, la importancia de la curva GZ vs θ. ✓ Refuerzan el manejo de pantocarenas.	Diapositivas Separatas
	Término	✓ Con ayuda del expositor, realizan un resumen del tema. ✓ Afirman aciertos y corrigen errores.	Recurso verbal

TEMA 5: DIAGRAMAS

COMPETENCIAS	FASE	ACTIVIDAD	MATERIAL
• Refuerza conocimientos para realizar los diagramas de estabilidad.	Inicio	✓ Recuerdan, a través de preguntas, cuales son los diagramas importantes para la estabilidad. ✓ Debaten libremente sobre diagrama de carga, fuerza cortante y momento flector.	Recurso verbal
	Desarrollo	✓ Reciben una separata que resume los temas del día. ✓ Participan voluntariamente, durante la exposición dialogada sobre diagrama de carga, fuerza cortante y momento flector. ✓ Observan un video general de estabilidad. ✓ Analizan, a través de interrogantes y exposición dialogada, la importancia de los diagramas. ✓ Realizan ejercicios de los diagramas.	Diapositivas Separatas
	Término	✓ Con ayuda del expositor, realizan un resumen del tema. ✓ Afirman aciertos y corrigen errores.	Recurso verbal

TEMA 6: SOFTWARE DE ESTABILIDAD

COMPETENCIAS	FASE	ACTIVIDAD	MATERIAL
• Refuerza conocimientos sobre el manejo del software de estabilidad. • Identificar los parámetros de estabilidad que brinda el software	Inicio	✓ Debaten libremente sobre cómo es un software de estabilidad.	Recurso verbal
	Desarrollo	✓ Familiarizarse con el software. ✓ Participan voluntariamente para identificar los parámetros de estabilidad que brinda el software. ✓ Practican el manejo del software.	Recurso verbal Software
	Término	✓ Manejo del software	Recurso verbal Software

ANEXO 5: EXAMEN DE ENTRADA

SECCIÓN: _____

FECHA: _____

1. BUQUE TIPO ALFA: $\Delta i = 3831$ $KGi = 8.21m$

EMBARCAR FULL:

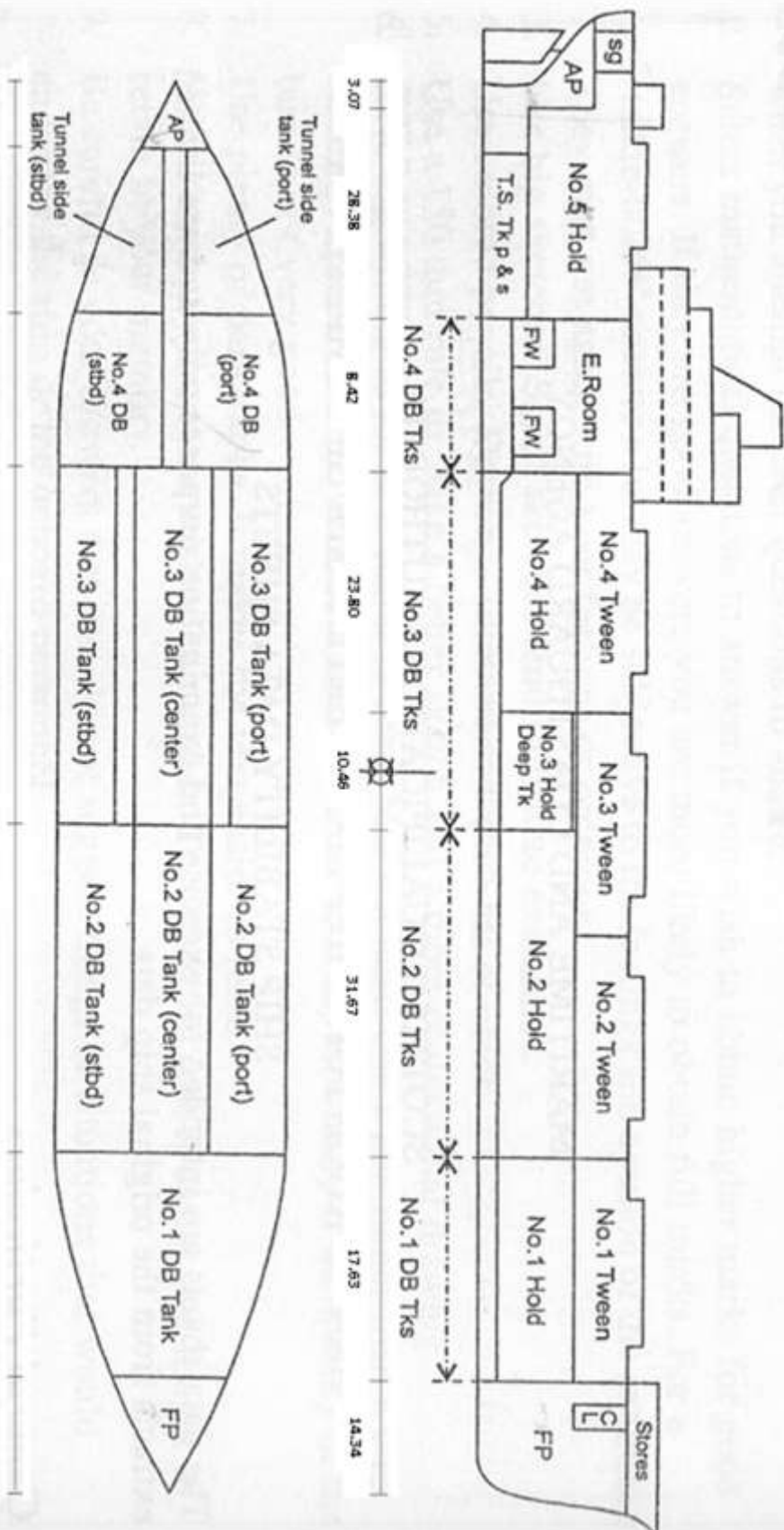
- CARGO HOLDS f.e.= $2.2m^3$ /Ton
- TWEEN DECKS f.e.= $2.2m^3$ /Ton
- DIESEL OIL
- WATER BALLAST (No.2 DB Tanks)

CALCULAR:

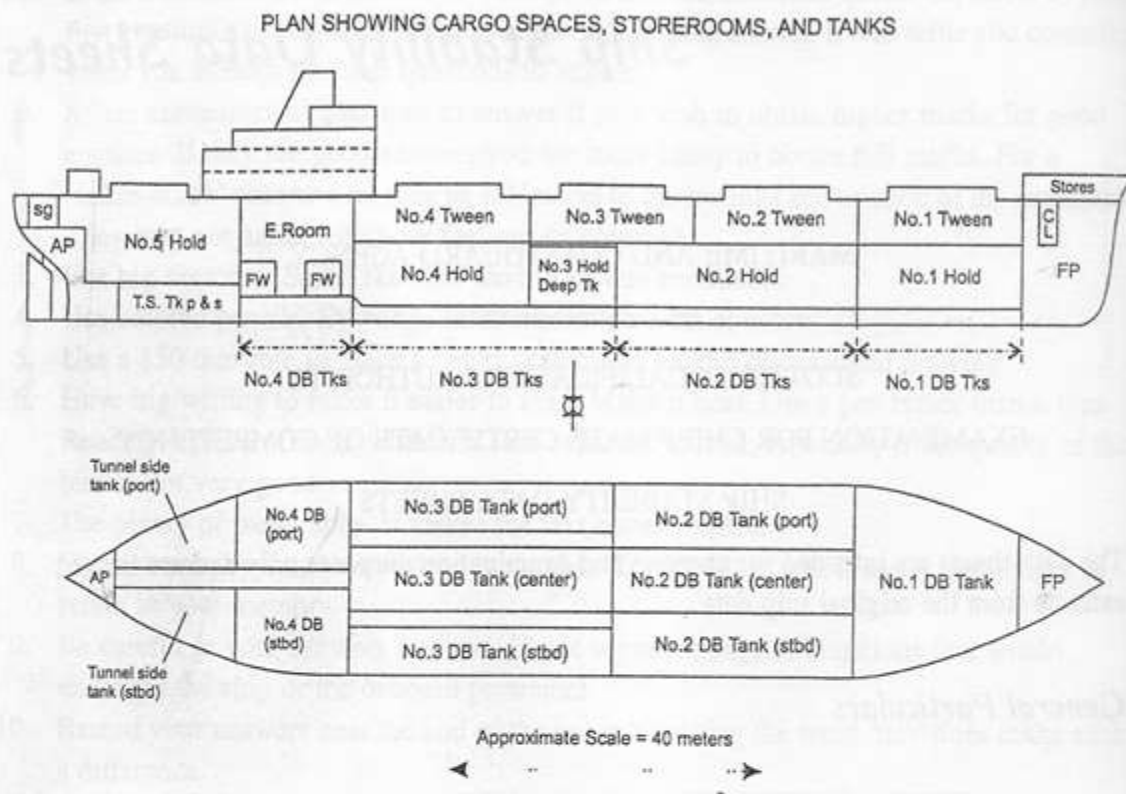
- GMi
- KGf
- GMf
- LCG
- Calados finales y "t" final
- Asientos final
- Condición del buque
- Curva GZ vs Θ
- Verificar criterios OMI (condición final)

Ship's Name	Ship A
Molded dimensions	LBP = 137.50 meters Breadth = 20.42 meters Depth = 11.7 5 meters
Summer load draught	8.867 meters
Block coefficient	0.7437
Summer load displacement	19,006 tonnes
Light displacement	3831 tonnes
Light KG	8.211 meters
Deadweight	15,175 tonnes
Gross tonnage	8996 tonnes
Net tonnage	6238 tonnes

PLAN SHOWING CARGO SPACES, STOREROOMS, AND TANKS



Plan Showing Cargo Spaces, Storerooms, and Tanks



Cargo and Tank Capacities

Cargo Capacities

Compartment	Grain Capacity (m ³)	Bale Capacity (m ³)	LCG (foap) (m)	VCG Above Keel (m)
No. 1 hold	2215	1966	114.481	5.089
No. 2 hold	4672	4254	89.971	4.947
No. 3 hold	1742	1536	68.907	4.940
No. 4 hold	3474	3161	51.774	4.950
No. 5 hold	2605	2371	17.256	8.764
Total holds	14,708	13,288		
No. 1 tween deck	1695	1581	115.515	11.256
No. 2 tween deck	1676	1583	95.590	10.784
No. 3 tween deck	1626	1523	74.052	10.585
No. 4 tween deck	1674	1561	51.668	10.567
Total tween decks	6671	6248		
Total holds and tween decks	21,379	19,536		

Tank Capacities (FSMs for even keel with no list)

	Tonnes	LCG (foap) (m)	VCG Above Keel (m)	FSM for FW (m ⁴)
Water Ballast				
Fore peak	554	130.556	8.434	519
After peak	108	3.067	7.726	325
No. 3 hold	1786	68.905	4.939	8113
No. 1 D.B. tank across	255	113.951	0.614	3722
No. 2 D.B. tank center	271	89.996	0.590	1021
No. 2 D.B. tank port	223	89.467	0.603	680
No. 2 D.B. tank starboard	223	89.467	0.603	680
Heavy Fuel Oil				
No. 3 D.B. tank center	271	57.015	0.598	1142
No. 3 D.B. tank port	153	57.871	0.626	275
No. 3 D.B. tank starboard	153	57.871	0.626	275
Tunnel side tank port	198	21.076	2.285	246
Tunnel side tank starboard	198	21.076	2.285	246
Diesel Oil				
No. 4 D.B. tank port	55	35.661	0.829	168
No. 4 D.B. tank starboard	52	35.502	0.833	150
Fresh Water				
Forward tank	51	32.468	7.350	29
After tank	44	28.669	7.383	46

Hydrostatic Particulars

Draught (m)	Displacement (t)		TPC (t)		MCTC (tm)		KM _T (m)	KB (m)	LCB foap (m)	LCF foap (m)
	SW	FW	SW	FW	SW	FW				
	RD 1.025	RD 1.000	RD 1.025	RD 1.000	RD 1.025	RD 1.000				
10.00	21,789	21,258	24.85	24.24	224.8	219.3	8.69	5.25	68.71	65.11
9.90	21,541	21,016	24.80	24.20	223.6	218.1	8.67	5.20	68.75	65.16
9.80	21,293	20,774	24.75	24.15	222.4	217.0	8.64	5.15	68.79	65.20
9.70	21,046	20,533	24.70	24.10	221.2	215.8	8.62	5.10	68.83	65.25
9.60	20,799	20,292	24.65	24.05	220.0	214.6	8.60	5.04	68.87	65.29
9.50	20,553	20,052	24.60	24.00	218.8	213.5	8.58	4.99	68.92	65.34
9.40	20,307	19,812	24.55	23.95	217.6	212.3	8.56	4.93	68.96	65.39
9.30	20,062	19,573	24.50	23.90	216.4	211.1	8.54	4.88	69.00	65.45

(Continued)

Draught (m)	Displacement (t)		TPC (t)		MCTC (tm)		KM _T (m)	KB (m)	LCB foap (m)	LCF foap (m)
	SW	FW	SW	FW	SW	FW				
	RD 1.025	RD 1.000	RD 1.025	RD 1.000	RD 1.025	RD 1.000				
9.20	19,817	19,334	24.45	23.85	215.2	210.0	8.52	4.82	69.04	65.50
9.10	19,573	19,096	24.40	23.80	213.0	207.8	8.50	4.77	69.09	65.56
9.00	19,329	18,858	24.35	23.76	212.7	207.5	8.48	4.72	69.13	65.62
8.90	19,086	18,620	24.30	23.71	211.5	206.3	8.47	4.67	69.18	65.68
8.80	18,843	18,383	24.24	23.65	210.2	205.1	8.45	4.61	69.22	65.74
8.70	18,601	18,147	24.18	23.59	208.0	202.9	8.43	4.56	69.27	65.81
8.60	18,359	17,911	24.13	23.54	207.7	202.6	8.42	4.50	69.31	65.87
8.50	18,119	17,677	24.08	23.49	206.4	201.4	8.41	4.45	69.36	65.95
8.40	17,878	17,442	24.02	23.43	205.1	200.1	8.39	4.39	69.40	66.02
8.30	17,639	17,208	23.96	23.38	203.8	198.8	8.38	4.34	69.45	66.10
8.20	17,399	16,975	23.90	23.32	202.4	197.5	8.37	4.28	69.49	66.17
8.10	17,161	16,742	23.84	23.26	201.0	196.1	8.36	4.23	69.54	66.25
8.00	16,922	16,509	23.78	23.20	199.6	194.7	8.35	4.17	69.58	66.33
7.90	16,685	16,278	23.71	23.13	198.2	193.4	8.35	4.12	69.63	66.42
7.80	16,448	16,047	23.65	23.07	196.8	192.0	8.34	4.07	69.67	66.51
7.70	16,212	15,817	23.59	23.01	195.4	190.6	8.34	4.02	69.72	66.61
7.60	15,976	15,586	23.52	22.95	193.9	189.2	8.33	3.96	69.76	66.71
7.50	15,742	15,358	23.45	22.88	192.4	187.7	8.33	3.91	69.81	66.82
7.40	15,507	15,129	23.39	22.82	190.9	186.2	8.33	3.85	69.85	66.92
7.30	15,274	14,901	23.33	22.76	189.4	184.8	8.33	3.80	69.90	67.03
7.20	15,040	14,673	23.26	22.69	187.8	183.2	8.33	3.75	69.94	67.13
7.10	14,808	14,447	23.19	23.32	186.2	181.7	8.34	3.70	69.99	67.24
7.00	14,576	14,220	23.13	22.57	184.6	180.1	8.34	3.64	70.03	67.35
6.90	14,345	13,996	23.06	22.50	183.0	178.5	8.35	3.58	70.08	67.46
6.80	14,115	13,771	22.99	22.43	181.4	177.0	8.36	3.53	70.12	67.57
6.70	13,886	13,548	22.92	22.36	179.9	175.5	8.37	3.48	70.16	67.68
6.60	13,657	13,324	22.85	22.29	178.3	174.0	8.38	3.43	70.20	67.79
6.50	13,429	13,102	22.78	22.23	176.8	172.5	8.39	3.38	70.24	67.90
6.40	13,201	12,879	22.72	22.17	175.3	171.0	8.41	3.33	70.28	68.00
6.30	12,975	12,658	22.66	22.11	173.9	169.6	8.43	3.28	70.32	68.10
6.20	12,748	12,437	22.60	22.05	172.5	168.3	8.46	3.22	70.35	68.20
6.10	12,523	12,217	22.54	21.99	171.1	167.0	8.49	3.17	70.38	68.30
6.00	12,297	11,997	22.48	21.93	169.8	165.7	8.52	3.11	70.42	68.39
5.90	12,073	11,778	22.43	21.87	168.5	164.4	8.55	3.06	70.46	68.43
5.80	11,848	11,559	22.37	21.82	167.3	163.2	8.59	3.01	70.50	68.57
5.70	11,625	11,342	22.32	21.77	166.1	162.1	8.63	2.95	70.53	68.65
5.60	11,402	11,124	22.26	21.72	165.0	161.0	8.67	2.90	70.57	68.73
5.50	11,180	10,908	22.21	21.66	163.9	160.0	8.71	2.85	70.60	68.80
5.40	10,958	10,691	22.15	21.61	162.9	158.9	8.76	2.80	70.64	68.88

Draught (m)	Displacement (t)		TPC (t)		MCTC (tm)		KM _T (m)	KB (m)	LCB foap (m)	LCF foap (m)
	SW	FW	SW	FW	SW	FW				
	RD 1.025	RD 1.000	RD 1.025	RD 1.000	RD 1.025	RD 1.000				
5.30	10,737	10,476	22.10	21.56	161.8	157.9	8.81	2.74	70.68	68.95
5.20	10,516	10,260	22.05	21.51	160.8	156.9	8.86	2.69	70.72	69.02
5.10	10,296	10,045	22.00	21.46	159.8	155.9	8.92	2.63	70.75	69.09
5.00	10,076	9830	21.95	21.41	158.8	154.9	8.98	2.58	70.79	69.16
4.90	9857	9616	21.90	21.36	157.9	154.0	9.06	2.53	70.82	69.23
4.80	9638	9403	21.85	21.32	156.9	153.1	9.13	2.48	70.86	69.29
4.70	9420	9190	21.80	21.27	156.0	152.2	9.22	2.43	70.90	69.35
4.60	9202	8978	21.75	21.22	155.1	151.3	9.30	2.38	70.93	69.42
4.50	8985	8766	21.70	21.17	154.2	150.5	9.40	2.32	70.96	69.48
4.40	8768	8554	21.65	21.12	153.3	149.6	9.49	2.27	71.00	69.55
4.30	8552	8344	21.60	21.07	152.4	148.7	9.60	2.22	71.04	69.62
4.20	8336	8133	21.55	21.02	151.5	147.8	9.71	2.17	71.08	69.68
4.10	8121	7923	21.50	20.97	150.6	146.9	9.83	2.12	71.12	69.74
4.00	7906	7713	21.45	20.93	149.7	146.0	9.96	2.07	71.15	69.81
3.90	7692	7505	21.40	20.88	148.7	145.1	10.11	2.01	71.18	69.88
3.80	7478	7296	21.35	20.83	147.8	144.2	10.25	1.96	71.22	69.94
3.70	7265	7088	21.30	20.78	146.8	143.3	10.41	1.91	71.25	70.00
3.60	7052	6880	21.24	20.72	145.9	142.3	10.57	1.86	71.29	70.07
3.50	6840	6673	21.19	20.67	144.9	141.3	10.76	1.81	71.33	70.14
3.40	6628	6466	21.13	20.61	143.9	140.4	10.95	1.75	71.37	70.20
3.30	6418	6261	21.08	20.56	142.9	139.4	11.18	1.70	71.41	70.27
3.20	6207	6056	21.02	20.51	141.9	138.4	11.40	1.65	71.44	70.33
3.10	5998	5852	20.96	20.45	140.9	137.5	11.66	1.60	71.48	70.40
3.00	5788	5647	20.90	20.39	139.9	136.5	11.92	1.55	71.52	70.46
2.90	5580	5444	20.84	20.33	138.9	135.5	12.22	1.50	71.56	70.53
2.80	5371	5240	20.78	20.27	137.9	134.5	12.52	1.44	71.60	70.59
2.70	5164	5038	20.72	20.21	136.9	133.6	12.87	1.39	71.64	70.66
2.60	4957	4836	20.65	20.15	135.9	132.6	13.21	1.34	71.67	70.73
2.50	4752	4636	20.58	20.08	134.9	131.6	13.63	1.29	71.71	70.80
2.40	4546	4435	20.51	20.01	133.9	130.6	14.04	1.23	71.75	70.87
2.30	4342	4236	20.44	19.94	132.9	129.6	14.56	1.18	71.79	70.94
2.20	4138	4037	20.36	19.86	131.8	128.6	15.07	1.13	71.83	71.01
2.10	3936	3840	20.28	19.79	130.7	127.5	15.72	1.08	71.87	71.08
2.00	3733	3642	20.20	19.71	129.5	126.3	16.36	1.02	71.91	71.15
1.90	3532	3446	20.12	19.63	128.3	125.2	17.19	0.97	71.96	71.22
1.80	3331	3250	20.03	19.54	127.0	123.9	18.01	0.92	72.00	71.29
1.70	3132	3055	19.93	19.45	125.6	122.5	19.08	0.87	72.05	71.37
1.60	2932	2860	19.83	19.35	124.1	121.1	20.15	0.82	72.09	71.44

These hydrostatic particulars have been developed with the vessel floating on even keel.

Tabulated KN Values

KN values in meters

KN values calculated for vessel on even keel and fixed angle of heel

Displacement (tonnes)	Angle of Heel (°)						
	12	20	30	40	50	60	75
20,000	1.80	2.90	4.14	5.14	5.92	6.51	6.84
19,500	1.79	2.90	4.17	5.19	5.97	6.55	6.86
19,000	1.78	2.91	4.20	5.24	6.02	6.59	6.88
18,500	1.77	2.92	4.23	5.29	6.07	6.63	6.90
18,000	1.75	2.93	4.27	5.36	6.12	6.67	6.92
17,500	1.74	2.94	4.30	5.43	6.18	6.71	6.94
17,000	1.73	2.95	4.34	5.48	6.23	6.75	6.96
16,500	1.73	2.97	4.37	5.54	6.29	6.79	6.98
16,000	1.72	2.98	4.40	5.60	6.35	6.83	7.00
15,500	1.72	2.98	4.44	5.66	6.44	6.87	7.02
15,000	1.72	2.98	4.48	5.72	6.48	6.91	7.04
14,500	1.73	2.98	4.51	5.79	6.58	6.95	7.07
14,000	1.74	2.98	4.53	5.81	6.68	7.00	7.10
13,500	1.75	2.99	4.56	5.86	6.73	7.05	7.13
13,000	1.76	3.00	4.59	5.90	6.78	7.10	7.16
12,500	1.77	3.03	4.64	5.96	6.83	7.15	7.19
12,000	1.78	3.06	4.68	6.02	6.88	7.20	7.21
11,500	1.80	3.10	4.73	6.07	6.93	7.25	7.24
11,000	1.82	3.14	4.78	6.12	6.98	7.30	7.26
10,500	1.83	3.19	4.81	6.17	7.02	7.35	7.29
10,000	1.86	3.24	4.85	6.21	7.08	7.40	7.31
9500	1.93	3.28	4.91	6.25	7.11	7.45	7.34
9000	2.00	3.36	4.96	6.28	7.18	7.50	7.36
8500	2.05	3.43	5.03	6.32	7.20	7.55	7.39
8000	2.10	3.52	5.09	6.35	7.22	7.60	7.41
7500	2.17	3.62	5.17	6.38	7.24	7.65	7.43
7000	2.22	3.70	5.25	6.41	7.26	7.70	7.45
6500	2.32	3.85	5.35	6.44	7.27	7.70	7.47
6000	2.42	4.00	5.45	6.48	7.28	7.70	7.49
5500	2.57	4.15	5.55	6.53	7.29	7.68	7.47
5000	2.72	4.32	5.67	6.58	7.30	7.66	7.45
4500	2.92	4.55	5.79	6.64	7.25	7.60	7.42
4000	3.15	4.75	5.91	6.71	7.22	7.52	7.40
3500	3.45	5.00	6.08	6.78	7.20	7.42	7.38

KN values are for hull and forecastle only.

CÁLCULOS DE ESTABILIDAD

ITEM		VOL	W	KG (VCG)	MoG	KG (LCG)	M KG
LIGHT SHIP							
CARGO	No. 1 hold						
	No. 2 hold						
	No. 3 hold						
	No. 4 hold						
	No. 5 hold						
	No. 1 Tween deck						
	No. 2 Tween deck						
	No. 3 Tween deck						
	No. 4 Tween deck						
Water Ballast	Fore peak						
	after peak						
	No. 3 hold						
	No. 1 D.B. Tank across						
	No. 2 D.B. Tank center						
	No. 2 D.B. Tank port						
	No. 2 D.B. Tank starboard						
Heavy Fuel Oil	No. 3 D.B. Tank center						
	No. 3 D.B. Tank port						
	No. 3 D.B. Tank starboard						
	Tunnel side tank port						
	Tunnel side tank starboard						
Diesel Oil	No. 4 D.B. Tank port						
	No. 4 D.B. Tank starboard						
Fresh Water	Forward tank						
	after tank						
TOTAL							

Curvas GZ vs θ (Verificar Criterios OMI)

$\Delta =$		KG =						
θ	0°	12°	20°	30°	40°	50°	60°	75°
KN								
-KG (SEN θ)								
GZ								

GZ mts

0°	12°	20°	30°	40°	50°	60°	75°

θ

CRITERIOS OMI	CRITERIOS ABORDO	CONDICIÓN
$GM \geq 0.15m.$		
Θ (GZ máx.) $\geq 25^\circ$		
$GZ \geq 0.20 m. / \Theta \geq 30^\circ$		
$A (0^\circ-30^\circ) \geq 0.005 m. rad.$		
$A (0^\circ-40^\circ \text{ ó } \Theta f) \geq 0.090 m. rad.$		
$A (30^\circ-40^\circ \text{ ó } \Theta f) \geq 0.030 m.rad.$		

2. IDENTIFICAR LOS PARÁMETROS DE ESTABILIDAD EN LOS SIGUIENTES CUADROS.

M/V IRIS E Nord Reederei Ltd.

IMO no.: 9673642

C97 LC-24 - 1089 Containers - 14t/TEU Hom., Arrival

Date: 06-03-14



DEADWEIGHT SUMMARY

	Weight t	pcs.	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tm
20' CONTAINERS	14952.00	1068	88.35	0.11	12.52	
40' CONTAINERS	588.00	21	24.15	0.00	19.17	
CONTAINERS	15540.00	1089	85.92	0.10	12.77	
BREKBUK	0.00	0	0.00	0.00	0.00	
CREW & STORES	103.50		77.54	-0.04	15.28	0
FUEL OIL	193.01		23.95	-8.76	11.09	1343
DIESEL OIL	25.00		30.08	9.53	10.36	146
LUBRICATING OIL	30.60		19.71	-0.97	3.55	42
FRESH WATER	23.90		34.45	-1.03	2.31	310
WATER BALLAST	1157.73		121.72	1.09	2.03	3479
MISCELLANEOUS	162.37		16.94	-4.88	6.10	369
DEADWEIGHT	17236.11		86.66	0.03	11.95	5690
DEADLOAD	0.00		0.00	0.00	0.00	
LIGHTWEIGHT	8000.00		65.50	-0.04	11.05	
DISPLACEMENT	25236.11		79.95	0.01	11.66	5690
DW RESERVE	6292.89			KG fluid:	11.89 m	

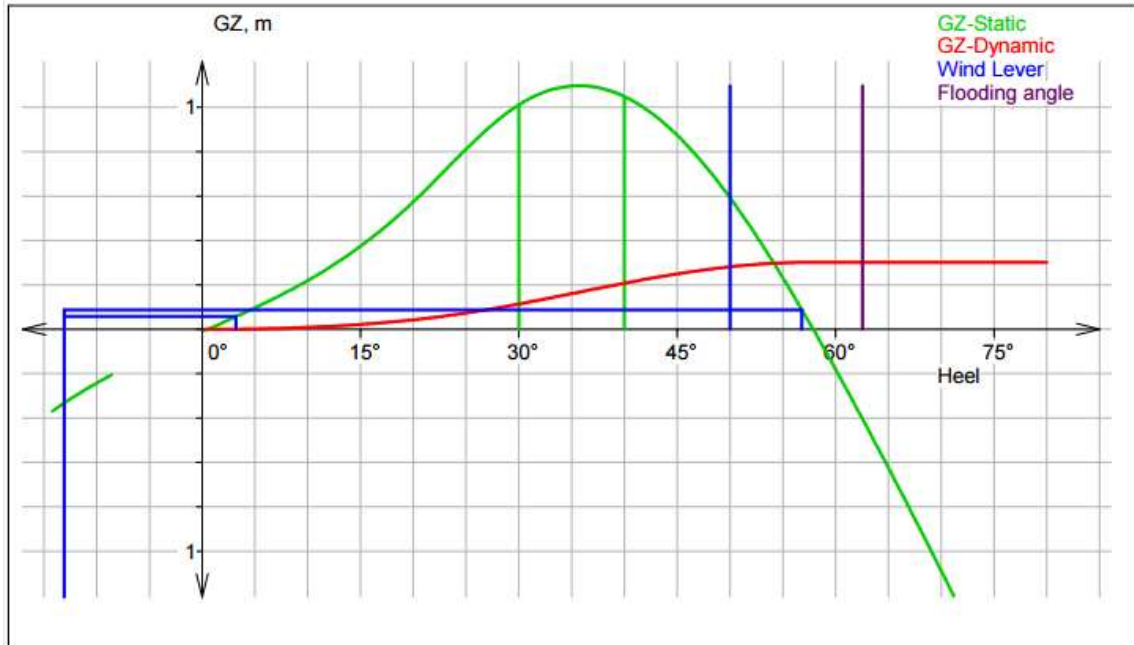
HYDROSTATICS & STABILITY

					Seawater	1.025	t/m ³
Draught AP	8.18	m (b.k.)	GM solid	1.42	GMT	13.08	m
Draught M.	7.87	m (b.k.)	Correction	-0.23	LCB	79.95	m
Draught FP	7.56	m (b.k.)	GM fluid	1.20	LCF	78.25	m
Trim	0.63	m	GM req.	0.87	TPC	38.48	t/cm
Air draught	40.03	m	Heel	0.56	MPC	381.36	tm/cm
Prop.ratio	73	%	Rollp.	19.86			sec.

STRENGTH SUMMARY

Frame no.	From AP	Shear forces % of permiss. t	Seag.	Harb.	Bending moment % of permiss. tm	Seag.	Harb.	Torque moment % of permiss. tm	Seag.	Harb.
30	22.28	1486	65	47	21614	54	32	1221	14	14
43	32.43	1340	58	38	37064	66	38	2397	27	27
61	46.65	1033	45	30	56235	69	40	2453	28	28
64	49.02	733	32	21	58245	70	40	2463	28	28
80	61.66	391	17	11	66581	80	41	2517	28	28
98	75.88	-200	10	6	67819	81	41	2578	29	29
116	90.09	-892	42	26	60067	72	36	2639	30	30
120	93.25	-1121	53	33	56712	68	34	2652	30	30
135	105.10	-1465	70	40	42439	63	29	2702	31	31
144	112.21	-1521	72	39	30906	54	24	2255	26	26
154	120.11	-1367	77	38	19824	42	19	1606	18	18
170	132.75	-498	39	17	6881	24	10	-11	-0	-0
189	147.76	-69	9	4	930	7	3	-41	-0	-0
200	155.46	-86	14	12	203	4	2	-23	-0	-0
Maximum :		-1725	82	48	67943	81	41	2709	31	31
Position (m) :		106.68	106.7	24.6	73.63	73.6	68.8		106.684	
Frames :		137	137	33	95	95	89			137

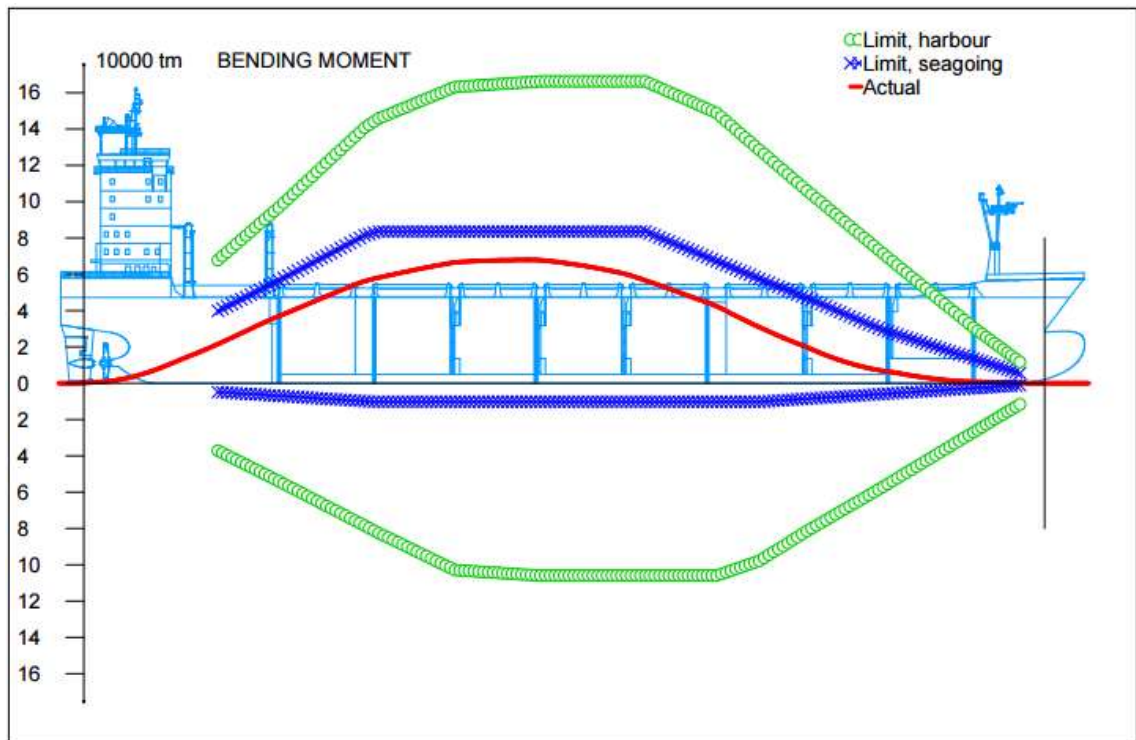
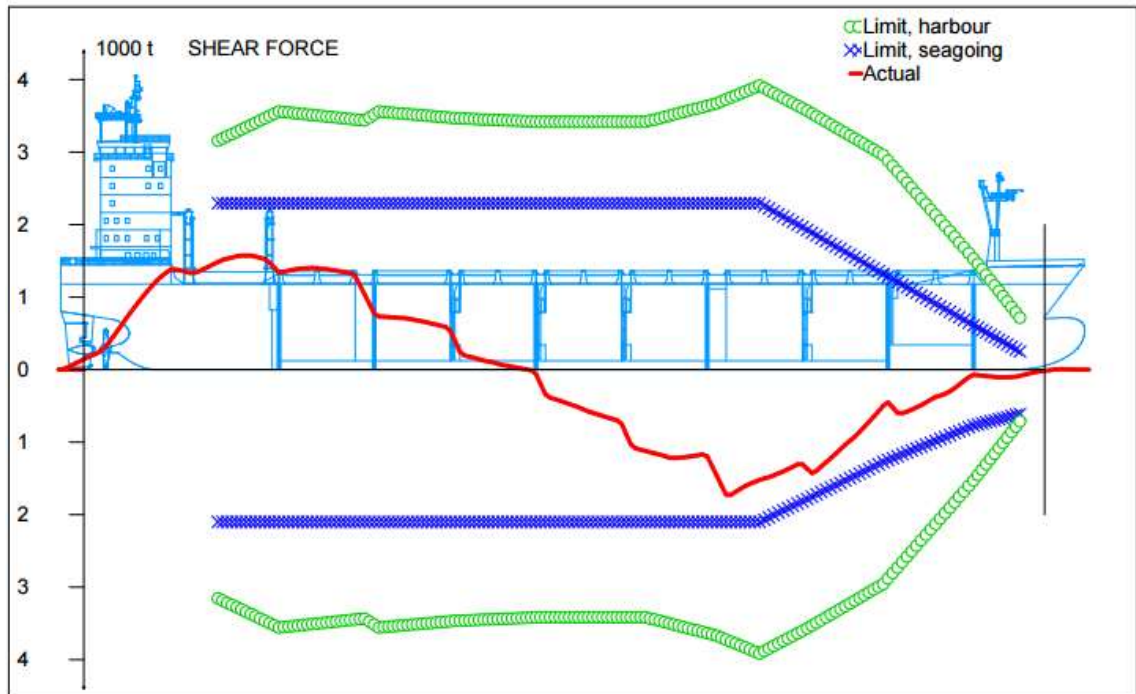
Valid draught restriction: Summer Max. draught: 9.51 mm) is from 0.798 aft to 0.798 fore



Heel	KN	GZ	m	Criteria	Actual	Limit	Unit	Status
5°	1.14	0.10	m	GM fluid	1.196	Min.	0.871	OK
10°	2.30	0.22	m	GZ 30 (1.011)	1.097	Min.	0.200	OK
15°	3.46	0.37	m	GZ max.	1.097			
20°	4.65	0.57	m	GZ max. at	35.8°	Min.	25.0°	OK
30°	6.97	1.01	m	Area 30	0.226	Min.	0.055	OK
40°	8.70	1.05	m	Area 40	0.414	Min.	0.090	OK
60°	10.12	-0.18	m	Area 40+30	0.187	Min.	0.030	OK
80°	9.66	-2.05	m	Area A	0.061			
Floodangle, Thf		62.5°		Area B	0.490			
Deck subm.		24.2°		Area B/A	8.075	Min.	1.0	OK
Cb		0.70		Stab.range	58.0°			
Wind force		0.0514	t/m ²	Wind heel Th0	3.2°	Max.	16.0°	OK
Wind lever lw1		0.058	m	Container COG	45	%		
Cargo windarea		678	m ²					
Total windarea		2315	m ²					
Z, A.749		12.35	m					
X1, A.749		0.80						
X2, A.749		1.00						
k, A.749		0.98						
r, A.749		1.04						
s, A.749		0.04						
lw2, A.749		0.087	m					
Th1, A.749		16.3°						
Th2, A.749		50.0°						
ThC, A.749		56.8°						
Th0+Th1, A.749		-13.1°						

Values calculated for trim = 0.63 m, draught = 7.87 m
Values calculated for initial heel = 0.6°

GM Min. is also acc. to damage stability req.



ANEXO 6: SEPARATA

El proceso educativo en el nivel superior, tiene como objetivo fundamental la formación de profesionales a través de la implementación y desarrollo de un conjunto de asignaturas contenidas en un determinado currículum. Al ser desarrolladas estas asignaturas, bajo el parámetro de un perfil profesional, se orientan al logro de objetivos de aprendizaje, que es el proceso por el que los hombres y las sociedades se preparan para hacer frente a nuevas situaciones. (Capella y Sánchez Moreno, 1999).

Desde la perspectiva de innovar, en el proceso de la enseñanza personalizada con la participación activa de los cadetes, tomando como base su interés y sus conocimientos previos, a través de la presentación de casos reales, discusiones grupales, lecturas obligatorias, sobre situaciones de la realidad actual acordes al tema, etc. se ha observado un mejor nivel de comprensión, aplicación y análisis. Por lo que consideramos impostergable innovar la enseñanza-aprendizaje que puede dar mejores logros, dado el interés que los propios estudiantes ponen al participar activamente en su aprendizaje.

Dado que el tema de la estabilidad es un eje transversal en el quehacer marítimo es que se el uso de módulos auto instructivos aplicados al proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos del cálculo manual de estabilidad, así como las competencias para identificar el valor de estabilidad mediante software.

TEMA 1. FLOTABILIDAD

1.1. Equilibrio de cuerpos flotantes: Principio de Arquímedes.

1.1.1. Principio de Arquímedes.

Todo cuerpo sumergido en un líquido recibe de este un empuje de abajo hacia arriba igual al peso del volumen de líquido desalojado.

$$\text{Peso del cuerpo} = \text{Volumen} \cdot \text{Densidad} \quad ()$$

$$\text{Empuje} = \text{Volumen del líquido desalojado} \times \text{Densidad del líquido}$$

1.2. Equilibrio estable de un cuerpo flotante.

Se produce cuando el **centro de carena** está:

- En la vertical del centro de gravedad.
- Centro de gravedad por debajo del metacentro.

1.2.1. Centro de carena.

Centro del volumen sumergido o bien punto de aplicación de la fuerza ascendente.

1.2.2. Metacentro.

Punto de intersección de las líneas de fuerzas ascendentes sobre la línea de equilibrio normal al escorarse el barco un ángulo pequeño ($< 15^\circ$).

1.3. Flotabilidad.

Es la presión ascendente que ejerce el agua sobre el barco.

$$\text{Flotabilidad} = \text{Peso del agua desplazada}$$

1.3.1. Desplazamiento.

Es el peso del barco.

$$\text{Desplazamiento} = \text{Volumen de carena} \cdot \text{densidad}$$

1.3.2. Centro de carena (C).

Centro del empuje ascendente o centro de la fuerza de flotación.

Punto de aplicación de la fuerza ascendente.

1.3.3. Centro de gravedad (G)

Punto de aplicación de la resultante de todas las fuerzas de la gravedad.

Generalmente el centro de gravedad no coincide con el centro geométrico.

1.3.4. Altura del centro de gravedad sobre la quilla (GK).

Distancia vertical desde el canto bajo de la quilla (K) al centro de gravedad (G).

1.4. Francobordo.

Distancia vertical desde el costado del buque y en la medianía de su eslora entre la línea de flotación a máxima carga y la línea de cubierta principal.

1.4.1. Cubierta principal.

Es la que posee medios permanentes de cierre.

1.5. Reserva de flotabilidad.

Volumen comprendido entre la cubierta estanca superior y la superficie de flotación a máxima carga.

El disco Plimsoll y la línea horizontal que lo atraviesa es la base para trazar las demás líneas de máxima carga según el tipo de aguas y la estación del año.

1.6. Carena.

Parte sumergida del casco.

1.6.1. Volumen de carena.

Volumen del líquido desalojado.

1.6.2. Centro de carena.

Centro de gravedad del volumen sumergido. Punto de aplicación de la resultante de las fuerzas ascendentes.

1.6.3. Empuje.

Fuerza ascendente aplicada al centro de carena.

1.6.4. Centro de empuje o centro de presión.

Coincide con el centro de carena.

1.7. Desplazamiento.

Es el peso del buque. Se expresa en toneladas métricas.

1.7.1. Desplazamiento en rosca.

Peso del buque totalmente descargado (al terminar su construcción).

1.7.2. Desplazamiento en lastre.

Peso del buque con su dotación, sin carga pero listo para navegar.

1.7.3. Desplazamiento máximo o total.

Peso del buque a máxima carga y listo para navegar.

1.7.4. Desplazamiento estandar.

Para los buques de guerra.

1.7.5. Desplazamiento en superficie e inmersión.

Para los submarinos.

1.8. Centro de gravedad (G).

Punto de aplicación de todos los pesos. Generalmente *no* coincide con el centro geométrico.

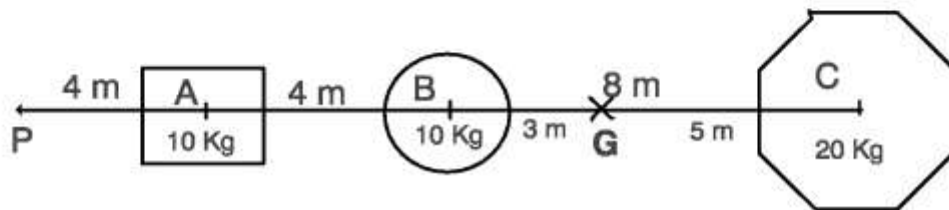
1.8.1. Momento de un punto respecto al centro de gravedad.

Es el producto del peso aplicado en el punto por la distancia al centro de gravedad.

Si el cuerpo está en equilibrio la suma algebraica de momentos respecto al centro de gravedad es cero.

Ejemplo.

Hallar el punto de aplicación del centro de gravedad con los datos de la figura.



$$\begin{aligned}M_{AP} &= 10 \cdot 4 = 40 \text{ Kg-m} & 440 \text{ Kg-m} / 40 \text{ m} &= 11 \text{ m} \square \\M_{BP} &= 10 \cdot 8 = 80 \text{ Kg-m} & \square \text{ PG} &= 11 \text{ m} \\M_{CP} &= 20 \cdot 16 = 320 \text{ Kg-m} & & \\& \underline{40} & & \underline{440}\end{aligned}$$

Comprobación:

$$\begin{aligned}M_{AG} &= 10 \cdot 7 = 70 & M_{CG} &= 20 \cdot 5 = 100 \\M_{BG} &= 10 \cdot 3 = 30 & \text{Momento resultante} &= 100 - 100 = 0 \\& \underline{100} & & \end{aligned}$$

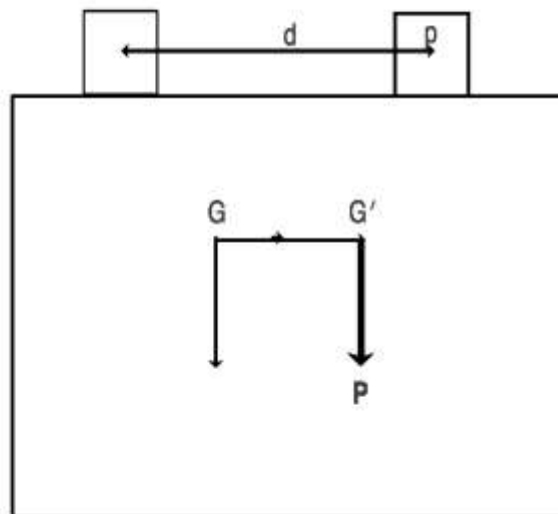
1.8.2. Variación del Centro de Gravedad.

Al cambiar de sitio cualquier elemento de un sistema de pesos, cambia el centro de gravedad del sistema.

La variación del centro de gravedad es directamente proporcional al peso y a la distancia a que se traslada e inversamente proporcional al peso total del sistema.

1.8.2.1. Variación por desplazamiento paralelo de un peso.

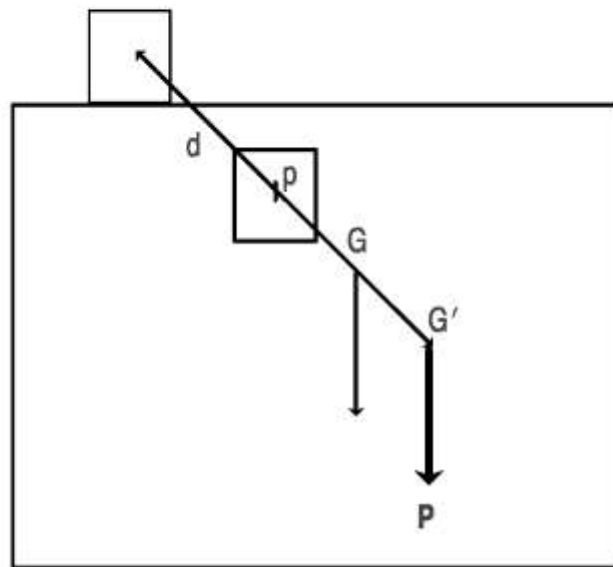
La variación del centro de gravedad será directamente proporcional al producto del peso por la distancia a que se ha desplazado e inversamente proporcional al peso total del sistema.



$$GG' = p \cdot d / P$$

1.8.2.2. Variación por desplazamiento oblicuo de un peso.

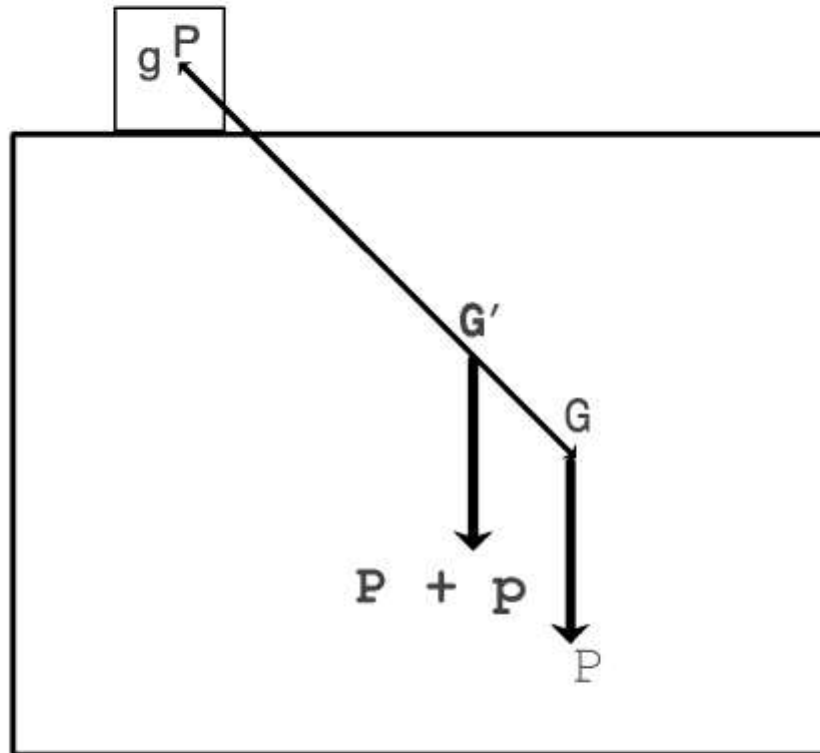
La variación del centro de gravedad será directamente proporcional al producto del peso por la distancia a que se ha desplazado e inversamente proporcional al peso total del sistema,



$$GG' = p \cdot d / P$$

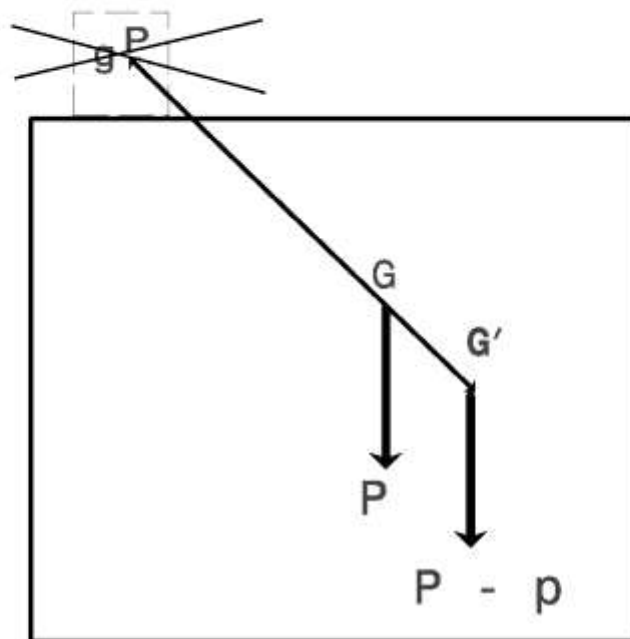
1.8.2.3. Variación del centro de gravedad al cargar un peso.

Es lo mismo que si inicialmente lo cargáramos en G, con lo que varía el peso total del sistema ($P+p$) pero no el centro de gravedad, y posteriormente lo trasladáramos al lugar que ocupa.



$$GG' = p \cdot gG / P + p$$

1.8.2.4. Variación del centro de gravedad al descargar un peso.



$$GG' = p * gG / P - p$$

1.9. Arqueo: Definición y clases.

Arqueo o registro es el volumen o capacidad de un buque.

Se expresa en **Toneladas Moorson**

$$(1 \text{ T. Moorson} = 2,83 \text{ m}^3 = 100 \text{ pies}^3)$$

$$\text{Arqueo} = E \cdot M \cdot P \cdot Ca / 2,83 \text{ m}^3$$

- **E** = Eslora (m)
- **M** = Manga (m)
- **P** = Puntal (m)
- **Ca** = Coeficiente de afinamiento.

1.9.1. Arqueo Bruto.

Arqueo Bruto o Registro Total (R.T.) o Registro Bruto (R.B.) es el volumen total de los espacios del buque.

1.9.2. Arqueo Neto.

Volumen de los espacios cerrados que pueden aprovecharse comercialmente.

1.10. Equilibrio de los cuerpos total o parcialmente sumergidos.

- **Centro de gravedad (G).**

Punto donde se concentran las fuerzas descendentes de un cuerpo (peso).

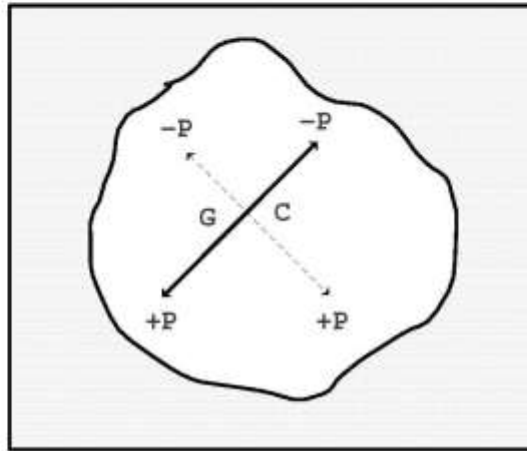
- **Centro de carena (C).**

Punto donde se concentra el empuje o fuerzas ascendentes.

1.10.1. Cuerpo totalmente sumergido.

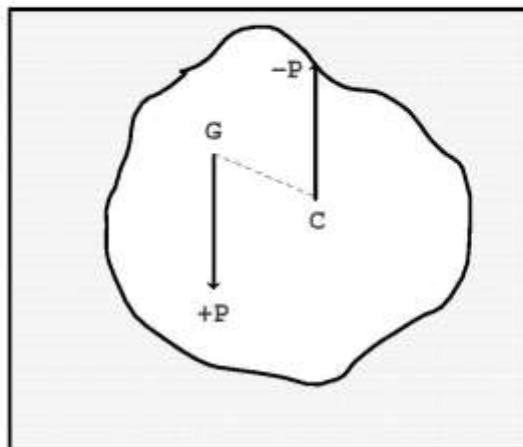
Si G coincide con C : Equilibrio indiferente.

Al desviar el cuerpo de su posición inicial permanecen invariables las condiciones de equilibrio.

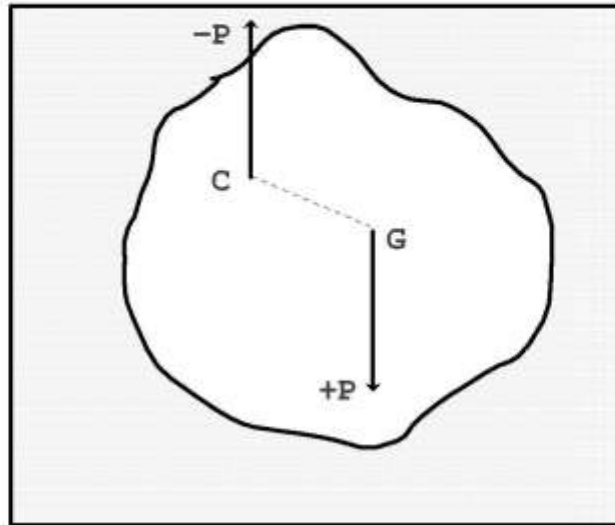


Si G está por encima de C : Equilibrio inestable.

Al desviar el cuerpo de su posición inicial se forman un par de fuerzas ($+P$, $-P$) que tenderán a provocar un movimiento de rotación.



Si G está por debajo de C: Equilibrio estable.



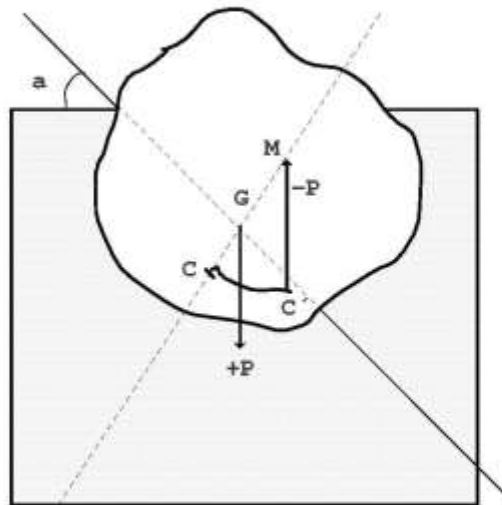
Al desviar el cuerpo de su posición inicial se forman un par de fuerzas (+P, -P) que tiende a regresar al cuerpo a la posición primitiva. El equilibrio estable en un cuerpo totalmente sumergido requiere que el peso sea igual al empuje, que G y C estén en la misma vertical y que C esté por encima de G.

1.10.2. Cuerpo parcialmente sumergido.

En un cuerpo parcialmente sumergido las posiciones relativas de G y C no nos definen la situación de equilibrio.

Es el **metacentro (M)** y su situación respecto a G la que define el equilibrio cualquiera que sea la posición de G respecto a C. Metacentro es el punto de corte de la vertical de la nueva fuerza de empuje (originada al variar C) con la línea de empuje inicial.

Si M está por encima de G: **Equilibrio estable.**

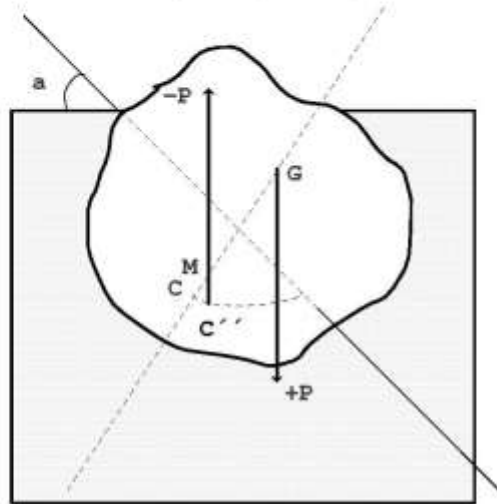


Al desplazar el centro de carena C sobre la curva CC' se forman un par de fuerzas $(+P, -P)$ que tienden a devolver el cuerpo a su posición inicial. El metacentro M queda por encima de G.

Si M está por debajo de G : **Equilibrio inestable.**

Al desplazar C sobre la curva CC'' se forman un par de fuerzas $(+P, -P)$ que tienden a separar el cuerpo, aún más, de su posición inicial.

El metacentro M queda por debajo de G .



Si M está coincide con G : **Equilibrio indiferente.**

En principio el equilibrio es estable en dicha posición, pero al desplazar C se modificará la posición de M creando fuerzas que harán que el equilibrio sea estable o inestable según la posición a la que M pasara.

TEMA 2. ESTABILIDAD

2.1. Estabilidad.

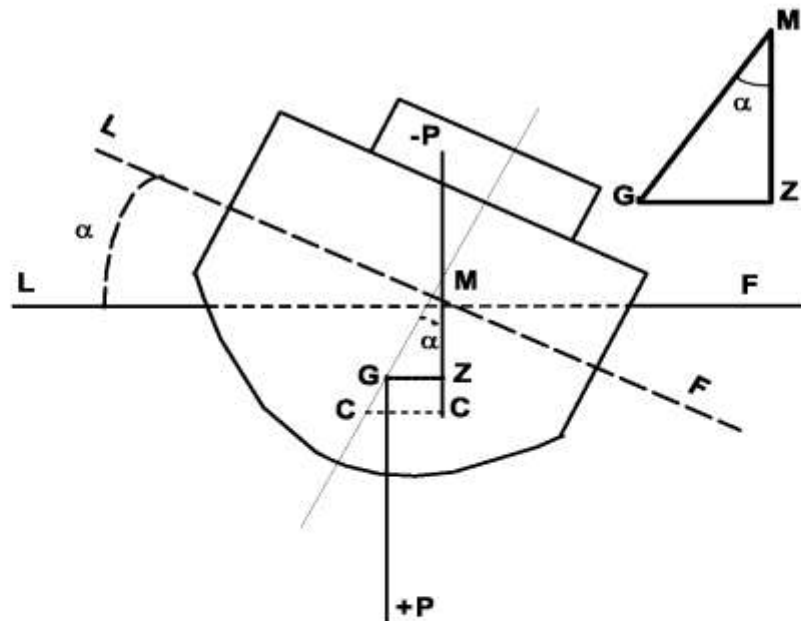
Propiedad de un cuerpo de recuperar su posición inicial de equilibrio si la pierde por causas externas.

2.2. Estabilidad inicial.

Tendencia del buque a adrizarse por si mismo cuando los ángulos de escora son pequeños (hasta unos 15°).

2.2.1. Altura metacéntrica (GM).

Distancia entre el centro de gravedad (G) y el metacentro (M).



GZ = Brazo de adrizamiento.

GM = Altura metacéntrica.

Las trayectorias de C y M según la escora no son correctas más que para **estabilidad inicial** (escora < 15°). Para mayores inclinaciones las trayectorias son curvas.

2.2.2. Momento de adrizamiento.

Momento de adrizamiento = $P \cdot GZ = P \cdot GM \cdot \sin \alpha$

GM puede aumentar bajando G (cargando pesos por debajo de G).

2.2.3. Brazo de adrizamiento (GZ).

Brazo de adrizamiento es la altura metacéntrica por el seno del ángulo de escora.

Brazo de adrizamiento = GZ

$GZ = GM \cdot \sin \alpha$ · Momento de adrizamiento = $P \cdot GM \cdot \sin \alpha$

- Si GM es grande, el momento de adrizamiento es grande, lo que implica gran estabilidad inicial con resistencia al balance y recuperación brusca o rígida.
- Si GM es pequeña, el momento es pequeño con tendencia al balanceo de recuperación lenta (se dice que duerme).

2.2.4. Par de estabilidad.

Par de fuerzas constituido por el peso del buque y el empuje del agua.

Si existe escora, el centro de gravedad continuará en G si no ha habido traslado de pesos; pero el centro de carena C se trasladará a C' originando el brazo de adrizamiento GZ. El ángulo GMZ (α) será el de escora.

Momento de adrizamiento (M) = Peso · GZ (brazo de adrizamiento)

$M = \text{Peso} \cdot GM (\text{altura metacéntrica}) \cdot \text{seno } \alpha.$

Peso · GM = Coeficiente de estabilidad

Se mide en tonelámetros o toneladas-pie (según GM se exprese en

metros o
pies).

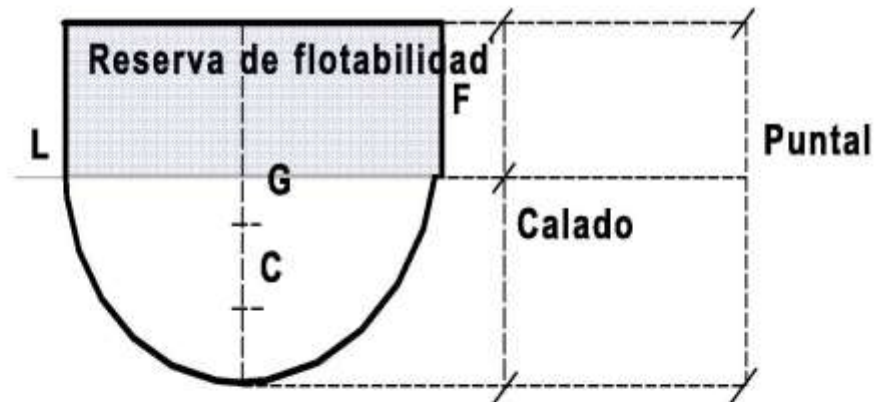
2.3. Estabilidad transversal.

Es el momento de estabilidad visto en los puntos anteriores.

Depende de:

- Altura metacéntrica.
- Forma del casco.
- Francobordo.
- Manga.

2.3.1. Reserva de flotabilidad.



Francobordo

La reserva de flotabilidad es el volumen de la obra muerta.

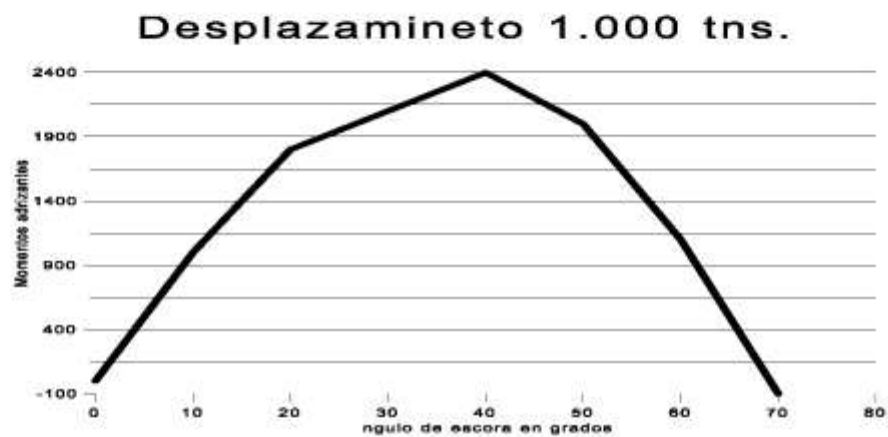
- Puntal: Distancia entre la quilla y la cubierta principal estanca.
- Francobordo: Distancia desde la línea de flotación en máxima carga hasta la cubierta principal en la parte central del buque.

$$\text{Puntal} = \text{Calado_máximo} + \text{Francobordo}$$

- Obra muerta es la parte estanca no sumergida.

2.3.2. Curva de estabilidad transversal.

Es la definida poniendo en abscisas en ángulo de escora y en ordenadas el valor del momento de adrizamiento.



2.3.3. Escora.

Es la inclinación transversal. Se mide en grados respecto a la vertical.

2.3.4. Asiento.

Es la inclinación longitudinal. Se mide por la diferencia de calados entre proa y popa.

Si calado de popa > calado de proa : Barco apopado

Si calado de popa < calado de proa : Barco aproado

Cambio de asiento: es la diferencia entre los calados de proa y de popa.

2.4. Estabilidad longitudinal.

Tendencia del buque a oponerse a los cambios de asiento, es decir, a la inclinación en el sentido longitudinal.

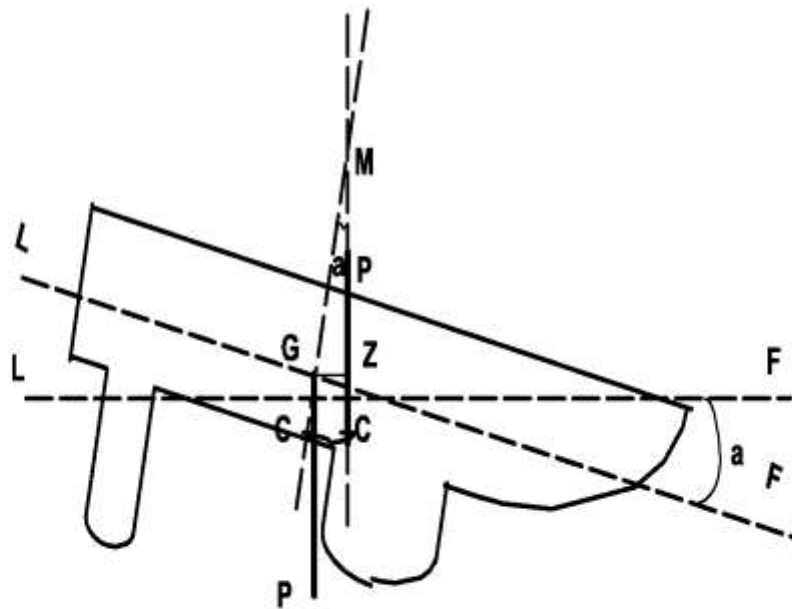
2.4.1. Centro de flotación.

Centro del plano de flotación sobre el que se producen la inclinaciones longitudinales. No suele coincidir con la vertical del centro de gravedad.

Cuando se carga un peso sobre el centro de flotación no se altera la diferencia de calados o asiento.

2.4.2. Estabilidad longitudinal inicial.

Tendencia a oponerse al cambio de asiento cuando los ángulos de inclinación son pequeños.



Su valor es función de la altura metacéntrica longitudinal (GM').

M' = Metacentro longitudinal.

$$\text{Momento_estabilidad_longitudinal} = \text{Peso} \cdot GZ$$

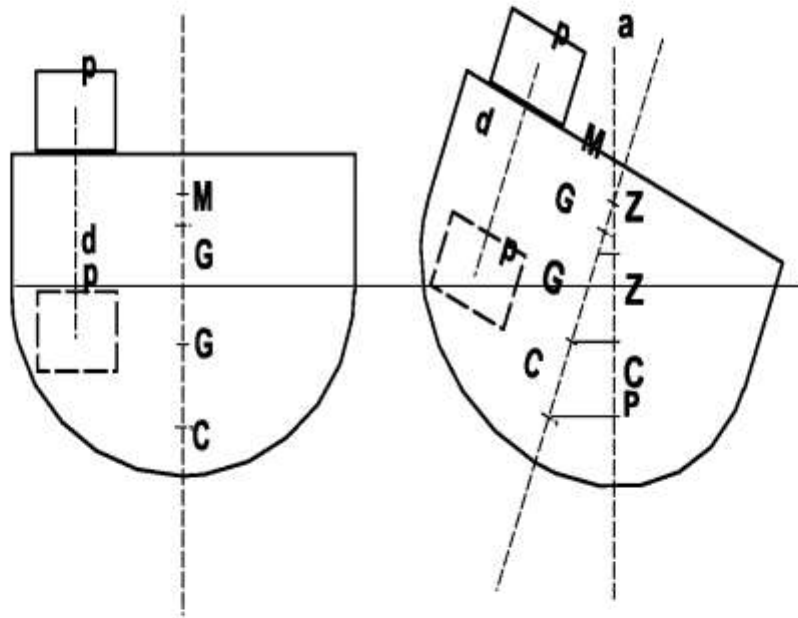
$$GZ = GM' \cdot \text{sen } a$$

$$\text{Momento_estabilidad_longitudinal} = P \cdot GM' \cdot \text{sen } a$$

El momento de estabilidad longitudinal es muy superior al de estabilidad transversal porque GM' es mucho mayor que GM .

Depende fundamentalmente de la *eslora*.

2.5. Movimientos de pesos a bordo y su influencia en la estabilidad y en asiento.



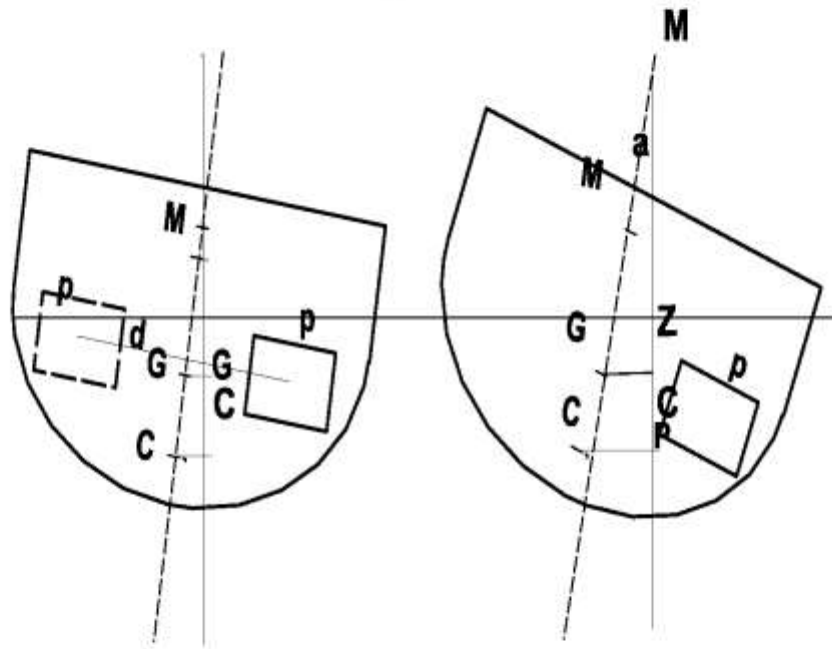
2.5.1. Traslado vertical de pesos.

- No hay variación de asiento ni calados.
- No hay variación de la escora inicial.
- Se altera la altura metacéntrica (GM pasa a ser $G'M$).
- Al escorar se altera el brazo de adrizamiento (GZ pasa a ser $G'Z'$).
- Si el peso se sube disminuye el momento de adrizamiento:

$$P \cdot GM \cdot \sin a = P \cdot GZ$$

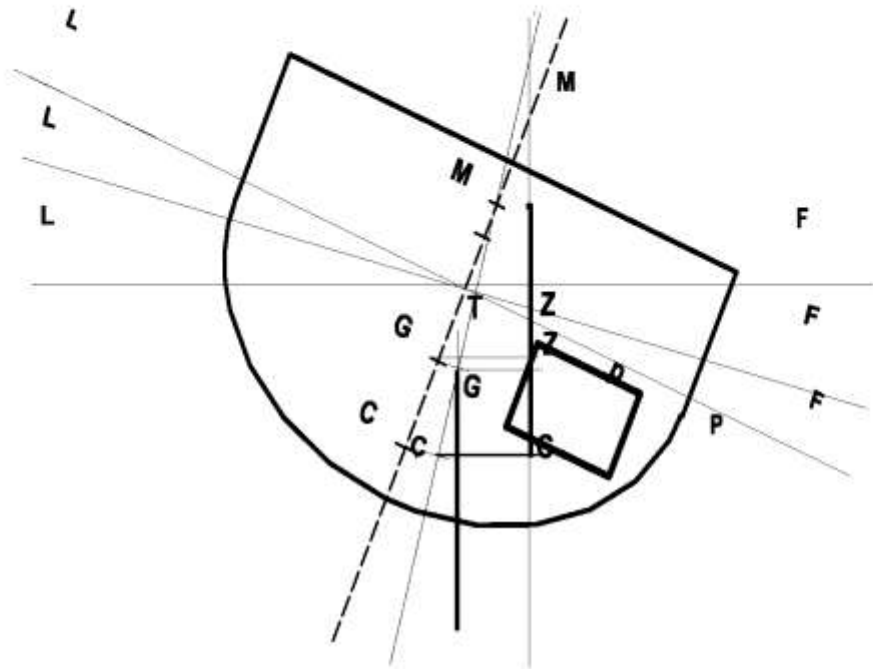
- Si el peso se baja aumenta el momento de adrizamiento.
- $GG' = p \cdot d / P$

2.5.2. Traslado horizontal de pesos.



- No se altera el asiento.
- Se alterará la escora inicial y la escora adquirida quedará como permanente quedando el nuevo centro de carena (C') y el nuevo centro de gravedad (G') en la misma vertical.
- Partiendo de la nueva posición si se escora el buque (por una ola por ejemplo), G' sigue donde estaba pero C' pasa a C'' apareciendo un brazo de adrizamiento $G'Z'$ que es menor que el brazo GZ que el que hubiera tenido de permanecer G en el plano diametral (como estaba antes del traslado de pesos); luego la nueva estabilidad inicial es menor que la que el barco tenía cuando

estaba adrizado.



En el triángulo GTG' podemos resolver sus valores por trigonometría sabiendo que el ángulo TGG' es el de la última escora.

2.5.3. Traslado diagonal de pesos.

Se calcularán los efectos sobre el brazo de adrizamiento con el traslado vertical y con los nuevos datos calcular la escora según el traslado horizontal.

2.5.4. Traslado horizontal-longitudinal. Cambio de asiento.

Se calcularán los efectos sobre GM al trasladar el peso verticalmente y con los nuevos datos se determinarán los efectos del traslado horizontal. Se trata de una mezcla de los dos movimientos vistos: vertical y transversal.

- Cambio de asiento.

Si trasladamos un peso sabemos que su momento es igual a este peso por la distancia trasladado, luego dividiendo ese momento por el momento necesario para que el asiento varíe una pulgada (o un centímetro) nos dará la variación de asiento para dicho traslado.

$$\text{Cambio de asiento} = p \cdot d / \text{Momento_para_variar_1_pulgada}$$

$$\text{Cambio de asiento} = p \cdot d / \text{Momento_para_variar_1_cm}$$

- Ver ejemplos.

TEMA 3. BALANCE Y CABEZADA

3.1. Balance.

Movimiento alternativo que hace el buque inclinándose hacia uno y otro costado.

El balance sería continuo si no lo amortiguara la resistencia de los elementos: agua, aire y olas.

Depende de:

- Movimiento propio de oscilación del buque.
- Movimiento ondulatorio de la mar.

Los principales componentes del balance son:

- Período.
- Amplitud.
- Eje de giro longitudinal o eje tranquilo.
- **Balance absoluto** es el referido a la vertical verdadera.
- **Balance relativo** es el referido a la perpendicular a la pendiente media de la ola.

3.1.1. Período de balance.

Tiempo entre la inclinación a una banda e inclinación a la otra el mismo número de grados.

3.1.1.1. Período de balance doble o completo.

Tiempo entre la inclinación a un costado y el regreso a esa misma inclinación.

3.1.2. Amplitud de la oscilación.

Ángulo descrito en una oscilación simple (doble del ángulo de escora a una banda).

3.1.3. Eje de giro longitudinal o eje tranquilo.

Eje longitudinal según el cual un barco oscila en aguas tranquilas.

Se considera a efectos prácticos el que pasa por el centro de gravedad.

3.2. Sincronismo.

Es la sumación de los períodos de balance del buque y de la ola.

Si se produce este fenómeno aumenta el balance absoluto con peligroso aumento de la inclinación.

3.2.1. Factores que se oponen al sincronismo.

- Irregularidad del oleaje y de su período.
- Que el barco no permanezca completamente atravesado al oleaje durante bastante tiempo.
- La resistencia de los medios y su variación en dirección e intensidad.

El sincronismo se evita actuando con el timón cambiando el rumbo.

3.3. Cabezada.

Oscilación longitudinal.

Acción de cabecear o bajar la proa.

Se producen siempre que se recibe la mar por cualquier punto que no sea la de través.

3.3.1. Factores que originan las cabezadas.

- Mayores cuanto menor sea el ángulo con que se recibe el oleaje.
- Altura de las olas.
- Longitud del barco.

3.3.2. Consecuencias de las cabezadas.

- Alteran la resistencia estructural del barco.
- Son mas molestos que los balanceos longitudinales.
- Pueden producir corrimiento de cargas aunque menos que los balanceos transversales.

3.4. Sincronismo transversal y sincronismo longitudinal.

El sincronismo transversal consiste en la coincidencia del período de balance del barco con el de la ola. Puede hacerse muy peligroso cuando el barco esté completamente atravesado. Se corrige cambiando el rumbo.

El sincronismo longitudinal se produce cuando el período de cabezada coincide con el de las olas. Si se produce, el efecto es mayor que en el del transversal porque coincidirían cresta y seno de la ola con el fin de la cabezada en la subida y en la caída de la proa, aumentándose la amplitud del movimiento pudiendo el barco llegar a pasarse por ojo (hundirse clavando la proa).

Con mar de proa, si el buque aumenta la velocidad, el período disminuye y los cabeceos serán rápidos y cortos, el barco no tiene tiempo de reaccionar al encontrarse en un seno, encapillará la cresta de la ola siguiente o bien dará fuertes pantocazos. Por eso *cuando se capea un temporal se ha de hacer a poca velocidad*.

Con mar de popa, el sincronismo longitudinal puede hacer que el barco quede en la cresta de la ola con hélice y timón fuera del agua y, por tanto, sin gobierno y al estar en el seno la cresta de la ola siguiente montarían la popa hundiéndolo el barco. La mar de popa es mucho más traicionera que la de proa.

3.5. Pantocazos.

Son los golpes de la proa que se producen cuando las ondulaciones del agua hacen que el barco quede al aire de proa a popa, en rumbos con proa a la mar, y la velocidad no está acompasada a la de las olas.

Los pantocazos pueden producirse también en la popa, si bien los de proa son más tenidos en cuenta por producir peores efectos.

El ir popa a la mar reduce los pantocazos y si se acompasa a la velocidad de las olas desaparecen, pero no es recomendable en caso de tiempo duro.

3.5.1. Forma de reducir los pantocazos.

- Poner popa a la mar (no recomendable en tiempo duro).
- Reducir la velocidad en caso de proa a la mar.
- Aumentar la velocidad en caso de popa a la mar.
- Serán menores cuánto menos plano sea el fondo del barco en sus

extremidades.

3.6. Inercia.

Todo cuerpo al recibir la acción de una fuerza, conserva el estado mecánico (reposo o movimiento) en que quedó si no actúan otras fuerzas.

Si en aguas tranquilas se provoca una cabezada o un balance desapareciendo la causa, la inercia mantendrá el movimiento indefinidamente.

La fricción con el agua amortiguará la inercia.

La acción del viento, de la mar y la resistencia a la propulsión provocan el movimiento y hacen que se mantenga con igual, mayor o menor intensidad.

Si aumenta el valor del par de estabilidad (transversal o longitudinal), los balances y/o cabezadas son bruscos y duros provocando sufrimiento de estructuras y corrimientos de cargas.

Para disminuir el momento del par de estabilidad transversal es necesario el "a" de la fórmula

$$M_e = p (r-a) \text{ sen } \alpha$$

es decir aumentar la altura GC (subir el centro de gravedad) sin que se anule el valor del momento y el barco quede sin estabilidad.

Al igual ocurriría para reducir el momento del par de estabilidad longitudinal, habría que subir el centro de gravedad.

3.7. Influencia del centrado de pesos.

3.7.1. En oscilaciones transversales.

El barco oscila alrededor del eje tranquilo que pasa próximo al centro de gravedad G.

El barco se comporta como un péndulo (péndulo invertido) con eje de oscilación que pasa por el metacentro. Su período es:

$$T = \pi \sqrt{\frac{I}{p \cdot a}}$$

I = Momento de inercia.

p= Peso.

a = Distancia del centro de gravedad del péndulo (G) al centro de giro.

La fórmula trasladada al barco sería:

$$T = \pi \sqrt{\frac{IG}{p \cdot IG}} = \pi \sqrt{\frac{IG}{p \cdot (r - a)}}$$

P = Desplazamiento.

MG = Altura metacéntrica [(G - C) = (r - a)].

IG = Momento de inercia del buque con su carga.

I_G es, por tanto, la suma de los productos de las masas elementales del buque y carga por la distancia que los separa del centro de gravedad elevada al cuadrado.

$$I_G = p \cdot d_1^2 + p \cdot d_2^2 \dots\dots\dots$$

Si *centramos los pesos* disminuyen las distancias y por tanto disminuiría I_G y el período T.

Si aumentamos la distancia MG (r - a) *bajando los pesos* también disminuiría el período.

- El período de balance se reduce por:

- Centrando los pesos.

- Bajando los pesos.

- El valor del período transversal está comprendido entre 4 y 20 seg.

Períodos de menos de 5 seg. son inaguantables.

- Para aumentar el período de balance alejaremos pesos del plano longitudinal-vertical que contiene G o subiremos el centro de gravedad. Esta

estabilidad de balances lentos y prolongados se llama *estabilidad de plataforma*.

3.7.2. En oscilaciones longitudinales.

El comportamiento sería similar y el período de cabeceo se reduce por:

- Centrado de pesos.
- Bajando los pesos.

En barcos pequeños el centrado de pesos longitudinal disminuye el período y favorece el levantamiento de la proa y que se embarque menos agua pero aumenta la incomodidad.

El momento de cabezada depende de:

- período longitudinal.
- eslora.

TEMA 4. RESISTENCIA AL MOVIMIENTO

4.1. Propiedades de los fluidos.

- Viscosidad.
- Cohesión.
- Rozamiento entre moléculas.

4.2. Elementos en los que se mueve el barco.

- Agua.
- Aire.

4.3. Tipos más importantes de resistencias al movimiento.

4.3.1. Resistencia aerodinámica.

- Resistencia por el aire.

4.3.2. Resistencia hidrodinámica.

- Resistencia de fricción o rozamiento.
- Resistencia directa o resistencia de formación de remolinos.
- Resistencia por formación de olas.

4.3.3. Otras resistencias.

- Resistencia por la propulsión.
- Resistencias accidentales (estado de la mar, suciedad del casco, corrientes, etc.).
-

4.4. Resistencia de fricción o rozamiento.

Es la que oponen los filetes o moléculas de agua a la carena del buque en movimiento.

Es la resistencia más importante al movimiento (80 % de la resistencia total).

Proporcional a la superficie de la carena y a la velocidad del buque.

La fricción aumenta proporcionalmente al cuadrado de la velocidad.

El consumo aumenta en proporción al cubo de la velocidad.

4.5. Resistencia directa o "resistencia de formación remolinos".

Originada por masas de aguas que, al paso del buque, pasan de reposo a movimiento originando remolinos con gasto de cierta cantidad de energía.

Para reducir los remolinos se dan al casco líneas de agua eliminando irregularidades y curvaturas bruscas y afinando las salidas de los filetes de agua (tanto en el casco como a timón, arbotantes de hélices, quillas de balance y en general a todos los elementos bajo el agua).

La resistencia directa tiene un valor de 1/10 a 1/20 de la resistencia de fricción.

Aumenta su valor proporcionalmente al cuadrado de la velocidad.

4.6. Resistencia por formación de olas.

La formación de olas se debe a la velocidad y forma de la carena.

Las olas más notorias son las divergentes y las transversales.

- Olas divergentes o "bigotes".

Se forman en proa al alcanzar cierta velocidad.

Tienen un ángulo de unos 40° con el plano diametral.

A popa, por la depresión al avanzar la carena, se forman olas divergentes menores.

- Olas transversales.

Se forman al paso de la carena al romper la estabilidad de la presión del agua en sus diferentes capas.

Son proporcionales a la velocidad del buque.

Suponen gasto de energía.

Se propagan en dirección contraria al movimiento del buque.

4.7. Resistencia por el aire.

Resistencia en proporción con la obra muerta, la velocidad del buque y la dirección y velocidad del viento.

4.8. Resistencia por la propulsión.

Es la originada al rellenarse la depresión que originan las hélices por aguas próximas que rozan la carena.

Además las hélices perturban la dirección de los filetes líquidos, forman olas y remolinos.

Esta resistencia depende del número de hélices, de su posición y de su forma.

4.9. Resistencias accidentales.

- Estado de la mar.
- Suciedad del casco (puede reducir hasta un 10 % la velocidad del buque)..
- Corrientes de agua.
- Aguas poco profundas.
- Diferentes densidades del agua.
- Canales estrechos.
- Orillas, etc.

4.10. Resistencia aerodinámica.

Resistencia que ofrece el aire al paso de la obra muerta del buque.

Es proporcional a la obra muerta y velocidad del buque.

Si el aire se convierte en viento, entraría en función su dirección y velocidad respecto a la dirección y velocidad del buque.

4.11. Resistencia hidrodinámica.

Resistencia al paso del buque debida al agua. Representa un 90 % de la resistencia total al movimiento.

- Resistencia por fricción o rozamiento (80 % del total de la resistencia al movimiento).
- Resistencia directa o de formación de remolinos.
- Resistencia por formación de olas.

4.12. Elementos de la carena que influyen en la resistencia a la marcha.

- Eslora.
- Coeficiente de afinamiento.
- Formas de proa y de popa.

4.13. Influencia de la escora y del asiento en el gobierno.

4.13.1. Influencia de la escora en el gobierno.

La escora permanente origina en la banda escorada mayor resistencia al movimiento que la emergida.

El barco tiende a caer a la banda escorada, tendencia que se corregirá con el timón o adrizando el barco por traslado de pesos.

En algunos veleros debido a sus formas aerodinámicas el efecto puede ser el contrario y el barco tendería a caer a la banda contraria a la escorada (tendencia a orzar).

4.13. 2. Influencia del asiento en el gobierno.

- Buque aproado.

Un buque aproado gobierna mal porque los filetes de agua que inciden en el timón lo hacen con formación de turbulencias y remolinos.

Un buque a aproado pierde velocidad por presentar mayor pantalla de carena.

- Buque apopado.

Mejor gobierno que en el buque aproado porque le entra al timón más cantidad de aguas vivas.

Pérdida de velocidad por presentar más pantalla de carena al agua que si no tuviera diferencia de calados.

Un buen gobierno sin pérdida de velocidad se consigue con el barco apopado unos 3°.

En barcos pequeños hay que tener en cuenta que la mar de popa o aleta aproa el barco, y que la mar de proa o amura apopa el barco.

ANEXO 7: MEMORIA FOTOGRÁFICA



