

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Técnica Naval**

**Anteproyecto de petrolero
de 175000 T.P.M.**

Francisco José MEDINA QUINTERO



Centro: E. U. I. T. NAVAL
Titulación: I. T. NAVAL
Fecha: Julio 2009



INDICE DE CAPITULOS

CAPITULO 1.ESPECIFICACION TECNICA	PAG 1
CAPITULO 2. ESTUDIO ESTADISTICO	PAG 4
CAPITULO 3.PROYECTO CONCEPTUAL	PAG12
CAPITULO 4.DIMENSIONES PRINCIPALES	PAG 17
CAPITULO 5 .DISEÑO DE FORMAS	PAG 23
CAPITULO 6 .DISPOSICION GENERAL	PAG 40
CAPITULO 7.ESCANTILLONADO DE LA SECCION MAESTRA	PAG 49
CAPITULO 8.ESTIMACION DE POTENCIA FINAL	PAG 68
CAPITULO 9.SISTEMAS DE A BORDO	PAG 77
CAPITULO 10.PESO EN ROSCA	PAG 93
CAPITULO 11 .ARQUEO Y FRANCOBORDO	PAG 106
CAPITULO 12.SITUACIONES DE CARGA	PAG 115
○ ANEXO 1.ESTUDIO DE ESTABILIDAD	PAG 154
CAPITULO 13.RESISTENCIA LONGITUDINAL	PAG 163
CAPITULO 14 MANIOBRABILIDAD	PAG 177
CAPITULO 15 .ESTIMACION ECONOMICA	PAG 186
PLANOS ADJUNTOS	PAG 194
○ FORMAS	
○ DISPOSICION GENERAL	
○ SECCION MAESTRA	

CAPITULO 1.ESPECIFICACION DEL BUQUE

CONTENIDO

1.1 Introducción	1
1.2 especificacion tecnica	1
1.3 .especificacion recibida para el buque proyecto	2

1.1 INTRODUCCIÓN

El proceso de diseño del buque parte de la necesidad de “alguien” de transportar “algo” a una determinada velocidad, esta necesidad puede ser fruto de la materialización de una oportunidad de negocio o como ampliación del mismo.

Como es de suponer, el proyecto de un buque desde un punto de vista técnico puede ser dividido en diferentes etapas, en función del grado de detalle con el que se describe el mismo, lógicamente estas etapas están directamente relacionadas con las diferentes fases en el tiempo que transcurren desde que surge la necesidad de la que hablamos en el párrafo anterior, hasta que el buque está listo para comenzar la ingeniería de detalle y posterior construcción. Centrándonos en estas fases en el tiempo podemos decir que normalmente son tres, analicemos cada una de ellas.

1.2 ESPECIFICACION TECNICA

Esta se hace como respuesta a una petición de oferta por parte de un cliente a un astillero constructor, en ella se estudian aspectos muy generales y se describe el buque con un grado de detalle mínimo, el suficiente para elaborar un presupuesto, y realizar una oferta.

Se definen básicamente los siguientes aspectos:

- Características del Buque.
- Estructura.
- Equipos y tratamientos de superficie.
- Medios de Carga.
- Sistema de Propulsión.
- Equipos de Generación eléctrica y Vapor.
- Sistemas Eléctricos.
- Automatización.

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

Capitulo 1:ESPECIFICACION DEL BUQUE

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

Señalar que en algunas ocasiones esta definición inicial la realiza el propio armador, remitiendo la documentación al constructor, el cual lo único que hace es el estudio para lanzar la oferta económica. .

En el caso del buque proyecto estos datos son los usados como datos de partida y requerimientos básicos para el proyecto.

1.3 .ESPECIFICACION RECIBIDA PARA EL BUQUE PROYECTO

A continuación se muestra la especificación recibida para el buque proyecto:

TIPO DE BUQUE: Petrolero Transporte de crudo 175000 tpm.

CLASIFICACION : Lloyd's Register of shipping

PESO MUERTO :175000 TPM

VELOCIDAD :15 , 5 nudos en pruebas a plena carga a 90%MCR

AUTONOMIA: 20000 millas

CAPACIDAD DE CARGA :1.215.000 bbls

SISTEMA DE PROPULSION:Motor lento directamente acoplado y hélice de paso fijo

OTROS REQUERIMIENTOS :

Lastre segregado suficiente para mal tiempo.

3 diesel generadores.

3 turbo bombas de carga.

3 turbo bombas de lastre.

Tripulación de 30 personas + 6 trabajadores de reparaciones.

Bandera comunitaria.

Timon Mariner .

Proa con bulbo .

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

Capitulo 1:ESPECIFICACION DEL BUQUE

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

CAPITULO 2 . ESTUDIO ESTADISTICO

CONTENIDO

2.1 .ESTUDIO COMPARATIVO DE PARAMETROS REALES.....	2
2.2. RELACION DE PARAMETROS ADIMENSIONALES.....	3
2.3.ELABORACION DE GRAFICAS COMPARATIVAS.....	3
2.3.1 GRAFICO Lpp vs tpm.....	3
2.3.2 GRAFICO B/TPM.....	4
2.3.3 GRAFICO TPM.....	4
2.3.4 GRAFICO D/TPM.....	5
2.3.5.GRAFICO L/B VS TPM.....	5
2.3.6.GRAFICO L/D VS TPM.....	6
2.3.7.GRAFICO B/D VS TPM.....	6
2.3.8.GRAFICO T/D VS TPM.....	7
2.3.9.GRAFICO LBD/VOL. CARGA.....	7

En este primer paso se pretende aportar una primera idea de las dimensiones del buque que se va a proyectar. Para ello se realiza una base de datos con los siguientes buques reales con un tpm próximo a 175000 tpm.

- Alaskan Navigator
- Evridiki
- Alan Veliki
- Prisco Alcor
- Donat
- Iskmati Spirit

Tambien se incluye un buque obtenido del programa Arqnaval , con un peso muerto ajustado al buque a proyectar.

A continuación se muestra una tabla resumen con los datos obtenidos:

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 2.ESTUDIO ESTADISTICO

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

2.1 .ESTUDIO COMPARATIVO DE PARAMETROS REALES.

	ALASKA N NAVIGA TOR	ARQNA VAL	EVRI DI KI	ALAN VELIKI	PRISCO ALCOR	DONAT	ISKMA TI SPIRIT
ESLORA TOTAL	287,25		274,183	281,2	285		274
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	274	265,66	264	270	275	270	264
MANGA	50	50	50	48,2	50	48,2	50
PUNTAL	28	24,46	23,1	23	22,5	23	23,1
CALADO DE DISEÑO	18,75	17,85	17,323	17,19	16,5	17,1	16
CAPACIDAD DE CARGA(MTR)	206683,8369	178889		179072	178574,6	164087	178387,5
CAPACIDAD DE CARGA(BARRILES)	1300000			1126327,068	1123198,52	1032074,415	1122021,7
TPM	185000	174976	167295	166739	166546	166188	165293
NUMERO DE TANQUES DE CARGA	6*3 + 2 SLOP			12	6*2`+ 2 SLOP	11	6*2`+ 2 SLOP
GT(ITC 69)	110693		84796	84315	86952	84315	84789
NT(ITC 69)	56439		55672	55779	53460	55656	53755
VELOCIDAD DE SERVICIO	15,3	15.5		15.5	15,3	15,5	
AÑO DE CONSTRUCCION	2000		2007	2003	2007	2007	2003
ASTILLERO DE CONSTRUCCION	GENERAL DINAMICS NASSCO(USA)		HYIUNDAI SAMO HEAVY INDUSTRIES LTD	BRODOS PLIT SHIPYARD D.O.O (HRV)	HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES(K OREA)	BRODOS PLIT SHIPYARD D.O.O (HRV)	HYUNDAI
CLASIFICADORA	ABS		DNV	BV	DNV	BV	DNV

Con esta información se realiza el calculo de algunos coeficientes adimensionales

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 2.ESTUDIO ESTADISTICO

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

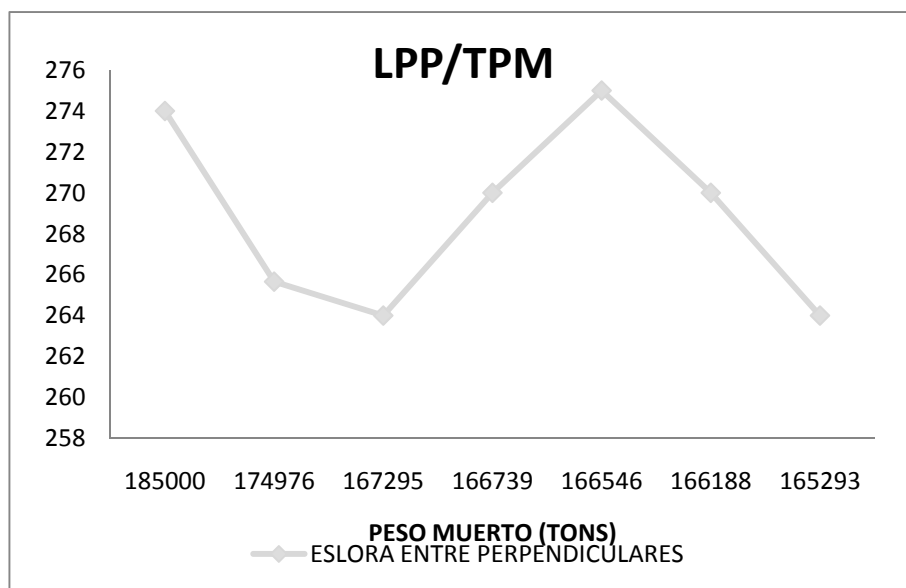
2.2. RELACION DE PARAMETROS ADIMENSIONALES

	ALASKAN NAVIGATOR	ARQNAVAL	EVRIK	ALAN VELIKI	PRISCO ALCOR	DONAT	ISKMAT I SPIRIT
ESLORA TOTAL	287,25		274,183	281,2	285		274
Relación L/B	5,48	5,31	5,28	5,60	5,50	5,60	5,28
Relación B/D	1,79	2,04	2,16	2,10	2,22	2,10	2,16
Relación B/T	2,67	2,80	2,89	2,80	3,03	2,82	3,13
Relación L/D	9,79	10,86	11,43	11,74	12,22	11,74	11,43
Relación T/D	0,67	0,73	0,75	0,75	0,73	0,74	0,69
LBD	383600,00	324902,18	304920,00	299322,00	309375,00	299322,00	304920,00
LBD/CAPACIDAD DE CARGA	1,86	1,82		1,67	1,73	1,82	1,71

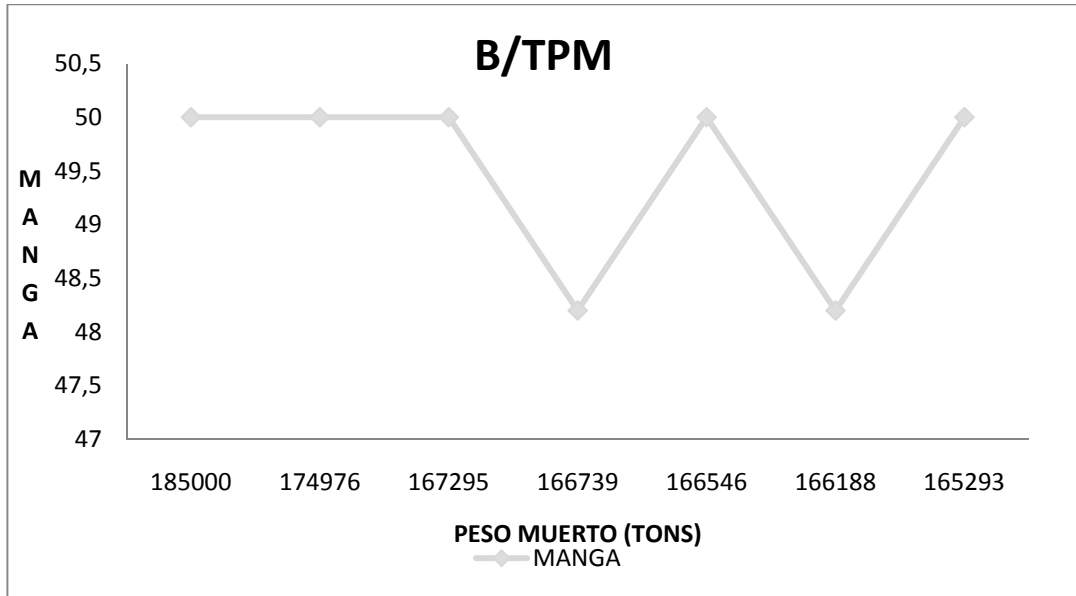
2.3. ELABORACION DE GRAFICAS COMPARATIVAS

Asi con estos datos se dibujan unas graficas que serán utiles para poder comprobar si las dimensiones calculadas en fases posteriores están en márgenes aceptables.

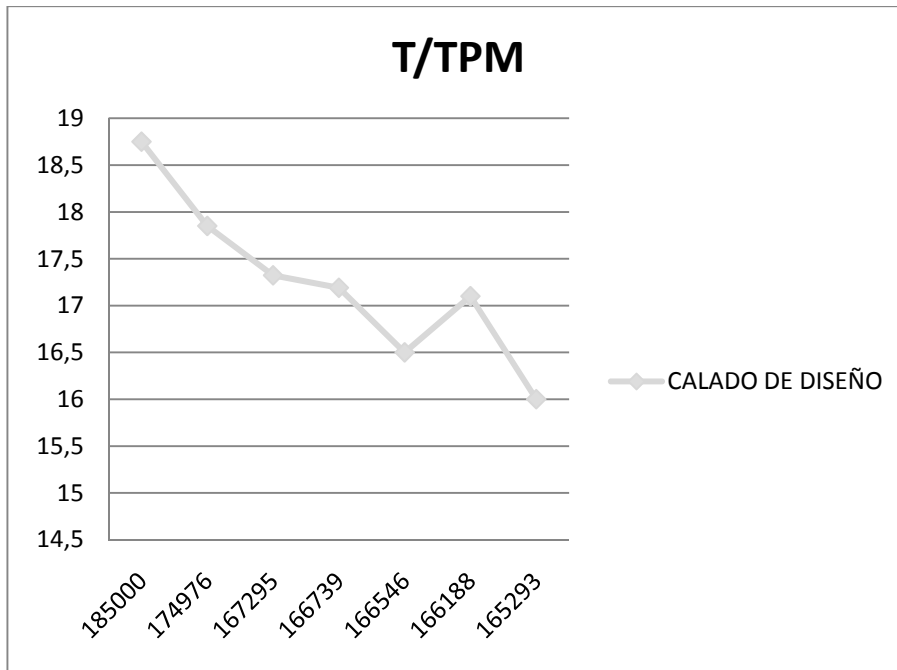
2.3.1 GRAFICO LPP VS TPM



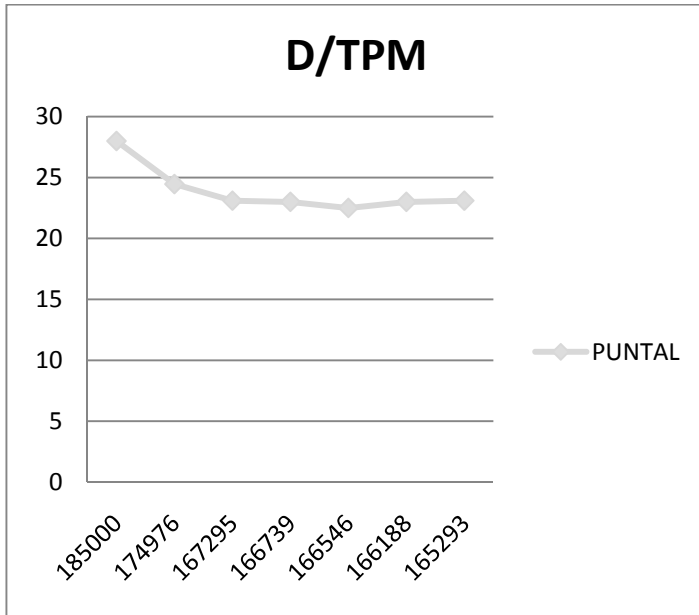
2.3.2 GRAFICO B/TPM



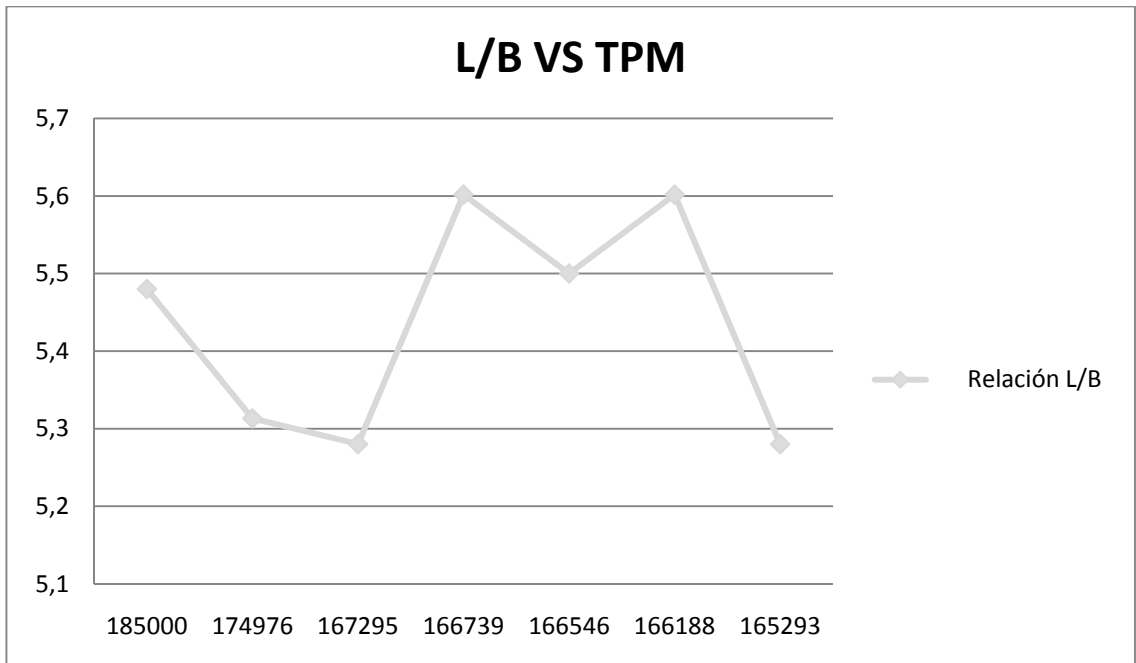
2.3.3 GRAFICO TPM



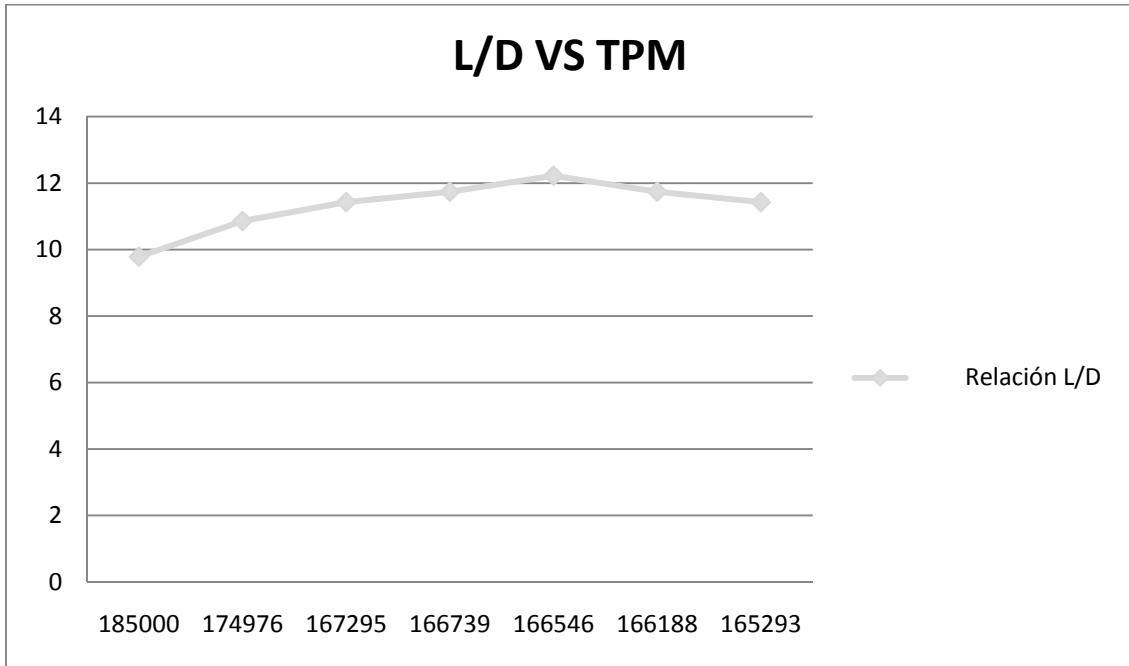
2.3.4 GRAFICO D/TPM



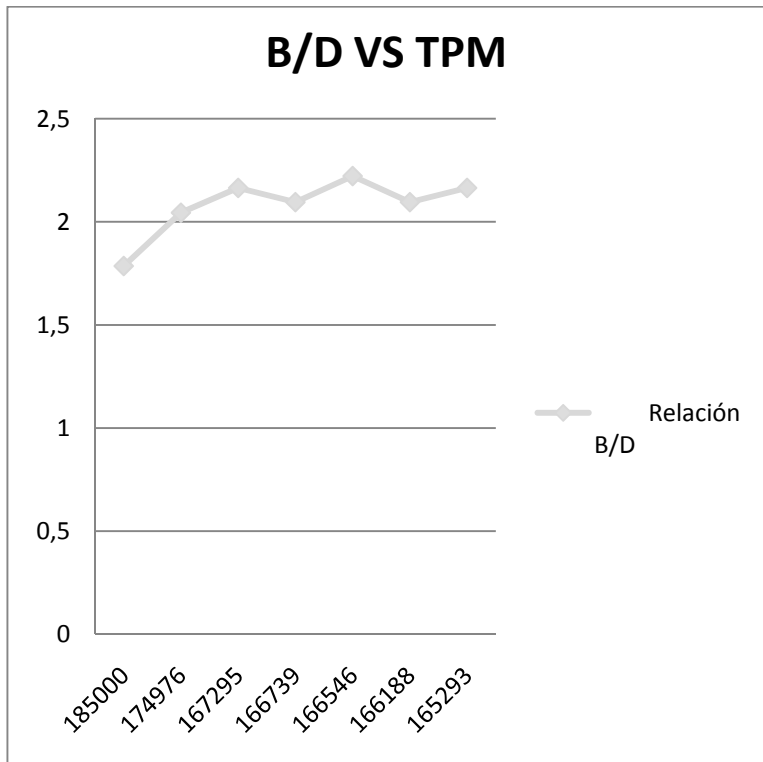
2.3.5.GRAFICO L/B VS TPM



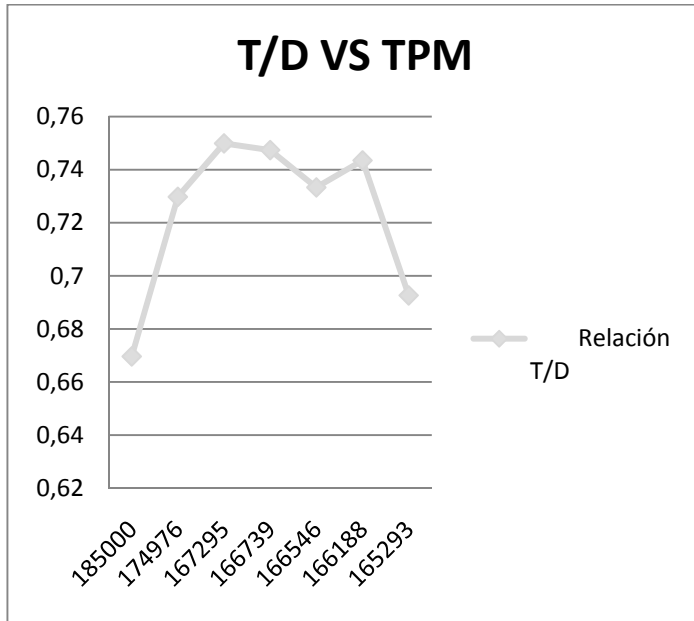
2.3.6.GRAFICO L/D VS TPM



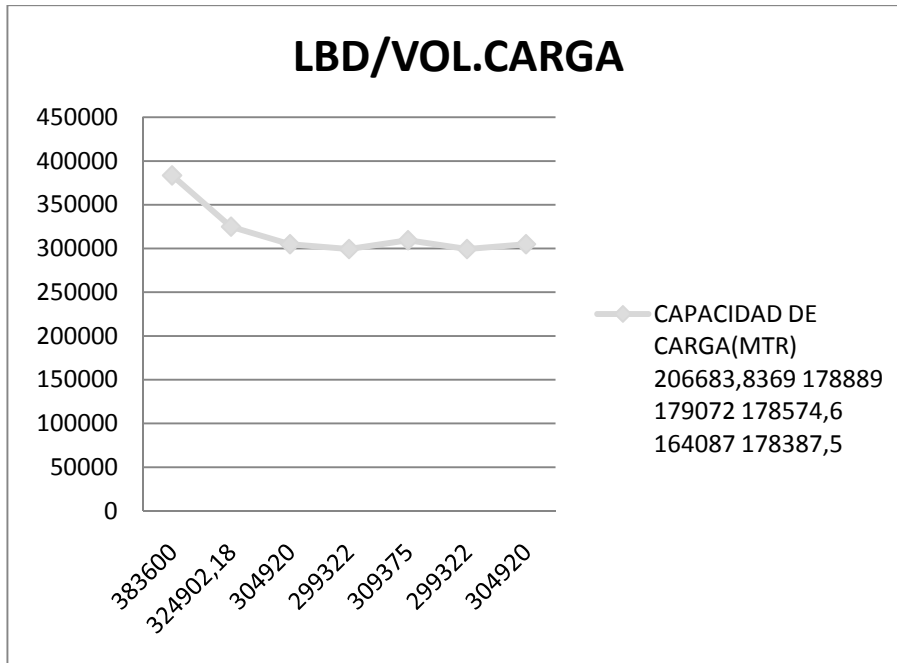
2.3.7.GRAFICO B/D VS TPM



2.3.8.GRAFICO T/D VS TPM



2.3.9.GRAFICO LBD/VOL. CARGA



Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 2.ESTUDIO ESTADISTICO

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

CAPITULO 3.PROYECTO CONCEPTUAL

CONTENIDO

1.DATOS TÉCNICO – ECONÓMICOS Y REQUERIMIENTOS.....	1
2.PLANTEAMIENTO CONCEPTUAL	1
3.FACTORES LIMITATIVOS EN LA EXPLOTACIÓN DEL BUQUE.....	3
4.RUTAS CONTEMPLADAS	4

1.DATOS TÉCNICO – ECONÓMICOS Y REQUERIMIENTOS

- Nº de buques a construir: 1 buque
- Vida útil del buque: 25 años
- Rutas contempladas: transporte de crudo desde pozos u oleoductos ubicados en el norte de Africa y en sudamerica en el océano atlántico hasta refinerías ubicadas en españa.
- Capacidad de carga: 1.215.000 bbl
- La capacidad de las bombas de carga será la suficiente para permitir la descarga completa en 24 horas. Según ello se estima, en una primera aproximación y a partir de otros petroleros, la capacidad de cada una de las tres bombas de carga será de 4000m³/h. · 135mTH.
- Nº de tripulantes: 30 personas, estándar de habitabilidad medio.
- Autonomía aproximada 20000 millas.
- Planta propulsora: motor diesel lento, o semirrápido, depende de los motores existentes en el mercado de acuerdo con la potencia necesaria para mantener una velocidad de crucero adecuada a las condiciones del armador, que se sitúa entorno a los 15.5 nudos de velocidad de servicio. La planta propulsora debe de tener el mínimo mantenimiento posible.

2.PLANTEAMIENTO CONCEPTUAL

Se trata de un petrolero de crudo.

El buque se distinguirá a efectos de fletes por tener un peso muerto del orden de 175.000 T.

El proyecto se realizará de modo que el buque resultante pueda ser definido como ecológico y económico.

Para ello, las principales características del proyecto son, por un lado medidas con fines ecológicos y por otro medidas para ahorrar energía.

Los sistemas ecológicos del buque son:

- Protección de los tanques de carga y limitación de la extensión de las averías. Para la colisión o varada, los tanques de carga estarían protegidos con doble casco, blindaje en la zona de la flotación y tanques laterales de carga más pequeños.
- Contención de la carga en los tanques. Para caso de rotura de los tanques de carga y evitación de que el crudo no se vierta, el buque llevaría un sistema de equilibrado hidrostático; sistema de vacío y distribución especial de la carga (en algunos casos)
- Contención de la carga del buque. Si la carga escapase de los tanques, no llegaría a salir del buque, existirían conexiones de vaciado rápido a tanques vacíos, con y sin uso de bombas (según variantes)
- Limitar la extensión del derrame y recoger lo derramado. En las primeras fases del proyecto se pensó en equipar al buque con una embarcación capaz de desplegar barreras flotantes para contención del crudo vertido y equipo de aspiración y separación de crudo en el agua (la OPA 90 exige llevar a bordo un plan de actuación para caso de accidente, así como contar con una red de establecimientos de apoyo en tierra)
- Mejores sistemas de seguridad. En base a la experiencia de accidentes pasados, el buque llevará un sistema de gobierno de emergencia; sistema duplicado de propulsión de emergencia; sistema reforzado de fondeo y amarre; sistema duplicado de gas inerte; sistema detector de gases en tanques, disposiciones especiales para inspección y mantenimiento de tanques de lastre y sistema doble de protección anti-corrosión en tanques de lastre.
- Mejores sistemas de navegación. En evitación de accidentes por culpa de un error de navegación, el petrolero incluirá sistemas de navegación integrada; interfase de los sistemas terrestres de dirección de tráfico; sonar para detección de obstáculos sumergidos o bajos fondos y control continuo de los esfuerzos en el casco

Los factores destinados al ahorro de energía son los siguientes:

- Ensayo de conductos de igualación de flujo Schneekluth que permitirán obtener un ahorro de potencia propulsora del 5% en condiciones de carga y lastre. También ensayo de la rueda de paletas GRIM. La limitación de su diámetro conlleva obtener ahorros de potencia del orden del 2,5% por lo que a priori no justifican económicamente su inclusión.
- Ensayos con modelos en canales de experiencia. La selección de las formas del cuerpo de popa permitirá adoptar una hélice que gire a muy bajas revoluciones, aumentándose sensiblemente el rendimiento propulsivo

3.FACTORES LIMITATIVOS EN LA EXPLOTACIÓN DEL BUQUE

Como condicionante físico para los medios de carga y descarga se considera que tales tomas se encuentran en la mitad del buque y a proa. Las tomas deberán poderse conectar tanto como a un “single buoy morning” como a un “single point morning”.

Otras limitaciones vendrán impuestas por las de arqueo, las reglas de franco bordo, las sociedades de clasificación y reglamentos nacionales aplicables. Es decir:

- Convenio internacional para la seguridad de la vida en el mar, 1974 incluido el protocolo de 1978 y la enmienda, 1981/1983.
- Convenio internacional de las líneas de carga, 1966.
- Convenio internacional de arqueo, 1969.
- ISO 6954, Evaluación general de vibraciones en buques mercantes.
- IMO, Resolución A468 (XII), Código sobre niveles de ruido abordo.
- Convenio internacional para la prevención de la contaminación de los buques, 1973 y protocolo de 1978.
- Convenio sobre las regulaciones internacionales para prevenir colisiones en el mar, 1972 y la enmienda, 1981
- Regulaciones internacionales de telecomunicación y radio, 1974 y edición de 1982.
- U.S.C.G. Reglamento para buques extranjeros operando en aguas navegables de E.E.U.U.
- O.C.I.M.F. Estándar para tuberías múltiples de petroleros y equipos asociados 1981.
- O.C.I.M.F. Recomendaciones para el amarre seguro de grandes buques 1978
- O.C.I.M.F. Estándar para el equipamiento empleado en el amarre de buques en “single point moorings”
- ILO Convención sobre la acomodación de tripulaciones a bordo de buques, nº 92
- Marpol 73/78, enmiendas de 1992.
- OPA-90
- Sociedades de clasificación: Lloyd’s Register of Shipping.

4.RUTAS CONTEMPLADAS

Se establece como puerto base la refinería ubicada en Algeciras .

Las rutas previstas son según necesidades de mercado y de clientes productores de crudo.Siendo en un principio las rutas mas comunes de Algeciras a Argelia y de Algeciras a Colombia .No se descarta la posibilidad de realizar las rutas contempladas en la siguiente ilustración;



La velocidad fijada por el armador de acuerdo con sus cálculos de tiempo optimos es de unos 15.5 nudos.

La autonomía será de unas 20000 millas, no se especifica prioridad para determinar puertos en los cuales abastecerse de combustible,

La autonomía es adecuada a la zona de servicio del buque.

Las características de los puertos en los cuales va a operar tienen la suficiente capacidad para permitirle operar en ellos.

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 3.PROYECTO CONCEPTUAL

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

CAPITULO 4.DIMENSIONES PRINCIPALES.

Contenido

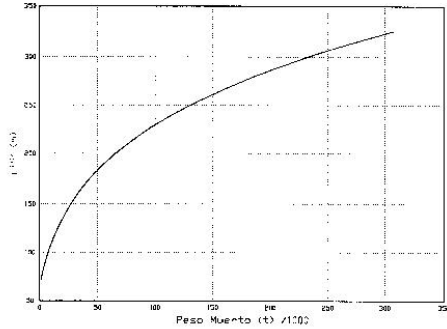
1.DIMENSIONES PRINCIPALES	2
1.1.ESLORA ENTRE PERPENDICULARES, LPP :	2
1.2MANGA, B :	2
1.3.PUNTAL, D :	3
1.4CALADO DE FRANCOBORDO, T :	3
2.RELACIONES ENTRE DIMENSIONES PRINCIPALES :	4
3.NÚMERO DE FROUDE :	4
4.CUADRO DE RELACIONES ADIMENSIONALES	4
CONCLUSIONES	5

En esta fase del proyecto, las dimensiones principales del buque, eslora, manga, puntal y calado de francobordo se definirán por regresion, a partir del análisis de petroleros de crudo actuales dotados con doble fondo y doble casco, cuyo peso muerto oscila entre 45.000 y 300.000 T.

1.DIMENSIONES PRINCIPALES

1.1.ESLORA ENTRE PERPENDICULARES, LPP :

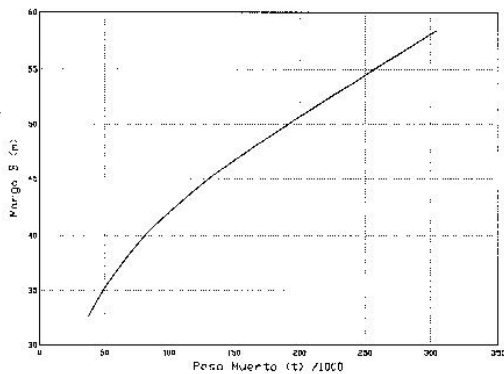
$$LPP = \exp [3,92 - 9,36 \cdot 10^{-5} WPM' + 0,33 \ln(WPM')]$$



$$LPP = e^{3,92 - 9,36 \cdot 10^{-5} WPM' + 0,33 \ln(WPM')} = 272,6 \text{ siendo } WPM' = 175.$$

1.2MANGA, B :

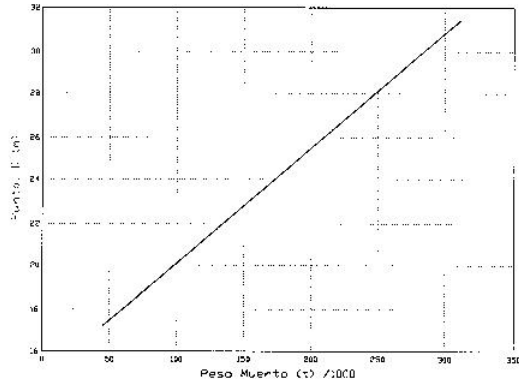
$$B = 38,8 + 0,068 WPM' - 430,8 / WPM'$$



$$B = 38,8 + 0,068 WPM' - 430,8 / WPM' = 48,19 \text{ mt.}$$

1.3.Puntal, D :

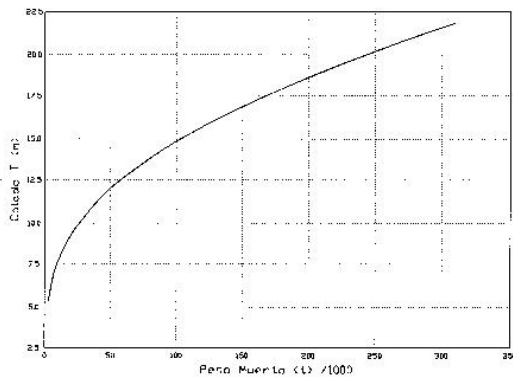
$$D = 14,77 + 0,055 WPM'$$



$$D = 14,77 + 0,055WPM' = 14,77 + 0,055 \times 85 = 24,4mts.$$

1.4 CALADO DE FRANCOBORDO, T :

$$T = \exp [1,39 + 3,81 \times 10^{-4} WPM' + 0,276 \ln(WPM')]$$



$$T = e^{1,39 + 3,81 \cdot 10^{-4} WPM' + 0,276 \ln(WPM')} = 17,85mts.$$

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 4. DIMENSIONES PRINCIPALES

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

2.RELACIONES ENTRE DIMENSIONES PRINCIPALES :

$$L/B= 5,66$$

$$B/T= 2,7$$

$$B/D= 1,97$$

$$L/D= 11,17$$

$$T/D= 0,73$$

3.NÚMERO DE FROUDE :

$$V = 15,5 \text{ nudos} \rightarrow 15,5 \text{ millas /hora} = 15,5 \times 1852 / 3600 = 7,945 \text{ m/s.}$$

$$FN = \frac{V(m/s)}{\sqrt{LPP \cdot g}} = 0,154$$

4.CUADRO DE RELACIONES ADIMENSIONALES

Esto es una comparación entre valores normales y los valores adimensionales de nuestro buque obtenidos anteriormente.

TPM(miles de tons)	L/B	B/D	B/T	L/D	T/D	FN
VALORES NORMALES						
ENTRE 100-200	5,40-6,00	1,85-2,0	2,60-3,0	10,50-11,50	0,72-0,73	0,145-0,155
175	5,66	1,98	2,7	11,17	0,723	0,154
	Se cumple	Se cumple	Se cumple	Se cumple	se cumple	Se cumple

Tambien voy a comprar los valores normales con los coeficientes del buque Alan Veliki .Se ha elegido este buque debido a que el tamaño de la manga es similar al nuestro y esto influirá en los coeficientes:

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 4. DIMENSIONES PRINCIPALES

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

	L/B	B/D	B/T	L/D	T/D	FN
100-200	5,40-6,00	1,85-2,0	2,60-3,0	10,50-11,50	0,72-0,73	0,145-0,155
166739	5,6	2,1	2,8	11,74	0,74	0,155
	Se cumple	No cumple	Se cumple	No cumple	No cumple	Se cumple

CONCLUSIONES

Se observa que el buque real estudiado incumple algunas de las condiciones , aunque los coeficientes son similares al buque objeto del proyecto.

Las dimensiones halladas por las formula sde regresión se hallan dentro de los márgenes correctos

Como conclusión de los datos anteriores obtengo que las dimensiones elegidas para proceder a realizar cálculos en las siguientes fases del proyecto son:

Lpp	272,60
Manga	48,19
Puntal	24,40
Calado	17,85

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 4. DIMENSIONES PRINCIPALES

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

CAPITULO 5 .DISEÑO DE FORMAS

CONTENIDO

1.INTRODUCCION	2
2.CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LAS FORMAS	2
2.1 DIMENSIONES Y COEFICIENTES PRINCIPALES	2
2.1.1.COEFICIENTE DE BLOQUE, CB :	3
2.2.2.COEFICIENTE DE LA SECCIÓN MEDIA	5
2.2.3.COEFICIENTE PRISMÁTICO LONGITUDINAL	6
2.2.4.COEFICIENTE DE LA FLOTACIÓN:	7
2.2.5.POSICIÓN LONGITUDINAL DEL CENTRO DE CARENA, XB	8
2.2.6.LONGITUD DEL CUERPO CILÍNDRICO :	9
2.2.7.SEMIÁNGULO DE ENTRADA EN LA FLOTACIÓN, ENTA :	9
2.2.8.CUADRO RESUMEN DE COEFICIENTES PRINCIPALES.....	10
3.DIRECTRICES PARA LA SELECCIÓN DE LAS FORMAS DE LA CARENA:.....	10
4.PERFIL DE PROA	11
4.1.CAMPO DE APLICACIÓN DEL BULBO DE PROA:	11
4.2.TIPO DE BULBO :	12
4.3.PARAMETROS DEL BULBO DE PROA.....	12
5.PERFIL DE POPA.....	14
6.GENERACION DE FORMAS.....	15
7.CURVA DE AREAS	16
8.PLANO DE FORMAS	16

1.INTRODUCCION

Las formas que se adopten para el buque proyecto deben cumplir los requerimientos de las especificación del buque, tal y como:

Capacidades de tanques de carga, lastre y combustible

Peso muerto del buque (contractual)

Estabilidad adecuada en cada una de las situaciones de carga y lastre

Velocidad/Potencia especificadas en la especificación

En fases posteriores del proyecto estas líneas se podrían modificar ,siendo este primer plano de formas una base inicial con la que trabajar.

2.CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LAS FORMAS.

2.1 DIMENSIONES Y COEFICIENTES PRINCIPALES

Para el calculo de los coeficientes se parte como base las dimensiones principales halladas en el capitulo anterior:

Lpp	272,60
Manga	48,19
Puntal	24,40
Calado	17,85
Velocidad(NUDOS)	15,50
Nº Froude	0,154

Elección de los coeficientes de la carena :

2.1.1.COEFICIENTE DE BLOQUE, CB :

FÓRMULA DE KATSOULIS

$$CB = 0.8217 \cdot f \cdot Lpp^{0.42} \cdot B^{-0.3072} \cdot T^{0.1721} \cdot V^{-0.6135}$$

f es un factor de corrección por tipo de buque, para un petrolero de crudo se toma $f = 0.99$

$$CB = 0,797$$

FÓRMULA DE KERLEN:

Para buques llenos de $CB > 0.78$

$$CB = 1,179 - (2,026 FN) = 1,179 - (2,026 \cdot 0,15) = 0,866$$

FORMULA DE TOWSIN

$$CB = 0.7 + 0.125 \cdot \text{ATAN}(25 \cdot (0.23 - FN)) = 0,836$$

FÓRMULA DE SCHNEEKLUTH:

Esta fórmula es válida para un CB de 0,48 a 0,85 y un FN entre 0,14 y 0,32

$$CB = \frac{0.14}{FN} \times \frac{LPP + 20}{B} = 0,89 > 0,85, \text{ este valor no esta dentro de los límites de aplicación de la fórmula, así que se excluye la aplicación de esta fórmula en el cálculo del Coeficiente de bloque.}$$

FÓRMULA DE ALEXANDER:

Es una fórmula sencilla y eficaz si se ajusta bien el coeficiente K de acuerdo con el tipo de buque.

El valor de K se calcula mediante la tabla de la pagina siguiente:

Calculamos el valor en las abscisas, es decir, $V / \sqrt{3,28 LPP} = 0,518$

Con este valor nos metemos en la gráfica y hallamos una K correspondiente de 1,19

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 5.DISEÑO DE FORMAS.

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

$$CB = K - 0,5 \frac{V}{\sqrt{3,28LPP}} = 0,876..$$

COEFICIENTE DE BLOQUE MEDIO

Finalmente se acepta como coeficiente de bloque la media de los resultados anteriores ,
obteniendo un CB=0,844

	Alexander	Towsin	Kerlen	Katsoulis	CB medio
CB	0,876	0,836	0,866	0,797	0,797

2.2.2.COEFICIENTE DE LA SECCIÓN MEDIA

El coeficiente de la sección media CM influye sobre la resistencia a la marcha de la carena y además tiene una repercusión directa sobre la extensión de la zona curva del casco en el pantoque. Citaremos aquí varias fórmulas aplicables a nuestro buque.

FÓRMULA DE KERLEN:

$$CM = 1,006 - 0,0056 CB^{-3.56} = 0,993$$

FÓRMULA DE HSVA:

$$CM = \frac{1}{1 + (1 - CB)^{3.5}} = 0,996$$

CM MEDIO

$$CM \text{ medio} = 0,995$$

2.2.3.COEFICIENTE PRISMÁTICO LONGITUDINAL

FORMULA DE TROOST

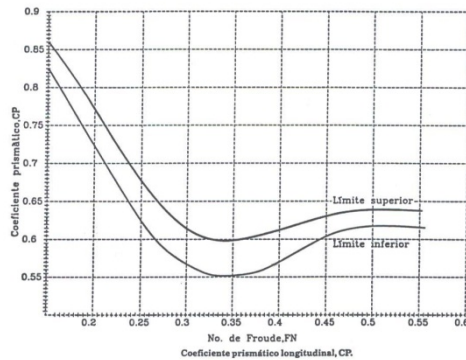
Una fórmula de L. TROOST para estimar CP es:

$$CP = 1,2 - (2,12 * FN)$$

$$CP = 1,2 - (2,12 * 0,150) = 0,873$$

Esta fórmula es válida puesto que nuestro buque es de una hélice y el número de Froude es inferior a 0,35.

FORMULA DE H.E SAUNDERS



Las dos curvas de este gráfico se pueden aproximar por la siguiente fórmula

Curva inferior:

$$CP = c1 + c2 \times FN + c3 \times FN^2 + c4 \times \ln(FN) + c5 \times (\ln(FN))^2 = -36,6 + 57,51 \times 0,15 - 22,20 \times 0,15^2 - 23 \times \ln(0,15) - 3,97(\ln(0,15))^2 = 0,863$$

Curva superior

$$CP = c1 + c2 \times FN + c3 \times FN^2 + c4 \times \ln(FN) + c5 \times (\ln(FN))^2 = -34,60 + 53,90 \times 0,15 - 20,30 \times 0,15^2 - 22 \times \ln(0,15) - 3,86(\ln(0,15))^2 = 0,867$$

CP MEDIO

$$CP_{\text{medio}} = 0,868$$

2.2.4.COEFICIENTE DE LA FLOTACIÓN:

Una vez hallados CB y CM, el coeficiente de la flotación CWP esta ya condicionado pero puede variarse algo por medio del grado U/V de las secciones transversales de la carena.

El CWP tiene influencia sobre la resistencia hidrodinámica y sobre la estabilidad inicial, puede estimarse mediante las fórmulas siguientes.

FÓRMULA DE SCHNEEKLUTH:

$$CWP = (1 + 2CB) / 3$$

$$CWP = 0,865$$

FÓRMULA DE J.TORROJA:

$$CWP = A + (B * CB)$$

A y B son función del grado U/V de las secciones transversales, grado que se representa por un parámetro G que vale 0 para formas acusadas en U, y 1 para formas en V.

En nuestro caso G valdra 0,2. Calculamos los valores de A y B:

$$A = 0,248 + 0,049 G$$

$$B = 0,778 - 0,035 G$$

$$CWP = 0,872$$

CWP MEDIO

$$CWP \text{ medio} = (0,898 + 0,907) / 2 = 0,869$$

2.2.5.POSICIÓN LONGITUDINAL DEL CENTRO DE CARENA, XB

FORMULA DE TROOST

Para calcular la posición longitudinal del centro de carena, utilizaremos dos ecuaciones; la primera, publicada por L.Troost, nos indica la posición adecuada del XB para que la resistencia al avance sea mínima.

$$XB = (17,5 CP) - 12,5 = 2,65 \% L_{pp} \text{ a proa de la sección media}$$

$$XB = 143,62 \text{ mts.}$$

FORMULA DE MARIN

La segunda fórmula que vamos a utilizar es la dada por el canal de experiencias hidrodinámica holandés de MARIN, este ha publicado un diagrama que proporciona el valor de XB en función del CB .

Los valores de XB deducidos del diagrama, se pueden aproximar mediante la siguiente fórmula:

$$XB = -2,55 + 3,37CB^{-4,67} - 17667.FN^{5,36} - 0,29CB^{-13}.FN^{0,32} = 3,34 \% l_{pp} \text{ a proa de la sección media}$$

$$XB(\text{mts}) = 145,40$$

XB MEDIO

$$XB \text{ medio} = 144,5078 \text{ mt}$$

$$XB(\%) = 3,01 \% LPP.$$

2.2.6.LONGITUD DEL CUERPO CILÍNDRICO :

La longitud del cuerpo cilindrico depende del llenado de las formas, y tiene interes en relacion con los costes de fabricacion del casco, que son menores cuanto mayor sea este cuerpo.

En la tabla siguiente se dan valores recomendados de la longitud adecuada del cuerpo cilíndrico, en base a consideraciones hidrodinámicas.

CB	LP (% de LPP)
0,81	44
0,76	34,5
0,73	29,5
0,7	19
0,67	8,5

Esta tabla se puede aproximar por la fórmula :

$$LP = - 658 + 1607CB - 914CB^2 =$$

$$LP = 42,23 \% LPP.$$

$$LP (\text{mts}) = 115,12 \text{ mts.}$$

2.2.7.SEMIÁNGULO DE ENTRADA EN LA FLOTACIÓN, ENTA :

Este semiángulo, ENTA, influye en la resistencia al avance de la carena y se puede calcular por la siguiente fórmula.

$$ENTA = \frac{125.67 \cdot \frac{B}{Lpp} - 162.25 \cdot CP^2 + 234.32 \cdot CP^3 + 0.1551 \cdot (XB + 6.8(TA - TF)/T)^3}{57,37^\circ}$$

2.2.8.CUADRO RESUMEN DE COEFICIENTES PRINCIPALES

TPM	175000
Lpp	272.60
Manga	48.19
Puntal	24.40
Calado	17.85
Velocidad(NUDOS)	15.50
RPM	100.00
Nº Froude	0.154
CB	0.844
CM	0.997
CP	0.868
CWP	0.902
XB	143.587
LP	128.702
ENTA	56.096
SM	313508.187

3.DIRECTRICES PARA LA SELECCIÓN DE LAS FORMAS DE LA CARENA:

A continuación se citan algunas características normales que deben de tener las formas de las carenas de los petroleros como buques de alto coeficiente de bloque.

- CB mayor de 0.75
- Cuerpo cilíndrico largo
- Número de froude menor de 0.2
- CM proximo a 1.
- Propulsor moderadamente cargado.

3.1.SEGÚN ASPECTOS HIDRODINÁMICOS,

La resistencia por formación de olas depende del cuerpo de entrada y de su transición hacia el cuerpo cilíndrico.

El cuerpo cilindrico y el cuerpo de salida no influyen en la resistencia por formación de olas si L/B es mayor de 5.

Los factores propulsivos dependen basicamente de la forma del cuerpo de salida.

El factor de forma (1+k) es bastante mayor de 1 y sensible a pequeñas modificaciones del cuerpo de salida.

Un aumento del 10% en la relacion de L/B produce una disminucion de la potencia propulsora del 1.5% al 2.5% a una velocidad de 15 a 17 nudos.

Un aumento del 10% en la relación B/T produce un aumento de la potencia propulsora de 0,8%, a todas las velocidades normales.

3.2.CUERPO DE PROA:

Es importante suavizar el hombro de proa de la curva de áreas de cuadernas.

El bulbo de proa es efectivo para reducir la resistencia por olas, y su tamaño óptimo aumenta con el CB del cuerpo de proa.

La curva de áreas de cuadernas debe ser recta o ligeramente convexa.

Las cuadernas deben ser en formas de U con costados verticales en su parte alta, con una transición hacia formas en V en su parte baja.

Cuerpo de popa:

La curva de áreas de cuadernas debe ser recta o ligeramente convexa.

Las formas con cuadernas en forma de U requieren menor potencia propulsora que la que tienen cuadernas en V.

3.3.ZONA DE PROA :

La zona de proa está dotada de bulbo .

4.PERFIL DE PROA

Una de las primeras decisiones en cuanto a formas ha de ser si se dispone de bulbo de proa.

La proa sin bulbo es más económica en la construcción y se utilizará bulbo de proa siempre y cuando su utilización reduzca la resistencia y por tanto se aumenta la velocidad del buque y el consumo de combustible.

La adopción de bulbo de proa puede resultar beneficiosa al influir en la resistencia al avance y su coeficiente propulsivo .

Los parámetros que se emplean en la elección de este elemento son el coeficiente de bloque y la relación eslora-manga

4.1.CAMPO DE APLICACIÓN DEL BULBO DE PROA:

Tienen bulbo el 95% de los buques petroleros que están simultáneamente dentro de los dos rangos siguientes:

1. $0,65 < CB < 0,85$

CB = 0,797, se cumple la primera condición.

2. la relación L/B que es igual a 5,66 se encuentra dentro del rango $5,5 < L/B < 7,0$.

por consiguiente se cumple la segunda condición.

3. La tercera condición: $CBxB/L < 0,135$.

$0,141 > 0,135$.

La Tercera condición no se cumple.

Se cumplen dos de tres condiciones

Conclusión: el bulbo de proa es apropiado para nuestro buque.

4.2.TIPO DE BULBO :

Se ha optado por un bulbo del tipo ovalado (con concentración de volumen en su parte central) dada su idoneidad para buques de formas llenas como es nuestro caso, con este tipo de bulbo se garantiza la seguridad del buque en condiciones adversas.

4.3.PARAMETROS DEL BULBO DE PROA

Parámetros principales de la forma del bulbo:

4.3.1-ALTURA DE MÁXIMA PROTUBERANCIA: HX.

La altura del bulbo es la ordenada sobre la línea base del punto de protuberancia máxima. Para obtener un buen rendimiento del bulbo, este debe estar relativamente próximo a la flotación, aunque no tendrá nunca una altura inferior a $0,35 T_{pr}$, que en nuestro caso da un resultado de 6,25 mt. Generalmente oscila entre 35 y 45 % del calado máximo a proa y en el mayor de los casos entre el 40% y 50% de dicho calado. En nuestro caso elegimos una altura de bulbo de un 45 % del calado, con lo cual obtenemos una altura $h = 8,034$

$$Hx/T = 0,45$$

$$Hx = 8,034$$

4.3.2.ABSCISA DEL PUNTO DE MÁXIMA PROTUBERANCIA: XX

La protuberancia es la abcisa del punto situado mas a proa del contorno longitudinal del bulbo, referido a la perpendicular de proa.

$X = Xx/LPP$ para bulbos para plena carga y lastre la relacion anterior se expresa mediante la siguiente formula:

$$Xx/LPP = 0,2642 * CB * B / LPP - 0,0046$$

$$Xx = 8,897 \text{ mt}$$

4.3.3.AREA TRANSVERSAL DEL BULBO EN LA PERPENDICULAR DE PROA: S20.

Según la tabla el valor de $S20 = 100 * S20/S10$ es del 9,8%

Por otra parte obtenemos el valor del area de la seccion maestra hasta el calado de proyecto, S10.

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 5.DISEÑO DE FORMAS.

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

$$S10 = B \cdot T \cdot CM = 855,943$$

Con este dato podemos conocer el valor de S20,

$$S20 = 9,8\% \cdot S10 = 83,882407$$

ÁREA TRANSVERSAL, $S_{a20=100} \times S20/S10$

LPP/B	CB						
	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4,80	5,6	6,2	6,6	7,2	7,9	8,6	9,3
5,00	5,8	6,4	6,9	7,4	8,2	8,8	9,5
5,20	6,1	6,7	7,3	7,8	8,4	9,0	9,8
5,40	6,3	6,9	7,6	8,1	8,6	9,3	10,1
5,60	6,5	7,2	7,8	8,4	8,9	9,6	10,4
5,80	6,7	7,4	8,0	8,6	9,2	9,9	10,7
6,00	6,9	7,6	8,2	8,8	9,5	10,2	11,0
6,20	7,2	7,9	8,5	9,1	9,7	10,5	11,3
6,40	7,5	8,1	8,7	9,3	10,0	10,8	11,6
6,60	7,6	8,4	9,0	9,6	10,3	11,1	11,9
6,80	8,0	8,6	9,2	9,8	10,5	11,4	12,2
7,00	8,2	8,8	9,4	10,0	10,7	11,6	12,5
7,20	8,4	8,9	9,6	10,2	11,0	11,8	12,8

5.PERFIL DE POPA

Se ha dotado el buque con bulbo de popa el cual proporciona una estela mas uniforme aumentando asi el rendimiento propulsivo.

Para buques de una sola hélice y formas llenas ,es recomendable el uso de bulbo de popa ,ya que se consigue uniformizar el flujo del agua a la entrada de la hélice ,retrasando el desprendimiento de la capa limite ,compensando el incremento de resistencia ,gracias al aumento de rendimiento del propulsor al mejorar la estela.

Se tendrán en cuenta algunas consideraciones en la construcción de la popa tales como;

La ubicación de la/s hélices deben ser tales que dispongan de un espacio libre adecuado que evite.

La provisión de un buen flujo para el timon para asegurar buen rumbo y estabilidad en el mismo.

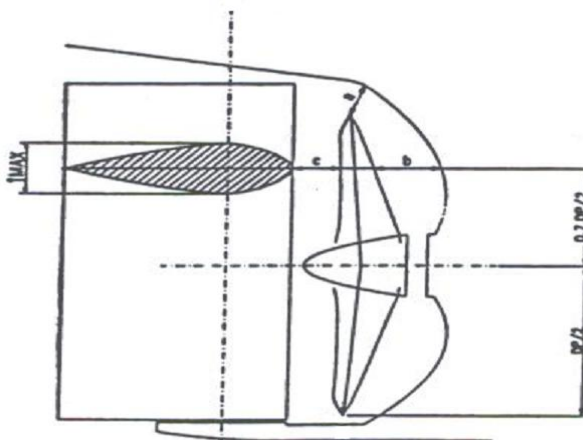
La terminación de la estructura del buque de tal manera que proporcione el soporte adecuado para el timon y las hélice además del espacio necesario para el equipo de gobierno ,amarre por popa ,equipo remolque... y sea económico de construir.

5.1 DEFINICION DEL CODASTE

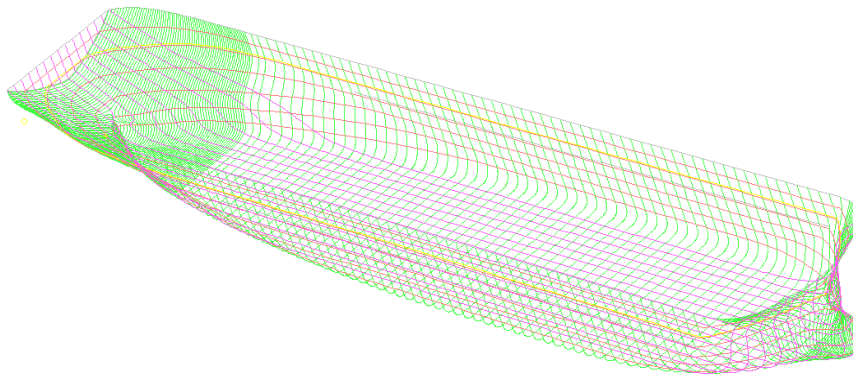
Para definir adecuadamente la zona del codaste del buque tendremos que hacer un calculo aproximado de la helice que vamos a incorporar en nuestro buque.

Se intentara disponer de una hélice de mayor diámetro posible ,ya que cuanto mayor sea este ,mayor será el rendimiento del propulsor ,aunque hay otra serie de parámetros que han de tenerse en cuenta al determinar el propulsor ,sobre todos los relacionados con posible existencia de cavitación.

El diámetro del propulsor tiene unas limitaciones que vienen dadas por las sociedades de clasificación ,en nuestro caso L.R.,Las sociedades de clasificación incluyen en sus reglas recomendaciones sobre los valores minimos que deben tener los huelgos entre la hélice y el casco para que las vibraciones excitadas por la hélice no excedan de unos valores razonables.



6.GENERACION DE FORMAS

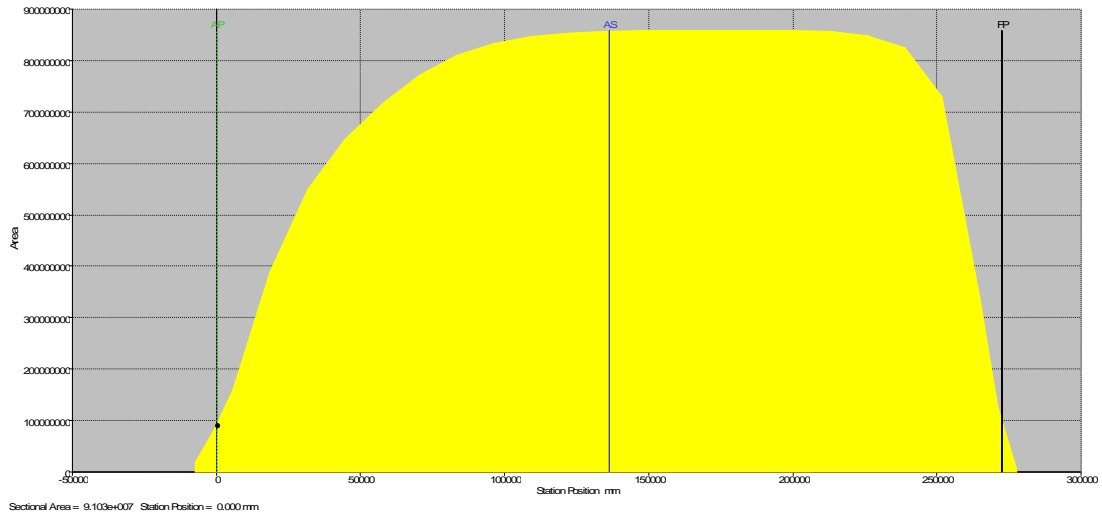


Una vez conocidos los datos de partida se pretenden dimensionar las formas con el programa Maxurf.

A partir de transformaciones parametricas , modificaciones de buques base del programa en el cuerpo cilíndrico, zonas de proa y popa se obtienen los siguientes resultados reflejados a continuación:

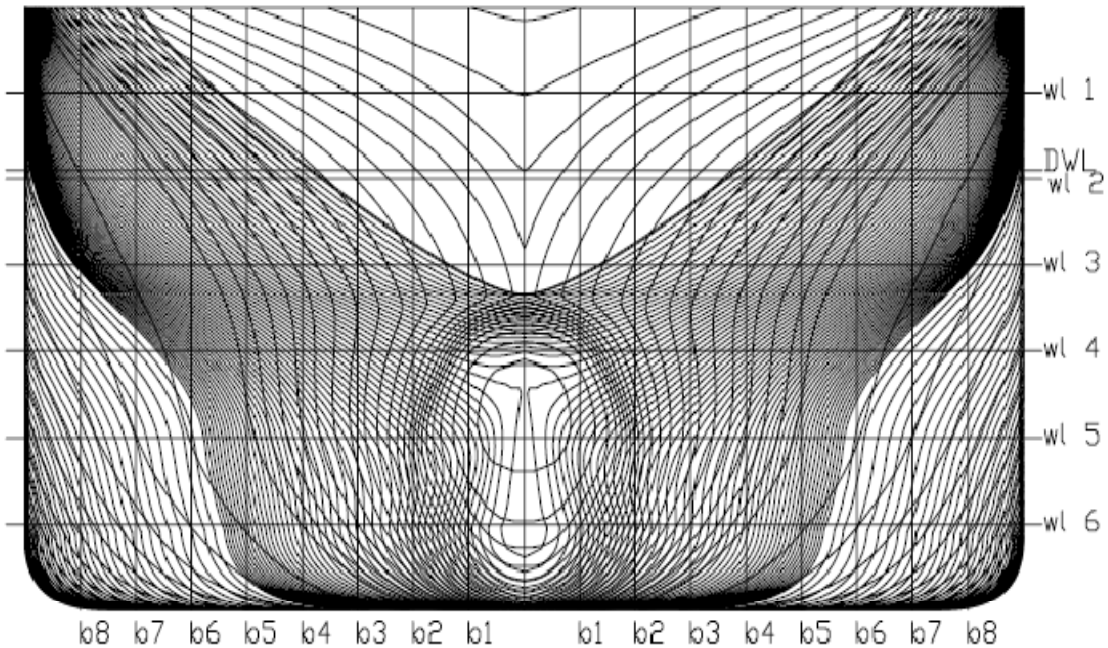
Displacement tonne	203917
Heel to Starboard degrees	0
Draft at FP m	17.85
Draft at AP m	17.85
Draft at LCF m	17.85
Trim (+ve by stern) m	0
WL Length m	280.245
WL Beam m	48.19
Wetted Area m²	20359.006
Waterpl. Area m²	12637.63
Prismatic Coeff.	0.850
Block Coeff.	0.848
Midship Area Coeff.	0.997
Waterpl. Area Coeff.	0.962
LCB from zero pt. m	143.61
LCF from zero pt. m	133.794
KB m	9.319
KG m	17.85
BMt m	11.586
BML m	369.625
GMt m	3.055
GML m	361.094
KMt m	20.905
KML m	378.944
Immersion (TPc) tonne/cm	129.561
MTc tonne.m	2701.143
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	10872.517
Max deck inclination deg	0
Trim angle (+ve by stern) deg	0

7.CURVA DE AREAS



8.PLANO DE FORMAS

Se adjunta al final del anteproyecto un plano con las formas obtenidas en el programa Maxurf en el cual viene detallado los resultados de los cálculos realizados por el programa..



Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 5.DISEÑO DE FORMAS.

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

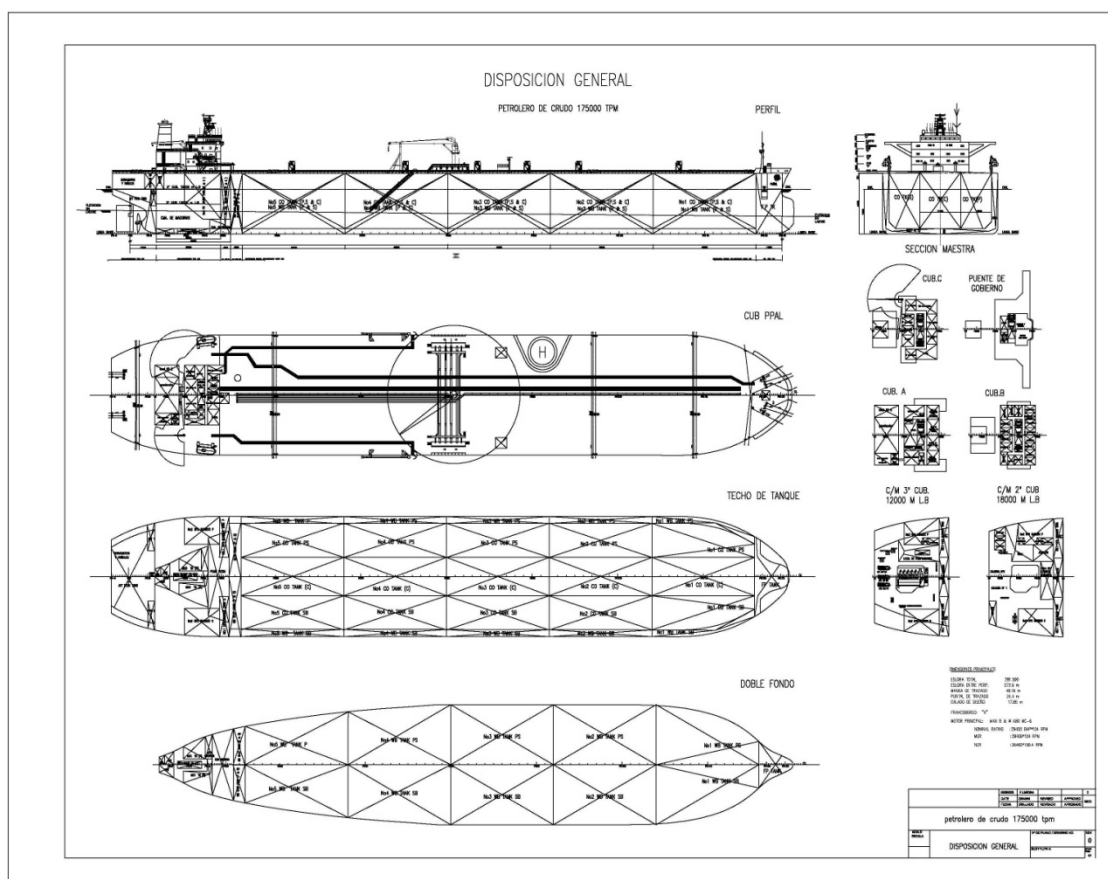
CAPITULO 6 .DISPOSICION GENERAL.

CONTENIDO

1.INTRODUCCION.....	2
2.CARACTERISTICAS GENERALES	2
3.DOBLE CASCO.....	3
3.1.DOBLE FONDO MINIMO	3
3.2.DOBLE COSTADO MINIMO.....	3
3.3.DOBLE FONDO Y DOBLE COSTADO DEFINITIVOS.....	3
4.DESCRIPCION DE LA DISPOSICION GENERAL.....	4
4.1.PIQUE DE PROA	4
4.2.PIQUE DE POPA.....	4
4.3.CAMARA DE MAQUINAS	5
4.4.CÁMARA DE BOMBAS	5
4.5.ZONA DE CARGA.....	6
4.6.RESUMEN DE MAMPAROS TRANSVERSALES.....	7
4.7.SUPERESTRUCTURA.....	7
4.8.GUARDACALOR Y CHIMENEA.....	8
5.RESUMEN DE DISPOSICION GENERAL.....	8

1.INTRODUCCION

La disposición general representada en el plano de disposición general al final del capítulo se ha realizado teniendo en cuenta las dimensiones de buques similares construidos y según las normas fijadas por Lloyd's Register of shipping.



2.CARACTERISTICAS GENERALES

- El buque será de una sola cubierta, con cámara de máquinas, cámara de bombas y habitación situados en popa
- El buque será de tipo petrolero de crudo, con tanques de lastre segregado y una sola hélice propulsora
- La zona de carga dispondrá de doble casco en toda su longitud en cumplimiento con el convenio Marpol 73/78.
- Brusca triangular en cubierta principal
- La estructura cumplirá con las recomendaciones de la sociedad de clasificación y con lo especificado en convenios OMI, SOLAS, y MARPOL
- Se dispondrá de espacios de habitación para 30 hombres y un rancho para 6 trabajadores de reparaciones

La eslora reglamentaria (Ll) se corresponde según L.R al 96 % de la eslora en flotación al 85 % del calado mínimo en nuestro caso 269725,8 mt

3.DOUBLE CASCO

Todos los petroleros tanques y espacios de doble casco y doble fondo para proteger los tanques de carga ,los cuales no deben usarse para transportar cargas de crudo.Segun MARPOL(regla 18 del anexo 1) los tanques de lastre tendrán una capacidad tal que:

- Permita al buque navegar en condiciones de lastre sin necesidad de introducir agua de lastre en los tanques de carga
- El calado de trazado en la cuaderna maestra(T_m) ,excluyendo condiciones de arrufo y quebranto nunca debe ser inferior a :

$$T_m > 2, 0,02 * L > 5,45$$

- Los calados en las perpendiculares de proa y popa corresponderán a los calados en el centro del buque(T_m) con un asiento apopante no superior a $0,015 L = 4,088$
- Calado en la perpendicular de proa no menor de $(2 + 0,0125L) = 5,4$ mt
- En cualquier caso el calado en la perpendicular de popa no será menor al necesario para garantizar la inmersión total de la hélice.

Hay que tener en cuenta que aparte del doble fondo y costado también se dispone lastre en los piques de proa y popa.

3.1.DOUBLE FONDO MINIMO

La altura minima del doble fondo según LRS(p4;ch9;tabla 9.11) será el valor minimo de los dos siguientes

$$d_b > \text{Max}(b/15; 1) > 3,21 \text{ metros}$$

$$d_b > 2 \text{ mt}$$

Por tanto el doble fondo minimo será de dos metros

3.2.DOUBLE COSTADO MINIMO

El minimo espesor del doble costado según LRS(p4;ch9;tabla 9.11) será el valor minimo de los dos siguientes:

$$d_b > \text{Max}(0,5 ,dwt/20000; 1) > 9,259$$

$$d_b > 2 \text{ mt}$$

Por tanto el doble costado minimo será 2 mt

3.3.DOUBLE FONDO Y DOBLE COSTADO DEFINITIVOS

Tras calcular el doble fondo y doble costado minimos exigidos por la sociedad de clasificación se toma como dimensiones finales de doble fondo y doble casco:

DOBLE FONDO : 2,2 MT

DOBLE CASCO; 3,3 MT

4.DESCRIPCION DE LA DISPOSICION GENERAL

Una vez definidos el doble casco y doble fondo se enumeran en 7 las principales zonas del buque para continuar dimensionando las disposición general del mismo:

- Pique de proa
- Pique de popa
- Zona de carga
- Camara de maquinas
- Superestructura
- Guardacalor y chimenea

Estas zonas estarán delimitadas por los siguientes mamparos estancos:

- Mamparo de colision de proa
- Mamparo de colision de popa
- Un mamparo a cada lado de la camra de maquinas

Los demás mamaparos estancos se situaran en las divisiones de los tanques de carga

4.1PIQUE DE PROA

El pique de proa es la zona que se situa mas a proa del mamparo de colision.La posición de este mamparo queda determinada por las reglas LRS (P3;Ch3;4.2.1;tabla 3.4.2).Llegara hasta la cubierta de francobordo y tendra un valor entre 10 y 0,08 L,que tomando el valor de nuestra eslora minima estará entre 10 mt y 21,58 mt desde la perpendicular de proa hacia popa.

La posición definitiva del mamparo será a 11 mt de la perpendicular de proa hacia popa o lo que es lo mismo 261,600 mt desde la mecha del timon.

El pique de proa aloja lastres y es el soporte de los equipos de fondeo.

La estructura del pique será transversal con una separación entre cuadernas de 790mm , por tanto en su eslora desde el mamparo de colision a la perpendicular de proa habrá 14 claras entre cuadernas.

4.2PIQUE DE POPA

El pique de popa es la zona a popa del mamparo mas a popa del buque.

Contiene la bocina y la bocina de la limera del timon.Segun LRS(p3;ch3;4.1.1) y su distancia a la mecha del timon queda fijada a 11 m .

La distancia entre cuadernas será de 790 mm existiendo pues 14 cuadernas en esta zona

4.3CAMARA DE MAQUINAS

La cámara de maquinas ira situada en popa, entre el mamparo del pique de popa y el mamparo de proa de cámara de bombas.

El doble fondo y costado de cámara de maquinas incluye tanques de combustible(que no deben estar en contacto directo con el mar),aceite,tanques de reboses,et casi como tomas de mar ,...

LA longitud de cámara de maquinas se define por la siguiente formula

$$LCM = 0,28Lpp^{0,67} + 0,48MCO^{0,35} = 31 \text{ mt}$$

Tomaremos como eslora de cámara de maquinas 31 mt – 4 mt de cámara de bombas=27 mt

La distancia entre cuadernas en esta zona es de 770 mm ,teniendo un total de 35 claras en cámara de maquinas.Por tanto los mamparos de proa y popa de cámara de maquinas estarían ubicados a 11 mt y a 39 mt de la mecha del timon

4.4CÁMARA DE BOMBAS

La estimación de la eslora de la cámara de bombas en función de la eslora entre perpendiculares.

LPP (mts)	LCBO (mts)
100	1.50
150	2.75
200	3.50
300	4.50

De modo que nuestro buque tendrá una eslora de cámara de bombas igual a 4 mts.La cámara de bombas se sitúa a proa de la cámara de máquinas, y en nuestro buque este espacio aloja en su interior el equipo de manipulación de la carga y lastre.

La distancia entre cuadernas sera de 800 mm teniendo el espacio 5 claras de cuaderna.

De esta forma el mamparo de proa de cámara de bombas estará ubicado a 42 mt de la mecha del timon.

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 6.DISPOSICION GENERAL.

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

4.5.ZONA DE CARGA

La zona de carga se extiende desde el mamparo de proa de cámara de bombas hasta el mamparo de pique popa del pique de proa.

En nuestro caso los mamparos divisorios se hallan a 42 y 261,6 mt de la mecha del timon.Por lo tanto la eslora de la zona de carga es de 219,6 mt

La capacidad de carga necesaria para albergar el tonelaje de peso muerto es de 191745 m3 , teniendo en cuenta que solamente se puede llenar un 98% de los tanques y con un margen de un 2% por reforzado.En el capitulo de estudio de pesos se analizara con mas detalle la capacidad de carga y se calcularan volúmenes y pesos mediante el programa hidromax.

En la zona de carga se incluyen dos tanques slop que se encuentran en la zona mas a popa de la carga es decir desde el mamparo de proa de cámara de bombas hacia proa.Segun reglamentación su capacidad debe ser como minimo un 2% de la capacidad de carga del buque estando incluida en la capacidad de carga.Por este motivo se decide dimensionar la eslora del tanque en 5 mt

En la zona de carga se dispondrá una estructura longitudinal en la que la separación máxima entre bulárcamas viene dada por LRS(p3;ch6;6.4.3) como $0,006L + 3,2$ que en nuestro caso es 3,57 mt.

Se decide disponer 15 tanques de carga (5 centrales y 10 laterales).

La longitud máxima de los tanques de determina según la formula correspondiente en la tabla siguiente:

Nº de mamparos longitudinales en tanques de carga.		Uno	Dos	Tres (uno a crujía)	Caso de no disponer de mamparos longitudinales o cuando se disponen como mamparos de balance (perforados).
Longitud de los tanques laterales		$\left(0,25 \frac{Bi}{B} + 0,15\right) L_L$	$0,2L_L$	$0,2L_L$	$\left(0,5 \frac{Bi}{B} + 0,1\right) L_L$
Longitud del tanque central	$bi < 0,2B$	$0,2L_L$	$0,2L_L$ (A babor y a estribor).	ó $0,2L_L$ (el menor de ambos)
	$bi > 0,2B$	$\left(0,5 \frac{Bi}{B} + 0,1\right) L_L$	$\left(0,25 \frac{Bi}{B} + 0,15\right) L_L$	
<p>$L_L = 96\%$ de la eslora en la flotación al 85% del puntal o Lpp.</p> <p>$B =$ Manga del buque.</p> <p>$bi =$ manga del tanque lateral.</p>					

Distribucion en la manga:

- Manga de tanques centrales 17,188
- Manga de los tanques laterales 12,801

Longitud máxima del tanque central

- $0,2 L=54,52$
- $\left(0,5 \frac{Bi}{B} + 0,1\right) L_L = 63,49$
- Se toma el menor de los dos ,es decir 54,52

De esta forma conociendo que la eslora de los espacios de carga es 214,6 mt cada tanque tendrá 42,92 mt de eslora

De esta forma la longitud entre bulárcamas se define en 3,57 mt teniendo 12 claras cada tanque.

4.6.RESUMEN DE MAMPAROS TRANSVERSALES

El numero de mamparos transversales al ser un buque de una eslora mayor de 190 mt (p3;ch3;4.1.1 tabla 3.4.1).En este caso el numero de mamparos transversales es 8

- Mamparo de pique de popa
- Mamparo de proa de cámara de bombas
- Mamparo de proa de los tanques slop
- 4 mamparos divisorios de tanque
- Mamparo de colision de proa

4.7.SUPERESTRUCTURA

La superestructura se encuentra sobre cubierta principal encima de cámara de maquinas y en ella se encuentra la habitación

Se han dispuesto 5 cubiertas con una altura entre cubiertas de 3 mt mas el puente de navegación en su parte superior

La disposición en cada cubierta es la siguiente:

- UPPER DECK ; Camaras frigoríficas,equipos de aire acondicionado,lavandería,local de contra incendios,comarote para 6 trabajadores de reparaciones, etc
- CUBIERTA A ; Cocinas, comedores para tripulación y oficiales, oficina y sala de control de carga
- CUBIERTAS B Y C ; Camarotes para por categorías:
 - CUBIERTA B: camarotes para la tripulación
 - CUBIERTA C : camarotes para oficiales
- NAVIGATION DECK: Camarote del piloto y puente de gobierno y derrota

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 6.DISPOSICION GENERAL.

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

4.8.GUARDACALOR Y CHIMENEA

Esta estructura se ubica a popa de la superestructura y su función es la albergar los conductos de exahustacion y algunos equipos (calderas,incinerador...)

5.RESUMEN DE DISPOSICION GENERAL

	ESLORA	SEP CUADERNAS	C.A POPA	C.A PROA
PIQUE DE POPA	11.00	0.79	0.00	14.00
CAMARA DE MAQUINAS	27.00	0.77	14.00	49.00
CAMARA DE BOMBAS	4.00	0.80	49.00	54.00
TANQUE SLOP	5.00	2.50	54.00	56.00
TANQUE DE CARGA 5	42.92	3.577	56.00	68.00
TANQUE DE CARGA 4	42.92	3.577	68.00	80.00
TANQUE DE CARGA 3	42.92	3.577	80.00	92.00
TANQUE DE CARGA 2	42.92	3.577	92.00	104.00
TANQUE DE CARGA 1	42.92	3.577	104.00	116.00
PIQUE DE PROA HASTA PERPENDICULAR	11.00	0.79	116.00	130.00

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 6.DISPOSICION GENERAL.

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

CAPITULO 7 ESCANTILLONADO DE LA SECCION MAESTRA.

CONTENIDO

1.METODOLOGIA	2
2.PARAMETROS DE ESCANTILLONADO	4
3.ESCANTILLONADO DE PLANCHAS DE FORRO EXTERIOR.....	5
3.1 PLANCHAS DE CUBIERTA.....	6
3.2 TRACA DE CINTA.....	6
3.3 PLANCHAS DE COSTADO SUPERIOR.....	6
3.4 PLANCHAS DE COSTADO INFERIOR	7
3.5.PLANCHA DE PANTOQUE Y FONDO.....	7
3.6 PLANCHAS DE LA QUILLA	7
4.ESCANTILLONADO DE REFUERZOS DE FORRO EXTERIOR.....	8
TABLA DE MODULOS MINIMOS DE LOS REFUERZOS Y ESPESORES DE LAS PLANCHAS.....	9
5.ESCANTILLONADO DE PLANCHAS DE DOBLE COSTADO , DOBLE FONDO Y MAMPAROS LONGITUDINALES DIVISORIOS.....	10
6.ESCANTILLONADO DE REFUERZOS DEL DOBLE FONDO,DOBLE COSTADO Y MAMPARO LONGITUDINAL.....	12
7.VAGRAS DE DOBLE FONDO	13
8.PALMEJARES DE DOBLE COSTADO.....	14
9.MODULO MINIMO REGLAMENTARIO SEGÚN LRS.	14
9.1 .MAXIMO MOMENTO FLECTOR EN AGUAS TRANQUILAS	15
10.ESCANTILLONADO MEDIANTE PROGRAMA MARS 2000	16
10.1.PROPIEDADES GEOMETRICAS:.....	16
10.2.ESCANTILLONADO FINAL DE PLANCHAS	17
10.3.ESCANTILLONADO DE REFUERZOS.....	18
10.4.PLANO DE LA SECCION MAESTRA.....	18

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 7 .ESCANTILLONADO DE LA SECCION MAESTRA

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

1.METODOLOGIA

Para realizar el escantillonado de la seccion maestra buque se empleara la siguiente metodología:

- Se distribuyen las planchas y refuerzos en un croquis según la disposición de buques existentes y basándose en la distribución propuesta por Lloyd's Register
- Se le da espesor a las planchas comprobando que cumple con los minimos de LRS
- Se añaden refuerzos a las planchas y le da escantillón teniendo en cuenta que deben cumplir con los minimos establecidos por LRS
- Se aplican el software del bureau veritas Mars 2000 para comprobar los escantillonados reales de los elementos y para comprobar que el modulo resistente de la sección cumple con el minimo requerido.

1.1.DISTRIBUCION DE PLANCHAS Y REFUERZOS DEL CASCO EXTERIOR

ZONA	NUMERO DEL ELEMENTO	denominacion	LONGITUD (M)	REFUERZOS	sep minima ref	SEPARACION ENTRE REFUERZOS
FONDO	p.1	keel	0.9	1	0.921547287	0.95
	p.2,3,4	bottom shell	20.25	del 2 al 23	0.921547287	0.95
PANTOQUE	p.5	bilge	4.241		0.921547287	0.95
COSTADO EXTERIOR	p.6	side bellow mid depth	2.3	del 24 al 26	0.921547287	0.95
	p.7	side bellow mid depth	6.6	del 27 al 33	0.921547287	0.95
	p.8	side shell above mid depth	6.6	del 34 al 40	0.921547287	0.95
	p.9	side shell above mid depth	2.8	del 41 al 43	0.921547287	0.95
	p.10	side shell above mid depth	3.25	del 44 al 46	0.921547287	0.95
CUBIERTA	p.11	sheerstrake	15.618	del 9 al 25	0.921547287	0.95
	p.12	deck	8597	1 al 8	0.921547287	0.95

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 7 .ESCANTILLONADO DE LA SECCION MAESTRA

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

1.2.DISTRIBUCION DE PLANCHAS Y REFUERZOS INTERIORES.

.DISTRIBUCION DE PLANCHAS Y REFUERZOS	DE Y	grupo	NUMERO DEL ELEMENTO	denominacion	LONGITUD (M)	REFUERZOS	sep minima ref	SEPARACION ENTRE REFUERZOS
DOBLE FONDO		p.13,14	double bottom shell	18.694	1 al 20	0.921547287	0.95	0.95
		p.15	double bottom shell	3.9	23 al 25	0.921547287	0.95	0.95
COSTADO INTERIOR		p.16	side bellow mid depth	6.625	del 27 al 33	0.921547287	0.95	0.95
		p.17	side shell above mid depth	6.62	del 34 al 40	0.921547287	0.95	0.95
		p.18	side shell above mid depth	6.38	del 41 al 46	0.921547287	0.95	0.95
VAGRAS FONDO DOBLE		p.23		2.2	1 A 3	0.921547287	0.74	0.55
		p.24		2.2	1 A 3	0.921547287	0.74	0.55
		p.25		2.2	1 A 3	0.921547287	0.74	0.55
MAMPARO LONGITUDINAL		p.19	side bellow mid depth	2.8	del 24 al 26	0.921547287	0.95	0.95
		p.20	side bellow mid depth	6.625	del 27 al 33	0.921547287	0.95	0.95
		p.21	side shell above mid depth	6.62	del 34 al 40	0.921547287	0.95	0.95
		p.22	side shell above mid depth	6.565	del 41 al 46	0.921547287	0.95	0.95
PALMEJARES DOBLE COSTADO DE		p.26		2.7	1 A 3	0.921547287	0.9	0.825
		p.27		2.7	1 A 3	0.921547287	0.9	0.825
		p.28		2.7	1 A 3	0.921547287	0.9	0.825

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 7 .ESCANTILLONADO DE LA SECCION MAESTRA

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

2.PARAMETROS DE ESCANTILLONADO

Se usara acero naval de limite elástico 235 N/mm^2 y un modulo de Young de 260000 N/mm^2 para la cuaderna maestra del buque proyecto.No se ven motivos para el uso de aceros de alto limite elástico.

lwl	279.3076
lreg	270.928372
lpp	272.6
B	48.19
D	24.4
CALADO ESC	18.312
CALADO DE VERANO	17.85
CB	0.844

Para el calculo de la eslora reglamentaria se ha tomado el mayor de los siguientes valores:

0.96LWL y 0.97 LWL

La eslora en la flotación se ha tomado del programa maxurf y el calado utilizado corresponde a la flotación de verano

3.ESCANTILLONADO DE PLANCHAS DE FORRO EXTERIOR

Para el calculo de espesores minimos se aplican las formulas reflejadas en la reglamentación de Lloyd's Register p4 ch 9 s.4 que se muestra a continuación:

Table 0.4.1 Hull envelope plating – minimum thickness, in mm

Hull envelope plating – minimum thickness, in mm			
Longitudinally framed	Hem	Item No. (see Pt 3, 0.4.1)	Transversely framed (see 1.3 for limits of application)
$t = \frac{d}{S} + 2,0$ (see Note 1)	Deck	1	see 1.3
$t = \frac{d}{S} + 2,0$ or $t = 0,0042a \sqrt{R_{T1}K}$ whichever is the greater (see Note 1)	Sheerstrake and gunwale	2	$t = \frac{0,0003Ea}{1 + \left(\frac{d}{S}\right)^2} (0,0032L_1 + 10) \sqrt{\frac{F_{D1}}{k_L}}$ (see Note 6) or $t = 0,0042a \sqrt{R_{T1}K}$ whichever is the greater (see Note 7)
$t = 0,001a (0,056L_1 + 7) \sqrt{\frac{F_{D1}}{k_L}}$ (see Notes 6 & 7) or $t = 0,0042a \sqrt{R_{T1}K}$ whichever is the greater (see Note 1)	Side shell above mid-depth	3	$t = \frac{0,0003Ea}{1 + \left(\frac{d}{S}\right)^2} (0,0032L_1 + 10) \sqrt{\frac{F_{D1}}{k_L}}$ (see Notes 6 & 7) or $t = 0,0042a \sqrt{R_{T1}K}$ whichever is the greater (see Note 7)
		4	$t = 0,001a (0,056L_1 + 7) \sqrt{\frac{F_{D1}}{k_L}}$ (see Notes 6 & 7) or $t = 0,0051a \sqrt{R_{T1}K}$ whichever is the greater (see Note 1)
$t = 0,001a (0,056L_1 + 7) \sqrt{\frac{F_{D1}}{k_L}}$ (see Notes 6 & 7) But not less than: (a) $t = 0,0042a \sqrt{R_{T1}K}$ at mid-depth (b) $t = 0,0054a \sqrt{\frac{R_{T1}K}{2 - F_{D1}}}$ at upper turn of bilge (see Notes 1 & 2)	Side shell below mid-depth	5	$t = \frac{0,0003Ea}{1 + \left(\frac{d}{S}\right)^2} (0,0032L_1 + 10) \sqrt{\frac{F_{D1}}{k_L}}$ (see Notes 6 & 7) or $t = 0,0054a \sqrt{\frac{R_{T1}K}{1,0 - F_{D1}}}$ whichever is the greater (see Note 7)
		6	$t = \frac{0,0003Ea}{1 + \left(\frac{d}{S}\right)^2} (0,0032L_1 + 10) \sqrt{\frac{F_{D1}}{k_L}}$ (see Notes 6 & 7) or $t = 0,0054a \sqrt{\frac{R_{T1}K}{1,0 - F_{D1}}}$ whichever is the greater (see Note 7)
$t = \frac{d}{S} + 2,0$ or $t = 0,0052a \sqrt{\frac{R_{T1}K}{1,0 - F_{D1}}}$ mm whichever is the greater (see Note 1)	Bilge (see Note 4)	7	$t = \frac{0,0003Ea}{1 + \left(\frac{d}{S}\right)^2} (0,0032L_1 + 10) \sqrt{\frac{F_{D1}}{k_L}}$ (see Notes 6 & 7) or $t = 0,0052a \sqrt{\frac{R_{T1}K}{1,0 - F_{D1}}}$ mm whichever is the greater (see Note 7)
	Bottom shell	8	see 1.3
As for item 8, +2 mm, but need not exceed $25 \sqrt{k}$ mm	Keel	9	

NOTES

1. The thickness is also to satisfy the buckling requirements of Pt 3, Ch 4.7.
2. The thickness of side shell plating need not exceed that which would be required for the bottom shell using the spacing of the side shell longitudinal ribs.
3. In no case is the plating thickness to be less than the cargo tank minimum value given in Section 10, or the basic shell and thickness for taper given in Pt 3, Ch 5 and Ch 6.
4. See also 4.5.2 concerning plating thickness where longitudinal framing is fitted at bottom and side, but omitted in way of bilge.
5. Keel thickness is in no case to be less than that of the adjacent bottom shell plating.
6. Where separate maximum sagging and hogging still water bending moments are assigned, F_{D1} may be based on the sagging moment and F_{D1} on the hogging moment.
7. Outside the Rule minimum region of higher tensile steel as defined in Pt 3, Ch 0.2.6.1 the value of k_L may be taken as 1,0.

3.1 PLANCHAS DE CUBIERTA

ESPESOR DE PLANCHAS DE CUBIERTA

$$t_1 = s/J + 2 = 14,43 + 2 = \mathbf{18.13 \approx 20mm}$$

$$J = 1720,5 / \sqrt{(1 - 1/\alpha) / \sigma_0} = 58.89$$

$$\alpha = \sigma_0 / \sigma = 1,38$$

$$s = 950 \text{ mm}$$

3.2 TRACA DE CINTA

Sera el mayor de :

$$t = s + 2,0J = 18.13$$

$$t = 0,0042s\sqrt{(hT1k)} = 19.642 \approx \mathbf{20mm}$$

- *S y j se han calculado anteriormente*
- *Ht1(lr;p4;ch9;s4.2)*

$$h_{T1} = T + C_w = 24.19$$

$$h_{T1} = 1,36 * T = 24.276$$

h_{T1} no se tomara mayor que $1,36 * T$ en nuestro caso tomamos este valor.

$$C_w = 7,71 * 10^{-2} * L * e^{-0.0044L} = 6,34$$

- *K (p3;ch2;s1.2.3 y p4;ch9;s1.5)*

Se debe tomar el mayor de $235/t_0$ y 0.66 en nuestro caso se toma 1

3.3 PLANCHAS DE COSTADO SUPERIOR

Sera el máximo de :

$$t_1 = 0,001 * s * (0,059 * L + 7) * \sqrt{F_D / K} = \mathbf{17.03}$$

$$F_B = 0.97$$

$$F_D=0.96$$

$$t_2=0.0042*s*\sqrt{h_{T1}}*k= \mathbf{19.62\approx 20mm}$$

3.4 PLANCHAS DE COSTADO INFERIOR

Se tomara el mayor de los siguientes valores.

$$t_1=0,001*s*(0,059*L+7)*\sqrt{F_B}/K= \mathbf{17.03mm}$$

$$t_2=0.0042*s*\sqrt{h_{T1}}*k= \mathbf{19.62 mm}$$

$$h_{T1}= T+C_w= 17,19m$$

$$C_w=7,71*10^{-2}*L*e^{-0.0044L}=6,19$$

$$K=0,77$$

h_{T1} no se tomara mayor que $1,36*T=14,96m$ en nuestro caso tomamos este valor.

Para los longitudinales de fondo y las planchas de pantoque T se tomara igual a T1 pero no debe tomarse menor que $0,05*L= 8,5m$

$$t_3=0.0054*s*\sqrt{h_{T2}}*k/(2-F_B)=23.17\approx \mathbf{24mm}$$

$$h_{T2}= T+0,5C_w= 21,02m$$

h_{T2} no se tomara mayor que $1,2*T=21.42m$ en nuestro caso tomamos este valor.

3.5.PLANCHA DE PANTOQUE Y FONDO

Se tomara el mayor de los siguientes valores.

$$t_1= s/J+2=18,13$$

$$t_2=0.0052*s*\sqrt{h_{T2}}*k/(1,8-F_B)=24.86\approx \mathbf{25mm}$$

Según la reglamentación del Lloyd's Register el espesor del pantoque sera el mismo que el del fondo.

3.6 PLANCHAS DE LA QUILLA

El espesor de la quilla debe ser 2mm superior del espesor de las planchas e fondo sin exceder:

$$T<25\sqrt{1}=25mm\approx \mathbf{25mm}$$

4. ESCANTILLONADO DE REFUERZOS DE FORRO EXTERIOR

Se calcularan los modulos resistentes minimos según LRS p4;ch9;s.5 .

Una vez conocidos los modulos minimos se agruparan en grupos y se procederá a su escantillonado con el progama Mars 2000 comprobando siempre que cumpla con los requisitos pertinentes.

El modulo minimo requerido para los refuerzos longitudinales del forro exterior es el mayor de las siguientes expresiones

$$Z_1=0,056*s*k*h_1*l_e^2*F_1*F_s$$

$$Z_2=0,051*s*k*h_3*l_e^2*F_2*F_s= \text{cm}^3$$

- K=1
- $L_e=2.5$ m (mínimo espaciado entre refuerzos primarios).
- H_0 , en metros es la distancia en metros del punto medio del refuerzo a la parte alta del tanque
- $h_1=(0,75*D+D_1/8)= 13,86\text{m}$

D_1 es igual a D pero sin ser menor de 10 ni mayor de 16 m en nuestro caso se toma 16

• $h_3=h_0+0.72*b_1$, donde b_1 se determinara en cada caso según la tabla 9.5.3 .Para los refuerzos del fondo b_1 es la distancia del refuerzo mas cercano a crujía .Ademas h_3 en longitudinales de fondo no debe ser mayor de :

$$h_3 > 0.75/D, 0.72/b_1$$

- h ; distancia bajo cubierta del refuerzo medida en el costado del buque
- $F_1=(D*c_1)/(25D+20h)$

$$F_1 \text{ mínimo}=0,12(\text{Para zonas de fondo y de costado bajo } D/2)$$

- $F_2=(D*c_2)/(3,18D+2,18h)$

$$F_2 \text{ mínimo}=0,73(\text{Para zonas de fondo y de costado bajo } D/2)$$

• C_1 y c_2 son coeficientes que se necesitan para calcular F_1 y F_2 cuyo valor varia según el puntal del refuerzo según LRS p4;ch9;s5.2.1

$$F_s=1$$

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 7 .ESCANTILLONADO DE LA SECCION MAESTRA

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

TABLA DE MODULOS MINIMOS DE LOS REFUERZOS Y ESPESORES DE LAS PLANCHAS

Los cálculos de los modulos minimos de los refuerzos asi como los minimos espesores de las planchas se han realizado mediante una hoja de calculo y se reflejan en la siguiente tabla:

ZONA	NUMERO DEL ELEMENTO	T MINIMOS LLOYD REGISTE Relegido	h0	h1	h3	b1	c1	c2	h	f1	f2	fs	le	Z1 reforzado	z2 reforzado	z minimo elegido
FONDO	p.1	25	24.4	3.8	41.7 48	24.1	0.94 3	0.96 8	24.4	0.18 9	0.96 83	1.1	2.5	264. 3	134 7	134 7
	p.2,3,4	25	24.4	3.8	41.7 48	24.1	0.94 3	0.96 8	24.4	0.18 9	0.96 83	1.1	2.5	264. 3	134 7	134 7
PANTOQUE	p.5	25	24.4	26	41.7 48	24.1	0.94 3	0.96 8	24.4	0.18 9	0.96 83	1.1	2.5	182 2	134 7	182 2
COSTADO EXTERIOR	p.6	24	20.3 5	22	55.0 47	48.2	0.96	0.98	20.3 5	0.12	0.73	1.1	2.5	980. 9	133 9	133 9
	p.7	24	15.9 5	18	50.6 47	48.2	0.99	0.99	15.9 5	0.12	0.73	1.1	2.5	787. 8	123 2	123 2
	p.8	20	9.35	11	44.0 47	48.2	0.97	0.98 1	9.35	0.12	0.73	1.1	2.5	498. 2	107 1	107 1
	p.9	20	4.65	6.7	39.3 47	48.2	0.95	0.97 4	4.65	0.12 2	0.73	1.1	2.5	295. 8	956. 8	956. 8
	p.10	20	3.25	5.3	37.9 47	48.2	0.92	0.96 7	3.25	0.13 8	0.74 94	1.1	2.5	265. 1	947. 2	947. 2
CUBIERTA	p.11	20	0.19	2.2	34.8 87	48.2	0.92	0.96 7	0.19	0.22 1	0.95 09	1.1	2.5	177. 3	110 5	110 5
	p.12	20	0.19	2.2	17.5 38	24.1	0.90 1	0.95 8	0.19	0.21 7	0.94 22	1.1	2.5	173. 6	550. 4	550. 4

5.ESCANTILLONADO DE PLANCHAS DE DOBLE COSTADO , DOBLE FONDO Y MAMPAROS LONGITUDINALES DIVISORIOS

El espesor minimo de las planchas viene determinado en p4;ch9;s6 ;tabla 9.6.1

Table 9.6.1 Inner hull and longitudinal oiltight bulkhead scantlings

Item	Horizontally stiffened/Vertically stiffened
(1) Plating thicknesses including corrugations (mm) (See Notes 1 and 7)	(a) Within 0,1D of the deck: $t = t_0$ (b) Within 0,1D of the bottom shell: $t = \frac{t_0}{\sqrt{2 - F_B}}$ (but not less than t_1) (c) Elsewhere: $t = t_1$ (see Note 6) (d) But not less than $t = 0,009s(0,059L_1 + 7)$
(2) Stiffener modulus (cm ³) (See Notes 3 and 4)	(a) Horizontally stiffened: (i) $Z = 0,056k h_2 s I_a^2 F_1$ (ii) $Z = 0,0051k h_d s I_a^2 F_2$ } whichever is the greater (b) Vertically stiffened: $Z = 0,0067ks I_a^2 h_5$
(3) Corrugation properties (See Note 7)	(a) Modulus (cm ³): $Z = 0,0085p h_5 I_a^2 k$ (b) Inertia (cm ⁴): $i = 0,032p h_5 I_a^3$
NOTES 1. The plating thicknesses are not to be less than as necessary to comply with the buckling requirements of Pt 3, Ch 4.7. 2. The section modulus given by the formula is that of the stiffener and associated plating or of the corrugation over pitch, p. 3. For vertical stiffeners, the ratio of web depth to web thickness is not to exceed $60 \sqrt{k}$ for stiffeners with flanges or face plates, and $18 \sqrt{k}$ for flat bars. Horizontal stiffeners are to comply with 5.6. 4. The minimum thickness criteria given in Section 10 are also to be complied with and the stiffener web thickness is to be sufficient to withstand the imposed shear forces. 5. The minimum moment of inertia represented by Item 3(b) of the Table is not to be reduced on account of higher tensile steel being incorporated. 6. In applying Item 1(c) of the Table, it is necessary to calculate values of t_0 for plate panels within 0,4D each side of mid-depth, take the minimum value, t_m , and then determine value of t_1 . 7. For vertically corrugated centreline longitudinal bulkheads see also Table 1.9.2 In Chapter 1 for deep tanks.	

- En todos los casos el valor minimo será mayor de :

$$T_{MIN}=0,009*s*(0.059*L+7)$$

- Dentro de 0,1D de la cubierta.

$$t=t_0$$

$$t_0=0,005*s*\sqrt{(k*h_1)}=$$

$$h_1=(h+D_1/8)$$

h=Altura de la zona de bodega.

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 7 .ESCANTILLONADO DE LA SECCION MAESTRA

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

• **Doble fondo.**

$$t = t_0 / \sqrt{2 - F_B}$$

Pero no debe ser menor que t_1

• **En cualquier parte.**

$$t_1 > t_0 * ((0.84 + 0.16(t_m/t_0)^2)$$

RESUMEN DE ESCANTILLONADO DE PLANCHAS

ZONA	NUMERO DEL ELEMENTO	denominacion	T MINIMO S LLOYD REGISTER1	T MINIMO S LLOYD REGISTER2	T MINIMO S LLOYD REGISTER4	T MINIMO S LLOYD REGISTERelegido
DOBLE FONDO	p.13,14	double bottom shell	15.56955	9.295933251	6.674091119	16
	p.15	double bottom shell	15.56955	9.295933251	6.674091119	16
COSTADO INTERIOR	p.16	side bellow mid depth	15.56955	21.10946174		22
	p.17	side shell above mid depth	15.56955	17.19211302		18
	p.18	side shell above mid depth	15.56955	12.23528453		16
MAMPARO LONGITUDINAL	p.19	side bellow mid depth	15.56955	23.36691036		24
	p.20	side bellow mid depth	15.56955	19.92736812		20
	p.21	side shell above mid depth	15.56955	15.75396775		16
	p.22	side shell above mid depth	15.56955	9.280143453		16

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 7 .ESCANTILLONADO DE LA SECCION MAESTRA

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

6.ESCANTILLONADO DE REFUERZOS DEL DOBLE FONDO, DOBLE COSTADO Y MAMPARO LONGITUDINAL

El modulo minimo requerido según tabla 9.6.1 es el mayor de los siguientes:

$$Z_1 = 0,056 * s * k * h_2 * l_e^2 * F_1 * F_s$$

$$Z_2 = 0,051 * s * k * h_4 * l_e^2 * F_2 * F_s$$

$$h_2 = (h + D_1 / 8)$$

$$h_4 = h + R b_1$$

$$R = \text{sen} \theta = (0,45 + (0,1 * L / B)) * (0,54 - L / 1270)$$

$$F_s = 1$$

TABLA RESUMEN DE ESCANTILLONADO DE REFUERZOS DE DOBLE FONDO Y COSTADO

ZONA	NUMERO DEL ELEMENTO	REFUERZOS	SEPARACION ENTRE REFUERZOS	h	h	h	h	h	r	b	c	c	h	f1	f2	fs	le	Z1 reforzado	z2 reforzado	z minimo elegido
				0	1	2	3	4		1	1	2								
DOBLE FONDO	p.13, 14	2.1 al 18	0.95	24.4	3.83	26.4	41.7	39.6	0.6	24.1	0.9	0.9	24.4	0.18	0.9	1.5	2.5	1739.8	1266.06853	173.978
	p.15	2.19 al 22	0.95	24.4	3.83	26.4	41.7	39.6	0.6	24.1	0.9	0.9	24.4	0.18	0.9	1.5	2.5	1739.8	1266.06853	173.978
COSTADO INTERIOR	p.16	2.22 al 27	0.95	17.5	19.5	19.5	35.0	33.2	0.6	24.1	0.9	0.9	17.04	0.7	0.7	1.5	2.5	350.84	802.8597102	802.86
	p.17	2.28 al 33	0.95	11.0	13.0	13.0	28.4	26.3	0.6	24.1	0.9	0.9	11.06	0.7	0.7	1.5	2.5	329.55	641.1593493	641.16
	p.18	2.34 al 39	0.95	4.64	6.64	6.64	9.8	9.0	0.6	24.1	0.9	0.9	4.64	0.7	0.7	1.5	2.5	162.29	483.9574194	483.96
MAMPARO LONGITUDINAL	p.19	3.1 al 2	0.95	22.0	24.0	24.0	39.2	37.4	0.6	24.1	0.9	0.9	22.04	0.7	0.7	1.5	2.5	359.24	911.0652149	911.07
	p.20	3.3 al 9	0.95	15.0	17.0	17.0	32.6	30.8	0.6	24.1	0.9	0.9	15.06	0.7	0.7	1.5	2.5	345.46	750.5806461	750.58
	p.21	3.10 al 16	0.95	9.00	11.00	11.00	26.3	24.7	0.6	24.1	0.9	0.9	9.07	0.7	0.7	1.5	2.5	318.58	590.0960774	590.10
	p.22	3.17 al 24	0.95	1.82	3.82	3.82	19.7	17.8	0.6	24.1	0.9	0.9	1.82	0.7	0.7	1.5	2.5	198.97	415.4353717	415.44

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 7 .ESCANTILLONADO DE LA SECCION MAESTRA

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

7.VAGRAS DE DOBLE FONDO

El doble fondo dispone de una vagra central y dos vagras laterales en cada banda a 8594 y 18695 mm de línea de crujía.

De la misma forma que se realizaron los cálculos de elementos interiores se realizan de estos elementos. Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

ZONA	NUMERO DEL ELEMENTO	LONGITUD (M)	REFERENCIAS	SEPARACION ENTRE REFERENZOS	CALCULO DE J	T MINIMOS LLOYD REGISTER 1	T MINIMOS LLOYD REGISTER 2	T MINIMOS LLOYD REGISTER Relegido	Z1 reforzado	z2 reforzado	z minimo elegido
VAGRAS DOBLE FONDO	p.23		1 A 3	0.55		9.01395	13.52821126	14	207.98	527.46	527.46
	p.24		1 A 3	0.55		9.01395	13.52821126	14	207.98	527.46	527.46
	p.25		1 A 3	0.55		9.01395	13.52821126	14	207.98	527.46	527.46

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 7 .ESCANTILLONADO DE LA SECCION MAESTRA

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

8.PALMEJARES DE DOBLE COSTADO

En cada banda se disponen 3 palmejares en el doble costado distanciados entre ellos 6650 mm estando situado el primero a 4895 de línea base .

Se han aplicado los mismos criterios de escantillonado que en los elementos interiores y los resultados se muestran en la siguiente tabla:

ZONA	NUMERO DEL ELEMENTO	LONGITUD (M)	REFUEZOS	SEPARACION ENTRE REFUEZOS	CALCULO DE J	T MINIMOS LLOYD REGISTER1	T MINIMOS LLOYD REGISTER2	T MINIMOS LLOYD REGISTER elegido	Z1 reforzado	z2 reforzado	z minimo elegido
VAGRAS DOBLE FONDO	p.23		1 A 3	0.55		9.01395	13.52821126	14	207.98	527.4588086	527.46
	p.24		1 A 3	0.55		9.01395	13.52821126	14	207.98	527.4588086	527.46
	p.25		1 A 3	0.55		9.01395	13.52821126	14	207.98	527.4588086	527.46
MAMPARO LONGITUDINAL	p.19		3.1 al 2	0.95		15.56955	23.36691036	24	359.24	911.0652149	911.07
	p.20		3.3 al 9	0.95		15.56955	19.92736812	20	345.46	750.5806461	750.58
	p.21		3.10 al 16	0.95		15.56955	15.75396775	16	318.58	590.0960774	590.10
	p.22		3.17 al 24	0.95		15.56955	9.280143453	16	229.12	415.4353717	415.44
PALMEJARES DE DOBLE COSTADO	p.26		1 A 3	0.825		13.520925	18.26215349	20	150.8	326.4164553	326.42
	p.27		1 A 3	0.825		13.520925	14.81558512	16	150.8	326.4164553	326.42
	p.28		1 A 3	0.825		13.520925	10.27116717	14	150.8	326.4164553	326.42

9.MODULO MINIMO REGLAMENTARIO SEGÚN LRS.

Según Lloyd's Register of shipping, el cálculo del modulo mínimo reglamentario viene dado por la siguiente formula:

$$Z_{min} = (f * M_w / \sigma_w) * 10^3 = m^3$$

Donde

- $L < 97\% Lwl$

$L > 96\% Lwl$ en nuestro caso $L_{esc} = 270.9$

- $T_{esc} = 18.312$

- $F =$ factor de servicio del buque 1.

MW=momento flector debido a la ola.Segun Lrs p3:ch4:s5.2:

$$M_w = 0,1 * C_1 * L^2 * B * (CB + 0,7) = 5785521 \text{ Kn} * \text{m}$$

- σ_w = esfuerzo flector permisible debido a la ola, es igual 100/k N/mm²
- k = factor de tracción del acero, k = 1 (acero dulce)
- $C_1 = 10,75 - ((300 - L) / 100)^{1,5} = 10,59$
- Formula para obtener el modulo (Lrs p3;ch4;s5.5);

$$Z_{\min} = f * C_1 * L^2 * (CB + 0,7) * 10^{-6} = \text{m}^3$$

$$\underline{Z_{\min} = 57.855 \text{m}^3}$$

9.1 .MAXIMO MOMENTO FLECTOR EN AGUAS TRANQUILAS

Según LRS P3-ch4-section 5.6-7-8 los máximos momentos flectores en la cubierta y el fondo respectivamente se definen según la siguiente expresión:

$$M_s(\text{deck}) = F_d * \sigma * Z_d * 10^3 - M_w \quad (\text{kN.m}) = 4193679 \text{ KN.m} = 419.367 \text{ ton.m} * 10^3$$

$$M_s(\text{bottom}) = F_b * \sigma * Z_b * 10^3 - M_w \quad (\text{kN.m}) = 7849359$$

Utilizando el mas restrictive como valor maximo

F_d, σ , M_w lo tenemos de los apartados anteriores

Z_d y Z_b modulos resistentes en la cubierta y el fondo se obtienen del mars 2000 siendo 59,4 y 81, 16 respectivamente

Una vez obtenidos los valores se introduce las coordenadas de la sección maestra y su momento flector en el programa hidromax para comprobar que el buque proyectado cumple con estas exigencias. En el capítulo 13 se presentaran las curvas y graficas obtenidas en hidromax.

SITUACIONES DE CARGA	CALCULADO (Tn/m)*10 ³	HIDROMAX (Tn/m)*10 ³
Salida plena carga 100% consumos	419,3,679	207.748
Llegada plena carga 10% consumos	419,3679	216.091
Salida Lastre 100% consumos	419,3679	354,7
Llegada lastre 10% consumos	419,3679	355799

10.ESCANTILLONADO MEDIANTE PROGRAMA MARS 2000

Una vez obtenidos los espesores minimos de las planchas y modulos resistentes minimos necesarios se dibuja el modelo en el software mars 2000.Se va calculando el modulo resistente de la sección y mediante un proceso iterativo se van cambiando los escantillones hasta obtener el modulo minimo en la sección requerido por LRS.

De esta manera el software nos facilita datos como el momento de inercia de la sección,el modulo resistente en la cubierta, el modulo resistente en el fondo y la posición del eje neutro.

En el anexo 1 al final del capitulo se adjuntan los datos de salida del programa.

A continuación se adjuntan algunos parametros

10.1.PROPIEDADES GEOMETRICAS:

Se adjuntan los datos de salida del programa, como se puede observar el modulo resistente cumple con los minimos exigidos por LRS.

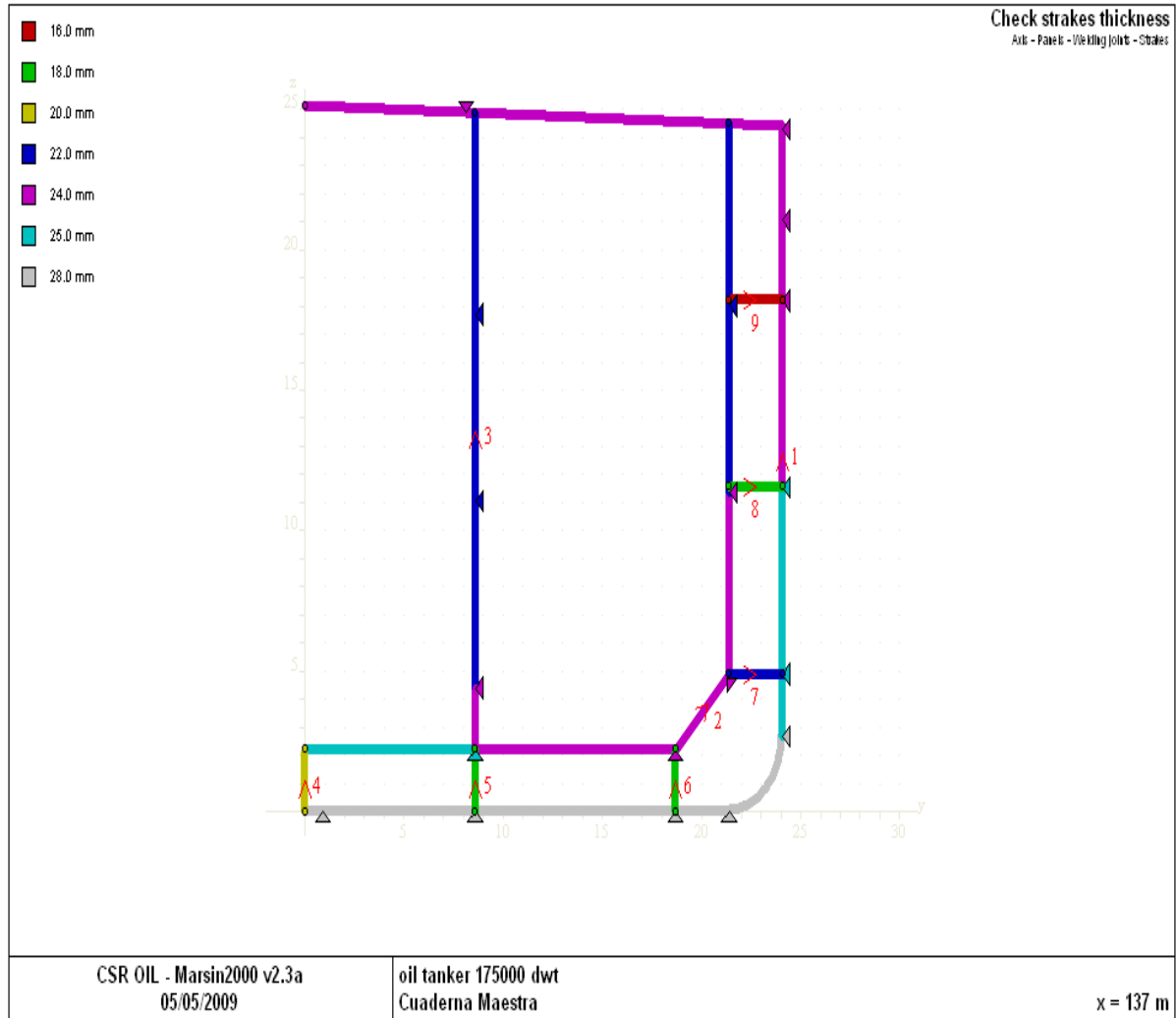
Geometric Properties		
<input checked="" type="radio"/> Gross scantling	<input type="radio"/> Net scantling	
Full section Half section		
Gross area of cross-section	9.49883	m ²
Effective area of cross-section	9.49883	m ²
Moment of inertia / GY axis	838.1024	m ⁴
Moment of inertia / GZ axis	2578.4641	m ⁴
Neutral axis (above base line)	10.326	m
Section modulus at deck (Wp)	59.5491	m ³
Section modulus at bottom (Wf)	81.1655	m ³

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 7 .ESCANTILLONADO DE LA SECCION MAESTRA

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

10.2.ESCANTILLONADO FINAL DE PLANCHAS

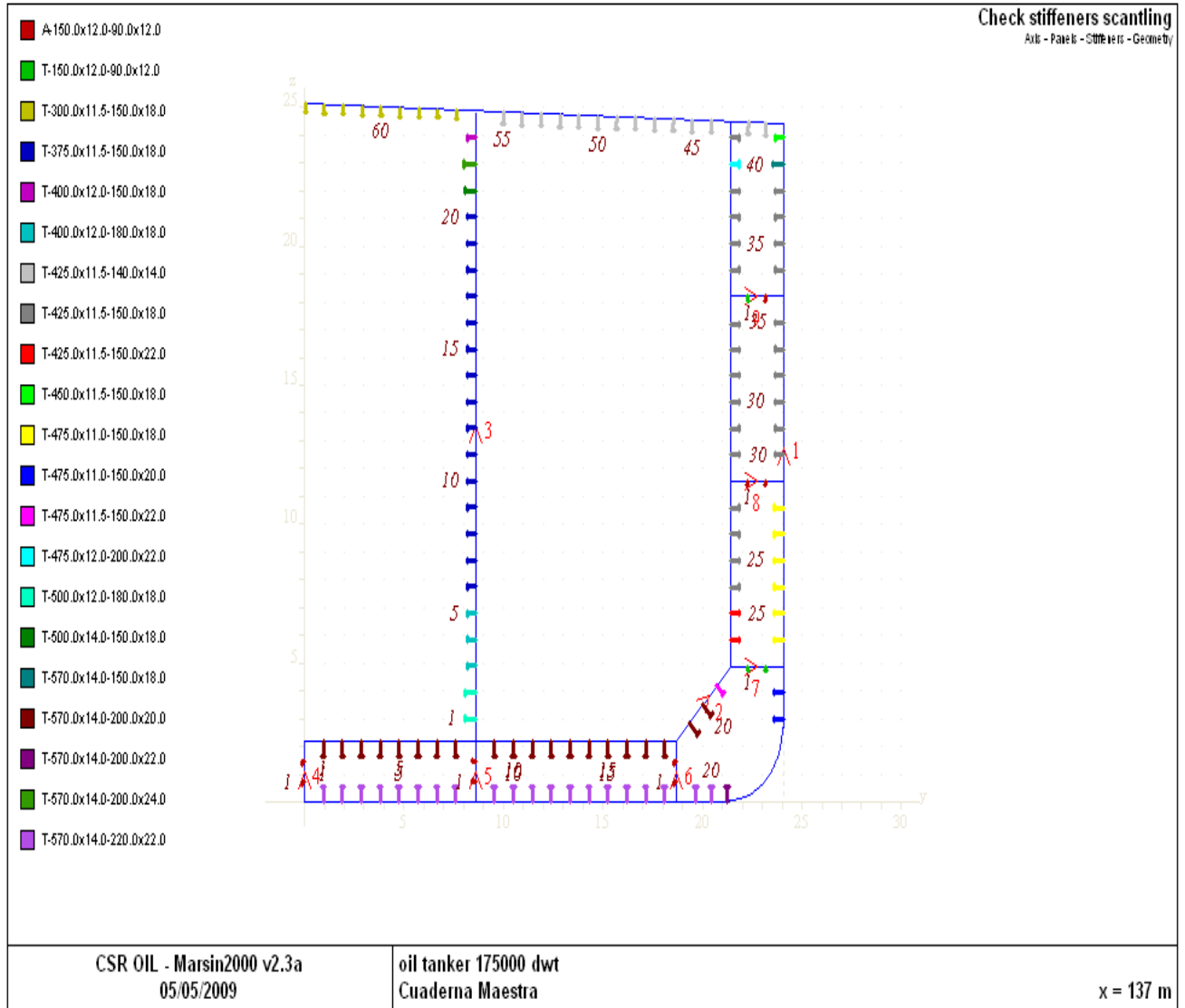


Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 7 .ESCANTILLONADO DE LA SECCION MAESTRA

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

10.3.ESCANTILLONADO DE REFUERZOS



10.4.PLANO DE LA SECCION MAESTRA

Se adjunta en el al final del proyecto un plano de la sección maestra en el que se reflejan los escantillones .

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 7 .ESCANTILLONADO DE LA SECCION MAESTRA

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

CAPITULO 8.ESTIMACIÓN DE POTENCIA.

CONTENIDO

8.1.INTRODUCCION	1
8.2.ESTIMACION POTENCIA NECESARIA MÉTODO DE KUPRAS Y WATSON	2
8.2.1.FORMULA DE D.G.M. WATSON.....	2
8.2.2.MÉTODO DE L. K. KUPRAS.....	2
8.3. ESTIMACION DE POTENCIA MÉTODO DE HOLLTORP	4
8.3.1.POTENCIA DE REMOLQUE	4
8.3.2-POTENCIA DE SALIDA DEL MOTOR PRINCIPAL	5
8.4.ESTIMACIÓN DEL DIÁMETRO DE LA HÉLICE PROPULSORA.....	6
8.4.1.HUELGOS ENTRE HÉLICE Y CASCO	6
8.5. ELECCION DE PROPULSOR	7

8.1.INTRODUCCION

En este capitulo se pretende obtener una estimación de la potencia necesaria a instalar , asi como el dimensionamiento de la hélice y del motor principal.

Para ello se han utilizado dos métodos; el método de kupras y el método de holtrop usando el software hullspeed.Una vez finalizados estos cálculos se decide usar los obtenidos mediante el método de holtrop ya que se calculan directamente de la carena obtenida del buque en el programa maxurf y con la que se van a realizar los cálculos de estabilidad con el programa hullspeed.

8.2.ESTIMACION POTENCIA NECESARIA MÉTODO DE KUPRAS Y WATSON

Para una estimación preliminar de la potencia necesaria se van a emplear los métodos de Watson y Kupras

8.2.1.FORMULA DE D.G.M. WATSON.

$$PB=(0.889*DISW^{7/8}(40-L_{pp}/61+400(K-1)^2-12*CB))/(15000-1.81*N*\sqrt{L_{pp}})*V^3 =$$

$$PB= 27201 =bhp=mco$$

K = constante de la formula de Alexander 1,067

V = velocidad en nudos, en condiciones de plena carga

PB = potencia desarrollada por el motor propulsor directamente acoplado, en HP

N = RPM. del motor propulsor

DISW = 202822

8.2.2.MÉTODO DE L. K. KUPRAS.

Partimos del concepto de velocidad límite VB, que es aquella por debajo de la cual el coeficiente de resistencia total no varía mucho y por encima empieza a aumentar rápidamente. Esta velocidad es función del coeficiente de bloque y de la eslora.

- **Velocidad Limite:**

$$VB = (3.08 - 2.54 * CB) \sqrt{L_{pp}} = 15.47$$

- **Potencia de remolque (ehp):**

$$PE = (C * DISW^{7/8} * VB^3) / 427.1 = 2147 \text{ HP}$$

C = 0.71 aproximadamente para cualquier coeficiente de bloque.

- **Potencia absorbida por la hélice a la velocidad limite:**

$$\mathbf{PBD} = (0.0023725 * (1 + X) 0.71 * \text{DISW} \wedge \frac{2}{3} * \text{VB}^3) / \text{ETAD} = 25090$$

ETAD = rendimiento cuasi-propulsivo

$$\text{ETAD} = \text{ETA0} * \text{ETAH} * \text{ETAR} = 0.73$$

ETA0 = rendimiento del propulsor en aguas libres

$$\text{ETA0} = 1.30 - 0.55 \text{CB} - 0.00267 * \text{N} = 0.56$$

ETAH = rendimiento del casco, calculado por las siguientes formulas, deducidas de un análisis de los resultados de los modelos de la Serie 60

Para $\text{CB} < 0.80$

$$\text{ETAH} = 0.385 + 0.7 * \text{CB} + 0.11 * \text{B/T} = 1.27$$

ETAR = rendimiento rotativo relativo

$$\text{ETAR} = 1.01$$

- **Factor de correlación 1 + X se calcula por la formula:**

$$\mathbf{1 + X} = 0.85 + 0.00185 * [(1000 - 3.28 \text{Lpp}) / 100]^{2.5} = 0.852$$

Para otra velocidad V, distinta de la velocidad límite, se calcula:

$$\mathbf{PD} = \text{PBD} (\text{V}/\text{VB})^{4.167 * \text{V}/\text{VB}} = 25288,14$$

Para $\text{V} = 15.5$ nudos

- **Potencia desarrollada por el motor propulsor :**

$$\mathbf{MCO=PS=PB} = \text{PD} * \text{FS} / \text{ETAM} = 25805 \text{HP}$$

Siendo: $\text{FS}=1$

$$\text{ETAM (rendimiento mecánico)} = 0.98$$

8.3. ESTIMACION DE POTENCIA MÉTODO DE HOLLTORP

8.3.1.POTENCIA DE REMOLQUE

Para realizar el calculo de la potencia de remolque en una primera instancia se debería realizar el calculo de la resistencia al avance .

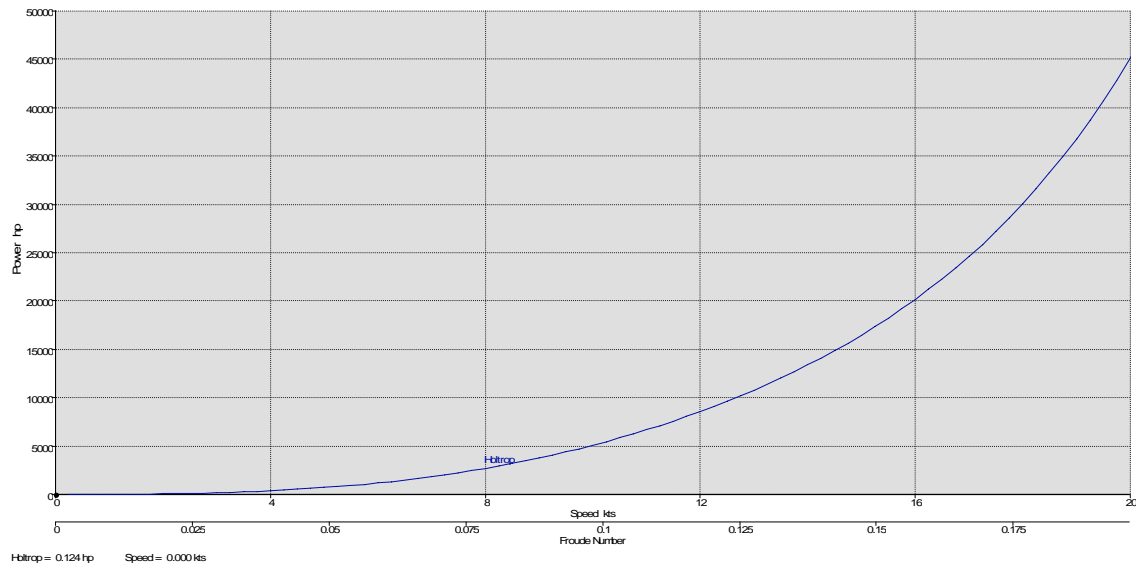
De esta forma se definiría la potencia de remolque EHP como

$$EHP = R_t * v / 75$$

Una vez definidas las formas del buque existen varios métodos para predecir la potencia y / o empuje necesarios para la propulsión efectiva del buque.Existen varios métodos como Holtrop, Van Oorpeersen, Kupras , En este caso se va a emplear el método de Holtrop.

Los resultados se generan a partir del software Hullspeed a partir de las formas del buque generadas en el programa Maxurf .Al introducir los datos el programa genera unas tablas que relacionan la resistencia, con la velocidad y la potencia pudiendo obtener graficos relacionando estos parámetros.

salida programa hullspeed		
speed	holtrop resist (hp)	holtrop power
12	1033.51	8555.97
12.5	1115.59	9620.29
13	1201.38	10774.49
13.5	1291.29	12026.29
14	1385.87	13385.16
14.5	1485.77	14862.56
15	1591.8	16472.3
15.5	1704.91	18230.86
16	1826.19	20157.63
16.5	1956.88	22275.27
17	2098.39	24609.89



En nuestro caso para la velocidad del buque escogida 15.5 nudos se obtiene:

EHP = 18230.66 HP.

8.3.2-POTENCIA DE SALIDA DEL MOTOR PRINCIPAL

BHP = EHP/ RENDIMIENTO DEL PROPULSOR= 25439HP

ETAP=ETAD*ETAM

ETAD = rendimiento cuasi-propulsivo

ETAD = ETA0 * ETAH * ETAR = 0.71

- ETA0 = rendimiento del propulsor en aguas libres
- $ETA0 = 1.30 - 0.55 CB - 0.00267 * N = 0.56$
- ETAH = rendimiento del casco, calculado por las siguientes formulas, deducidas

de un análisis de los resultados de los modelos de la Serie 60

Para $CB < 0.80$

ETAH = $0.385 + 0.7 * CB + 0.11 * B/T = 1.27$

- ETAR = rendimiento rotativo relativo

ETAR = 1.01

- ETAM=0.98

8.4.ESTIMACIÓN DEL DIÁMETRO DE LA HÉLICE PROPULSORA

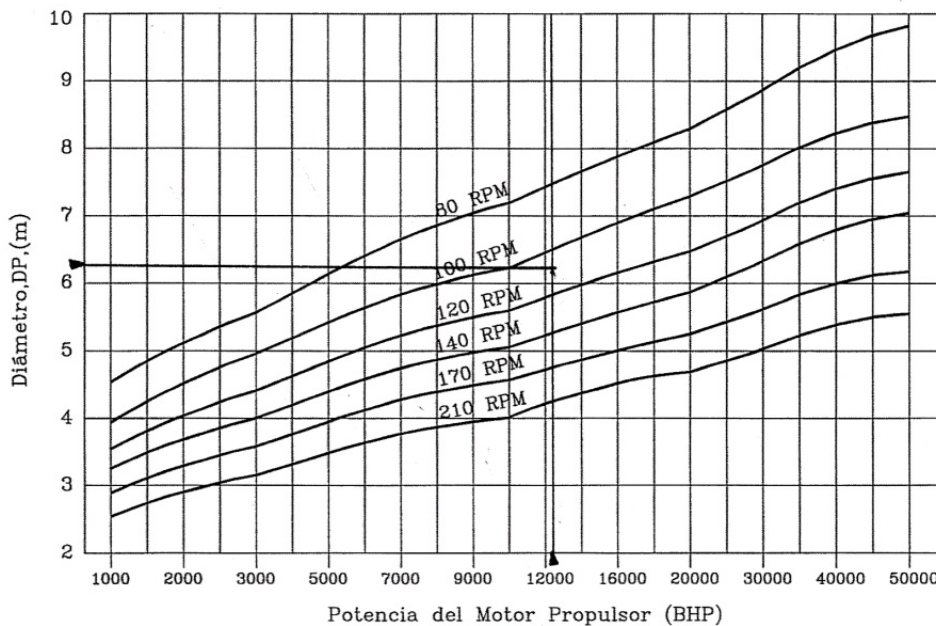
Es conveniente hacer una estimación del diámetro de la hélice, que permita, entre otras cosas, controlar su inmersión en las situaciones de navegación en lastre, y verificar los huelgos entre la misma y el casco del buque, que tiene una gran incidencia sobre los aspectos muy importantes, como las vibraciones excitadas por la hélice. La fórmula siguiente calcula el diámetro en metros de una hélice de palas fijas, a partir únicamente de la potencia del equipo propulsor y de las RPM de la hélice.

$$DP = 15.75 * (MCO^{0.2} / N^{0.6}) = 7.588$$

N=100 rpm

N factor orientativo determinado teniendo en cuenta otros buques de características similares y que el diámetro de la hélice se aproximó inicialmente un diámetro de **7.588** m aproximadamente, y teniendo en cuenta que se pretende emplear un motor de propulsión diesel lento y la potencia estimada (es de unos 25439.2705

HP). Se puede obtener este valor inicial del siguiente gráfico.



8.4.1.HUELGOS ENTRE HÉLICE Y CASCO.

Se intentara disponer de una hélice de mayor diámetro posible ,ya que cuanto mayor sea este ,mayor será el rendimiento del propulsor ,aunque hay otra serie de parámetros que han de tenerse en cuenta al determinar el propulsor ,sobre todos los relacionados con posible existencia de cavitación.

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 8 .ESTIMACION DE POTENCIA

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

El diámetro del propulsor tiene unas limitaciones que vienen dadas por las sociedades de clasificación ,en nuestro caso L.R.,Las sociedades de clasificación incluyen en sus reglas recomendaciones sobre los valores minimos que deben tener los huelgos entre la hélice y el casco para que las vibraciones excitadas por la hélice no excedan de unos valores razonables.

Para el caso de buques con un solo propulsor ,las claras minimas exigidas por Loyd's Register son las siguientes:

- $a = A_x K_x DP$
- $K = (0,1 + LPP/3.050) * (2,56 * CB * MCO / LPP^2 + 0,3) =$

$$K = 0.1985$$

- $A = 1$ por ser nuestra hélice de cuatro palas.
- $a = 1,5028 > 10\% DP$
- $b = 1,5a = 2.25 > 15\% DP$
- $c = 0,12 DP = 0.9061 \text{ mts.}$
- $d = 0,03 DP = 0,226 \text{ mts.}$

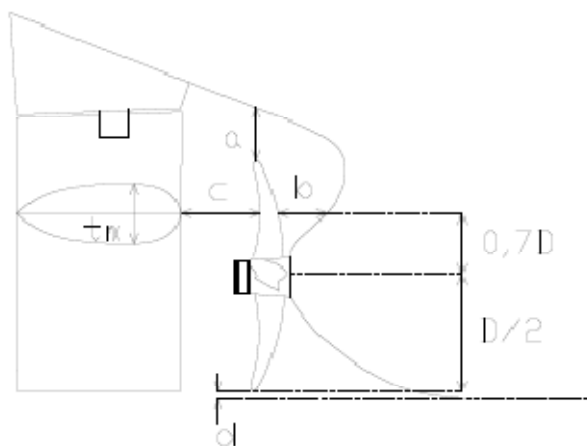


Figura 5.5 - Croquis del codaste

$$D = 7.588$$

$$T = D + a + d / 0.9 = 9.31 \text{ mt}$$

Altura de la línea de ejes:

$$H = D/2 + d + 0.05 * T = 4.47 \text{ mt}$$

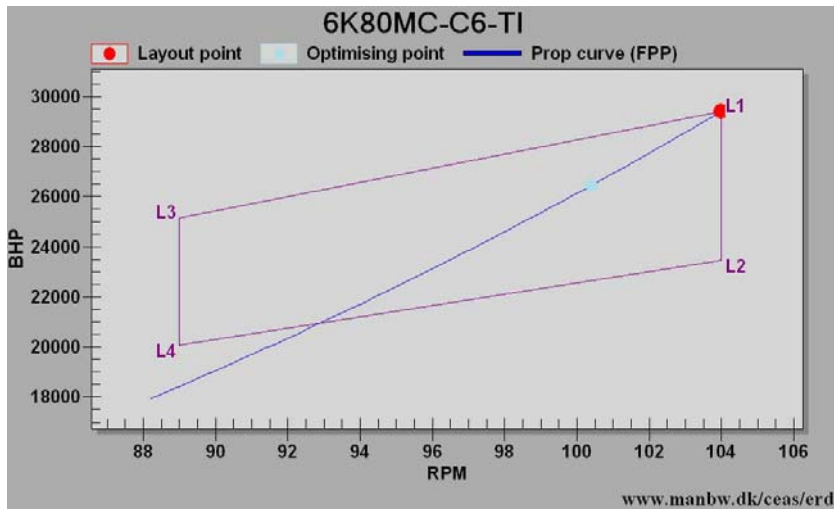
8.5. ELECCION DE PROPULSOR

Con los datos obtenidos en los capítulos anteriores en una primera aproximación se elige el motor MAN 6K80MC-C6.

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 8 .ESTIMACION DE POTENCIA

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO



Se adjunta una sección transversal del motor:

MAN B&W

1.07

Page 1 of 1

Engine Cross Section of K80MC-C6

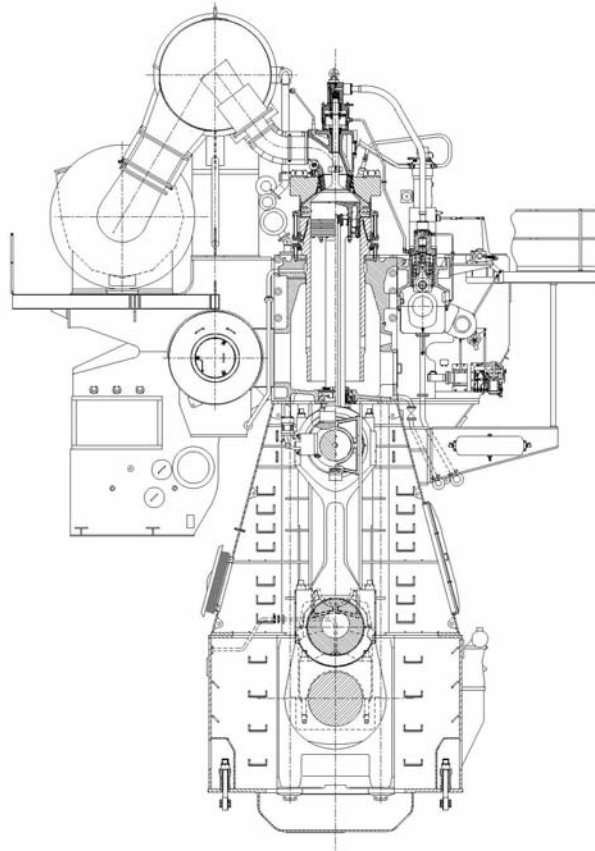


Fig.: 1.07.01: Engine cross section

170 76.63-2.2

MAN B&W K80MC-C6

MAN Diesel

198 56 01-3.0

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 8 .ESTIMACION DE POTENCIA

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

CAPITULO 9.SISTEMAS DE A BORDO

CONTENIDO

1.SISTEMAS EN CAMARA DE MAQUINAS.....	2
1.1.MOTOR PRINCIPAL	2
1.2. PLANTA ELECTRICA.....	3
1.3 SISTEMA DE GENERACION DE VAPOR	3
1.4 SISTEMAS DE COMBUSTIBLE	3
1.4.1.DIMENSIONAMIENTO DE TANQUES.....	3
1.4.1.1.TANQUE DE SERVICIO DIARIO	3
1.4.1.2.TANQUE DE SEDIMENTACION	4
1.4.1.3.TANQUE DE ALMACEN	4
1.4.1.4.TANQUE COLECTOR DE RETORNOS	4
1.4.1.5.TANQUE DE REBOSES DE COMBUSTIBLE	4
1.4.1.6.TANQUE DE LODOS	5
1.4.1.7.TANQUES DE DIESEL OIL.....	5
1.5 SISTEMA DE LUBRICACION.....	5
1.5.1.SISTEMA DE LUBRICACION DE CAMISAS.....	5
1.5.2.SISTEMA DE LUBRICACION DEL CARTER.....	6
1.5.3.SISTEMA DE LUBRICACION DE MOTORES AUXILIARES.....	6
1.6.SISTEMA DE REFRIGERACION	6
1.7.SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO	7
1.8.SERVICIO DE EXAHUSTACION DE MMPP	7
1.9.VENTILACION EN CAMARA DE MAQUINAS.....	7
1.10.SERVICIOS GENERALES EN CAMARA DE MAQUINAS	7
1.10.1. LASTRE	7
1.10.2 SENTINAS	7
1.10.3.SERVICIO CONTA INCENDIOS.....	8
1.11.SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS.....	8
1.12.SERVICIO DE AGUA SANITARIA.....	8
1.13.CUADRO –RESUMEN DE TANQUES DE CAMARA DE MAQUINAS.....	9
2.SISTEMAS EN LAS ZONAS DE CARGA.....	12
2.1.SISTEMA DE GAS INERTE	12
2.2.EQUIPO DE DESCARGA.....	13

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 9.SISTEMAS DE A BORDO

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

2.3.SISTEMA DE LIMPIEZA DE TANQUES.....	13
3.SERVICIOS DEL CASCO	13
3.1.SERVICIO DE GOBIERNO.....	13
3.2.SERVICIO DE CUBIERTA	13
3.2.1.FONDEO.....	13
3.2.2.AMARRE Y REMOLQUE.....	13
4.SISTEMA DE SALVAMENTO.....	14
4.1SERVICIOS INDIVIDUALES DE SALVAMENTO.....	14
4.2 BOTES SALVAVIDAS	14
5.SERVICIOS DE HABILITACION	14
6.SERVICIOS DE NAVEGACION COMUNICACIONES.....	15

1.SISTEMAS EN CAMARA DE MAQUINAS

1.1.MOTOR PRINCIPAL

Del capitulo anterior se obtiene que el motor elegido es el MAN K 98 MC-6.

Se trata de un motor de 2 tiempos , 6 cilindros y su potencia nominal es de 29400 Hp a 104 rpm.Sus principales dimensiones son:.

Dimensions

Length excl. tuning wheel, tanktop	mm	11,104
Min length excl. tuning wheel, c/l	mm	11,154
Max length incl. tuning wheel, c/l	mm	11,736
Cylinder distance	mm	1,424
Width of bedplate	mm	4,088
Distance, foot -crankshaft c/l	mm	1,510

Overhaul

Normal lift, c/l -crane hook	mm	11,900
Crane capacity, normal lifting procedure	t	8.00
Double jib crane, c/l -deck beam	mm	11,300
Crane capacity, double jib crane	t	2 x 4.00

Weight

Weight of main engine, dry	t	736.0
Weight of water and oil in engine	t	12.3

El motor consumirá combustible pesado HFO de 730 cst a 50º.

1.2. PLANTA ELECTRICA

Se disponen 3 motores diesel Man 6 L23/30H de 1033 HP cada uno.El peso de cada uno de estos motores es e 18.7 t con un alternador acoplado al motor diesel.

Los motores consumiran Marine Diesel Oil de acuerdo con la norma ISO 8217.Estos motores también pueden trabajar con HFO.

1.3 SISTEMA DE GENERACION DE VAPOR

Se dispone dispone dos calderas tubulares y un economizador de gases de escape.

1.4 SISTEMAS DE COMBUSTIBLE

El servicio de combustible de cámara de maquinas se divide en tres partes:

- Trasiego;incluye tanques de almacen ,sedimentación y bombas de trasiego
- Purificacion
- Suministro; nos referimos en este caso a los tanques de servicio diario,bombas de suministro y el sistema de inyección del motor.

1.4.1.DIMENSIONAMIENTO DE TANQUES

El convenio MARPOL Anexo 1 Regla 12 A aplicable a buques de una capacidad total de combustible superior a 600 m³ establece que la capacidad máxima de cada tanque no será superior a 2500 m³

Estos tanques iran dispuestos en altura como minino a o 2 m si el resultado es inferior.

$$h=B/20=2.4 \text{ mt}$$

1.4.1.1.TANQUE DE SERVICIO DIARIO

Este tanque debe abastecer al motor principal durante 8 horas según LRS(P5;CH14;4.18).

Tambien se le da un margen del 10% por acumulación de lodos en el fondo.

Sabiendo que el consumo del motor principal es de 169 g/kw h y el de los diesel generadores 180 g/kw h

Se calcula la capacidad de los tanques con la siguiente formula:

$$Csd=1.1*1.04*ce(g/kwh)*MCR*8(h)$$

Los margenes del 10% y 4% se usan debido a acumulación de lodos en el fondo y por las condiciones que hacen que el consumo ideal se diferencie del real

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 9.SISTEMAS DE A BORDO

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

Para hallar el volumen se le da un 4% de margen debido a la perdida de volumen debida al reforzado interior del tanque y los serpentines

$$Vsd=1.04*ctsd/densidad$$

1.4.1.2.TANQUE DE SEDIMENTACION

El tanque de sedimentación contendrá combustible suficiente para abastecer al motor principal y los tres auxiliares durante 24 horas.

En su dimensionamiento se aplica un margen de un 20% ya que la acumulación de lodos en el fondo es mayor que en el de servicio diario.

$$Ctsed=1.2*ce*MCR*24$$

$$Vtsed=1.04*Ctsed/densidad$$

1.4.1.3.TANQUE DE ALMACEN

El tanque se dimensiona como la resta de la capacidad total de fo a la capacidad de tanque de sedimentación,servicio diario y un margen del 5% para tuberías.

Según la s especificaciones de proyecto la capacidad de FO será de 4532 tons

1.4.1.4.TANQUE COLECTOR DE RETORNOS

Este tanque almacena una mezcla de combustibles de los tanques de sedimentación y de combustible que viene de los inyectores .La capacidad de este tanque es la cantidad de combustible que emplea el motor en 20 minutos en funcionamiento con un margen del 4 %.

Este tanque se ubicara en el doble fondo de cámara de maquinas.

1.4.1.5.TANQUE DE REBOSES DE COMBUSTIBLE

El tanque de reboses almacena combustible de diversos lugares y desde el se trasiega al tanque de sedimentación.

Se considera un tanque de almacen y su capacidad se calcula como el combustible necesario para abastecer al motor principal durante 5 horas.

Tambien se ubica en el doble fondo de cámara de maquinas

1.4.1.6.TANQUE DE LODOS

El tanque de lodos almacena lodos que se obtienen de los tanques de sedimentación y servicio diario así como residuos en la depuración de combustible.

Su dimensionamiento se rige por el convenio MARPOL de la OMI regla 17.

Su capacidad mínima será:

$$V=K1*C*D$$

- Siendo k un coeficiente de valor 0.015
- C el consumo diario de fuel
- D la duración del viaje entre puertos donde se puedan descargar lodos a tierra (se toman 30 días)

El tanque se ubica en el doble fondo y debajo del local de purificadoras.

1.4.1.7.TANQUES DE DIESEL OIL

La capacidad de almacen de DO se dimensiona como un 4% de la capacidad de FO siendo 264.51 m³.

Se tendrá un tanque de servicio diario con capacidad para abastecer el motor principal durante 10 horas. El tanque de almacen será la resta del volumen total y de servicio diario.

Estos tanques se ubican en el doble fondo.

1.5 SISTEMA DE LUBRICACION

El servicio de lubricación afecta tanto a la máquina principal como a las auxiliares.

En el motor principal tenemos sistemas de lubricación del carter, de camisas y de cojinetes

1.5.1.SISTEMA DE LUBRICACION DE CAMISAS

El sistema de lubricación de camisas consta de los siguientes elementos:

- Tanque de almacen
- Tanque de servicio de aceite
- Bomba de trasiego

Conociendo que el consumo de aceite es de 0.63 g/kw/h se dimensionan los tanques de la siguiente forma,

- El tanque de almacen tendrá capacidad de aceite para abastecer 3 meses el motor principal. Se instalan 1 tanques de 66 tons

1.5.2.SISTEMA DE LUBRICACION DEL CARTER

Este sistema consta de los siguientes elementos:

- TANQUE DE SERVICIO

Las capacidad minima de este tanque nos la da el fabricante(28.3 t).La eslora de este tanque será superior a la del motor.es un tanque estructural y se ubicara en el doble fondo

- TANQUE DE ACEITE SUCIO

Este tanque esta capcitado para albergar alguna carga contaminada.Su capacidad será la misma que la del tanque de servicio diario ,incluyendo un margen para el vaciado de tuberías y accesorios.

Elementos del sistema de lubricación del carter:

- PURIFICADORA DE ACEITE
- BOMBA DE CIRCULACION
- BOMBA BOOSTER
- ENFRIADOR DE ACEITE
- VALVULA DE CONTROL DE TEMPERATURA DE ACEITE
- FILTRO DE ACEITE DE LUBRICACION

1.5.3.SISTEMA DE LUBRICACION DE MOTORES AUXILIARES

Los subsistemas son análogos al motor principal.

Se necesita instalar un tanque de aceite limpio de 4 tons de capacidad

1.6.SISTEMA DE REFRIGERACION

Se dispone de un sistema de refrigeración centralizado.Eso consiste en un circuito corto de agua salada que incluye n intercambiador de calor en el cual el fluido secundario es el agua dulce.

En este sistema se disponen:

- Bombas de agua salada,agua dulce y agua para las camisas
- Enfriador central,de aceite de lubricación,de agua para camisas y de aire de barrido
- Tanque de expansión con capacidad de 1.3 m3 (según el fabricante)
- Tanque de alimentación de agua para refrigeración con capacidad de 6.6 m3
- Generador de agua dulce

1.7.SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

El sistema de aire de arranque de motores principales consta de.

- 2 Botellas de aire comprimido
- 2 Compresores de aire comprimido
- 2 unidades de secado de aire

1.8.SERVICIO DE EXAHUSTACION DE MMPP

El servicio consta de :

Tuberias de exahustacion

- Economizador de gases de escape
- Silenciador
- Ventilador
- Equipo apaga -chispas
- Estas tuberías van por el guardacalor junto a los conductos de exahustacion de motores auxiliares e incinerador.

1.9.VENTILACION EN CAMARA DE MAQUINAS

Se dispone de ventilación en cámara de maquinas,cámara de bombas , local de purificadoras.

Se dispone de extracción en cámara de maquinas

Se dispone de aire acondicionado en la sala de control

1.10.SERVICIOS GENERALES EN CAMARA DE MAQUINAS

1.10.1. LASTRE

El buque dispone de 14 tanques de lastre 12 en la zona de carga y 2 en los piques.

Esto nos da una capacidad de lastre de 52233 tons.Segun la especificación de proyecto se tienen 3 bombas de lastre.

1.10.2 SENTINAS

Este servicio se utiliza para evacuar el liquido que se acumula en los espacios del buque debido a condensaciones,fugas,limpiezas...

El sistema consta de :

- Colector principal

- Ramales
- 2 bombas de sentina centrifugas
- Aspiraciones de achique
- 1 Separador de sentinas
- Pocetos de sentinas
- Tanque de sentinas

1.10.3.SERVICIO CONTRA INCENDIOS

El sistema consta de :

- 2 bombas de contraincendios y servicios generales principales
- 1 bomba de contraincendios de emergencia
- Colector y tuberías contraincendios
- Boquiles contra-incendios
- Mangueras y lanzas contraincendios
- Conexión internacional a tierra

Tambien se dispone de :

- Sistema de agua nebulizada en cámara de maquinas
- Sistema de contraincendios sprinkler en espacios de alojamiento y servicio
- Medios portátiles de contraincendios(extintores portatles)

En las zonas de carga

- Sistema de espuma de baja expansión

1.11.SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS

El buque consta de una unidad de tratamiento de aguas residuales ubicada en cámara de maquinas

1.12.SERVICIO DE AGUA SANITARIA

El servicio de agua sanitaria consta de :

- 1 Tanque de almacen de agua dulce de 153 m3
- 1 Tanque hidroforo
- Bombas de agua dulce sanitaria
- Calentador de agua dulce sanitaria
- Electrobomba para suministro de agua dulce sanitaria caliente
- Equipo de regulación automática de temperatura
- Equipo potabilizador de agua dulce

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 9.SISTEMAS DE A BORDO

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

1.13.CUADRO –RESUMEN DE TANQUES DE CAMARA DE MAQUINAS.

Se anexa un cuadro resumen en el cual se indican los tanques a instalar en cámara de maquinas y sus capacidades.Estos datos son generados por el programa Hidromax:

ITEM	CUANTIT Y	TON	LCG	VCG	TCG	FS
N1 HFO T(P)	96%	844	40.013	16.234	-14.925	1265.977
N1 HFO T (S)	96%	844	40.013	16.234	14.925	1265.977
N2 HFO TK(P)	96%	1092	31.091	18.956	-19.219	699.498
N2 HFO TK(S)	96%	1425	32.006	18.069	17.567	1380.101
HFO SETT (P)	96%	193.9	35.691	15.576	-14.19	7.28
HFO SERVICE(P)	96%	84.7	32.191	16.329	-14.192	3.474
	Total Weight=	4483.6	LCG=34.460 m	VCG=17.514 m	TCG=0.786 m	4874.854
				FS corr.=1.035 m		
				VCG fluid=18.55 m		

ITEM	CUANTIT Y	TON	LCG	VCG	TCG	FS
MDO STORAGE(P)	96%	90.3	26.14	1.222	5.147	282.987
MDO STORAGE (S)	96%	100.9	26.612	1.218	-5.236	331.583
MDO SERVICE P	96%	30.05	24.45	20.88	-14.25	3.169
	Total Weight=	221.25	LCG=26.119 m	VCG=3.894 m	TCG=-2.225 m	603.467
				FS corr.=2.733 m		
				VCG fluid=6.627 m		

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 9.SISTEMAS DE A BORDO

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

ITEM	CUANTIT Y	TON	LCG	VCG	TCG	FS
BILGE HOLDING TANK	96%	41.64	14.997	1.277	1.811	51.806
OILY BILGE TANK	96%	25.5	15.25	1.262	-1.842	30.233
FO OVERFLOW	96%	36.93	32.116	1.167	-6.017	179.117
SLUDGE	96%	39.13	30.25	9.4	-9.75	2.453
FEED WATER	96%	8.64	21.75	18.96	16.6	3.375
	Total Weight=	152.6	LCG=23.447 m	VCG=4.334 m	TCG=-2.806 m	262.339
				FS corr.=1.719 m		
				VCG fluid=6.053 m		

ITEM	CUANTIT Y	TON	LCG	VCG	TCG	FS
M.LO SUMP(C)	96%	42.75	23.7	1.056	0	8.163
CYL OIL STORAGE (P)	96%	95.1	15.6	20.16	-13.2	49.588
MAIN LO STORAGE(P)	96%	70.2	15.704	20.425	-20.187	43.88
MAIN LO SETTLING TANK(P)	96%	43.88	15.6	20.16	-17	4.875
G/E LO STORAGE TANK(P)	96%	3.957	17.2	18.96	-9.8	0.44
	Total Weight=	251.9	LCG=17.027 m	VCG=16.985 m	TCG=-13.386 m	105.838
				FS corr.=0.42 m		
				VCG fluid=17.406 m		

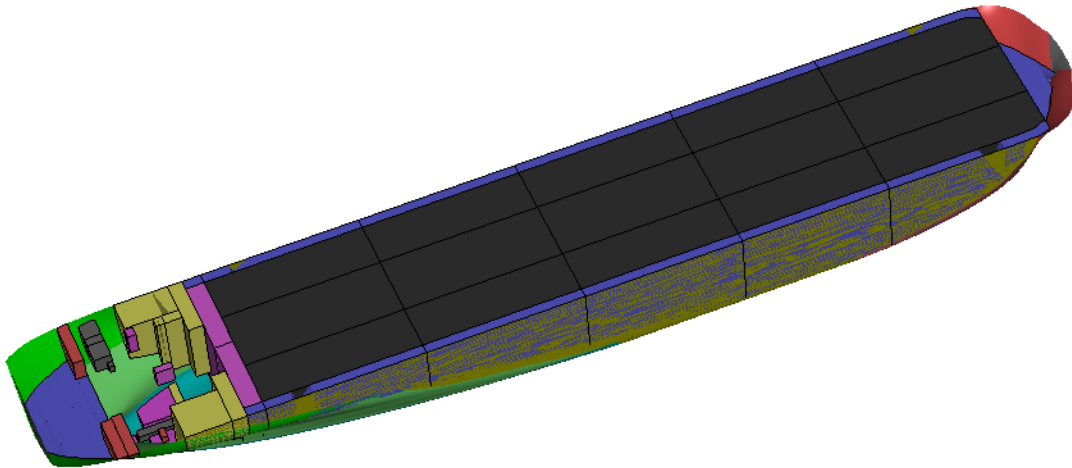
Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

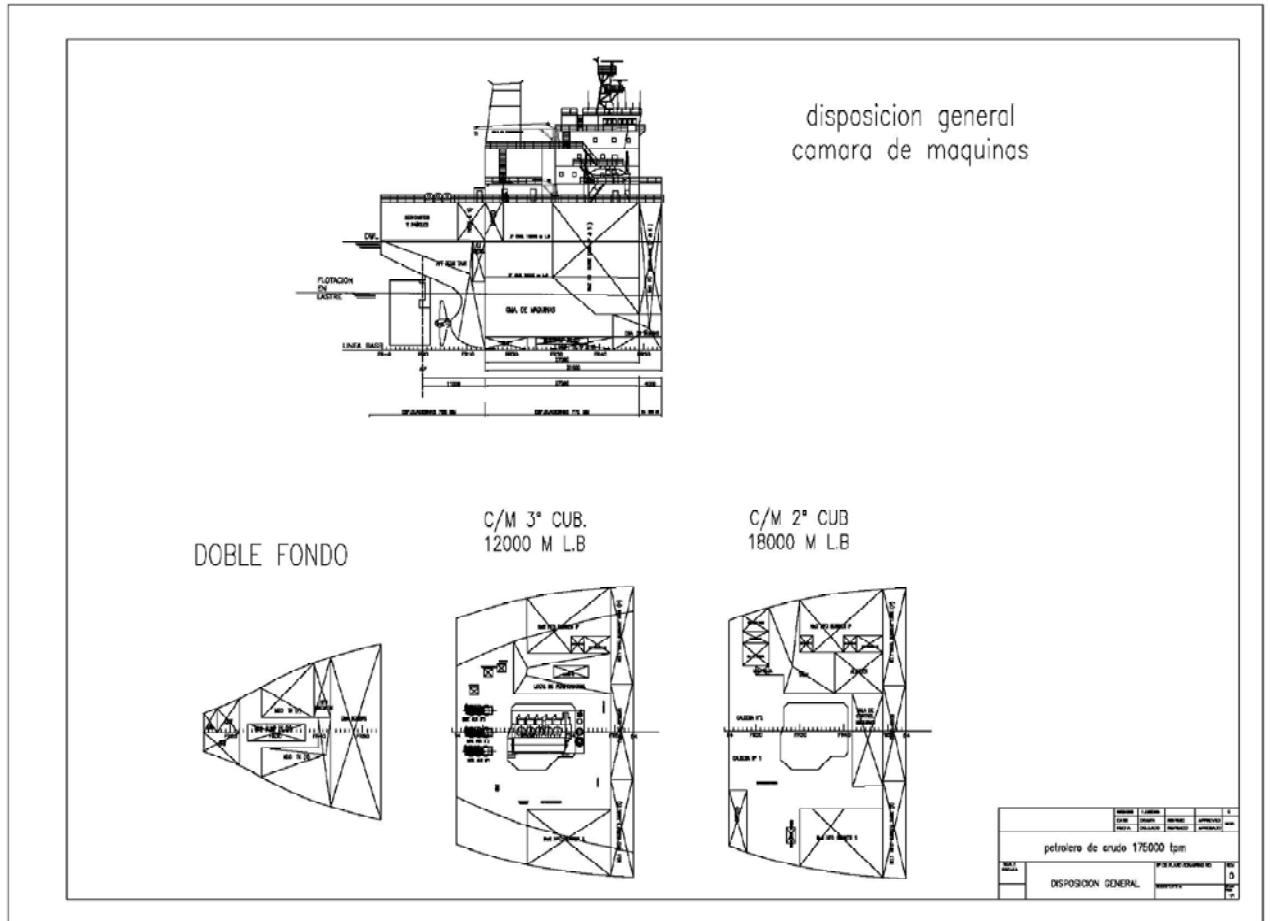
CAPITULO 9.SISTEMAS DE A BORDO

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

ITEM	CUANTIT Y	TON	LCG	VCG	TCG	FS
FW TANK P	96%	185. 1	9.368	21.297	-15.849	509.39 9
FW TANK S	96%	185. 1	9.368	21.297	15.849	509.39 9
DW TANK	96%	201	12.213	21.219	15.865	593.49 2
	Total Weight=	570	LCG=10.3 61 m	VCG=21.274 m	TCG=5.536 m	1612.2 36
				FS corr.=2.829 m		
				VCG fluid=24.103 m		

La ubicacion de los tanques se ha realizado mediante el programa hidromax.Tambien en el plano de disposición general adjunto al final del proyecto se detalla la situación de cámara de maquinas.





2.SISTEMAS EN LAS ZONAS DE CARGA

2.1.SISTEMA DE GAS INERTE

La misión de este sistema es la de inertizar y desgasificar los tanques de carga para mantener la atmosfera de estos tanques con el contenido de oxigeno necesario.

Se compone de :

- 2 electroventiladores
- 1 generador autónomo de gas inerte
- 1 sello en cubierta
- 1 valvula de aislamiento de cada tanque

2.2.EQUIPO DE DESCARGA

El equipo debe ser capaz de descargar los tanques, asi como de proporcionar caudal para la limpieza de tanques y los eyectores

- 3 turbobombas de 3500 m³ /h
- 1 turbbomba de agotamiento

2.3.SISTEMA DE LIMPIEZA DE TANQUES

- Sistema de limpieza de tanques con crudo
- Sistema de limpieza de tanques con agua

3.SERVICIOS DEL CASCO

3.1.SERVICIO DE GOBIERNO

Se dispondrá de un servomotor hidráulico con dos bombas.

3.2.SERVICIO DE CUBIERTA

3.2.1.FONDEO

Este servicio permite que el buque se sujete al fondo marino.Consta de los siguientes elementos:

- 2 anclas tipo hall
- Cadena de calidad U2 con eslabones Kenter uniendo los largos
- 2 molinetes monoancla
- 1 caja de cadenas en la ubicada en el pique de proa en cada banda
- Estopor de rodillo en la cubierta castillo entre el molinete y el escoben
- Tubo de escoben
- Bozas

3.2.2.AMARRE Y REMOLQUE

Consta de los siguientes elementos:

3.2.3.CABLES DE REMOLQUE Y CABOS DE AMARRE

Las sociedades de clasificación recomiendan para este tipo de buque disponer de al menos 16 lineas de amarre

3.2.4.MAQUINILLA PARA MANIOBRA DE AMARRE

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 9.SISTEMAS DE A BORDO

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

Se instalan 3 maquinillas a popa y 5 repartidas sobre la cubierta .Los molinetes de las anclas también se dotaran de tambores que también se pueden usar para amarre.

3.2.5.BITAS

Se dispondrán bitas de amarre en la cubierta.

4.SISTEMA DE SALVAMENTO

Se disponen los siguientes dispositivos:

4.1SERVICIOS INDIVIDUALES DE SALVAMENTO

- Aros salvavidas
- Chalecos salvavidas
- Trajes de inmersión

4.2 BOTES SALVAVIDAS

- Se disponen dos botes salvavidas (uno a cada banda) ubicados en los costado de superestructura a la altura de su primer nivel.

5.SERVICIOS DE HABILITACION

Se dispondrá habitación para 30 personas. La habitacion se dispondrá de los siguientes locales ubicados por cubiertas:

- UPPER DECK: Camaras frigoríficas, equipos de aire acondicionado,lavandería , local de equipos de CI, camarote para 6 tabajadores de reparaciones
- CUBIERTA A: Cocina,comedores para tripulación y oficiales,oficina y sala de control de carga
- CUBIERTA B : camarotes para tripulación
- CUBIERTA C : camarotes de oficiales

6.SERVICIOS DE NAVEGACION COMUNICACIONES

El buque dispone de :

- EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACION ;compas magistral,dos girocompás,repeticor de rumbo , taxímetro,repeticor de demoras , sistema de corrección de rumbo,,etc..
- EQUIPOS DE COMUNICACIONES EXTERIORES: Radioblaiza,receptor de transmisiones del servicio NAVTEX internacional,medios para iniciar la transmisión de alertas de socorro , etc...
- COMUNICACIONES INTERIORES: Telegrafo de ordenes entre puente y cámara de maquinas,sistema de interfonos,sistema de megafonía,sistema automatico de teléfonos, sistema de comunicación mediante walkie talkies , etc..

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 10.PESO EN ROSCA

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

CAPITULO 10 PESO EN ROSCA

CONTENIDO

1.CALCULO DEL PESO EN ROSCA Y SU CENTRO DE GRAVEDAD	2
1.1.CALCULO DEL PESO DE LA ESTRUCTURA DE ACERO.....	2
1.2.CALCULO DEL PESO DEL EQUIPO Y HABILITACIÓN	4
1.3.CALCULO DE PESO DE LA MAQUINARIA PROPULSORA Y AUXILIAR.....	4
1.4.PESO DEL MOTOR PROPULSOR Y REDUCTOR (SI EXISTE)	4
1.5.PESO DEL RESTO DE LA MAQUINARIA PROPULSORA	5
1.6.OTROS ELEMENTOS DE LA CÁMARA DE MÁQUINAS.....	5
1.7.PESO DE LA LÍNEA DE EJES, FUERA DE CÁMARA DE MÁQUINAS	5
1.8.PESO EN ROSCA TOTAL.....	6
1.9.CENTRO DE GRAVEDAD DE LA ESTRUCTURA DE ACERO:	6
1.10.CENTRO DE GRAVEDAD DEL EQUIPO Y HABILITACIÓN	7
1.11.CENTRO DE GRAVEDAD DE LA MAQUINARIA.....	7
1.12.CENTRO DE GRAVEDAD TOTAL.....	8
1.13.GRAFICO DE DISTRIBUCION DE PESOS-EMPUJES DEL PESO EN ROSCA.....	8
2.PESO MUERTO.....	9
2.1.DURACIÓN DEL VIAJE	9
2.2.CALCULO DEL PESO MUERTO:.....	9
2.3.DESGLOSE DEL PESO MUERTO	12
2.4.RESUMEN DE PESOS.....	12

1.CALCULO DEL PESO EN ROSCA Y SU CENTRO DE GRAVEDAD

La estimación, en la fase del proyecto, del peso en rosca de un buque y las coordenadas de su centro de gravedad, es una de las tareas más importantes que debe abordar el proyectista, y una de las que presenta mayor dificultad.

1.1.CALCULO DEL PESO DE LA ESTRUCTURA DE ACERO

1.1.1.MÉTODO D. G .M. WATSON Y A. W. GILFILLAN.

Se basa en un numeral bi-dimensional E, y un factor K dependiente del tipo de buque. Es un procedimiento sencillo y muy eficaz.

$$WST = K * E^{1.36} * (1 + 0.5 (CB80D - 0.7))$$

$$\text{Siendo } E = LPP (B + D) + 0.85 LPP (D - T) + 0.85 \sum l1h1 + 0.75 \sum l2h2$$

L1h1: eslora y altura de las superestructuras

L2h2: eslora y altura de las casetas

CB80B se puede estimar por la formula:

$$CB80B = CB + (1 - CB) (0.8D - T)/3T = 0.803$$

Al no conocer todavía la disposición de las superestructuras, se puede calcular un valor medio normal de los componentes de E que será:

$$\sum l1h1 + \sum l2h2 = 1.45 LPP - 11 = 384.26$$

$$K = 0,037$$

$$E = 21629.79 \text{ (el valor no excede el teórico para este tipo de buque)}$$

$$\mathbf{WST = 30684.85 \text{ tn}}$$

1.1.2.MÉTODO DE SV. AA. HARVALD Y J. JUNCHER.

Método general y sencillo para estimar el peso de la estructura de diversos tipos de buques en función de sus características principales.

$$WST = C_s (LPP \cdot B \cdot D + Sup)$$

Siendo

Sup: Volumen en m^3 de superestructuras y casetas.

Si no se conoce Sup se puede hacer una estimación por la formula:

$$Sup = 0,80 \cdot B \cdot (1,45 \cdot Lpp - 11) = 14815 m^3$$

Cs: coeficiente calculado por la fórmula:

$$C_s = C_{s0} + 0,064 \cdot \exp(-0,50 \cdot u - 0,10 \cdot u^{2,45}) = 0.0664$$

$$u = \log_{10} \left(\frac{\Delta}{100} \right) = 3.297$$

$$\text{Exp}(a) = e^a$$

Tipo	Cso
Petrolero VLCC	0,0645
Petrolero	0,0752
P.Producto	0,0664
Carga General de 1 Cta.	0,07

$$WST = 25214.37$$

1.1.3.FORMULA PARA PETROLEROS DE DOBLE FONDO Y DOBLE CASCO

Dada la escasa información publicada sobre pesos de estos petroleros, se ha procedido a un análisis de los pesos deducidos de las informaciones publicados sobre buques recientemente construidos.

La estimación del peso de la estructura de acero del buque, incluyendo superestructuras y casetas, con extensión estándar de acero HT, y CB normal se puede estimar mediante la fórmula siguiente

$$WST3 = 0,0658 \cdot Lpp^{1,7} \cdot B^{0,102} \cdot D^{0,886} \quad WST3 = 22878.51$$

1.2.CALCULO DEL PESO DEL EQUIPO Y HABILITACIÓN

En la fase inicial del proyecto no se conocen muchos detalles del buque para poder realizar un cálculo detallado del equipo. Por otra parte, la menor importancia relativa de este peso, respecto al peso del acero, permite aceptar cálculos sencillos basados en las dimensiones y tipo de buques, siendo siempre conveniente la aplicación de un coeficiente de experiencia deducidos de un buque modelo.

1.2.1.FORMULA PARA PETROLEROS

$$WOA = Ke \cdot Lpp \cdot B \qquad \qquad \qquad \mathbf{WOA = 2831.37 toneladas.}$$

Siendo:

El coeficiente Ke varía con el tipo del buque y se estima por:

Para buques Petroleros o Petroleros de Productos:

$$Ke = 0,36 - 0,35 \cdot 10^{-3} \cdot Lpp \qquad \qquad Ke = 0.2155$$

1.3.CALCULO DE PESO DE LA MAQUINARIA PROPULSORA Y AUXILIAR

Se calcula mediante las siguientes fórmulas, en función de la potencia, revoluciones, y tipo de motor propulsor y las dimensiones principales del buque. (se aconseja el uso de un coeficiente de experiencia)

$$MCO = PS = PB = \frac{PD \cdot FS}{ETAM} \qquad \qquad \qquad \mathbf{PB = 24055}$$

$$\mathbf{N = 100 rpm}$$

El peso de este grupo se divide en cuatro partes en el caso de una instalación diesel:

- ⇒ Motor propulsor y reductor (sí existe).
- ⇒ Resto de la maquinaria propulsora.
- ⇒ Otros elementos de la cámara de maquinas.
- ⇒ Línea de ejes fuera de la cámara de maquinas.

1.4,PESO DEL MOTOR PROPULSOR Y REDUCTOR (SI EXISTE)

El motor elegido (MAN K80 MC-c6) tiene un peso de 736 toneladas

$$\mathbf{WME = 736.}$$

1.5.PESO DEL RESTO DE LA MAQUINARIA PROPULSORA

$$WRP = Km \cdot MCO^{0.7} \quad \mathbf{WRP = 688.18 \text{ Tons}}$$

El coeficiente Km, para petroleros tiene un valor: Km = 0,59

1.6.OTROS ELEMENTOS DE LA CÁMARA DE MÁQUINAS

$$WQR = 0,03 \cdot VMQ \quad \mathbf{WQR = 618.75 \text{ Tons}}$$

Siendo el Volumen de Cámara de Máquinas obtenido mediante el programa Hidromax

$$\mathbf{VMQ = 20625 \text{ m}^3}$$

Lcm, longitud de cámara de maquinas

$$\mathbf{Lcm = 27 \text{ m}(\text{sin incluir cámara de bombas})}$$

1.7.PESO DE LA LÍNEA DE EJES, FUERA DE CÁMARA DE MÁQUINAS

$$WQE = Kne \cdot leje \cdot (5 + 0,0164 \cdot Lpp) \quad \mathbf{WQE = 122.21 \text{ Ton.}}$$

Siendo

Leje: longitud en metros de la línea de ejes fuera de la cámara de maquinas.

$$\text{Leje } L \text{ pique de Popa} + 2 = 4\% Lpp + 2 = \mathbf{12.90 \text{ m}}$$

Kne = 1; en buques de 1 línea de ejes

1.8 PESO EN ROSCA TOTAL

Utilizando el método de Schneekluth combinado con el cálculo del peso de las superestructuras, maquinaria, habilitación y equipo (considerado como el más completo) se obtiene:

$$WR = WST3 + WSuperestructura + WOA + WME + WRP + WQR + WQE$$

WR = 27902.50 TONS

WR = 27875.02 Toneladas

WR + 3% = 28711.27 Tons

$$WR_{FINAL} = 28711.27 \text{ Tons}$$

1.9. CENTRO DE GRAVEDAD DE LA ESTRUCTURA DE ACERO:

Para determinar con exactitud la posición del centro de gravedad, es necesario realizar un cálculo detallado de los pesos y momentos de los distintos grupos en que se divide el peso en rosca, esto solo es posible en una fase avanzada de proyecto. En la fase inicial, el c.d.g de la estructura de acero se estima mediante el uso de la expresión que vamos a indicar a continuación.

Calculamos el coeficiente de bloque a nivel del puntal a cubierta superior:

$$CBD = CB + 0,35 \cdot \left[\frac{(D - T)}{T} \right] \cdot (1 - B) = 0.8032$$

Considerando el puntal medio en metros corregido por arrufo y por volumen de las escotillas: $DA = D$

$$WST3 = 0,0658 \cdot Lpp^{1,7} \cdot B^{0,102} \cdot D^{0,886} \quad \mathbf{WST3 = 22878.51 \text{ tons}}$$

$$KGWST = \frac{\left[48 + 0,15 \cdot (0,85 - CBD) \cdot \frac{Lpp^2}{D^2} \right] \cdot DA}{D} = \mathbf{48.5 \% D}$$

KGWST=11.83

Correcciones:

- **Por Bulbo de Proa : - 0,4% D**

$$KGWST_{\text{corregido por bulbo}} = \left(\frac{KGWST}{100} - \frac{0,4}{100} \right) \cdot D = \mathbf{11.83}$$

- **Por Lpp/B \neq 0,65: + 0,8%D, por cada $\frac{\Delta Lpp}{B} = \pm 1$**

No habrá corrección por arrufo porque la relación Lpp/B difiere en menos de una unidad de 6,5

1.10.CENTRO DE GRAVEDAD DEL EQUIPO Y HABILITACIÓN

WOA = 2831.37 Ton.

$$KGWOA = D + 1,25 + 0,01 \cdot (Lpp - 125)$$

$$KGWOA = 27.12 \text{ m}$$

1.11.CENTRO DE GRAVEDAD DE LA MAQUINARIA

- **WME = 736 Tons**
- **WRP = 688.18 Tons**
- **WQR = 618.75 Tons**
- **WQE = 122.21 Tons**

$$WQ = WME + WRP + WQR + WQE$$

$$WQ = \mathbf{28711.}$$

$$KGWQ = 0,17 \cdot T + 0,36 \cdot D$$

$$KGWQ = \mathbf{13.38}$$

1.12.CENTRO DE GRAVEDAD TOTAL

- **WQ = 2165.14.**
- **WOA = 2831.37 Ton.**
- **WST = 22878 Ton.**

$$WR = WST + WOA + WQ$$

$$WR = 27902 \text{ Ton.}$$

$$KGWR = \frac{WST \cdot KGWST + WOA \cdot KGWOA + WQ \cdot KGWQ}{WST + WOA + WQ}$$

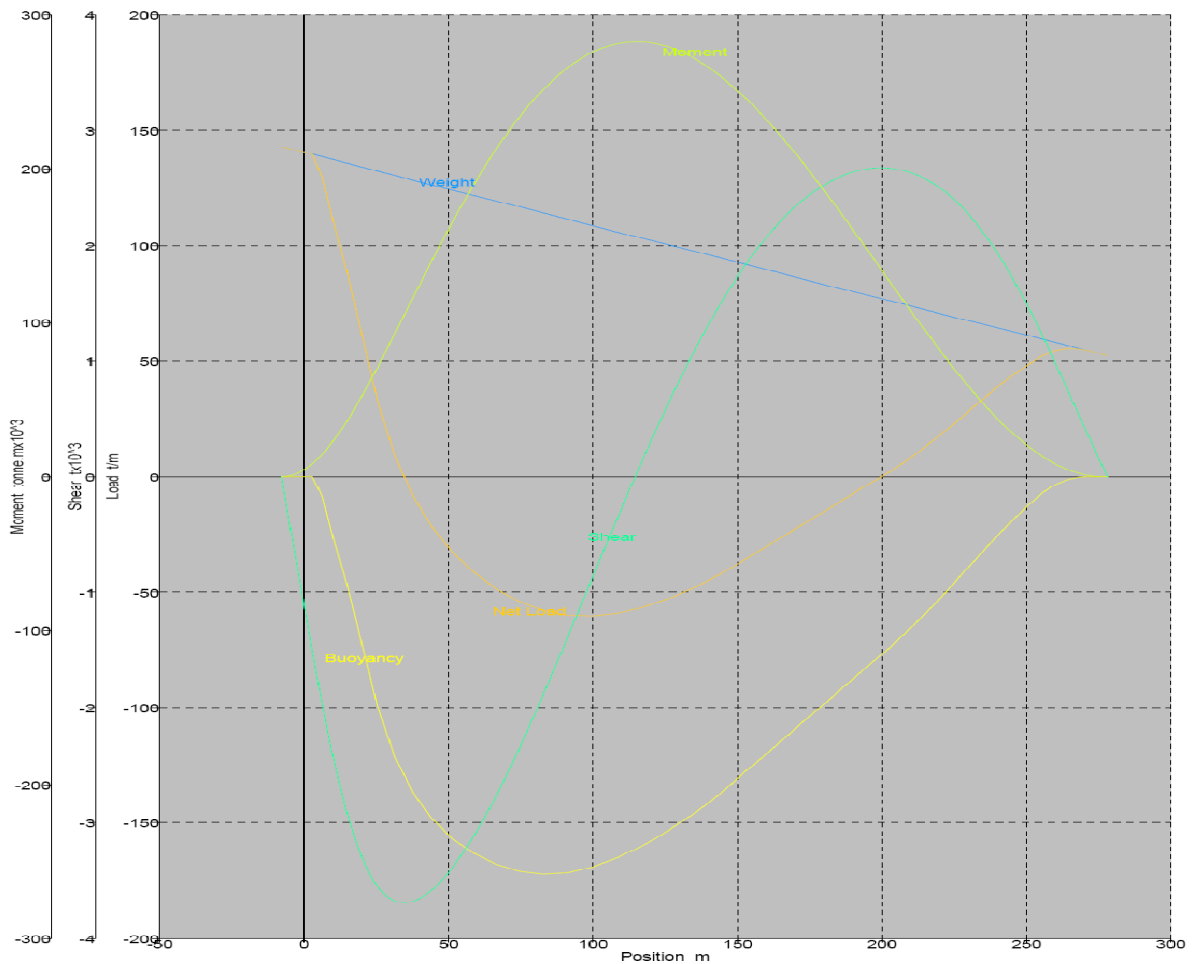
$$KGWR = 13.38 \text{ m}$$

$$KGWR_{FINAL} = KGWR + 8\% \cdot \text{margin} =$$

$$KGWR + 8\% = 14.45 \text{ m.}$$

1.13.GRAFICO DE DISTRIBUCION DE PESOS-EMPUJES DEL PESO EN ROSCA

Del programa hidromax obtengo los siguientes datos:



2.PESO MUERTO

Supondremos que nuestro buque realiza un viaje tipo para el cálculo de la autonomía y como consecuencia de los consumos necesarios.

Por lo tanto calcularemos los consumos para una autonomía de 20000 millas, mas un 15% de margen. Autonomía= 23000 millas

2.1.DURACIÓN DEL VIAJE

- **Días de navegación**

$$Dn = \frac{23000}{15} = 63.89 \text{ días}$$

El peso del combustible se hallara atendiendo a la autonomía de nuestro buque.

2.2.CALCULO DEL PESO MUERTO:

Peso Muerto = Carga útil + Tripulación + Pertrechos + Consumos.

2.2.1.TRIPULACIÓN Y EFECTOS.

Tripulación: **30** Tripulantes

Peso por tripulante: **125 Kg.**

Peso.Tripulacion=tripulantes x 125 x 10⁻³=3.8 Toneladas

2.2.2.CONSUMOS:

- **Víveres.**

-

Víveres por hombre y día 5 kg.

Supondremos víveres solo para los días de navegación ya que en puerto se puede abastecer.

Peso.viveres= 5 x Dn x hombres x 1,10 x 10⁻³=10.54 ton.

2.2.3.AGUA DULCE.

- Agua sanitaria potable:
Consumo de agua de 140 litros por hombre y día.

Supondremos agua solo para los días de navegación ya que en puerto se puede abastecer.

Peso De agua dulce=570 tons (en el capitulo de sistemas de a bordo se detalla la situación de los tanques)

Los tanques de agua dulce serán dos, simétricos respecto a crujía por encima del pique de popa, cerca de la zona de la habitación. También se ubica en el interior de cámara de maquinas un tanque de agua potable (DW)

2.2.4.COMBUSTIBLE:

Los pesos de combustible se detallan en el capitulo 9

2.2.5.ACEITE

Los pesos de aceite se detallan en el capitulo 9

2.2.6.PERTRECHOS:

En este buque serán de **50 T**,

2.2.7.CAPACIDAD DE CARGA

A continuación se resumen las capacidades de tanques de carga halladas en el programa hidromax.

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 10.PESO EN ROSCA

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

ITEM	CUANTITY	TON	LCG	VCG	TCG	FS
SLOP TANK SB	96%	1659	44.515	14.197	8.813	3725.602
SLOP TANK PS	96%	1659	44.515	14.197	-8.813	3725.602
CO 5 C	96%	13965	68.46	12.856	0	16132.962
CO 5 PS	96%	8527	69.502	14.244	-14.112	6664.535
CO 5 SB	96%	8527	69.502	14.244	14.112	6664.535
CO 4 C	96%	13965	111.38	12.856	0	16132.962
CO 4 PS	96%	9971	111.637	13.228	-14.758	6664.535
CO 4 SB	96%	9971	111.637	13.228	14.758	6664.535
CO 3 C	96%	13965	154.3	12.856	0	16132.962
CO 3 PS	96%	10308	154.332	12.951	-14.941	6664.535
CO 3 SB	96%	10308	154.332	12.951	14.941	6664.535
CO 2 C	96%	13184	196.02	12.856	0	15230.842
CO 2 PS	96%	9747	196.021	12.937	-14.951	6291.869
CO 2 SB	96%	9747	196.021	12.937	14.951	6291.869
CO 1 C	96%	14726	238.911	12.87	0	17035.089
CO 1 PS	96%	9541	236.835	13.697	-14.51	6881.787
CO 1 SB	96%	9541	236.835	13.697	14.51	6881.787
	Total Weight=	169311	LCG=152.679 m	VCG=13.183 m	TCG=0.000 m	154450.543
				FS corr.=0.912 m		
				VCG fluid=14.095 m		

2.2.8.CAPACIDAD DE LASTRE

Tambien se detalla la capacidad de lastre del buque.:

ITEM	CUANTITY	TON	LCG	VCG	TCG	FS
WB SLOP PS	96%	466.7	44.511	9.235	-14.787	1293.472
WB SLOP SB	96%	466.7	44.511	9.235	14.787	1293.472
WB 5 PS	96%	4339	68.872	8.211	-16.035	22352.446
WB 5 SB	96%	4339	68.872	8.211	16.035	22352.446
WB 4 PS	96%	4630	111.491	7.313	-17.198	39582.796
WB 4 SB	96%	4630	111.491	7.313	17.198	39582.796
WB 3 SB	96%	4699	154.32	7.071	17.497	48922.648
WB 3 PS	96%	4699	154.32	7.071	-17.497	48922.648
WB 2 PS	96%	4455	196.002	7.034	-17.532	47542.747
WB 2 SB	96%	4455	196.002	7.034	17.532	47542.747
WB 1PS	96%	4684	238.029	7.795	-16.573	34526.599
WB 1 SB	96%	4684	238.029	7.795	16.573	34526.599
WB FORE PEAK	96%	3032	266.113	9.393	0	14408.618
WB AFT PEAK	96%	2653	4.092	14.32	0	44373.519
	Total Weight=	52233	LCG=151.549 m	VCG=7.969 m	TCG=0.000 m	447223.554
				FS corr.=8.562 m		
				VCG fluid=16.531 m		

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 10.PESO EN ROSCA

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

2.3.DESGLOSE DEL PESO MUERTO

A continuación se muestra un desglose de las partidas que componen el peso muerto:

	P(98% CAPACIDAD tanques)	DE en KG
CARGA	169311	13.18
CONSUMOS	5733	
FO	4484	17.5
DO	221	3.8
ACEITE	252	16.9
AGUA DULCE	570	4.3
OTROS TANQUES	153	21.2
PERTERCHOS	50	24.4
TRIP + VIV	4	28
TOTALES	175044	13.26576928

Cabe citar también se ha incluido un margen de un 2% en el dimensionamiento de los tanques debido a una estimación del espacio ocupado por el reforzado interior .

2.4.RESUMEN DE PESOS

desplazamiento

	PESO
peso muerto	175044
rosca	27902.50
desplazamiento	202947

peso del lastre	52233
-----------------	-------

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 10.PESO EN ROSCA

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

CAPITULO 11. ARQUEO Y FRANCOBORDO.

CONTENIDO

CONTENIDO	1
1.ARQUEO	1
1.1.CÁLCULO DEL ARQUEO BRUTO:.....	2
1.2.CÁLCULO APROXIMADO EN FORMA DIRECTA:	2
1.3.CÁLCULO DEL ARQUEO NETO	4
2.FRANCOBORDO	5
2.1CÁLCULO APROXIMADO DE FB A PARTIR DE LA RELACIÓN T/D:.....	6
2.2CÁLCULO DE FB POR MEDIO DE FÓRMULAS PROGRAMABLES.....	6

1.ARQUEO

El concepto de arqueo indica el tamaño de un buque y se emplea para determinar reglamentariamente muchas de sus características técnicas y para aplicar las tarifas de uso de puertos, canales, remolcadores...

El arqueo se calcula por el Convenio Internacional sobre Arqueo de Buques (Convenio de 1969), firmado en Londres el 23 de Junio de 1969 por los países representados en la IMO.

En el arqueo se distinguen dos valores, llamados arqueo bruto y arqueo neto, con los que se intenta definir el tamaño total de un buque y el tamaño utilizable respectivamente.

Al finalizar la construcción de cada buque, la autoridad correspondiente realiza los cálculos de los arqueos bruto y neto según en Convenio de 1969 t emite un certificado con validez internacional. Sin embargo, durante el proyecto del buque es necesario calcular el arqueo, al menos aproximado, por varias razones:

1.- la cifra del arqueo bruto sirve de parámetro para determinar muchas características técnicas del buque, controladas por los convenios internacionales, como por ejemplo el número de tripulantes, los dispositivos contra incendios, medios de salvamento, equipos de radio y navegación, etc.. Por lo que es preciso conocerlo con cierta exactitud durante el desarrollo del proyecto.

2.- siempre es deseable que el arqueo sea el mínimo posible debido a sus repercusiones económicas en la explotación del buque y, a veces, la especificación contractual define un valor máximo del arqueo bruto que no debe superarse.

1.1.CÁLCULO DEL ARQUEO BRUTO:

Según el convenio de 1969 el arqueo bruto (GT) se determina por la fórmula:

$$GT = k_1 \times V$$

Siendo:

V. el volumen total de todos los espacios cerrados del buque, en m².

$$K_1: 0,2 + 0,02\log_{10}V.$$

Como el término $0,02\log_{10}V$ es mucho menor que V, Gt es casi función lineal de V, por lo que podemos expresarlo aproximadamente en la forma

$$GT = V \times k$$

Donde K es un coeficiente, que tendrá aproximadamente el mismo valor en buques similares.

El valor de V se puede determinar aproximadamente por la fórmula:

$$V = Lpp \times B \times D \times CBD \text{ (m}^3\text{)}$$

El coeficiente de bloque CBD se puede estimar por la fórmula:

$$CBD = CB + 0,35 [(D - T) / T] (1 - CB) = 0.823.$$

1.2.CÁLCULO APROXIMADO EN FORMA DIRECTA:

Si no se dispone de un buque base o modelo, o si se desea tener un control más detallado del cálculo de arqueo, éste se puede determinar por el siguiente procedimiento, que utiliza información deducida de un análisis de buques existentes.

El volumen V se considera desglosado en las siguientes partes, cuyo volumen se calcula aproximadamente por las fórmulas que se indican:

- **Volumen del casco por debajo de la cubierta de arqueo, hasta el nivel del puntal:**

$$VBD = Lpp \times B \times D \times CBD = 26383.4 \text{ m}^3$$

- **Volumen debido a la brusca de la cubierta:**

$$VBR = 0,012 Lpp \times B^2 = 7597.39 \text{ m}^3$$

- **Volumen debido al arrufo:**

$$ARM = A/100(Lpp/3 + 10)0,0125 = 0$$

Porque se trata de un buque grande, tiene un valor relativo pequeño, por lo que puede despreciarse.

Volumen de superestructuras y casetas:

Este término depende básicamente del tamaño del buque, del número de sus tripulantes y estándar de alojamientos. Para un estándar medio, correspondiente a buques actuales con tripulaciones reducidas, se puede estimar por:

$$VSUP = 41Lpp - 755 = 10421.53 \text{ m}^3$$

- **Volumen de brazolas de escotillas:**

Debido a la ausencia de escotillas de grandes dimensiones.

- **Volumen total:**

$$VBD \quad 26383.4 \text{ m}^3$$

$$VBR \quad 7597.39 \text{ m}^3$$

$$SUP \quad 10421.53 \text{ m}^3$$

$$V_{TOTAL} = 281851.3 \text{ m}^3$$

Siendo: $K: 0,2 + 0,02 \log_{10} Vol = 0,129$

$$GT = k1 \cdot Vol = 36358.93 \text{ TM}$$

1.3.CÁLCULO DEL ARQUEO NETO

El arqueo neto NT se calcula por la fórmula:

$$NT = k_2 VCAR (4T/3D)^2 + k_3 (N1 + N2/10) = 22386.37 NT$$

Siendo:

$$VCAR = 186054.699 M^3$$

$$K_2: 0,2 + 0,02 \log_{10} VCAR = 0.12$$

$$K_3: 1,25 (GT + 10000)/10000 = 3.569$$

N1: numero de pasajeros en camarotes que no tengan más de 8 literas.

N2: numero de los demás pasajeros.

Si N1 + N2 es menor de 13, ambas cifras se considerarán inferior a 0,25 GT

Se tendrá en cuenta además que:

El factor $(4T/3D)^2$ no se tomará superior a 1

El término $k_2 \times VCAR (4T/3D)^2$ no se tomará inferior a 0,25GT

NT no se tomará inferior a 0,30GT

$$\mathbf{ARQUEO NETO = 22386.37 NT}$$

2.FRANCOBORDO

El francobordo se define como la distancia vertical, medida en la sección maestra entre el borde superior de la línea de cubierta y el borde superior de la línea de francobordo.

Es un elemento decisivo del proyecto del buque y debe de tener un valor mínimo, en función del tipo y características del buque, establecido en el convenio internacional de líneas de máxima carga de 1966.

Debe señalarse que muchos buques tienen un calado máximo menor que el correspondiente al francobordo mínimo reglamentario, por ejemplo, los cargueros para transportar cargas de baja densidad, o los petroleros con mucho lastre segregado, en los cuales el puntal se determina por el requerimiento de alcanzar un determinado volumen de sus espacios de carga y lastre. Se dice que estos buques tienen exceso de francobordo, en el sentido de que su francobordo real es mayor que el mínimo que podrían tener según el convenio de 1966.

Dentro del proceso de definición de las características principales de un proyecto preliminar, debe incluirse el cálculo del francobordo mínimo reglamentario, para comprobar que el francobordo asignado es siempre mayor o igual que aquél. Dentro de la espiral de proyecto el cálculo de francobordo mínimo es uno de los que hay que realizar repetidas veces, por lo que es muy conveniente disponer de procedimientos rápidos y aproximados para llevarlo a cabo.

A efecto de francobordo los buques se clasifican en 2 tipos fundamentales:

1. tipo A: es el buque proyectado para transportar cargas líquidas a granel, tiene una alta integridad de la cubierta expuesta a la intemperie, y una gran resistencia a la inundación debido a su alto grado de subdivisión.

2. tipo B: todo el que no cumple las condiciones del tipo A.

TIPO DE BUQUE:

Este buque se considera a efectos del cálculo de francobordo como **tipo A**

ESLORA DE FRANCOBORDO:

Definida como la mayor de los siguientes valores:

- a) 96% de la eslora total desde el extremo de la roda al extremo del codaste medido al 85% del puntal.(269.129)
- b) La eslora desde el extremo de la roda hasta la mecha del timón medido al 85% del puntal.(273.64)

Puntal de francobordo:

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 11 ARQUEO Y FRANCOBORDO.

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

Lo consideraremos como el puntal de trazado aumentando en el espesor del trancanil.

$$D_{fb}=24.42 \text{ m}$$

2.1 CÁLCULO APROXIMADO DE FB A PARTIR DE LA RELACIÓN T/D:

Es evidente que si se conoce el calado del buque, como es lo normal en la primera fase de proyecto, y se puede estimar la relación T/D, del calado de proyecto al puntal, se puede deducir inmediatamente el francobordo, ya que

$$FB = D - T = T(D/T - 1) = T[(1/(T/D)) - 1] = 6.54 \text{ m}$$

2.2 CÁLCULO DE FB POR MEDIO DE FÓRMULAS PROGRAMABLES

El convenio de 1966 indica la forma de calcular el francobordo por medio de una serie de tablas y fórmulas, con las que se calcula un francobordo tabular o básico y varias correcciones, que se aplican cuando el buque difiere de un estándar definido en el Convenio 1966.

2.2.1. FRANCOBORDO TABULAR

Es el francobordo básico, función solo del tipo de buque (A ó B) y de su eslora. Su valor se lee directamente de la siguiente tabla, interpolando en caso necesario.

Francobordo tabular de un buque de tipo "a"

$$FBT = e^{9,1230-206,75/L + 0,000419 \ln(L)} = 3145.84$$

CORRECCIÓN POR ESLORA MENOR DE 100 M

Al ser $L > 100 \text{ m}$;

$$C_1 = 0$$

CORRECCIÓN POR CB

Si el coeficiente de bloque es mayor de 0,68, el francobordo tabular más la corrección C_1 , si existe, se multiplica por:

$$C_2 = (CB - 0,68) / 1,36 = 1.13 \text{ m}$$

En nuestro caso, ya que el $CB > 0,68$.

CORRECCIÓN POR PUNTAL

Si el puntal del buque excede de $L/15$, el francobordo se aumenta en:

$$C_3 = (D - L/15)R \text{ (mm)}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} R &= L/0,48 && \text{si } L < 120 \text{ m} \\ R &= 250 && \text{si } L \geq 120 \text{ m} \end{aligned}$$

En nuestro caso, $R = 250$, luego:

$$C_3 = 1538.08 \text{ mm.}$$

CORRECCIÓN POR SUPERESTRUCTURA

No se va a aplicar corrección por superestructuras ya que esta separada del forro mas de 0.04 B .

CORRECCIÓN POR ARRUFO

Al no considerar arrufo,

$$C_5 = 0$$

2.2.2. FRANCOBORDO VERANO

$$FB = FBT + C1 + C2 + C3 - C4 + C5 = 5.083 \text{ metros}$$

2.2.3.FRANCOBORDO DE AGUA DULCE

Se obtiene restando del francobordo mínimo en agua salada el valor:

$$DISW / (40 \times TCI)$$

Siendo:

$$TCI = \gamma \times Lpp \times B \times CPW / 100 = 121.47$$

$$DISW = \gamma \times Lpp \times B \times T \times CB = 202903 \text{ Toneladas}$$

$$\text{Corrección} = DISW / (40 \times TCI) = 0.41 \text{ mt}$$

$$FB = FBT - 299,1 = 5.081$$

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 11 ARQUEO Y FRANCOBORDO.

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

2.2.4. ALTURA MÍNIMA EN PROA. POSIBLES SOLUCIONES SI NO SE TIENE LA ALTURA MÍNIMA.

La regla 39 del convenio de 1996 exige que la distancia vertical desde la cubierta expuesta hasta la flotación en carga correspondiente al francobordo de verano, medida en la perpendicular de proa, no sea menor de:

- si $L \geq 250$ $7000[1,36/(CB + 0,68)] = 6.247$
 - si $L < 250$ $56L (1 - L/500)[1,36/(CB + 0,68)]$
- D - T = 6.55 m . **cumple.**

Así que no será necesaria la situación de un castillo de proa

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 11 ARQUEO Y FRANCOBORDO.

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

CAPITULO 12.ESTUDIO DE ESTABILIDAD.

1.ESTUDIO DE ESTABILIDAD	1
2.ANALISIS DE LAS SITUACIONES DE CARGA	2
2.1 .SALIDA A PLENA CARGA Y 100% DE CONSUMOS	3
2.2 .LLEGADA A PLENA CARGA Y 10% DE CONSUMOS.....	12
2.3.SALIDA EN LASTRE 100% DE CONSUMOS.....	22
2.4 .LLEGADA EN LASTRE 10% DE CONSUMOS.....	31

1.ESTUDIO DE ESTABILIDAD

En este capitulo del proyecto se va a realizar un estudio de estabilidad ante diversas situaciones de carga que va a tener el buque en su vida útil-

Previamente a este estudio se han calculado las curvas hidrostáticas, curvas kn y los kg máximos del buque a varios desplazamientos.Estos datos se incluirán en el anexo 1 al final de este capitulo.

Las situaciones de carga definen las condiciones operativas del buque, dependiendo de los pesos, los volúmenes de los tanques, y de la geometría de la carena, resultando de las mismas los sistemas de carga con los que puede operar el buque, en relación a la estabilidad, la resistencia estructural y otros condicionantes.

El estudio de las situaciones de carga dentro del proceso iterativo del proyecto llega hasta la fase de entrega del buque, donde se incluyen las instrucciones al Capitán; aunque en esta obra, por su enfoque, se limita a la fase de estimación del proyecto básico.

El punto de partida del estudio de las situaciones de carga, son las formas y la distribución de espacios, que por integración suministran todos los cálculos hidrostáticos y de capacidades. Por otra parte también se dispone del peso y de la distribución del buque en rosca y de los pesos y de la distribución de la carga y de los lastre completan la información disponible.

La distribución de pesos va acompañada de la situación vertical y longitudinal de los centros de gravedad de todos los pesos arriba citados.

Con estos datos de todos los pesos se calculan, los momentos verticales referidos siempre a la línea base, los momentos longitudinales a la perpendicular de popa o a la sección maestra.

Como resultados se obtienen el peso o desplazamiento total y la situación vertical y longitudinal del centro de gravedad.

A su vez se tienen en cuenta los tanques con superficie libre, para realizar las correcciones apropiadas, a partir de la geometría del buque y de los cálculos de capacidades y sondas.

Las situaciones de carga a analizar son las siguientes:

- Situaciones mínimas exigidas por la Administración
- Situaciones impuestas por el Armador, si existen.
- Otras situaciones de explotación

Buques de carga:

- Salida, 100% de consumos, cargado con carga homogénea al calado máximo
- Llegada de la situación anterior con 10% de consumos
- Salida en lastre con 100% de consumos, pero sin carga
- Llegada de la situación anterior con 10% de consumos.

Presentamos los siguientes datos para el cálculo de estabilidad estos datos han sido obtenidos utilizando el programa MAXSURF, presentando también todas la tablas y datos obtenidos así como los criterios IMO observando que cumple todos estos requisitos.

- Área 0° a 30° no será menor o igual a 0,055 m.rad
- Área 0° a 40° no será menor o igual a 0,09 m.rad
- Área 30° a 40° no será menor o igual a 0,03 m.rad
- Máximo GZ a 30° o mayor no será menor o igual a 0,200 m
- Angulo máximo GZ no será menor o igual que 25°
- Inicial GMt no será menor o igual a 0,150 m

Se representan los datos más significativos obtenidos con el programa MAXSURF, los datos más detallados se pueden observar en el anexo 6.

2.ANALISIS DE LAS SITUACIONES DE CARGA

Para cada situación de carga se opera con el programa hidromax de la siguiente forma:

1. Se establece la condición de carga.
2. Se calcula el equilibrio en la situación de carga
3. se expone la estabilidad a grandes ángulos

A su vez se va comprobando en cada proceso si cumple con los criterios anteriormente mencionados.

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

2.1 .SALIDA A PLENA CARGA Y 100% DE CONSUMOS

2.1.1.CONDICION DE CARGA

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m	FS tonne.m	Mom.
1	Lightship	1	27900	113.000	13.800	0.000	0.000	
2	SLOP TANK SB	96%	1659	44.515	14.197	8.813	3725.602	
3	SLOP TANK PS	96%	1659	44.515	14.197	-8.813	3725.602	
4	WB SLOP PS	0%	0.0000	44.510	9.813	-15.105	0.000	
5	WB SLOP SB	0%	0.0000	44.510	9.813	15.105	0.000	
6	WB 5 PS	0%	0.0000	68.855	8.828	-16.304	0.000	
7	WB 5 SB	0%	0.0000	68.855	8.828	16.304	0.000	
8	CO 5 C	96%	13965	68.460	12.856	0.000	16132.963	
9	CO 5 PS	96%	8527	69.502	14.244	-14.112	6664.535	
10	CO 5 SB	96%	8527	69.502	14.244	14.112	6664.535	
11	WB 4 PS	0%	0.0000	111.487	7.964	-17.420	0.000	
12	WB 4 SB	0%	0.0000	111.487	7.964	17.420	0.000	
13	CO 4 C	96%	13965	111.380	12.856	0.000	16132.963	
14	CO 4 PS	96%	9971	111.637	13.228	-14.758	6664.535	
15	CO 4 SB	96%	9971	111.637	13.228	14.758	6664.535	
16	WB 3 SB	0%	0.0000	154.319	7.732	17.707	0.000	
17	WB 3 PS	0%	0.0000	154.319	7.732	-17.707	0.000	
18	CO 3 C	96%	13965	154.300	12.856	0.000	16132.963	
19	CO 3 PS	96%	10308	154.332	12.951	-14.941	6664.535	
20	CO 3 SB	96%	10308	154.332	12.951	14.941	6664.535	
21	WB 2 PS	0%	0.0000	196.003	7.696	-17.740	0.000	
22	WB 2 SB	0%	0.0000	196.003	7.696	17.740	0.000	
23	CO 2 C	96%	13184	196.020	12.856	0.000	15230.842	
24	CO 2 PS	96%	9747	196.021	12.937	-14.951	6291.869	
25	CO 2 SB	96%	9747	196.021	12.937	14.951	6291.869	
26	WB 1PS	0%	0.0000	238.081	8.428	-16.814	0.000	
27	WB 1 SB	0%	0.0000	238.081	8.428	16.814	0.000	
28	CO 1 C	96%	14726	238.911	12.870	0.000	17035.088	
29	CO 1 PS	96%	9541	236.835	13.697	-14.510	6881.787	
30	CO 1 SB	96%	9541	236.835	13.697	14.510	6881.787	
31	WB FORE PEAK	0%	0.0000	266.097	9.728	0.000	0.000	
32	WB AFT PEAK	7%	195.0	9.089	5.940	0.000	44373.517	
33	TOTAL CARGA Y LASTRE		197406	146.930	13.263	0.000	198824.062	
34	N1 HFO T(P)	96%	844	40.013	16.255	-14.936	1265.977	
35	N1 HFO T (S)	96%	844	40.013	16.255	14.936	1265.977	
36	N2 HFO TK(P)	96%	1184	30.455	18.986	-19.169	771.793	
37	N2 HFO TK(S)	96%	1384	30.446	18.721	18.570	1077.696	
38	HFO SETT (P)	96%	192.5	35.690	15.633	-14.187	7.280	
39	HFO SERVICE(P)	96%	84.3	32.191	16.372	-14.193	3.474	
40	TOTAL FO		4532	34.265	17.697	-0.201	4392.197	
41	MDO STORAGE(P)	96%	90.1	26.133	1.220	5.133	276.645	
42	MDO STORAGE (S)	96%	100.7	26.605	1.216	-5.221	323.653	
43	MDO SERVICE P	96%	30.05	24.450	20.880	-14.250	3.169	
44	TOTAL DIESEL		220.8	26.119	3.894	-2.225	603.467	
45	BILGE HOLDING TANK	96%	42.28	14.986	1.282	1.852	52.489	
46	OILY BILGE TANK	96%	25.84	15.248	1.264	-1.881	30.651	
47	FO OVERFLOW	96%	36.69	32.116	1.165	-5.985	173.372	
48	SLUDGE	96%	39.13	30.250	9.400	-9.750	2.453	
49	FEED WATER	96%	8.64	20.250	18.960	16.600	3.375	
50	TOTAL TANQUES VARIOS		152.6	23.362	4.334	-2.806	262.339	
51	M.LO SUMP (C)	96%	42.75	23.700	1.056	0.000	8.163	
52	CYL OIL STORAGE (P)	96%	95.1	15.600	20.160	-13.200	49.588	
53	MAIN LO	96%	66.3	15.704	20.486	-20.109	42.771	

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m	FS tonne.m	Mom.
	STORAGE(P)							
54	MAIN LO SETTLING TANK(P)	96%	43.88	15.600	20.160	-17.000	4.875	
55	G/E LO STORAGE TANK(P)	96%	3.957	17.200	18.960	-9.800	0.440	
56	TOTAL CONSUMO ACEITE		251.9	17.027	16.985	-13.386	105.838	
57	FW TANK P	96%	185.2	9.365	21.296	-15.851	509.382	
58	FW TANK S	96%	185.2	9.365	21.296	15.851	509.382	
59	DW TANK	96%	199.3	12.212	21.233	15.824	593.472	
60	TOTAL AGUA DULCE		570	10.361	21.274	5.536	1612.236	
61	TRIPULACION	1	4.000	32.000	28.000	0.000	0.000	
62	PERTRECHOS	1	50.0	32.000	24.000	4.000	0.000	
63	TOTAL TRIPULACION Y PERTRECHOS		54.0	32.000	24.296	3.704	0	
64		Total Weight=	203186	LCG=143.618 m	VCG=13.375 m	TCG=-0.009 m	205800.138	
65					FS corr.=1.013 m			
66					VCG fluid=14.388 m			

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

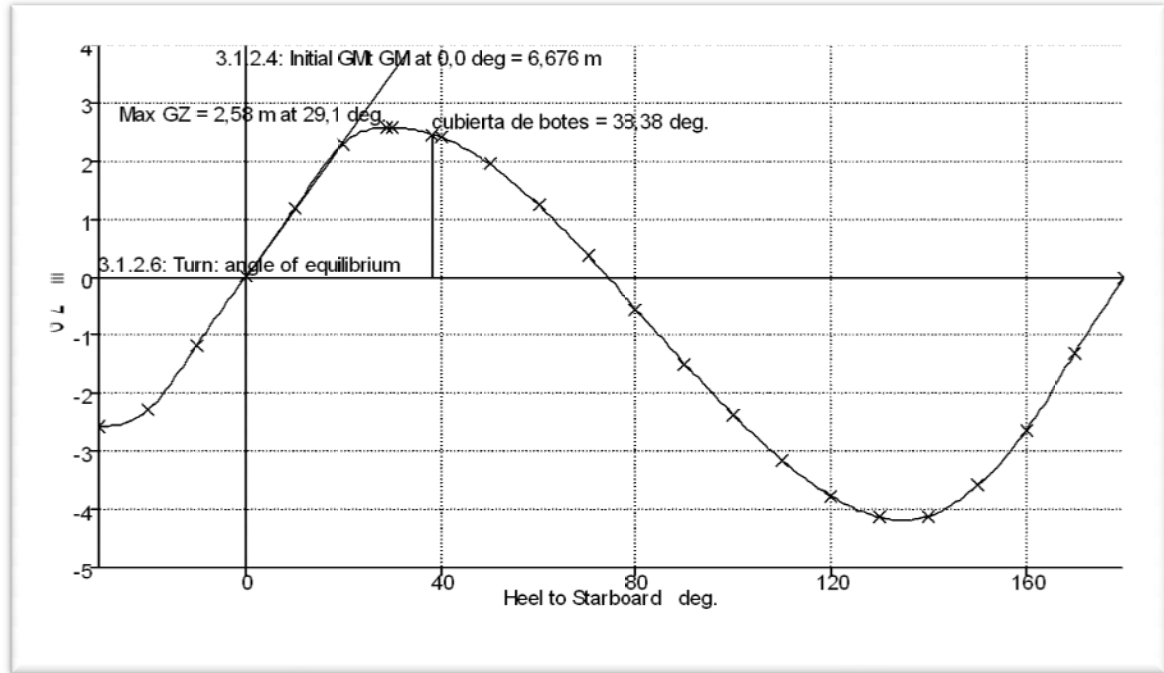
CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

2.1.2.EQUILIBRIO

1	Draft Amidsh. m	17.850
2	Displacement tonne	203172
3	Heel to Starboard degrees	0
4	Draft at FP m	17.850
5	Draft at AP m	17.850
6	Draft at LCF m	17.850
7	Trim (+ve by stern) m	0.000
8	WL Length m	279.879
9	WL Beam m	48.190
10	Wetted Area m ²	20272.427
11	Waterpl. Area m ²	12666.565
12	Prismatic Coeff.	0.827
13	Block Coeff.	0.823
14	Midship Area Coeff.	0.996
15	Waterpl. Area Coeff.	0.939
16	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	7.305
17	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-2.573
18	KB m	9.366
19	KG fluid m	14.388
20	BMt m	11.634
21	BML m	374.020
22	GMt m	6.612
23	GML m	368.998
24	KMt m	21.000
25	KML m	383.386
26	Immersion (TPC) tonne/cm	129.858
27	MTc tonne.m	2750.194
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	23445.066
29	Max deck inclination deg	0.0
30	Trim angle (+ve by stern) deg	0.0

2.1.3.ESTABILIDAD A GRANDES ANGULOS. CURVA



	Heel to Starboard degrees	-30	-20	-10	0
1	Displacement tonne	203169	203154	203165	203173
2	Draft at FP m	19,600	18,188	17,921	17,895
3	Draft at AP m	17,346	17,197	17,566	17,693
4	WL Length m	281,718	280,310	280,259	280,252
5	Immersed Depth m	27,673	24,419	21,346	17,892
6	WL Beam m	39,879	45,643	48,933	48,190
7	Wetted Area m ²	22828,365	21456,912	20325,039	20318,661
8	Waterpl. Area m ²	9794,495	11641,536	12737,566	12625,264
9	Prismatic Coeff.	0,853	0,850	0,848	0,848
10	Block Coeff.	0,659	0,652	0,696	0,843
11	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	7,654	7,631	7,622	7,621
12	VCB from DWL m	9,518	8,635	8,515	8,512
13	GZ m	-2,571	-2,292	-1,173	0,004
14	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	0,365	-1,299	-1,607	-2,366
15	TCF to zero pt. m	-3,079	-4,451	-3,699	0,000
16	Max deck inclination deg	30,0	20,0	10,0	0,0
17	Trim angle (+ve by stern) deg	-0,5	-0,2	-0,1	0,0

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

	Heel to Starboard degrees	10	20	30	40	50	60
1	Displacement tonne	203168	203163	203179	203187	203157	203182
2	Draft at FP m	17,922	18,191	19,599	22,258	26,415	32,905
3	Draft at AP m	17,566	17,195	17,348	18,157	19,699	22,348
4	WL Length m	280,260	280,311	281,718	282,721	282,786	282,546
5	Immersed Depth m	21,346	24,421	27,673	30,801	33,404	35,143
6	WL Beam m	48,933	45,642	39,877	36,911	31,852	28,175
7	Wetted Area m ²	20325,136	21457,671	22829,220	23505,959	23841,984	23978,882
8	Waterpl. Area m ²	12737,564	11640,894	9794,023	8824,782	7886,139	7124,702
9	Prismatic Coeff.	0,848	0,850	0,853	0,855	0,856	0,857
10	Block Coeff.	0,696	0,652	0,659	0,639	0,683	0,734
11	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	7,623	7,636	7,651	7,679	7,719	7,750
12	VCB from DWL m	8,515	8,635	9,518	10,892	12,405	13,733
13	GZ m	1,182	2,300	2,579	2,408	1,950	1,236
14	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-1,606	-1,305	0,368	0,898	-0,109	-1,098
15	TCF to zero pt. m	3,699	4,450	3,078	3,049	4,685	6,915
16	Max deck inclination deg	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0
17	Trim angle (+ve by stern) deg	-0,1	-0,2	-0,5	-0,9	-1,4	-2,2

	Heel to Starboard degrees	70	80	90	100	110	120
1	Displacement tonne	203182	203185	203180	203181	203179	203185
2	Draft at FP m	45,113	80,313	N/A	56,201	20,996	8,805
3	Draft at AP m	27,506	42,545	N/A	16,294	1,265	-3,924
4	WL Length m	282,112	281,091	280,317	279,619	278,634	276,898
5	Immersed Depth m	35,930	35,733	35,699	37,290	37,744	37,070
6	WL Beam m	25,966	24,776	24,400	24,776	25,966	28,175
7	Wetted Area m ²	24060,542	24125,004	24174,355	24202,167	24218,491	24237,662
8	Waterpl. Area m ²	6641,770	6380,440	6319,955	6460,353	6816,041	7426,270
9	Prismatic Coeff.	0,858	0,858	0,858	0,858	0,858	0,858
10	Block Coeff.	0,779	0,821	0,835	0,787	0,742	0,696
11	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	7,770	7,785	7,787	7,782	7,766	7,744
12	VCB from DWL m	14,747	15,389	15,627	15,449	14,868	13,910
13	GZ m	0,375	-0,553	-1,487	-2,373	-3,156	-3,773
14	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-1,777	-2,246	-2,716	-3,445	-3,585	-3,913
15	TCF to zero pt. m	9,068	10,996	12,600	13,808	14,592	14,940
16	Max deck inclination deg	70,0	80,0	90,0	100,0	110,0	120,0
17	Trim angle (+ve by stern) deg	-3,7	-7,9	-90,0	-8,3	-4,1	-2,7

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

	Heel to Starboard degrees	130	140	150	160	170	180
1	Displacement tonne	203149	203154	203181	203153	203157	203167
2	Draft at FP m	2,377	-1,619	-3,901	-4,945	-5,033	-5,016
3	Draft at AP m	-6,731	-8,710	-10,364	-11,285	-11,820	-12,002
4	WL Length m	278,135	283,351	278,577	276,990	276,495	276,455
5	Immersed Depth m	35,302	32,598	29,448	26,175	22,911	19,448
6	WL Beam m	31,852	37,960	45,172	49,233	48,965	48,196
7	Wetted Area m ²	24273,948	24301,993	24147,703	23536,353	23446,104	23512,404
8	Waterpl. Area m ²	8364,713	9739,192	10674,730	11459,041	11519,144	11357,114
9	Prismatic Coeff.	0,856	0,852	0,845	0,835	0,822	0,816
10	Block Coeff.	0,646	0,587	0,547	0,564	0,648	0,776
11	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	7,716	7,702	7,687	7,657	7,674	7,675
12	VCB from DWL m	12,615	11,073	9,600	8,662	8,306	8,207
13	GZ m	-4,141	-4,111	-3,584	-2,629	-1,302	-0,004
14	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-3,103	-3,206	-4,452	0,734	4,781	5,626
15	TCF to zero pt. m	14,894	14,123	10,827	5,732	2,341	0,000
16	Max deck inclination deg	130,0	140,0	150,0	160,0	169,9	178,5
17	Trim angle (+ve by stern) deg	-1,9	-1,5	-1,4	-1,3	-1,4	-1,5

2.1.4 .COMPROBACION DE LOS CRITERIOS DE LA IMO

	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
1	A.749(18) Ch3 Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area - 0 to 30				Pass
2		<i>from the greater of</i>				
3		spec. heel angle	0,0	deg	0,0	
4		<i>to the lesser of</i>				
5		spec. heel angle	30,0	deg	30,0	
6		angle of vanishing stability	74,1	deg		
7		shall not be less than (>=)	0,055	m.rad	0,850	Pass

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

8						
9	A.749(18) Ch3 Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area - 0 to 40				Pass
10		<i>from the greater of</i>				
11		spec. heel angle	0,0	deg	0,0	
12		<i>to the lesser of</i>				
13		spec. heel angle	40,0	deg		
14		first downflooding angle	38,4	deg	38,4	
15		angle of vanishing stability	74,1	deg		
16		shall not be less than (>=)	0,090	m.rad	1,220	Pass
17						
18	A.749(18) Ch3 Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area - 30 to 40				Pass
19		<i>from the greater of</i>				
20		spec. heel angle	30,0	deg	30,0	
21		<i>to the lesser of</i>				
22		spec. heel angle	40,0	deg		
23		first downflooding angle	38,4	deg	38,4	
24		angle of vanishing stability	74,1	deg		
25		shall not be less than (>=)	0,030	m.rad	0,370	Pass
26		Failed because high limit angle < low limit angle.				

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

27						
28	A.749(18) Ch3 Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass
29		<i>in the range from the greater of</i>				
30		spec. heel angle	30,0	deg	30,0	
31		<i>to the lesser of</i>				
32		spec. heel angle	180,0	deg	180,0	
33		shall not be less than (>=)	0,200	m	2,579	Pass
34		<i>Intermediate values</i>				
35		angle at which this GZ occurs		deg	30,0	
36						
37	A.749(18) Ch3 Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass
38		shall not be less than (>=)	25,0	deg	29,1	Pass
39						
40	A.749(18) Ch3 Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt				Pass
41		spec. heel angle	0,0	deg		
42		shall not be less than (>=)	0,150	m	6,676	Pass
43						

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

44	A.749(18) Ch3 Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: - Turn: angle of equilibrium					Pass
45		<i>Turn arm: a $v^2 / (R g) h$ $\cos^n(\phi)$</i>					
46		constant: $a =$	0,9996				
47		vessel speed: $v =$	0,000	kts			
48		turn radius, $R,$ as percentage of Lwl	510,00	%			
49		$h = KG -$ mean draught / 2	4,465	m			
50		cosine power: $n =$	1				
51		shall not be greater than (\leq)	10,0	deg	0,0		Pass
52		<i>Intermediate values</i>					
53		Heel arm amplitude		m	0,000		
54							

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

2.2 .LLEGADA A PLENA CARGA Y 10% DE CONSUMOS

2.2.1.CONDICION DE CARGA

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m	FS tonne.m	Mom.
1	Lightship	1	27900	113.000	13.800	0.000	0.000	
2	SLOP TANK SB	96%	1659	44.515	14.197	8.813	3725.602	
3	SLOP TANK PS	96%	1659	44.515	14.197	-8.813	3725.602	
4	WB SLOP PS	96%	466.7	44.511	9.235	-14.787	1293.472	
5	WB SLOP SB	96%	466.7	44.511	9.235	14.787	1293.472	
6	WB 5 PS	30%	1354	69.706	1.007	-8.463	22352.447	
7	WB 5 SB	30%	1354	69.706	1.007	8.463	22352.447	
8	CO 5 C	96%	13965	68.460	12.856	0.000	16132.963	
9	CO 5 PS	96%	8527	69.502	14.244	-14.112	6664.535	
10	CO 5 SB	96%	8527	69.502	14.244	14.112	6664.535	
11	WB 4 PS	0%	0.0000	111.487	7.964	-17.420	0.000	
12	WB 4 SB	0%	0.0000	111.487	7.964	17.420	0.000	
13	CO 4 C	96%	13965	111.380	12.856	0.000	16132.963	
14	CO 4 PS	96%	9971	111.637	13.228	-14.758	6664.535	
15	CO 4 SB	96%	9971	111.637	13.228	14.758	6664.535	
16	WB 3 SB	0%	0.0000	154.319	7.732	17.707	0.000	
17	WB 3 PS	0%	0.0000	154.319	7.732	-17.707	0.000	
18	CO 3 C	96%	13965	154.300	12.856	0.000	16132.963	
19	CO 3 PS	96%	10308	154.332	12.951	-14.941	6664.535	
20	CO 3 SB	96%	10308	154.332	12.951	14.941	6664.535	
21	WB 2 PS	0%	0.0000	196.003	7.696	-17.740	0.000	
22	WB 2 SB	0%	0.0000	196.003	7.696	17.740	0.000	
23	CO 2 C	96%	13184	196.020	12.856	0.000	15230.842	
24	CO 2 PS	96%	9747	196.021	12.937	-14.951	6291.869	
25	CO 2 SB	96%	9747	196.021	12.937	14.951	6291.869	
26	WB 1PS	0%	0.0000	238.081	8.428	-16.814	0.000	
27	WB 1 SB	0%	0.0000	238.081	8.428	16.814	0.000	
28	CO 1 C	96%	14726	238.911	12.870	0.000	17035.088	

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m	FS tonne.m	Mom.
29	CO 1 PS	96%	9541	236.835	13.697	-14.510	6881.787	
30	CO 1 SB	96%	9541	236.835	13.697	14.510	6881.787	
31	WB FORE PEAK	0%	0.0000	266.097	9.728	0.000	0.000	
32	WB AFT PEAK	96%	2653	4.092	14.320	0.000	44373.517	
33	TOTAL CARGA Y LASTRE		203505	143.702	13.102	0.000	246115.899	
34	N1 HFO T(P)	10%	87.7	40.042	7.679	-11.763	1265.977	
35	N1 HFO T (S)	10%	87.7	40.042	7.679	11.763	1265.977	
36	N2 HFO TK(P)	10%	122.8	32.099	13.193	-17.255	771.793	
37	N2 HFO TK(S)	10%	143.6	32.112	12.570	16.358	1077.696	
38	HFO SETT (P)	10%	19.85	35.989	7.879	-13.683	7.280	
39	HFO SERVICE(P)	10%	8.76	32.293	9.382	-13.701	3.474	
40	TOTAL FO		470.5	35.232	10.652	-0.344	4392.197	
41	MDO STORAGE(P)	10%	9.38	26.431	0.225	3.866	276.645	
42	MDO STORAGE (S)	10%	10.47	26.942	0.221	-3.949	323.653	
43	MDO SERVICE P	10%	3.130	24.450	18.300	-14.250	3.169	
44	TOTAL DIESEL		22.98	26.394	2.685	-2.163	603.467	
45	BILGE HOLDING TANK	10%	4.394	15.715	0.328	1.105	52.489	
46	OILY BILGE TANK	10%	2.685	15.469	0.312	-1.033	30.651	
47	FO OVERFLOW	10%	3.812	32.124	0.177	-4.545	173.372	
48	SLUDGE	10%	4.077	30.250	7.250	-9.750	2.453	
49	FEED WATER	10%	0.900	20.250	18.100	16.600	3.375	
50	TOTAL TANQUES VARIOS		15.87	23.607	3.076	-2.524	262.339	
51	M.LO SUMP(C)	10%	4.453	23.700	0.110	0.000	8.163	
52	CYL OIL STORAGE (P)	10%	9.90	15.600	18.225	-13.200	49.588	
53	MAIN LO STORAGE(P)	10%	6.89	15.816	18.379	-19.363	42.771	
54	MAIN LO SETTLING TANK(P)	10%	4.571	15.600	18.225	-17.000	4.875	
55	G/E LO STORAGE TANK(P)	10%	0.4122	17.200	18.100	-9.800	0.440	
56	TOTAL CONSUMO ACEITE		26.23	17.057	15.188	-13.186	105.838	
57	FW TANK P	10%	19.28	9.379	18.418	-14.553	509.382	
58	FW TANK S	10%	19.28	9.379	18.418	14.553	509.382	
59	DW TANK	10%	20.76	12.221	18.392	14.695	593.472	
60	TOTAL AGUA DULCE		59.3	10.374	18.409	5.143	1612.236	

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m	FS tonne.m	Mom.
61	TRIPULACION	0.1	4.000	32.000	28.000	0.000	0.000	
62	PERTRECHOS	0.1	50.0	32.000	24.000	4.000	0.000	
63	TOTAL TRIPULACION Y PERTRECHOS		5.40	32.000	24.296	3.704	0	
64		Total Weight=	204105	LCG=143.372 m	VCG=13.096 m	TCG=-0.001 m	253091.975	
65					FS corr.=1.24 m			
66					VCG fluid=14.336 m			

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

2.2.2.EQUILIBRIO

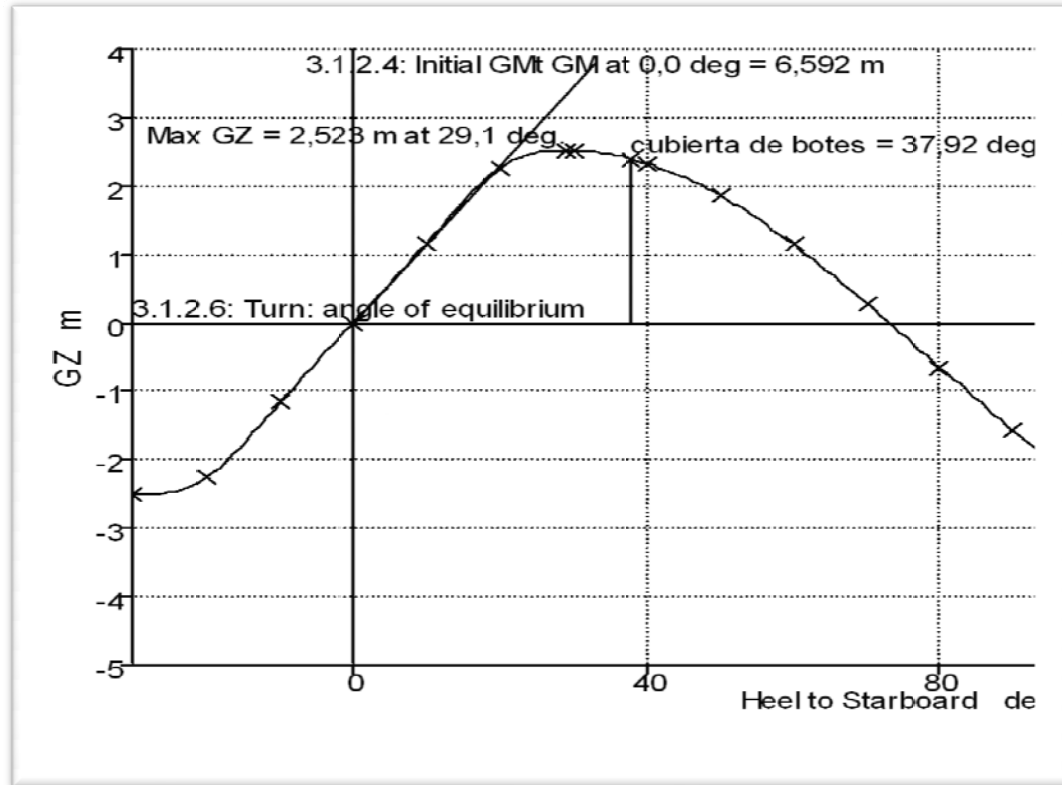
1	Draft Amidsh. m	17.921
2	Displacement tonne	204110
3	Heel to Starboard degrees	0
4	Draft at FP m	17.851
5	Draft at AP m	17.990
6	Draft at LCF m	17.922
7	Trim (+ve by stern) m	0.139
8	WL Length m	279.880
9	WL Beam m	48.190
10	Wetted Area m ²	20321.056
11	Waterpl. Area m ²	12678.747
12	Prismatic Coeff.	0.828
13	Block Coeff.	0.821
14	Midship Area Coeff.	0.995
15	Waterpl. Area Coeff.	0.940
16	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	7.069
17	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-2.678
18	KB m	9.405
19	KG fluid m	14.336
20	BMt m	11.601
21	BML m	373.226
22	GMt m	6.669
23	GML m	368.295
24	KMt m	21.006
25	KML m	382.631
26	Immersion (TPc) tonne/cm	129.983
27	MTc tonne.m	2757.615
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	23756.795
29	Max deck inclination deg	0.0
30	Trim angle (+ve by stern) deg	0.0

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

2.2.3.ESTABILIDAD A GRANDES ANGULOS. CURVA



	Heel to Starboard degrees	-30	-20	-10	0
1	Displacement tonne	203704	203698	203713	203712
2	Draft at FP m	19,519	18,132	17,873	17,846
3	Draft at AP m	17,551	17,348	17,698	17,822
4	WL Length m	281,648	280,299	280,252	280,245
5	Immersed Depth m	27,665	24,416	21,343	17,846
6	WL Beam m	39,733	45,422	48,933	48,190
7	Wetted Area m ²	22880,538	21514,056	20357,099	20348,557
8	Waterpl. Area m ²	9768,435	11610,444	12749,879	12635,003
9	Prismatic Coeff.	0,855	0,853	0,851	0,850
10	Block Coeff.	0,663	0,657	0,698	0,848
11	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	7,384	7,363	7,354	7,353
12	VCB from DWL m	9,540	8,651	8,528	8,525
13	GZ m	-2,517	-2,261	-1,162	0,001
14	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	0,649	-1,045	-1,747	-2,485
15	TCF to zero pt. m	-3,027	-4,380	-3,701	0,000
16	Max deck inclination deg	30,0	20,0	10,0	0,0
17	Trim angle (+ve by stern) deg	-0,4	-0,2	0,0	0,0

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

	Heel to Starboard degrees	10	20	30	40	50	60
1	Displacement tonne	203709	203708	203693	203727	203698	203722
2	Draft at FP m	17,873	18,135	19,517	22,150	26,272	32,705
3	Draft at AP m	17,697	17,347	17,550	18,424	20,052	22,840
4	WL Length m	280,252	280,300	281,647	282,708	282,788	282,550
5	Immersed Depth m	21,343	24,418	27,664	30,791	33,392	35,121
6	WL Beam m	48,933	45,421	39,735	36,851	31,852	28,175
7	Wetted Area m ²	20356,874	21514,922	22879,564	23555,417	23892,933	24029,723
8	Waterpl. Area m ²	12749,808	11609,702	9769,064	8802,648	7873,450	7116,620
9	Prismatic Coeff.	0,851	0,853	0,855	0,858	0,859	0,860
10	Block Coeff.	0,698	0,657	0,663	0,642	0,685	0,737
11	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	7,356	7,368	7,383	7,410	7,447	7,477
12	VCB from DWL m	8,528	8,652	9,539	10,917	12,430	13,760
13	GZ m	1,165	2,264	2,520	2,332	1,863	1,143
14	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-1,747	-1,052	0,651	1,194	0,162	-0,867
15	TCF to zero pt. m	3,700	4,380	3,028	3,010	4,643	6,881
16	Max deck inclination deg	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0
17	Trim angle (+ve by stern) deg	0,0	-0,2	-0,4	-0,8	-1,3	-2,1

	Heel to Starboard degrees	70	80	90	100	110	120
1	Displacement tonne	203721	203724	203722	203720	203712	203708
2	Draft at FP m	44,805	79,687	N/A	55,601	20,715	8,631
3	Draft at AP m	28,267	44,094	N/A	17,790	1,970	-3,491
4	WL Length m	282,159	281,130	280,341	279,648	278,676	276,972
5	Immersed Depth m	35,906	35,698	35,615	37,208	37,670	37,002
6	WL Beam m	25,966	24,776	24,400	24,776	25,966	28,175
7	Wetted Area m ²	24111,181	24177,583	24225,060	24261,542	24267,901	24287,115
8	Waterpl. Area m ²	6636,386	6373,828	6316,342	6448,399	6813,942	7424,455
9	Prismatic Coeff.	0,861	0,861	0,861	0,862	0,862	0,861
10	Block Coeff.	0,782	0,824	0,839	0,791	0,745	0,699
11	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	7,497	7,510	7,512	7,507	7,493	7,473
12	VCB from DWL m	14,776	15,418	15,656	15,476	14,892	13,931
13	GZ m	0,280	-0,647	-1,577	-2,456	-3,229	-3,835
14	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-1,575	-2,045	-2,572	-3,159	-3,407	-3,794
15	TCF to zero pt. m	9,044	10,987	12,603	13,836	14,623	14,980
16	Max deck inclination deg	70,0	80,0	90,0	100,0	110,0	120,0
17	Trim angle (+ve by stern) deg	-3,5	-7,4	-90,0	-7,9	-3,9	-2,5

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

	Heel to Starboard degrees	130	140	150	160	170	180
1	Displacement tonne	203695	203695	203721	203694	203697	203706
2	Draft at FP m	2,260	-1,707	-3,976	-5,017	-5,107	-5,092
3	Draft at AP m	-6,425	-8,487	-10,183	-11,113	-11,643	-11,822
4	WL Length m	278,337	283,390	278,035	276,556	276,066	275,987
5	Immersed Depth m	35,244	32,545	29,397	26,118	22,850	19,370
6	WL Beam m	31,852	37,960	44,977	49,165	48,966	48,196
7	Wetted Area m ²	24327,394	24355,211	24198,754	23570,093	23484,545	23551,943
8	Waterpl. Area m ²	8374,444	9743,640	10642,018	11439,754	11495,208	11329,919
9	Prismatic Coeff.	0,860	0,855	0,848	0,838	0,826	0,820
10	Block Coeff.	0,649	0,590	0,551	0,568	0,651	0,781
11	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	7,445	7,431	7,415	7,391	7,406	7,407
12	VCB from DWL m	12,635	11,088	9,614	8,680	8,328	8,231
13	GZ m	-4,189	-4,144	-3,606	-2,645	-1,308	-0,001
14	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-3,090	-3,057	-4,082	0,993	5,095	5,972
15	TCF to zero pt. m	14,932	14,181	10,820	5,717	2,321	0,000
16	Max deck inclination deg	130,0	140,0	150,0	160,0	169,9	178,6
17	Trim angle (+ve by stern) deg	-1,8	-1,4	-1,3	-1,3	-1,4	-1,4

2.2.4 .COMPROBACION DE LOS CRITERIOS DE LA IMO

	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
1	A.749(18) Ch3 Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area - 0 to 30				Pass
2		<i>from the greater of</i>				
3		spec. heel angle	0,0	deg	0,0	
4		<i>to the lesser of</i>				
5		spec. heel angle	30,0	deg	30,0	
6		angle of vanishing stability	73,1	deg		
7		shall not be less than (>=)	0,055	m.rad	0,835	Pass
8						

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

9	A.749(18) Ch3 Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area - 0 to 40				Pass
10		<i>from the greater of</i>				
11		spec. heel angle	0,0	deg	0,0	
12		<i>to the lesser of</i>				
13		spec. heel angle	40,0	deg		
14		first downflooding angle	37,9	deg	37,9	
15		angle of vanishing stability	73,1	deg		
16		shall not be less than (>=)	0,090	m.rad	1,177	Pass
17						
18	A.749(18) Ch3 Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area - 30 to 40				Pass
19		<i>from the greater of</i>				
20		spec. heel angle	30,0	deg	30,0	
21		<i>to the lesser of</i>				
22		spec. heel angle	40,0	deg		
23		first downflooding angle	37,9	deg	37,9	
24		angle of vanishing stability	73,1	deg		
25		shall not be less than (>=)	0,030	m.rad	0,342	Pass
26		Failed because high limit angle < low limit angle.				
27						
28	A.749(18)	3.1.2.2: Max				Pass

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

	Ch3 Design criteria applicable to all ships	- GZ at 30 or greater				
29		<i>in the range from the greater of</i>				
30		spec. heel angle	30,0	deg	30,0	
31		<i>to the lesser of</i>				
32		spec. heel angle	180,0	deg	180,0	
33		shall not be less than (>=)	0,200	m	2,520	Pass
34		<i>Intermediate values</i>				
35		angle at which this GZ occurs		deg	30,0	
36						
37	A.749(18) Ch3 Design criteria applicable to all ships	- 3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass
38		shall not be less than (>=)	25,0	deg	29,1	Pass
39						
40	A.749(18) Ch3 Design criteria applicable to all ships	- 3.1.2.4: Initial GMt				Pass
41		spec. heel angle	0,0	deg		
42		shall not be less than (>=)	0,150	m	6,592	Pass
43						

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

44	A.749(18) Ch3 Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: - Turn: angle of equilibrium				Pass
45		<i>Turn arm: a $v^2 / (R g) h$ $\cos^n(\phi)$</i>				
46		constant: $a =$	0,9996			
47		vessel speed: $v =$	0,000	kts		
48		turn radius, $R,$ as percentage of Lwl	510,00	%		
49		$h = KG -$ mean draught / 2	4,175	m		
50		cosine power: $n =$	1			
51		shall not be greater than (\leq)	10,0	deg	0,0	Pass
52		<i>Intermediate values</i>				
53		Heel arm amplitude		m	0,000	
54						

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

2.3.SALIDA EN LASTRE 100% DE CONSUMOS

2.3.1.CONDICION DE CARGA

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m	FS tonne.m	Mom.
1	Lightship	1	27900	113.000	13.800	0.000	0.000	
2	SLOP TANK SB	0%	0.0000	44.515	14.591	8.889	0.000	
3	SLOP TANK PS	0%	0.0000	44.515	14.591	-8.889	0.000	
4	WB SLOP PS	0%	0.0000	44.510	9.813	-15.105	0.000	
5	WB SLOP SB	0%	0.0000	44.510	9.813	15.105	0.000	
6	WB 5 PS	0%	0.0000	68.855	8.828	-16.304	0.000	
7	WB 5 SB	0%	0.0000	68.855	8.828	16.304	0.000	
8	CO 5 C	0%	0.0000	68.460	13.300	0.000	0.000	
9	CO 5 PS	0%	0.0000	69.460	14.636	-14.147	0.000	
10	CO 5 SB	0%	0.0000	69.460	14.636	14.147	0.000	
11	WB 4 PS	96%	4630	111.491	7.313	-17.198	39582.798	
12	WB 4 SB	96%	4630	111.491	7.313	17.198	39582.798	
13	CO 4 C	0%	0.0000	111.380	13.300	0.000	0.000	
14	CO 4 PS	0%	0.0000	111.626	13.658	-14.768	0.000	
15	CO 4 SB	0%	0.0000	111.626	13.658	14.768	0.000	
16	WB 3 SB	96%	4699	154.320	7.071	17.497	48922.650	
17	WB 3 PS	96%	4699	154.320	7.071	-17.497	48922.650	
18	CO 3 C	0%	0.0000	154.300	13.300	0.000	0.000	
19	CO 3 PS	0%	0.0000	154.331	13.391	-14.943	0.000	
20	CO 3 SB	0%	0.0000	154.331	13.391	14.943	0.000	
21	WB 2 PS	96%	4455	196.002	7.034	-17.532	47542.747	
22	WB 2 SB	96%	4455	196.002	7.034	17.532	47542.747	
23	CO 2 C	0%	0.0000	196.020	13.300	0.000	0.000	
24	CO 2 PS	0%	0.0000	196.021	13.377	-14.953	0.000	
25	CO 2 SB	0%	0.0000	196.021	13.377	14.953	0.000	
26	WB 1PS	96%	4684	238.029	7.795	-16.573	34526.600	
27	WB 1 SB	96%	4684	238.029	7.795	16.573	34526.600	
28	CO 1 C	0%	0.0000	238.913	13.314	0.000	0.000	
29	CO 1 PS	0%	0.0000	236.911	14.109	-14.527	0.000	
30	CO 1 SB	0%	0.0000	236.911	14.109	14.527	0.000	
31	WB FORE PEAK	96%	3032	266.113	9.393	0.000	14408.618	
32	WB AFT PEAK	0%	0.0000	4.037	14.464	0.000	0.000	
33	TOTAL CARGA Y LASTRE		67867	153.511	10.069	0.000	355558.206	
34	N1 HFO T(P)	96%	844	40.013	16.255	-14.936	1265.977	
35	N1 HFO T (S)	96%	844	40.013	16.255	14.936	1265.977	
36	N2 HFO TK(P)	96%	1184	30.455	18.986	-19.169	771.793	
37	N2 HFO TK(S)	96%	1384	30.446	18.721	18.570	1077.696	
38	HFO SETT (P)	96%	192.5	35.690	15.634	-14.187	7.280	
39	HFO SERVICE(P)	96%	84.3	32.191	16.372	-14.193	3.474	
40	TOTAL FO		4532	34.266	17.697	-0.201	4392.197	
41	MDO STORAGE(P)	96%	90.1	26.133	1.220	5.133	276.645	
42	MDO STORAGE (S)	96%	100.7	26.605	1.216	-5.221	323.653	
43	MDO SERVICE P	96%	30.05	24.450	20.880	-14.250	3.169	
44	TOTAL DIESEL		220.8	26.119	3.894	-2.225	603.467	
45	BILGE HOLDING TANK	96%	42.27	14.986	1.282	1.852	52.489	
46	OILY BILGE TANK	96%	25.84	15.248	1.264	-1.881	30.651	
47	FO OVERFLOW	96%	36.69	32.116	1.165	-5.985	173.372	
48	SLUDGE	96%	39.13	30.250	9.400	-9.750	2.453	
49	FEED WATER	96%	8.64	20.250	18.960	16.600	3.375	
50	TOTAL TANQUES VARIOS		152.6	23.362	4.334	-2.806	262.339	
51	M.LO SUMP(C)	96%	42.75	23.700	1.056	0.000	8.163	

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m	FS tonne.m	Mom.
52	CYL OIL STORAGE (P)	96%	95.1	15.600	20.160	-13.200	49.588	
53	MAIN LO STORAGE(P)	96%	66.3	15.704	20.486	-20.109	42.771	
54	MAIN LO SETTLING TANK(P)	96%	43.88	15.600	20.160	-17.000	4.875	
55	G/E LO STORAGE TANK(P)	96%	3.957	17.200	18.960	-9.800	0.440	
56	TOTAL CONSUMO ACEITE		251.9	17.027	16.985	-13.386	105.838	
57	FW TANK P	96%	185.2	9.365	21.296	-15.851	509.382	
58	FW TANK S	96%	185.2	9.365	21.296	15.851	509.382	
59	DW TANK	96%	199.3	12.212	21.233	15.824	593.472	
60	TOTAL AGUA DULCE		570	10.361	21.274	5.536	1612.236	
61	TRIPULACION	1	4.000	32.000	28.000	0.000	0.000	
62	PERTRECHOS	1	50.0	32.000	24.000	4.000	0.000	
63	TOTAL TRIPULACION Y PERTRECHOS		54.0	32.000	24.296	3.704	0	
64		Total Weight=	73648	LCG=143.859 m	VCG=10.629 m	TCG=-0.025 m	362534.282	
65					FS corr.=4.923 m			
66					VCG fluid=15.551 m			

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

2.3.2.EQUILIBRIO.

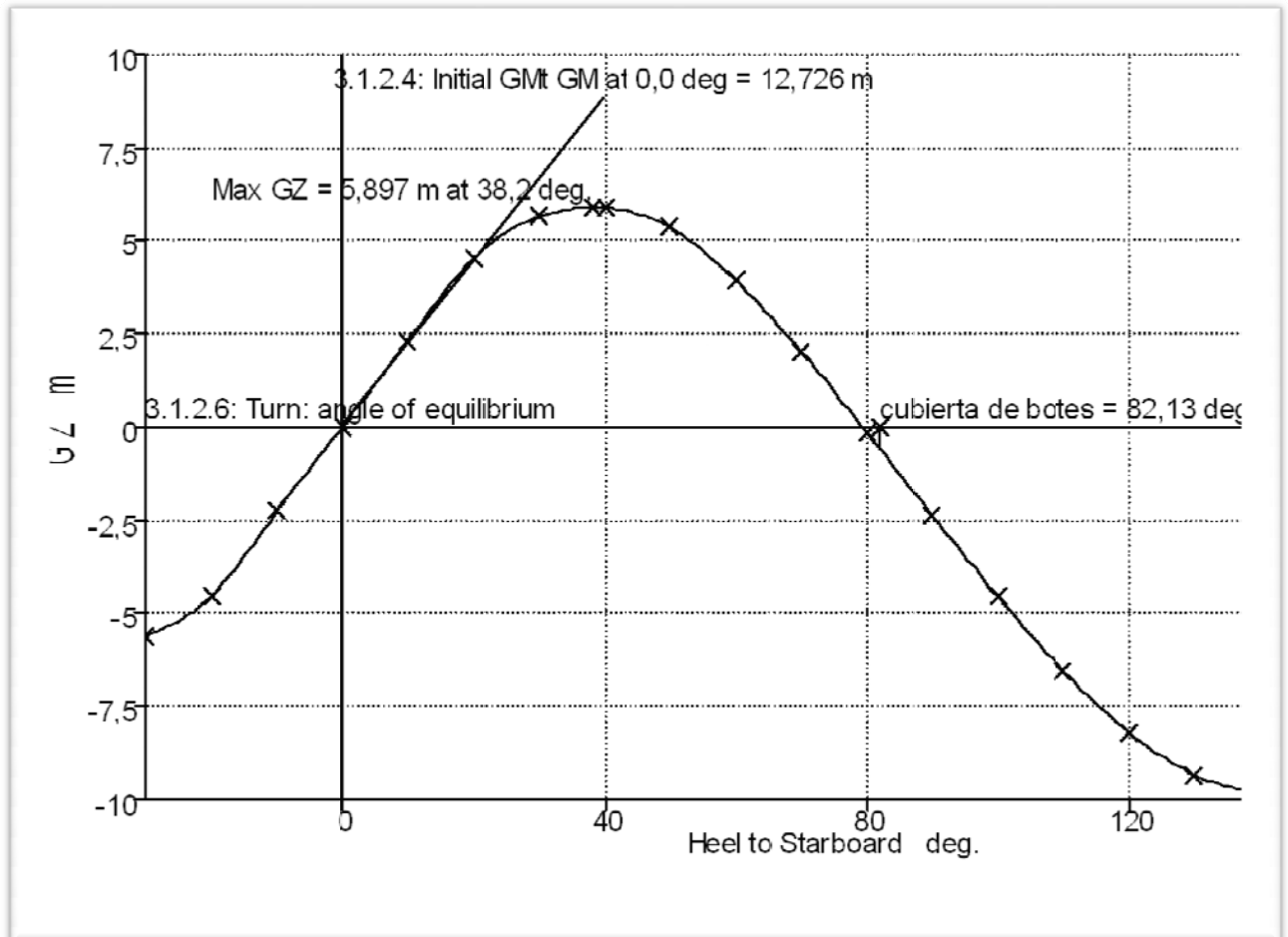
1	Draft Amidsh. m	7.336
2	Displacement tonne	76251
3	Heel to Starboard degrees	0
4	Draft at FP m	5.882
5	Draft at AP m	8.789
6	Draft at LCF m	7.220
7	Trim (+ve by stern) m	2.907
8	WL Length m	270.977
9	WL Beam m	48.198
10	Wetted Area m ²	13643.134
11	Waterpl. Area m ²	10950.980
12	Prismatic Coeff.	0.770
13	Block Coeff.	0.656
14	Midship Area Coeff.	0.975
15	Waterpl. Area Coeff.	0.833
16	LCB from zero pt. m	141.097
17	LCF from zero pt. m	147.164
18	KB m	3.743
19	KG fluid m	15.589
20	BMt m	24.573
21	BML m	684.237
22	GMt m	12.727
23	GML m	672.391
24	KMt m	28.316
25	KML m	687.981
26	Immersion (TPc) tonne/cm	112.269
27	MTc tonne.m	1880.804
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	16936.127
29	Max deck inclination deg	0.6
30	Trim angle (+ve by stern) deg	0.6

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

2.3.3.ESTABILIDAD A GRANDES ANGULOS. CURVA



	Heel to Starboard degrees	-30	-20	-10	0
1	Displacement tonne	76240	76252	76250	76254
2	Draft at FP m	4,550	5,674	5,866	5,882
3	Draft at AP m	7,151	8,256	8,676	8,790
4	WL Length m	270,961	270,805	270,956	270,977
5	Immersed Depth m	16,193	14,039	10,974	8,627
6	WL Beam m	41,040	46,776	48,963	48,198
7	Wetted Area m ²	12780,765	13500,481	13706,032	13643,275
8	Waterpl. Area m ²	9959,184	10883,554	11127,090	10951,028
9	Prismatic Coeff.	0,802	0,792	0,777	0,770
10	Block Coeff.	0,410	0,415	0,508	0,656
11	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	4,829	4,814	4,789	4,796
12	VCB from DWL m	5,078	4,498	3,802	3,541
13	GZ m	-5,631	-4,534	-2,262	0,012
14	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	1,042	5,215	9,760	10,864
15	TCF to zero pt. m	-10,974	-5,728	-1,984	0,000
16	Max deck inclination deg	30,0	20,0	10,0	0,6
17	Trim angle (+ve by stern) deg	0,5	0,5	0,6	0,6

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

	Heel to Starboard degrees	10	20	30	40	50	60
1	Displacement tonne	76240	76241	76241	76240	76250	76249
2	Draft at FP m	5,869	5,673	4,545	2,302	-1,487	-7,447
3	Draft at AP m	8,671	8,255	7,156	4,952	1,584	-3,607
4	WL Length m	270,954	270,805	270,959	273,478	278,881	277,399
5	Immersed Depth m	10,972	14,038	16,193	17,264	17,488	17,192
6	WL Beam m	48,962	46,773	41,046	37,960	31,852	28,175
7	Wetted Area m ²	13705,293	13499,570	12780,799	12456,105	12495,739	12507,598
8	Waterpl. Area m ²	11126,679	10882,923	9959,147	9544,776	8287,593	7282,763
9	Prismatic Coeff.	0,777	0,792	0,802	0,803	0,805	0,808
10	Block Coeff.	0,508	0,415	0,410	0,416	0,490	0,563
11	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	4,809	4,815	4,805	4,820	4,815	4,812
12	VCB from DWL m	3,801	4,497	5,078	5,366	5,538	5,791
13	GZ m	2,285	4,557	5,651	5,889	5,369	3,949
14	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	9,765	5,215	1,033	-0,788	-0,528	-0,429
15	TCF to zero pt. m	1,983	5,728	10,975	15,087	15,991	15,948
16	Max deck inclination deg	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0
17	Trim angle (+ve by stern) deg	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8

	Heel to Starboard degrees	70	80	90	100	110	120
1	Displacement tonne	76252	76253	76243	76248	76247	76246
2	Draft at FP m	-18,692	-51,082	N/A	-74,683	-42,259	-30,994
3	Draft at AP m	-13,467	-42,061	N/A	-69,290	-40,757	-30,976
4	WL Length m	278,946	279,833	280,554	281,446	282,339	282,600
5	Immersed Depth m	16,413	15,198	14,174	15,847	16,999	17,578
6	WL Beam m	25,966	24,776	24,400	24,776	25,966	28,175
7	Wetted Area m ²	12565,132	12589,304	12630,857	12681,949	12742,381	12826,794
8	Waterpl. Area m ²	6694,591	6337,640	6200,692	6247,766	6474,291	6903,117
9	Prismatic Coeff.	0,813	0,818	0,823	0,829	0,837	0,847
10	Block Coeff.	0,640	0,725	0,789	0,695	0,618	0,551
11	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	4,817	4,830	4,849	4,874	4,901	4,929
12	VCB from DWL m	6,046	6,255	6,392	6,445	6,411	6,298
13	GZ m	2,034	-0,128	-2,367	-4,546	-6,531	-8,184
14	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	0,011	0,587	0,726	1,410	2,224	3,286
15	TCF to zero pt. m	15,320	14,236	12,698	10,783	8,579	6,189
16	Max deck inclination deg	70,0	80,0	90,0	100,0	110,0	120,0
17	Trim angle (+ve by stern) deg	1,1	1,9	-1,\$	1,1	0,3	0,0

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

	Heel to Starboard degrees	130	140	150	160	170	180
1	Displacement tonne	76243	76242	76241	76250	76251	76251
2	Draft at FP m	-25,002	-21,202	-18,876	-17,725	-17,587	-17,570
3	Draft at AP m	-25,937	-22,901	-20,990	-19,879	-19,694	-19,792
4	WL Length m	282,802	282,601	281,146	280,240	280,222	280,219
5	Immersed Depth m	18,033	17,856	16,716	14,386	10,763	6,851
6	WL Beam m	31,852	35,553	38,147	44,383	48,933	48,190
7	Wetted Area m ²	12970,251	13336,759	13941,911	15228,332	16976,858	17010,996
8	Waterpl. Area m ²	7566,582	8294,742	9155,893	10855,656	12943,280	12783,731
9	Prismatic Coeff.	0,853	0,860	0,860	0,857	0,853	0,849
10	Block Coeff.	0,475	0,430	0,428	0,427	0,518	0,826
11	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	4,954	4,972	4,990	4,996	4,980	4,977
12	VCB from DWL m	6,120	5,855	5,353	4,522	3,380	2,903
13	GZ m	-9,330	-9,798	-9,574	-8,266	-4,540	-0,012
14	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	4,731	5,493	4,566	2,389	-3,831	-4,243
15	TCF to zero pt. m	3,805	2,257	2,019	2,893	3,757	0,000
16	Max deck inclination deg	130,0	140,0	150,0	160,0	170,0	179,5
17	Trim angle (+ve by stern) deg	-0,2	-0,4	-0,4	-0,5	-0,4	-0,5

2.3.4 .COMPROBACION DE LOS CRITERIOS DE LA IMO

	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
1	A.749(18) Ch3 Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass
2		<i>from the greater of</i>				
3		spec. heel angle	0,0	deg	0,0	
4		<i>to the lesser of</i>				
5		spec. heel angle	30,0	deg	30,0	
6		angle of vanishing stability	79,4	deg		
7		shall not be less than (>=)	0,055	m.rad	1,712	Pass
8						

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

9	A.749(18) Ch3 Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area - 0 to 40				Pass
10		<i>from the greater of</i>				
11		spec. heel angle	0,0	deg	0,0	
12		<i>to the lesser of</i>				
13		spec. heel angle	40,0	deg	40,0	
14		first downflooding angle	82,1	deg		
15		angle of vanishing stability	79,4	deg		
16		shall not be less than (>=)	0,090	m.rad	2,729	Pass
17						
18	A.749(18) Ch3 Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area - 30 to 40				Pass
19		<i>from the greater of</i>				
20		spec. heel angle	30,0	deg	30,0	
21		<i>to the lesser of</i>				
22		spec. heel angle	40,0	deg	40,0	
23		first downflooding angle	82,1	deg		
24		angle of vanishing stability	79,4	deg		
25		shall not be less than (>=)	0,030	m.rad	1,017	Pass
26		Failed because high limit angle < low limit angle.				
27						

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

28	A.749(18) Ch3 Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass
29		<i>in the range from the greater of</i>				
30		spec. heel angle	30,0	deg	30,0	
31		<i>to the lesser of</i>				
32		spec. heel angle	180,0	deg	180,0	
33		shall not be less than (>=)	0,200	m	5,897	Pass
34		<i>Intermediate values</i>				
35		angle at which this GZ occurs		deg	38,2	
36						
37	A.749(18) Ch3 Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass
38		shall not be less than (>=)	25,0	deg	38,2	Pass
39						
40	A.749(18) Ch3 Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt				Pass
41		spec. heel angle	0,0	deg		
42		shall not be less than (>=)	0,150	m	12,726	Pass
43						

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

44	A.749(18) Ch3 Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: - Turn: angle of equilibrium					Pass
45		<i>Turn arm: a $v^2 / (R g) h$ $\cos^n(\phi)$</i>					
46		constant: $a =$	0,9996				
47		vessel speed: $v =$	0,000	kts			
48		turn radius, $R,$ as percentage of Lwl	510,00	%			
49		$h = KG -$ mean draught / 2	6,596	m			
50		cosine power: $n =$	1				
51		shall not be greater than (\leq)	10,0	deg	-0,1		Pass
52		<i>Intermediate values</i>					
53		Heel arm amplitude		m	0,000		
54							

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

2.4 .LLEGADA EN LASTRE 10% DE CONSUMOS

2.4.1.CONDICION DE CARGA

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m	FS tonne.m	Mom.
1	Lightship	1	27900	113.000	13.800	0.000	0.000	
2	SLOP TANK SB	0%	0.0000	44.515	14.591	8.889	0.000	
3	SLOP TANK PS	0%	0.0000	44.515	14.591	-8.889	0.000	
4	WB SLOP PS	96%	466.7	44.511	9.235	-14.787	1293.472	
5	WB SLOP SB	96%	466.7	44.511	9.235	14.787	1293.472	
6	WB 5 PS	96%	4339	68.872	8.211	-16.035	22352.447	
7	WB 5 SB	96%	4339	68.872	8.211	16.035	22352.447	
8	CO 5 C	0%	0.0000	68.460	13.300	0.000	0.000	
9	CO 5 PS	0%	0.0000	69.460	14.636	-14.147	0.000	
10	CO 5 SB	0%	0.0000	69.460	14.636	14.147	0.000	
11	WB 4 PS	96%	4630	111.491	7.313	-17.198	39582.798	
12	WB 4 SB	96%	4630	111.491	7.313	17.198	39582.798	
13	CO 4 C	0%	0.0000	111.380	13.300	0.000	0.000	
14	CO 4 PS	0%	0.0000	111.626	13.658	-14.768	0.000	
15	CO 4 SB	0%	0.0000	111.626	13.658	14.768	0.000	
16	WB 3 SB	96%	4699	154.320	7.071	17.497	48922.650	
17	WB 3 PS	96%	4699	154.320	7.071	-17.497	48922.650	
18	CO 3 C	0%	0.0000	154.300	13.300	0.000	0.000	
19	CO 3 PS	0%	0.0000	154.331	13.391	-14.943	0.000	
20	CO 3 SB	0%	0.0000	154.331	13.391	14.943	0.000	
21	WB 2 PS	96%	4455	196.002	7.034	-17.532	47542.747	
22	WB 2 SB	96%	4455	196.002	7.034	17.532	47542.747	
23	CO 2 C	0%	0.0000	196.020	13.300	0.000	0.000	
24	CO 2 PS	0%	0.0000	196.021	13.377	-14.953	0.000	
25	CO 2 SB	0%	0.0000	196.021	13.377	14.953	0.000	
26	WB 1PS	96%	4684	238.029	7.795	-16.573	34526.600	
27	WB 1 SB	96%	4684	238.029	7.795	16.573	34526.600	
28	CO 1 C	0%	0.0000	238.913	13.314	0.000	0.000	
29	CO 1 PS	0%	0.0000	236.911	14.109	-14.527	0.000	
30	CO 1 SB	0%	0.0000	236.911	14.109	14.527	0.000	
31	WB FORE PEAK	96%	3032	266.113	9.393	0.000	14408.618	
32	WB AFT PEAK	50%	1382	5.141	12.267	0.000	44373.517	
33	TOTAL CARGA Y LASTRE		78861	140.307	9.893	0.000	447223.56	
34	N1 HFO T(P)	10%	87.7	40.042	7.679	-11.763	1265.977	
35	N1 HFO T (S)	10%	87.7	40.042	7.679	11.763	1265.977	
36	N2 HFO TK(P)	10%	122.8	32.099	13.193	-17.255	771.793	
37	N2 HFO TK(S)	10%	143.6	32.112	12.570	16.358	1077.696	
38	HFO SETT (P)	10%	19.85	35.989	7.879	-13.683	7.280	
39	HFO SERVICE(P)	10%	8.76	32.293	9.382	-13.701	3.474	
40	TOTAL FO		470.5	35.232	10.652	-0.344	4392.197	
41	MDO STORAGE(P)	10%	9.38	26.431	0.225	3.866	276.645	
42	MDO STORAGE (S)	10%	10.47	26.942	0.221	-3.949	323.653	
43	MDO SERVICE P	10%	3.130	24.450	18.300	-14.250	3.169	
44	TOTAL DIESEL		22.98	26.394	2.685	-2.163	603.467	
45	BILGE HOLDING TANK	10%	4.394	15.715	0.328	1.105	52.489	
46	OILY BILGE TANK	10%	2.685	15.469	0.312	-1.033	30.651	
47	FO OVERFLOW	10%	3.812	32.124	0.177	-4.545	173.372	
48	SLUDGE	10%	4.077	30.250	7.250	-9.750	2.453	
49	FEED WATER	10%	0.900	20.250	18.100	16.600	3.375	
50	TOTAL TANQUES VARIOS		15.87	23.607	3.076	-2.524	262.339	
51	M.LO SUMP(C)	10%	4.453	23.700	0.110	0.000	8.163	
52	CYL OIL STORAGE (P)	10%	9.90	15.600	18.225	-13.200	49.588	
53	MAIN LO STORAGE(P)	10%	6.89	15.816	18.379	-19.363	42.771	
54	MAIN LO SETTLING TANK(P)	10%	4.571	15.600	18.225	-17.000	4.875	
55	G/E LO STORAGE TANK(P)	10%	0.4122	17.200	18.100	-9.800	0.440	
56	TOTAL CONSUMO ACEITE		26.23	17.057	15.188	-13.186	105.838	
57	FW TANK P	10%	19.28	9.379	18.418	-14.553	509.382	
58	FW TANK S	10%	19.28	9.379	18.418	14.553	509.382	
59	DW TANK	10%	20.76	12.221	18.392	14.695	593.472	

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m	FS tonne.m	Mom.
60	TOTAL AGUA DULCE		59.3	10.374	18.409	5.143	1612.236	
61	TRIPULACION	0.1	4.000	32.000	28.000	0.000	0.000	
62	PERTRECHOS	0.1	50.0	32.000	24.000	4.000	0.000	
63	TOTAL TRIPULACION Y PERTRECHOS		5.40	32.000	24.296	3.704	0	
64		Total Weight=	79461	LCG=139.484 m	VCG=9.903 m	TCG=-0.003 m	454199.637	
65					FS corr.=5.716 m			
66					VCG fluid=15.619 m			

2.4.2.EQUILIBRIO

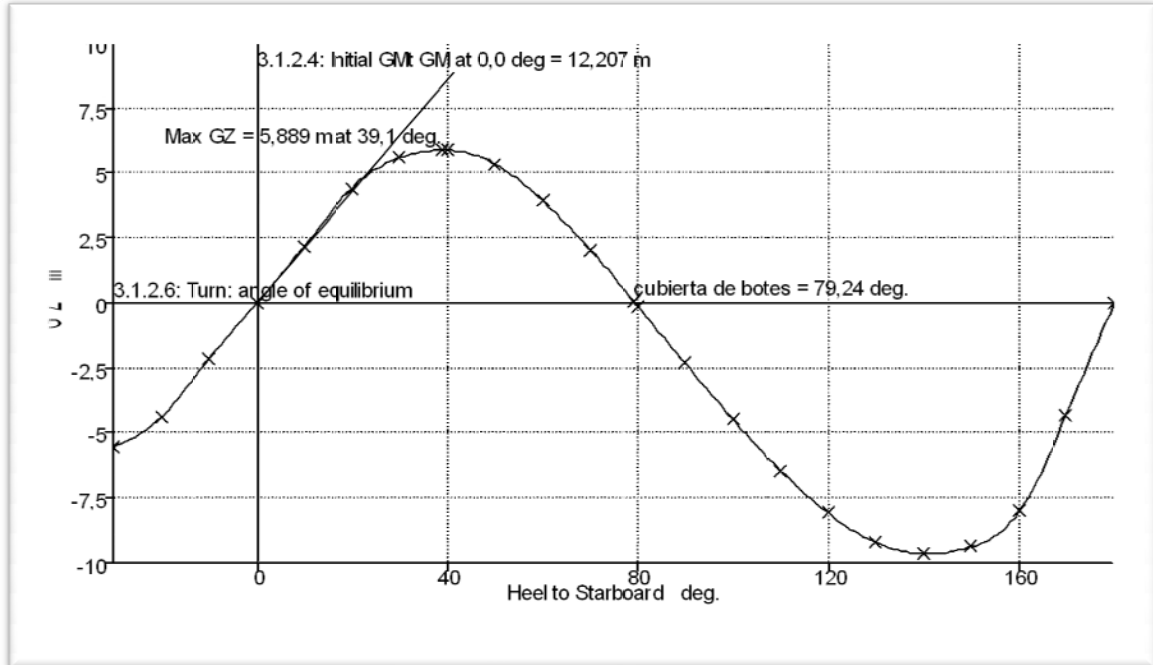
1	Draft Amidsh. m	7.766
2	Displacement tonne	79469
3	Heel to Starboard degrees	0
4	Draft at FP m	5.770
5	Draft at AP m	9.762
6	Draft at LCF m	7.617
7	Trim (+ve by stern) m	3.992
8	WL Length m	271.512
9	WL Beam m	48.190
10	Wetted Area m ²	13785.442
11	Waterpl. Area m ²	10992.543
12	Prismatic Coeff.	0.774
13	Block Coeff.	0.622
14	Midship Area Coeff.	0.952
15	Waterpl. Area Coeff.	0.840
16	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	2.996
17	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	10.167
18	KB m	3.983
19	KG fluid m	15.619
20	BMt m	23.427
21	BML m	671.361
22	GMt m	11.789
23	GML m	659.723
24	KMt m	27.410
25	KML m	675.344
26	Immersion (TPc) tonne/cm	112.696
27	MTc tonne.m	1923.242
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	16349.941
29	Max deck inclination deg	0.8
30	Trim angle (+ve by stern) deg	0.8

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

2.4.3. ESTABILIDAD A GRANDES ANGULOS. CURVA



	Heel to Starboard degrees	-30	-20	-10	0
1	Displacement tonne	79177	79188	79187	79187
2	Draft at FP m	4,577	5,656	5,811	5,819
3	Draft at AP m	7,785	8,851	9,299	9,427
4	WL Length m	271,008	271,196	271,358	271,395
5	Immersed Depth m	16,465	14,311	11,299	9,226
6	WL Beam m	41,985	47,536	48,967	48,197
7	Wetted Area m ²	13010,620	13740,599	13881,060	13813,521
8	Waterpl. Area m ²	10112,186	11045,125	11197,036	11015,735
9	Prismatic Coeff.	0,801	0,786	0,771	0,764
10	Block Coeff.	0,410	0,417	0,512	0,637
11	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	3,330	3,320	3,288	3,299
12	VCB from DWL m	5,163	4,589	3,925	3,681
13	GZ m	-5,573	-4,410	-2,179	0,004
14	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	0,627	4,617	9,150	10,264
15	TCF to zero pt. m	-10,887	-5,668	-2,057	0,000
16	Max deck inclination deg	30,0	20,0	10,0	0,8
17	Trim angle (+ve by stern) deg	0,7	0,7	0,7	0,8

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

	Heel to Starboard degrees	10	20	30	40	50	60
1	Displacement tonne	79176	79177	79177	79176	79185	79183
2	Draft at FP m	5,815	5,656	4,574	2,364	-1,397	-7,330
3	Draft at AP m	9,292	8,850	7,788	5,662	2,561	-2,163
4	WL Length m	271,351	271,192	271,017	276,063	279,828	277,458
5	Immersed Depth m	11,297	14,310	16,465	17,545	17,814	17,563
6	WL Beam m	48,967	47,534	41,988	37,960	31,852	28,175
7	Wetted Area m ²	13880,166	13739,735	13010,558	12755,806	12795,464	12806,211
8	Waterpl. Area m ²	11196,472	11044,560	10112,097	9674,113	8330,142	7324,134
9	Prismatic Coeff.	0,771	0,787	0,801	0,804	0,807	0,810
10	Block Coeff.	0,512	0,416	0,410	0,425	0,499	0,573
11	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	3,316	3,324	3,315	3,327	3,318	3,307
12	VCB from DWL m	3,924	4,588	5,163	5,450	5,660	5,950
13	GZ m	2,186	4,418	5,579	5,884	5,343	3,925
14	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	9,158	4,619	0,621	-1,303	-1,035	-1,032
15	TCF to zero pt. m	2,056	5,668	10,888	14,930	15,704	15,699
16	Max deck inclination deg	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0
17	Trim angle (+ve by stern) deg	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	1,1

	Heel to Starboard degrees	70	80	90	100	110	120
1	Displacement tonne	79189	79187	79179	79185	79184	79182
2	Draft at FP m	-18,526	-50,796	N/A	-74,463	-42,179	-30,965
3	Draft at AP m	-11,141	-37,148	N/A	-64,205	-38,227	-29,319
4	WL Length m	278,980	279,854	280,575	281,465	282,345	282,602
5	Immersed Depth m	16,818	15,627	14,973	16,651	17,787	18,331
6	WL Beam m	25,966	24,776	24,400	24,776	25,966	28,175
7	Wetted Area m ²	12843,815	12872,437	12916,355	12964,108	13025,899	13109,704
8	Waterpl. Area m ²	6718,328	6366,295	6235,153	6282,883	6518,908	6960,640
9	Prismatic Coeff.	0,814	0,819	0,825	0,831	0,839	0,849
10	Block Coeff.	0,649	0,732	0,775	0,687	0,613	0,549
11	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	3,306	3,314	3,332	3,357	3,387	3,419
12	VCB from DWL m	6,230	6,455	6,596	6,645	6,599	6,466
13	GZ m	2,024	-0,117	-2,334	-4,489	-6,454	-8,089
14	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,288	0,261	0,268	0,884	1,578	2,541
15	TCF to zero pt. m	15,160	14,146	12,674	10,838	8,699	6,365
16	Max deck inclination deg	70,0	80,0	90,0	100,0	110,0	120,0
17	Trim angle (+ve by stern) deg	1,6	2,9	-1,\$	2,2	0,8	0,3

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

	Heel to Starboard degrees	130	140	150	160	170	180
1	Displacement tonne	79181	79178	79177	79187	79190	79187
2	Draft at FP m	-25,000	-21,200	-18,853	-17,686	-17,526	-17,510
3	Draft at AP m	-24,728	-21,973	-20,276	-19,353	-19,312	-19,413
4	WL Length m	282,801	282,599	281,127	280,232	280,213	280,211
5	Immersed Depth m	18,231	17,902	16,774	14,451	10,843	6,908
6	WL Beam m	31,852	35,834	38,431	44,671	48,933	48,190
7	Wetted Area m ²	13249,520	13611,409	14234,588	15546,873	17127,494	17157,995
8	Waterpl. Area m ²	7648,043	8431,578	9321,128	11052,600	12904,134	12753,300
9	Prismatic Coeff.	0,866	0,880	0,883	0,880	0,874	0,872
10	Block Coeff.	0,488	0,442	0,439	0,439	0,534	0,851
11	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	3,448	3,470	3,495	3,508	3,517	3,502
12	VCB from DWL m	6,263	5,977	5,459	4,608	3,464	3,006
13	GZ m	-9,221	-9,662	-9,387	-8,019	-4,310	-0,004
14	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	3,902	4,798	3,936	1,752	-3,514	-3,980
15	TCF to zero pt. m	4,017	2,438	2,268	3,257	3,738	0,000
16	Max deck inclination deg	130,0	140,0	150,0	160,0	170,0	179,6
17	Trim angle (+ve by stern) deg	0,1	-0,2	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4

2.4.4 .COMPROBACION DE LOS CRITERIOS DE LA IMO

C	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
1	A.749(18) Ch3 Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area - 0 to 30				Pass
2		<i>from the greater of</i>				
3		spec. heel angle	0,0	deg	0,0	
4		<i>to the lesser of</i>				
5		spec. heel angle	30,0	deg	30,0	
6		angle of vanishing stability	79,5	deg		
7		shall not be less than (>=)	0,055	m.rad	1,660	Pass

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

8						
9	A.749(18) Ch3 Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area - 0 to 40				Pass
10		<i>from the greater of</i>				
11		spec. heel angle	0,0	deg	0,0	
12		<i>to the lesser of</i>				
13		spec. heel angle	40,0	deg	40,0	
14		first downflooding angle	79,2	deg		
15		angle of vanishing stability	79,5	deg		
16		shall not be less than (>=)	0,090	m.rad	2,672	Pass
17						
18	A.749(18) Ch3 Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area - 30 to 40				Pass
19		<i>from the greater of</i>				
20		spec. heel angle	30,0	deg	30,0	
21		<i>to the lesser of</i>				
22		spec. heel angle	40,0	deg	40,0	
23		first downflooding angle	79,2	deg		
24		angle of vanishing stability	79,5	deg		
25		shall not be less than (>=)	0,030	m.rad	1,011	Pass
26		Failed because high limit angle < low limit angle.				

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

27						
28	A.749(18) Ch3 Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass
29		<i>in the range from the greater of</i>				
30		spec. heel angle	30,0	deg	30,0	
31		<i>to the lesser of</i>				
32		spec. heel angle	180,0	deg	180,0	
33		shall not be less than (>=)	0,200	m	5,889	Pass
34		<i>Intermediate values</i>				
35		angle at which this GZ occurs		deg	39,1	
36						
37	A.749(18) Ch3 Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass
38		shall not be less than (>=)	25,0	deg	39,1	Pass
39						
40	A.749(18) Ch3 Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt				Pass
41		spec. heel angle	0,0	deg		
42		shall not be less than (>=)	0,150	m	12,207	Pass

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

43						
44	A.749(18) Ch3 Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: - Turn: angle of equilibrium				Pass
45		<i>Turn arm: a $v^2 / (R g) h$ $\cos^n(\phi)$</i>				
46		constant: $a =$	0,9996			
47		vessel speed: $v =$	0,000	kts		
48		turn radius, $R,$ as percentage of Lwl	510,00	%		
49		$h = KG -$ mean draught / 2	6,075	m		
50		cosine power: $n =$	1			
51		shall not be greater than (\leq)	10,0	deg	0,0	Pass
52		<i>Intermediate values</i>				
53		Heel arm amplitude		m	0,000	
54						

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 12 : ESTUDIO DE ESTABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

ANEXO 1 .CARACTERISTICAS HIDROSTATICAS

CONTENIDO

1.CARACTERISTICAS HIDROSTATICAS.....	1
1.1. CURVAS HIDROSTATICAS.....	4
2.CURVAS KN.....	6
3.MAXIMOS KG.....	8

1.CARACTERISTICAS HIDROSTATICAS.

A continuación se adjuntan las características hidrostáticas numérica y gráficamente del buque en un rango de 10 calados desde 0m a 17,85 mt.

	Draft Amidsh. m	17,85	15,867	13,883	11,9
1	Displacement tonne	203917	178510	153884	130021
2	Heel to Starboard degrees	0	0	0	0
3	Draft at FP m	17,850	15,867	13,883	11,900
4	Draft at AP m	17,850	15,867	13,883	11,900
5	Draft at LCF m	17,850	15,867	13,883	11,900
6	Trim (+ve by stern) m	0,000	0,000	0,000	0,000
7	WL Length m	280,245	280,223	279,820	276,172
8	WL Beam m	48,190	48,190	48,190	48,190
9	Wetted Area m ²	20359,006	19095,466	17754,518	16448,663
10	Waterpl. Area m ²	12637,631	12334,521	11909,517	11561,355
11	Prismatic Coeff.	0,850	0,838	0,826	0,814
12	Block Coeff.	0,848	0,835	0,823	0,811
13	Midship Area Coeff.	0,997	0,997	0,997	0,996
14	Waterpl. Area Coeff.	0,962	0,939	0,907	0,880
15	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	7,310	8,616	9,891	10,959
16	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-2,506	-0,986	2,365	5,868
17	KB m	9,319	8,245	7,183	6,135
18	KG m	17,850	17,850	17,850	17,850
19	BMt m	11,586	12,742	14,004	15,815
20	BML m	369,625	395,714	418,584	458,785
21	GMt m	3,055	3,137	3,337	4,100
22	GML m	361,094	386,109	407,917	447,070
23	KMt m	20,905	20,987	21,187	21,950
24	KML m	378,944	403,959	425,767	464,920
25	Immersion (TPc) tonne/cm	129,561	126,454	122,096	118,527
26	MTc tonne.m	2701,143	2528,406	2302,712	2132,369
27	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	10872,517	9772,339	8963,301	9303,279
28	Max deck inclination deg	0,0	0,0	0,0	0,0
29	Trim angle (+ve by stern) deg	0,0	0,0	0,0	0,0

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

ANEXO 1.CARACTERISTICAS HIDROSTATICAS

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

	Draft Amidsh. m	9,917	7,933	5,95	3,967
1	Displacement tonne	106846	84303	62233	40573
2	Heel to Starboard degrees	0	0	0	0
3	Draft at FP m	9,917	7,933	5,950	3,967
4	Draft at AP m	9,917	7,933	5,950	3,967
5	Draft at LCF m	9,917	7,933	5,950	3,967
6	Trim (+ve by stern) m	0,000	0,000	0,000	0,000
7	WL Length m	272,005	270,735	271,581	272,330
8	WL Beam m	48,191	48,195	48,218	48,255
9	Wetted Area m ²	15197,025	14003,120	12882,391	11737,406
10	Waterpl. Area m ²	11236,272	10955,402	10754,713	10540,167
11	Prismatic Coeff.	0,804	0,794	0,783	0,769
12	Block Coeff.	0,800	0,789	0,776	0,758
13	Midship Area Coeff.	0,995	0,994	0,992	0,986
14	Waterpl. Area Coeff.	0,855	0,834	0,818	0,801
15	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	11,692	12,000	11,956	11,781
16	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	9,210	11,595	12,426	12,000
17	KB m	5,099	4,074	3,057	2,040
18	KG m	17,850	17,850	17,850	17,850
19	BMt m	18,392	22,382	29,275	42,852
20	BML m	519,172	617,136	801,939	1187,450
21	GMt m	5,641	8,607	14,482	27,042
22	GML m	506,421	603,360	787,146	1171,640
23	KMt m	23,491	26,457	32,332	44,892
24	KML m	524,271	621,210	804,996	1189,490
25	Immersion (TPc) tonne/cm	115,194	112,315	110,257	108,058
26	MTc tonne.m	1984,925	1865,927	1797,020	1743,851
27	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	10518,866	12663,113	15728,871	19148,588
28	Max deck inclination deg	0,0	0,0	0,0	0,0
29	Trim angle (+ve by stern) deg	0,0	0,0	0,0	0,0

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

ANEXO 1.CARACTERISTICAS HIDROSTATICAS

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

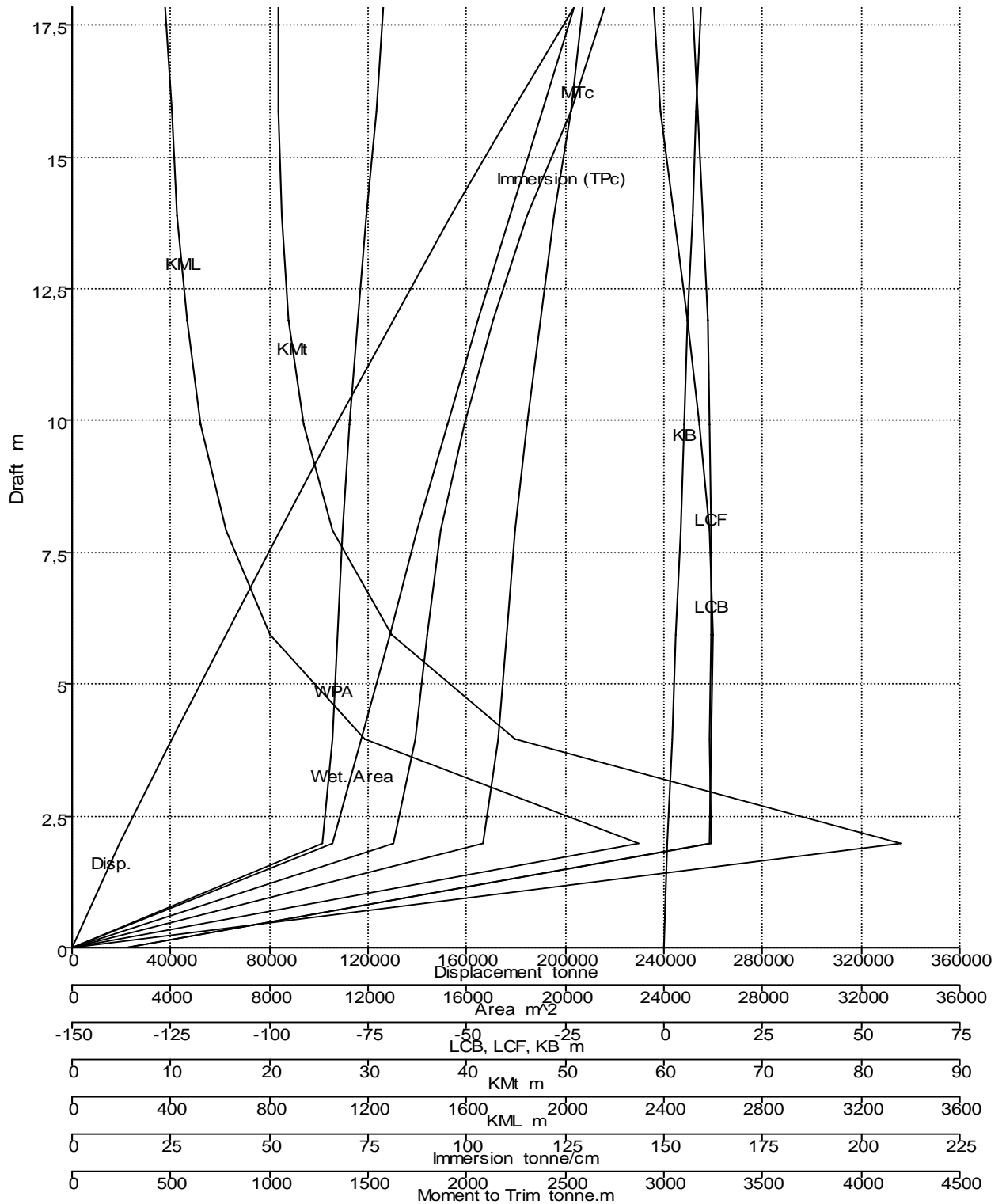
	Draft Amidsh. m		1,983	0
1	Displacement tonne	Draft Amidsh. m	19465	0
2	Heel to Starboard degrees	Displacement tonne	0	0
3	Draft at FP m	Heel to Starboard degrees	1,983	0,000
4	Draft at AP m	Draft at FP m	1,983	0,000
5	Draft at LCF m	Draft at AP m	1,983	0,000
6	Trim (+ve by stern) m	Draft at LCF m	0,000	0,000
7	WL Length m	Trim (+ve by stern) m	269,526	253,905
8	WL Beam m	WL Length m	48,078	0,000
9	Wetted Area m ²	WL Beam m	10549,845	0,000
10	Waterpl. Area m ²	Wetted Area m ²	10157,649	0,000
11	Prismatic Coeff.	Waterpl. Area m ²	0,748	0,000
12	Block Coeff.	Prismatic Coeff.	0,730	0,000
13	Midship Area Coeff.	Block Coeff.	0,977	0,000
14	Waterpl. Area Coeff.	Midship Area Coeff.	0,775	0,000
15	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	Waterpl. Area Coeff.	11,920	- 136,300
16	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	11,517	- 136,300
17	KB m	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	1,019	0,000
18	KG m	KB m	17,850	17,850
19	BMt m	KG m	82,911	0,000
20	BML m	BMt m	2298,102	0,000
21	GMt m	BML m	66,080	-17,850
22	GML m	GMt m	2281,271	-17,850
23	KMt m	GML m	83,930	0,000
24	KML m	KMt m	2299,121	0,000
25	Immersion (TPc) tonne/cm	KML m	104,136	0,000
26	MTc tonne.m	Immersion (TPc) tonne/cm	1628,947	0,000
27	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	MTc tonne.m	22448,178	0
28	Max deck inclination deg	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	0,0	0,0
29	Trim angle (+ve by stern) deg	Max deck inclination deg	0,0	0,0
		Trim angle (+ve by stern) deg		

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

ANEXO 1.CARACTERISTICAS HIDROSTATICAS

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

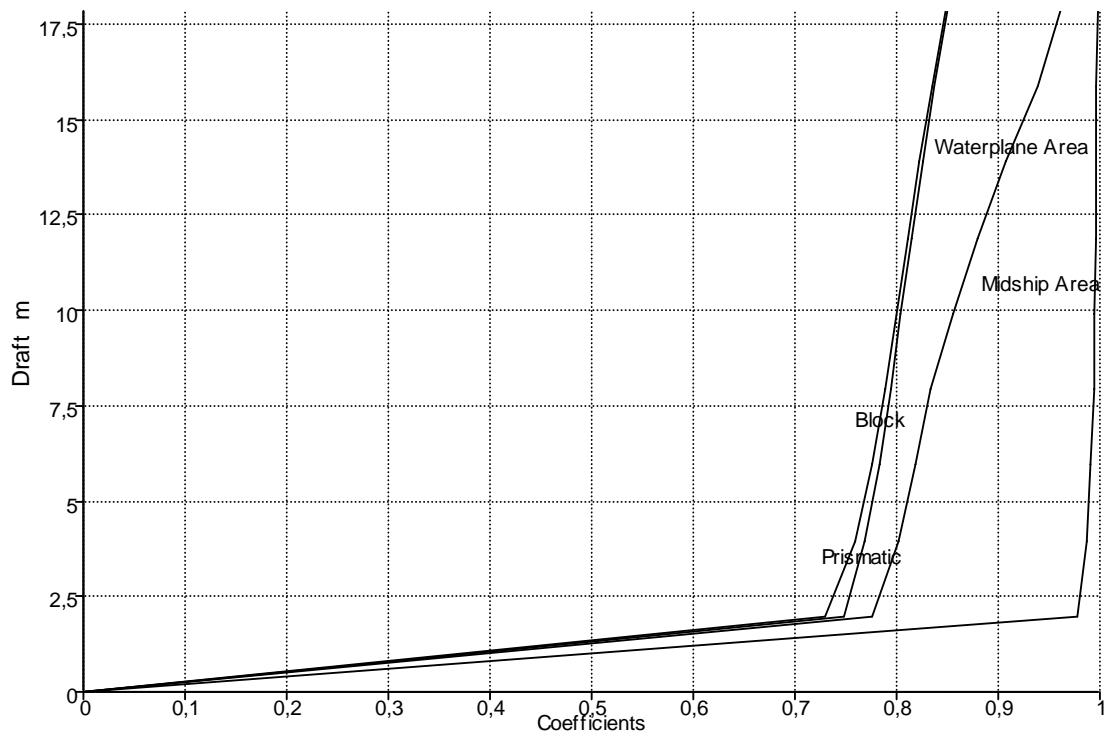
1.1. CURVAS HIDROSTATICAS



Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

ANEXO 1.CARACTERISTICAS HIDROSTATICAS

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO



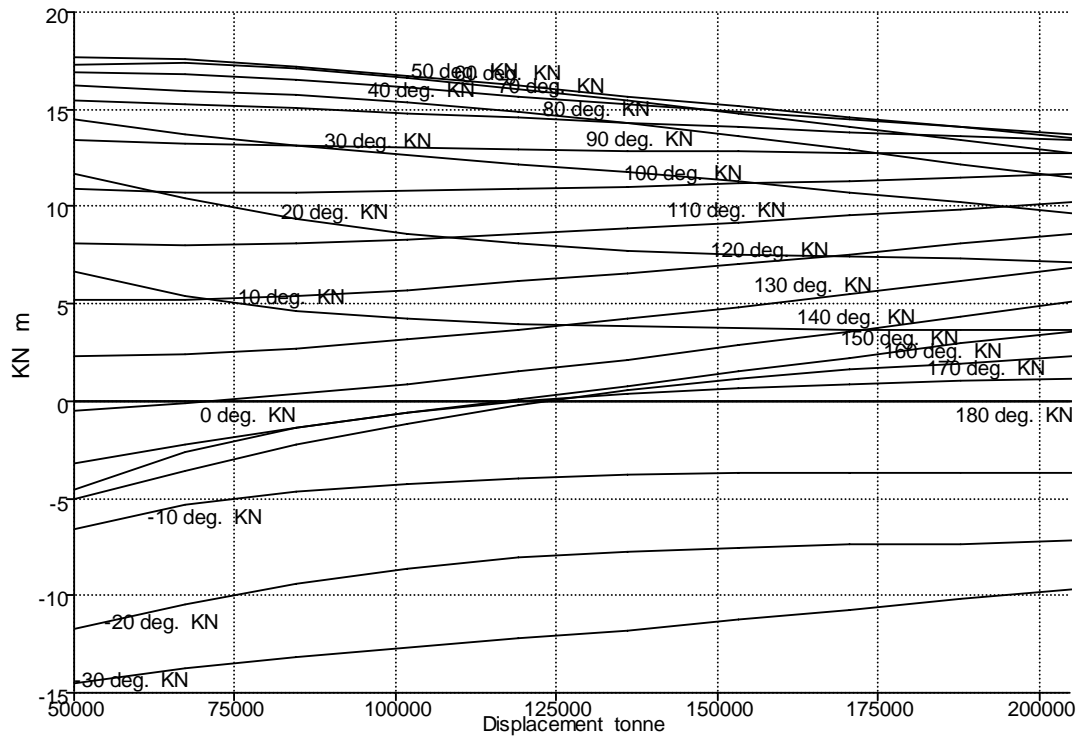
Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

ANEXO 1.CARACTERISTICAS HIDROSTATICAS

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

2.CURVAS KN

A continuacion se muestran grafica y numericamente los resultados de los brazos de adrizamiento kn en un rango de desplazamientos entre 50000 y 205000 tons.



	Displacement tonne	KN 30 deg. Port.	KN 20 deg. Port.	KN 10 deg. Port.	KN 0 deg. Port.
1	50000	-14,469	-11,677	-6,620	0,000
2	67222	-13,733	-10,409	-5,366	0,000
3	84444	-13,136	-9,391	-4,651	0,000
4	101667	-12,633	-8,614	-4,223	0,000
5	118889	-12,206	-8,086	-3,961	0,000
6	136111	-11,777	-7,741	-3,806	0,000
7	153333	-11,270	-7,527	-3,719	0,000
8	170556	-10,732	-7,405	-3,672	0,000
9	187778	-10,186	-7,323	-3,651	0,000
10	205000	-9,634	-7,141	-3,649	0,000

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

ANEXO 1.CARACTERISTICAS HIDROSTATICAS

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

	Displaceme nt tonne	KN 10 deg. Starb.	KN 20 deg. Starb.	KN 30 deg. Starb.	KN 40 deg. Starb.	KN 50 deg. Starb.	KN 60 deg. Starb.
1	50000	6,620	11,678	14,469	16,217	17,295	17,644
2	67222	5,366	10,408	13,733	15,971	17,390	17,557
3	84444	4,651	9,391	13,136	15,758	17,088	17,212
4	101667	4,223	8,614	12,633	15,398	16,606	16,746
5	118889	3,961	8,085	12,206	14,888	16,040	16,231
6	136111	3,806	7,741	11,776	14,289	15,429	15,695
7	153333	3,719	7,527	11,271	13,630	14,793	15,155
8	170556	3,672	7,405	10,733	12,929	14,135	14,609
9	187778	3,651	7,323	10,187	12,204	13,461	14,056
10	205000	3,649	7,141	9,635	11,481	12,777	13,497

	Displaceme nt tonne	KN 70 deg. Starb.	KN 80 deg. Starb.	KN 90 deg. Starb.	KN 100 deg. Starb.	KN 110 deg. Starb.	KN 120 deg. Starb.
1	50000	16,948	15,469	13,393	10,877	8,083	5,182
2	67222	16,779	15,285	13,234	10,764	8,020	5,167
3	84444	16,472	15,060	13,116	10,765	8,135	5,382
4	101667	16,097	14,816	13,023	10,826	8,345	5,722
5	118889	15,697	14,567	12,942	10,920	8,606	6,130
6	136111	15,291	14,323	12,876	11,035	8,896	6,578
7	153333	14,888	14,086	12,821	11,166	9,207	7,052
8	170556	14,490	13,859	12,779	11,313	9,537	7,548
9	187778	14,095	13,642	12,750	11,474	9,884	8,066
10	205000	13,701	13,433	12,734	11,653	10,249	8,602

	Displaceme nt tonne	KN 130 deg. Starb.	KN 140 deg. Starb.	KN 150 deg. Starb.	KN 160 deg. Starb.	KN 170 deg. Starb.	KN 180 deg. Starb.
1	50000	2,311	-0,543	-3,181	-5,071	-4,556	0,000
2	67222	2,412	-0,078	-2,239	-3,580	-2,597	0,000
3	84444	2,707	0,384	-1,400	-2,274	-1,350	0,000
4	101667	3,146	0,901	-0,633	-1,126	-0,549	0,000
5	118889	3,669	1,496	0,094	-0,179	-0,007	0,000
6	136111	4,243	2,151	0,806	0,575	0,378	0,000
7	153333	4,852	2,850	1,534	1,163	0,665	0,000
8	170556	5,488	3,582	2,258	1,611	0,885	0,000
9	187778	6,148	4,341	2,953	1,964	1,057	0,000
10	205000	6,829	5,115	3,596	2,271	1,182	0,000

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

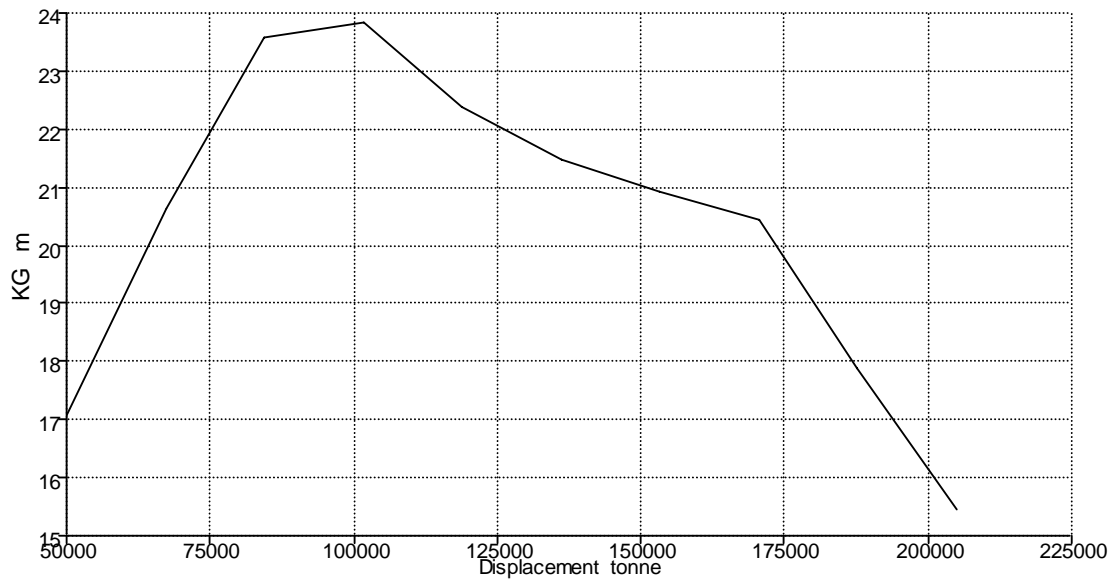
ANEXO 1.CARACTERISTICAS HIDROSTATICAS

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

3.MAXIMOS KG

A continuación se muestran para el mismo rango de desplazamientos que para las curvas KN los KG máximos que puede tener el buque .También se incluye una tabla indicando si se superaría este KN que criterio IMO incumpliría.

	Displacement tonne	Limit KG m	Criteria	Type
1	50000	17,088	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ
2	67222	20,623	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ
3	84444	23,581	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ
4	101667	23,851	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt
5	118889	22,388	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt
6	136111	21,473	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt
7	153333	20,924	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt
8	170556	20,437	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40
9	187778	17,869	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ
10	205000	15,466	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ



Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

ANEXO 1.CARACTERISTICAS HIDROSTATICAS

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

CAPITULO 13.RESISTENCIA LONGITUDINAL.

CONTENIDO

INTRODUCCION.....	1
SITUACION 1.SALIDA A PLENA CARGA 100% DE CONSUMOS	2
SITUACION 2.LLEGADA A 100% DE COMBUSTIBLE Y 10% DE CONSUMOS	5
3.SALIDA EN LASTRE AL 100% DE CONSUMOS.....	8
4.LLEGADA EN LASTRE AL 10% DE CONSUMOS	11

INTRODUCCION

Se analiza la resistencia longitudinal en las diversas situaciones de carga con el programa hidromax.Para cada situación de carga se calcula y expone gráficamente:

- Distribucion de empujes
- Distribucion de pesos
- Carga neta
- Momentos flectores
- Esfuerzos cortantes

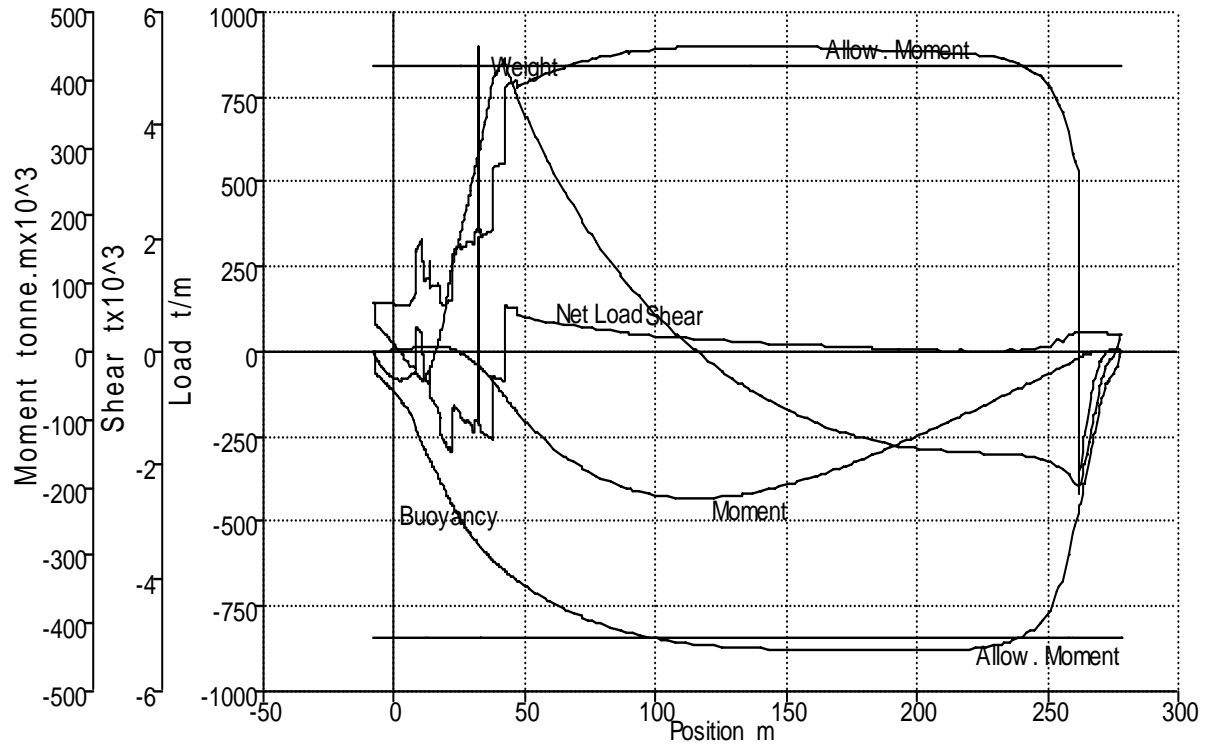
En el capitulo de escantillonado se puede observar que el máximo momento flector calculado nunca supera al real obtenido por el hidromax.

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 13.RESISTENCIA LONGITUDINAL

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

1.SITUACION 1.SALIDA A PLENA CARGA 100% DE CONSUMOS



	Name	Position m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10 ³	Moment tonne.mx10 ³
1	FR-10	-7.857	0.000	142.712	142.712	0.000	0.000
2	FR-9	-7.071	62.802	142.605	79.803	-0.099	0.048
3	FR-8	-6.286	67.873	142.356	74.483	-0.159	0.155
4	FR-7	-5.500	73.496	142.107	68.611	-0.216	0.309
5	FR-6	-4.714	79.248	141.858	62.610	-0.267	0.504
6	FR-5	-3.929	85.353	141.609	56.257	-0.314	0.738
7	FR-4	-3.143	91.457	141.360	49.903	-0.356	1.007
8	FR-3	-2.357	97.825	141.112	43.287	-0.392	1.307
9	FR-2	-1.571	104.392	140.863	36.470	-0.423	1.633
10	FR-1	-0.786	110.960	140.614	29.654	-0.449	1.982
11	FR0	0.000	117.635	140.365	22.730	-0.470	2.349
12	FR1	0.786	124.653	140.116	15.463	-0.485	2.730
13	FR2	1.571	131.769	139.867	8.098	-0.494	3.121
14	FR3	2.357	138.885	139.618	0.733	-0.498	3.517
15	FR4	3.143	147.815	139.370	-8.445	-0.495	3.913
16	FR5	3.929	158.336	139.121	-19.215	-0.484	4.303
17	FR6	4.714	168.857	138.872	-29.985	-0.465	4.682
18	FR7	5.500	179.378	138.623	-40.755	-0.437	5.042
19	FR8	6.286	189.940	148.166	-41.774	-0.404	5.378
20	FR9	7.071	204.944	160.156	-44.788	-0.370	5.688
21	FR10	7.857	219.947	172.076	-47.872	-0.333	5.970
22	FR11	8.643	234.951	305.013	70.062	-0.385	6.257
23	FR12	9.429	249.955	314.415	64.460	-0.438	6.586
24	FR13	10.214	264.959	323.276	58.317	-0.486	6.956
25	FR14	11.000	277.695	210.055	-67.640	-0.518	7.360
26	FR15	11.771	289.770	211.382	-78.388	-0.461	7.744
27	FR16	12.543	301.845	212.669	-89.176	-0.397	8.082

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 13.RESISTENCIA LONGITUDINAL

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

	Name	Position m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10 ³	Moment tonne.mx10 ³
28	FR17	13.314	313.920	261.718	-52.202	-0.326	8.367
29	FR18	14.086	325.995	190.703	-135.292	-0.246	8.599
30	FR19	14.857	338.069	192.245	-145.825	-0.138	8.753
31	FR20	15.629	350.232	193.769	-156.463	-0.021	8.821
32	FR21	16.400	362.400	195.276	-167.124	0.104	8.795
33	FR22	17.171	374.568	191.644	-182.924	0.236	8.671
34	FR23	17.943	386.735	143.213	-243.522	0.383	8.440
35	FR24	18.714	398.903	138.712	-260.191	0.582	8.074
36	FR25	19.486	411.071	138.468	-272.603	0.787	7.552
37	FR26	20.257	422.673	143.984	-278.689	0.998	6.870
38	FR27	21.029	433.517	150.617	-282.900	1.217	6.022
39	FR28	21.800	444.361	151.563	-292.797	1.439	5.004
40	FR29	22.571	455.205	286.686	-168.519	1.593	3.834
41	FR30	23.343	466.049	303.810	-162.239	1.725	2.560
42	FR31	24.114	476.893	307.743	-169.149	1.853	1.187
43	FR32	24.886	487.737	311.640	-176.097	1.986	-0.288
44	FR33	25.657	497.814	302.311	-195.503	2.125	-1.867
45	FR34	26.429	506.237	306.027	-200.210	2.278	-3.559
46	FR35	27.200	514.661	309.608	-205.053	2.434	-5.370
47	FR36	27.971	523.085	321.441	-201.644	2.594	-7.303
48	FR37	28.743	531.509	320.632	-210.877	2.752	-9.358
49	FR38	29.514	539.933	323.970	-215.963	2.916	-11.537
50	FR39	30.286	548.357	314.164	-234.193	3.086	-13.845
51	FR40	31.057	556.781	355.818	-200.963	3.269	-16.290
52	FR41	31.829	563.971	359.292	-204.679	3.425	-18.865
53	FR42	32.600	570.481	354.552	-215.928	3.530	-21.530
54	FR43	33.371	576.991	340.524	-236.468	3.701	-24.312
55	FR44	34.143	583.502	343.555	-239.946	3.885	-27.231
56	FR45	34.914	590.012	346.533	-243.479	4.071	-30.293
57	FR46	35.686	596.522	349.473	-247.049	4.261	-33.500
58	FR47	36.457	603.033	352.370	-250.662	4.453	-36.854
59	FR48	37.229	609.543	355.246	-254.297	4.647	-40.357
60	FR49	38.000	615.491	541.946	-73.546	4.845	-44.012
61	FR50	38.800	620.924	545.080	-75.843	4.905	-47.905
62	FR51	39.600	626.356	548.129	-78.228	4.966	-51.846
63	FR52	40.400	631.789	551.088	-80.700	5.030	-55.838
64	FR53	41.200	637.221	553.961	-83.260	5.095	-59.881
65	FR54	42.000	642.654	777.976	135.322	5.163	-63.977
66	FR55	44.500	659.481	789.911	130.430	4.831	-76.446
67	FR56	47.000	673.531	779.450	105.919	4.509	-88.096
68	FR57	50.577	693.633	793.439	99.806	4.140	-103.528
69	FR58	54.153	711.236	806.105	94.870	3.793	-117.682
70	FR59	57.730	728.040	817.448	89.409	3.464	-130.627
71	FR60	61.307	742.957	827.951	84.994	3.152	-142.422
72	FR61	64.883	757.019	837.691	80.672	2.856	-153.135
73	FR62	68.460	769.806	846.196	76.390	2.576	-162.813
74	FR63	72.037	781.482	854.304	72.822	2.309	-171.514
75	FR64	75.613	792.504	861.327	68.823	2.057	-179.285
76	FR65	79.190	802.034	867.808	65.774	1.816	-186.174
77	FR66	82.767	811.547	873.705	62.158	1.587	-192.223
78	FR67	86.343	819.159	878.831	59.672	1.369	-197.475
79	FR68	89.920	826.770	880.561	53.791	1.161	-201.962
80	FR69	93.497	833.283	884.551	51.268	0.974	-205.743
81	FR70	97.073	839.214	887.981	48.767	0.795	-208.871
82	FR71	100.650	844.785	890.846	46.061	0.626	-211.374
83	FR72	104.227	849.282	893.350	44.068	0.465	-213.287
84	FR73	107.803	853.779	895.529	41.750	0.312	-214.637
85	FR74	111.380	857.286	897.136	39.851	0.166	-215.452
86	FR75	114.957	860.559	898.574	38.015	0.027	-215.757
87	FR76	118.533	863.501	899.599	36.097	-0.105	-215.576
88	FR77	122.110	865.798	900.369	34.571	-0.232	-214.933
89	FR78	125.687	868.094	900.873	32.779	-0.352	-213.848
90	FR79	129.263	869.814	901.126	31.312	-0.467	-212.343
91	FR80	132.840	871.430	900.573	29.143	-0.576	-210.437
92	FR81	136.417	872.823	900.478	27.655	-0.677	-208.154
93	seccion maestra	137.000	872.981	900.422	27.441	-0.693	-207.748
94	FR82	139.993	873.794	900.135	26.340	-0.773	-205.519

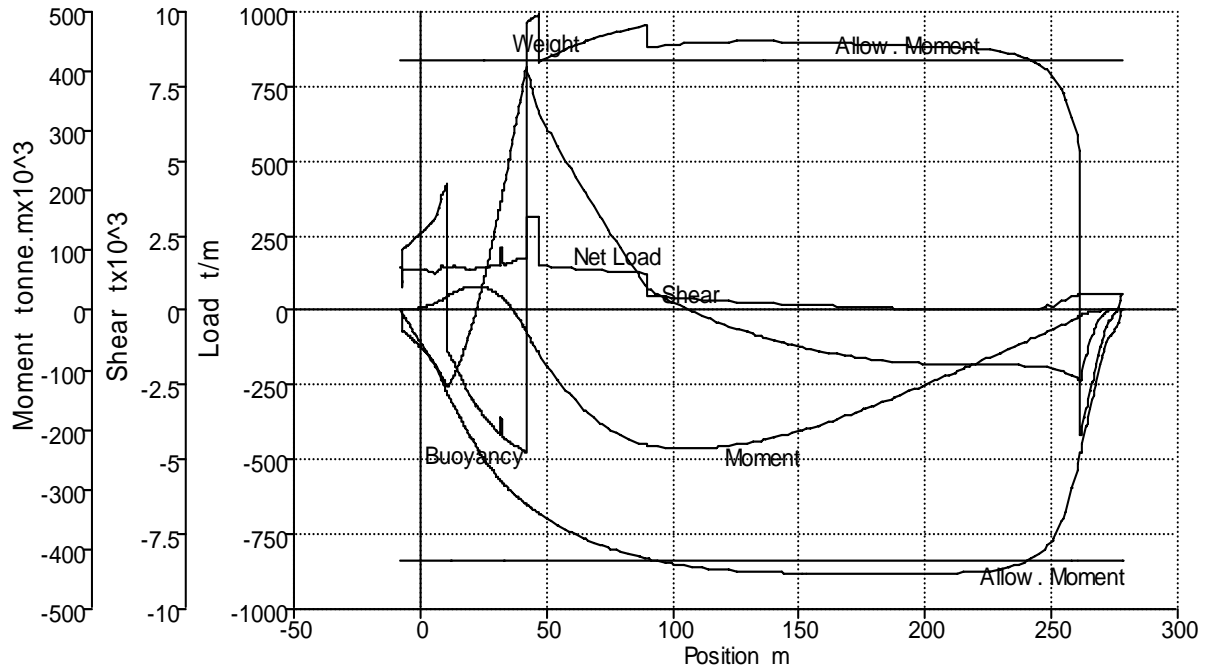
Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 13.RESISTENCIA LONGITUDINAL

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

	Name	Position m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10 ³	Moment tonne.mx10 ³
95	FR83	143.570	874.766	899.650	24.884	-0.865	-202.546
96	FR84	147.147	875.507	899.107	23.600	-0.952	-199.254
97	FR85	150.723	876.206	898.516	22.309	-1.034	-195.662
98	FR86	154.300	876.759	897.747	20.988	-1.111	-191.783
99	FR87	157.877	877.045	896.923	19.878	-1.184	-187.636
100	FR88	161.453	877.331	895.959	18.628	-1.253	-183.235
101	FR89	165.030	877.536	894.985	17.449	-1.317	-178.595
102	FR90	168.607	877.731	894.002	16.271	-1.377	-173.732
103	FR91	172.183	877.876	893.012	15.136	-1.433	-168.661
104	FR92	175.760	877.959	891.093	13.134	-1.483	-163.399
105	FR93	179.337	878.038	889.960	11.922	-1.528	-157.967
106	FR94	182.913	878.038	888.827	10.789	-1.569	-152.382
107	FR95	186.490	878.038	887.694	9.656	-1.605	-146.661
108	FR96	190.067	878.038	886.561	8.523	-1.637	-140.814
109	FR97	193.643	878.038	885.428	7.390	-1.666	-134.859
110	FR98	197.220	878.038	884.295	6.257	-1.690	-128.810
111	FR99	200.797	878.038	883.163	5.124	-1.710	-122.680
112	FR100	204.373	877.990	882.030	4.040	-1.727	-116.485
113	FR101	207.950	877.682	881.313	3.630	-1.740	-110.236
114	FR102	211.527	877.372	880.096	2.724	-1.752	-103.942
115	FR103	215.103	876.220	878.426	2.206	-1.761	-97.611
116	FR104	218.680	875.068	878.426	3.358	-1.772	-91.246
117	FR105	222.257	872.524	875.573	3.049	-1.783	-84.837
118	FR106	225.833	869.882	871.975	2.093	-1.793	-78.390
119	FR107	229.410	864.969	867.771	2.802	-1.801	-71.911
120	FR108	232.987	859.636	861.536	1.900	-1.809	-65.401
121	FR109	236.563	850.651	854.277	3.626	-1.820	-58.859
122	FR110	240.140	839.449	843.942	4.492	-1.832	-52.276
123	FR111	243.717	823.347	829.895	6.548	-1.856	-45.630
124	FR112	247.293	797.431	811.004	13.573	-1.885	-38.892
125	FR113	250.870	761.862	776.979	15.117	-1.938	-32.000
126	FR114	254.447	694.073	728.823	34.750	-2.038	-24.846
127	FR115	258.023	595.990	646.688	50.698	-2.176	-17.268
128	FR116	261.600	474.491	57.507	-416.984	-2.362	-9.107
129	FR117	262.386	444.640	57.258	-387.382	-2.046	-7.364
130	FR118	263.171	414.788	57.009	-357.779	-1.753	-5.859
131	FR119	263.957	384.938	56.760	-328.178	-1.484	-4.576
132	FR120	264.743	355.126	56.511	-298.615	-1.237	-3.496
133	FR121	265.529	325.321	56.262	-269.059	-1.014	-2.599
134	FR122	266.314	295.517	56.014	-239.504	-0.815	-1.868
135	FR123	267.100	265.713	55.765	-209.948	-0.638	-1.286
136	FR124	267.886	236.411	55.516	-180.895	-0.485	-0.834
137	FR125	268.671	208.167	55.267	-152.900	-0.353	-0.493
138	FR126	269.457	179.923	55.018	-124.905	-0.244	-0.246
139	FR127	270.243	151.679	54.769	-96.910	-0.157	-0.077
140	FR128	271.029	127.558	54.520	-73.037	-0.091	0.032
141	FR129	271.814	108.211	54.272	-53.939	-0.041	0.096
142	FR130	272.600	92.507	54.023	-38.485	-0.006	0.127
143	FR131	273.386	83.930	53.774	-30.156	0.021	0.132
144	FR132	274.171	75.187	53.525	-21.662	0.041	0.120
145	FR133	274.957	66.445	53.276	-13.169	0.055	0.094
146	FR134	275.743	53.761	53.027	-0.733	0.061	0.061
147	FR135	276.529	39.901	52.778	12.877	0.056	0.027
148	FR136	277.314	16.029	52.529	36.501	0.037	0.003
149	FR137	278.100	0.000	52.281	52.281	0.000	0.000

2.SITUACION 2.LLEGADA A 100% DE COMBUSTIBLE Y 10% DE CONSUMOS



	Name	Position m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10 ³	Moment tonne.mx10 ³
1	FR-10	-7.857	0.000	142.712	142.712	0.000	0.000
2	FR-9	-7.071	65.926	184.605	118.679	-0.104	0.045
3	FR-8	-6.286	71.113	209.256	138.144	-0.211	0.170
4	FR-7	-5.500	76.856	214.567	137.711	-0.320	0.380
5	FR-6	-4.714	82.729	220.100	137.371	-0.428	0.675
6	FR-5	-3.929	88.951	225.745	136.794	-0.535	1.055
7	FR-4	-3.143	95.173	231.725	136.553	-0.643	1.520
8	FR-3	-2.357	101.653	237.706	136.053	-0.750	2.068
9	FR-2	-1.571	108.330	243.894	135.564	-0.857	2.701
10	FR-1	-0.786	115.007	250.322	135.316	-0.963	3.418
11	FR0	0.000	121.788	256.751	134.963	-1.069	4.218
12	FR1	0.786	128.901	263.313	134.411	-1.175	5.101
13	FR2	1.571	136.109	270.207	134.098	-1.281	6.067
14	FR3	2.357	143.317	277.101	133.784	-1.386	7.116
15	FR4	3.143	152.331	283.995	131.664	-1.491	8.248
16	FR5	3.929	162.928	291.992	129.064	-1.593	9.461
17	FR6	4.714	173.525	300.014	126.489	-1.693	10.753
18	FR7	5.500	184.122	308.037	123.915	-1.792	12.124
19	FR8	6.286	194.760	324.639	129.878	-1.891	13.572
20	FR9	7.071	209.827	343.385	133.557	-1.994	15.099
21	FR10	7.857	224.895	362.047	137.153	-2.101	16.710
22	FR11	8.643	239.962	388.025	148.063	-2.217	18.407
23	FR12	9.429	255.029	401.500	146.470	-2.333	20.196
24	FR13	10.214	270.097	414.256	144.159	-2.447	22.075
25	FR14	11.000	282.888	444.040	-138.848	-2.559	24.044
26	FR15	11.771	295.016	444.076	-150.939	-2.447	25.976
27	FR16	12.543	307.143	444.139	-163.005	-2.326	27.819
28	FR17	13.314	319.271	448.780	-170.491	-2.196	29.565
29	FR18	14.086	331.399	441.302	-190.097	-2.056	31.207
30	FR19	14.857	343.526	441.503	-202.024	-1.905	32.737
31	FR20	15.629	355.729	441.695	-214.034	-1.744	34.146

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 13.RESISTENCIA LONGITUDINAL

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

	Name	Position m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10 ³	Moment tonne.mx10 ³
32	FR21	16.400	367.936	141.870	-226.065	-1.574	35.428
33	FR22	17.171	380.142	141.274	-238.868	-1.396	36.575
34	FR23	17.943	392.349	135.943	-256.406	-1.206	37.580
35	FR24	18.714	404.556	134.888	-269.668	-1.003	38.434
36	FR25	19.486	416.762	134.643	-282.119	-0.790	39.127
37	FR26	20.257	428.396	134.998	-293.398	-0.568	39.653
38	FR27	21.029	439.262	135.115	-304.147	-0.338	40.004
39	FR28	21.800	450.128	135.042	-315.085	-0.099	40.174
40	FR29	22.571	460.993	140.664	-320.329	0.145	40.157
41	FR30	23.343	471.859	142.837	-329.023	0.396	39.949
42	FR31	24.114	482.725	143.714	-339.012	0.654	39.546
43	FR32	24.886	493.591	144.608	-348.983	0.919	38.940
44	FR33	25.657	503.685	144.226	-359.460	1.192	38.127
45	FR34	26.429	512.118	145.204	-366.914	1.472	37.101
46	FR35	27.200	520.550	146.255	-374.295	1.758	35.856
47	FR36	27.971	528.982	148.210	-380.772	2.050	34.388
48	FR37	28.743	537.415	148.854	-388.561	2.346	32.694
49	FR38	29.514	545.847	150.031	-395.816	2.649	30.769
50	FR39	30.286	554.280	149.647	-404.632	2.957	28.607
51	FR40	31.057	562.712	153.555	-409.157	3.272	26.206
52	FR41	31.829	569.903	155.443	-414.460	3.590	23.560
53	FR42	32.600	576.412	156.639	-419.773	3.906	20.671
54	FR43	33.371	582.921	154.078	-428.843	4.232	17.533
55	FR44	34.143	589.430	155.973	-433.457	4.565	14.142
56	FR45	34.914	595.939	157.853	-438.086	4.901	10.492
57	FR46	35.686	602.448	159.792	-442.656	5.240	6.581
58	FR47	36.457	608.956	161.767	-447.189	5.584	2.407
59	FR48	37.229	615.465	163.798	-451.667	5.930	-2.033
60	FR49	38.000	621.408	169.478	-451.930	6.280	-6.742
61	FR50	38.800	626.830	170.359	-456.472	6.644	-11.911
62	FR51	39.600	632.252	171.221	-461.031	7.011	-17.372
63	FR52	40.400	637.674	172.058	-465.617	7.381	-23.128
64	FR53	41.200	643.096	172.865	-470.231	7.756	-29.181
65	FR54	42.000	648.518	196.573	-470.231	8.134	-35.536
66	FR55	44.500	665.312	197.671	-470.231	7.352	-54.890
67	FR56	47.000	679.310	197.671	151.711	6.574	-72.296
68	FR57	50.577	699.338	197.671	148.104	6.038	-94.846
69	FR58	54.153	716.855	197.671	145.514	5.514	-115.500
70	FR59	57.730	733.569	197.671	142.207	4.999	-134.297
71	FR60	61.307	748.396	197.671	139.827	4.495	-151.271
72	FR61	64.883	762.367	197.671	137.432	3.999	-166.459
73	FR62	68.460	775.062	197.671	134.926	3.512	-179.887
74	FR63	72.037	786.647	197.671	133.087	3.033	-191.590
75	FR64	75.613	797.577	197.671	130.693	2.562	-201.593
76	FR65	79.190	807.016	197.671	129.174	2.096	-209.921
77	FR66	82.767	816.438	197.671	127.009	1.638	-216.599
78	FR67	86.343	823.958	197.671	125.907	1.185	-221.649
79	FR68	89.920	831.478	197.671	124.805	0.738	-225.089
80	FR69	93.497	837.898	197.671	123.703	0.291	-227.420
81	FR70	97.073	843.738	197.671	122.601	-0.161	-229.154
82	FR71	100.650	849.218	197.671	121.500	-0.614	-230.317
83	FR72	104.227	853.624	197.671	120.400	-1.067	-230.944
84	FR73	107.803	858.029	197.671	119.300	-1.520	-231.063
85	FR74	111.380	861.444	197.671	118.200	-1.973	-230.699
86	FR75	114.957	864.626	197.671	117.100	-2.426	-229.880
87	FR76	118.533	867.477	197.671	116.000	-2.879	-228.627
88	FR77	122.110	869.682	197.671	114.900	-3.332	-226.964
89	FR78	125.687	871.887	197.671	113.800	-3.785	-224.913
90	FR79	129.263	873.515	197.671	112.700	-4.238	-222.494
91	FR80	132.840	875.040	197.671	111.600	-4.691	-219.726
92	FR81	136.417	876.341	197.671	110.500	-5.144	-216.627
93	seccion maestra	137.000	876.485	197.671	109.400	-5.597	-216.091
94	FR82	139.993	877.221	197.671	108.300	-6.050	-213.215
95	FR83	143.570	878.101	197.671	107.200	-6.503	-209.508
96	FR84	147.147	878.751	197.671	106.100	-6.956	-205.521
97	FR85	150.723	879.359	197.671	105.000	-7.409	-201.273
98	FR86	154.300	879.820	197.671	103.900	-7.862	-196.778

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 13.RESISTENCIA LONGITUDINAL

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

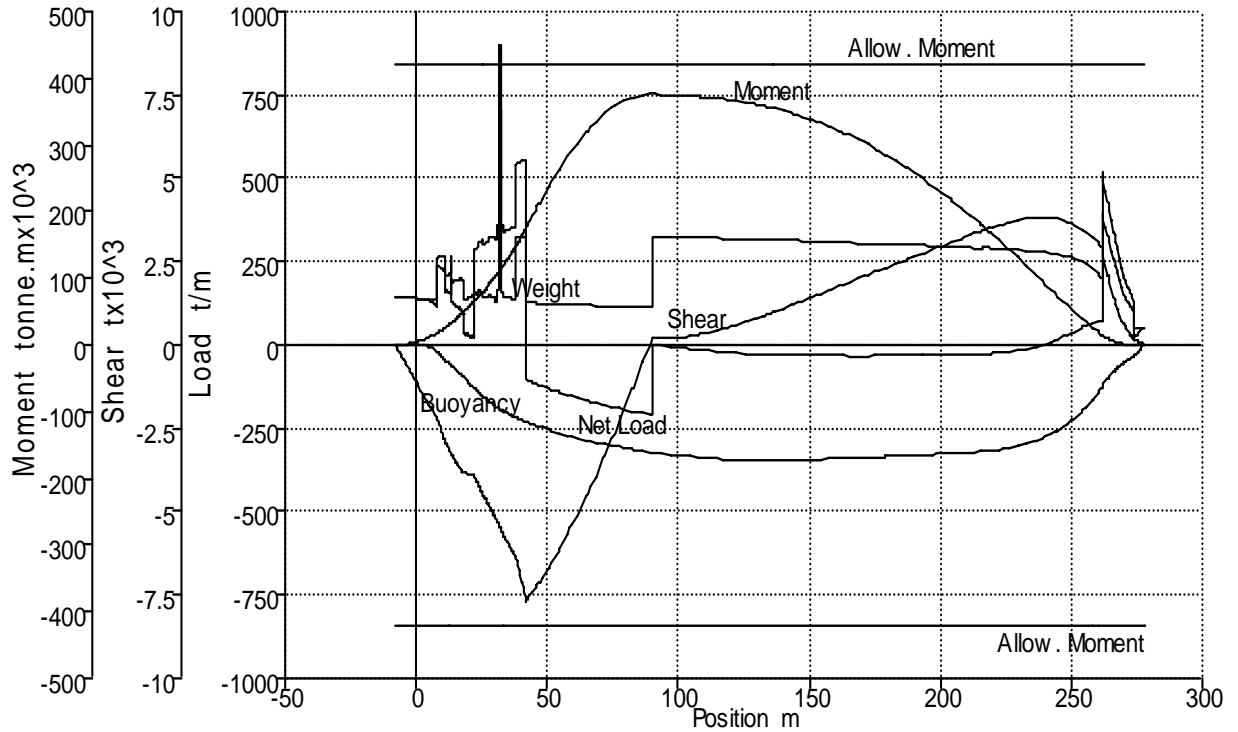
	Name	Position m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10 ³	Moment tonne.mx10 ³
99	FR87	157.877	880.014	896.850	16.836	-1.354	-192.054
100	FR88	161.453	880.209	895.816	15.607	-1.412	-187.115
101	FR89	165.030	880.323	894.772	14.449	-1.466	-181.976
102	FR90	168.607	880.426	893.718	13.292	-1.516	-176.652
103	FR91	172.183	880.480	892.658	12.178	-1.561	-171.158
104	FR92	175.760	880.471	891.489	11.018	-1.601	-165.511
105	FR93	179.337	880.459	890.286	9.827	-1.638	-159.726
106	FR94	182.913	880.368	889.083	8.715	-1.672	-153.816
107	FR95	186.490	880.276	887.880	7.604	-1.701	-147.795
108	FR96	190.067	880.185	886.676	6.492	-1.726	-141.676
109	FR97	193.643	880.093	885.473	5.380	-1.748	-135.474
110	FR98	197.220	880.002	884.270	4.268	-1.765	-129.203
111	FR99	200.797	879.910	883.067	3.156	-1.778	-122.877
112	FR100	204.373	879.770	881.863	2.093	-1.788	-116.511
113	FR101	207.950	879.372	881.076	1.705	-1.795	-110.117
114	FR102	211.527	878.969	879.789	0.819	-1.799	-103.701
115	FR103	215.103	877.726	878.049	0.322	-1.802	-97.273
116	FR104	218.680	876.483	878.797	2.313	-1.809	-90.833
117	FR105	222.257	873.847	875.873	2.026	-1.817	-84.363
118	FR106	225.833	871.113	872.204	1.091	-1.823	-77.868
119	FR107	229.410	866.110	867.930	1.821	-1.828	-71.353
120	FR108	232.987	860.685	861.625	0.940	-1.832	-64.821
121	FR109	236.563	851.608	854.296	2.687	-1.840	-58.269
122	FR110	240.140	840.315	843.890	3.575	-1.849	-51.687
123	FR111	243.717	824.121	829.772	5.651	-1.869	-45.054
124	FR112	247.293	798.114	810.811	12.697	-1.896	-38.341
125	FR113	250.870	762.453	776.716	14.263	-1.945	-31.485
126	FR114	254.447	694.565	728.491	33.926	-2.043	-24.378
127	FR115	258.023	596.357	646.294	49.938	-2.178	-16.857
128	FR116	261.600	474.730	57.507	-417.224	-2.362	-8.763
129	FR117	262.386	444.854	57.258	-387.597	-2.046	-7.036
130	FR118	263.171	414.977	57.009	-357.968	-1.753	-5.548
131	FR119	263.957	385.101	56.760	-328.341	-1.483	-4.280
132	FR120	264.743	355.270	56.511	-298.758	-1.237	-3.216
133	FR121	265.529	325.445	56.262	-269.182	-1.014	-2.335
134	FR122	266.314	295.621	56.014	-239.607	-0.814	-1.621
135	FR123	267.100	265.797	55.765	-210.032	-0.638	-1.055
136	FR124	267.886	236.477	55.516	-180.961	-0.484	-0.620
137	FR125	268.671	208.218	55.267	-152.951	-0.353	-0.295
138	FR126	269.457	179.960	55.018	-124.942	-0.244	-0.064
139	FR127	270.243	151.702	54.769	-96.933	-0.157	0.088
140	FR128	271.029	127.570	54.520	-73.049	-0.091	0.181
141	FR129	271.814	108.217	54.272	-53.945	-0.041	0.228
142	FR130	272.600	92.508	54.023	-38.486	-0.006	0.242
143	FR131	273.386	83.930	53.774	-30.156	0.021	0.232
144	FR132	274.171	75.187	53.525	-21.662	0.042	0.203
145	FR133	274.957	66.445	53.276	-13.169	0.055	0.160
146	FR134	275.743	53.761	53.027	-0.733	0.061	0.110
147	FR135	276.529	39.901	52.778	12.877	0.056	0.060
148	FR136	277.314	16.029	52.529	36.501	0.037	0.019
149	FR137	278.100	0.000	52.281	52.281	0.000	0.000

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 13.RESISTENCIA LONGITUDINAL

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

3.SALIDA EN LASTRE AL 100% DE CONSUMOS



	Name	Position m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10 ³	Moment tonne.mx10 ³
1	FR-10	-7.857	0.000	142.712	142.712	0.000	0.000
2	FR-9	-7.071	0.000	142.605	142.605	-0.112	0.064
3	FR-8	-6.286	0.000	142.356	142.356	-0.224	0.217
4	FR-7	-5.500	0.000	142.107	142.107	-0.336	0.457
5	FR-6	-4.714	0.000	141.858	141.858	-0.448	0.785
6	FR-5	-3.929	0.000	141.609	141.609	-0.559	1.201
7	FR-4	-3.143	0.000	141.360	141.360	-0.670	1.704
8	FR-3	-2.357	0.000	141.112	141.112	-0.781	2.294
9	FR-2	-1.571	0.000	140.863	140.863	-0.892	2.972
10	FR-1	-0.786	0.000	140.614	140.614	-1.003	3.736
11	FR0	0.000	0.000	140.365	140.365	-1.113	4.587
12	FR1	0.786	0.000	140.116	140.116	-1.223	5.525
13	FR2	1.571	0.000	139.867	139.867	-1.333	6.550
14	FR3	2.357	0.000	139.618	139.618	-1.443	7.660
15	FR4	3.143	0.925	139.370	138.444	-1.552	8.857
16	FR5	3.929	2.662	139.121	136.459	-1.660	10.139
17	FR6	4.714	4.398	138.872	134.474	-1.767	11.506
18	FR7	5.500	6.135	138.623	132.488	-1.872	12.955
19	FR8	6.286	7.913	138.374	130.461	-1.975	14.487
20	FR9	7.071	14.256	138.125	123.869	-2.075	16.098
21	FR10	7.857	20.598	137.876	117.278	-2.170	17.785
22	FR11	8.643	26.941	263.542	236.601	-2.352	19.580
23	FR12	9.429	33.284	265.380	232.097	-2.536	21.521
24	FR13	10.214	39.626	267.150	227.523	-2.717	23.604
25	FR14	11.000	45.158	210.261	165.103	-2.882	25.828
26	FR15	11.771	50.436	211.500	161.063	-3.008	28.119
27	FR16	12.543	55.715	212.695	156.981	-3.130	30.506
28	FR17	13.314	60.993	261.895	200.903	-3.252	32.987
29	FR18	14.086	66.271	190.889	124.618	-3.370	35.565
30	FR19	14.857	71.549	192.324	120.775	-3.465	38.221
31	FR20	15.629	77.749	193.733	115.984	-3.556	40.949

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 13.RESISTENCIA LONGITUDINAL

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

	Name	Position m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10 ³	Moment tonne.mx10 ³
32	FR21	16.400	84.000	195.119	111.119	-3.644	43.745
33	FR22	17.171	90.251	191.429	101.178	-3.729	46.609
34	FR23	17.943	96.502	143.095	46.593	-3.803	49.534
35	FR24	18.714	102.752	138.788	36.035	-3.830	52.498
36	FR25	19.486	109.003	138.532	29.528	-3.856	55.482
37	FR26	20.257	115.137	144.036	28.899	-3.880	58.485
38	FR27	21.029	121.115	150.990	29.876	-3.901	61.506
39	FR28	21.800	127.092	151.898	24.806	-3.922	64.542
40	FR29	22.571	133.069	287.915	154.846	-4.015	67.615
41	FR30	23.343	139.047	304.906	165.860	-4.135	70.777
42	FR31	24.114	145.024	308.668	163.644	-4.262	74.035
43	FR32	24.886	151.001	312.385	161.384	-4.387	77.390
44	FR33	25.657	156.510	302.889	146.378	-4.510	80.841
45	FR34	26.429	161.011	306.427	145.416	-4.623	84.383
46	FR35	27.200	165.511	309.821	144.310	-4.734	88.011
47	FR36	27.971	170.011	321.494	151.483	-4.846	91.725
48	FR37	28.743	174.511	320.553	146.042	-4.962	95.527
49	FR38	29.514	179.011	323.692	144.681	-5.074	99.418
50	FR39	30.286	183.512	313.922	130.410	-5.184	103.394
51	FR40	31.057	188.012	355.776	167.764	-5.284	107.451
52	FR41	31.829	191.730	359.076	167.346	-5.414	111.596
53	FR42	32.600	195.019	354.191	159.172	-5.597	115.873
54	FR43	33.371	198.307	340.149	141.842	-5.717	120.256
55	FR44	34.143	201.596	343.069	141.473	-5.826	124.727
56	FR45	34.914	204.884	345.935	141.051	-5.935	129.282
57	FR46	35.686	208.173	348.763	140.590	-6.044	133.921
58	FR47	36.457	211.461	351.548	140.087	-6.152	138.644
59	FR48	37.229	214.749	354.312	139.563	-6.260	143.450
60	FR49	38.000	217.705	542.396	324.691	-6.367	148.339
61	FR50	38.800	220.333	545.352	325.019	-6.627	153.556
62	FR51	39.600	222.962	548.222	325.260	-6.888	158.982
63	FR52	40.400	225.590	551.003	325.413	-7.148	164.615
64	FR53	41.200	228.218	553.698	325.479	-7.408	170.456
65	FR54	42.000	230.847	127.062	-103.785	-7.669	176.506
66	FR55	44.500	238.980	126.270	-112.709	-7.398	195.404
67	FR56	47.000	245.612	125.478	-120.133	-7.107	213.598
68	FR57	50.577	255.100	124.346	-130.754	-6.659	238.307
69	FR58	54.153	263.405	123.213	-140.193	-6.174	261.345
70	FR59	57.730	271.333	122.080	-149.253	-5.656	282.586
71	FR60	61.307	278.471	120.947	-157.524	-5.107	301.924
72	FR61	64.883	285.251	119.814	-165.437	-4.530	319.241
73	FR62	68.460	291.535	118.681	-172.854	-3.925	334.449
74	FR63	72.037	297.388	117.548	-179.840	-3.294	347.442
75	FR64	75.613	302.988	116.416	-186.572	-2.639	358.137
76	FR65	79.190	308.009	115.283	-192.726	-1.960	366.446
77	FR66	82.767	313.023	114.150	-198.873	-1.260	372.287
78	FR67	86.343	317.238	113.017	-204.221	-0.539	375.584
79	FR68	89.920	321.453	324.233	2.780	0.200	376.273
80	FR69	93.497	325.148	323.984	-1.164	0.198	375.643
81	FR70	97.073	328.568	323.622	-4.946	0.208	374.994
82	FR71	100.650	331.787	323.146	-8.641	0.233	374.285
83	FR72	104.227	334.410	322.598	-11.812	0.269	373.467
84	FR73	107.803	337.033	321.984	-15.049	0.317	372.494
85	FR74	111.380	338.980	321.255	-17.725	0.376	371.332
86	FR75	114.957	340.768	320.492	-20.275	0.444	369.943
87	FR76	118.533	342.276	319.647	-22.630	0.520	368.295
88	FR77	122.110	343.238	318.750	-24.488	0.605	366.359
89	FR78	125.687	344.200	317.799	-26.401	0.695	364.108
90	FR79	129.263	344.604	316.798	-27.806	0.792	361.521
91	FR80	132.840	344.908	317.396	-27.513	0.894	358.579
92	FR81	136.417	344.989	316.325	-28.665	0.995	355.275
93	seccion maestra	137.000	344.934	316.142	-28.792	1.011	354.701
94	FR82	139.993	344.649	315.204	-29.445	1.098	351.604
95	FR83	143.570	344.308	314.054	-30.254	1.205	347.556
96	FR84	147.147	343.738	312.893	-30.845	1.314	343.122
97	FR85	150.723	343.125	311.722	-31.403	1.425	338.292
98	FR86	154.300	342.365	310.516	-31.850	1.538	333.062

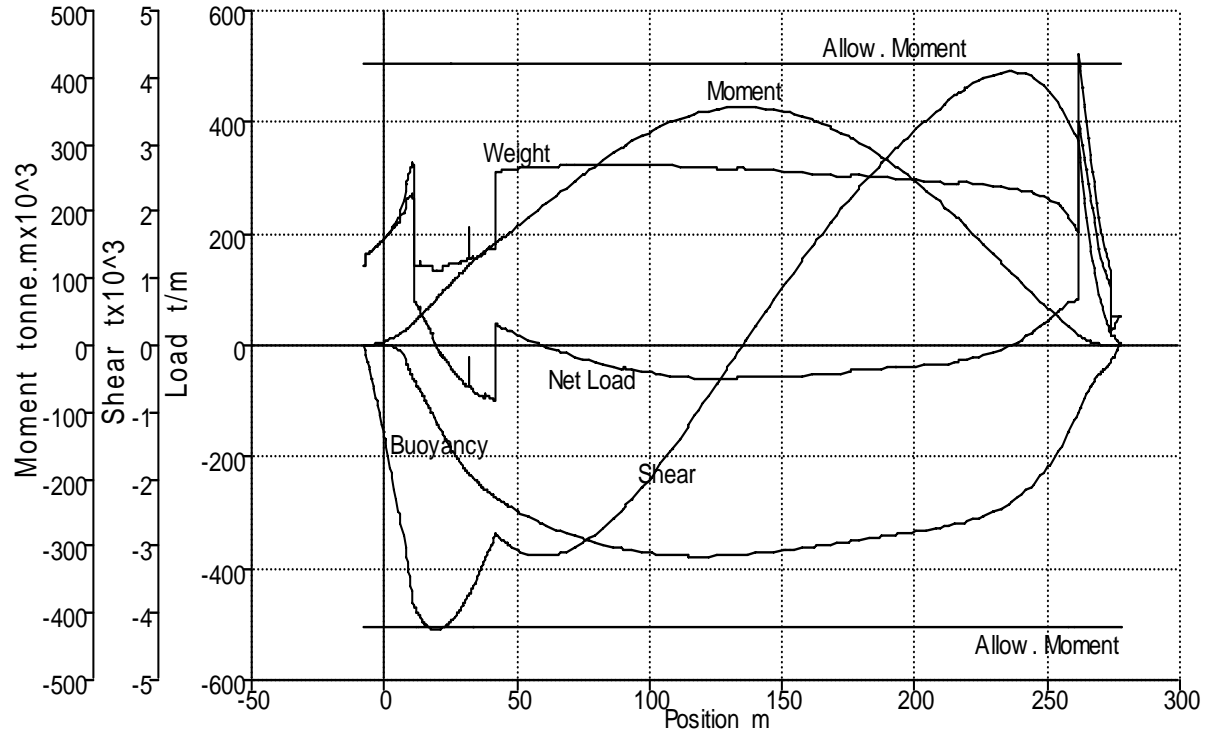
Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 13.RESISTENCIA LONGITUDINAL

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

	Name	Position m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10 ³	Moment tonne.mx10 ³
99	FR87	157.877	341.339	309.298	-32.041	1.653	327.424
100	FR88	161.453	340.313	308.052	-32.261	1.767	321.377
101	FR89	165.030	339.206	306.804	-32.402	1.883	314.916
102	FR90	168.607	338.089	305.555	-32.535	1.999	308.042
103	FR91	172.183	336.923	304.303	-32.619	2.115	300.751
104	FR92	175.760	335.693	305.692	-30.002	2.230	293.046
105	FR93	179.337	334.461	304.412	-30.049	2.337	284.945
106	FR94	182.913	333.149	303.132	-30.017	2.444	276.459
107	FR95	186.490	331.837	301.852	-29.985	2.551	267.590
108	FR96	190.067	330.525	300.572	-29.952	2.659	258.337
109	FR97	193.643	329.213	299.292	-29.920	2.765	248.700
110	FR98	197.220	327.901	298.013	-29.888	2.872	238.681
111	FR99	200.797	326.589	296.733	-29.856	2.979	228.280
112	FR100	204.373	325.228	295.453	-29.775	3.086	217.497
113	FR101	207.950	323.609	293.427	-30.182	3.193	206.331
114	FR102	211.527	321.986	291.814	-30.172	3.301	194.780
115	FR103	215.103	319.523	290.426	-29.097	3.406	182.845
116	FR104	218.680	317.059	291.413	-25.647	3.503	170.545
117	FR105	222.257	313.202	289.787	-23.416	3.590	157.918
118	FR106	225.833	309.248	288.011	-21.237	3.670	144.991
119	FR107	229.410	303.026	286.114	-16.912	3.738	131.800
120	FR108	232.987	296.422	283.808	-12.614	3.791	118.392
121	FR109	236.563	286.612	281.295	-5.316	3.823	104.828
122	FR110	240.140	275.453	278.165	2.712	3.829	91.195
123	FR111	243.717	261.313	274.287	12.974	3.800	77.599
124	FR112	247.293	243.557	269.436	25.878	3.733	64.174
125	FR113	250.870	223.026	261.540	38.514	3.617	51.075
126	FR114	254.447	196.189	250.557	54.369	3.448	38.486
127	FR115	258.023	163.486	231.650	68.164	3.232	26.585
128	FR116	261.600	126.600	521.145	394.546	2.976	15.530
129	FR117	262.386	117.981	491.202	373.221	2.675	13.322
130	FR118	263.171	109.363	460.761	351.398	2.390	11.344
131	FR119	263.957	100.744	430.368	329.624	2.122	9.584
132	FR120	264.743	93.637	400.506	306.869	1.872	8.027
133	FR121	265.529	86.806	370.643	283.837	1.640	6.658
134	FR122	266.314	79.976	340.782	260.806	1.426	5.466
135	FR123	267.100	73.145	312.194	239.049	1.230	4.435
136	FR124	267.886	67.056	284.276	217.219	1.050	3.551
137	FR125	268.671	62.533	256.356	193.823	0.889	2.801
138	FR126	269.457	58.009	228.438	170.429	0.746	2.170
139	FR127	270.243	53.486	203.772	150.286	0.621	1.646
140	FR128	271.029	49.150	188.629	139.479	0.507	1.215
141	FR129	271.814	45.032	173.487	128.455	0.401	0.870
142	FR130	272.600	40.834	158.345	117.512	0.305	0.604
143	FR131	273.386	36.221	143.203	106.982	0.217	0.411
144	FR132	274.171	31.101	53.525	22.424	0.150	0.283
145	FR133	274.957	25.981	53.276	27.295	0.131	0.184
146	FR134	275.743	19.076	53.027	33.951	0.107	0.101
147	FR135	276.529	11.667	52.778	41.111	0.077	0.040
148	FR136	277.314	1.172	52.529	51.358	0.041	0.005
149	FR137	278.100	0.000	52.281	52.281	0.000	0.000

4.LLEGADA EN LASTRE AL 10% DE CONSUMOS



	Name	Position m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10 ³	Moment tonne.mx10 ³
1	FR-10	-7.857	0.000	142.712	142.712	0.000	0.000
2	FR-9	-7.071	0.000	153.731	153.731	-0.113	0.072
3	FR-8	-6.286	0.000	164.441	164.441	-0.241	0.238
4	FR-7	-5.500	0.000	167.185	167.185	-0.371	0.505
5	FR-6	-4.714	0.000	170.130	170.130	-0.504	0.876
6	FR-5	-3.929	0.000	173.187	173.187	-0.639	1.352
7	FR-4	-3.143	0.000	176.579	176.579	-0.776	1.935
8	FR-3	-2.357	0.000	179.970	179.970	-0.916	2.627
9	FR-2	-1.571	0.000	183.618	183.618	-1.059	3.430
10	FR-1	-0.786	0.000	187.560	187.560	-1.205	4.346
11	FR0	0.000	0.000	191.503	191.503	-1.354	5.378
12	FR1	0.786	0.000	195.635	195.635	-1.506	6.529
13	FR2	1.571	0.000	200.235	200.235	-1.661	7.800
14	FR3	2.357	0.000	204.835	204.835	-1.820	9.195
15	FR4	3.143	1.199	209.434	208.236	-1.983	10.716
16	FR5	3.929	3.448	215.294	211.846	-2.148	12.366
17	FR6	4.714	5.698	221.184	215.486	-2.316	14.147
18	FR7	5.500	7.948	227.074	219.126	-2.487	16.061
19	FR8	6.286	10.256	241.626	231.370	-2.663	18.110
20	FR9	7.071	18.872	258.344	239.472	-2.848	20.302
21	FR10	7.857	27.487	274.979	247.491	-3.039	22.642
22	FR11	8.643	36.103	299.164	263.061	-3.245	25.138
23	FR12	9.429	44.718	310.474	265.756	-3.452	27.795
24	FR13	10.214	53.334	321.074	267.740	-3.662	30.617
25	FR14	11.000	60.313	144.247	83.935	-3.872	33.604
26	FR15	11.771	66.854	144.194	77.340	-3.935	36.642
27	FR16	12.543	73.396	144.151	70.755	-3.992	39.726
28	FR17	13.314	79.937	149.008	69.071	-4.044	42.852
29	FR18	14.086	86.479	141.566	55.087	-4.091	46.016

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 13.RESISTENCIA LONGITUDINAL

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

	Name	Position m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10 ³	Moment tonne.mx10 ³
30	FR19	14.857	93.021	141.629	48.608	-4.131	49.214
31	FR20	15.629	100.244	141.667	41.423	-4.166	52.441
32	FR21	16.400	107.504	141.676	34.172	-4.195	55.693
33	FR22	17.171	114.765	140.981	26.216	-4.219	58.964
34	FR23	17.943	122.025	135.814	13.789	-4.236	62.252
35	FR24	18.714	129.286	135.030	5.744	-4.243	65.549
36	FR25	19.486	136.546	134.763	-1.784	-4.244	68.849
37	FR26	20.257	143.577	135.095	-8.482	-4.241	72.148
38	FR27	21.029	150.302	135.506	-14.796	-4.231	75.442
39	FR28	21.800	157.026	135.396	-21.630	-4.217	78.728
40	FR29	22.571	163.751	141.638	-22.113	-4.202	82.001
41	FR30	23.343	170.475	143.769	-26.706	-4.182	85.261
42	FR31	24.114	177.199	144.521	-32.678	-4.159	88.505
43	FR32	24.886	183.924	145.279	-38.645	-4.132	91.729
44	FR33	25.657	190.110	144.768	-45.342	-4.100	94.931
45	FR34	26.429	195.138	145.598	-49.540	-4.063	98.106
46	FR35	27.200	200.166	146.475	-53.691	-4.024	101.251
47	FR36	27.971	205.194	148.296	-56.898	-3.981	104.364
48	FR37	28.743	210.222	148.863	-61.359	-3.935	107.444
49	FR38	29.514	215.249	149.817	-65.432	-3.886	110.487
50	FR39	30.286	220.277	149.471	-70.807	-3.834	113.490
51	FR40	31.057	225.305	153.628	-71.677	-3.778	116.453
52	FR41	31.829	229.446	155.300	-74.146	-3.722	119.371
53	FR42	32.600	233.099	156.327	-76.772	-3.669	122.249
54	FR43	33.371	236.752	153.771	-82.982	-3.609	125.082
55	FR44	34.143	240.405	155.527	-84.879	-3.544	127.867
56	FR45	34.914	244.058	157.264	-86.794	-3.478	130.601
57	FR46	35.686	247.711	159.051	-88.661	-3.410	133.284
58	FR47	36.457	251.364	160.865	-90.499	-3.341	135.914
59	FR48	37.229	255.017	162.728	-92.290	-3.271	138.490
60	FR49	38.000	258.284	169.909	-88.375	-3.199	141.011
61	FR50	38.800	261.166	170.637	-90.529	-3.127	143.568
62	FR51	39.600	264.048	171.338	-92.710	-3.054	146.067
63	FR52	40.400	266.930	172.006	-94.924	-2.979	148.507
64	FR53	41.200	269.812	172.638	-97.173	-2.902	150.886
65	FR54	42.000	272.694	310.750	38.056	-2.824	153.203
66	FR55	44.500	281.605	312.976	31.372	-2.911	160.458
67	FR56	47.000	288.756	315.599	26.844	-2.983	167.910
68	FR57	50.577	298.986	317.220	18.233	-3.063	178.846
69	FR58	54.153	307.797	318.574	10.777	-3.115	190.015
70	FR59	57.730	316.153	319.662	3.509	-3.140	201.320
71	FR60	61.307	323.537	320.581	-2.956	-3.141	212.675
72	FR61	64.883	330.480	321.347	-9.133	-3.120	223.987
73	FR62	68.460	336.798	321.864	-14.934	-3.076	235.188
74	FR63	72.037	342.571	322.301	-20.270	-3.014	246.196
75	FR64	75.613	348.020	322.520	-25.500	-2.931	256.945
76	FR65	79.190	352.728	322.630	-30.098	-2.832	267.370
77	FR66	82.767	357.428	322.623	-34.805	-2.716	277.407
78	FR67	86.343	361.105	322.460	-38.644	-2.585	287.000
79	FR68	89.920	364.782	325.076	-39.706	-2.440	296.101
80	FR69	93.497	367.802	324.685	-43.118	-2.291	304.677
81	FR70	97.073	370.476	324.181	-46.294	-2.132	312.699
82	FR71	100.650	372.899	323.564	-49.335	-1.960	320.131
83	FR72	104.227	374.580	322.874	-51.705	-1.780	326.933
84	FR73	107.803	376.260	322.119	-54.141	-1.591	333.071
85	FR74	111.380	377.105	321.249	-55.856	-1.394	338.520
86	FR75	114.957	377.752	320.345	-57.408	-1.192	343.254
87	FR76	118.533	378.087	319.357	-58.729	-0.984	347.254
88	FR77	122.110	377.808	318.319	-59.489	-0.772	350.503
89	FR78	125.687	377.528	317.227	-60.302	-0.558	352.991
90	FR79	129.263	376.673	316.084	-60.589	-0.342	354.709
91	FR80	132.840	375.714	318.238	-57.475	-0.125	355.652
92	FR81	136.417	374.531	317.026	-57.506	0.081	355.838
93	seccion maestra	137.000	374.270	316.820	-57.450	0.114	355.799
94	FR82	139.993	372.927	315.763	-57.164	0.286	355.290
95	FR83	143.570	371.324	314.472	-56.851	0.489	354.010
96	FR84	147.147	369.489	313.170	-56.320	0.692	352.003

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 13.RESISTENCIA LONGITUDINAL

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

	Name	Position m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10 ³	Moment tonne.mx10 ³
97	FR85	150.723	367.613	311.857	-55.756	0.892	349.275
98	FR86	154.300	365.591	310.509	-55.081	1.090	345.835
99	FR87	157.877	363.301	309.150	-54.151	1.285	341.690
100	FR88	161.453	361.011	307.762	-53.249	1.477	336.853
101	FR89	165.030	358.641	306.373	-52.268	1.666	331.334
102	FR90	168.607	356.261	304.982	-51.279	1.851	325.147
103	FR91	172.183	353.831	303.589	-50.242	2.032	318.303
104	FR92	175.760	351.338	306.487	-44.851	2.208	310.820
105	FR93	179.337	348.842	305.065	-43.777	2.366	302.740
106	FR94	182.913	346.267	303.644	-42.623	2.521	294.101
107	FR95	186.490	343.691	302.223	-41.469	2.671	284.917
108	FR96	190.067	341.116	300.801	-40.315	2.817	275.201
109	FR97	193.643	338.541	299.380	-39.161	2.959	264.971
110	FR98	197.220	335.965	297.959	-38.007	3.097	254.238
111	FR99	200.797	333.390	296.537	-36.853	3.231	243.020
112	FR100	204.373	330.766	295.116	-35.650	3.360	231.330
113	FR101	207.950	327.883	292.948	-34.935	3.486	219.184
114	FR102	211.527	324.997	291.194	-33.803	3.610	206.590
115	FR103	215.103	321.270	289.665	-31.606	3.726	193.566
116	FR104	218.680	317.543	292.228	-25.316	3.825	180.149
117	FR105	222.257	312.423	290.460	-21.963	3.910	166.409
118	FR106	225.833	307.206	288.543	-18.663	3.982	152.388
119	FR107	229.410	299.723	286.504	-13.219	4.039	138.137
120	FR108	232.987	291.865	284.057	-7.808	4.077	123.714
121	FR109	236.563	280.874	281.403	0.529	4.090	109.197
122	FR110	240.140	268.604	278.131	9.527	4.073	94.686
123	FR111	243.717	253.505	274.112	20.607	4.019	80.299
124	FR112	247.293	235.023	269.119	34.095	3.923	66.180
125	FR113	250.870	213.955	261.082	47.126	3.777	52.492
126	FR114	254.447	187.061	249.939	62.878	3.578	39.424
127	FR115	258.023	154.842	230.790	75.948	3.332	27.150
128	FR116	261.600	118.999	522.112	403.113	3.050	15.823
129	FR117	262.386	110.706	491.932	381.226	2.742	13.568
130	FR118	263.171	102.412	461.275	358.863	2.451	11.548
131	FR119	263.957	94.119	430.671	336.553	2.178	9.749
132	FR120	264.743	87.370	400.656	313.286	1.923	8.159
133	FR121	265.529	80.903	370.638	289.736	1.686	6.761
134	FR122	266.314	74.436	340.622	266.186	1.467	5.542
135	FR123	267.100	67.970	311.961	243.991	1.267	4.489
136	FR124	267.886	62.192	284.010	221.818	1.084	3.586
137	FR125	268.671	57.868	256.058	198.190	0.919	2.819
138	FR126	269.457	53.544	228.107	174.563	0.772	2.174
139	FR127	270.243	49.220	203.434	154.215	0.644	1.638
140	FR128	271.029	45.042	188.363	143.321	0.527	1.198
141	FR129	271.814	41.034	173.292	132.257	0.419	0.846
142	FR130	272.600	36.949	158.221	121.271	0.319	0.576
143	FR131	273.386	32.481	143.149	110.667	0.228	0.381
144	FR132	274.171	27.555	53.525	25.970	0.159	0.253
145	FR133	274.957	22.628	53.276	30.648	0.137	0.157
146	FR134	275.743	16.103	53.027	36.924	0.110	0.079
147	FR135	276.529	9.148	52.778	43.631	0.079	0.024
148	FR136	277.314	0.459	52.529	52.071	0.041	-0.003
149	FR137	278.100	0.000	52.281	52.281	0.000	0.000

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 13.RESISTENCIA LONGITUDINAL

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

CAPITULO 14.MANIobrABILIDAD.

CONTENIDO

1.ESTIMACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE MANIOBRABILIDAD REGULADAS POR IMO.....	2
1.1.FACILIDAD DE EVOLUCIÓN:	2
1.1.1.DIÁMETRO DE GIRO (DG):	2
1.2. DIÁMETRO TÁCTICO O DE EVOLUCIÓN (DT):	3
1.3.AVANCE (ADVC):.....	3
1.4.CAÍDA O TRANSFERENCIA (TRANS):.....	3
1.5.FACILIDAD PARA MANTENER EL RUMBO:	4
1.2.FACILIDAD DE GOBIERNO:	4
1.3.FACILIDAD DE CAMBIO DE RUMBO:	4
1.4.FACILIDAD DE PARADA:	5
2. CARACTERISTICAS DEL TIMON.	5
2.1.TIPO DEL TIMON: SEMISUSPENDIDO.....	5
2.1.1.PRIMERA APROXIMACIÓN	5
2.2.AREA PROYECTADA DE LA PALA:	5
2.2.1.FORMULA DE DET NORSKE VERITAS	5
2.2.2.FORMULA PRESENTADA POR JAPÓN EN IMO	6
2.3.RELACIÓN DE ASPECTO:.....	6
2.4. COMPENSACIÓN:.....	7
2.5.MECHA DEL TIMÓN SEGÚN LA LLOYD’S REGISTER OF SHIPPING:	7

En esta fase de proyecto se puede estimar las características de la maniobrabilidad por aplicación de fórmulas o gráficos deducidos de un análisis de buques construidos o por simulaciones matemáticas de los movimientos del buque.

Los aspectos de la maniobrabilidad que se contemplan son las siguientes:

- Estimación de las características de maniobrabilidad reguladas por IMO.
- Estimación de la capacidad de parada del buque.
- Proyecto de timones.

1.ESTIMACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE MANIOBRABILIDAD REGULADAS POR IMO.

1.FACILIDAD DE EVOLUCIÓN:

Esta cualidad esta relacionada con el área que necesita el buque para realizar un cambio de rumbo importante, las magnitudes que lo definen son:

1.1.DÍAMETRO DE GIRO (DG):

Fórmula para buques de una hélice al calado de proyecto.

$$DG = Lpp \left[4.19 - 203 \frac{CB}{DELR} + 47.4 \frac{TRI}{Lpp} - 13 \frac{B}{Lpp} + 194 \frac{DELR}{Lpp} - 35.8 \frac{AR}{Lpp * T} + 7.79 \frac{AB}{Lpp * T} \right]$$

Es aconsejable que DG no sobrepase 4,641 Lpp.

Donde AR (area del timon proyectada sobre el plano longitudinal) se define por:

$$AR = 0,01 * Lpp * T(1 + 50 \frac{CB^2}{Lpp^2})$$

$$AR = 0,01 * 218 * 14,1(1 + 50 * 0,848^2(39,5 / 218)^2) = 67 \text{ m}^2$$

El area proyectada sobre crujia del perfil del bulbo de proa sera (ver plano de Disposicion general) igual a 70 m². → → AB = 70 m².

DELR es el ángulo del timón que vale 35°

$$DG = 218 * (1,856) = 404,61 \text{ mts} < 4,641 * Lpp \quad \text{Cumple IMO.}$$

1.2. DIÁMETRO TÁCTICO O DE EVOLUCIÓN (DT):

Fórmula para buques de una hélice:

$$DT = Lpp [(0,91 * (DG / Lpp) + (0,234 * V) / Lpp^{1/2} + 0,675)]$$

$$DT = 2,57 * 218 = 561,98 \text{ mts.}$$

$$DT = 561,98 \text{ mts} < 1090 \text{ m} = 5Lpp \rightarrow \text{cumple los requerimientos de IMO.}$$

1.3.AVANCE (ADVC):

$$ADVC = Lpp * (0,519 * (DT / Lpp) + 1,33)$$

$$ADVC = 218 * (0,519 * (561,98 / 218) + 1,33) = 594,79 \text{ mts.}$$

$$ADVC = 581,61 \text{ mts} < 981 \text{ mts} = 4,5Lpp \rightarrow \text{cumple los requerimientos de IMO.}$$

1.4.CAÍDA O TRANSFERENCIA (TRANS):

$$TRANS = Lpp * (0,497 * DT / Lpp - 0,065)$$

$$TRANS = 218 * ((0,497 * 561,98 / 218) - 0,065) = 265,13 \text{ mts.}$$

1.5.FACILIDAD PARA MANTENER EL RUMBO:

MANIOBRA EN Z DE 10°/10°

$$\text{DELO} / \text{DELR} = 3,2 * (\text{CB} * \text{B} / \text{Lpp} + 0,1) = 0,812.$$

Siendo DELR el ángulo de timón, 10° o 20° respectivamente,

Calculamos el valor de DELO,

$$\text{DELO} = 10 * 0,812 = 8,12^\circ, \text{ que con el margen del } 20\% \rightarrow \text{DELO} = 9,74^\circ$$

$$\text{LPP}/\text{V} = 218/0,514 * 13,5 = 31,4 \text{ sg.}$$

Y como Lpp / V es mayor que 30 seg, tenemos como valor máximo del primer ángulo de rebasamiento el valor 20°.

Y realmente se cumple esta condicion porque, $\text{DELO} = 9,74^\circ < 20^\circ$.

MANIOBRA EN Z DE 20°/20°.

$$\text{DELO} / \text{DELR} = 5,20 ((\text{CB} * \text{B} / \text{Lpp}) + 0,019)$$

$$\text{DELO} = [5,20 (0,848 * (39,5 / 218) + 0,019)] * 20 = 17,95^\circ.$$

Le aplicamos el margen del 20%, $\text{DELO} = 21,5 < 25^\circ \rightarrow \rightarrow$ se cumple el requerimiento de IMO.

1.2.FACILIDAD DE GOBIERNO:

Esta cualidad engloba otras varias, la estabilidad dinámica, la rapidez de respuesta o la estabilidad de ruta. Sin duda esa es la más importante y mide la mayor o menor actividad sobre el timon para mantener una ruta determinada. Su indudable importancia crece con la longitud de la travesía, pues disminuye la resistencia al avance y de este modo reduce el consumo de combustible.

1.3.FACILIDAD DE CAMBIO DE RUMBO:

Mide la habilidad del buque para cambiar de trayectoria en el menor espacio posible.

1.4.FACILIDAD DE PARADA:

La distancia recorrida RH se representa en funcion de un parámetro de potencia PP según la formula siguiente:

$$PP = 0,305 * V^3 * DISW / (PBA * DP)$$

PBA : se toma del 35% al 40% de la máxima potencia de avante, hemos tomado 40% porque es más desfavorable.

$$PBA = 0,4 * 8556,22 = 3422,5 \text{ BHP.}$$

$$DISW = 100.000 \text{ Tm.}$$

$$PP = 0,305 * 13,5^3 * 100.000 / (3422,5 * 6,7)$$

$$PP = 3272,5$$

$$RH = 0.305.e^{(0.773 - 5 * 10^{-5} PP + 0.617 \ln(PP))} * DISW^{1/3}$$

$$RH = 3839,7 \text{ mts.}$$

$$RH = 17,61 \text{ LPP} > 15 \text{ LPP.}$$

2. CARACTERISTICAS DEL TIMON.

2.1.TIPO DEL TIMON: SEMISUSPENDIDO.

En este apartado se indican procedimientos para estimar las dimensiones de timones convencionales formados por un eje de giro y una pala.

2.1.1.PRIMERA APROXIMACIÓN

El área de la pala varía entre el 1.5% y 2.5% del producto LPP * T. Para el cálculo tomamos un **2% de LPP * T**, obteniendo un área de **97.3324**

2.2.AREA PROYECTADA DE LA PALA:

2.2.1.FORMULA DE DET NORSKE VERITAS

Det Norske Veritas propone la siguiente forma;

$$AR = 0.01 * LPP * T (1 + 50 CB^2 (B/LPP)^2) = 102.8013$$

2.2.2.FORMULA PRESENTADA POR JAPÓN EN IMO

$$AR = 0.01 * LPP * T (K1 * B/LPP * CB + K2) = 76.0681$$

$$\text{Siendo } K1 = 54/(7.2 - 30 * V/LPP) = 9.8286$$

$$K2 = 0.0008 * B/T [LPP/(B * CB)]^2 = 0.0971$$

V = velocidad del buque en servicio en nudos.

2.3.RELACIÓN DE ASPECTO:

La relación de aspecto, que es el cociente entre la altura y la longitud media del timón, suele ser cercana a 1.5. La altura del timón debe elegirse de modo que, en lo posible, la pala esté situada en el chorro de la hélice.

Un condicionante a tener en cuenta es la altura máxima que debe tener el timón. La altura del timón viene dada por la altura del vano del codaste medida en la mecha del timón (H). En el caso del buque proyecto obtengo de maxurf una altura de 12498 mm.

Así se recomienda una altura mínima del 6% entre la parte alta y el fondo y de un 8% entre la parte baja y la línea base.

De lo expuesto anteriormente se deduce que:

$$H_{max} = (1 - 0,06 - 0,08) * 12,498 = 10,768$$

El AR seleccionado para el proyecto del timón es de 76,081 m²

- **AR = 76,081**

La relación de aspecto es: $H_t/L_t = 1.5$

$$\text{Siendo } H_t = 1,5 * L_t$$

$$76,081 = 1,5 * L_t^2$$

$$L_t = (76,81/1,5)^{1/2} = 7,121 \text{ m}$$

$$H_t = 1,5 * 7,121 = 10,689 \text{ m}$$

Verificamos que la altura calculada del timón 10,68 metros es mayor que el diámetro de la hélice 7,7 metros.

2.4. COMPENSACIÓN:

El área de la pala del timón a proa de su eje de giro debe ser aproximadamente el 20% del área total y la longitud de la parte compensada no debe exceder del 35% de la longitud total del mismo.

Area compensada → $A_c = 0,2 * A_R = 15,213m^2$.

La longitud de la parte compensada no tiene que exceder del 35% de la longitud total del timón,

$$X_L = 15,213 / 10,689 = 1.424 \text{ mts}$$

$$X_A = 7,121 - 1,424 = 5,6970$$

2.5.MECHA DEL TIMÓN SEGÚN LA LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING:

DIÁMETRO DE LA MECHA

Según las reglas de la Lloyd's Register, el diámetro de la mecha del timón no será menor que el calculado por la fórmula:

$$DM = 83,3 \cdot KR \cdot \sqrt[3]{(V + 3)^3 \sqrt{AR^2 \cdot XP^2 + KN^2}}$$

Marcha avante:

$$DM = 83,3 \cdot KR \cdot \sqrt[3]{(V + 3)^3 \sqrt{AR^2 \cdot XP^2 + KN^2}} = 659,74 \text{ mm}$$

Marcha atrás:

$$DM = 83,3 \cdot KR \cdot \sqrt[3]{(V + 3)^3 \sqrt{AR^2 \cdot XP^2 + KN^2}} = 492,14 \text{ mm}$$

Siendo KR: coeficiente del timón

Avante, timón detrás del propulsor KR = 0.248

Avante, timón no detrás del propulsor KR = 0.235

Marcha atrás KR = 0.185

Buque no propulsado KR = 0.226 (no es aplicación)

"V" la velocidad máxima del buque en servicio, o bien velocidad marcha atrás no se tomará inferior a la mitad de la velocidad de marcha avante.

XP distancia del centro de presión al eje del timón.

$$XP_{\text{avante}} = 0.33 Lt - XL (\text{avante}) = 0,9258$$

$$XP_{\text{atras}} = XA - 0.25 * LT (\text{atrás}) = 3,966$$

Donde XL y XA son las distancias del eje del timón a los bordes de proa y popa de este.

KN coeficiente según la disposición de los pinzotes del timón, dos o más KN= 0

Por lo tanto el diámetro de la mecha del timón DM = 659,74 mm

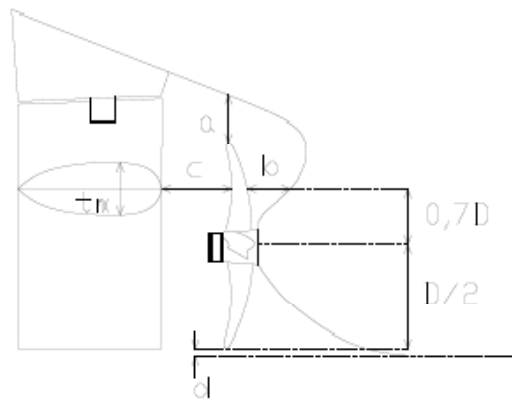


Figura 5. 5 - Croquis del codaste

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 14.MANIOBRABILIDAD

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

CAPITULO 15.ESTIMACION ECONOMICA

CONTENIDO

1.COSTES DE CONSTRUCCIÓN, (CC)	2
1.1.COSTES DE LOS MATERIALES A GRANEL, (CMG)	2
1.2.COSTES MANO DE OBRA DEL MONTAJE DE LOS MATERIALES A GRANEL, (CMM)	3
1.3.COSTE DE LOS EQUIPOS, CEQ Y MONTAJE CME	3
1.3.1.COSTES DE LOS EQUIPOS DE CARGA Y SU MONTAJE CEC.....	4
1.3.2COSTE DE LOS EQUIPOS DE PROPULSIÓN Y SUS AUXILIARES (CEP)	5
1.3.3COSTES DE LA HABILITACIÓN Y FONDA MONTADA (CHF)	5
1.3.4.COSTES Y MANO DE OBRA DEL EQUIPO RESTANTE, CER	5
1.4.COSTES VARIOS APLICADOS, (CVA)	6
1.5.TOTAL COSTE DE CONSTRUCCIÓN.....	6
2.ESTUDIO ESTADISTICO.....	7

Los costes económicos siempre tienen una validez temporal muy breve, ya que se apoya en los precios que están sometidos a las reglas del mercado y su estabilidad.

El desarrollo de este tema se limitara a las primeras evaluaciones o estimaciones, con las correspondientes simplificaciones, ya que para cálculos más ajustados cada astillero ha desarrollado sus propios procedimientos, utilizando sus propias estadísticas basadas en sus libros de conceptos, otro factor influyente en el precio es la situación de carga de trabajo del propio astillero. (El presupuesto aproximado del buque esta realizado de acuerdo con las directrices y datos dados en la publicación "El proyecto básico del buque mercante" algunos de los valores las hemos actualizado con los valores de costes actuales de un astillero).

1.COSTES DE CONSTRUCCIÓN, (CC)

El coste de construcción del buque se suele calcular por el astillero como la suma del coste de los materiales a granel, coste de equipos, coste de la mano de obra y los costes aplicados.

$$CC=Cmg+CEq+Cmo+Cva$$

CC - Costes de construcción.

Cmg - Costes del material a granel.

Ceq - Costes de los equipos.

Cmo - Costes de la mano de obra.

Cva – Costes aplicados.

1.1.COSTES DE LOS MATERIALES A GRANEL, (CMG)

Consideramos materiales a granel: Acero del casco, superestructuras, más equipos metálicos del casco tales como escalas, pisos, tecles, etc

$$CMg = cmg * WST=ccs*cas*cem*ps*WST$$

Siendo;

WST – Peso del acero del buque en nuestro caso

Cmg – Coeficiente del coste del material a granel. Se calcula como el producto de los siguientes coeficientes:

Ccs: Costes ponderados de chapas y perfiles de distintas calidades 1.05 – 1.10).
Tomaré un valor de 1,09.

Cas – Relación entre Peso Bruto y Neto (1,08-1,15) = 1.12

Cem – Incremento del equipo metálico (1.03 – 1.10) =1. 09

Ps – Precio del acero 600 €/toneladas

Wst- 22878 tons

$Cmg = ccs*cas*cem*ps*WST= 18266278.3 \text{ €}$
--

1.2.COSTES MANO DE OBRA DEL MONTAJE DE LOS MATERIALES A GRANEL, (CMM)

$$\mathbf{CmM = chm * csh * WST}$$

Siendo

WST - Peso del acero del buque en nuestro caso

Chm – Coste horario medio del Astillero 24.5 EUROS

Csh - Coeficiente de horas por toneladas 60 H/TON

pst – Coste unitario del acero montado en cada astillero

$pst = ccs * cas * cem * ps + chm * csh = 2268.4032$
--

Coste mano de obra materiales a granel:

$\mathbf{CmM = 33631414.7}$

Suma del Coste de materiales a granel y coste de la mano de obra:

$\mathbf{Cmg + CmM = 51897693}$

1. 3.COSTE DE LOS EQUIPOS, CEQ Y MONTAJE CME

El coste de los equipos (Ceq), que incluye el coste de todo el servicio o sistema asociado a dichos equipos (es decir, en el coste del equipo de manipulación de carga, esta incluido el coste de todos los materiales del sistema de manipulación de la carga) y su coste de montaje (CmE).

$$CEq + CmE = CEc + CEp + CHf + CER$$

Siendo ;

Cec – Costes de los equipos de manipulación y almacenamiento de la carga.

Cep – Costes de los equipos de propulsión y sus auxiliares.

Chf – Costes de la habilitación y fonda.

Cer - Coste del equipo restante.

Todos los sumandos especialmente este último se desglosa en los siguientes ciclos del proceso del proyecto.

1.3.1.COSTES DE LOS EQUIPOS DE CARGA Y SU MONTAJE CEC

El coste de los equipos de manipulación y contención de la carga y de su montaje, CEC, es lo primero que se analiza cuando se elabora un presupuesto, ya que es la razón de ser del buque, pero es muy difícil su sistematización de forma genérica por lo que se debe estudiar caso a caso, es decir por tipo de buque.

Listado detallado de equipos y montaje:

- a. Bombas de descarga modelo Frank Monh.
- b. Consola de funcionamiento de arranque de bombas en control de carga
- c. Instalación para monitorizar la carga (consola en cámara de control de carga mas equipos de cubiertas), que incluye:
 - Sistema fijo de sondas para tanques de carga.
 - Sistema fijo de temperatura de tanque de carga.
 - Sistema de alto nivel y de rebose de tanques de carga.
 - Sistema fijo de presión en tanques de carga.
 - Sistema de manejo de válvulas de lastre.
 - Sistema de apertura/cierre de válvulas neumáticas o hidráulicas de carga
- c. Sondas portátiles electrónicas
- d. Bombas de lastre.
- e. Bomba para limpiado de tanques de carga.
- f. Maquinas de limpiado de tanques.
- g. Equipos para la descarga de productos oleosos de limpieza de tanques de carga, así como válvulas de entrada y retorno de vapor en cubierta.
- h. Sistema de aireación de tanques de carga.
- i. Duchas y lava ojos de emergencia
- j. Sistema de ventilación de tanques de carga incluye ventilador fijo y tubería de conexionado.
- k. Sistema de detección de gases y de incendios en cámara de bombas incluye consola en cámara de control de carga así como sensores n C/P
- l. Mangueras de carga
- m. Grúa de cubierta.
- n. Equipos portátiles para detección de gases tóxicos e inflamables
- o. Tuberías de carga y lastre en cubierta, válvulas en cubierta y manifold, pasarelas y pasamanos.

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 15.ESTIMACION ECONOMICA.

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

1.3.2COSTE DE LOS EQUIPOS DE PROPULSIÓN Y SUS AUXILIARES (CEP)

El coste de los equipos de propulsión y sus auxiliares, montaje incluido (Cep), en los primeros ciclos del proyecto se pueden calcular como función exponencial e incluso lineal (exponente uno) de la potencia propulsora, PB. Siendo cep el coeficiente de coste unitario.

$\text{Cep}=\text{cep}*\text{PB}= 6794640$
--

Para motores de 2 tiempos $330<\text{cep}<360\text{€/Kw}$.

1.3.3COSTES DE LA HABILITACIÓN Y FONDA MONTADA (CHF)

Se puede calcular como el producto del coste unitario (chf), multiplicado por el numero de tripulantes, NT y por el nivel de calidad de la habilitación (nch).

$\text{CHF}=\text{chf}*\text{nch}*\text{NT}= 1320000$

Siendo;

Chf – Coste unitario de la habilitación y fonda

NT – Numero de tripulantes 30

nch – Nivel de calidad de la habilitación. Su valor entre (0.90 – 1.20)

nch = 1.10

1.3.4.COSTES Y MANO DE OBRA DEL EQUIPO RESTANTE, CER

El coste del equipo restante instalado (Cer), se obtiene en primera aproximación como el producto del coste unitario por el peso (cer), por el peso del equipo restante (Wer).

$\text{Cer}=\text{cer}*\text{WER}=\text{cpe}*\text{pst}*\text{WER}= 2191589.89$

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 15. ESTIMACION ECONOMICA.

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

Siendo:

Cpe - coeficiente de comparación del coste del equipo restante con el coste del acero montado.

Si no se dispone de estadísticas en esta primera iteración del presupuesto, se estima cer como el producto del coeficiente de comparación del coste del equipo restante, cpe, con el coste unitario del acero montado, pst, donde se puede tomar $1.25 < cpe < 1,35$. El valor de $cpe = 1.30$.

Pst - Coste unitario del acero montado.

1.4. COSTES VARIOS APLICADOS, (CVA)

Son costes que no intervienen directamente en la producción, pero tienen un coste directo para el Astillero.

$$CVA = eva * CC = 4449850.714$$

Siendo:

Eva - Oscila entre el intervalo $(0.05-0.10) = 0.08$

1.5. TOTAL COSTE DE CONSTRUCCIÓN

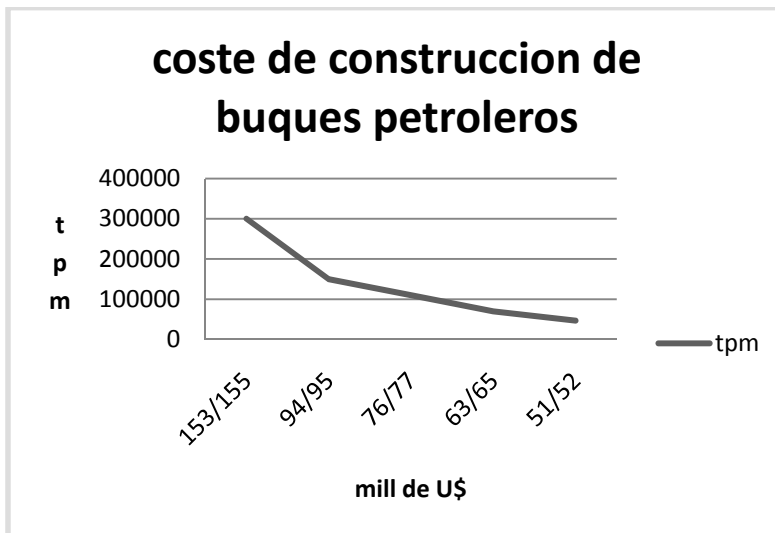
Total Costes de Construcción, año 2009(€)	
Materiales a granel y mano de obra	51897692.96
Equipo de carga y montaje	7510405
Equipo Propulsor y auxiliar y montaje	6794640
Habilitación y montaje	1320000
Equipos restantes y montaje	2191589.89
Costes de Construcción	74164178.56
Costes Varios	4449850.714
COSTES TOTALES	78614029.28

2. ESTUDIO ESTADISTICO

De la revista Ingenieria naval del numero de abril del año 2008 se obtienen datos de buques construidos entre el año 1998 y 2008 .

Los datos que elijo para realizar el muestreo se muestran en la siguiente tabla.

Tipo de buque	tpm	Precio MILL .US
VLCC	300000	153/155
SUEZMAX	150000	94/95
AFRAMAX	110000	76/77
PANAMAX	70000	63/65
HANDYMAX	47000	51/52



Interpolando entre los valores mas altos y el valor del buque proyecto(175000 tpm) obtendría un precio de construcción del buque de 104,16 MILL US.

Dado que el cambio euro -dólar es de 0,7 el valor del buque proyecto seria 72,9 mill de euros.

Seria el precio de mercado del buque de una forma estadística. Se asemeja al precio obtenido con los datos del libro proyectos del buque mercante , aunque cabe mencionar que el objeto de este capítulo es el de obtener una idea aproximada del coste del buque.

Para realizar un presupuesto mas razonable se debería de realizar un estudio de los astilleros disponibles , de las empresas auxiliares y un estudio comparativo de los diversos proveedores.

Este estudio detallado estaría fuera del alcance definido en los objetivos para este anteproyecto.

Anteproyecto de petrolero de 175000 tpm

CAPITULO 15. ESTIMACION ECONOMICA.

FRANCISCO JOSE MEDINA QUINTERO

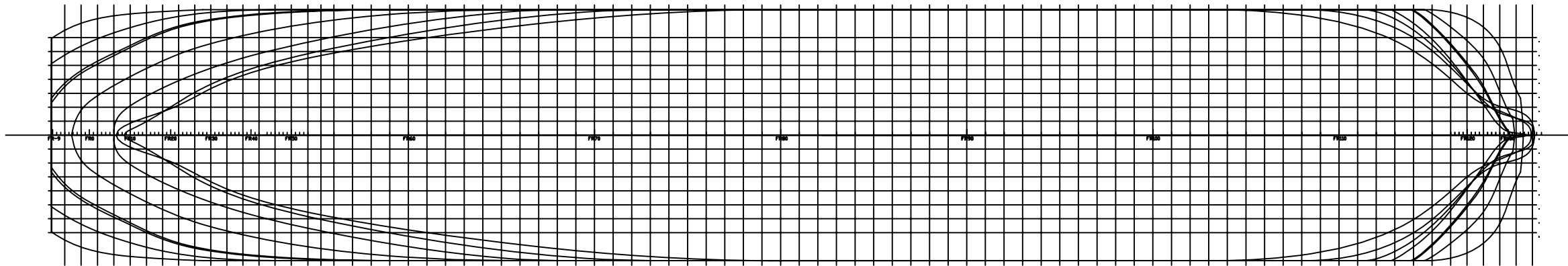
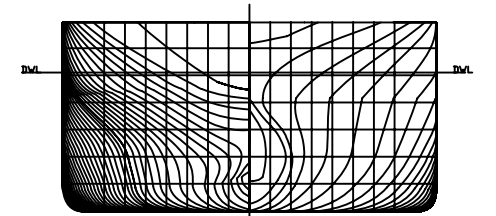
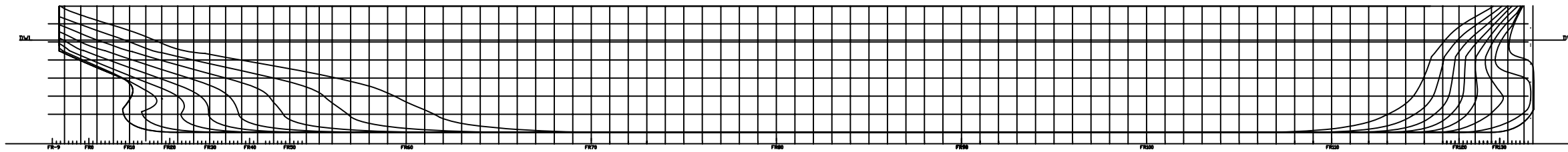
PLANOS ADJUNTOS

Se incluyen los siguientes planos al final del proyecto:

- Plano de formas
- Plano de disposición general
- Plano de escantillado de la sección maestra

PLANO DE FORMAS

PETROLERO DE CRUDO 175000 TPM



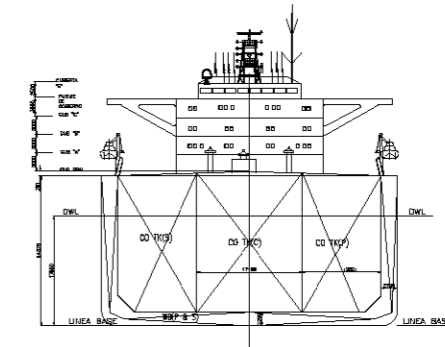
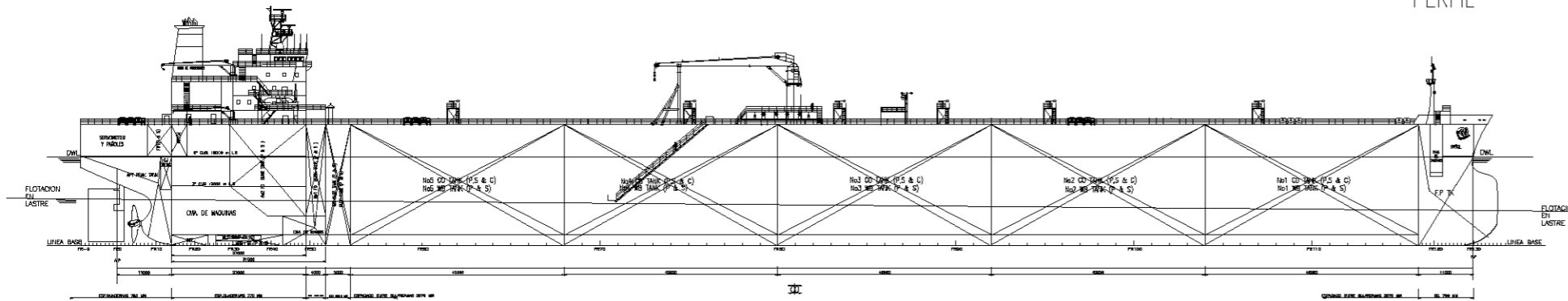
HIDROSTATICAS A DWL (17.85 MT)	
DESPLAZAMIENTO (TONS)	203917
ESLORA EN GRADOS	0
CALADO EN PPR	17.85
CALADO EN PpP	17.85
CALADO EN LCF	17.85
ASIENTO(+ APOPANTE)	0
ESLORA EN LA FLOTACION	280,245
MANGA EN LA FLOTACION	48,19
COEF PRISMATICO	0,85
COEF BLOQUE	0,848
COEF EN LA MAESTRA	0,997
COEF FLOTACION	0,962
LCB DESDE SECCION MEDIA(+ PROA)	7,31
LCFDESDE SECCION MEDIA(+ PROA)	-2,506
KB m	9,319
KG m	17,85
BMt m	11,586
BML m	369,625
GMt m	3,055
GM m	361,094
KMt m	20,905
KML m	378,944
Immersion (TPc) tons/cm	129,561

	F.J.MEDINA			0
DATE	DRAWN	REVISED	APPROVED	MOD.
FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	
PETROLERO DE CRUDO 175000 TPM				
SCALE ESCALA 1/70	PLANO DE FORMAS		Nº DE PLANO / DRAWING NO.	REV. 0
			SUSTITUYE A	Sheet Hull 1/1

DISPOSICION GENERAL

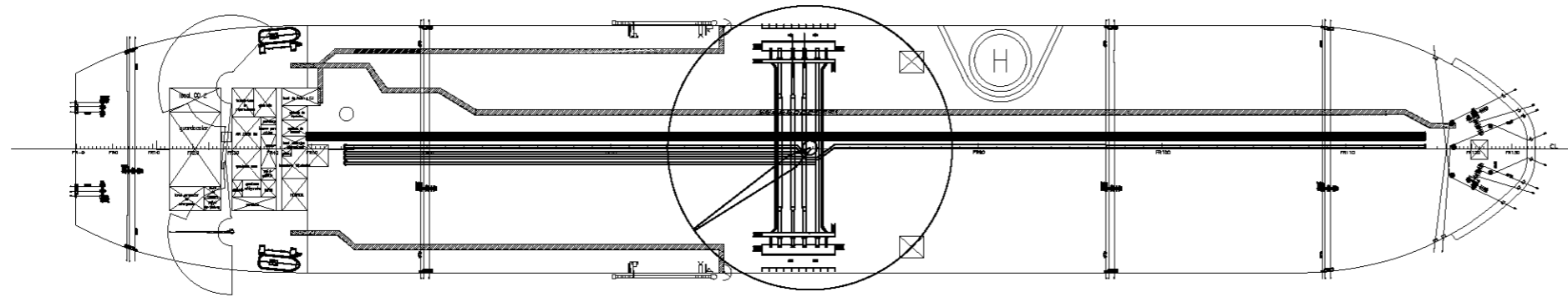
PETROLERO DE CRUDO 175000 TPM

PERFIL

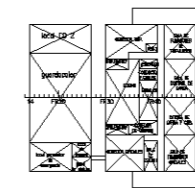


SECCION MAESTRA

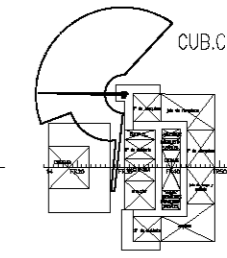
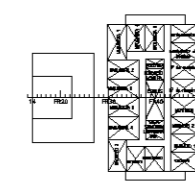
CUB PPAL



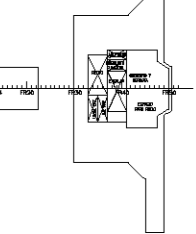
CUB. A



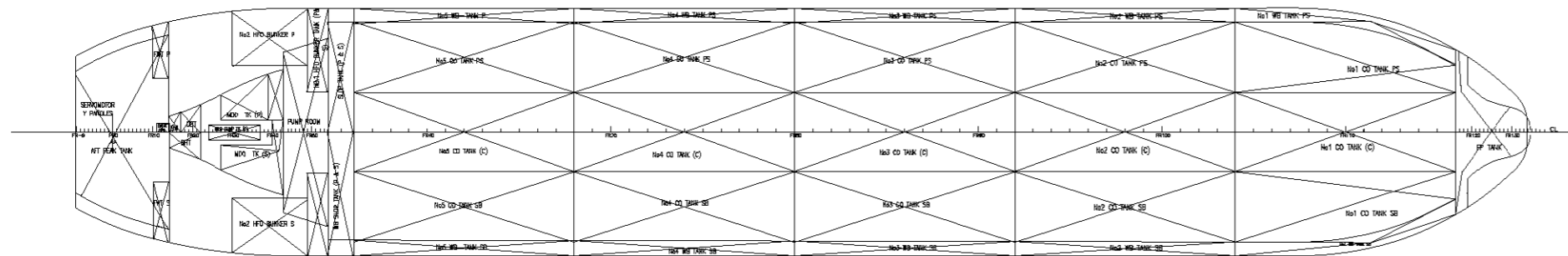
CUB. B



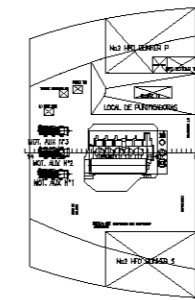
PUENTE DE GOBIERNO



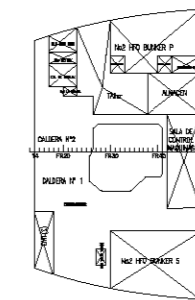
TECHO DE TANQUE



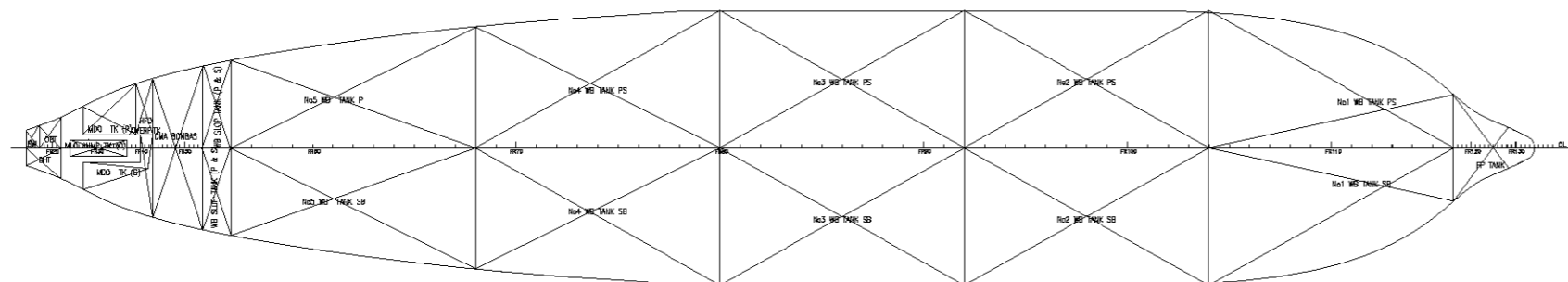
C/M 3º CUB.
12000 M LB



C/M 2º CUB.
18000 M LB



DOBLE FONDO



DIMENSIONES PRINCIPALES

ESLORA TOTAL	281.500
ESLORA ENTRE PERP.	272.6 m
MANGA DE TRAZADO	48.19 m
PUNTA DE TRAZADO	24.4 m
CALADO DE DISEÑO	17.85 m

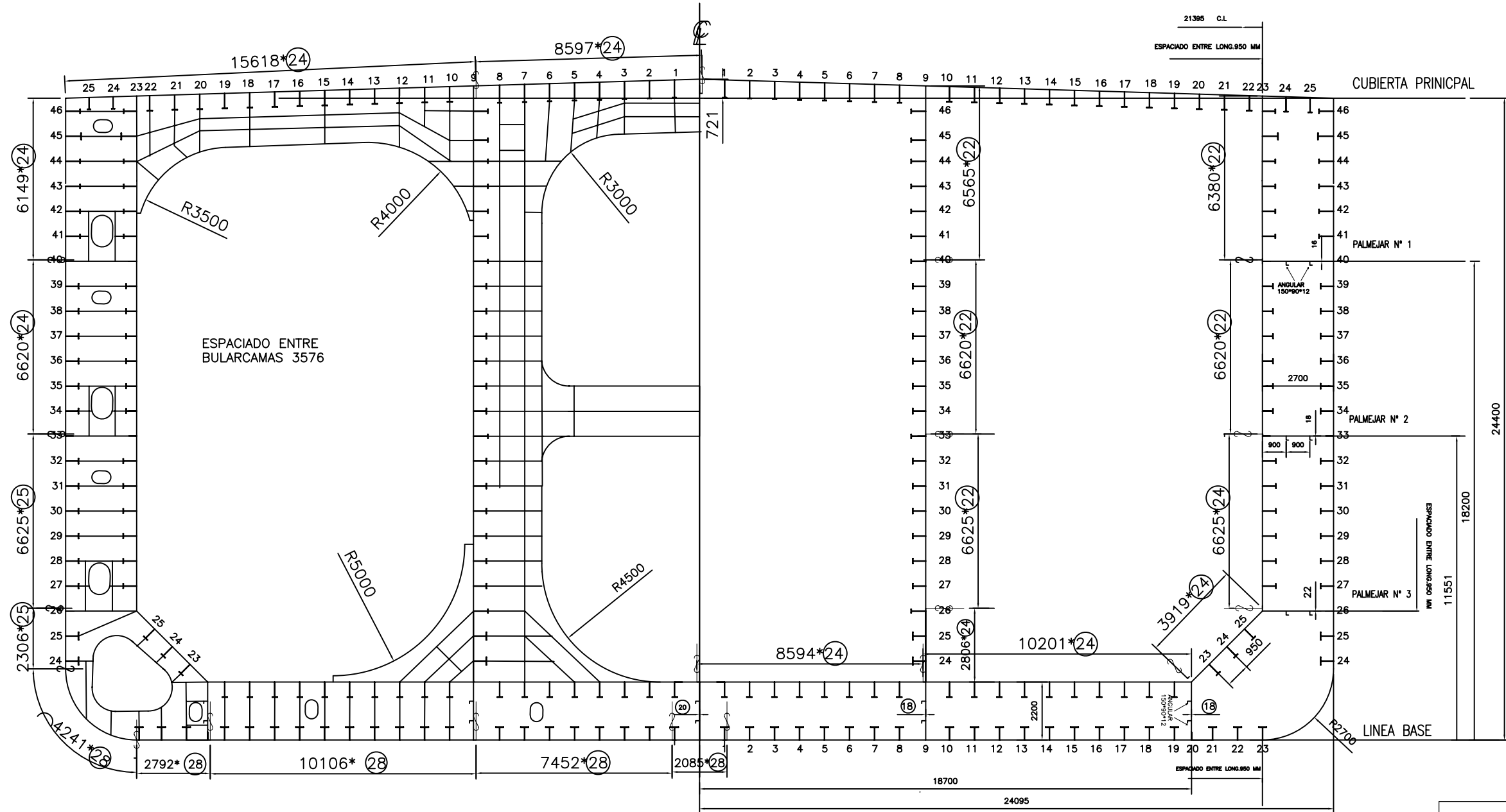
FRANCOBORDO: "A"

MOTOR PRINCIPAL:	MAN B & W K80 MC-6
NOMINAL RATING	: 29400 BHP*104 RPM
MCR	: 29400*104 RPM
NCR	: 26460*100.4 RPM

ZUBERO	F. J. MEDINA			0
DATE	DRAWN	REVISED	APPROVED	MOD.
FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	
PETROLERO DE CRUDO 175000 TPM				
SCALE	Nº DE PLANO / DRAWING NO.			REV.
ESCALA	DISPOSICION GENERAL			0
	SUBSTITUYE A			11

SECCION MAESTRA

PETROLERO DE CRUDO DE 175000 TPM



ESCANTELLONADO DE LONGITUDINALES				
UBICACION	LONG NO	ESCANTELLONADO		
CUBIERTA PRINCIPAL	1-8	300*11.5	150*18	T-BAR
	10-22	425*11.5	140*4	T-BAR
	24-25	425*11.5	140*4	T-BAR
	46	450*11.5	150*18	T-BAR
	45	570*14	150*18	T-BAR
COSTADO	41-44	425*11.5	150*18	T-BAR
	34-39	425*11.5	150*18	T-BAR
	27-32	475*11	150*18	T-BAR
	24-25	475*11	150*20	T-BAR
	46	400*12	150*18	T-BAR
MAMPARO DIVISORIO	45	570*14	200*24	T-BAR
	29-44	375*11.5	150*18	T-BAR
	26-28	400*12	180*18	T-BAR
	24-25	500*12	180*18	T-BAR
	41-46	425*11.5	150*18	T-BAR
DOBLE CASCO	45	475*12	200*20	T-BAR
	34-39	425*11.5	150*18	T-BAR
	29-32	425*11.5	150*18	T-BAR
	27-28	425*11.5	150*20	T-BAR
	25	470*11.5	150*22	T-BAR
DOBLE FONDO	23-24	570*14	200*20	T-BAR
	1-8	570*14	200*20	T-BAR
	10-19	570*14	200*20	T-BAR
FONDO	1-8	570*14	200*22	T-BAR
	10-19	570*14	200*22	T-BAR
	21-22	570*14	200*22	T-BAR
	23	570*14	200*22	T-BAR

DIMENSIONES PRINCIPALES

ESLORA TOTAL 281.500
 ESLORA ENTRE PERP. 272.6 m
 MANGA DE DISEÑO 48.19 m
 PUNTA DE TRAZADO 24.4 m
 CALADO DE DISEÑO 17.85 m

FRANCOBORDO TIPO : "A"

21/06/2009	F.J.MEDINA			0
DATE	DRAWN	REVISED	APPROVED	MOD.
FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	
PETROLERO DE CRUDO 175000 TPM				
SCALE ESCALA 1/130		Nº DE PLANO / DRAWING NO.	REV.	
A2		SUSTITUYE A	0	Sheet Hoja 1/1

