

Escola Politécnica Superior



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2013 - 2014

PROYECTO NÚMERO 13-58

TIPO DE BUQUE: REMOLCADOR DE PUERTO Y APOYO A BUQUES DE ALTURA.

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: BUREAU VERITAS, SOLAS, MARPOL Y REGLAMENTACIÓN ESTÁNDAR PARA ESTE TIPO DE BUQUES.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: BUQUE DE APOYO A MANIOBRA EN PUERTO Y APOYO A BUQUES DE ALTURA. 55 TN DE TRACCIÓN A PUNTO FIJO.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 13 NUDOS EN CONDICIONES DE SERVICIO (85% MCR+15% DE MARGEN DE MAR). 5000 MILLAS A LA VELOCIDAD DE SERVICIO.

SISTEMAS DE CARGA Y DESCARGA: LOS ESPECÍFICOS Y NORMALES PARA ESTE TIPO DE BUQUE.

PROPULSIÓN: DIESEL ELÉCTRICA CON 2 PROPULSORES AZIMUTALES DE PASO FIJO MONTADOS EN TOBERA A POPA.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 12 PERSONAS.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: LOS HABITUALES EN ESTE TIPO DE BUQUES.

Ferrol, Febrero de 2.014

ALUMNO: MARCOS LOUREIRO BELLÓN.

INDICE

1. Introducción	3
2. Aplicación de los criterios de estabilidad	4
2.1. Criterios de estabilidad	4
2.2. Criterio de estabilidad de Remolcadores	4
2.3. Criterio meteorológico	8
3. Situaciones de carga	12
3.1. Corrección por superficies libres en tanques	12
3.2. Aplicación capítulo 3, código IS 2008	12
3.3. Pesos a considerar en las situaciones de carga	16
4. Condiciones de Carga	16
4.1 Condición 1	17
4.2. Condición 2	18
4.3. Condición 3	18
4.4. Condición 4	19
4.5. Condición 5	19
4.6. Condición 6	20
4.7. Condición 7	20
4.8. Condición 8	21

1. Introducción.

En este cuaderno vamos a calcular las condiciones de carga de nuestro buque proyecto. Las dimensiones y coeficientes principales de partida serán:

Eslora máxima del casco (L)	26 m
Eslora en la flotación (Lwl)	24.42 m
Eslora entre perpendiculares (Lpp)	22.5 m
Manga de trazado (B)	10 m
Puntal a la cubierta principal (D)	5.5 m
Calado de diseño (T)	3.7 m
Desplazamiento	491.17 t
Peso en Rosca	320.89 t
Peso Muerto	170,28 t
Coefficiente de bloque (Cb)	0.573
Coefficiente de la maestra (Cm)	0.926
Coefficiente prismático (Cp)	0.62

Dada la peculiar actividad de un remolcador, que ha de suministrar una tracción sobre el buque a remolcar, se ha de tener en cuenta especialmente el momento de vuelco que provoca la misma. De ahí que se requiera hacer un estudio de las condiciones adecuadas de estabilidad, aplicando unos criterios específicos para remolcadores.

Todos los remolcadores de nueva construcción habrán de cumplir con:

- Reglamentación de Estabilidad establecida en España por la Inspección General de Buques y Construcción Naval (Circular 2/79, Estabilidad de remolcadores, en vigor desde el 1 de Septiembre de 1979).
- Código Internacional de Estabilidad sin avería, 2008 (Código IS 2008), adoptado el 4 de diciembre de 2008 mediante Resolución MSC 267(85). En dicho código se especifican las situaciones de carga a estudiar mínimas.

2. Aplicación de los Criterios de Estabilidad.

2.1. Criterios de estabilidad.

Nuestro buque deberá cumplir con los siguientes requisitos en cada una de las condiciones:

- GZ mínimo a una escora mayor a $30^\circ \rightarrow 0.2 \text{ m}$
- Mínimo ángulo de escora para obtener el GZ máximo $\rightarrow 25^\circ$
- GM mínimo $\rightarrow 0.15 \text{ m}$
- Área mínima entre 0° y 30° bajo la curva de GZ $\rightarrow 0.055 \text{ m rad}$
- Área mínima entre 0° y 40° bajo la curva de GZ $\rightarrow 0.095 \text{ m rad}$
- Área mínima entre 30° y 40° bajo la curva de GZ $\rightarrow 0.030 \text{ m rad}$
- Criterio Meteorológico (IMO A 562) \rightarrow bajo un viento cuya presión es de aproximadamente 504 N / m^2 y olas actuando transversalmente al buque, el área de la curva de brazos de adrizamiento (tras sustraerle el brazo escorante generado por el viento y las olas) a la izquierda del ángulo de equilibrio alcanzado (área A), ha de ser menor que la situada a la derecha (área B).
- Criterio de remolque. El área residual entre la curva de brazos adrizantes y la curva de brazos escorantes ha de ser $> 0.09 \text{ m-rad}$.

2.2. Criterio de estabilidad de Remolcadores.

Se finaliza el estudio de la estabilidad sin averías analizando el comportamiento del buque en tareas de remolque, en atención a la Circular 2/79 de la DGMM, “Estabilidad de remolcadores”, en la que se ofrece un criterio a partir del cual comprobar que el buque es capaz de soportar el momento escorante producido por el tiro del gancho de remolque, en cualquier situación de trabajo.

Tal y como dice la normativa, el ángulo de escora que tomara el remolcador al estar sometido, por separado, a cada uno de los momentos escorantes que se indican a continuación, y para cuya escora se produzca el equilibrio estático entre el momento escorante aplicado y el momento adrizante del remolcador (desplazamiento x brazo GZ correspondiente al ángulo de escora) será inferior al necesario para que se produzca la zozobra del remolcador o su inundación a través de las aberturas.

Los momentos escorantes a considerar son los siguientes:

Momento de arrastre.

$$M_1 = \left(\frac{1}{19.6} \right) \times C_1 \times C_2 \times n \times V_2 \times Ap \times (h \times \cos q \ C_3 \times Cm)$$

Siendo:

- M_1 = momento escorante en tonelámetros.
- C_1 = coeficiente de tracción lateral (figura 1).
- C_2 = corrección de C_1 por el ángulo de escora (figura 2).
- n = velocidad lateral del buque remolcador = 2,57 m/s
- Ap = área de la proyección sobre el plano diametral de la parte sumergida del remolcador, en metros cuadrados.
- h = altura del gancho de remolque sobre la flotación, en metros.
- q = ángulo de escora.
- C_3 = distancia del centro de presión del área Ap a la flotación, expresada como fracción del calado medio real (figura 3).
- Cm = calado medio, en metros.

Momento de tiro.

$$M_2 = C_4 \times C_5 \times T(h \cos q + C_6 \times Cm)$$

Siendo:

- M_2 = momento escorante, en tonelámetros.
- C_4 = fracción del tiro máximo a punto fijo del remolcador que se puede suponer que actúa transversalmente = 0,45
- C_5 = Corrección de C_4 por posición longitudinal del gancho de remolque que será:
 - = 1 para $XR/L > 0,24$
 - = $XR/(0,24 \cdot L)$ para $0 < XR/L \leq 0,24$
- T = tiro máximo a punto fijo del remolcador en toneladas.
- C_6 = distancia a la flotación del centro de resistencia efectivo, como fracción del calado (aproximadamente 0,52).
- h = altura del gancho de remolque sobre la flotación, en metros.
- Cm = calado medio, en metros.

FIGURA 1

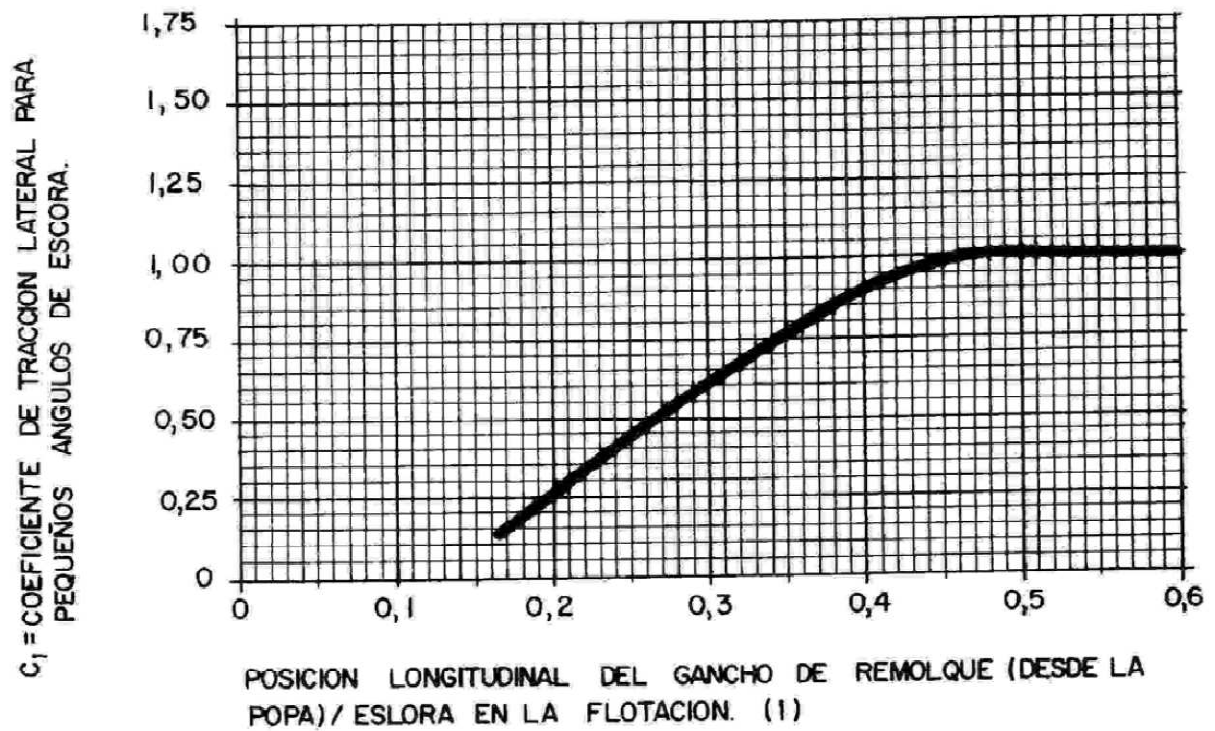


FIGURA 2

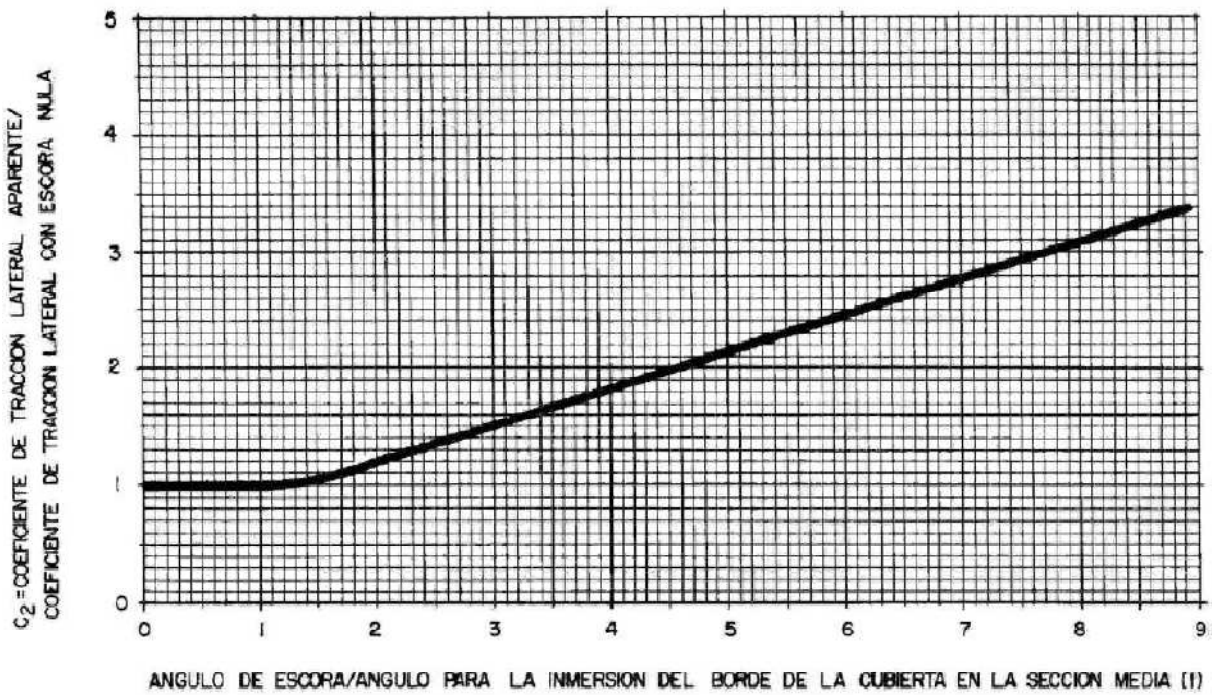
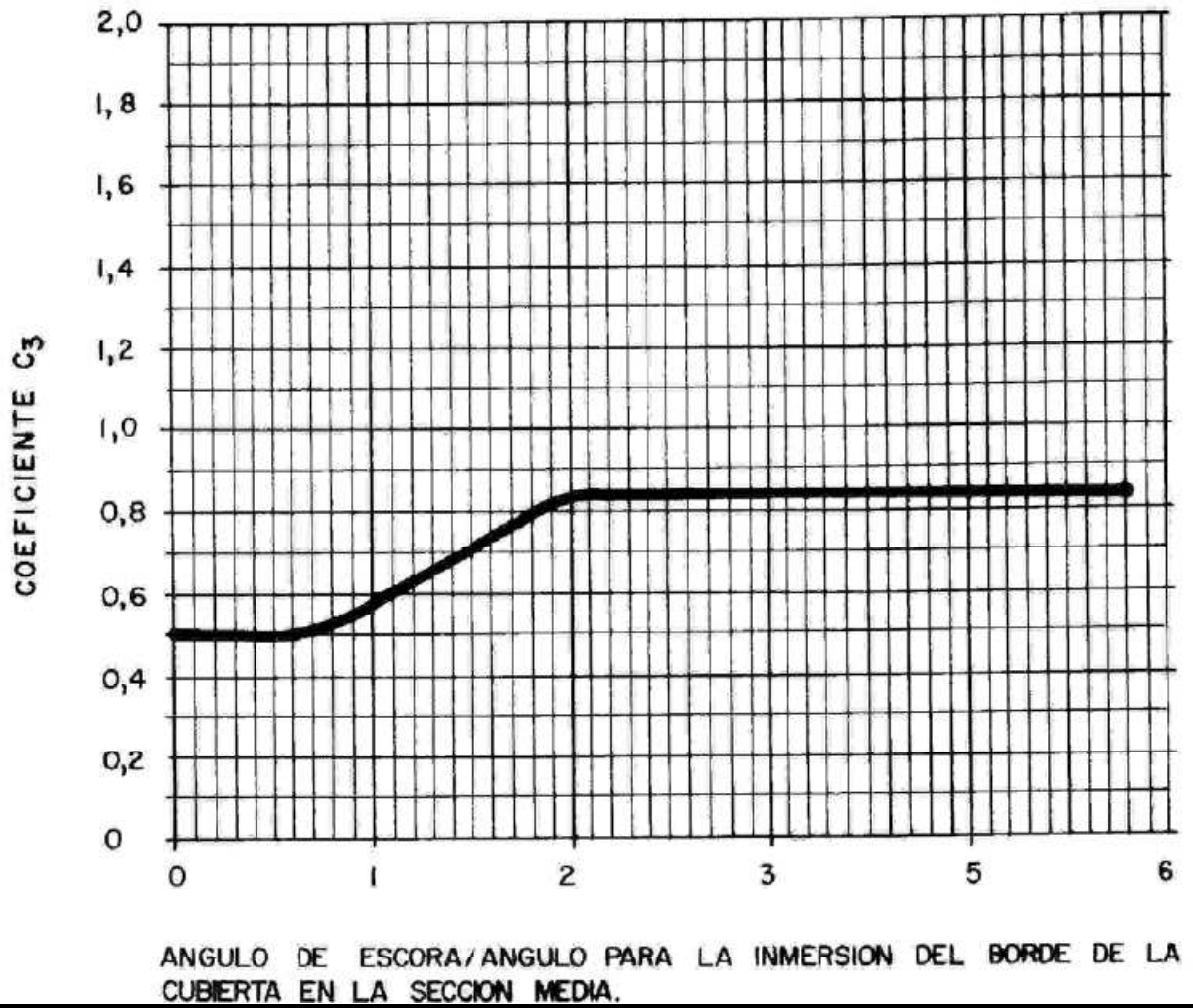


FIGURA 3



2.3. Criterio meteorológico.

Se aplicara el Código Internacional de Estabilidad sin avería, 2008 (Código IS 2008), adoptado el 4 de diciembre de 2008 mediante Resolución MSC 267(85). Habrá que demostrar la aptitud del buque para resistir los efectos combinados del viento de través y del balance, con referencia a la figura 2.3.1, del modo siguiente:

1. Se someterá el buque a la presión de un viento constante que actúe perpendicularmente al plano de crujía, lo que dará como resultado el correspondiente brazo escorante (l_{w1}).
2. Se supondrá que a partir del ángulo de equilibrio resultante (φ_0), el buque se balancea por la acción de las olas hasta alcanzar un ángulo de balance (φ_1) a barlovento. El ángulo de escora provocado por un viento constante (φ_0) no deberá ser superior a 16° o al 80 % del ángulo de inmersión del borde de la cubierta, si este ángulo es menor.
3. A continuación se someterá al buque a la presión de una ráfaga de viento que dará como resultado el correspondiente brazo escorante (l_{w2}).
4. En estas circunstancias, el área b debe ser igual o superior al área a, como se indica en la figura 2.3.1.

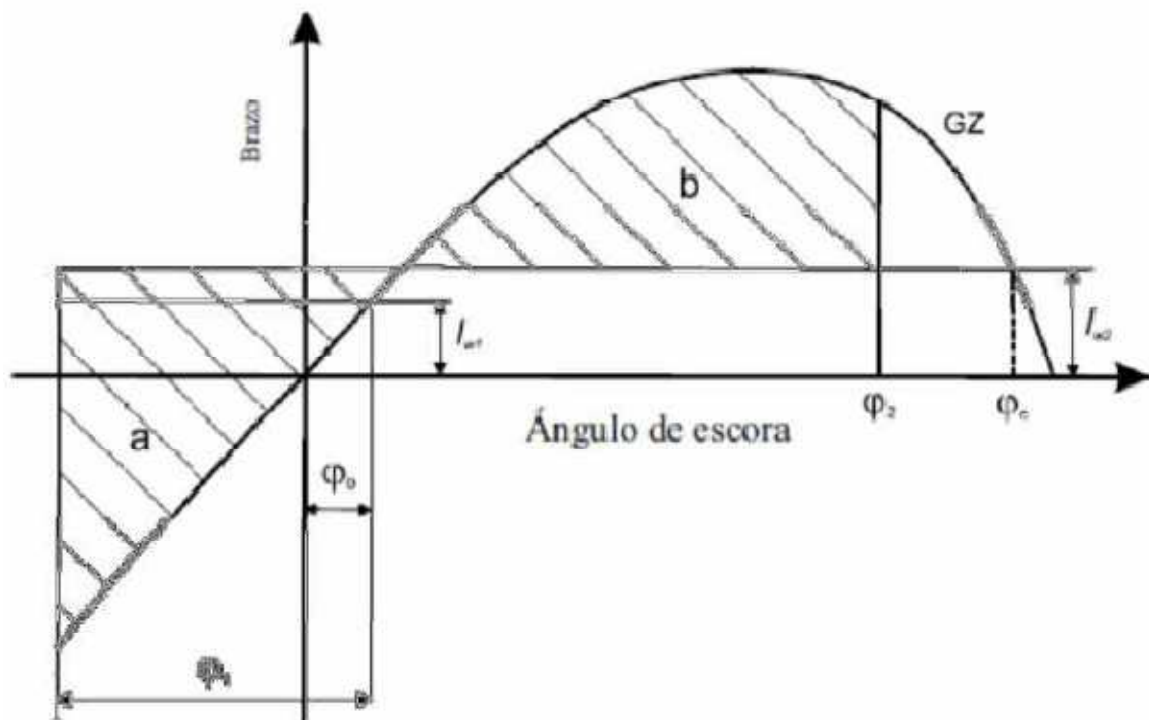


Figura 2.3.1: Viento y balance intensos

Donde los ángulos de la figura 2.3.1 se definen del modo siguiente:

- φ_0 = ángulo de escora provocado por un viento constante
- φ_1 = ángulo de balance a barlovento debido a la acción de las olas
- φ_2 = ángulo de inundación descendente (φ_f), o 50° , o φ_C , tomando de estos valores el menor.

Siendo:

- φ_f = ángulo de escora al que se sumergen las aberturas del casco, superestructuras o casetas que no puedan cerrarse de modo estanco a la intemperie. Al aplicar este criterio no hará falta considerar abiertas las pequeñas aberturas por las que no pueda producirse inundación progresiva.
- φ_C = ángulo de la segunda intersección entre la curva de brazos escorantes l_{w2} y la de brazos GZ.

Los brazos escorantes l_{w1} y l_{w2} provocados por el viento, son valores constantes a todos los ángulos de inclinación y se calcularán del modo siguiente:

$$l_{w1} = \frac{P \times A \times Z}{1000 \times g \times \Delta} (m)$$

$$L_{w2} = 1.5 \times l_{w1} (m)$$

Donde:

- P = presión del viento de 504 Pa. El valor de P utilizado para los buques en servicio restringido podrá reducirse a reserva de que lo apruebe la Administración.
- A = área lateral proyectada de la parte del buque y de la cubertada que quede por encima de la flotación (m^2).
- Z = distancia vertical desde el centro del área A hasta el centro del área lateral de la obra viva, o aproximadamente hasta el punto medio del calado medio (m).
- Δ = desplazamiento (t)
- g = aceleración debida a la gravedad de $9,81 \text{ m/s}^2$.

Este criterio se tiene en cuenta en el programa Maxsurf, aunque nosotros tenemos que calcular el ángulo de balance. Podemos calcular este ángulo para cada condición, o adoptar el más desfavorable para todas. Se ha calculado el ángulo para cada condición de carga.

El ángulo de balance que aparece en la figura 2.3.1.2., se calculará como sigue:

$$\varphi_1 = 109 \times k \times X_1 \times X_2 \times \sqrt{r \times s} \text{ (grados)}$$

Donde:

- K=1, ya que no disponemos de quillas de balance.
- X₁= factor que aparece en la tabla 2.3.4-1 en el código IS 2008 (indicada abajo).
- X₂= factor que aparece en la tabla 2.3.4-2. en el código IS 2008 (indicada abajo).
- r= 0.73 + 0.6 OG/d con OG= KG-d
- d= calado de trazado (m)
- s= factor que aparece en la tabla 2.3.4-4, donde T es el periodo de balance natural del buque (indicada abajo).

B/d	X1
≤2,4	1,0
2,5	0,98
2,6	0,96
2,7	0,95
2,8	0,93
2,9	0,91
3,0	0,90
3,1	0,88
3,2	0,86
3,4	0,82
≥3,5	0,80

Cb	X2
≤0,45	0,75
0,50	0,82
0,55	0,89
0,60	0,95
0,65	0,97
≥0,70	1,0

T	S
≤6	0,100
7	0,098
8	0,093
12	0,065
14	0,053
16	0,044
18	0,038
≥20	0,035

$$T = \frac{2 \times C \times B}{\sqrt{GM}} \text{ (s)}$$

$$C = 0.373 + 0.023 \left(\frac{B}{d}\right) - 0.043 \left(\frac{Lwl}{100}\right)$$

Donde:

- L_{wl} = eslora en la flotación (m).
- B = manga de trazado (m).
- d = calado de trazado (m).
- C_b = coeficiente de bloque.
- A_k = área total de quillas de balance.
- GM = altura metacéntrica corregida por superficies libres (m).

Los ángulos de balance para cada condición de carga se muestran calculados en la tabla que sigue:

FACTORES	
k	1
X1	0,93
X2	0,95

CONDICION	1	2	3	4	5	6	7	8
Kg	4,256	4,737	4,205	4,697	4,278	4,825	4,228	4,746
d	3,914	3,227	3,954	3,248	3,951	3,226	3,993	3,268
OG	0,342	1,510	0,251	1,449	0,327	1,599	0,235	1,478
r	0,782	1,011	0,768	0,998	0,780	1,027	0,765	1,001
Lwl	24,774	23,959	24,821	23,995	24,853	23,985	24,898	24,043
GM	1,069	1,078	1,102	1,099	1,031	0,999	1,064	1,033
C	0,421	0,434	0,420	0,433	0,421	0,434	0,420	0,433
T	8,146	8,360	8,011	8,270	8,283	8,684	8,141	8,521
s	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065
φ1	21,72	24,68	21,52	24,52	21,68	24,89	21,48	24,57

3. Situaciones de carga.

3.1. Corrección por superficies libres en tanques.

Antes de comenzar a analizar cada una de las situaciones de carga veremos los tanques que han de corregir por superficies libres según IMO aplicando las formulas ya mencionadas.

De acuerdo con el código IS 2008 apartado 3.1.1.2, no serán corregidos por superficies libres aquellos tanques o parejas de tanques simétricos que verifiquen:

$$M_{SL}(30^\circ) < 0.01 \Delta_{min}$$

En nuestro caso:

$$\Delta_{min} = \text{peso en rosca} = 320.89 \text{ t}$$

$$X_g = 12.94 \text{ m}$$

$$K_g = 4.81 \text{ m}$$

Por lo tanto serán corregidos aquellos tanques o parejas de tanques con $M_{SL}(30^\circ) < 3.21$.

3.2. Aplicación capítulo 3, código IS 2008.

Al calcular los efectos de superficie libre de los tanques que contengan líquidos consumibles se dará por supuesto que, para cada tipo de líquido, al menos un par de tanques transversales o un solo tanque central tienen una superficie libre, y el tanque o la combinación de tanques considerados serán aquellos en los que el efecto de superficie libre sea mayor.

El efecto de superficie libre deberá tenerse en cuenta siempre que el nivel de llenado de un tanque sea inferior al 96% del nivel de llenado total. No será necesario considerar el efecto de superficie cuando un tanque este nominalmente lleno, es decir, cuando su nivel de llenado sea igual o superior al 96%.

Cuando los tanques de lastre de agua, incluidos los tanques anti balance y los tanques adrizantes, tengan que ser llenados o descargados durante la travesía, el efecto de superficie libre se calculara de modo que se tenga en cuenta la fase más crítica relacionada con tales operaciones.

En los buques que estén realizando operaciones de trasvase de líquidos, las correcciones por superficie libre para cada fase de la operación de trasvase de líquidos podrán determinarse con arreglo al nivel de llenado de cada tanque correspondiente a tal fase de la operación de trasvase.

Los valores de M_{SL} para cada tanque podrán obtenerse con la formula siguiente:

$$M_{SL} = v \times b \times \rho \times k \times \sqrt{\delta}$$

Siendo:

- M_{SL} : es el momento por superficie libre a cualquier inclinación, en tonelámetros.
- v : es la capacidad total del tanque, en m^3 .
- b : es la anchura máxima del tanque, en m.
- ρ : es la densidad del líquido contenido en el tanque, en toneladas/ m^3 .
- δ : es igual a v/blh (coeficiente de bloque del tanque).
- h : es la altura máxima del tanque, en m.
- l : es la longitud máxima del tanque, en m.
- k : es un coeficiente adimensional, sacado de la tabla siguiente, según la relación b/h para un ángulo de escora de 30° . Para datos intermedios se obtiene mediante interpolación.

b/h	5°	10°	15°	20°	30°	40°	b/h
20	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	20
10	0,07	0,11	0,12	0,12	0,11	0,10	10
5	0,04	0,07	0,10	0,11	0,11	0,11	5
3	0,02	0,04	0,07	0,09	0,11	0,11	3
2	0,01	0,03	0,04	0,06	0,09	0,11	2
1,5	0,01	0,02	0,03	0,05	0,07	0,10	1,5
1	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,07	1
0,75	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,05	0,75
0,5	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,5
0,3	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,03	0,3
0,2	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,2
0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,1

b/h: relación manga/puntal

b/h	45°	50°	60°	70°	75°	80°	90°	b/h
20	0,09	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03	0,01	20
10	0,10	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03	0,01	10
5	0,10	0,10	0,08	0,07	0,06	0,05	0,03	5
3	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,04	3
2	0,11	0,11	0,10	0,09	0,09	0,08	0,06	2
1,5	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,08	1,5
1	0,09	0,10	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	1
0,75	0,07	0,08	0,12	0,15	0,16	0,16	0,17	0,75
0,5	0,04	0,05	0,09	0,16	0,18	0,21	0,25	0,5
0,3	0,03	0,03	0,05	0,11	0,19	0,27	0,42	0,3
0,2	0,02	0,02	0,04	0,07	0,13	0,27	0,63	0,2
0,1	0,01	0,01	0,01	0,04	0,06	0,14	1,25	0,1

A continuación se muestra la tabla con los cálculos realizados y los tanques que finalmente corrigen. Para cada condición de carga se analizará qué tanques corrigen en realidad, ya que como hemos visto anteriormente, cuando los tanques vayan a más del 96% de su capacidad, se consideraran llenos, y por tanto no será necesario realizar la corrección por superficies libres.

Tanque	Densidad	Longitud	Ancho	Alto	Capacidad (m3)	Cb	b/h	k	Msl	0.01*Rosca	Sim.	Corrige
1 - Gas-oil 1Br 2-10	0,852	4	2,41	2,695	19,941	0,768	0,894	0,0442	1,586	3,325	2	NO
2 - Gas-oil 1Er 2-10	0,852	4	2,41	2,695	19,941	0,768	0,894	0,0442	1,586	3,325	2	NO
3 - Gas-oil 1Cr 3-10	0,852	3	5,18	1,660	4,965	0,192	3,120	0,11	1,058	3,325	1	NO
4 - Gas-oil Uso diario Br 10-20	0,852	5	0,96	1,750	7,838	0,933	0,549	0,036	0,223	3,325	2	NO
5 - Gas-oil Uso diario Er 10-20	0,852	5	0,96	1,750	7,838	0,933	0,549	0,036	0,223	3,325	2	NO
6 - Gas-oil 2Br 10-27	0,852	8,5	1,41	1,516	9,178	0,505	0,930	0,04289	0,336	3,325	2	NO
7 - Gas-oil 2Er 10-27	0,852	8,5	1,41	1,516	9,178	0,505	0,930	0,04289	0,336	3,325	2	NO
8 - Gas-oil 2Cr 33-39	0,852	3	8,775	3,275	65,126	0,755	2,679	0,096	40,645	3,325	1	SI
9 - Reboses Gas-oil 10-14	0,852	2	3,38	1,967	5,894	0,443	1,718	0,0813	0,919	3,325	1	NO
10 - Aceite Twin Disc	0,920	0,52	0,676	1,000	0,319	0,907	0,676	0,0259	0,005	3,325	1	NO
11 - Aceite hidráulico Br	0,920	0,866	0,6	1,000	0,516	0,993	0,600	0,032	0,009	3,325	2	NO
12 - Aceite hidráulico Er	0,920	0,866	0,6	1,000	0,516	0,993	0,600	0,032	0,009	3,325	2	NO
13 - Aceite hidráulico propulsión Br	0,920	0,866	0,6	1,000	0,52	1,001	0,600	0,032	0,009	3,325	2	NO
14 - Aceite hidráulico propulsión Er	0,920	0,866	0,6	1,000	0,52	1,001	0,600	0,032	0,009	3,325	2	NO
15 - Aceite Lubricante 16-18	0,920	0,5	3,38	2,092	2,307	0,653	1,616	0,0853	0,494	3,325	1	NO
16 - Lodos 18-21	0,913	1,25	3,38	1,516	4,807	0,750	2,230	0,104	1,337	3,325	1	NO
17 - Recoil 21-25	0,913	2	3,38	1,516	9,092	0,887	2,230	0,104	2,748	3,325	1	NO
18 - Agua dulce Br 28-32	1,000	1,75	0,96	6,890	8,128	0,702	0,139	0,0039	0,026	3,325	2	NO
19 - Agua dulce Er 28-32	1,000	1,75	0,96	6,890	8,128	0,702	0,139	0,0039	0,026	3,325	2	NO
20 - Gas-oil 28-32	0,852	1,75	6,3	3,300	35,29	0,970	1,909	0,0736	13,737	3,325	1	SI
21 - Pique de popa	1,025	2,672	10	0,927	6,901	0,279	10,787	0,11	4,107	3,325	1	SI
22 - Agua de lastre 39-42	1,025	1,5	5,65	2,842	17,157	0,712	1,988	0,0704	5,904	3,325	1	SI
23 - Pique de proa	1,025	3,046	10	5,903	26,966	0,150	1,694	0,0822	8,799	3,325	1	SI
24 - Dispersante 25-27	1,000	1	3,38	1,516	4,942	0,964	2,230	0,104	1,706	3,325	1	NO
25 - Espumogeno Br 21-27	1,000	3	0,96	2,103	5,688	0,939	0,456	0,0122	0,065	3,325	2	NO
26 - Espumogeno Er 21-27	1,000	3	0,96	2,103	5,688	0,939	0,456	0,0122	0,065	3,325	2	NO
27 - Aguas grises y negras	1,000	1,75	3,38	1,468	4,79	0,552	2,302	0,104	1,251	3,325	1	NO

3.3. Pesos a considerar en las situaciones de carga.

Los víveres y la tripulación los situaremos en el centro de gravedad de la habitación. Los pesos son los siguientes (considerando 100 kg por tripulante y 5 kg de víveres por persona y día):

$$\text{Peso tripulación} = 0.1 \times 12 = 1.2 \text{ t} \quad X_g = 17.6 \text{ m} \quad K_g = 5.5 \text{ m}$$

$$\text{Peso víveres} = 0.005 \times 12 \times 16 = 0.96 \text{ t} \quad X_g = 17.6 \text{ m} \quad K_g = 5.5 \text{ m}$$

En cuanto a los respetos, hemos decidido, tras consultar el libro de Alvariño del P.B.B.M., situar 7 t de respetos y pertrechos, en donde podemos incluir cables, estachas, un ancla, etc. Los situaremos en la caseta situada a popa del puente. Así:

$$\text{Peso pertrechos} = 7 \text{ t} \quad X_g = 11.44 \text{ m} \quad K_g = 5.5 \text{ m}$$

Se pudiera dar el caso de que nuestro buque tuviera que llevar algún tipo de carga en cubierta que no está contemplada, por lo tanto se supondrá en tal caso que lleva una carga en cubierta de 10 t ($X_G = 6.3 \text{ m}$, $K_g = 5.5 \text{ m}$). En esa suposición ya podemos incluir las barreras anticontaminación y el skimmer.

4. Condiciones de Carga.

En el código IS 2008 se especifican las situaciones de carga mínimas a estudiar.

Serán:

1. Buque en la condición de salida a plena carga, distribuida ésta de forma homogénea en todos los espacios de carga y con la totalidad de provisiones y combustible.
2. Buque en la condición de llegada a plena carga, distribuida ésta de forma homogénea en todos los espacios de carga y con el 10% de provisiones y combustible.
3. Buque en la condición de salida en lastre, sin carga, pero con la totalidad de provisiones y combustible.
4. Buque en la condición de llegada en lastre, sin carga y con el 10% de provisiones y combustible.

Éstas son las condiciones que especifica la normativa, pero a la hora de estudiar la estabilidad hay que estudiar todas aquellas condiciones posibles cuando el buque está operando. Por lo tanto, cumpliendo la normativa y analizando las operaciones que realizará el buque se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

1. Salida de puerto con: 100% de consumos y sin carga.
2. Llegada a puerto con: 10% de consumos y sin carga.
3. Salida de puerto con: 100% de consumos + 100% tanques de residuos.
4. Llegada a puerto con: 10% de consumos + 100% tanques de residuos.
5. Salida de puerto con: 100% de consumos + cubierta.
6. Llegada a puerto con: 10% de consumos + cubierta.
7. Salida de puerto con: 100% de consumos + 100% tanques de residuos cubierta.
8. Llegada puerto con: 10% de consumos + 100% tanques de residuos + cubierta.

4.1. Condición 1. Salida de puerto con 100% de consumos y sin carga.

Esta condición la podemos asimilar como una salida de nuestro buque a una operación de salvamento a un incendio en alta mar. Deberá llevar, además de todas las provisiones y combustible, llenos los tanques de espumógeno y dispersante.

Los tanques que corrigen son los 8, 20, 21, 22 y 23. Para esta condición hemos considerado el tanque 8, que es el que tiene mayor momento por superficies libres. El nivel de llenado será del 96% para que el programa realice la corrección.

Además, el barco irá lastrado, con el pique de proa al 100%, para corregir el asiento a popa que se produce en esta condición de carga.

Como Anexo 1 se presentan los cálculos de estabilidad y equilibrio resultantes del Maxsurf, y el estudio de la estabilidad sin averías analizando el comportamiento del buque en tareas de remolque, en atención a la Circular 2/79 de la DGMM.

4.2. Condición 2. Llegada a puerto con: 10% de consumos y sin carga.

En este caso nos encontramos con una condición similar a la primera en cuanto a la carga a transportar, pero regresando a puerto con un 10 % de los consumos. Por lo tanto, tendremos un 10 % del total de agua potable, técnica, de víveres, espumógeno, aceite, combustible y los tanques de aguas negras y grises al 90 %.

El volumen total de diesel-oil que tenemos es de 179.295 m³. Nosotros en esta condición disponemos de solo el 10% de esa cantidad, es decir, 17.93 m³. Como los tanques de uso diario son los últimos en consumirse, llenaremos este volumen en ellos. Como su capacidad es de 7.83 m³ cada uno, irán llenos. El volumen restante (2.27 m³) lo metemos en el tanque 8, el más desfavorable, que de esta forma irá al 3.48% de su capacidad, y por supuesto, corrige.

Además, el barco irá lastrado, en este caso con el pique de proa y el tanque número 22 al 100%, para corregir el excesivo asiento a popa que se produce en esta condición de carga.

La distribución y llenado de los tanques para esta condición se puede comprobar en las hojas de salida del Maxsurf que se adjuntan como Anexo 1.

4.3. Condición 3. Salida de puerto con: 100% de consumos + 100% tanques de residuos.

Esta condición la podemos asimilar como aquella que se da cuando el buque recoge hidrocarburos y tiene que ir a repostar provisiones a puerto, va con los tanques de recogida llenos pero puede que el puerto al que acceda no le permitan dejar los residuos y tenga que ir a otro.

El único tanque que corregirá será de nuevo el número 8, pues para los tanques de combustible esta condición es igual a la condición 1.

Además, el barco irá lastrado, con el pique de proa al 100%, para corregir el asiento a popa que se produce en esta condición de carga.

A continuación se presentaran los cálculos de estabilidad y equilibrio resultantes del Maxsurf, y el estudio de la estabilidad sin averías analizando el comportamiento del buque en tareas de remolque, en atención a la Circular 2/79 DGMM, “Estabilidad de remolcadores”.

4.4. Condición 4. Llegada a puerto con: 10% de consumos + 100% tanques de residuos.

Esta condición la podemos asimilar como a una llegada de nuestro buque a puerto después de realizar una recogida de vertido. En esta condición las provisiones irán al 10%, así como todos los tanques de consumos. Incluimos como tanques de consumo el espumógeno y el dispersante.

Para el caso de los tanques de combustible, esta situación es idéntica a la condición 2, en la que ya se justificó el llenado al 10%.

Además, el barco irá lastrado, en este caso con el pique de proa y el tanque número 22 al 100%, para corregir el excesivo asiento a popa que se produce en esta condición de carga.

Como Anexo 1 se presentan los cálculos de estabilidad y equilibrio resultantes del Maxsurf, y el estudio de la estabilidad sin averías analizando el comportamiento del buque en tareas de remolque, en atención a la Circular 2/79 DGMM, “Estabilidad de remolcadores”.

4.5. Condición 5. Salida de puerto con: 100% de consumos + cubertada.

Esta condición la podemos asimilar como a una salida de puerto donde por algún tipo de accidente haya que transportar las barreras anticontaminación y el skimmer. Como los cálculos que hagamos ahora limitaran la carga que pueda llevar nuestro barco, vamos a suponer que en la cubierta, entre las barreras, el skimmer y otros pesos, lleva un total de 10 toneladas. En la zona de popa, hay una zona despejada pensada para esta cubertada, por lo que el centro de gravedad coincidirá con el centro de gravedad de la cubertada.

Además, el barco irá lastrado, con el pique de proa al 100%, para corregir el asiento a popa que se produce en esta condición de carga.

Como Anexo 1 se presentan los cálculos de estabilidad y equilibrio resultantes del Maxsurf, y el estudio de la estabilidad sin averías analizando el comportamiento del buque en tareas de remolque, en atención a la Circular 2/79 DGMM, “Estabilidad de remolcadores”.

4.6. Condición 6. Llegada a puerto con: 10% de consumos + cubierta.

Esta condición la podemos asimilar como a una llegada a puerto con una carga sobre la cubierta que pueden ser las barreras anticontaminación y el skimmer más otro tipo de cargas. En este caso los tanques de recogida de hidrocarburos irán vacíos. Como los cálculos que hagamos ahora limitaran la carga que pueda llevar nuestro barco, vamos a suponer que en la cubierta, entre las barreras, el skimmer y otros pesos, lleva un total de 10 t.

Además, el barco irá lastrado, en este caso con el pique de proa y el tanque número 22 al 100%, para corregir el excesivo asiento a popa que se produce en esta condición de carga.

Como Anexo 1 se presentan los cálculos de estabilidad y equilibrio resultantes del Maxsurf, y el estudio de la estabilidad sin averías analizando el comportamiento del buque en tareas de remolque, en atención a la Circular 2/79 DGMM, “Estabilidad de remolcadores”.

4.7. Condición 7. Salida de puerto con: 100% de consumos + 100% tanques de residuos + cubierta.

Esta condición la podemos asimilar como a una salida de puerto con toda la carga y tanques llenos al 100%. Tanto tanques de consumos como de recogida de hidrocarburos irían llenos.

Como los cálculos que hagamos ahora limitaran la carga que pueda llevar nuestro barco, vamos a suponer que en la cubierta, entre las barreras el skimmer y otros pesos, lleva un total de 10 t.

Además, el barco irá lastrado, con el pique de proa al 100%, para corregir el asiento a popa que se produce en esta condición de carga.

Esta condición corresponderá a la de máxima carga.

Como Anexo 1 se presentan los cálculos de estabilidad y equilibrio resultantes del Maxsurf, y el estudio de la estabilidad sin averías analizando el comportamiento del buque en tareas de remolque, en atención a la Circular 2/79 DGMM, “Estabilidad de remolcadores”.

4.8. Condición 8. Llegada puerto con: 10% de consumos + 100% tanques de residuos + cubierta.

Esta condición la podemos asimilar como a una llegada a puerto con una carga sobre la cubierta que pueden ser las barreras anticontaminación y el skimmer más otro tipo de cargas. En este caso los tanques de recogida de hidrocarburos irán llenos suponiendo que el barco estuvo trabajando en la recogida de los mismos. Como los cálculos que hagamos ahora limitaran la carga que pueda llevar nuestro barco, vamos a suponer que en la cubierta, entre las barreras, el skimmer y otros pesos, lleva un total de 10 t.

Además, el barco irá lastrado, en este caso con el pique de proa y el tanque número 22 al 100%, para corregir el excesivo asiento a popa que se produce en esta condición de carga.

Como Anexo 1 se presentan los cálculos de estabilidad y equilibrio resultantes del Maxsurf, y el estudio de la estabilidad sin averías analizando el comportamiento del buque en tareas de remolque, en atención a la Circular 2/79 DGMM, “Estabilidad de remolcadores”.

ANEXO 1

Stability Calculation - Remolcador_Proyecto

Stability 20.00.02.31, build: 31

Model file: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\Mi Proyecto\Cuaderno 5 - Situaciones de carga. Criterios de estabilidad buque intacto y después de averías\Remolcador_Proyecto (Medium precision, 71 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp.‰: 0,01000(0,100); Trim‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Loadcase - Condición 1

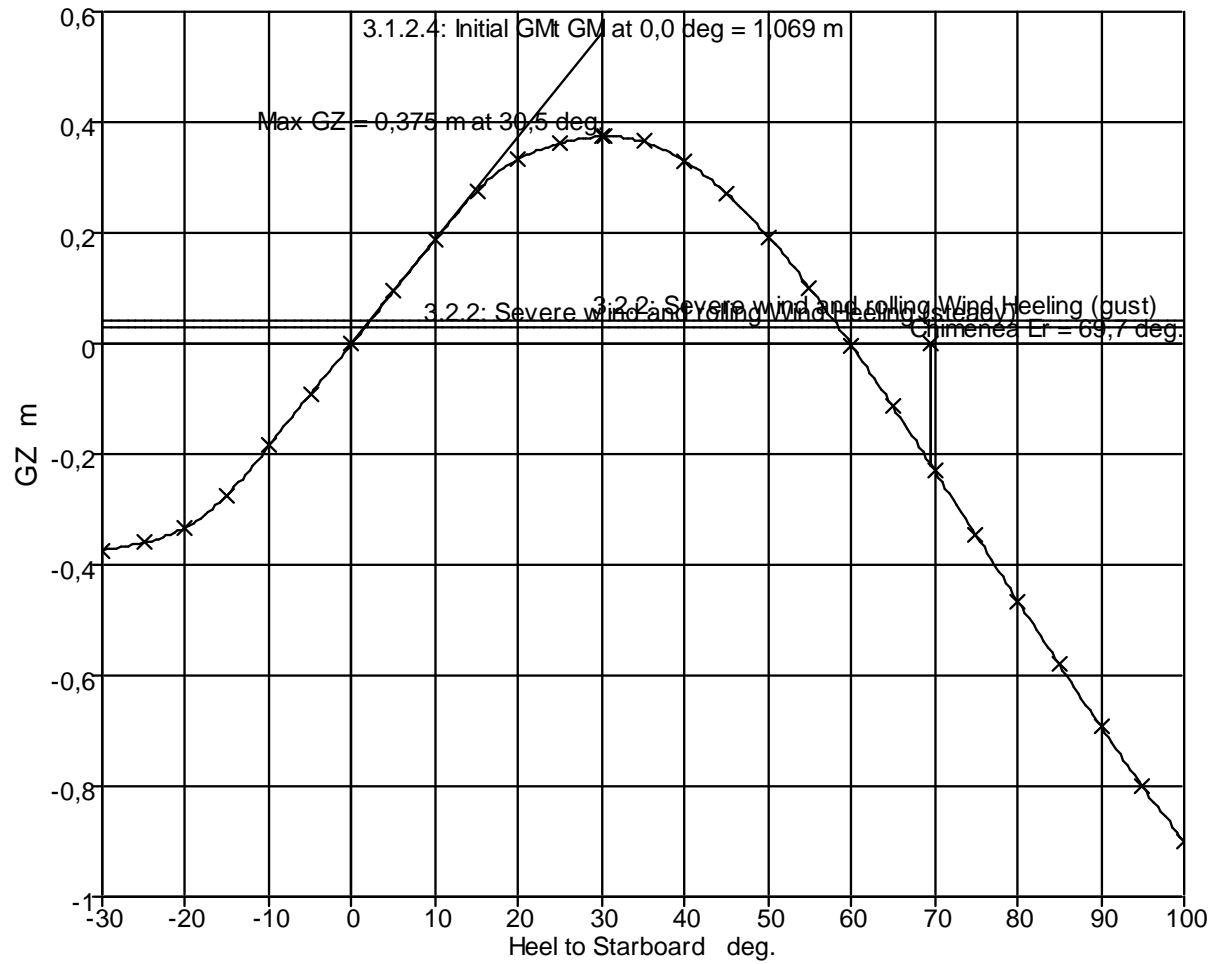
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	320,890	320,890			10,610	0,000	4,810	0,000	User Specified
Gas-oil 1Br 2-10	100%	16,998	16,998	19,941	19,941	3,106	-3,700	4,142	0,000	User Specified
Gas-oil 1Er 2-10	100%	16,998	16,998	19,941	19,941	3,106	3,700	4,142	0,000	User Specified
Gas-oil 1Cr 3-10	100%	4,232	4,232	4,965	4,965	4,256	0,000	2,609	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Br 10-20	100%	6,681	6,681	7,838	7,838	7,497	-4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Er 10-20	100%	6,682	6,682	7,838	7,838	7,497	4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil 2Br 10-27	100%	7,823	7,823	9,178	9,178	10,731	-3,273	1,003	0,000	User Specified
Gas-oil 2Er 10-27	100%	7,823	7,823	9,178	9,178	10,731	3,273	1,003	0,000	User Specified
Gas-oil 2Cr 33-39	96%	55,513	53,293	65,126	62,521	17,870	0,000	1,846	99,786	IMO A.749(18)
Reboses Gas-oil	0%	5,024	0,000	5,894	0,000	6,989	0,000	1,144	0,000	User Specified
Aceite Twin Disc	100%	0,294	0,294	0,319	0,319	2,264	-1,437	3,445	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Br	100%	0,475	0,475	0,516	0,516	3,022	-2,290	3,403	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Er	100%	0,475	0,475	0,516	0,516	3,022	2,290	3,403	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Br	100%	0,478	0,478	0,520	0,520	4,423	-2,290	3,400	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Er	100%	0,478	0,478	0,520	0,520	4,423	2,290	3,400	0,000	User Specified
Aceite Lubricante 16-18	100%	2,122	2,122	2,307	2,307	7,255	0,000	1,747	0,000	User Specified
Lodos 18-21	0%	4,389	0,000	4,807	0,000	10,493	0,000	0,293	0,000	User Specified
Recoil 21-25	0%	8,301	0,000	9,092	0,000	12,489	0,000	0,075	0,000	User Specified
Agua dulce Br 28-32	100%	8,128	8,128	8,128	8,128	14,850	-4,419	3,579	0,000	User Specified
Agua dulce Er 28-32	100%	8,128	8,128	8,128	8,128	14,850	4,419	3,579	0,000	User Specified
Gas-oil 28-32	100%	30,081	30,081	35,290	35,290	14,874	0,000	1,699	0,000	User Specified
Pique de popa	0%	7,074	0,000	6,901	0,000	0,811	0,000	3,173	0,000	User Specified
Agua de lastre 39-42	0%	17,586	0,000	17,157	0,000	19,509	0,000	0,555	0,000	User Specified
Pique de proa	100%	27,641	27,641	26,966	26,966	21,792	0,000	4,623	0,000	User Specified
Dispersante 25-27	100%	4,942	4,942	4,942	4,942	13,003	0,000	0,810	0,000	User Specified
Espumogeno Br 21-27	100%	5,688	5,688	5,688	5,688	12,017	-4,478	4,293	0,000	User Specified
Espumogeno Er 21-27	100%	5,688	5,688	5,688	5,688	12,017	4,478	4,293	0,000	User Specified
Aguas grises y negras	0%	4,790	0,000	4,790	0,000	9,240	0,000	0,504	0,000	User Specified
Tripulación	1	1,200	1,200			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Viveres	1	0,960	0,960			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Respetos y Pertrechos	1	7,000	7,000			11,440	0,000	5,500	0,000	User Specified
Total Loadcase			545,198	292,177	240,930	11,706	-0,001	4,073	99,786	
FS correction								0,183		
VCG fluid								4,256		



Stability

- GZ
- Chimenea Er = 69,7 deg.
- 3.1.2.4: Initial GMt GM at 0,0 deg = 1,069 m
- 3.2.2: Severe wind and rolling Wind Heeling (steady)
- 3.2.2: Severe wind and rolling Wind Heeling (gust)
- Max GZ = 0,375 m at 30,5 deg.

	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35
GZ m	-0,373	-0,36	-0,332	-0,274	-0,185	-0,093	0,001	0,094	0,187	0,275	0,334	0,361	0,374	0,365
Area under GZ curve from zero heel m.deg	7,1854	5,3505	3,6102	2,08	0,9252	0,2303	0,0007	0,2381	0,9406	2,1028	3,6405	5,387	7,2326	9,0914
Displacement t	545,1	545,2	545,2	545,2	545,2	545,2	545,2	545,2	545,2	545,2	545,2	545,2	545,2	545,2
Draft at FP m	3,992	3,945	3,899	3,858	3,833	3,824	3,822	3,824	3,833	3,859	3,899	3,945	3,994	4,06
Draft at AP m	3,892	3,875	3,89	3,938	3,984	4,001	4,005	4,001	3,984	3,938	3,89	3,875	3,89	3,931
WL Length m	25,673	25,622	25,434	25,265	25,095	24,914	24,774	24,914	25,095	25,265	25,434	25,622	25,674	25,738
Beam max extents on WL m	10,348	10,695	10,486	10,344	10,161	10,046	10,008	10,046	10,161	10,344	10,487	10,695	10,346	9,654
Wetted Area m^2	323,062	317,015	310,187	301,296	304,373	305,764	306,015	305,763	304,371	301,29	310,186	317,013	323,049	329,085
Waterpl. Area m^2	174,045	184,087	196,19	213,578	215,504	216,274	216,218	216,274	215,5	213,573	196,19	184,086	174,04	163,143
Prismatic coeff. (Cp)	0,579	0,579	0,584	0,588	0,591	0,595	0,599	0,595	0,591	0,588	0,584	0,579	0,579	0,579
Block coeff. (Cb)	0,391	0,397	0,429	0,461	0,501	0,54	0,551	0,54	0,501	0,461	0,429	0,397	0,391	0,402
LCB from aft end of actual WL (+ve fwd) m	14,421	14,394	14,226	14,072	13,91	13,732	13,593	13,732	13,91	14,072	14,226	14,394	14,423	14,453
LCF from aft end of actual WL (+ve fwd) m	14,033	13,628	12,998	12,336	11,944	11,636	11,464	11,636	11,944	12,336	12,998	13,628	14,033	14,327
Max deck inclination deg	30,0007	25,0005	20	15,0012	10,0069	5,0195	0,4599	5,0195	10,0069	15,0012	20	25,0005	30,0008	35,0009
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,2522	-0,1752	-0,0233	0,2011	0,3802	0,4445	0,4599	0,4441	0,3787	0,199	-0,023	-0,1751	-0,2603	-0,3241

	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
GZ m	0,33	0,271	0,193	0,101	-0,003	-0,114	-0,229	-0,347	-0,465	-0,581	-0,693	-0,8	-0,9
Area under GZ curve from zero heel m.deg	10,8386	12,351	13,5202	14,2606	14,5087	14,2193	13,3631	11,9235	9,8945	7,2806	4,095	0,3593	-3,894
Displacement t	545,2	545,2	545,2	545,2	545,2	545,2	545,2	545,2	545,2	545,2	545,2	545,2	545,2
Draft at FP m	4,148	4,261	4,404	4,585	4,823	5,151	5,637	6,443	8,049	12,853	n/a	6,33	1,527
Draft at AP m	3,992	4,075	4,179	4,31	4,482	4,717	5,061	5,619	6,713	9,947	n/a	2,845	-0,39
WL Length m	25,785	25,852	25,939	26,016	26,151	26,261	26,35	26,345	26,28	26,206	26,044	25,807	25,545
Beam max extents on WL m	9,016	8,442	7,948	7,53	7,185	6,909	6,696	6,541	6,432	6,374	6,365	6,405	6,496
Wetted Area m^2	334,165	338,036	341,01	343,553	345,635	347,394	348,922	350,335	351,655	352,96	354,281	355,572	356,88
Waterpl. Area m^2	152,572	142,959	134,648	127,935	122,388	117,909	114,358	111,636	109,692	108,485	107,95	108,185	109,223
Prismatic coeff. (Cp)	0,579	0,58	0,58	0,58	0,58	0,579	0,579	0,581	0,584	0,587	0,593	0,599	0,607
Block coeff. (Cb)	0,415	0,429	0,444	0,459	0,473	0,488	0,502	0,518	0,535	0,551	0,565	0,548	0,529
LCB from aft end of actual WL (+ve fwd) m	14,454	14,455	14,456	14,427	14,428	14,428	14,429	14,429	14,43	14,43	14,431	14,431	14,431
LCF from aft end of actual WL (+ve fwd) m	14,523	14,669	14,779	14,85	14,919	14,965	14,991	14,998	14,992	14,976	14,946	14,913	14,879
Max deck inclination deg	40,0009	45,001	50,001	55,001	60,0009	65,0009	70,0008	75,0007	80,0005	85,0003	90	94,9996	99,9989
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,3915	-0,469	-0,566	-0,6909	-0,8561	-1,0884	-1,4476	-2,0692	-3,3517	-7,2601	-90	-8,6864	-4,8036

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = 5,915 m)		14	n/a
Deck Edge (immersion pos = 5,915 m)		14,9	n/a
Puerta Puente Er	Downflooding point	72,7	0
Puerta Puente Br	Downflooding point	96,8	0
Chimenea Er	Downflooding point	69,7	0
Chimenea Br	Downflooding point	Not immersed in positive range	0

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	Copy of IMO roll back angle MSC.267(85)	17,6	deg			
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	7,2326	Pass	+129,51
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	10,8386	Pass	+110,19
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	3,6060	Pass	+109,79
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	0,375	Pass	+87,50
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	30,5	Pass	+21,82
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	1,069	Pass	+612,67
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	1,5	Pass	+90,72
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80,00	%	9,95	Pass	+87,56
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,00	%	194,30	Pass	+94,30

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	Copy of IMO roll back angle MSC.267(85)					
	L, Stability calculated	24,774	m			
	B, Stability calculated	10,015	m			
	d, Stability calculated	3,914	m			
	GMf, Stability calculated	1,069	m			
	VCG, Stability calculated	4,256	m			
	CB, Stability calculated	0,551				
	Ak, keel area, user spec.	10,8	m^2			
	Method for k factor	Tabulated value for k				
	Evaluates to	17,6	deg			
	Intermediate values					
	B / d			2,559		
	100 Ak / L / B			4,353		
	C		IMO units	0,421		
	T		s	8,16		
	OG, Centre of gravity above WL		m	0,342		
	X1		IMO units	0,968		
	X2		IMO units	0,891		
	k tabulated		IMO units	0,7		
	r		IMO units	0,782		
	s		IMO units	0,092		

A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	angle of vanishing stability	59,9	deg			
	shall not be less than (>=)	3,1513	m.deg	7,2326	Pass	129,51
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first downflooding angle	69,7	deg			
	angle of vanishing stability	59,9	deg			
	shall not be less than (>=)	5,1566	m.deg	10,839	Pass	110,19
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first downflooding angle	69,7	deg			
	angle of vanishing stability	59,9	deg			
	shall not be less than (>=)	1,7189	m.deg	3,606	Pass	109,79
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
	in the range from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	90	deg			
	angle of max. GZ	30,5	deg	30,5		
	shall not be less than (>=)	0,2	m	0,375	Pass	87,5
	Intermediate values					
	angle at which this GZ occurs		deg	30,5		

A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
	shall not be less than (\geq)	25	deg	30,5	Pass	21,82
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
	spec. heel angle	0	deg			
	shall not be less than (\geq)	0,15	m	1,069	Pass	612,67
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass	
	Wind arm: $a P A (h - H) / (g \text{ disp.}) \cos^n(\phi)$					
	constant: $a =$	0,99966				
	wind pressure: $P =$	504	Pa			
	area centroid height (from zero point): $h =$	6	m			
	additional area: $A =$	50	m^2			
	$H =$ vert. centre of projected lat. u'water area	2,316	m			
	cosine power: $n =$	0				
	gust ratio	1,5				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	25,0 (-23,5)	deg	-23,5		
	Copy of IMO roll back angle MSC.267(85) from equilibrium (with steady heel arm)	17,6 (-16,2)	deg			
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	first downflooding angle	69,7	deg			
	angle of vanishing stability (with gust heel arm)	57,8	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	angle of max. GZ	30,5	deg	30,5		
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	

	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16	deg	1,5	Pass	90,72
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80	%	9,95	Pass	87,56
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100	%	194,3	Pass	94,3
	Intermediate values					
	Model windage area		m^2	46,282		
	Model windage area centroid height (from zero point)		m	4,9		
	Total windage area		m^2	96,282		
	Total windage area centroid height (from zero point)		m	5,471		
	Heel arm amplitude		m	0,029		
	Equilibrium angle with steady heel arm		deg	1,5		
	Equilibrium angle with gust heel arm		deg	2,2		
	Deck edge immersion angle		deg	14,9		
	Area1 (under GZ), from 2,2 to 50,0 deg.		m.deg	13,471		
	Area1 (under HA), from 2,2 to 50,0 deg.		m.deg	2,0507		
	Area1, from 2,2 to 50,0 deg.		m.deg	11,42		
	Area2 (under GZ), from -23,5 to 2,2 deg.		m.deg	-4,7713		
	Area2 (under HA), from -23,5 to 2,2 deg.		m.deg	1,1064		
	Area2, from -23,5 to 2,2 deg.		m.deg	5,8777		

Equilibrium Calculation - Remolcador_Proyecto

Stability 20.00.02.31, build: 31

Model file: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\Mi Proyecto\Cuaderno 5 - Situaciones de carga. Criterios de estabilidad buque intacto y después de averías\Remolcador_Proyecto (Medium precision, 71 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Loadcase - Condición 1

Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

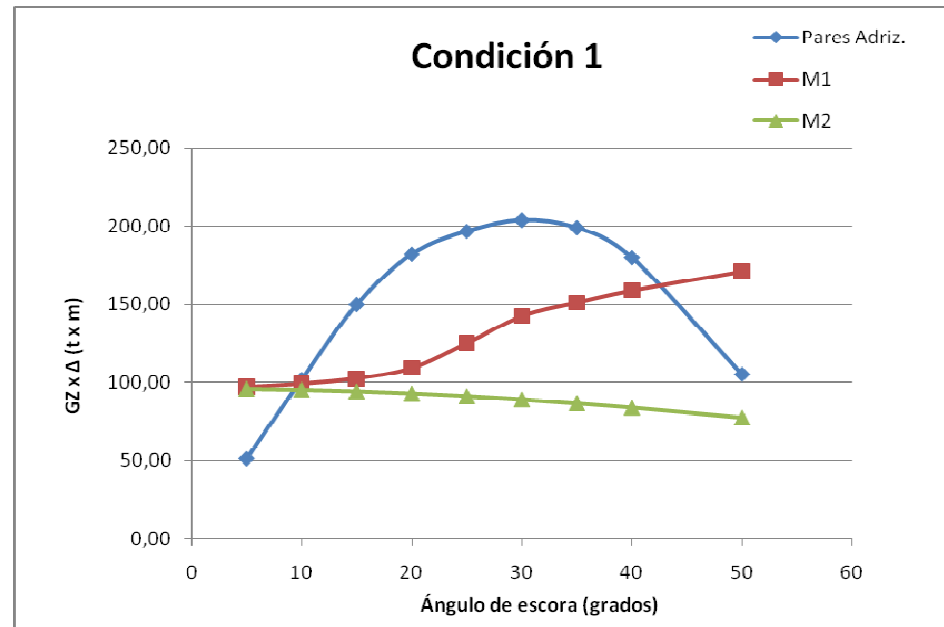
Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	320,890	320,890			10,610	0,000	4,810	0,000	User Specified
Gas-oil 1Br 2-10	100%	16,998	16,998	19,941	19,941	3,106	-3,700	4,142	0,000	User Specified
Gas-oil 1Er 2-10	100%	16,998	16,998	19,941	19,941	3,106	3,700	4,142	0,000	User Specified
Gas-oil 1Cr 3-10	100%	4,232	4,232	4,965	4,965	4,256	0,000	2,609	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Br 10-20	100%	6,681	6,681	7,838	7,838	7,497	-4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Er 10-20	100%	6,682	6,682	7,838	7,838	7,497	4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil 2Br 10-27	100%	7,823	7,823	9,178	9,178	10,731	-3,273	1,003	0,000	User Specified
Gas-oil 2Er 10-27	100%	7,823	7,823	9,178	9,178	10,731	3,273	1,003	0,000	User Specified
Gas-oil 2Cr 33-39	96%	55,513	53,293	65,126	62,521	17,870	0,000	1,846	99,786	IMO A.749(18)
Reboses Gas-oil	0%	5,024	0,000	5,894	0,000	6,989	0,000	1,144	0,000	User Specified
Aceite Twin Disc	100%	0,294	0,294	0,319	0,319	2,264	-1,437	3,445	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Br	100%	0,475	0,475	0,516	0,516	3,022	-2,290	3,403	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Er	100%	0,475	0,475	0,516	0,516	3,022	2,290	3,403	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Br	100%	0,478	0,478	0,520	0,520	4,423	-2,290	3,400	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Er	100%	0,478	0,478	0,520	0,520	4,423	2,290	3,400	0,000	User Specified
Aceite Lubricante 16-18	100%	2,122	2,122	2,307	2,307	7,255	0,000	1,747	0,000	User Specified
Lodos 18-21	0%	4,389	0,000	4,807	0,000	10,493	0,000	0,293	0,000	User Specified
Recoil 21-25	0%	8,301	0,000	9,092	0,000	12,489	0,000	0,075	0,000	User Specified
Agua dulce Br 28-32	100%	8,128	8,128	8,128	8,128	14,850	-4,419	3,579	0,000	User Specified
Agua dulce Er 28-32	100%	8,128	8,128	8,128	8,128	14,850	4,419	3,579	0,000	User Specified
Gas-oil 28-32	100%	30,081	30,081	35,290	35,290	14,874	0,000	1,699	0,000	User Specified
Pique de popa	0%	7,074	0,000	6,901	0,000	0,811	0,000	3,173	0,000	User Specified
Agua de lastre 39-42	0%	17,586	0,000	17,157	0,000	19,509	0,000	0,555	0,000	User Specified
Pique de proa	100%	27,641	27,641	26,966	26,966	21,792	0,000	4,623	0,000	User Specified
Dispersante 25-27	100%	4,942	4,942	4,942	4,942	13,003	0,000	0,810	0,000	User Specified
Espumogeno Br 21-27	100%	5,688	5,688	5,688	5,688	12,017	-4,478	4,293	0,000	User Specified
Espumogeno Er 21-27	100%	5,688	5,688	5,688	5,688	12,017	4,478	4,293	0,000	User Specified
Aguas grises y negras	0%	4,790	0,000	4,790	0,000	9,240	0,000	0,504	0,000	User Specified
Tripulación	1	1,200	1,200			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Viveres	1	0,960	0,960			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Respetos y Pertrechos	1	7,000	7,000			11,440	0,000	5,500	0,000	User Specified
Total Loadcase			545,198	292,177	240,930	11,706	-0,001	4,073	99,786	
FS correction								0,183		
VCG fluid								4,256		

Draft Amidships m	3,914
Displacement t	545,2
Heel deg	0,0
Draft at FP m	3,823
Draft at AP m	4,004
Draft at LCF m	3,928
Trim (+ve by stern) m	0,181
WL Length m	24,774
Beam max extents on WL m	10,008
Wetted Area m ²	306,013
Waterpl. Area m ²	216,213
Prismatic coeff. (Cp)	0,599
Block coeff. (Cb)	0,551
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,933
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,872
LCB from aft end of actual WL (+ve fwd) m	13,593
LCF from aft end of actual WL (+ve fwd) m	11,463
KB m	2,401
KG fluid m	4,256
BMt m	2,924
BML m	17,208
GMt corrected m	1,069
GML m	15,353
KMt m	5,325
KML m	19,609
Immersion (TPc) tonne/cm	2,216
MTc tonne.m	3,670
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	10,171
Max deck inclination deg	0,4544
Trim angle (+ve by stern) deg	0,4544

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = -0,577 m)		1,165
Deck Edge (freeboard pos = -0,577 m)		1,241
Puerta Puente Er	Downflooding point	7,158
Puerta Puente Br	Downflooding point	7,158
Chimenea Er	Downflooding point	8,687
Chimenea Br	Downflooding point	8,687

CRITERIO DE ESTABILIDAD DE REMOLCADORES

Condición 1	
Calado (m)	3,914
Desplazamiento (t)	545,200
Ángulo Sumergir Cubierta (p)	14,900
Velocidad lateral (m/s)	2,570
Altura Gancho sobre L.B. (m)	6,250
Altura Gancho Sobre Flotación (m)	2,336
Pos. long. Gancho (m)	8,700
Área Transversal Sumergida	79,200
C1	0,850
Pos. long. gancho / Lpp.	0,387
C4	0,400
T (TPF)	55,000
C5	1,000
C6	0,520



Ángulo Escora (q)	q/p	C2	C3	M1 (t*m)	M2 (t*m)	GZ	GZ*Desp.
5	0,34	1	0,5	97,19	95,97	0,094	51,25
10	0,67	1	0,53	99,25	95,39	0,187	101,95
15	1,01	1	0,58	102,69	94,42	0,275	149,93
20	1,34	1	0,67	109,29	93,07	0,334	182,10
25	1,68	1,1	0,74	125,11	91,35	0,361	196,82
30	2,01	1,2	0,82	142,44	89,28	0,374	203,90
35	2,35	1,3	0,82	151,09	86,87	0,365	199,00
40	2,68	1,4	0,82	158,77	84,14	0,330	179,92
50	3,36	1,6	0,82	171,00	77,81	0,193	105,22

Se observa que el ángulo de escora en la que se produce el equilibrio estático, es decir, el punto de intersección entre los pares adrizante y M1 o M2, es de valor inferior al ángulo de inundación de la cubierta. Por lo que se cumple es criterio de estabilidad para remolcadores.

Stability Calculation - Remolcador_Proyecto

Stability 20.00.02.31, build: 31

Model file: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\Mi Proyecto\Cuaderno 5 - Situaciones de carga. Criterios de estabilidad buque intacto y después de averías\Remolcador_Proyecto (Medium precision, 71 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Loadcase - Condición 2

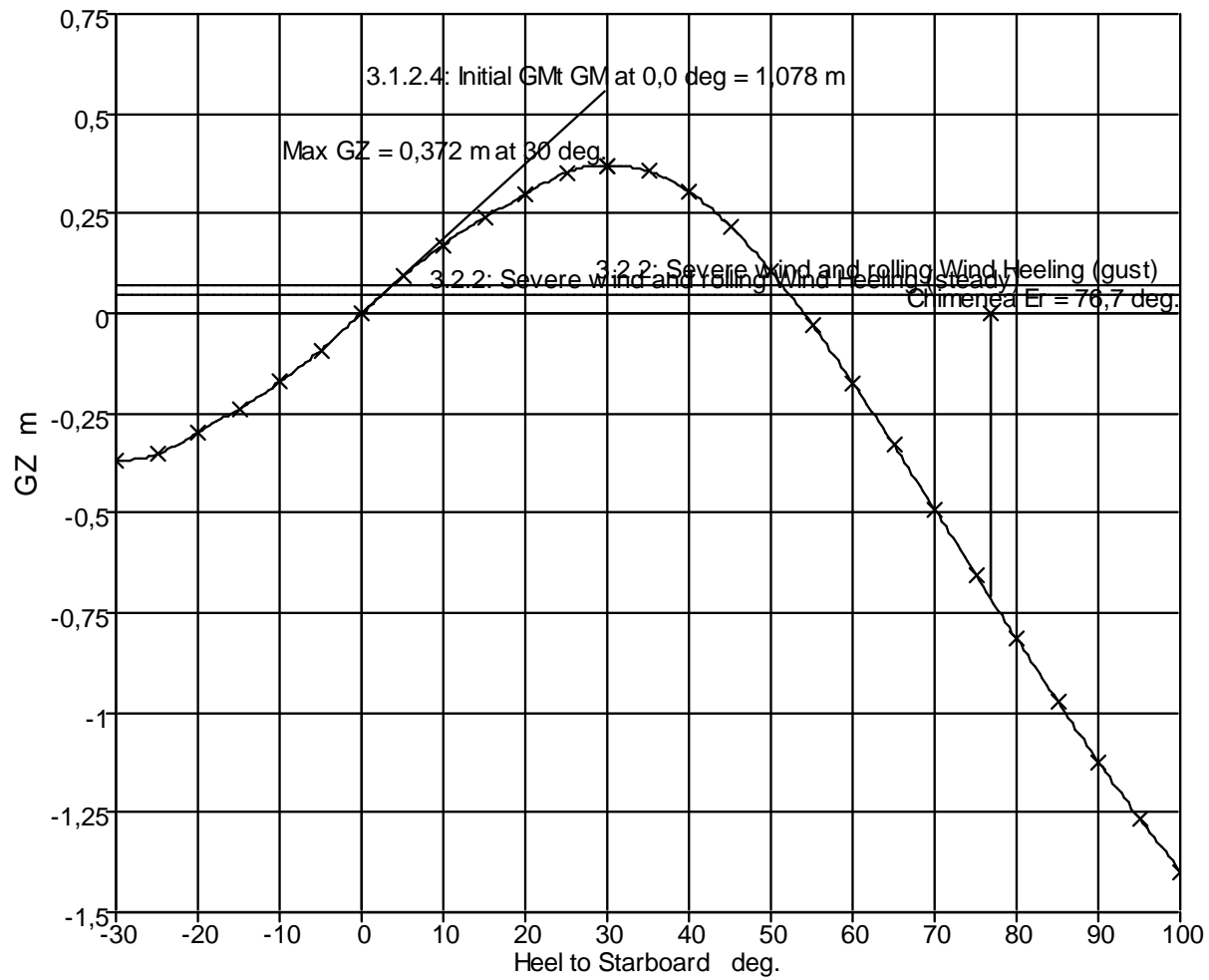
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	320,890	320,890			10,610	0,000	4,810	0,000	User Specified
Gas-oil 1Br 2-10	0%	16,998	0,000	19,941	0,000	3,966	-3,563	2,900	0,000	User Specified
Gas-oil 1Er 2-10	0%	16,998	0,000	19,941	0,000	3,966	3,563	2,900	0,000	User Specified
Gas-oil 1Cr 3-10	0%	4,232	0,000	4,965	0,000	4,983	0,000	1,965	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Br 10-20	100%	6,681	6,681	7,838	7,838	7,497	-4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Er 10-20	100%	6,682	6,682	7,838	7,838	7,497	4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil 2Br 10-27	0%	7,823	0,000	9,178	0,000	13,465	-2,590	0,176	0,000	User Specified
Gas-oil 2Er 10-27	0%	7,823	0,000	9,178	0,000	13,465	2,590	0,176	0,000	User Specified
Gas-oil 2Cr 33-39	3,48%	55,513	1,932	65,126	2,266	17,341	0,000	0,306	99,786	IMO A.749(18)
Reboses Gas-oil	90%	5,024	4,522	5,894	5,305	6,177	0,000	1,912	0,000	User Specified
Aceite Twin Disc	10%	0,294	0,029	0,319	0,032	2,304	-1,428	3,033	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Br	10%	0,475	0,047	0,516	0,052	3,045	-2,288	2,955	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Er	10%	0,475	0,047	0,516	0,052	3,045	2,288	2,955	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Br	10%	0,478	0,048	0,520	0,052	4,423	-2,290	2,950	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Er	10%	0,478	0,048	0,520	0,052	4,423	2,290	2,950	0,000	User Specified
Aceite Lubricante 16-18	10%	2,122	0,212	2,307	0,231	7,301	0,000	1,124	0,000	User Specified
Lodos 18-21	90%	4,389	3,950	4,807	4,326	9,896	0,000	0,913	0,000	User Specified
Recoil 21-25	90%	8,301	7,471	9,092	8,183	11,527	0,000	0,800	0,000	User Specified
Agua dulce Br 28-32	10%	8,128	0,813	8,128	0,813	14,799	-4,312	1,061	0,000	User Specified
Agua dulce Er 28-32	10%	8,128	0,813	8,128	0,813	14,799	4,312	1,061	0,000	User Specified
Gas-oil 28-32	0%	30,081	0,000	35,290	0,000	14,642	0,000	-0,005	0,000	User Specified
Pique de popa	0%	7,074	0,000	6,901	0,000	0,811	0,000	3,173	0,000	User Specified
Agua de lastre 39-42	100%	17,586	17,586	17,157	17,157	20,158	0,000	2,239	0,000	User Specified
Pique de proa	100%	27,641	27,641	26,966	26,966	21,792	0,000	4,623	0,000	User Specified
Dispersante 25-27	10%	4,942	0,494	4,942	0,494	13,029	0,000	0,149	0,000	User Specified
Espumogeno Br 21-27	10%	5,688	0,569	5,688	0,569	11,996	-4,478	3,399	0,000	User Specified
Espumogeno Er 21-27	10%	5,688	0,569	5,688	0,569	11,996	4,478	3,399	0,000	User Specified
Aguas grises y negras	10%	4,790	0,479	4,790	0,479	8,884	0,000	0,682	0,000	User Specified
Tripulación	1	1,200	1,200			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Viveres	1	0,096	0,096			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Respetos y Pertrechos	1	7,000	7,000			11,440	0,000	5,500	0,000	User Specified
Total Loadcase			409,819	292,177	84,087	11,717	0,000	4,494	99,786	
FS correction								0,243		
VCG fluid								4,737		



Stability

- GZ
- Chimenea Er = 76,7 deg.
- 3.1.2.4: Initial GMt GM at 0,0 deg = 1,078 m
- 3.2.2: Severe wind and rolling Wind Heeling (steady)
- 3.2.2: Severe wind and rolling Wind Heeling (gust)
- Max GZ = 0,372 m at 30 deg.

	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35
GZ m	-0,371	-0,353	-0,299	-0,239	-0,172	-0,092	0	0,092	0,172	0,239	0,299	0,353	0,372	0,356
Area under GZ curve from zero heel m.deg	6,7309	4,9096	3,2719	1,9285	0,8977	0,2324	0,0001	0,2334	0,8994	1,9307	3,2749	4,9129	6,7409	8,5733
Displacement t	409,8	409,8	409,8	409,8	409,8	409,8	409,8	409,8	409,8	409,8	409,8	409,8	409,8	409,8
Draft at FP m	3,013	2,949	2,87	2,8	2,749	2,722	2,717	2,723	2,75	2,801	2,87	2,946	3,012	3,056
Draft at AP m	3,144	3,299	3,464	3,595	3,683	3,727	3,736	3,727	3,683	3,594	3,464	3,302	3,144	2,99
WL Length m	24,835	24,695	24,575	24,442	24,284	24,11	23,959	24,109	24,284	24,442	24,575	24,696	24,834	24,974
Beam max extents on WL m	10,624	10,632	10,499	10,292	10,143	10,043	10,008	10,043	10,143	10,292	10,499	10,631	10,624	10,428
Wetted Area m^2	265,359	261,129	258,908	261,766	266,123	270,847	272,1	270,842	266,109	261,756	258,903	261,175	265,349	268,176
Waterpl. Area m^2	176,777	189,264	198,567	200,764	204,684	209,498	211,023	209,491	204,665	200,751	198,56	189,261	176,776	165,837
Prismatic coeff. (Cp)	0,578	0,578	0,576	0,575	0,577	0,58	0,583	0,58	0,577	0,575	0,576	0,578	0,578	0,574
Block coeff. (Cb)	0,347	0,365	0,391	0,427	0,469	0,517	0,535	0,517	0,469	0,427	0,391	0,365	0,347	0,339
LCB from aft end of actual WL (+ve fwd) m	14,094	13,986	13,883	13,765	13,618	13,449	13,3	13,45	13,619	13,765	13,883	13,984	14,094	14,207
LCF from aft end of actual WL (+ve fwd) m	13,588	13,119	12,664	12,321	11,893	11,441	11,197	11,441	11,894	12,322	12,664	13,119	13,587	14,004
Max deck inclination deg	30,0012	25,0119	20,0471	15,1206	10,261	5,5946	2,5592	5,5935	10,2599	15,1202	20,047	25,0122	30,0012	35,0002
Trim angle (+ve by stern) deg	0,3301	0,8804	1,4927	1,9965	2,3469	2,5227	2,5592	2,5201	2,3421	1,9929	1,4905	0,8921	0,3311	-0,1658

	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
GZ m	0,305	0,219	0,106	-0,027	-0,174	-0,33	-0,491	-0,653	-0,815	-0,972	-1,123	-1,265	-1,398
Area under GZ curve from zero heel m.deg	10,2396	11,563	12,3861	12,5916	12,0953	10,8397	8,7897	5,929	2,2578	-2,2098	-7,4479	-13,422	-20,081
Displacement t	409,8	409,8	409,8	409,8	409,8	409,8	409,8	409,8	409,8	409,8	409,8	409,8	409,8
Draft at FP m	3,077	3,085	3,086	3,081	3,069	3,049	3,007	2,924	2,742	2,169	n/a	-4,561	-3,956
Draft at AP m	2,832	2,657	2,453	2,207	1,894	1,476	0,874	-0,094	-1,981	-7,55	n/a	-14,453	-8,921
WL Length m	25,111	25,245	25,362	25,42	25,487	25,556	25,717	25,994	26,193	26,287	26,35	26,322	26,262
Beam max extents on WL m	9,517	8,773	8,171	7,689	7,303	7	6,77	6,603	6,493	6,424	6,384	6,392	6,45
Wetted Area m^2	270,521	272,625	274,49	276,21	277,727	279,224	280,627	282,027	283,46	284,7	285,851	287,083	288,299
Waterpl. Area m^2	154,792	144,84	136,38	129,356	123,559	118,959	115,399	112,87	111,298	110,319	109,805	110,001	110,855
Prismatic coeff. (Cp)	0,573	0,569	0,567	0,566	0,566	0,566	0,564	0,56	0,557	0,557	0,558	0,561	0,564
Block coeff. (Cb)	0,359	0,379	0,399	0,418	0,437	0,456	0,472	0,485	0,499	0,514	0,528	0,504	0,48
LCB from aft end of actual WL (+ve fwd) m	14,322	14,435	14,52	14,536	14,549	14,533	14,542	14,548	14,552	14,553	14,551	14,544	14,541
LCF from aft end of actual WL (+ve fwd) m	14,335	14,595	14,782	14,876	14,949	14,989	15,044	15,096	15,149	15,181	15,188	15,182	15,158
Max deck inclination deg	40,0023	45,005	50,0076	55,0097	60,011	65,0113	70,0107	75,009	80,0065	85,0035	90	94,9964	99,9928
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,6155	-1,0752	-1,5878	-2,1938	-2,9488	-3,9449	-5,342	-7,5363	-11,698	-23,08	-90	-23,445	-12,28

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = 2,927 m)		20,1	n/a
Deck Edge (immersion pos = 2,927 m)		21,2	n/a
Puerta Puente Er	Downflooding point	81	0
Puerta Puente Br	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
Chimenea Er	Downflooding point	76,7	0
Chimenea Br	Downflooding point	Not immersed in positive range	0

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	Copy of IMO roll back angle MSC.267(85)	17,6	deg			
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	6,7409	Pass	+113,91
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	10,2396	Pass	+98,57
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	3,4987	Pass	+103,54
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	0,372	Pass	+86,00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	30,0	Pass	+20,00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	1,078	Pass	+618,67
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	2,5	Pass	+84,41
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80,00	%	11,78	Pass	+85,27
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,00	%	155,97	Pass	+55,97

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	Copy of IMO roll back angle MSC.267(85)					
	L, Stability calculated	23,959	m			
	B, Stability calculated	10,015	m			
	d, Stability calculated	3,227	m			
	GMf, Stability calculated	1,078	m			
	VCG, Stability calculated	4,737	m			
	CB, Stability calculated	0,535				
	Ak, keel area, user spec.	10,8	m^2			
	Method for k factor	Tabulated value for k				
	Evaluates to	17,6	deg			
	Intermediate values					
	B / d			3,104		
	100 Ak / L / B			4,501		
	C		IMO units	0,434		
	T		s	8,376		
	OG, Centre of gravity above WL		m	1,51		
	X1		IMO units	0,879		
	X2		IMO units	0,869		
	k tabulated		IMO units	0,7		
	r		IMO units	1,011		
	s		IMO units	0,09		

A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	angle of vanishing stability	54	deg			
	shall not be less than (>=)	3,1513	m.deg	6,7409	Pass	113,91
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first downflooding angle	76,7	deg			
	angle of vanishing stability	54	deg			
	shall not be less than (>=)	5,1566	m.deg	10,24	Pass	98,57
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first downflooding angle	76,7	deg			
	angle of vanishing stability	54	deg			
	shall not be less than (>=)	1,7189	m.deg	3,4987	Pass	103,54
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
	in the range from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	90	deg			
	angle of max. GZ	30	deg	30		
	shall not be less than (>=)	0,2	m	0,372	Pass	86
	Intermediate values					
	angle at which this GZ occurs		deg	30		

A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
	shall not be less than (\geq)	25	deg	30	Pass	20
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
	spec. heel angle	0	deg			
	shall not be less than (\geq)	0,15	m	1,078	Pass	618,67
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass	
	Wind arm: $a P A (h - H) / (g \text{ disp.}) \cos^n(\phi)$					
	constant: $a =$	0,99966				
	wind pressure: $P =$	504	Pa			
	area centroid height (from zero point): $h =$	6	m			
	additional area: $A =$	50	m^2			
	$H =$ vert. centre of projected lat. u'water area	1,879	m			
	cosine power: $n =$	0				
	gust ratio	1,5				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	25,0 (-22,5)	deg	-22,5		
	Copy of IMO roll back angle MSC.267(85) from equilibrium (with steady heel arm)	17,6 (-15,1)	deg			
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	first downflooding angle	76,7	deg			
	angle of vanishing stability (with gust heel arm)	51,4	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	angle of max. GZ	30	deg	30		
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	

	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16	deg	2,5	Pass	84,41
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80	%	11,78	Pass	85,27
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100	%	155,97	Pass	55,97
	Intermediate values					
	Model windage area		m^2	62,767		
	Model windage area centroid height (from zero point)		m	4,552		
	Total windage area		m^2	112,77		
	Total windage area centroid height (from zero point)		m	5,194		
	Heel arm amplitude		m	0,047		
	Equilibrium angle with steady heel arm		deg	2,5		
	Equilibrium angle with gust heel arm		deg	3,8		
	Deck edge immersion angle		deg	21,2		
	Area1 (under GZ), from 3,8 to 50,0 deg.		m.deg	12,252		
	Area1 (under HA), from 3,8 to 50,0 deg.		m.deg	3,2497		
	Area1, from 3,8 to 50,0 deg.		m.deg	9,0025		
	Area2 (under GZ), from -22,5 to 3,8 deg.		m.deg	-3,9244		
	Area2 (under HA), from -22,5 to 3,8 deg.		m.deg	1,8476		
	Area2, from -22,5 to 3,8 deg.		m.deg	5,772		

Equilibrium Calculation - Remolcador_Proyecto

Stability 20.00.02.31, build: 31

Model file: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\Mi Proyecto\Cuaderno 5 - Situaciones de carga. Criterios de estabilidad buque intacto y después de averías\Remolcador_Proyecto (Medium precision, 71 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Loadcase - Condición 2

Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

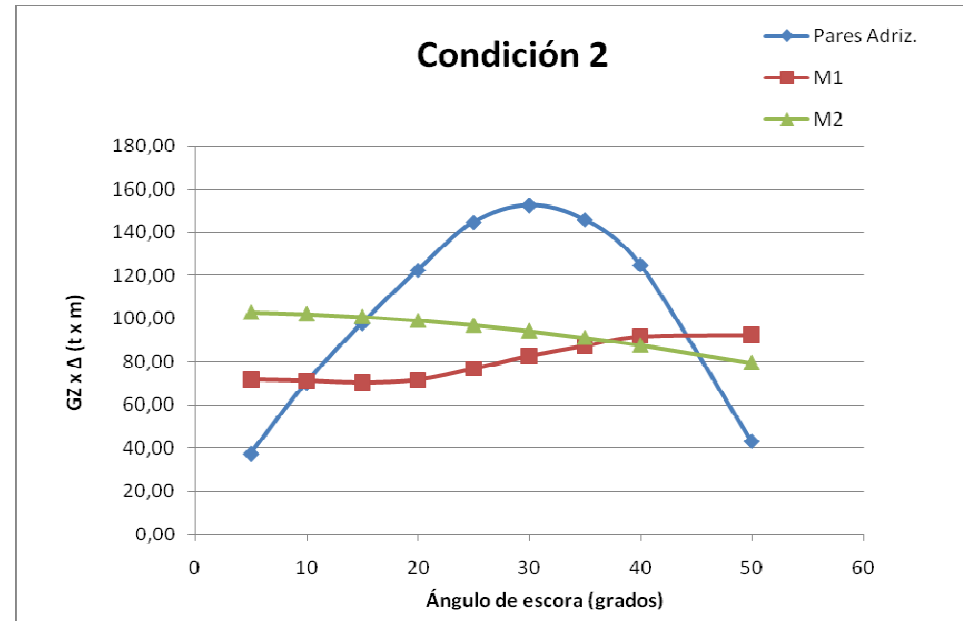
Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	320,890	320,890			10,610	0,000	4,810	0,000	User Specified
Gas-oil 1Br 2-10	0%	16,998	0,000	19,941	0,000	3,966	-3,563	2,900	0,000	User Specified
Gas-oil 1Er 2-10	0%	16,998	0,000	19,941	0,000	3,966	3,563	2,900	0,000	User Specified
Gas-oil 1Cr 3-10	0%	4,232	0,000	4,965	0,000	4,983	0,000	1,965	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Br 10-20	100%	6,681	6,681	7,838	7,838	7,497	-4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Er 10-20	100%	6,682	6,682	7,838	7,838	7,497	4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil 2Br 10-27	0%	7,823	0,000	9,178	0,000	13,465	-2,590	0,176	0,000	User Specified
Gas-oil 2Er 10-27	0%	7,823	0,000	9,178	0,000	13,465	2,590	0,176	0,000	User Specified
Gas-oil 2Cr 33-39	3,48%	55,513	1,932	65,126	2,266	17,341	0,000	0,306	99,786	IMO A.749(18)
Reboses Gas-oil	90%	5,024	4,522	5,894	5,305	6,177	0,000	1,912	0,000	User Specified
Aceite Twin Disc	10%	0,294	0,029	0,319	0,032	2,304	-1,428	3,033	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Br	10%	0,475	0,047	0,516	0,052	3,045	-2,288	2,955	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Er	10%	0,475	0,047	0,516	0,052	3,045	2,288	2,955	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Br	10%	0,478	0,048	0,520	0,052	4,423	-2,290	2,950	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Er	10%	0,478	0,048	0,520	0,052	4,423	2,290	2,950	0,000	User Specified
Aceite Lubricante 16-18	10%	2,122	0,212	2,307	0,231	7,301	0,000	1,124	0,000	User Specified
Lodos 18-21	90%	4,389	3,950	4,807	4,326	9,896	0,000	0,913	0,000	User Specified
Recoil 21-25	90%	8,301	7,471	9,092	8,183	11,527	0,000	0,800	0,000	User Specified
Agua dulce Br 28-32	10%	8,128	0,813	8,128	0,813	14,799	-4,312	1,061	0,000	User Specified
Agua dulce Er 28-32	10%	8,128	0,813	8,128	0,813	14,799	4,312	1,061	0,000	User Specified
Gas-oil 28-32	0%	30,081	0,000	35,290	0,000	14,642	0,000	-0,005	0,000	User Specified
Pique de popa	0%	7,074	0,000	6,901	0,000	0,811	0,000	3,173	0,000	User Specified
Agua de lastre 39-42	100%	17,586	17,586	17,157	17,157	20,158	0,000	2,239	0,000	User Specified
Pique de proa	100%	27,641	27,641	26,966	26,966	21,792	0,000	4,623	0,000	User Specified
Dispersante 25-27	10%	4,942	0,494	4,942	0,494	13,029	0,000	0,149	0,000	User Specified
Espumogeno Br 21-27	10%	5,688	0,569	5,688	0,569	11,996	-4,478	3,399	0,000	User Specified
Espumogeno Er 21-27	10%	5,688	0,569	5,688	0,569	11,996	4,478	3,399	0,000	User Specified
Aguas grises y negras	10%	4,790	0,479	4,790	0,479	8,884	0,000	0,682	0,000	User Specified
Tripulación	1	1,200	1,200			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Viveres	1	0,096	0,096			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Respetos y Pertrechos	1	7,000	7,000			11,440	0,000	5,500	0,000	User Specified
Total Loadcase			409,819	292,177	84,087	11,717	0,000	4,494	99,786	
FS correction								0,243		
VCG fluid								4,737		

Draft Amidships m	3,227
Displacement t	409,8
Heel deg	0,0
Draft at FP m	2,716
Draft at AP m	3,737
Draft at LCF m	3,312
Trim (+ve by stern) m	1,021
WL Length m	23,959
Beam max extents on WL m	10,008
Wetted Area m ²	272,101
Waterpl. Area m ²	211,028
Prismatic coeff. (Cp)	0,583
Block coeff. (Cb)	0,535
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,943
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,880
LCB from aft end of actual WL (+ve fwd) m	13,299
LCF from aft end of actual WL (+ve fwd) m	11,198
KB m	2,019
KG fluid m	4,737
BMt m	3,799
BML m	21,251
GMt corrected m	1,078
GML m	18,530
KMt m	5,814
KML m	23,249
Immersion (TPc) tonne/cm	2,163
MTc tonne.m	3,329
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	7,709
Max deck inclination deg	2,5627
Trim angle (+ve by stern) deg	2,5627

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = -0,577 m)		1,41
Deck Edge (freeboard pos = -0,577 m)		1,486
Puerta Puente Er	Downflooding point	7,937
Puerta Puente Br	Downflooding point	7,937
Chimenea Er	Downflooding point	9,37
Chimenea Br	Downflooding point	9,37

CRITERIO DE ESTABILIDAD DE REMOLCADORES

Condición 2	
Calado (m)	3,227
Desplazamiento (t)	409,800
Ángulo Sumergir Cubierta (p)	21,200
Velocidad lateral (m/s)	2,570
Altura Gancho sobre L.B. (m)	6,250
Altura Gancho Sobre Flotación (m)	3,023
Pos. long. Gancho (m)	8,700
Área Transversal Sumergida	54,270
C1	0,850
Pos. long. gancho / Lpp.	0,387
C4	0,400
T (TPF)	55,000
C5	1,000
C6	0,520



Ángulo Escora (q)	q/p	C2	C3	M1 (t*m)	M2 (t*m)	GZ	GZ*Desp.
5	0,24	1	0,5	71,90	103,17	0,092	37,70
10	0,47	1	0,5	71,36	102,41	0,172	70,49
15	0,71	1	0,5	70,47	101,16	0,239	97,94
20	0,94	1	0,55	71,75	99,41	0,299	122,53
25	1,18	1,05	0,61	76,85	97,19	0,353	144,66
30	1,42	1,1	0,69	82,84	94,51	0,372	152,45
35	1,65	1,15	0,75	87,53	91,40	0,356	145,89
40	1,89	1,2	0,81	91,96	87,86	0,305	124,99
50	2,36	1,3	0,82	92,74	79,67	0,106	43,44

Se observa que el ángulo de escora en la que se produce el equilibrio estático, es decir, el punto de intersección entre los pares adrizante y M1 o M2, es de valor inferior al ángulo de inundación de la cubierta. Por lo que se cumple es criterio de estabilidad para remolcadores.

Stability Calculation - Remolcador_Proyecto

Stability 20.00.02.31, build: 31

Model file: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\Mi Proyecto\Cuaderno 5 - Situaciones de carga. Criterios de estabilidad buque intacto y después de averías\Remolcador_Proyecto (Medium precision, 71 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Loadcase - Condición 3

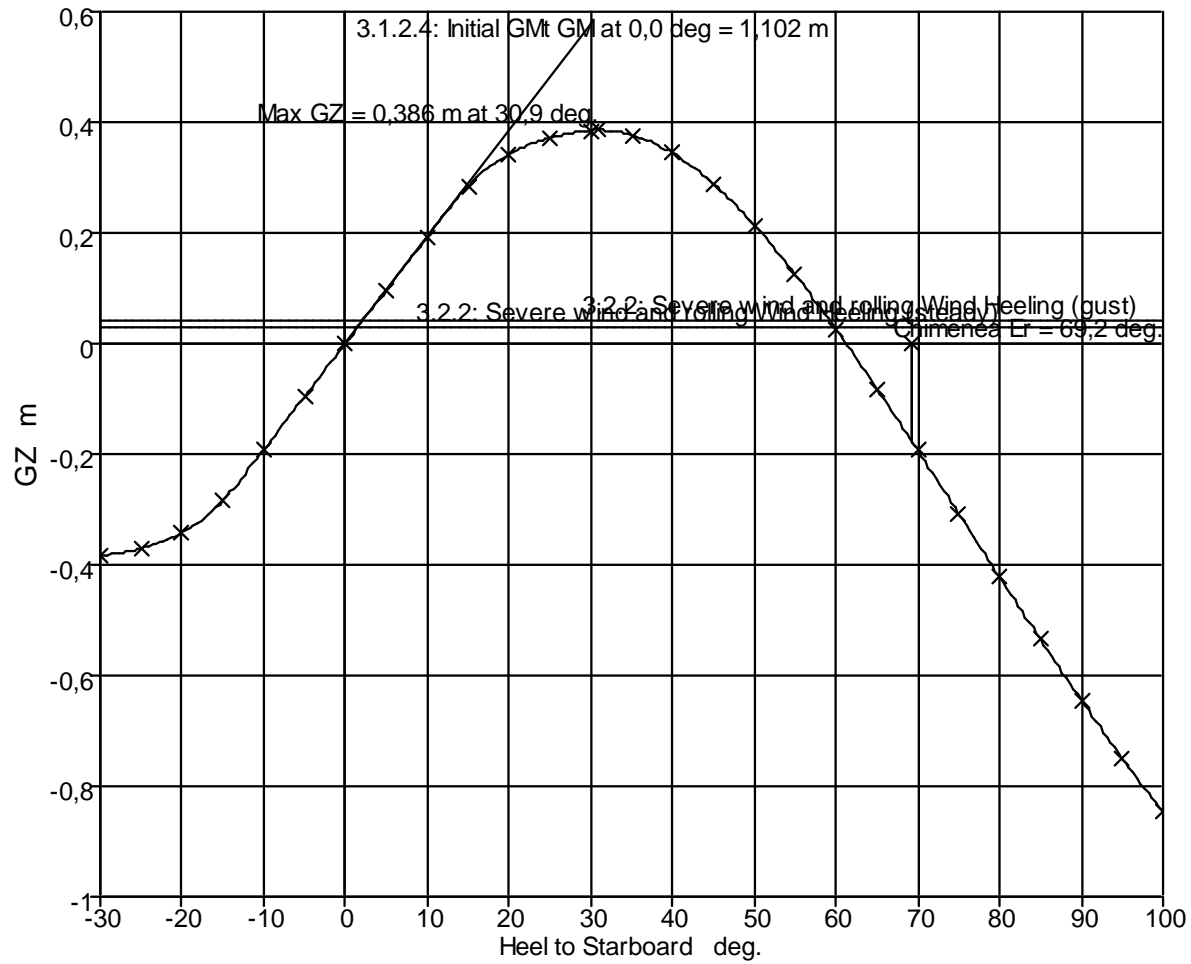
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	320,890	320,890			10,610	0,000	4,810	0,000	User Specified
Gas-oil 1Br 2-10	100%	16,998	16,998	19,941	19,941	3,106	-3,700	4,142	0,000	User Specified
Gas-oil 1Er 2-10	100%	16,998	16,998	19,941	19,941	3,106	3,700	4,142	0,000	User Specified
Gas-oil 1Cr 3-10	100%	4,232	4,232	4,965	4,965	4,256	0,000	2,609	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Br 10-20	100%	6,681	6,681	7,838	7,838	7,497	-4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Er 10-20	100%	6,682	6,682	7,838	7,838	7,497	4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil 2Br 10-27	100%	7,823	7,823	9,178	9,178	10,731	-3,273	1,003	0,000	User Specified
Gas-oil 2Er 10-27	100%	7,823	7,823	9,178	9,178	10,731	3,273	1,003	0,000	User Specified
Gas-oil 2Cr 33-39	96%	55,513	53,293	65,126	62,521	17,870	0,000	1,846	99,786	IMO A.749(18)
Reboses Gas-oil	0%	5,024	0,000	5,894	0,000	6,989	0,000	1,144	0,000	User Specified
Aceite Twin Disc	100%	0,294	0,294	0,319	0,319	2,264	-1,437	3,445	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Br	100%	0,475	0,475	0,516	0,516	3,022	-2,290	3,403	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Er	100%	0,475	0,475	0,516	0,516	3,022	2,290	3,403	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Br	100%	0,478	0,478	0,520	0,520	4,423	-2,290	3,400	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Er	100%	0,478	0,478	0,520	0,520	4,423	2,290	3,400	0,000	User Specified
Aceite Lubricante 16-18	100%	2,122	2,122	2,307	2,307	7,255	0,000	1,747	0,000	User Specified
Lodos 18-21	0%	4,389	0,000	4,807	0,000	10,493	0,000	0,293	0,000	User Specified
Recoil 21-25	100%	8,301	8,301	9,092	9,092	11,525	0,000	0,867	0,000	User Specified
Agua dulce Br 28-32	100%	8,128	8,128	8,128	8,128	14,850	-4,419	3,579	0,000	User Specified
Agua dulce Er 28-32	100%	8,128	8,128	8,128	8,128	14,850	4,419	3,579	0,000	User Specified
Gas-oil 28-32	100%	30,081	30,081	35,290	35,290	14,874	0,000	1,699	0,000	User Specified
Pique de popa	0%	7,074	0,000	6,901	0,000	0,811	0,000	3,173	0,000	User Specified
Agua de lastre 39-42	0%	17,586	0,000	17,157	0,000	19,509	0,000	0,555	0,000	User Specified
Pique de proa	100%	27,641	27,641	26,966	26,966	21,792	0,000	4,623	0,000	User Specified
Dispersante 25-27	100%	4,942	4,942	4,942	4,942	13,003	0,000	0,810	0,000	User Specified
Espumogeno Br 21-27	100%	5,688	5,688	5,688	5,688	12,017	-4,478	4,293	0,000	User Specified
Espumogeno Er 21-27	100%	5,688	5,688	5,688	5,688	12,017	4,478	4,293	0,000	User Specified
Aguas grises y negras	0%	4,790	0,000	4,790	0,000	9,240	0,000	0,504	0,000	User Specified
Tripulación	1	1,200	1,200			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Viveres	1	0,960	0,960			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Respetos y Pertrechos	1	7,000	7,000			11,440	0,000	5,500	0,000	User Specified
Total Loadcase			553,499	292,177	250,021	11,703	-0,001	4,025	99,786	
FS correction								0,180		
VCG fluid								4,205		



Stability

- GZ
- Chimenea Er = 69,2 deg.
- 3.1.2.4: Initial GMt GM at 0,0 deg = 1,102 m
- 3.2.2: Severe wind and rolling Wind Heeling (steady)
- 3.2.2: Severe wind and rolling Wind Heeling (gust)
- Max GZ = 0,386 m at 30,9 deg.

	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35
GZ m	-0,384	-0,37	-0,342	-0,284	-0,192	-0,096	0,001	0,097	0,193	0,285	0,343	0,371	0,385	0,377
Area under GZ curve from zero heel m.deg	7,4046	5,5171	3,7296	2,1511	0,955	0,2377	0,0007	0,2453	0,9702	2,1735	3,7594	5,553	7,4511	9,3675
Displacement t	553,5	553,5	553,5	553,5	553,5	553,5	553,5	553,5	553,5	553,5	553,5	553,5	553,5	553,5
Draft at FP m	4,051	4,003	3,959	3,92	3,895	3,887	3,885	3,887	3,896	3,92	3,959	4,003	4,051	4,119
Draft at AP m	3,941	3,916	3,921	3,961	4,004	4,02	4,024	4,02	4,004	3,96	3,921	3,916	3,941	3,993
WL Length m	25,704	25,679	25,487	25,312	25,141	24,96	24,82	24,96	25,141	25,312	25,487	25,679	25,705	25,769
Beam max extents on WL m	10,256	10,7	10,487	10,249	10,161	10,046	10,008	10,046	10,161	10,249	10,488	10,7	10,255	9,59
Wetted Area m^2	326,863	320,658	313,799	304,398	306,604	307,832	308,095	307,832	306,602	304,391	313,798	320,655	326,855	332,982
Waterpl. Area m^2	173,296	183,436	195,377	213,221	216,024	216,571	216,512	216,571	216,021	213,217	195,377	183,435	173,295	162,436
Prismatic coeff. (Cp)	0,58	0,578	0,585	0,589	0,592	0,596	0,599	0,596	0,592	0,589	0,585	0,578	0,58	0,579
Block coeff. (Cb)	0,397	0,398	0,43	0,467	0,502	0,541	0,552	0,541	0,502	0,467	0,43	0,398	0,397	0,406
LCB from aft end of actual WL (+ve fwd) m	14,42	14,419	14,247	14,087	13,925	13,746	13,607	13,746	13,925	14,087	14,247	14,419	14,42	14,449
LCF from aft end of actual WL (+ve fwd) m	14,03	13,659	13,025	12,348	11,95	11,651	11,48	11,651	11,95	12,348	13,025	13,659	14,03	14,322
Max deck inclination deg	30,0009	25,0007	20,0002	15,0003	10,0036	5,011	0,3476	5,011	10,0035	15,0003	20,0002	25,0007	30,0009	35,0008
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,2753	-0,2197	-0,0963	0,1029	0,2729	0,3328	0,3476	0,3329	0,2714	0,1011	-0,0961	-0,2196	-0,277	-0,3166

	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
GZ m	0,344	0,289	0,214	0,125	0,026	-0,081	-0,193	-0,307	-0,422	-0,535	-0,645	-0,749	-0,848
Area under GZ curve from zero heel m.deg	11,1805	12,7716	14,0362	14,8904	15,2713	15,1343	14,4493	13,199	11,3765	8,9844	6,0348	2,5472	-1,4476
Displacement t	553,5	553,5	553,5	553,5	553,5	553,5	553,5	553,5	553,5	553,5	553,5	553,5	553,5
Draft at FP m	4,211	4,331	4,482	4,674	4,927	5,275	5,795	6,654	8,368	13,499	n/a	6,993	1,862
Draft at AP m	4,068	4,167	4,29	4,446	4,649	4,926	5,329	5,982	7,263	11,051	n/a	3,931	0,143
WL Length m	25,818	25,882	25,944	26,055	26,19	26,279	26,349	26,331	26,267	26,173	25,993	25,755	25,49
Beam max extents on WL m	8,973	8,413	7,926	7,514	7,174	6,901	6,689	6,537	6,428	6,37	6,362	6,402	6,492
Wetted Area m^2	338,154	342,111	345,224	347,739	349,876	351,645	353,176	354,579	355,913	357,234	358,564	359,841	361,104
Waterpl. Area m^2	152,014	142,544	134,412	127,634	122,148	117,671	114,091	111,368	109,433	108,233	107,704	107,953	109,016
Prismatic coeff. (Cp)	0,58	0,58	0,581	0,581	0,58	0,58	0,581	0,583	0,586	0,59	0,595	0,602	0,609
Block coeff. (Cb)	0,418	0,432	0,447	0,461	0,475	0,49	0,505	0,52	0,537	0,553	0,568	0,551	0,533
LCB from aft end of actual WL (+ve fwd) m	14,45	14,45	14,421	14,422	14,422	14,422	14,423	14,423	14,423	14,424	14,424	14,425	14,425
LCF from aft end of actual WL (+ve fwd) m	14,518	14,662	14,749	14,839	14,911	14,955	14,976	14,981	14,974	14,958	14,928	14,895	14,862
Max deck inclination deg	40,0008	45,0007	50,0007	55,0007	60,0006	65,0006	70,0005	75,0004	80,0004	85,0002	90	94,9997	99,9991
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,3598	-0,4118	-0,4806	-0,5715	-0,6965	-0,8783	-1,1693	-1,6867	-2,7735	-6,1276	-90	-7,6472	-4,3083

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = 5,915 m)		13,7	n/a
Deck Edge (immersion pos = 6,716 m)		14,5	n/a
Puerta Puente Er	Downflooding point	72,2	0
Puerta Puente Br	Downflooding point	96,3	0
Chimenea Er	Downflooding point	69,2	0
Chimenea Br	Downflooding point	Not immersed in positive range	0

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	Copy of IMO roll back angle MSC.267(85)	17,7	deg			
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	7,4511	Pass	+136,45
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	11,1805	Pass	+116,82
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	3,7294	Pass	+116,97
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	0,386	Pass	+93,00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	30,9	Pass	+23,64
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	1,102	Pass	+634,67
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	1,4	Pass	+91,26
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80,00	%	9,61	Pass	+87,99
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,00	%	198,81	Pass	+98,81

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	Copy of IMO roll back angle MSC.267(85)					
	L, Stability calculated	24,82	m			
	B, Stability calculated	10,015	m			
	d, Stability calculated	3,955	m			
	GMf, Stability calculated	1,102	m			
	VCG, Stability calculated	4,205	m			
	CB, Stability calculated	0,552				
	Ak, keel area, user spec.	10,8	m^2			
	Method for k factor	Tabulated value for k				
	Evaluates to	17,7	deg			
	Intermediate values					
	B / d			2,533		
	100 Ak / L / B			4,345		
	C		IMO units	0,421		
	T		s	8,024		
	OG, Centre of gravity above WL		m	0,25		
	X1		IMO units	0,973		
	X2		IMO units	0,892		
	k tabulated		IMO units	0,7		
	r		IMO units	0,768		
	s		IMO units	0,093		

A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	angle of vanishing stability	61,2	deg			
	shall not be less than (>=)	3,1513	m.deg	7,4511	Pass	136,45
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first downflooding angle	69,2	deg			
	angle of vanishing stability	61,2	deg			
	shall not be less than (>=)	5,1566	m.deg	11,181	Pass	116,82
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first downflooding angle	69,2	deg			
	angle of vanishing stability	61,2	deg			
	shall not be less than (>=)	1,7189	m.deg	3,7294	Pass	116,97
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
	in the range from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	90	deg			
	angle of max. GZ	30,9	deg	30,9		
	shall not be less than (>=)	0,2	m	0,386	Pass	93
	Intermediate values					
	angle at which this GZ occurs		deg	30,9		

A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
	shall not be less than (\geq)	25	deg	30,9	Pass	23,64
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
	spec. heel angle	0	deg			
	shall not be less than (\geq)	0,15	m	1,102	Pass	634,67
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass	
	Wind arm: $a P A (h - H) / (g \text{ disp.}) \cos^n(\phi)$					
	constant: $a =$	0,99966				
	wind pressure: $P =$	504	Pa			
	area centroid height (from zero point): $h =$	6	m			
	additional area: $A =$	50	m^2			
	$H =$ vert. centre of projected lat. u'water area	2,341	m			
	cosine power: $n =$	0				
	gust ratio	1,5				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	25,0 (-23,6)	deg	-23,6		
	Copy of IMO roll back angle MSC.267(85) from equilibrium (with steady heel arm)	17,7 (-16,3)	deg			
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	first downflooding angle	69,2	deg			
	angle of vanishing stability (with gust heel arm)	59,2	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	angle of max. GZ	30,9	deg	30,9		
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	

	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16	deg	1,4	Pass	91,26
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80	%	9,61	Pass	87,99
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100	%	198,81	Pass	98,81
	Intermediate values					
	Model windage area		m^2	45,265		
	Model windage area centroid height (from zero point)		m	4,921		
	Total windage area		m^2	95,265		
	Total windage area centroid height (from zero point)		m	5,487		
	Heel arm amplitude		m	0,028		
	Equilibrium angle with steady heel arm		deg	1,4		
	Equilibrium angle with gust heel arm		deg	2,1		
	Deck edge immersion angle		deg	14,5		
	Area1 (under GZ), from 2,1 to 50,0 deg.		m.deg	13,991		
	Area1 (under HA), from 2,1 to 50,0 deg.		m.deg	1,9984		
	Area1, from 2,1 to 50,0 deg.		m.deg	11,993		
	Area2 (under GZ), from -23,6 to 2,1 deg.		m.deg	-4,9589		
	Area2 (under HA), from -23,6 to 2,1 deg.		m.deg	1,0734		
	Area2, from -23,6 to 2,1 deg.		m.deg	6,0323		

Equilibrium Calculation - Remolcador_Proyecto

Stability 20.00.02.31, build: 31

Model file: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\Mi Proyecto\Cuaderno 5 - Situaciones de carga. Criterios de estabilidad buque intacto y después de averías\Remolcador_Proyecto (Medium precision, 71 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Loadcase - Condición 3

Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

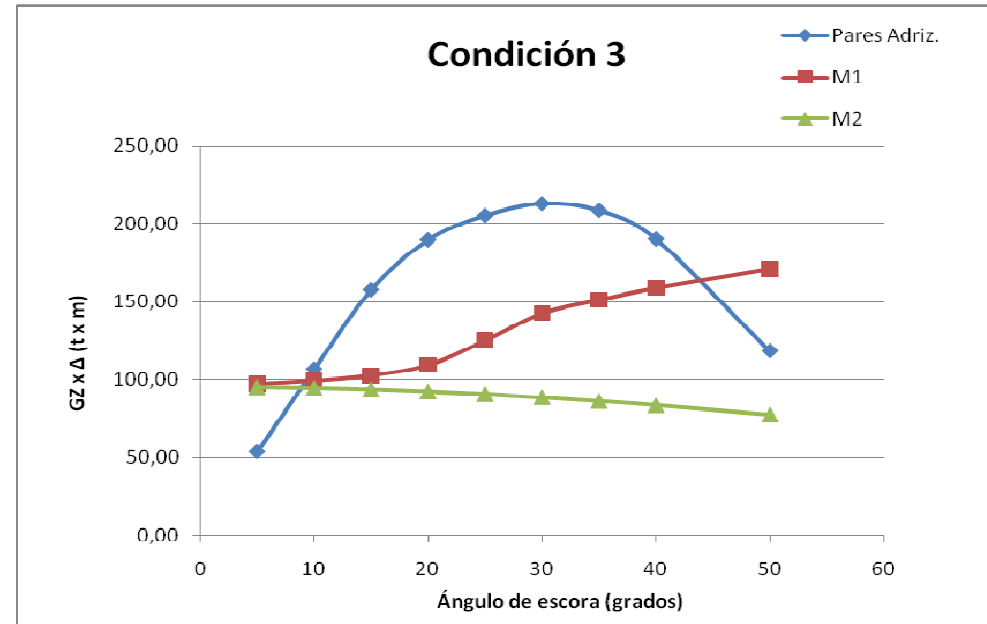
Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	320,890	320,890			10,610	0,000	4,810	0,000	User Specified
Gas-oil 1Br 2-10	100%	16,998	16,998	19,941	19,941	3,106	-3,700	4,142	0,000	User Specified
Gas-oil 1Er 2-10	100%	16,998	16,998	19,941	19,941	3,106	3,700	4,142	0,000	User Specified
Gas-oil 1Cr 3-10	100%	4,232	4,232	4,965	4,965	4,256	0,000	2,609	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Br 10-20	100%	6,681	6,681	7,838	7,838	7,497	-4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Er 10-20	100%	6,682	6,682	7,838	7,838	7,497	4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil 2Br 10-27	100%	7,823	7,823	9,178	9,178	10,731	-3,273	1,003	0,000	User Specified
Gas-oil 2Er 10-27	100%	7,823	7,823	9,178	9,178	10,731	3,273	1,003	0,000	User Specified
Gas-oil 2Cr 33-39	96%	55,513	53,293	65,126	62,521	17,870	0,000	1,846	99,786	IMO A.749(18)
Reboses Gas-oil	0%	5,024	0,000	5,894	0,000	6,989	0,000	1,144	0,000	User Specified
Aceite Twin Disc	100%	0,294	0,294	0,319	0,319	2,264	-1,437	3,445	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Br	100%	0,475	0,475	0,516	0,516	3,022	-2,290	3,403	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Er	100%	0,475	0,475	0,516	0,516	3,022	2,290	3,403	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Br	100%	0,478	0,478	0,520	0,520	4,423	-2,290	3,400	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Er	100%	0,478	0,478	0,520	0,520	4,423	2,290	3,400	0,000	User Specified
Aceite Lubricante 16-18	100%	2,122	2,122	2,307	2,307	7,255	0,000	1,747	0,000	User Specified
Lodos 18-21	0%	4,389	0,000	4,807	0,000	10,493	0,000	0,293	0,000	User Specified
Recoil 21-25	100%	8,301	8,301	9,092	9,092	11,525	0,000	0,867	0,000	User Specified
Agua dulce Br 28-32	100%	8,128	8,128	8,128	8,128	14,850	-4,419	3,579	0,000	User Specified
Agua dulce Er 28-32	100%	8,128	8,128	8,128	8,128	14,850	4,419	3,579	0,000	User Specified
Gas-oil 28-32	100%	30,081	30,081	35,290	35,290	14,874	0,000	1,699	0,000	User Specified
Pique de popa	0%	7,074	0,000	6,901	0,000	0,811	0,000	3,173	0,000	User Specified
Agua de lastre 39-42	0%	17,586	0,000	17,157	0,000	19,509	0,000	0,555	0,000	User Specified
Pique de proa	100%	27,641	27,641	26,966	26,966	21,792	0,000	4,623	0,000	User Specified
Dispersante 25-27	100%	4,942	4,942	4,942	4,942	13,003	0,000	0,810	0,000	User Specified
Espumogeno Br 21-27	100%	5,688	5,688	5,688	5,688	12,017	-4,478	4,293	0,000	User Specified
Espumogeno Er 21-27	100%	5,688	5,688	5,688	5,688	12,017	4,478	4,293	0,000	User Specified
Aguas grises y negras	0%	4,790	0,000	4,790	0,000	9,240	0,000	0,504	0,000	User Specified
Tripulación	1	1,200	1,200			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Viveres	1	0,960	0,960			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Respetos y Pertrechos	1	7,000	7,000			11,440	0,000	5,500	0,000	User Specified
Total Loadcase			553,499	292,177	250,021	11,703	-0,001	4,025	99,786	
FS correction								0,180		
VCG fluid								4,205		

Draft Amidships m	3,954
Displacement t	553,5
Heel deg	0,0
Draft at FP m	3,885
Draft at AP m	4,024
Draft at LCF m	3,966
Trim (+ve by stern) m	0,140
WL Length m	24,821
Beam max extents on WL m	10,008
Wetted Area m ²	308,096
Waterpl. Area m ²	216,515
Prismatic coeff. (Cp)	0,599
Block coeff. (Cb)	0,552
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,934
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,872
LCB from aft end of actual WL (+ve fwd) m	13,607
LCF from aft end of actual WL (+ve fwd) m	11,480
KB m	2,424
KG fluid m	4,205
BMt m	2,884
BML m	17,024
GMt corrected m	1,102
GML m	15,242
KMt m	5,307
KML m	19,447
Immersion (TPc) tonne/cm	2,219
MTc tonne.m	3,699
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	10,649
Max deck inclination deg	0,3508
Trim angle (+ve by stern) deg	0,3508

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = -0,577 m)		1,146
Deck Edge (freeboard pos = -0,577 m)		1,222
Puerta Puente Er	Downflooding point	7,112
Puerta Puente Br	Downflooding point	7,112
Chimenea Er	Downflooding point	8,646
Chimenea Br	Downflooding point	8,646

CRITERIO DE ESTABILIDAD DE REMOLCADORES

Condición 3	
Calado (m)	3,954
Desplazamiento (t)	553,500
Ángulo Sumergir Cubierta (p)	14,500
Velocidad lateral (m/s)	2,570
Altura Gancho sobre L.B. (m)	6,250
Altura Gancho Sobre Flotación (m)	2,296
Pos. long. Gancho (m)	8,700
Área Transversal Sumergida	80,200
C1	0,850
Pos. long. gancho / Lpp.	0,387
C4	0,400
T (TPF)	55,000
C5	1,000
C6	0,520



Ángulo Escora (q)	q/p	C2	C3	M1 (t*m)	M2 (t*m)	GZ	GZ*Desp.
5	0,34	1	0,5	97,96	95,55	0,097	53,69
10	0,69	1	0,5	97,36	94,98	0,193	106,83
15	1,03	1	0,58	103,63	94,02	0,285	157,75
20	1,38	1,1	0,66	114,99	92,70	0,343	189,85
25	1,72	1,1	0,74	126,52	91,01	0,371	205,35
30	2,07	1,2	0,82	144,19	88,98	0,385	213,10
35	2,41	1,3	0,82	147,11	86,61	0,377	208,67
40	2,76	1,4	0,82	160,84	83,93	0,344	190,40
50	3,45	1,6	0,82	173,42	77,70	0,214	118,45

Se observa que el ángulo de escora en la que se produce el equilibrio estático, es decir, el punto de intersección entre los pares adrizante y M1 o M2, es de valor inferior al ángulo de inundación de la cubierta. Por lo que se cumple es criterio de estabilidad para remolcadores.

Stability Calculation - Remolcador_Proyecto

Stability 20.00.02.31, build: 31

Model file: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\Mi Proyecto\Cuaderno 5 - Situaciones de carga. Criterios de estabilidad buque intacto y después de averías\Remolcador_Proyecto (Medium precision, 71 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp.‰: 0,01000(0,100); Trim‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Loadcase - Condición 4

Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	320,890	320,890			10,610	0,000	4,810	0,000	User Specified
Gas-oil 1Br 2-10	0%	16,998	0,000	19,941	0,000	3,966	-3,563	2,900	0,000	User Specified
Gas-oil 1Er 2-10	0%	16,998	0,000	19,941	0,000	3,966	3,563	2,900	0,000	User Specified
Gas-oil 1Cr 3-10	0%	4,232	0,000	4,965	0,000	4,983	0,000	1,965	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Br 10-20	100%	6,681	6,681	7,838	7,838	7,497	-4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Er 10-20	100%	6,682	6,682	7,838	7,838	7,497	4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil 2Br 10-27	0%	7,823	0,000	9,178	0,000	13,465	-2,590	0,176	0,000	User Specified
Gas-oil 2Er 10-27	0%	7,823	0,000	9,178	0,000	13,465	2,590	0,176	0,000	User Specified
Gas-oil 2Cr 33-39	3,48%	55,513	1,932	65,126	2,266	17,341	0,000	0,306	99,786	IMO A.749(18)
Reboses Gas-oil	90,01%	5,024	4,522	5,894	5,305	6,177	0,000	1,912	0,000	User Specified
Aceite Twin Disc	10%	0,294	0,029	0,319	0,032	2,304	-1,428	3,033	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Br	10%	0,475	0,047	0,516	0,052	3,045	-2,288	2,955	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Er	10%	0,475	0,047	0,516	0,052	3,045	2,288	2,955	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Br	10%	0,478	0,048	0,520	0,052	4,423	-2,290	2,950	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Er	10%	0,478	0,048	0,520	0,052	4,423	2,290	2,950	0,000	User Specified
Aceite Lubricante 16-18	10%	2,122	0,212	2,307	0,231	7,301	0,000	1,124	0,000	User Specified
Lodos 18-21	90%	4,389	3,950	4,807	4,326	9,896	0,000	0,913	0,000	User Specified
Recoil 21-25	100%	8,301	8,301	9,092	9,092	11,525	0,000	0,867	0,000	User Specified
Agua dulce Br 28-32	10%	8,128	0,813	8,128	0,813	14,799	-4,312	1,061	0,000	User Specified
Agua dulce Er 28-32	10%	8,128	0,813	8,128	0,813	14,799	4,312	1,061	0,000	User Specified
Gas-oil 28-32	0%	30,081	0,000	35,290	0,000	14,642	0,000	-0,005	0,000	User Specified
Pique de popa	0%	7,074	0,000	6,901	0,000	0,811	0,000	3,173	0,000	User Specified
Agua de lastre 39-42	100%	17,586	17,586	17,157	17,157	20,158	0,000	2,239	0,000	User Specified
Pique de proa	100%	27,641	27,641	26,966	26,966	21,792	0,000	4,623	0,000	User Specified
Dispersante 25-27	10%	4,942	0,494	4,942	0,494	13,029	0,000	0,149	0,000	User Specified
Espumogeno Br 21-27	10%	5,688	0,569	5,688	0,569	11,996	-4,478	3,399	0,000	User Specified
Espumogeno Er 21-27	10%	5,688	0,569	5,688	0,569	11,996	4,478	3,399	0,000	User Specified
Aguas grises y negras	90%	4,790	4,311	4,790	4,311	8,469	0,000	1,083	0,000	User Specified
Tripulación	1	1,200	1,200			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Viveres	1	0,096	0,096			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Respetos y Pertrechos	1	7,000	7,000			11,440	0,000	5,500	0,000	User Specified
Total Loadcase			414,482	292,177	88,829	11,686	0,000	4,456	99,786	
FS correction								0,241		
VCG fluid								4,697		

	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35
GZ m	-0,386	-0,366	-0,311	-0,247	-0,177	-0,094	0	0,094	0,177	0,247	0,311	0,366	0,386	0,372
Area under GZ curve from zero heel m.deg	6,9731	5,0826	3,3808	1,9857	0,9205	0,2372	0,0001	0,2382	0,9223	1,988	3,3839	5,0853	6,9817	8,8899
Displacement t	414,5	414,5	414,5	414,5	414,5	414,5	414,5	414,5	414,5	414,5	414,5	414,5	414,5	414,5
Draft at FP m	3,018	2,955	2,881	2,813	2,764	2,74	2,735	2,74	2,765	2,814	2,881	2,954	3,017	3,059
Draft at AP m	3,197	3,345	3,5	3,627	3,711	3,752	3,76	3,752	3,711	3,626	3,499	3,345	3,198	3,056
WL Length m	24,875	24,734	24,611	24,48	24,321	24,145	23,995	24,145	24,321	24,48	24,611	24,734	24,875	25,017
Beam max extents on WL m	10,646	10,646	10,503	10,297	10,143	10,043	10,008	10,043	10,143	10,297	10,503	10,646	10,646	10,414
Wetted Area m^2	267,722	263,48	260,586	263,486	267,739	272,266	273,339	272,263	267,724	263,476	260,581	263,483	267,737	270,675
Waterpl. Area m^2	176,842	189,251	199,515	201,693	205,468	210,068	211,378	210,062	205,449	201,68	199,508	189,251	176,839	165,949
Prismatic coeff. (Cp)	0,579	0,579	0,577	0,576	0,578	0,581	0,584	0,581	0,578	0,576	0,577	0,579	0,579	0,575
Block coeff. (Cb)	0,348	0,366	0,393	0,429	0,471	0,519	0,536	0,519	0,471	0,429	0,393	0,366	0,348	0,341
LCB from aft end of actual WL (+ve fwd) m	14,095	13,983	13,88	13,762	13,614	13,444	13,295	13,444	13,615	13,762	13,881	13,983	14,095	14,21
LCF from aft end of actual WL (+ve fwd) m	13,618	13,146	12,66	12,315	11,892	11,446	11,211	11,446	11,893	12,315	12,66	13,146	13,619	14,037
Max deck inclination deg	30,0023	25,0148	20,0511	15,1264	10,2679	5,6029	2,5742	5,6018	10,2669	15,1259	20,051	25,0148	30,0023	35
Trim angle (+ve by stern) deg	0,4485	0,9799	1,5548	2,0437	2,378	2,5413	2,5742	2,5388	2,3738	2,0401	1,5525	0,9815	0,454	-0,0072

	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
GZ m	0,323	0,24	0,129	-0,002	-0,146	-0,3	-0,459	-0,62	-0,779	-0,935	-1,085	-1,226	-1,358
Area under GZ curve from zero heel m.deg	10,6424	12,0627	12,9941	13,3198	12,9552	11,8427	9,9462	7,2489	3,7499	-0,5379	-5,5896	-11,372	-17,836
Displacement t	414,5	414,5	414,5	414,5	414,5	414,5	414,5	414,5	414,5	414,5	414,5	414,5	414,5
Draft at FP m	3,077	3,084	3,084	3,077	3,064	3,041	2,996	2,909	2,72	2,13	n/a	-4,595	-3,976
Draft at AP m	2,91	2,751	2,566	2,342	2,059	1,68	1,137	0,263	-1,44	-6,465	n/a	-13,371	-8,381
WL Length m	25,157	25,283	25,36	25,417	25,483	25,55	25,71	25,985	26,185	26,282	26,345	26,32	26,259
Beam max extents on WL m	9,508	8,768	8,167	7,685	7,301	6,998	6,768	6,602	6,492	6,426	6,386	6,394	6,452
Wetted Area m^2	273,101	275,243	277,146	278,899	280,445	281,956	283,345	284,746	286,176	287,417	288,564	289,801	291,01
Waterpl. Area m^2	154,843	144,875	136,387	129,344	123,528	118,946	115,376	112,855	111,291	110,344	109,844	110,055	110,922
Prismatic coeff. (Cp)	0,575	0,571	0,569	0,569	0,569	0,569	0,567	0,562	0,56	0,56	0,561	0,563	0,567
Block coeff. (Cb)	0,36	0,38	0,401	0,42	0,439	0,458	0,474	0,487	0,501	0,516	0,53	0,506	0,482
LCB from aft end of actual WL (+ve fwd) m	14,328	14,431	14,476	14,49	14,503	14,485	14,493	14,499	14,503	14,504	14,503	14,496	14,493
LCF from aft end of actual WL (+ve fwd) m	14,371	14,622	14,771	14,866	14,942	14,982	15,035	15,086	15,138	15,17	15,177	15,172	15,149
Max deck inclination deg	40,0011	45,0031	50,0051	55,0069	60,008	65,0085	70,0081	75,0069	80,0051	85,0027	90	94,9972	99,9943
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,419	-0,8373	-1,301	-1,8466	-2,5227	-3,4133	-4,6604	-6,6173	-10,337	-20,648	-90	-21,045	-10,93

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = 2,251 m)		19,7	n/a
Deck Edge (immersion pos = 2,927 m)		20,7	n/a
Puerta Puente Er	Downflooding point	80,7	0
Puerta Puente Br	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
Chimenea Er	Downflooding point	76,4	0
Chimenea Br	Downflooding point	Not immersed in positive range	0

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	Copy of IMO roll back angle MSC.267(85)	17,7	deg			
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	6,9817	Pass	+121,55
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	10,6424	Pass	+106,38
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	3,6607	Pass	+112,97
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	0,386	Pass	+93,00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	30,5	Pass	+21,82
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	1,098	Pass	+632,00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	2,4	Pass	+84,98
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80,00	%	11,60	Pass	+85,50
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,00	%	163,34	Pass	+63,34

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	Copy of IMO roll back angle MSC.267(85)					
	L, Stability calculated	23,995	m			
	B, Stability calculated	10,015	m			
	d, Stability calculated	3,248	m			
	GMf, Stability calculated	1,098	m			
	VCG, Stability calculated	4,697	m			
	CB, Stability calculated	0,536				
	Ak, keel area, user spec.	10,8	m^2			
	Method for k factor	Tabulated value for k				
	Evaluates to	17,7	deg			
	Intermediate values					
	B / d			3,084		
	100 Ak / L / B			4,494		
	C		IMO units	0,434		
	T		s	8,287		
	OG, Centre of gravity above WL		m	1,45		

	X1		IMO units	0,883		
	X2		IMO units	0,871		
	k tabulated		IMO units	0,7		
	r		IMO units	0,998		
	s		IMO units	0,091		
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	angle of vanishing stability	54,9	deg			
	shall not be less than (>=)	3,1513	m.deg	6,9817	Pass	121,55
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first downflooding angle	76,4	deg			
	angle of vanishing stability	54,9	deg			
	shall not be less than (>=)	5,1566	m.deg	10,642	Pass	106,38
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first downflooding angle	76,4	deg			
	angle of vanishing stability	54,9	deg			
	shall not be less than (>=)	1,7189	m.deg	3,6607	Pass	112,97
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	

	in the range from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	90	deg			
	angle of max. GZ	30,5	deg	30,5		
	shall not be less than (>=)	0,2	m	0,386	Pass	93
	Intermediate values					
	angle at which this GZ occurs		deg	30,5		
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
	shall not be less than (>=)	25	deg	30,5	Pass	21,82
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
	spec. heel angle	0	deg			
	shall not be less than (>=)	0,15	m	1,098	Pass	632
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass	
	Wind arm: $a P A (h - H) / (g \text{ disp.}) \cos^n(\phi)$					
	constant: a =	0,99966				
	wind pressure: P =	504	Pa			
	area centroid height (from zero point): h =	6	m			
	additional area: A =	50	m ²			
	H = vert. centre of projected lat. u'water area	1,892	m			
	cosine power: n =	0				
	gust ratio	1,5				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	25,0 (-22,6)	deg	-22,6		
	Copy of IMO roll back angle MSC.267(85) from equilibrium (with steady heel arm)	17,7 (-15,3)	deg			

	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	first downflooding angle	76,4	deg			
	angle of vanishing stability (with gust heel arm)	52,4	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	angle of max. GZ	30,5	deg	30,5		
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16	deg	2,4	Pass	84,98
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80	%	11,6	Pass	85,5
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100	%	163,34	Pass	63,34
	Intermediate values					
	Model windage area		m^2	62,298		
	Model windage area centroid height (from zero point)		m	4,562		
	Total windage area		m^2	112,3		
	Total windage area centroid height (from zero point)		m	5,202		
	Heel arm amplitude		m	0,046		
	Equilibrium angle with steady heel arm		deg	2,4		
	Equilibrium angle with gust heel arm		deg	3,6		
	Deck edge immersion angle		deg	20,7		
	Area1 (under GZ), from 3,6 to 50,0 deg.		m.deg	12,868		
	Area1 (under HA), from 3,6 to 50,0 deg.		m.deg	3,2048		
	Area1, from 3,6 to 50,0 deg.		m.deg	9,663		
	Area2 (under GZ), from -22,6 to 3,6 deg.		m.deg	-4,103		
	Area2 (under HA), from -22,6 to 3,6 deg.		m.deg	1,8127		

	Area2, from -22,6 to 3,6 deg.		m.deg	5,9157		
--	-------------------------------	--	-------	--------	--	--

Equilibrium Calculation - Remolcador_Proyecto

Stability 20.00.02.31, build: 31

Model file: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\Mi Proyecto\Cuaderno 5 - Situaciones de carga. Criterios de estabilidad buque intacto y después de averías\Remolcador_Proyecto (Medium precision, 71 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Loadcase - Condición 4

Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	320,890	320,890			10,610	0,000	4,810	0,000	User Specified
Gas-oil 1Br 2-10	0%	16,998	0,000	19,941	0,000	3,966	-3,563	2,900	0,000	User Specified
Gas-oil 1Er 2-10	0%	16,998	0,000	19,941	0,000	3,966	3,563	2,900	0,000	User Specified
Gas-oil 1Cr 3-10	0%	4,232	0,000	4,965	0,000	4,983	0,000	1,965	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Br 10-20	100%	6,681	6,681	7,838	7,838	7,497	-4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Er 10-20	100%	6,682	6,682	7,838	7,838	7,497	4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil 2Br 10-27	0%	7,823	0,000	9,178	0,000	13,465	-2,590	0,176	0,000	User Specified
Gas-oil 2Er 10-27	0%	7,823	0,000	9,178	0,000	13,465	2,590	0,176	0,000	User Specified
Gas-oil 2Cr 33-39	3,48%	55,513	1,932	65,126	2,266	17,341	0,000	0,306	99,786	IMO A.749(18)
Reboses Gas-oil	90,01%	5,024	4,522	5,894	5,305	6,177	0,000	1,912	0,000	User Specified
Aceite Twin Disc	10%	0,294	0,029	0,319	0,032	2,304	-1,428	3,033	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Br	10%	0,475	0,047	0,516	0,052	3,045	-2,288	2,955	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Er	10%	0,475	0,047	0,516	0,052	3,045	2,288	2,955	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Br	10%	0,478	0,048	0,520	0,052	4,423	-2,290	2,950	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Er	10%	0,478	0,048	0,520	0,052	4,423	2,290	2,950	0,000	User Specified
Aceite Lubricante 16-18	10%	2,122	0,212	2,307	0,231	7,301	0,000	1,124	0,000	User Specified
Lodos 18-21	90%	4,389	3,950	4,807	4,326	9,896	0,000	0,913	0,000	User Specified
Recoil 21-25	100%	8,301	8,301	9,092	9,092	11,525	0,000	0,867	0,000	User Specified
Agua dulce Br 28-32	10%	8,128	0,813	8,128	0,813	14,799	-4,312	1,061	0,000	User Specified
Agua dulce Er 28-32	10%	8,128	0,813	8,128	0,813	14,799	4,312	1,061	0,000	User Specified
Gas-oil 28-32	0%	30,081	0,000	35,290	0,000	14,642	0,000	-0,005	0,000	User Specified
Pique de popa	0%	7,074	0,000	6,901	0,000	0,811	0,000	3,173	0,000	User Specified
Agua de lastre 39-42	100%	17,586	17,586	17,157	17,157	20,158	0,000	2,239	0,000	User Specified

Pique de proa	100%	27,641	27,641	26,966	26,966	21,792	0,000	4,623	0,000	User Specified
Dispersante 25-27	10%	4,942	0,494	4,942	0,494	13,029	0,000	0,149	0,000	User Specified
Espumogeno Br 21-27	10%	5,688	0,569	5,688	0,569	11,996	-4,478	3,399	0,000	User Specified
Espumogeno Er 21-27	10%	5,688	0,569	5,688	0,569	11,996	4,478	3,399	0,000	User Specified
Aguas grises y negras	90%	4,790	4,311	4,790	4,311	8,469	0,000	1,083	0,000	User Specified
Tripulación	1	1,200	1,200			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Viveres	1	0,096	0,096			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Respetos y Pertrechos	1	7,000	7,000			11,440	0,000	5,500	0,000	User Specified
Total Loadcase			414,482	292,177	88,829	11,686	0,000	4,456	99,786	
FS correction								0,241		
VCG fluid								4,697		

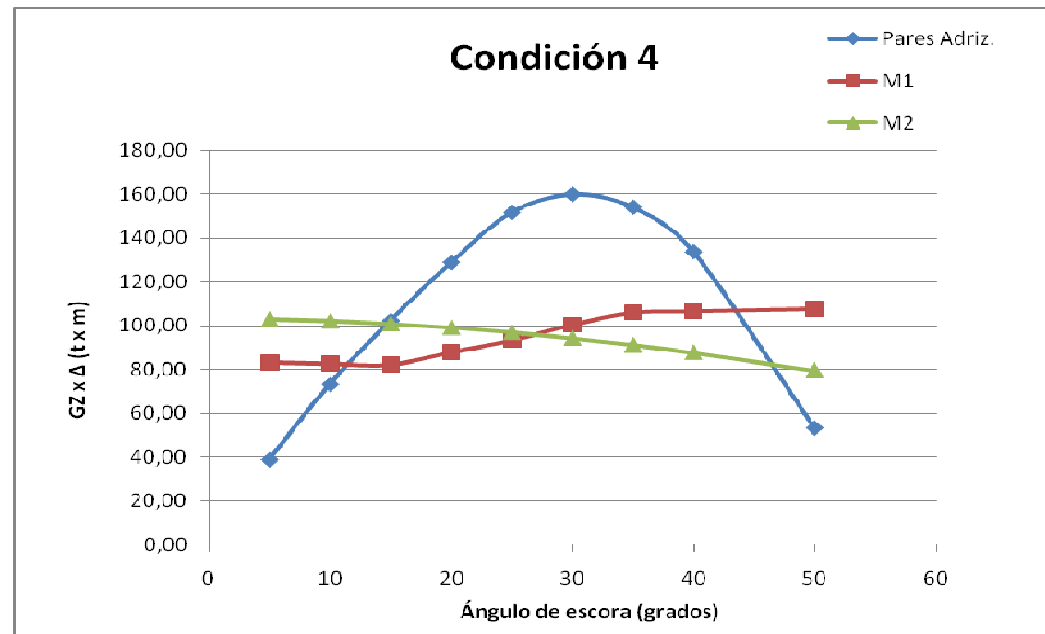
Draft Amidships m	3,248
Displacement t	414,5
Heel deg	0,0
Draft at FP m	2,734
Draft at AP m	3,761
Draft at LCF m	3,334
Trim (+ve by stern) m	1,027
WL Length m	23,995
Beam max extents on WL m	10,008
Wetted Area m ²	273,341
Waterpl. Area m ²	211,383
Prismatic coeff. (Cp)	0,584
Block coeff. (Cb)	0,537
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,944
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,880
LCB from aft end of actual WL (+ve fwd) m	13,294
LCF from aft end of actual WL (+ve fwd) m	11,211
KB m	2,034
KG fluid m	4,697
BMt m	3,765
BML m	21,111
Gmt corrected m	1,099
GML m	18,445
KMt m	5,795
KML m	23,123
Immersion (TPc) tonne/cm	2,167
MTc tonne.m	3,352
RM at 1deg = Gmt.Disp.sin(1) tonne.m	7,947
Max deck inclination deg	2,5773
Trim angle (+ve by stern) deg	2,5773

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = -0,577 m)		1,386
Deck Edge (freeboard pos = -0,577 m)		1,462
Puerta Puente Er	Downflooding point	7,917
Puerta Puente Br	Downflooding point	7,917

Chimenea Er	Downflooding point	9,349
Chimenea Br	Downflooding point	9,349

CRITERIO DE ESTABILIDAD DE REMOLCADORES

Condición 4	
Calado (m)	3,248
Desplazamiento (t)	414,500
Ángulo Sumergir Cubierta (p)	20,700
Velocidad lateral (m/s)	2,570
Altura Gancho sobre L.B. (m)	6,250
Altura Gancho Sobre Flotación (m)	3,002
Pos. long. Gancho (m)	8,700
Área Transversal Sumergida	62,920
C1	0,850
Pos. long. gancho / Lpp.	0,387
C4	0,400
T (TPF)	55,000
C5	1,000
C6	0,520



Ángulo Escora (q)	q/p	C2	C3	M1 (t*m)	M2 (t*m)	GZ	GZ*Desp.
5	0,24	1	0,5	83,17	102,95	0,094	38,96
10	0,48	1	0,5	82,55	102,20	0,177	73,37
15	0,72	1	0,51	82,11	100,95	0,247	102,38
20	0,97	1,05	0,56	87,80	99,22	0,311	128,91
25	1,21	1,1	0,61	93,22	97,01	0,366	151,71
30	1,45	1,15	0,69	100,33	94,35	0,386	160,00

35	1,69	1,2	0,75	105,87	91,26	0,372	154,19
40	1,93	1,2	0,81	106,63	87,75	0,323	133,88
50	2,42	1,3	0,82	107,61	79,61	0,129	53,47

Se observa que el ángulo de escora en la que se produce el equilibrio estático, es decir, el punto de intersección entre los pares adrizante y M1 o M2, es de valor inferior al ángulo de inundación de la cubierta. Por lo que se cumple es criterio de estabilidad para remolcadores.

Stability Calculation - Remolcador_Proyecto

Stability 20.00.02.31, build: 31

Model file: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\Mi Proyecto\Cuaderno 5 - Situaciones de carga. Criterios de estabilidad buque intacto y después de averías\Remolcador_Proyecto (Medium precision, 71 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp.‰: 0,01000(0,100); Trim‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Loadcase - Condición 5

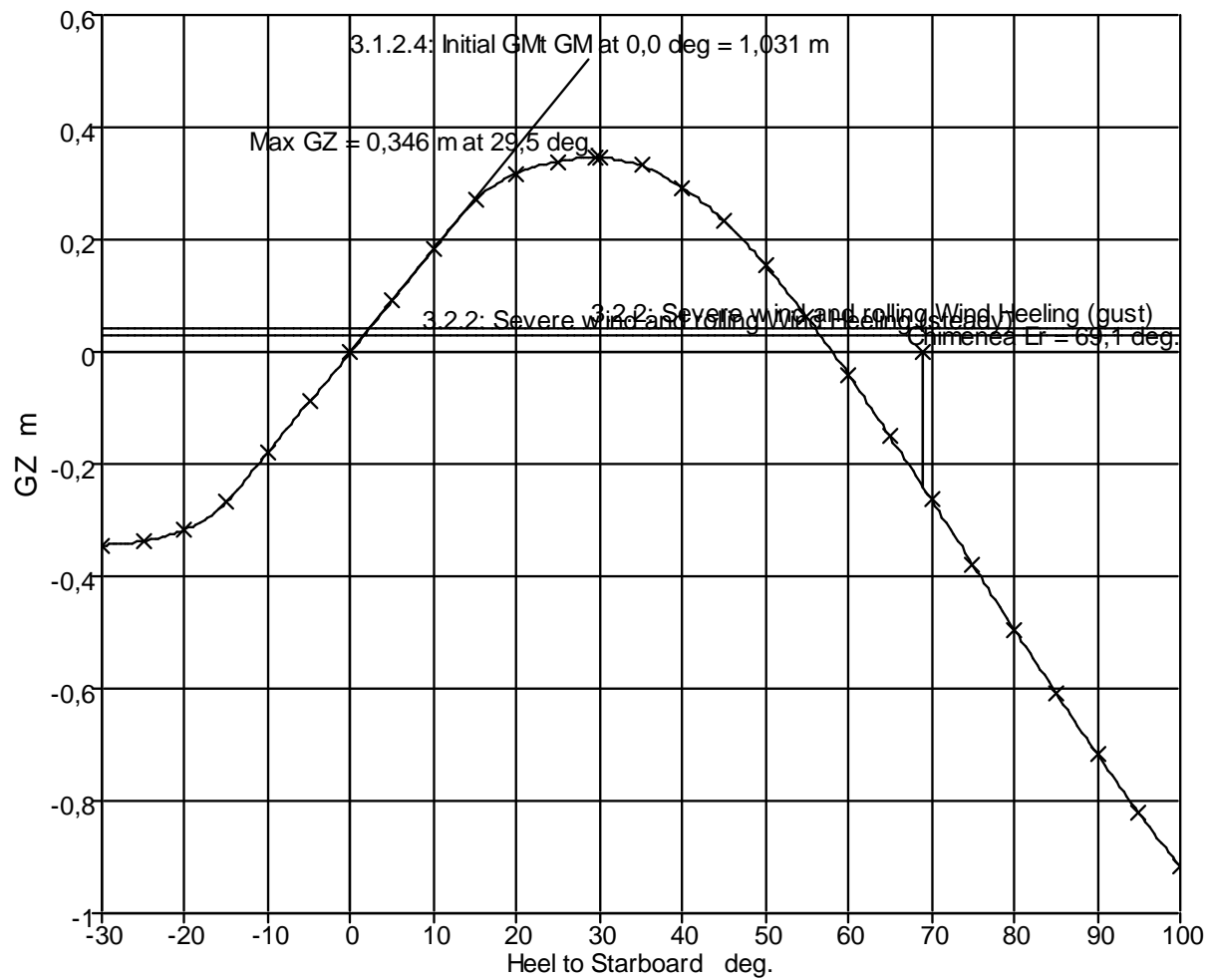
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	320,890	320,890			10,610	0,000	4,810	0,000	User Specified
Gas-oil 1Br 2-10	100%	16,998	16,998	19,941	19,941	3,106	-3,700	4,142	0,000	User Specified
Gas-oil 1Er 2-10	100%	16,998	16,998	19,941	19,941	3,106	3,700	4,142	0,000	User Specified
Gas-oil 1Cr 3-10	100%	4,232	4,232	4,965	4,965	4,256	0,000	2,609	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Br 10-20	100%	6,681	6,681	7,838	7,838	7,497	-4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Er 10-20	100%	6,682	6,682	7,838	7,838	7,497	4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil 2Br 10-27	100%	7,823	7,823	9,178	9,178	10,731	-3,273	1,003	0,000	User Specified
Gas-oil 2Er 10-27	100%	7,823	7,823	9,178	9,178	10,731	3,273	1,003	0,000	User Specified
Gas-oil 2Cr 33-39	96%	55,513	53,293	65,126	62,521	17,870	0,000	1,846	99,786	IMO A.749(18)
Reboses Gas-oil	0%	5,024	0,000	5,894	0,000	6,989	0,000	1,144	0,000	User Specified
Aceite Twin Disc	100%	0,294	0,294	0,319	0,319	2,264	-1,437	3,445	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Br	100%	0,475	0,475	0,516	0,516	3,022	-2,290	3,403	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Er	100%	0,475	0,475	0,516	0,516	3,022	2,290	3,403	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Br	100%	0,478	0,478	0,520	0,520	4,423	-2,290	3,400	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Er	100%	0,478	0,478	0,520	0,520	4,423	2,290	3,400	0,000	User Specified
Aceite Lubricante 16-18	100%	2,122	2,122	2,307	2,307	7,255	0,000	1,747	0,000	User Specified
Lodos 18-21	0%	4,389	0,000	4,807	0,000	10,493	0,000	0,293	0,000	User Specified
Recoil 21-25	0%	8,301	0,000	9,092	0,000	12,489	0,000	0,075	0,000	User Specified
Agua dulce Br 28-32	100%	8,128	8,128	8,128	8,128	14,850	-4,419	3,579	0,000	User Specified
Agua dulce Er 28-32	100%	8,128	8,128	8,128	8,128	14,850	4,419	3,579	0,000	User Specified
Gas-oil 28-32	100%	30,081	30,081	35,290	35,290	14,874	0,000	1,699	0,000	User Specified
Pique de popa	0%	7,074	0,000	6,901	0,000	0,811	0,000	3,173	0,000	User Specified
Agua de lastre 39-42	0%	17,586	0,000	17,157	0,000	19,509	0,000	0,555	0,000	User Specified
Pique de proa	100%	27,641	27,641	26,966	26,966	21,792	0,000	4,623	0,000	User Specified
Dispersante 25-27	100%	4,942	4,942	4,942	4,942	13,003	0,000	0,810	0,000	User Specified
Espumogeno Br 21-27	100%	5,688	5,688	5,688	5,688	12,017	-4,478	4,293	0,000	User Specified
Espumogeno Er 21-27	100%	5,688	5,688	5,688	5,688	12,017	4,478	4,293	0,000	User Specified
Aguas grises y negras	0%	4,790	0,000	4,790	0,000	9,240	0,000	0,504	0,000	User Specified
Tripulación	1	1,200	1,200			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Viveres	1	0,960	0,960			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Respetos y Pertrechos	1	7,000	7,000			11,440	0,000	5,500	0,000	User Specified
Carga en cubierta	1	10,000	10,000			6,300	0,000	5,500	0,000	User Specified
Total Loadcase			555,198	292,177	240,930	11,609	-0,001	4,098	99,786	
FS correction								0,180		
VCG fluid								4,278		



Stability

- GZ
- Chimenea Er = 69,1 deg.
- 3.1.2.4: Initial GMt GM at 0,0 deg = 1,031 m
- 3.2.2: Severe wind and rolling Wind Heeling (steady)
- 3.2.2: Severe wind and rolling Wind Heeling (gust)
- Max GZ = 0,346 m at 29,5 deg.

	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35
GZ m	-0,344	-0,338	-0,317	-0,268	-0,18	-0,09	0,001	0,091	0,182	0,269	0,319	0,339	0,346	0,331
Area under GZ curve from zero heel m.deg	6,8565	5,1488	3,5037	2,0246	0,8952	0,2222	0,0007	0,2298	0,9103	2,047	3,5336	5,1848	6,9028	8,6059
Displacement t	555,2	555,2	555,2	555,2	555,2	555,2	555,2	555,2	555,2	555,2	555,2	555,2	555,2	555,2
Draft at FP m	3,952	3,914	3,876	3,844	3,824	3,817	3,816	3,817	3,824	3,845	3,876	3,913	3,951	4,007
Draft at AP m	4,06	4,017	4,008	4,033	4,071	4,084	4,087	4,084	4,07	4,033	4,008	4,018	4,061	4,133
WL Length m	25,652	25,632	25,525	25,346	25,174	24,991	24,853	24,991	25,174	25,346	25,525	25,631	25,651	25,71
Beam max extents on WL m	10,296	10,698	10,487	10,249	10,162	10,046	10,008	10,046	10,162	10,249	10,487	10,698	10,296	9,618
Wetted Area m^2	329,361	323,179	316,319	306,508	307,497	308,422	308,63	308,422	307,495	306,501	316,318	323,194	329,372	335,467
Waterpl. Area m^2	173,15	183,207	195,103	213,307	216,966	217,109	216,902	217,109	216,963	213,307	195,103	183,205	173,149	162,348
Prismatic coeff. (Cp)	0,585	0,584	0,587	0,592	0,595	0,599	0,603	0,599	0,595	0,592	0,587	0,584	0,585	0,586
Block coeff. (Cb)	0,397	0,4	0,431	0,469	0,504	0,544	0,555	0,544	0,504	0,469	0,431	0,4	0,397	0,407
LCB from aft end of actual WL (+ve fwd) m	14,311	14,312	14,222	14,056	13,89	13,709	13,572	13,709	13,89	14,056	14,222	14,311	14,311	14,34
LCF from aft end of actual WL (+ve fwd) m	14,018	13,634	13,083	12,379	11,962	11,676	11,512	11,676	11,962	12,379	13,083	13,634	14,018	14,323
Max deck inclination deg	30,0008	25,001	20,0023	15,0068	10,0185	5,0443	0,6818	5,0443	10,0184	15,0068	20,0023	25,0011	30,0009	35,0008
Trim angle (+ve by stern) deg	0,2713	0,2592	0,3295	0,4735	0,6206	0,6703	0,6818	0,6703	0,6194	0,472	0,3297	0,2633	0,2756	0,3151

	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
GZ m	0,293	0,233	0,155	0,062	-0,041	-0,15	-0,264	-0,379	-0,494	-0,608	-0,717	-0,821	-0,918
Area under GZ curve from zero heel m.deg	10,1774	11,5017	12,4777	13,0239	13,08	12,6044	11,5701	9,9622	7,7772	5,0208	1,7077	-2,1396	-6,4875
Displacement t	555,2	555,2	555,2	555,2	555,2	555,1	555,2	555,2	555,2	555,2	555,2	555,2	555,2
Draft at FP m	4,083	4,182	4,308	4,469	4,687	4,972	5,408	6,12	7,568	11,883	n/a	5,369	1,056
Draft at AP m	4,234	4,363	4,524	4,726	4,982	5,347	5,87	6,731	8,388	13,318	n/a	6,188	1,257
WL Length m	25,749	25,814	25,863	25,961	26,093	26,232	26,303	26,349	26,301	26,24	26,103	25,882	25,622
Beam max extents on WL m	8,991	8,425	7,934	7,521	7,178	6,904	6,691	6,538	6,429	6,372	6,363	6,403	6,493
Wetted Area m^2	340,616	344,539	347,54	350,098	352,271	354,05	355,571	356,968	358,255	359,535	360,835	362,11	363,37
Waterpl. Area m^2	152,033	142,638	134,461	127,806	122,443	118,006	114,483	111,787	109,877	108,699	108,166	108,42	109,478
Prismatic coeff. (Cp)	0,586	0,586	0,587	0,587	0,587	0,586	0,586	0,587	0,59	0,593	0,597	0,603	0,611
Block coeff. (Cb)	0,419	0,433	0,448	0,463	0,477	0,49	0,505	0,519	0,536	0,551	0,559	0,548	0,534
LCB from aft end of actual WL (+ve fwd) m	14,339	14,339	14,309	14,309	14,311	14,309	14,31	14,309	14,311	14,313	14,314	14,315	14,317
LCF from aft end of actual WL (+ve fwd) m	14,529	14,676	14,76	14,862	14,947	14,998	15,028	15,04	15,038	15,026	14,997	14,965	14,93
Max deck inclination deg	40,0009	45,0009	50,0009	55,0008	60,0007	65,0006	70,0005	75,0004	80,0002	85,0001	90	95	100
Trim angle (+ve by stern) deg	0,3776	0,4537	0,5417	0,6454	0,7403	0,9398	1,1612	1,5343	2,0584	3,5984	90	2,0553	0,5065

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = 4,371 m)		13,3	n/a
Deck Edge (immersion pos = 4,371 m)		14,1	n/a
Puerta Puente Er	Downflooding point	72,3	0
Puerta Puente Br	Downflooding point	96,4	0
Chimenea Er	Downflooding point	69,1	0
Chimenea Br	Downflooding point	Not immersed in positive range	0

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	Copy of IMO roll back angle MSC.267(85)	17,7	deg			
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	6,9028	Pass	+119,05
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	10,1774	Pass	+97,37
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	3,2746	Pass	+90,50
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	0,346	Pass	+73,00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	29,5	Pass	+18,18
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	1,031	Pass	+587,33
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	16,0	deg	1,5	Pass	+90,67
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (\leq)	80,00	%	10,56	Pass	+86,80
	Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	100,00	%	184,04	Pass	+84,04

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	Copy of IMO roll back angle MSC.267(85)					
	L, Stability calculated	24,853	m			
	B, Stability calculated	10,015	m			
	d, Stability calculated	3,951	m			
	GMf, Stability calculated	1,031	m			
	VCG, Stability calculated	4,278	m			
	CB, Stability calculated	0,555				
	Ak, keel area, user spec.	10,8	m ²			
	Method for k factor	Tabulated value for k				
	Evaluates to	17,7	deg			
	Intermediate values					
	B / d			2,535		
	100 Ak / L / B			4,339		
	C		IMO units	0,421		
	T		s	8,298		
	OG, Centre of gravity above WL		m	0,327		
	X1		IMO units	0,973		
	X2		IMO units	0,896		
	k tabulated		IMO units	0,7		
	r		IMO units	0,78		
	s		IMO units	0,091		

A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	angle of vanishing stability	58,1	deg			
	shall not be less than (>=)	3,1513	m.deg	6,9028	Pass	119,05
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first downflooding angle	69,1	deg			
	angle of vanishing stability	58,1	deg			
	shall not be less than (>=)	5,1566	m.deg	10,177	Pass	97,37
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first downflooding angle	69,1	deg			
	angle of vanishing stability	58,1	deg			
	shall not be less than (>=)	1,7189	m.deg	3,2746	Pass	90,5
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
	in the range from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	90	deg	90		
	angle of max. GZ	29,5	deg			
	shall not be less than (>=)	0,2	m	0,346	Pass	73
	Intermediate values					
	angle at which this GZ occurs		deg	30		

A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
	shall not be less than (\geq)	25	deg	29,5	Pass	18,18
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
	spec. heel angle	0	deg			
	shall not be less than (\geq)	0,15	m	1,031	Pass	587,33
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass	
	Wind arm: $a P A (h - H) / (g \text{ disp.}) \cos^n(\phi)$					
	constant: $a =$	0,99966				
	wind pressure: $P =$	504	Pa			
	area centroid height (from zero point): $h =$	6	m			
	additional area: $A =$	50	m^2			
	$H =$ vert. centre of projected lat. u'water area	2,339	m			
	cosine power: $n =$	0				
	gust ratio	1,5				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	25,0 (-23,5)	deg	-23,5		
	Copy of IMO roll back angle MSC.267(85) from equilibrium (with steady heel arm)	17,7 (-16,2)	deg			
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	first downflooding angle	69,1	deg			
	angle of vanishing stability (with gust heel arm)	56	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	angle of max. GZ	29,5	deg	29,5		
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	

	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16	deg	1,5	Pass	90,67
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80	%	10,56	Pass	86,8
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100	%	184,04	Pass	84,04
	Intermediate values					
	Model windage area		m^2	45,344		
	Model windage area centroid height (from zero point)		m	4,92		
	Total windage area		m^2	95,344		
	Total windage area centroid height (from zero point)		m	5,486		
	Heel arm amplitude		m	0,028		
	Equilibrium angle with steady heel arm		deg	1,5		
	Equilibrium angle with gust heel arm		deg	2,3		
	Deck edge immersion angle		deg	14,1		
	Area1 (under GZ), from 2,3 to 50,0 deg.		m.deg	12,43		
	Area1 (under HA), from 2,3 to 50,0 deg.		m.deg	1,9885		
	Area1, from 2,3 to 50,0 deg.		m.deg	10,441		
	Area2 (under GZ), from -23,5 to 2,3 deg.		m.deg	-4,6		
	Area2 (under HA), from -23,5 to 2,3 deg.		m.deg	1,0733		
	Area2, from -23,5 to 2,3 deg.		m.deg	5,6733		

Equilibrium Calculation - Remolcador_Proyecto

Stability 20.00.02.31, build: 31

Model file: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\Mi Proyecto\Cuaderno 5 - Situaciones de carga. Criterios de estabilidad buque intacto y después de averías\Remolcador_Proyecto (Medium precision, 71 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Loadcase - Condición 5

Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

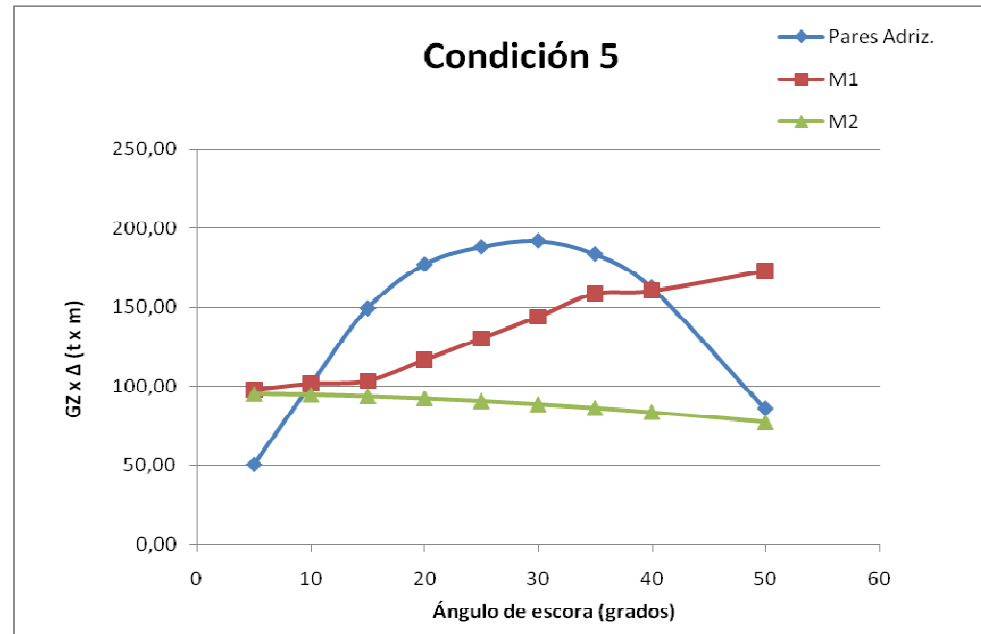
Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	320,890	320,890			10,610	0,000	4,810	0,000	User Specified
Gas-oil 1Br 2-10	100%	16,998	16,998	19,941	19,941	3,106	-3,700	4,142	0,000	User Specified
Gas-oil 1Er 2-10	100%	16,998	16,998	19,941	19,941	3,106	3,700	4,142	0,000	User Specified
Gas-oil 1Cr 3-10	100%	4,232	4,232	4,965	4,965	4,256	0,000	2,609	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Br 10-20	100%	6,681	6,681	7,838	7,838	7,497	-4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Er 10-20	100%	6,682	6,682	7,838	7,838	7,497	4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil 2Br 10-27	100%	7,823	7,823	9,178	9,178	10,731	-3,273	1,003	0,000	User Specified
Gas-oil 2Er 10-27	100%	7,823	7,823	9,178	9,178	10,731	3,273	1,003	0,000	User Specified
Gas-oil 2Cr 33-39	96%	55,513	53,293	65,126	62,521	17,870	0,000	1,846	99,786	IMO A.749(18)
Reboses Gas-oil	0%	5,024	0,000	5,894	0,000	6,989	0,000	1,144	0,000	User Specified
Aceite Twin Disc	100%	0,294	0,294	0,319	0,319	2,264	-1,437	3,445	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Br	100%	0,475	0,475	0,516	0,516	3,022	-2,290	3,403	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Er	100%	0,475	0,475	0,516	0,516	3,022	2,290	3,403	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Br	100%	0,478	0,478	0,520	0,520	4,423	-2,290	3,400	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Er	100%	0,478	0,478	0,520	0,520	4,423	2,290	3,400	0,000	User Specified
Aceite Lubricante 16-18	100%	2,122	2,122	2,307	2,307	7,255	0,000	1,747	0,000	User Specified
Lodos 18-21	0%	4,389	0,000	4,807	0,000	10,493	0,000	0,293	0,000	User Specified
Recoil 21-25	0%	8,301	0,000	9,092	0,000	12,489	0,000	0,075	0,000	User Specified
Agua dulce Br 28-32	100%	8,128	8,128	8,128	8,128	14,850	-4,419	3,579	0,000	User Specified
Agua dulce Er 28-32	100%	8,128	8,128	8,128	8,128	14,850	4,419	3,579	0,000	User Specified
Gas-oil 28-32	100%	30,081	30,081	35,290	35,290	14,874	0,000	1,699	0,000	User Specified
Pique de popa	0%	7,074	0,000	6,901	0,000	0,811	0,000	3,173	0,000	User Specified
Agua de lastre 39-42	0%	17,586	0,000	17,157	0,000	19,509	0,000	0,555	0,000	User Specified
Pique de proa	100%	27,641	27,641	26,966	26,966	21,792	0,000	4,623	0,000	User Specified
Dispersante 25-27	100%	4,942	4,942	4,942	4,942	13,003	0,000	0,810	0,000	User Specified
Espumogeno Br 21-27	100%	5,688	5,688	5,688	5,688	12,017	-4,478	4,293	0,000	User Specified
Espumogeno Er 21-27	100%	5,688	5,688	5,688	5,688	12,017	4,478	4,293	0,000	User Specified
Aguas grises y negras	0%	4,790	0,000	4,790	0,000	9,240	0,000	0,504	0,000	User Specified
Tripulación	1	1,200	1,200			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Viveres	1	0,960	0,960			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Respetos y Pertrechos	1	7,000	7,000			11,440	0,000	5,500	0,000	User Specified
Carga en cubierta	1	10,000	10,000			6,300	0,000	5,500	0,000	User Specified
Total Loadcase			555,198	292,177	240,930	11,609	-0,001	4,098	99,786	
FS correction								0,180		
VCG fluid								4,278		

Draft Amidships m	3,951
Displacement t	555,2
Heel deg	0,0
Draft at FP m	3,815
Draft at AP m	4,087
Draft at LCF m	3,974
Trim (+ve by stern) m	0,272
WL Length m	24,853
Beam max extents on WL m	10,008
Wetted Area m ²	308,631
Waterpl. Area m ²	216,903
Prismatic coeff. (Cp)	0,603
Block coeff. (Cb)	0,555
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,944
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,872
LCB from aft end of actual WL (+ve fwd) m	13,571
LCF from aft end of actual WL (+ve fwd) m	11,512
KB m	2,429
KG fluid m	4,278
BMt m	2,880
BML m	17,055
GMt corrected m	1,031
GML m	15,206
KMt m	5,309
KML m	19,484
Immersion (TPc) tonne/cm	2,223
MTc tonne.m	3,701
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	9,989
Max deck inclination deg	0,6834
Trim angle (+ve by stern) deg	0,6834

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = -0,577 m)		1,08
Deck Edge (freeboard pos = -0,577 m)		1,156
Puerta Puente Er	Downflooding point	7,131
Puerta Puente Br	Downflooding point	7,131
Chimenea Er	Downflooding point	8,65
Chimenea Br	Downflooding point	8,65

CRITERIO DE ESTABILIDAD DE REMOLCADORES

Condición 5	
Calado (m)	3,951
Desplazamiento (t)	555,200
Ángulo Sumergir Cubierta (p)	14,100
Velocidad lateral (m/s)	2,570
Altura Gancho sobre L.B. (m)	6,250
Altura Gancho Sobre Flotación (m)	2,299
Pos. long. Gancho (m)	8,700
Área Transversal Sumergida	80,070
C1	0,850
Pos. long. gancho / Lpp.	0,387
C4	0,400
T (TPF)	55,000
C5	1,000
C6	0,520



Ángulo Escora (q)	q/p	C2	C3	M1 (t*m)	M2 (t*m)	GZ	GZ*Desp.
5	0,35	1	0,5	97,84	95,58	0,091	50,52
10	0,71	1	0,55	101,77	95,01	0,182	101,05
15	1,06	1	0,58	103,49	94,05	0,269	149,35
20	1,42	1,05	0,68	116,73	92,73	0,319	177,11
25	1,77	1,1	0,78	130,31	91,04	0,339	188,21
30	2,13	1,2	0,82	143,96	89,00	0,346	192,10
35	2,48	1,35	0,82	158,62	86,63	0,331	183,77
40	2,84	1,4	0,82	160,58	83,94	0,293	162,67
50	3,55	1,6	0,82	173,12	77,71	0,155	86,06

Se observa que el ángulo de escora en la que se produce el equilibrio estático, es decir, el punto de intersección entre los pares adrizante y M1 o M2, es de valor inferior al ángulo de inundación de la cubierta. Por lo que se cumple es criterio de estabilidad para remolcadores.

Stability Calculation - Remolcador_Proyecto

Stability 20.00.02.31, build: 31

Model file: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\Mi Proyecto\Cuaderno 5 - Situaciones de carga. Criterios de estabilidad buque intacto y después de averías\Remolcador_Proyecto (Medium precision, 71 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp.‰: 0,01000(0,100); Trim‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel‰(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Loadcase - Condición 6

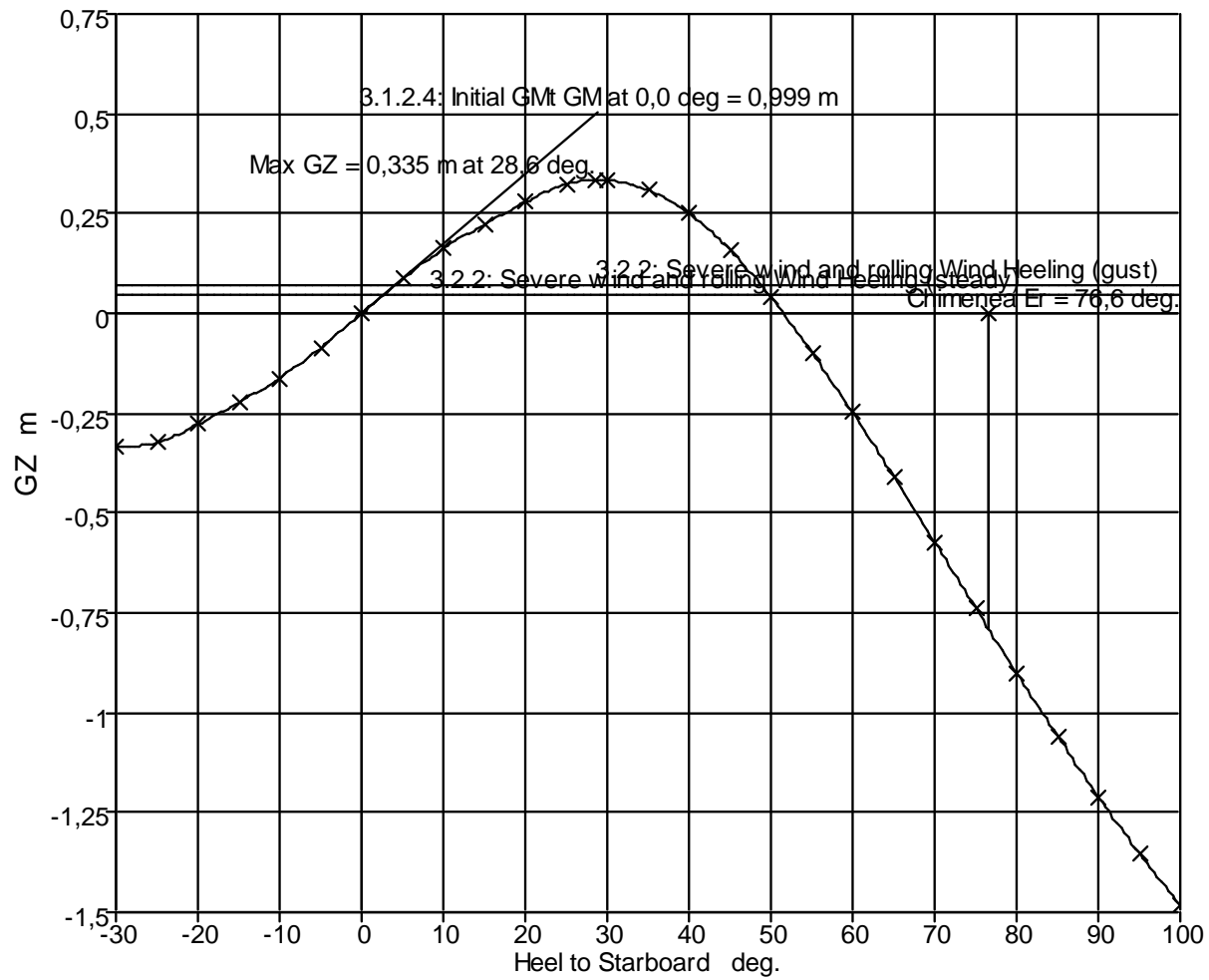
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	320,890	320,890			10,610	0,000	4,810	0,000	User Specified
Gas-oil 1Br 2-10	0%	16,998	0,000	19,941	0,000	3,966	-3,563	2,900	0,000	User Specified
Gas-oil 1Er 2-10	0%	16,998	0,000	19,941	0,000	3,966	3,563	2,900	0,000	User Specified
Gas-oil 1Cr 3-10	0%	4,232	0,000	4,965	0,000	4,983	0,000	1,965	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Br 10-20	100%	6,681	6,681	7,838	7,838	7,497	-4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Er 10-20	100%	6,682	6,682	7,838	7,838	7,497	4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil 2Br 10-27	0%	7,823	0,000	9,178	0,000	13,465	-2,590	0,176	0,000	User Specified
Gas-oil 2Er 10-27	0%	7,823	0,000	9,178	0,000	13,465	2,590	0,176	0,000	User Specified
Gas-oil 2Cr 33-39	3,48%	55,513	1,932	65,126	2,266	17,341	0,000	0,306	99,786	IMO A.749(18)
Reboses Gas-oil	0%	5,024	0,000	5,894	0,000	6,989	0,000	1,144	0,000	User Specified
Aceite Twin Disc	10%	0,294	0,029	0,319	0,032	2,304	-1,428	3,033	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Br	10%	0,475	0,047	0,516	0,052	3,045	-2,288	2,955	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Er	10%	0,475	0,047	0,516	0,052	3,045	2,288	2,955	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Br	10%	0,478	0,048	0,520	0,052	4,423	-2,290	2,950	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Er	10%	0,478	0,048	0,520	0,052	4,423	2,290	2,950	0,000	User Specified
Aceite Lubricante 16-18	10%	2,122	0,212	2,307	0,231	7,301	0,000	1,124	0,000	User Specified
Lodos 18-21	90%	4,389	3,950	4,807	4,326	9,896	0,000	0,913	0,000	User Specified
Recoil 21-25	0%	8,301	0,000	9,092	0,000	12,489	0,000	0,075	0,000	User Specified
Agua dulce Br 28-32	10%	8,128	0,813	8,128	0,813	14,799	-4,312	1,061	0,000	User Specified
Agua dulce Er 28-32	10%	8,128	0,813	8,128	0,813	14,799	4,312	1,061	0,000	User Specified
Gas-oil 28-32	0%	30,081	0,000	35,290	0,000	14,642	0,000	-0,005	0,000	User Specified
Pique de popa	0%	7,074	0,000	6,901	0,000	0,811	0,000	3,173	0,000	User Specified
Agua de lastre 39-42	100%	17,586	17,586	17,157	17,157	20,158	0,000	2,239	0,000	User Specified
Pique de proa	100%	27,641	27,641	26,966	26,966	21,792	0,000	4,623	0,000	User Specified
Dispersante 25-27	10%	4,942	0,494	4,942	0,494	13,029	0,000	0,149	0,000	User Specified
Espumogeno Br 21-27	10%	5,688	0,569	5,688	0,569	11,996	-4,478	3,399	0,000	User Specified
Espumogeno Er 21-27	10%	5,688	0,569	5,688	0,569	11,996	4,478	3,399	0,000	User Specified
Aguas grises y negras	90%	4,790	4,311	4,790	4,311	8,469	0,000	1,083	0,000	User Specified
Tripulación	1	1,200	1,200			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Viveres	1	0,096	0,096			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Respetos y Pertrechos	1	7,000	7,000			11,440	0,000	5,500	0,000	User Specified
Carga en cubierta	1	10,000	10,000			6,300	0,000	5,500	0,000	User Specified
Total Loadcase			411,658	292,177	74,431	11,619	0,000	4,582	99,786	
FS correction								0,242		
VCG fluid								4,825		



Stability

- GZ
- Chimenea Er = 76,6 deg.
- 3.1.2.4: Initial GMt GM at 0,0 deg = 0,999 m
- 3.2.2: Severe wind and rolling Wind Heeling (steady)
- 3.2.2: Severe wind and rolling Wind Heeling (gust)
- Max GZ = 0,335 m at 28,6 deg.

	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35
GZ m	-0,333	-0,324	-0,278	-0,223	-0,161	-0,086	0	0,086	0,161	0,223	0,278	0,324	0,334	0,309
Area under GZ curve from zero heel m.deg	6,2308	4,5761	3,0596	1,8042	0,8382	0,2159	0,0001	0,2169	0,84	1,8065	3,0627	4,5787	6,2391	7,8591
Displacement t	411,7	411,7	411,7	411,7	411,7	411,7	411,7	411,7	411,7	411,7	411,7	411,6	411,7	411,7
Draft at FP m	2,928	2,87	2,799	2,733	2,685	2,663	2,659	2,663	2,686	2,733	2,8	2,87	2,928	2,964
Draft at AP m	3,248	3,39	3,541	3,666	3,747	3,785	3,792	3,784	3,746	3,665	3,54	3,39	3,248	3,111
WL Length m	24,874	24,735	24,601	24,47	24,311	24,134	23,985	24,134	24,311	24,469	24,601	24,735	24,874	25,014
Beam max extents on WL m	10,611	10,626	10,499	10,296	10,143	10,043	10,008	10,043	10,143	10,296	10,499	10,626	10,612	10,44
Wetted Area m^2	267,533	263,309	260,326	263,333	267,675	271,828	272,694	271,824	267,662	263,322	260,321	263,296	267,531	270,36
Waterpl. Area m^2	176,538	189,064	199,897	202,286	206,203	210,439	211,542	210,433	206,186	202,273	199,89	189,065	176,538	165,581
Prismatic coeff. (Cp)	0,581	0,581	0,579	0,578	0,579	0,582	0,585	0,582	0,579	0,578	0,579	0,581	0,581	0,578
Block coeff. (Cb)	0,348	0,366	0,392	0,428	0,471	0,519	0,539	0,519	0,471	0,428	0,392	0,366	0,348	0,339
LCB from aft end of actual WL (+ve fwd) m	14,051	13,939	13,835	13,716	13,567	13,394	13,246	13,395	13,568	13,717	13,836	13,939	14,051	14,167
LCF from aft end of actual WL (+ve fwd) m	13,622	13,146	12,647	12,298	11,871	11,439	11,215	11,439	11,871	12,298	12,647	13,146	13,622	14,039
Max deck inclination deg	30,0073	25,0263	20,0733	15,1658	10,3353	5,7314	2,8453	5,7302	10,3343	15,1652	20,0731	25,0262	30,0073	35,0011
Trim angle (+ve by stern) deg	0,804	1,3077	1,8623	2,3421	2,6651	2,8158	2,8453	2,8133	2,6609	2,3383	1,8599	1,307	0,8037	0,3701

	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
GZ m	0,251	0,159	0,04	-0,098	-0,249	-0,409	-0,573	-0,738	-0,901	-1,059	-1,21	-1,352	-1,483
Area under GZ curve from zero heel m.deg	9,2728	10,3093	10,8157	10,6783	9,8162	8,1752	5,7228	2,446	-1,6516	-6,5525	-12,227	-18,638	-25,73
Displacement t	411,7	411,7	411,7	411,7	411,7	411,7	411,7	411,7	411,7	411,7	411,7	411,7	411,7
Draft at FP m	2,974	2,969	2,953	2,925	2,883	2,82	2,719	2,539	2,166	1,028	n/a	-5,655	-4,509
Draft at AP m	2,972	2,82	2,645	2,435	2,171	1,817	1,31	0,494	-1,094	-5,777	n/a	-12,727	-8,058
WL Length m	25,15	25,258	25,303	25,353	25,383	25,471	25,609	25,891	26,121	26,253	26,315	26,344	26,276
Beam max extents on WL m	9,523	8,777	8,173	7,69	7,304	7	6,771	6,604	6,494	6,424	6,383	6,392	6,45
Wetted Area m^2	272,661	274,745	276,632	278,321	280,094	281,217	282,733	284,133	285,502	286,771	288,002	289,169	290,354
Waterpl. Area m^2	154,597	144,654	136,222	129,164	123,609	118,622	115,222	112,731	111,123	110,144	109,702	110,001	110,972
Prismatic coeff. (Cp)	0,577	0,574	0,573	0,573	0,573	0,573	0,571	0,566	0,563	0,562	0,563	0,564	0,568
Block coeff. (Cb)	0,359	0,379	0,4	0,42	0,44	0,458	0,475	0,489	0,502	0,517	0,531	0,506	0,483
LCB from aft end of actual WL (+ve fwd) m	14,284	14,374	14,389	14,402	14,385	14,395	14,403	14,409	14,413	14,414	14,413	14,411	14,407
LCF from aft end of actual WL (+ve fwd) m	14,376	14,617	14,742	14,841	14,91	14,944	15,01	15,063	15,11	15,141	15,155	15,159	15,145
Max deck inclination deg	40	45,0006	50,0018	55,0031	60,004	65,0046	70,0047	75,0041	80,0031	85,0017	90	94,9982	99,9963
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,0048	-0,3739	-0,7726	-1,2323	-1,7888	-2,5176	-3,5353	-5,1219	-8,1335	-16,612	-90	-17,226	-8,845

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = 1,608 m)		19,3	n/a
Deck Edge (immersion pos = 2,251 m)		20,3	n/a
Puerta Puente Er	Downflooding point	81	0
Puerta Puente Br	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
Chimenea Er	Downflooding point	76,6	0
Chimenea Br	Downflooding point	Not immersed in positive range	0

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	Copy of IMO roll back angle MSC.267(85)	17,6	deg			
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	6,2391	Pass	+97,99
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	9,2729	Pass	+79,82
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	3,0337	Pass	+76,49
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	0,334	Pass	+67,00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	28,6	Pass	+14,54
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	0,999	Pass	+566,00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	2,7	Pass	+83,26
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80,00	%	13,17	Pass	+83,54
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,00	%	137,42	Pass	+37,42

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	Copy of IMO roll back angle MSC.267(85)					
	L, Stability calculated	23,985	m			
	B, Stability calculated	10,015	m			
	d, Stability calculated	3,225	m			
	GMf, Stability calculated	0,999	m			
	VCG, Stability calculated	4,825	m			
	CB, Stability calculated	0,539				
	Ak, keel area, user spec.	10,8	m^2			
	Method for k factor	Tabulated value for k				
	Evaluates to	17,6	deg			
	Intermediate values					
	B / d			3,105		
	100 Ak / L / B			4,496		
	C		IMO units	0,434		
	T		s	8,7		
	OG, Centre of gravity above WL		m	1,599		
	X1		IMO units	0,879		
	X2		IMO units	0,874		
	k tabulated		IMO units	0,7		
	r		IMO units	1,027		
	s		IMO units	0,088		

A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	angle of vanishing stability	51,5	deg			
	shall not be less than (>=)	3,1513	m.deg	6,2391	Pass	97,99
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first downflooding angle	76,6	deg			
	angle of vanishing stability	51,5	deg			
	shall not be less than (>=)	5,1566	m.deg	9,2729	Pass	79,82
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first downflooding angle	76,6	deg			
	angle of vanishing stability	51,5	deg			
	shall not be less than (>=)	1,7189	m.deg	3,0337	Pass	76,49
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
	in the range from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	90	deg	90		
	angle of max. GZ	28,6	deg			
	shall not be less than (>=)	0,2	m	0,334	Pass	67
	Intermediate values					
	angle at which this GZ occurs		deg	30		

A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
	shall not be less than (\geq)	25	deg	28,6	Pass	14,54
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
	spec. heel angle	0	deg			
	shall not be less than (\geq)	0,15	m	0,999	Pass	566
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass	
	Wind arm: $a P A (h - H) / (g \text{ disp.}) \cos^n(\phi)$					
	constant: $a =$	0,99966				
	wind pressure: $P =$	504	Pa			
	area centroid height (from zero point): $h =$	6	m			
	additional area: $A =$	50	m^2			
	$H =$ vert. centre of projected lat. u'water area	1,878	m			
	cosine power: $n =$	0				
	gust ratio	1,5				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	25,0 (-22,3)	deg	-22,3		
	Copy of IMO roll back angle MSC.267(85) from equilibrium (with steady heel arm)	17,6 (-15,0)	deg			
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg			
	first downflooding angle	76,6	deg			
	angle of vanishing stability (with gust heel arm)	48,8	deg	48,8		
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	angle of max. GZ	28,6	deg	28,6		
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	

	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16	deg	2,7	Pass	83,26
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80	%	13,17	Pass	83,54
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100	%	137,42	Pass	37,42
	Intermediate values					
	Model windage area		m^2	62,793		
	Model windage area centroid height (from zero point)		m	4,551		
	Total windage area		m^2	112,79		
	Total windage area centroid height (from zero point)		m	5,194		
	Heel arm amplitude		m	0,047		
	Equilibrium angle with steady heel arm		deg	2,7		
	Equilibrium angle with gust heel arm		deg	4,1		
	Deck edge immersion angle		deg	20,3		
	Area1 (under GZ), from 4,1 to 48,8 deg.		m.deg	10,608		
	Area1 (under HA), from 4,1 to 48,8 deg.		m.deg	3,1344		
	Area1, from 4,1 to 48,8 deg.		m.deg	7,4733		
	Area2 (under GZ), from -22,3 to 4,1 deg.		m.deg	-3,5917		
	Area2 (under HA), from -22,3 to 4,1 deg.		m.deg	1,8464		
	Area2, from -22,3 to 4,1 deg.		m.deg	5,4381		

Equilibrium Calculation - Remolcador_Proyecto

Stability 20.00.02.31, build: 31

Model file: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\Mi Proyecto\Cuaderno 5 - Situaciones de carga. Criterios de estabilidad buque intacto y después de averías\Remolcador_Proyecto (Medium precision, 71 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Loadcase - Condición 6

Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

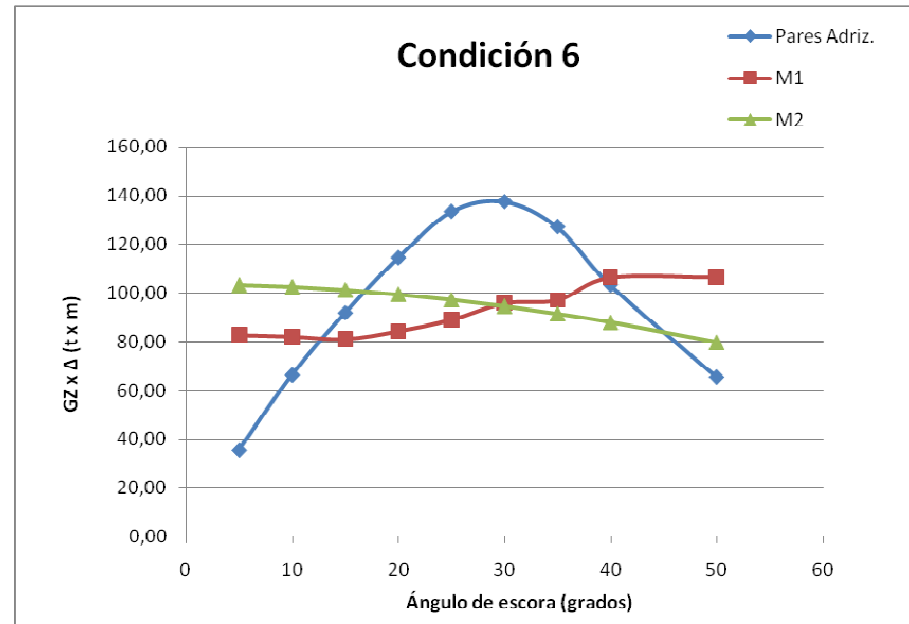
Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	320,890	320,890			10,610	0,000	4,810	0,000	User Specified
Gas-oil 1Br 2-10	0%	16,998	0,000	19,941	0,000	3,966	-3,563	2,900	0,000	User Specified
Gas-oil 1Er 2-10	0%	16,998	0,000	19,941	0,000	3,966	3,563	2,900	0,000	User Specified
Gas-oil 1Cr 3-10	0%	4,232	0,000	4,965	0,000	4,983	0,000	1,965	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Br 10-20	100%	6,681	6,681	7,838	7,838	7,497	-4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Er 10-20	100%	6,682	6,682	7,838	7,838	7,497	4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil 2Br 10-27	0%	7,823	0,000	9,178	0,000	13,465	-2,590	0,176	0,000	User Specified
Gas-oil 2Er 10-27	0%	7,823	0,000	9,178	0,000	13,465	2,590	0,176	0,000	User Specified
Gas-oil 2Cr 33-39	3,48%	55,513	1,932	65,126	2,266	17,341	0,000	0,306	99,786	IMO A.749(18)
Reboses Gas-oil	0%	5,024	0,000	5,894	0,000	6,989	0,000	1,144	0,000	User Specified
Aceite Twin Disc	10%	0,294	0,029	0,319	0,032	2,304	-1,428	3,033	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Br	10%	0,475	0,047	0,516	0,052	3,045	-2,288	2,955	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Er	10%	0,475	0,047	0,516	0,052	3,045	2,288	2,955	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Br	10%	0,478	0,048	0,520	0,052	4,423	-2,290	2,950	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Er	10%	0,478	0,048	0,520	0,052	4,423	2,290	2,950	0,000	User Specified
Aceite Lubricante 16-18	10%	2,122	0,212	2,307	0,231	7,301	0,000	1,124	0,000	User Specified
Lodos 18-21	90%	4,389	3,950	4,807	4,326	9,896	0,000	0,913	0,000	User Specified
Recoil 21-25	0%	8,301	0,000	9,092	0,000	12,489	0,000	0,075	0,000	User Specified
Agua dulce Br 28-32	10%	8,128	0,813	8,128	0,813	14,799	-4,312	1,061	0,000	User Specified
Agua dulce Er 28-32	10%	8,128	0,813	8,128	0,813	14,799	4,312	1,061	0,000	User Specified
Gas-oil 28-32	0%	30,081	0,000	35,290	0,000	14,642	0,000	-0,005	0,000	User Specified
Pique de popa	0%	7,074	0,000	6,901	0,000	0,811	0,000	3,173	0,000	User Specified
Agua de lastre 39-42	100%	17,586	17,586	17,157	17,157	20,158	0,000	2,239	0,000	User Specified
Pique de proa	100%	27,641	27,641	26,966	26,966	21,792	0,000	4,623	0,000	User Specified
Dispersante 25-27	10%	4,942	0,494	4,942	0,494	13,029	0,000	0,149	0,000	User Specified
Espumogeno Br 21-27	10%	5,688	0,569	5,688	0,569	11,996	-4,478	3,399	0,000	User Specified
Espumogeno Er 21-27	10%	5,688	0,569	5,688	0,569	11,996	4,478	3,399	0,000	User Specified
Aguas grises y negras	90%	4,790	4,311	4,790	4,311	8,469	0,000	1,083	0,000	User Specified
Tripulación	1	1,200	1,200			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Viveres	1	0,096	0,096			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Respetos y Pertrechos	1	7,000	7,000			11,440	0,000	5,500	0,000	User Specified
Carga en cubierta	1	10,000	10,000			6,300	0,000	5,500	0,000	User Specified
Total Loadcase			411,658	292,177	74,431	11,619	0,000	4,582	99,786	
FS correction								0,242		
VCG fluid								4,825		

Draft Amidships m	3,226
Displacement t	411,7
Heel deg	0,0
Draft at FP m	2,659
Draft at AP m	3,792
Draft at LCF m	3,323
Trim (+ve by stern) m	1,132
WL Length m	23,985
Beam max extents on WL m	10,008
Wetted Area m ²	272,692
Waterpl. Area m ²	211,538
Prismatic coeff. (Cp)	0,585
Block coeff. (Cb)	0,539
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,943
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,881
LCB from aft end of actual WL (+ve fwd) m	13,247
LCF from aft end of actual WL (+ve fwd) m	11,215
KB m	2,030
KG fluid m	4,825
BMt m	3,797
BML m	21,285
GMt corrected m	0,999
GML m	18,487
KMt m	5,822
KML m	23,288
Immersion (TPc) tonne/cm	2,168
MTc tonne.m	3,336
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	7,175
Max deck inclination deg	2,8423
Trim angle (+ve by stern) deg	2,8423

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = -0,577 m)		1,352
Deck Edge (freeboard pos = -0,577 m)		1,428
Puerta Puente Er	Downflooding point	7,95
Puerta Puente Br	Downflooding point	7,95
Chimenea Er	Downflooding point	9,369
Chimenea Br	Downflooding point	9,369

CRITERIO DE ESTABILIDAD DE REMOLCADORES

Condición 6	
Calado (m)	3,226
Desplazamiento (t)	411,700
Ángulo Sumergir Cubierta (p)	20,300
Velocidad lateral (m/s)	2,570
Altura Gancho sobre L.B. (m)	6,250
Altura Gancho Sobre Flotación (m)	3,024
Pos. long. Gancho (m)	8,700
Área Transversal Sumergida	62,380
C1	0,850
Pos. long. gancho / Lpp.	0,387
C4	0,400
T (TPF)	55,000
C5	1,000
C6	0,520



Ángulo Escora (q)	q/p	C2	C3	M1 (t*m)	M2 (t*m)	GZ	GZ*Desp.
5	0,25	1	0,5	82,65	103,18	0,086	35,41
10	0,49	1	0,5	82,03	102,42	0,161	66,28
15	0,74	1	0,5	81,01	101,17	0,223	91,81
20	0,99	1	0,58	84,21	99,42	0,278	114,45
25	1,23	1,05	0,62	88,94	97,20	0,324	133,39
30	1,48	1,1	0,7	95,86	94,52	0,334	137,51
35	1,72	1,11	0,75	97,12	91,40	0,309	127,22
40	1,97	1,2	0,82	106,39	87,87	0,251	103,34
50	2,46	1,3	0,82	106,60	79,67	0,159	65,46

Se observa que el ángulo de escora en la que se produce el equilibrio estático, es decir, el punto de intersección entre los pares adrizante y M1 o M2, es de valor inferior al ángulo de inundación de la cubierta. Por lo que se cumple es criterio de estabilidad para remolcadores.

Stability Calculation - Remolcador_Proyecto

Stability 20.00.02.31, build: 31

Model file: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\Mi Proyecto\Cuaderno 5 - Situaciones de carga. Criterios de estabilidad buque intacto y después de averías\Remolcador_Proyecto (Medium precision, 71 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Loadcase - Condición 7

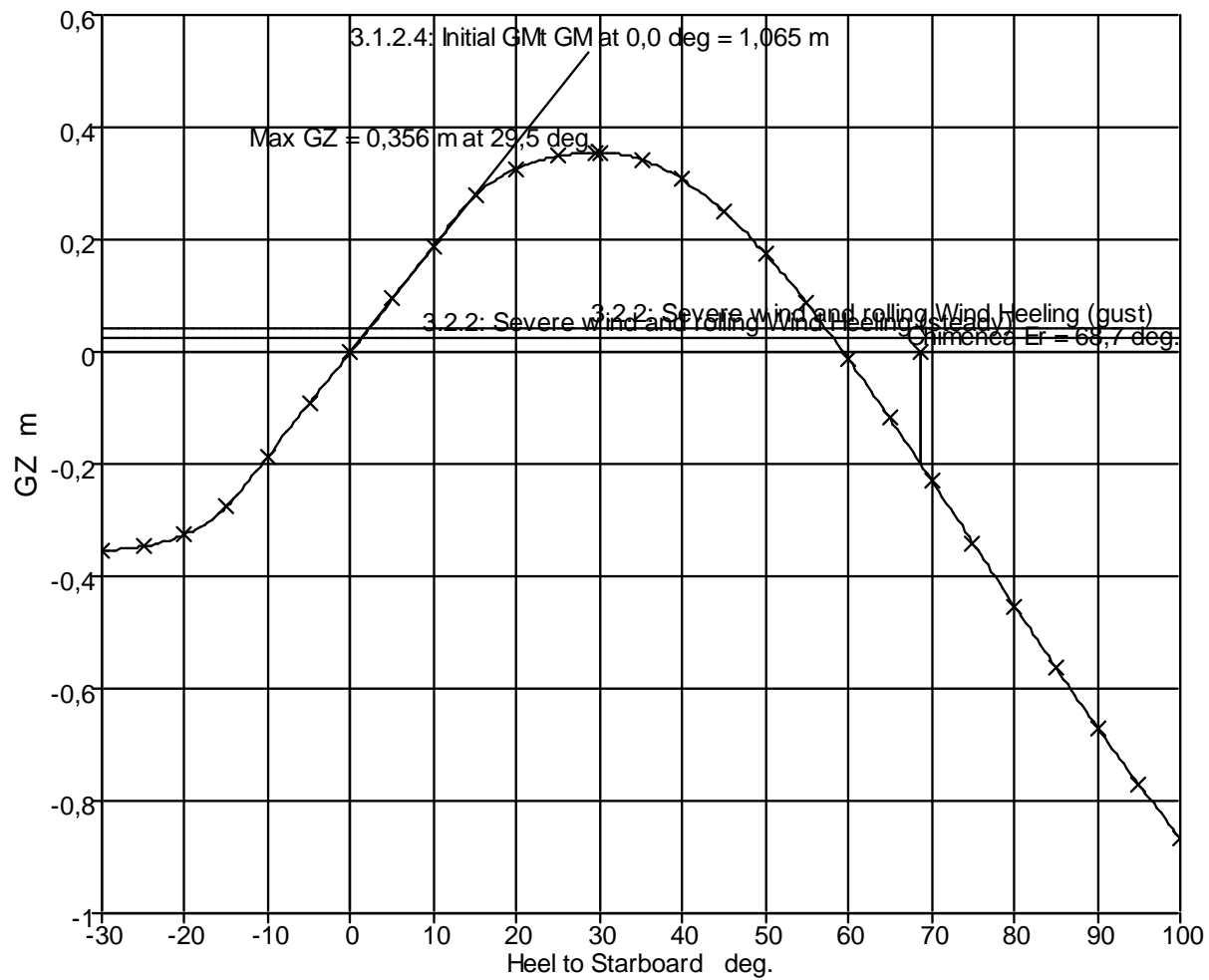
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	320,890	320,890			10,610	0,000	4,810	0,000	User Specified
Gas-oil 1Br 2-10	100%	16,998	16,998	19,941	19,941	3,106	-3,700	4,142	0,000	User Specified
Gas-oil 1Er 2-10	100%	16,998	16,998	19,941	19,941	3,106	3,700	4,142	0,000	User Specified
Gas-oil 1Cr 3-10	100%	4,232	4,232	4,965	4,965	4,256	0,000	2,609	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Br 10-20	100%	6,681	6,681	7,838	7,838	7,497	-4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Er 10-20	100%	6,682	6,682	7,838	7,838	7,497	4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil 2Br 10-27	100%	7,823	7,823	9,178	9,178	10,731	-3,273	1,003	0,000	User Specified
Gas-oil 2Er 10-27	100%	7,823	7,823	9,178	9,178	10,731	3,273	1,003	0,000	User Specified
Gas-oil 2Cr 33-39	96%	55,513	53,293	65,126	62,521	17,870	0,000	1,846	99,786	IMO A.749(18)
Reboses Gas-oil	0%	5,024	0,000	5,894	0,000	6,989	0,000	1,144	0,000	User Specified
Aceite Twin Disc	100%	0,294	0,294	0,319	0,319	2,264	-1,437	3,445	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Br	100%	0,475	0,475	0,516	0,516	3,022	-2,290	3,403	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Er	100%	0,475	0,475	0,516	0,516	3,022	2,290	3,403	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Br	100%	0,478	0,478	0,520	0,520	4,423	-2,290	3,400	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Er	100%	0,478	0,478	0,520	0,520	4,423	2,290	3,400	0,000	User Specified
Aceite Lubricante 16-18	100%	2,122	2,122	2,307	2,307	7,255	0,000	1,747	0,000	User Specified
Lodos 18-21	0%	4,389	0,000	4,807	0,000	10,493	0,000	0,293	0,000	User Specified
Recoil 21-25	100%	8,301	8,301	9,092	9,092	11,525	0,000	0,867	0,000	User Specified
Agua dulce Br 28-32	100%	8,128	8,128	8,128	8,128	14,850	-4,419	3,579	0,000	User Specified
Agua dulce Er 28-32	100%	8,128	8,128	8,128	8,128	14,850	4,419	3,579	0,000	User Specified
Gas-oil 28-32	100%	30,081	30,081	35,290	35,290	14,874	0,000	1,699	0,000	User Specified
Pique de popa	0%	7,074	0,000	6,901	0,000	0,811	0,000	3,173	0,000	User Specified
Agua de lastre 39-42	0%	17,586	0,000	17,157	0,000	19,509	0,000	0,555	0,000	User Specified
Pique de proa	100%	27,641	27,641	26,966	26,966	21,792	0,000	4,623	0,000	User Specified
Dispersante 25-27	100%	4,942	4,942	4,942	4,942	13,003	0,000	0,810	0,000	User Specified
Espumogeno Br 21-27	100%	5,688	5,688	5,688	5,688	12,017	-4,478	4,293	0,000	User Specified
Espumogeno Er 21-27	100%	5,688	5,688	5,688	5,688	12,017	4,478	4,293	0,000	User Specified
Aguas grises y negras	0%	4,790	0,000	4,790	0,000	9,240	0,000	0,504	0,000	User Specified
Tripulación	1	1,200	1,200			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Viveres	1	0,960	0,960			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Respetos y Pertrechos	1	7,000	7,000			11,440	0,000	5,500	0,000	User Specified
Carga en cubierta	1	10,000	10,000			6,300	0,000	5,500	0,000	User Specified
Total Loadcase			563,500	292,177	250,022	11,607	-0,001	4,051	99,786	
FS correction								0,177		
VCG fluid								4,228		



Stability

- GZ
- Chimenea Er = 68,7 deg.
- 3.1.2.4: Initial GMt GM at 0,0 deg = 1,065 m
- 3.2.2: Severe wind and rolling Wind Heeling (steady)
- 3.2.2: Severe wind and rolling Wind Heeling (gust)
- Max GZ = 0,356 m at 29,5 deg.

	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35
GZ m	-0,355	-0,347	-0,326	-0,277	-0,186	-0,092	0,001	0,094	0,188	0,278	0,327	0,348	0,356	0,343
Area under GZ curve from zero heel m.deg	7,0611	5,3042	3,6156	2,093	0,9249	0,2295	0,0007	0,237	0,9399	2,1151	3,6451	5,3395	7,1064	8,8633
Displacement t	563,5	563,5	563,5	563,5	563,5	563,5	563,5	563,5	563,5	563,5	563,5	563,5	563,5	563,5
Draft at FP m	4,01	3,971	3,937	3,906	3,887	3,881	3,879	3,881	3,887	3,907	3,937	3,972	4,011	4,067
Draft at AP m	4,111	4,057	4,038	4,055	4,09	4,102	4,105	4,102	4,09	4,055	4,038	4,058	4,111	4,195
WL Length m	25,682	25,662	25,577	25,393	25,219	25,036	24,899	25,036	25,219	25,393	25,577	25,662	25,682	25,741
Beam max extents on WL m	10,204	10,702	10,488	10,249	10,162	10,046	10,008	10,046	10,162	10,249	10,488	10,702	10,203	9,551
Wetted Area m^2	333,183	326,84	319,944	310,028	309,685	310,496	310,708	310,496	309,684	310,023	319,943	326,855	333,183	339,4
Waterpl. Area m^2	172,324	182,502	194,255	212,234	217,433	217,406	217,187	217,406	217,43	212,234	194,255	182,498	172,32	161,622
Prismatic coeff. (Cp)	0,586	0,584	0,588	0,592	0,596	0,6	0,603	0,6	0,596	0,592	0,588	0,584	0,586	0,586
Block coeff. (Cb)	0,402	0,402	0,432	0,471	0,506	0,545	0,556	0,545	0,506	0,471	0,432	0,402	0,402	0,411
LCB from aft end of actual WL (+ve fwd) m	14,31	14,312	14,244	14,073	13,905	13,724	13,587	13,724	13,905	14,073	14,244	14,312	14,311	14,339
LCF from aft end of actual WL (+ve fwd) m	14,018	13,641	13,112	12,406	11,969	11,691	11,528	11,691	11,969	12,405	13,112	13,641	14,018	14,324
Max deck inclination deg	30,0007	25,0007	20,0014	15,0042	10,0125	5,0306	0,5677	5,0306	10,0124	15,0042	20,0014	25,0007	30,0007	35,0009
Trim angle (+ve by stern) deg	0,2547	0,2159	0,2545	0,3728	0,5105	0,557	0,5677	0,557	0,5093	0,3721	0,2546	0,2159	0,2512	0,3197

	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
GZ m	0,307	0,25	0,175	0,086	-0,013	-0,119	-0,228	-0,34	-0,452	-0,562	-0,669	-0,771	-0,865
Area under GZ curve from zero heel m.deg	10,4968	11,8957	12,9623	13,618	13,8037	13,4774	12,6111	11,1897	9,2081	6,6708	3,5912	-0,0101	-4,1016
Displacement t	563,4	563,5	563,5	563,5	563,4	563,5	563,5	563,5	563,5	563,5	563,5	563,5	563,5
Draft at FP m	4,147	4,253	4,387	4,559	4,784	5,097	5,568	6,339	7,889	12,528	n/a	6,028	1,388
Draft at AP m	4,309	4,455	4,635	4,861	5,154	5,554	6,132	7,084	8,94	14,422	n/a	7,276	1,792
WL Length m	25,783	25,846	25,898	26	26,129	26,249	26,33	26,35	26,289	26,228	26,072	25,833	25,566
Beam max extents on WL m	8,946	8,395	7,912	7,504	7,167	6,897	6,685	6,533	6,425	6,368	6,359	6,399	6,489
Wetted Area m^2	344,598	348,629	351,701	354,322	356,402	358,204	359,749	361,181	362,522	363,792	365,099	366,376	367,663
Waterpl. Area m^2	151,451	142,22	134,142	127,558	122,083	117,686	114,193	111,527	109,617	108,451	107,925	108,169	109,205
Prismatic coeff. (Cp)	0,586	0,587	0,588	0,588	0,587	0,587	0,587	0,588	0,591	0,594	0,599	0,606	0,613
Block coeff. (Cb)	0,423	0,436	0,451	0,465	0,479	0,492	0,507	0,521	0,538	0,552	0,561	0,55	0,537
LCB from aft end of actual WL (+ve fwd) m	14,338	14,337	14,307	14,307	14,307	14,307	14,307	14,308	14,308	14,309	14,31	14,312	14,313
LCF from aft end of actual WL (+ve fwd) m	14,525	14,672	14,755	14,858	14,93	14,982	15,013	15,027	15,024	15,012	14,983	14,95	14,912
Max deck inclination deg	40,001	45,0011	50,0012	55,0012	60,0011	65,001	70,0007	75,0005	80,0003	85,0001	90	94,9999	100
Trim angle (+ve by stern) deg	0,4065	0,5077	0,6237	0,7601	0,929	1,1462	1,4162	1,8711	2,6373	4,7468	90	3,1299	1,0145

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = 5,132 m)		12,9	n/a
Deck Edge (immersion pos = 5,132 m)		13,8	n/a
Puerta Puente Er	Downflooding point	71,8	0
Puerta Puente Br	Downflooding point	95,8	0
Chimenea Er	Downflooding point	68,7	0
Chimenea Br	Downflooding point	Not immersed in positive range	0

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	Copy of IMO roll back angle MSC.267(85)	17,8	deg			
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	7,1064	Pass	+125,51
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	10,4968	Pass	+103,56
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	3,3904	Pass	+97,24
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	0,356	Pass	+78,00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	29,5	Pass	+18,18
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	1,065	Pass	+610,00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	1,4	Pass	+91,22
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80,00	%	10,19	Pass	+87,26
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,00	%	188,75	Pass	+88,75

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	Copy of IMO roll back angle MSC.267(85)					
	L, Stability calculated	24,899	m			
	B, Stability calculated	10,015	m			
	d, Stability calculated	3,992	m			
	GMf, Stability calculated	1,065	m			
	VCG, Stability calculated	4,228	m			
	CB, Stability calculated	0,556				
	Ak, keel area, user spec.	10,8	m^2			
	Method for k factor	Tabulated value for k				
	Evaluates to	17,8	deg			
	Intermediate values					
	B / d			2,509		
	100 Ak / L / B			4,331		
	C		IMO units	0,42		
	T		s	8,154		
	OG, Centre of gravity above WL		m	0,236		
	X1		IMO units	0,978		
	X2		IMO units	0,897		
	k tabulated		IMO units	0,7		
	r		IMO units	0,765		
	s		IMO units	0,092		

A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	angle of vanishing stability	59,4	deg			
	shall not be less than (>=)	3,1513	m.deg	7,1064	Pass	125,51
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first downflooding angle	68,7	deg			
	angle of vanishing stability	59,4	deg			
	shall not be less than (>=)	5,1566	m.deg	10,497	Pass	103,56
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first downflooding angle	68,7	deg			
	angle of vanishing stability	59,4	deg			
	shall not be less than (>=)	1,7189	m.deg	3,3904	Pass	97,24
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
	in the range from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	90	deg	90		
	angle of max. GZ	29,5	deg			
	shall not be less than (>=)	0,2	m	0,356	Pass	78
	Intermediate values					
	angle at which this GZ occurs		deg	30		

A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
	shall not be less than (\geq)	25	deg	29,5	Pass	18,18
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
	spec. heel angle	0	deg			
	shall not be less than (\geq)	0,15	m	1,065	Pass	610
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass	
	Wind arm: $a P A (h - H) / (g \text{ disp.}) \cos^n(\phi)$					
	constant: $a =$	0,99966				
	wind pressure: $P =$	504	Pa			
	area centroid height (from zero point): $h =$	6	m			
	additional area: $A =$	50	m^2			
	$H =$ vert. centre of projected lat. u'water area	2,364	m			
	cosine power: $n =$	0				
	gust ratio	1,5				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	25,0 (-23,6)	deg	-23,6		
	Copy of IMO roll back angle MSC.267(85) from equilibrium (with steady heel arm)	17,8 (-16,4)	deg			
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	first downflooding angle	68,7	deg			
	angle of vanishing stability (with gust heel arm)	57,3	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	angle of max. GZ	29,5	deg	29,5		
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	

	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16	deg	1,4	Pass	91,22
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80	%	10,19	Pass	87,26
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100	%	188,75	Pass	88,75
	Intermediate values					
	Model windage area		m^2	44,327		
	Model windage area centroid height (from zero point)		m	4,941		
	Total windage area		m^2	94,327		
	Total windage area centroid height (from zero point)		m	5,503		
	Heel arm amplitude		m	0,027		
	Equilibrium angle with steady heel arm		deg	1,4		
	Equilibrium angle with gust heel arm		deg	2,1		
	Deck edge immersion angle		deg	13,8		
	Area1 (under GZ), from 2,1 to 50,0 deg.		m.deg	12,919		
	Area1 (under HA), from 2,1 to 50,0 deg.		m.deg	1,9382		
	Area1, from 2,1 to 50,0 deg.		m.deg	10,98		
	Area2 (under GZ), from -23,6 to 2,1 deg.		m.deg	-4,7759		
	Area2 (under HA), from -23,6 to 2,1 deg.		m.deg	1,0414		
	Area2, from -23,6 to 2,1 deg.		m.deg	5,8173		

Equilibrium Calculation - Remolcador_Proyecto

Stability 20.00.02.31, build: 31

Model file: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\Mi Proyecto\Cuaderno 5 - Situaciones de carga. Criterios de estabilidad buque intacto y después de averías\Remolcador_Proyecto (Medium precision, 71 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Loadcase - Condición 7

Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

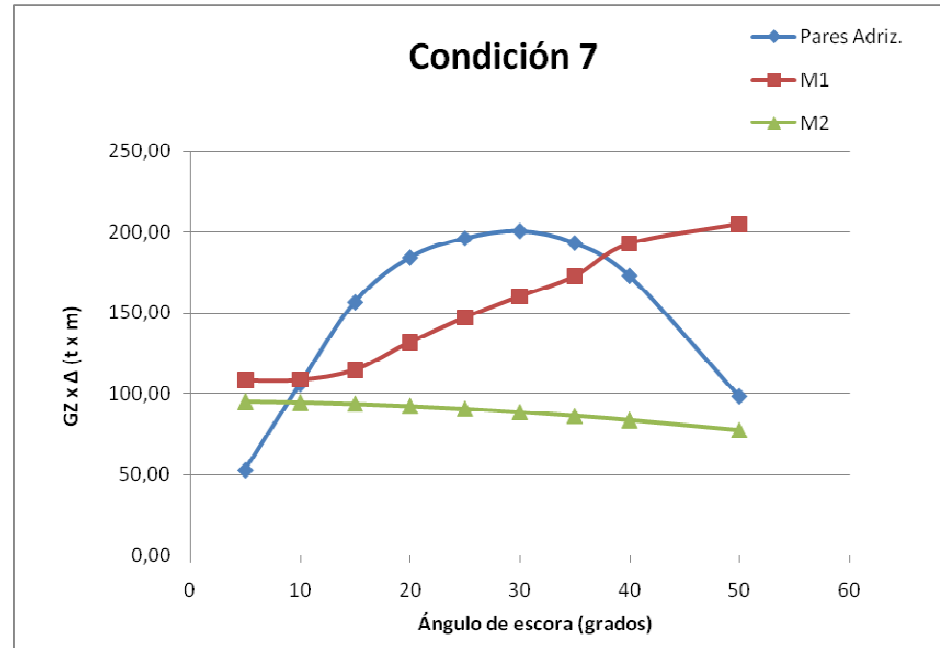
Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	320,890	320,890			10,610	0,000	4,810	0,000	User Specified
Gas-oil 1Br 2-10	100%	16,998	16,998	19,941	19,941	3,106	-3,700	4,142	0,000	User Specified
Gas-oil 1Er 2-10	100%	16,998	16,998	19,941	19,941	3,106	3,700	4,142	0,000	User Specified
Gas-oil 1Cr 3-10	100%	4,232	4,232	4,965	4,965	4,256	0,000	2,609	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Br 10-20	100%	6,681	6,681	7,838	7,838	7,497	-4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Er 10-20	100%	6,682	6,682	7,838	7,838	7,497	4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil 2Br 10-27	100%	7,823	7,823	9,178	9,178	10,731	-3,273	1,003	0,000	User Specified
Gas-oil 2Er 10-27	100%	7,823	7,823	9,178	9,178	10,731	3,273	1,003	0,000	User Specified
Gas-oil 2Cr 33-39	96%	55,513	53,293	65,126	62,521	17,870	0,000	1,846	99,786	IMO A.749(18)
Reboses Gas-oil	0%	5,024	0,000	5,894	0,000	6,989	0,000	1,144	0,000	User Specified
Aceite Twin Disc	100%	0,294	0,294	0,319	0,319	2,264	-1,437	3,445	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Br	100%	0,475	0,475	0,516	0,516	3,022	-2,290	3,403	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Er	100%	0,475	0,475	0,516	0,516	3,022	2,290	3,403	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Br	100%	0,478	0,478	0,520	0,520	4,423	-2,290	3,400	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Er	100%	0,478	0,478	0,520	0,520	4,423	2,290	3,400	0,000	User Specified
Aceite Lubricante 16-18	100%	2,122	2,122	2,307	2,307	7,255	0,000	1,747	0,000	User Specified
Lodos 18-21	0%	4,389	0,000	4,807	0,000	10,493	0,000	0,293	0,000	User Specified
Recoil 21-25	100%	8,301	8,301	9,092	9,092	11,525	0,000	0,867	0,000	User Specified
Agua dulce Br 28-32	100%	8,128	8,128	8,128	8,128	14,850	-4,419	3,579	0,000	User Specified
Agua dulce Er 28-32	100%	8,128	8,128	8,128	8,128	14,850	4,419	3,579	0,000	User Specified
Gas-oil 28-32	100%	30,081	30,081	35,290	35,290	14,874	0,000	1,699	0,000	User Specified
Pique de popa	0%	7,074	0,000	6,901	0,000	0,811	0,000	3,173	0,000	User Specified
Agua de lastre 39-42	0%	17,586	0,000	17,157	0,000	19,509	0,000	0,555	0,000	User Specified
Pique de proa	100%	27,641	27,641	26,966	26,966	21,792	0,000	4,623	0,000	User Specified
Dispersante 25-27	100%	4,942	4,942	4,942	4,942	13,003	0,000	0,810	0,000	User Specified
Espumogeno Br 21-27	100%	5,688	5,688	5,688	5,688	12,017	-4,478	4,293	0,000	User Specified
Espumogeno Er 21-27	100%	5,688	5,688	5,688	5,688	12,017	4,478	4,293	0,000	User Specified
Aguas grises y negras	0%	4,790	0,000	4,790	0,000	9,240	0,000	0,504	0,000	User Specified
Tripulación	1	1,200	1,200			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Viveres	1	0,960	0,960			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Respetos y Pertrechos	1	7,000	7,000			11,440	0,000	5,500	0,000	User Specified
Carga en cubierta	1	10,000	10,000			6,300	0,000	5,500	0,000	User Specified
Total Loadcase			563,500	292,177	250,022	11,607	-0,001	4,051	99,786	
FS correction								0,177		
VCG fluid								4,228		

Draft Amidships m	3,993
Displacement t	563,5
Heel deg	0,0
Draft at FP m	3,881
Draft at AP m	4,104
Draft at LCF m	4,011
Trim (+ve by stern) m	0,223
WL Length m	24,898
Beam max extents on WL m	10,008
Wetted Area m ²	310,705
Waterpl. Area m ²	217,180
Prismatic coeff. (Cp)	0,603
Block coeff. (Cb)	0,556
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,935
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,872
LCB from aft end of actual WL (+ve fwd) m	13,588
LCF from aft end of actual WL (+ve fwd) m	11,527
KB m	2,452
KG fluid m	4,228
BMt m	2,840
BML m	16,872
GMt corrected m	1,064
GML m	15,095
KMt m	5,292
KML m	19,323
Immersion (TPc) tonne/cm	2,226
MTc tonne.m	3,729
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	10,468
Max deck inclination deg	0,5613
Trim angle (+ve by stern) deg	0,5613

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = -0,577 m)		1,064
Deck Edge (freeboard pos = -0,577 m)		1,14
Puerta Puente Er	Downflooding point	7,084
Puerta Puente Br	Downflooding point	7,084
Chimenea Er	Downflooding point	8,608
Chimenea Br	Downflooding point	8,608

CRITERIO DE ESTABILIDAD DE REMOLCADORES

Condición 7	
Calado (m)	3,993
Desplazamiento (t)	563,500
Ángulo Sumergir Cubierta (p)	13,800
Velocidad lateral (m/s)	2,570
Altura Gancho sobre L.B. (m)	6,250
Altura Gancho Sobre Flotación (m)	2,257
Pos. long. Gancho (m)	8,700
Área Transversal Sumergida	89,192
C1	0,850
Pos. long. gancho / Lpp.	0,387
C4	0,400
T (TPF)	55,000
C5	1,000
C6	0,520



Ángulo Escora (q)	q/p	C2	C3	M1 (t*m)	M2 (t*m)	GZ	GZ*Desp.
5	0,36	1	0,5	108,45	95,14	0,094	52,97
10	0,72	1	0,51	108,81	94,58	0,188	105,94
15	1,09	1	0,58	114,86	93,64	0,278	156,65
20	1,45	1,05	0,7	131,87	92,34	0,327	184,26
25	1,81	1,1	0,8	147,26	90,68	0,348	196,10
30	2,17	1,2	0,82	160,30	88,68	0,356	200,61
35	2,54	1,32	0,82	172,77	86,35	0,343	193,28
40	2,90	1,51	0,82	193,01	83,72	0,307	172,99
50	3,62	1,7	0,82	205,21	77,60	0,175	98,61

Se observa que el ángulo de escora en la que se produce el equilibrio estático, es decir, el punto de intersección entre los pares adrizante y M1 o M2, es de valor inferior al ángulo de inundación de la cubierta. Por lo que se cumple es criterio de estabilidad para remolcadores.

Stability Calculation - Remolcador_Proyecto

Stability 20.00.02.31, build: 31

Model file: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\Mi Proyecto\Cuaderno 5 - Situaciones de carga. Criterios de estabilidad buque intacto y después de averías\Remolcador_Proyecto (Medium precision, 71 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Loadcase - Condición 8

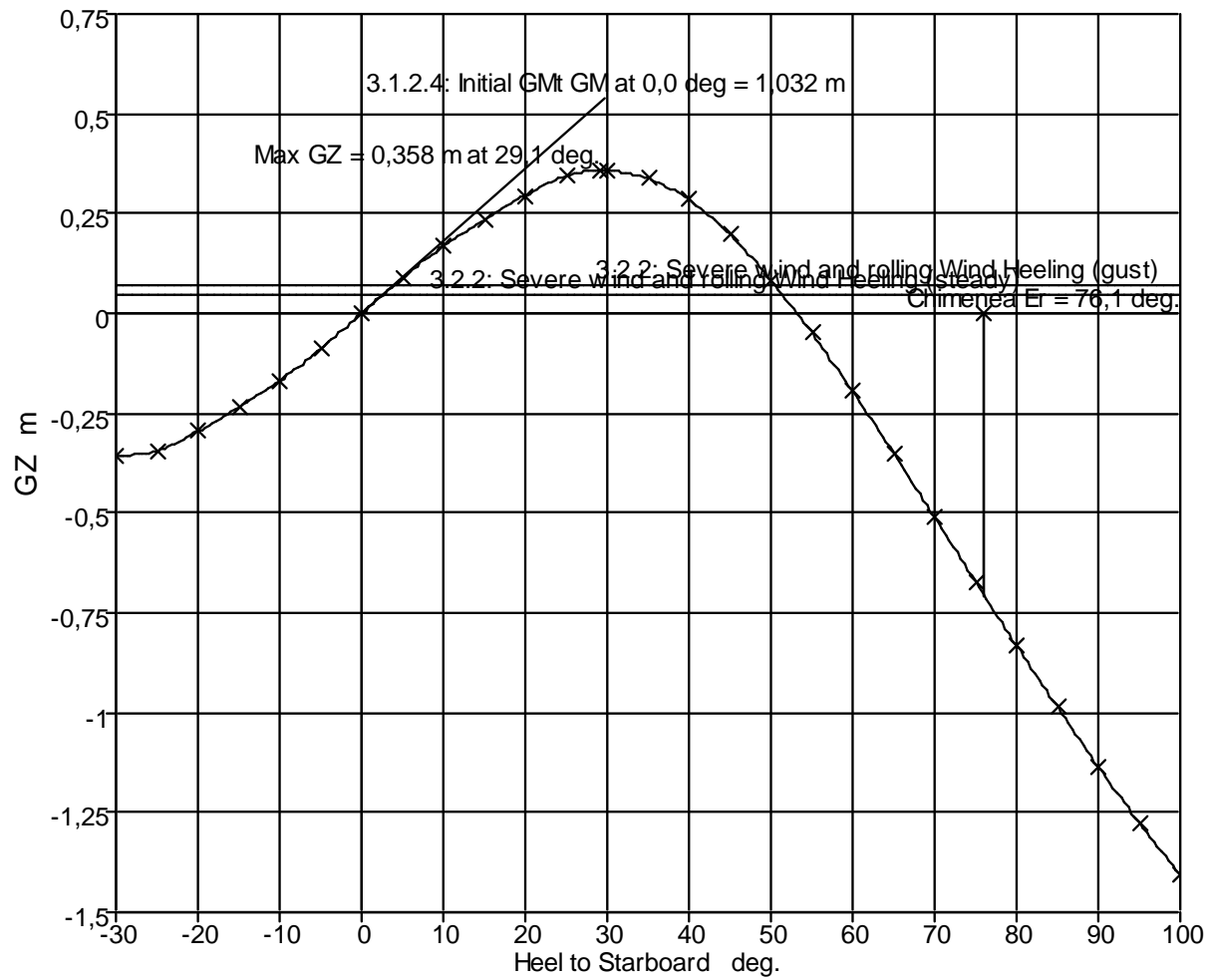
Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	320,890	320,890			10,610	0,000	4,810	0,000	User Specified
Gas-oil 1Br 2-10	0%	16,998	0,000	19,941	0,000	3,966	-3,563	2,900	0,000	User Specified
Gas-oil 1Er 2-10	0%	16,998	0,000	19,941	0,000	3,966	3,563	2,900	0,000	User Specified
Gas-oil 1Cr 3-10	0%	4,232	0,000	4,965	0,000	4,983	0,000	1,965	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Br 10-20	100%	6,681	6,681	7,838	7,838	7,497	-4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Er 10-20	100%	6,682	6,682	7,838	7,838	7,497	4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil 2Br 10-27	0%	7,823	0,000	9,178	0,000	13,465	-2,590	0,176	0,000	User Specified
Gas-oil 2Er 10-27	0%	7,823	0,000	9,178	0,000	13,465	2,590	0,176	0,000	User Specified
Gas-oil 2Cr 33-39	3,48%	55,513	1,932	65,126	2,266	17,341	0,000	0,306	99,786	IMO A.749(18)
Reboses Gas-oil	0%	5,024	0,000	5,894	0,000	6,989	0,000	1,144	0,000	User Specified
Aceite Twin Disc	10%	0,294	0,029	0,319	0,032	2,304	-1,428	3,033	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Br	10%	0,475	0,047	0,516	0,052	3,045	-2,288	2,955	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Er	10%	0,475	0,047	0,516	0,052	3,045	2,288	2,955	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Br	10%	0,478	0,048	0,520	0,052	4,423	-2,290	2,950	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Er	10%	0,478	0,048	0,520	0,052	4,423	2,290	2,950	0,000	User Specified
Aceite Lubricante 16-18	10%	2,122	0,212	2,307	0,231	7,301	0,000	1,124	0,000	User Specified
Lodos 18-21	90%	4,389	3,950	4,807	4,326	9,896	0,000	0,913	0,000	User Specified
Recoil 21-25	100%	8,301	8,301	9,092	9,092	11,525	0,000	0,867	0,000	User Specified
Agua dulce Br 28-32	10%	8,128	0,813	8,128	0,813	14,799	-4,312	1,061	0,000	User Specified
Agua dulce Er 28-32	10%	8,128	0,813	8,128	0,813	14,799	4,312	1,061	0,000	User Specified
Gas-oil 28-32	0%	30,081	0,000	35,290	0,000	14,642	0,000	-0,005	0,000	User Specified
Pique de popa	0%	7,074	0,000	6,901	0,000	0,811	0,000	3,173	0,000	User Specified
Agua de lastre 39-42	100%	17,586	17,586	17,157	17,157	20,158	0,000	2,239	0,000	User Specified
Pique de proa	100%	27,641	27,641	26,966	26,966	21,792	0,000	4,623	0,000	User Specified
Dispersante 25-27	10%	4,942	0,494	4,942	0,494	13,029	0,000	0,149	0,000	User Specified
Espumogeno Br 21-27	10%	5,688	0,569	5,688	0,569	11,996	-4,478	3,399	0,000	User Specified
Espumogeno Er 21-27	10%	5,688	0,569	5,688	0,569	11,996	4,478	3,399	0,000	User Specified
Aguas grises y negras	90%	4,790	4,311	4,790	4,311	8,469	0,000	1,083	0,000	User Specified
Tripulación	1	1,200	1,200			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Viveres	1	0,096	0,096			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Respetos y Pertrechos	1	7,000	7,000			11,440	0,000	5,500	0,000	User Specified
Carga en cubierta	1	10,000	10,000			6,300	0,000	5,500	0,000	User Specified
Total Loadcase			419,960	292,177	83,524	11,617	0,000	4,509	99,786	
FS correction								0,238		
VCG fluid								4,746		



Stability

- GZ
- Chimenea Er = 76,1 deg.
- 3.1.2.4: Initial GMt GM at 0,0 deg = 1,032 m
- 3.2.2: Severe wind and rolling Wind Heeling (steady)
- 3.2.2: Severe wind and rolling Wind Heeling (gust)
- Max GZ = 0,358 m at 29,1 deg.

	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35
GZ m	-0,357	-0,344	-0,296	-0,236	-0,168	-0,089	0	0,089	0,169	0,236	0,296	0,344	0,357	0,338
Area under GZ curve from zero heel m.deg	6,5904	4,8266	3,2156	1,8858	0,8715	0,2235	0,0001	0,2245	0,8733	1,888	3,2187	4,8293	6,5985	8,3489
Displacement t	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420
Draft at FP m	2,989	2,931	2,863	2,799	2,754	2,733	2,729	2,733	2,754	2,8	2,864	2,931	2,989	3,025
Draft at AP m	3,294	3,425	3,566	3,687	3,766	3,801	3,808	3,801	3,765	3,687	3,566	3,425	3,294	3,17
WL Length m	24,933	24,788	24,662	24,529	24,369	24,191	24,043	24,191	24,369	24,529	24,662	24,788	24,933	25,078
Beam max extents on WL m	10,664	10,657	10,507	10,301	10,144	10,044	10,008	10,044	10,144	10,301	10,507	10,657	10,664	10,404
Wetted Area m^2	271,057	266,709	262,836	265,837	270,127	274,013	274,808	274,011	270,116	265,827	262,83	266,709	271,041	274,091
Waterpl. Area m^2	176,806	189,183	200,978	203,226	207,018	210,939	211,928	210,934	207,003	203,213	200,972	189,183	176,805	165,942
Prismatic coeff. (Cp)	0,582	0,582	0,579	0,579	0,581	0,584	0,587	0,584	0,581	0,579	0,579	0,582	0,582	0,578
Block coeff. (Cb)	0,349	0,367	0,395	0,431	0,473	0,521	0,54	0,521	0,473	0,431	0,395	0,367	0,349	0,342
LCB from aft end of actual WL (+ve fwd) m	14,081	13,965	13,859	13,74	13,589	13,416	13,268	13,416	13,59	13,74	13,859	13,965	14,081	14,201
LCF from aft end of actual WL (+ve fwd) m	13,665	13,186	12,652	12,301	11,874	11,454	11,234	11,454	11,874	12,301	12,652	13,186	13,665	14,088
Max deck inclination deg	30,0067	25,0236	20,0659	15,1505	10,3051	5,6674	2,7094	5,6663	10,3042	15,15	20,0657	25,0236	30,0067	35,0011
Trim angle (+ve by stern) deg	0,7663	1,2384	1,7653	2,2311	2,5405	2,6818	2,7094	2,6795	2,5364	2,2272	1,7629	1,2388	0,7663	0,3646

	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
GZ m	0,284	0,197	0,083	-0,05	-0,196	-0,351	-0,511	-0,672	-0,832	-0,987	-1,136	-1,276	-1,406
Area under GZ curve from zero heel m.deg	9,9185	11,1352	11,8462	11,9377	11,3283	9,9628	7,8077	4,8486	1,0867	-3,4627	-8,7725	-14,807	-21,515
Displacement t	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420
Draft at FP m	3,038	3,038	3,03	3,013	2,985	2,943	2,872	2,742	2,471	1,637	n/a	-5,037	-4,203
Draft at AP m	3,045	2,91	2,755	2,568	2,335	2,023	1,576	0,859	-0,538	-4,655	n/a	-11,611	-7,502
WL Length m	25,22	25,29	25,336	25,388	25,45	25,511	25,661	25,937	26,149	26,264	26,326	26,325	26,263
Beam max extents on WL m	9,502	8,763	8,165	7,683	7,3	6,996	6,767	6,6	6,49	6,427	6,387	6,396	6,453
Wetted Area m^2	276,58	278,767	280,713	282,482	284,048	285,535	286,93	288,353	289,752	291,009	292,225	293,403	294,558
Waterpl. Area m^2	154,831	144,83	136,31	129,213	123,404	118,813	115,272	112,785	111,212	110,304	109,844	110,104	111,031
Prismatic coeff. (Cp)	0,577	0,575	0,574	0,574	0,574	0,574	0,574	0,572	0,568	0,565	0,564	0,565	0,571
Block coeff. (Cb)	0,362	0,382	0,403	0,423	0,442	0,461	0,477	0,491	0,504	0,519	0,533	0,509	0,486
LCB from aft end of actual WL (+ve fwd) m	14,32	14,369	14,382	14,394	14,405	14,385	14,393	14,398	14,401	14,403	14,402	14,4	14,396
LCF from aft end of actual WL (+ve fwd) m	14,423	14,624	14,749	14,847	14,923	14,959	15,013	15,065	15,114	15,146	15,157	15,156	15,137
Max deck inclination deg	40	45,0005	50,0014	55,0025	60,0034	65,0039	70,0039	75,0035	80,0026	85,0014	90	94,9984	99,9968
Trim angle (+ve by stern) deg	0,0188	-0,3222	-0,6909	-1,1161	-1,6328	-2,3109	-3,2523	-4,7197	-7,5154	-15,423	-90	-16,076	-8,2304

Key point	Type	Immersion angle deg	Emergence angle deg
Margin Line (immersion pos = 1,608 m)		18,9	n/a
Deck Edge (immersion pos = 2,251 m)		19,9	n/a
Puerta Puente Er	Downflooding point	80,5	0
Puerta Puente Br	Downflooding point	Not immersed in positive range	0
Chimenea Er	Downflooding point	76,1	0
Chimenea Br	Downflooding point	Not immersed in positive range	0

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	Copy of IMO roll back angle MSC.267(85)	17,7	deg			
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	6,5985	Pass	+109,39
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	9,9185	Pass	+92,35
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	3,3200	Pass	+93,15
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	0,357	Pass	+78,50
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	29,1	Pass	+16,36
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	1,032	Pass	+588,00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	2,5	Pass	+84,33
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80,00	%	12,59	Pass	+84,26
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,00	%	152,14	Pass	+52,14

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	Copy of IMO roll back angle MSC.267(85)					
	L, Stability calculated	24,043	m			
	B, Stability calculated	10,015	m			
	d, Stability calculated	3,268	m			
	GMf, Stability calculated	1,032	m			
	VCG, Stability calculated	4,746	m			
	CB, Stability calculated	0,54				
	Ak, keel area, user spec.	10,8	m^2			
	Method for k factor	Tabulated value for k				
	Evaluates to	17,7	deg			
	Intermediate values					
	B / d			3,064		
	100 Ak / L / B			4,485		
	C		IMO units	0,433		
	T		s	8,538		
	OG, Centre of gravity above WL		m	1,478		
	X1		IMO units	0,887		
	X2		IMO units	0,876		
	k tabulated		IMO units	0,7		
	r		IMO units	1,001		
	s		IMO units	0,089		

A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	angle of vanishing stability	53,2	deg			
	shall not be less than (>=)	3,1513	m.deg	6,5985	Pass	109,39
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first downflooding angle	76,1	deg			
	angle of vanishing stability	53,2	deg			
	shall not be less than (>=)	5,1566	m.deg	9,9185	Pass	92,35
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first downflooding angle	76,1	deg			
	angle of vanishing stability	53,2	deg			
	shall not be less than (>=)	1,7189	m.deg	3,32	Pass	93,15
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
	in the range from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	90	deg	90		
	angle of max. GZ	29,1	deg			
	shall not be less than (>=)	0,2	m	0,357	Pass	78,5
	Intermediate values					
	angle at which this GZ occurs		deg	30		

A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
	shall not be less than (\geq)	25	deg	29,1	Pass	16,36
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
	spec. heel angle	0	deg			
	shall not be less than (\geq)	0,15	m	1,032	Pass	588
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass	
	Wind arm: $a P A (h - H) / (g \text{ disp.}) \cos^n(\phi)$					
	constant: $a =$	0,99966				
	wind pressure: $P =$	504	Pa			
	area centroid height (from zero point): $h =$	6	m			
	additional area: $A =$	50	m^2			
	$H =$ vert. centre of projected lat. u'water area	1,905	m			
	cosine power: $n =$	0				
	gust ratio	1,5				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	25,0 (-22,5)	deg	-22,5		
	Copy of IMO roll back angle MSC.267(85) from equilibrium (with steady heel arm)	17,7 (-15,2)	deg			
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	first downflooding angle	76,1	deg			
	angle of vanishing stability (with gust heel arm)	50,6	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	angle of max. GZ	29,1	deg	29,1		
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	

	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16	deg	2,5	Pass	84,33
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80	%	12,59	Pass	84,26
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100	%	152,14	Pass	52,14
	Intermediate values					
	Model windage area		m^2	61,83		
	Model windage area centroid height (from zero point)		m	4,572		
	Total windage area		m^2	111,83		
	Total windage area centroid height (from zero point)		m	5,21		
	Heel arm amplitude		m	0,045		
	Equilibrium angle with steady heel arm		deg	2,5		
	Equilibrium angle with gust heel arm		deg	3,8		
	Deck edge immersion angle		deg	19,9		
	Area1 (under GZ), from 3,8 to 50,0 deg.		m.deg	11,717		
	Area1 (under HA), from 3,8 to 50,0 deg.		m.deg	3,1345		
	Area1, from 3,8 to 50,0 deg.		m.deg	8,5824		
	Area2 (under GZ), from -22,5 to 3,8 deg.		m.deg	-3,8588		
	Area2 (under HA), from -22,5 to 3,8 deg.		m.deg	1,7823		
	Area2, from -22,5 to 3,8 deg.		m.deg	5,6411		

Equilibrium Calculation - Remolcador_Proyecto

Stability 20.00.02.31, build: 31

Model file: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\Mi Proyecto\Cuaderno 5 - Situaciones de carga. Criterios de estabilidad buque intacto y después de averías\Remolcador_Proyecto (Medium precision, 71 sections, Trimming on, Skin thickness not applied). Long. datum: AP; Vert. datum: Baseline. Analysis tolerance - ideal(worst case): Disp. %: 0,01000(0,100); Trim%(LCG-TCG): 0,01000(0,100); Heel%(LCG-TCG): 0,01000(0,100)

Loadcase - Condición 8

Damage Case - Intact

Free to Trim

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m³)

Fluid analysis method: Use corrected VCG

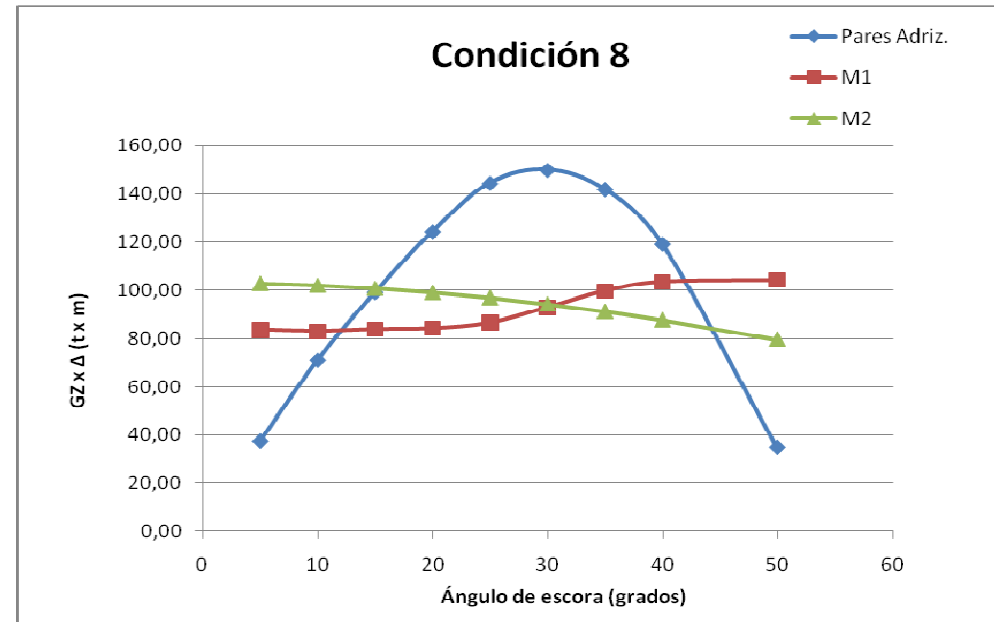
Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Lightship	1	320,890	320,890			10,610	0,000	4,810	0,000	User Specified
Gas-oil 1Br 2-10	0%	16,998	0,000	19,941	0,000	3,966	-3,563	2,900	0,000	User Specified
Gas-oil 1Er 2-10	0%	16,998	0,000	19,941	0,000	3,966	3,563	2,900	0,000	User Specified
Gas-oil 1Cr 3-10	0%	4,232	0,000	4,965	0,000	4,983	0,000	1,965	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Br 10-20	100%	6,681	6,681	7,838	7,838	7,497	-4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil Uso diario Er 10-20	100%	6,682	6,682	7,838	7,838	7,497	4,496	4,460	0,000	User Specified
Gas-oil 2Br 10-27	0%	7,823	0,000	9,178	0,000	13,465	-2,590	0,176	0,000	User Specified
Gas-oil 2Er 10-27	0%	7,823	0,000	9,178	0,000	13,465	2,590	0,176	0,000	User Specified
Gas-oil 2Cr 33-39	3,48%	55,513	1,932	65,126	2,266	17,341	0,000	0,306	99,786	IMO A.749(18)
Reboses Gas-oil	0%	5,024	0,000	5,894	0,000	6,989	0,000	1,144	0,000	User Specified
Aceite Twin Disc	10%	0,294	0,029	0,319	0,032	2,304	-1,428	3,033	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Br	10%	0,475	0,047	0,516	0,052	3,045	-2,288	2,955	0,000	User Specified
Aceite hidráulico Er	10%	0,475	0,047	0,516	0,052	3,045	2,288	2,955	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Br	10%	0,478	0,048	0,520	0,052	4,423	-2,290	2,950	0,000	User Specified
Aceite hidráulico propulsión Er	10%	0,478	0,048	0,520	0,052	4,423	2,290	2,950	0,000	User Specified
Aceite Lubricante 16-18	10%	2,122	0,212	2,307	0,231	7,301	0,000	1,124	0,000	User Specified
Lodos 18-21	90%	4,389	3,950	4,807	4,326	9,896	0,000	0,913	0,000	User Specified
Recoil 21-25	100%	8,301	8,301	9,092	9,092	11,525	0,000	0,867	0,000	User Specified
Agua dulce Br 28-32	10%	8,128	0,813	8,128	0,813	14,799	-4,312	1,061	0,000	User Specified
Agua dulce Er 28-32	10%	8,128	0,813	8,128	0,813	14,799	4,312	1,061	0,000	User Specified
Gas-oil 28-32	0%	30,081	0,000	35,290	0,000	14,642	0,000	-0,005	0,000	User Specified
Pique de popa	0%	7,074	0,000	6,901	0,000	0,811	0,000	3,173	0,000	User Specified
Agua de lastre 39-42	100%	17,586	17,586	17,157	17,157	20,158	0,000	2,239	0,000	User Specified
Pique de proa	100%	27,641	27,641	26,966	26,966	21,792	0,000	4,623	0,000	User Specified
Dispersante 25-27	10%	4,942	0,494	4,942	0,494	13,029	0,000	0,149	0,000	User Specified
Espumogeno Br 21-27	10%	5,688	0,569	5,688	0,569	11,996	-4,478	3,399	0,000	User Specified
Espumogeno Er 21-27	10%	5,688	0,569	5,688	0,569	11,996	4,478	3,399	0,000	User Specified
Aguas grises y negras	90%	4,790	4,311	4,790	4,311	8,469	0,000	1,083	0,000	User Specified
Tripulación	1	1,200	1,200			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Viveres	1	0,096	0,096			17,600	0,000	5,500	0,000	User Specified
Respetos y Pertrechos	1	7,000	7,000			11,440	0,000	5,500	0,000	User Specified
Carga en cubierta	1	10,000	10,000			6,300	0,000	5,500	0,000	User Specified
Total Loadcase			419,960	292,177	83,524	11,617	0,000	4,509	99,786	
FS correction								0,238		
VCG fluid								4,746		

Draft Amidships m	3,268
Displacement t	420,0
Heel deg	0,0
Draft at FP m	2,728
Draft at AP m	3,809
Draft at LCF m	3,361
Trim (+ve by stern) m	1,081
WL Length m	24,043
Beam max extents on WL m	10,008
Wetted Area m ²	274,810
Waterpl. Area m ²	211,933
Prismatic coeff. (Cp)	0,587
Block coeff. (Cb)	0,540
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,944
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,881
LCB from aft end of actual WL (+ve fwd) m	13,268
LCF from aft end of actual WL (+ve fwd) m	11,235
KB m	2,053
KG fluid m	4,746
BMt m	3,729
BML m	20,985
GMt corrected m	1,033
GML m	18,289
KMt m	5,778
KML m	23,015
Immersion (TPc) tonne/cm	2,172
MTc tonne.m	3,367
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	7,568
Max deck inclination deg	2,7130
Trim angle (+ve by stern) deg	2,7130

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = -0,577 m)		1,337
Deck Edge (freeboard pos = -0,577 m)		1,412
Puerta Puente Er	Downflooding point	7,902
Puerta Puente Br	Downflooding point	7,902
Chimenea Er	Downflooding point	9,327
Chimenea Br	Downflooding point	9,327

CRITERIO DE ESTABILIDAD DE REMOLCADORES

Condición 8	
Calado (m)	3,268
Desplazamiento (t)	420,000
Ángulo Sumergir Cubierta (p)	19,900
Velocidad lateral (m/s)	2,570
Altura Gancho sobre L.B. (m)	6,250
Altura Gancho Sobre Flotación (m)	2,982
Pos. long. Gancho (m)	8,700
Área Transversal Sumergida	63,400
C1	0,850
Pos. long. gancho / Lpp.	0,387
C4	0,400
T (TPF)	55,000
C5	1,000
C6	0,520



Ángulo Escora (q)	q/p	C2	C3	M1 (t*m)	M2 (t*m)	GZ	GZ*Desp.
5	0,25	1	0,5	83,62	102,74	0,089	37,38
10	0,50	1	0,5	83,00	101,99	0,169	70,98
15	0,75	1	0,53	83,76	100,75	0,236	99,12
20	1,01	1	0,56	84,12	99,03	0,296	124,32
25	1,26	1	0,63	86,47	96,84	0,344	144,48
30	1,51	1,05	0,7	92,86	94,20	0,357	149,94
35	1,76	1,1	0,78	99,72	91,13	0,338	141,96
40	2,01	1,15	0,82	103,67	87,64	0,284	119,28
50	2,51	1,25	0,82	104,34	79,56	0,083	34,86

Se observa que el ángulo de escora en la que se produce el equilibrio estático, es decir, el punto de intersección entre los pares adrizante y M1 o M2, es de valor inferior al ángulo de inundación de la cubierta. Por lo que se cumple es criterio de estabilidad para remolcadores.

ANEXO 2

CIRCULAR Nº 2/79

ASUNTO: ESTABILIDAD DE REMOLCADORES

FECHA 22.05.79

La experiencia acumulada desde la comunicación de la Circular 1/77 sobre criterios de estabilidad para remolcadores y la tendencia a aumentar en los remolcadores existentes la potencia propulsora y de remolque, así como la conveniencia de unificar en lo posible la forma de presentación de cálculos e información, aconsejan una reconsideración de la mencionada Circular, del modo siguiente:

1.- CONSIDERACIONES GENERALES.-

La presente Circular se aplicará a los remolcadores de nueva construcción así como a los que efectúen obras de reforma a fin de mejorar sus características de propulsión y de remolque, y entrará en vigor a partir del día 1 de Septiembre de 1.979.

Una vez realizada la experiencia de estabilidad, se remitirán a la Inspección General de Buques y Construcción Naval el Acta de la Experiencia de Estabilidad (original y tres copias) y el libro de estabilidad (por duplicado).

1.1.- Acta de Pruebas de Estabilidad.

En el Acta se recogerán, además de los datos que explícitamente se indican en el impreso oficial, los siguientes:

- Peso y situación del centro de gravedad del lastre fijo que, en su caso, pueda haberse colocado en el buque. Se hará constar la prohibición expresa de modificar este lastre fijo sin la autorización previa del Inspector de Buques.

- Enumeración detallada de los pesos existentes a bordo del buque en el momento de efectuar la experiencia de estabilidad y que posteriormente se han de disminuir por no pertenecer al desplazamiento del buque en rosca. Análogamente se indicarán los pesos que falten en dicho momento para completar el desplazamiento en rosca.

- Nota indicativa, en su caso, de la exención de la experiencia de estabilidad, mencionando explícitamente la fecha del escrito correspondiente de la Inspección General.

Se hacen notar que al considerarse a todos los efectos que las curvas de estabilidad quedan interrumpidas en el valor correspondiente al ángulo de inundación, entre los datos relativos a las diferentes situaciones de carga no aparecerá ninguno que corresponda a un ángulo superior a dicho ángulo de inundación.

1.2.- Libro de Estabilidad

Constará de las cuatro partes siguientes:

Información general sobre el buque.

Experiencia de estabilidad.

Situación de carga. Criterios de estabilidad.

Instrucciones al Capitán.

Se confeccionará conforme a las instrucciones indicadas en los apartados 2, 3, 4 y 5 de la presente Circular.

1.3.- Generalidades.

- Todos los planos y esquemas, así como todas las hojas del Libro de Estabilidad vendrán firmadas por el Ingeniero Naval responsable de los cálculos.

- La Línea de base a utilizar en los cálculos será la horizontal que pasa por el punto de intersección del canto bajo de la quilla y la perpendicular media (o sea la perpendicular en el punto medio de la eslora entre perpendicularidades). Excepcionalmente cuando se trate de reforma, podía admitirse como línea de base la que figure en el estudio de estabilidad anterior a la reforma debiéndose hacer constar en este caso tal circunstancia.

- En el trazado de las Curvas Hidrostáticas, Curvas de valores KN, Curvas GZ, Valores de estabilidad dinámica, Curvas de Capacidades de Tanques, se utilizará papel milimetrado.

- Las escalas a utilizar en el trazado de planos, esquemas y curvas, será alguna de las siguientes 1/10, 1/20, 1/25, 1/40, 1/50, 1/100, o sus múltiplos.

1.4.- Nota.-

Dado el elevado número de cálculos a comprobar por esta Inspección General y a fin de agilizar la tramitación de los expedientes correctamente remitidos, se devolverán todos aquellos que no se atengan a estas instrucciones con indicación expresa del motivo de su devolución, lo cual no deberá interpretarse como indicación de que el resto de la información remitida es correcta.

2.- INFORMACION GENERAL SOBRE EL BUQUE.

2.1.- Características Generales.-

Se incluirá una hoja con las características generales del buque, que como mínimo, recogerá las siguientes:

- Nombre del buque.
- Constructor.
- Eslora entre perpendicularidades.
- Manga de trazado.
- Puntal de construcción.
- Espesor del forro (sólo en buques de madera).
- Asiento de proyecto.
- Espesor de la quilla.

2.2.- Planos y esquemas generales.-

Se incluirán los siguientes planos y esquemas que deberán estar colocados, para facilidad de manejo, al final del libro de estabilidad.

- Plano de formas.
- Plano de curvas Hidrostáticas trazadas para el asiento de proyecto, y que en buques de madera, se referirán al buque fuera de forros, comprendiendo, al menos, las curvas siguientes, en función del calado medio (referido a la línea de base):

Desplazamiento en agua dulce y en agua salada de 1,026 Tm/m³ de peso específico.
Toneladas por centímetro de inmersión.

Ordenada del centro de carena sobre la línea base

Abscisa del centro de carena respecto a la perpendicular de popa.

Abscisa del centro de gravedad de la flotación respecto a la perpendicular de popa.

Ordenada del metacentro transversal sobre la línea de base.

Ordenada del metacentro longitudinal sobre la línea de base.

- Plano de curvas de estabilidad de formas (brazos KN para distintos desplazamientos y ángulos de escora). Como mínimo deben figurar las correspondientes a 10°, 20°, 30°, 40° y 50°. Se trazarán en el supuesto de que el centro de gravedad se encuentra en la base y para el asiento de proyecto.

Se indicarán en el plano las superestructuras, casetas y troncos que se han considerado incluidas para el trazado de las curvas. A este respecto se tendrá en cuenta lo indicado en los apartados 3, 4 y 7 del Apéndice I de la O.M. de 29-07-70.

Asimismo, se dibujará en este plano la curva que indique el ángulo de inundación en función del desplazamiento del buque.

- Plano de disposición general (perfil y cubiertas).

- Plano de Curvas de Capacidades de Tanques. En función del nivel del líquido se indicará: volumen, ordenada del centro de gravedad sobre la base y abscisa del centro de gravedad desde la perpendicular de popa. Asimismo, se indicará para cada tanque: momentos de inercia máximo de la superficie libre del líquido, eslora máxima, manga máxima y puntal máximo. En aquellos buques en que algún otro espacio, además de los tanques, pueda presentar superficie libre teniendo en cuenta el uso a que pueda destinarse en el servicio normal del buque, deberá incluirse para dichos espacios la información citada en el párrafo anterior. Por último, se indicará para cada espacio de carga la ordenada sobre la base y la abscisa respecto a la perpendicular de popa de su centro de gravedad.

- Esquema a escala que indique en su perfil longitudinal del buque: la línea de base, perpendiculares de proa y popa, y posición de las marcas de los calados de proa y popa.
- Esquema que indique en una sección transversal, el punto considerado como el comienzo de inundación.
- En el caso de que en trazado de las curvas KN se incluyan superestructuras o casetas o bien cuando el punto de inundación considerado esté a mayor altura que alguna abertura de casco, superestructuras o casetas, se deberá adjuntar un esquema indicativo de la posición de las aberturas, con indicación de las características de sus medios de cierre y de las dimensiones de los umbrales de las puertas.
- El ángulo de inundación es el de escora para el que se sumerge alguna de las aberturas del casco, superestructuras o casetas que no pueden cerrarse de modo estanco. A este respecto se tendrá en cuenta lo indicado en el apartado 8 del Apéndice I de la O.M. de 29-07-70.

3.- EXPERIENCIA DE ESTABILIDAD

3.1.- Datos de la experiencia

Se indicarán en el orden siguiente:

- Calados en las marcas de proa y popa al canto bajo de la quilla.
- Enumeración de los pesos (y sus centros de gravedad) que se encuentren a bordo en el momento de la experiencia y que sean ajenos al desplazamiento en rosca del buque.
- Enumeración de los pesos (y sus centros de gravedad) que no estén situados en el buque en el momento de la experiencia y que formen parte del desplazamiento en rosca del buque.
- Enumeración de los pesos (y sus centros de gravedad) que estén situados en un lugar distinto del que les corresponde en el desplazamiento en rosca del buque.
- Pesos utilizados para la experiencia y su posición en el buque.
- Distancia de traslado y los pesos.
- Posición de los péndulos y su longitud.
- Desviación de los péndulos indicándose expresamente que la mencionada desviación corresponde al momento total del peso situado en una banda (mitad del peso total) por la distancia total de traslado entre ambas bandas.

3.2.- Cálculos a incluir

Se incluirán los siguientes cálculos, y en el orden que se indica:

- Momento escorante.
- Desviación media de los péndulos.
- Calados sobre la base en las perpendiculares de proa y popa.
- Asiento del buque en la experiencia.
- Desplazamiento, que se calculará conforme a lo indicado en 3.3.
- Altura metacéntrica transversal sin corregir por superficies libres.
- Corrección por superficies libres de tanques. Se efectuará conforme a lo indicado en el apartado 4.4 para la corrección del GM inicial.
- Altura metacéntrica transversal corregida por superficies libres.
- Radio metacéntrico longitudinal. Solo en el caso indicado en el apartado 3.3.2 en cuyo caso se determinará por cálculo directo.
- Posición del centro de carena (ordenada sobre la base y abscisa desde la perpendicular de popa). Se efectuará conforme a lo indicado en el apartado 3.3.
- Radio metacéntrico transversal. Se efectuará por cálculo directo.
- Ordenada del metacentro transversal sobre la base.
- Ordenada del centro de gravedad del buque en la experiencia sobre la base.
- Abscisa del centro de gravedad del buque en la experiencia desde la perpendicular de popa. Se determinará conforme a lo indicado en el apartado 3.3.
- Desplazamiento, ordenada sobre la base del c. de g. y abscisa desde la perpendicular de popa del c.d.g., del buque en rosca.

3.3.- CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA.-

La realización de los cálculos se atenderá a una de las alternativas siguientes:

3.3.1.- Si el asiento de la experiencia difiere del asiento de proyecto en más de $0,03 \times L_{pp}$ o en más de 1 metro.

Desplazamiento, Ordenada y Abscisa del centro de carena. Se obtendrán por cálculo directo.

Abscisa del centro de gravedad desde la perpendicular de popa. Lógicamente, al conocerse la posición del centro de carena real, bastará corregir esta por el asiento.

3.3.2.- En los restantes casos:

Desplazamiento:

$$D = D_1^0 X_f \times t q \times (Tm \times cm).$$

En donde D_1 = Desplazamiento obtenido en las curvas hidrostáticas en función del calado medio.

X_f = c.d.g. de la flotación obtenido en las curvas hidrostáticas en función del calado medio, con relación a O , en cm.

$T q$ = Diferencia entre el asiento real y el de proyecto.

$Tm \times cm$ = Toneladas por cm. De inmersión obtenido en las curvas hidrostáticas en función del calado medio.

Radio metacéntrico longitudinal (R). Se obtendrá por cálculo directo.

Ordenada del centro de carena.

$$KC = KC_1 + \frac{1}{2} R \times (tq)^0.$$

KC_1 = ordenada del centro de carena obtenida de las curvas hidrostáticas, en función de D.

Abscisa del centro de carena (X_c). Se obtendrá directamente de las curvas hidrostáticas en función de D.

Abscisa del centro de gravedad desde la perpendicular de popa.

$$X_G = X_c^0 (R-a) t q$$

En los cálculos directos, cuando se trate de buques de madera, las semimangas se tomarán fuera de forros.

4.- SITUACIONES DE CARGA. CRITERIOS DE ESTABILIDAD

4.1.- Situaciones de carga que se han de estudiar.

En principio, se deben estudiar las principales condiciones de carga previstas por el Armador para la explotación del buque, en todo caso, como mínimo se estudiarán las siguientes:

4.1.1.- Salida de puerto, totalmente cargado con carga homogénea distribuida por todos los espacios de carga y con el total de combustible y provisiones.

4.1.2.- Llegada a puerto en las mismas condiciones que en el apartado anterior, pero con un 10% de combustible y provisiones.

4.1.3.- Cuando entre las dos situaciones mencionadas se proceda a llenar, por razones de estabilidad algún tanque de lastre, la condición "Buque inmediatamente antes de lastrar".

4.1.4.- Cuando se preven la necesidad de navegar en zonas de formación de hielos, se estudiará la situación de carga más desfavorable en el supuesto de acumulación de hielos. Se considerará como situación de carga desfavorable, de las indicadas en este apartado, la que presente un valor menor de la estabilidad dinámica a 30° .

4.2.- Criterios de estabilidad

Las curvas de estabilidad de las situaciones de carga indicadas en el apartado 4.1 deberán cumplir los siguientes criterios:

4.2.1.- El área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de valores GZ) no será inferior a 0,055 metros-radianes hasta el ángulo de inclinación de 30° ni inferior a 0,090 metros-radianes hasta el ángulo de inclinación de 40° , o hasta el ángulo de comienzo de la inundación a través de las aberturas, si este es menor de 40° . Asimismo, el área bajo la curva de brazos adrizantes entre los ángulos de inclinación de 30° y de 40° , o entre los ángulos de 30° y el de comienzo de la inundación a través de las aberturas, si éste es menor de 40° , no será inferior a 0,03 metros-radianes.

El brazo adrizante GZ será como mínimo de 0,20 metros para un ángulo de inclinación igual o superior a 30°.

El brazo adrizante máximo corresponderá a un ángulo de escora que no será inferior a 25°.

La altura metacéntrica inicial no será inferior a 0,35 metros.

4.2.2.- El ángulo de escora que tomará el remolcador al estar sometido, por separado, a cada uno de los momentos escorantes que se indican a continuación, y para cuya escora se produzca el equilibrio estático entre el momento escorante aplicado y el momento adrizante del remolcador (desplazamiento x brazo GZ correspondiente al ángulo de escora) será inferior al necesario para que se produzca la zozobra del remolcador o su inundación a través de las aberturas.

Los momentos escorantes a considerar son los siguientes:

$$M1 = 1/19,6 C1 \cdot C2 \cdot n \cdot V^2 \cdot Ap (h \cdot \cos q + C3 \cdot Cm)$$

M1= Momento escorante en tonelámetros.

C1= Coeficiente de tracción lateral (figura 1).

C2= Corrección de C1 por el ángulo de escora (figura 2)

n= peso específico del agua

V=Velocidad lateral del buque remolcador=2,57 metros/segundo (5 nudos).

Ap= área de la proyección sobre el plano diametral de la parte sumergida del remolcador, en metros cuadrados.

H= altura del gancho de remolque sobre la flotación, en metros.

q= ángulo de escora.

C3= distancia del centro de presión del área Ap a la flotación, expresada como fracción del calado medio real (figura 3).

Cm= calado medio real, en metros.

M2=C4 . C5 . T(h.cosq+C6.Cm) siendo:

M2= momento escorante, en tonelámetros.

C4= fracción del tiro máximo a punto fijo del remolcador que se puede suponer que actúa transversalmente = 0,70.

C5= Corrección de C4 por la posición longitudinal del gancho de remolque (figura 4).

T= Tiro máximo a punto fijo del remolcador en toneladas.

C6= Distancia a la flotación del centro de resistencia efectivo, como fracción del calado = 0,52.

H, Cm y q tienen los mismos significados que en la fórmula del momento escorante M1.

Cuando el buque este provisto de un dispositivo de gancho giratorio, previa conformidad de la Inspección General, se podría añadir en los paréntesis de las fórmulas de los momentos escorantes M1 y M2 un término sustractivo de la forma:

$$r \cdot \sin q$$

siendo r el radio de giro, en metros. Para ello será preciso que se incluyan los planos del gancho de remolque en el libro de estabilidad.

El valor de T que figura en la fórmula del momento escorante M2 se deberá medir mediante una prueba de tracción a punto fijo del remolcador, realizada en presencia de la Inspección de Buques Local o, caso de no ser esto posible, mediante un Certificado expedido por una sociedad de clasificación, a satisfacción de la Inspección General de Buques.

En circunstancias especiales, cuando en algún buque sea imposible satisfacer todos los

requisitos de estabilidad mencionados anteriormente, a causa del tipo de servicio que haya de prestar o de sus condiciones particulares de proyecto, la Inspección General de buques podía eximir a algún remolcador de cumplir las normas establecidas, siempre que se acompañe para ello un estudio detallado en el que se demuestre que las condiciones de estabilidad del buque son totalmente satisfactorias para sus condiciones de trabajo, en todos los estados de carga previsible.

4.3.- CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA EN LOS CALCULOS

4.3.1.- En general, se hará uso de las curvas hidrostáticas y de los valores KN trazadas para el asiento de proyecto, pero en aquellas situaciones en que el asiento calculado de servicio difiera en más de 0,02 Lpp del asiento de proyecto, los valores GZ de las curvas de estabilidad estática también el cálculo directo de las curvas de estabilidad para el asiento real. Asimismo, cuando se considere necesario, se podrá exigir dicho cálculo directo.

4.3.2.- En circunstancias especiales se podrán tener en cuenta las superestructuras que se consideren cerradas, realizando los cálculos de estabilidad hasta el ángulo para el que comienza la entrada de agua, siempre que esto no de lugar a una inundación peligrosa del buque (en este ángulo, la curva de estabilidad estática deberá tener uno o más escalones y en los cálculos siguientes no deberá considerarse el espacio inundado).

En los casos en que el buque pudiera llegar a zozobrar por inundación a través de alguna abertura, la curva de estabilidad se interrumpirá en el ángulo de inundación correspondiente a dicha abertura, y se considerará que el buque, en este instante, ha perdido su estabilidad.

4.3.3.- En todos los casos la carga se supondrá homogénea, a menos que esto resulte incompatible con la práctica, lo cual habrá de demostrarse explícitamente.

4.3.4.- La altura metacéntrica inicial y los brazos adrizantes habrán de corregirse por efecto de superficies libres conforme al procedimiento indicado en el apartado 4.4.

4.3.5.- Las curvas de estabilidad se dibujarán hasta el ángulo de inundación con trazo continuo y a partir de este punto, con trazo discontinuo.

4.3.6.- cuando un buque de transporte carga sobre cubierta se indicará su peso así como la altura de su centro de gravedad.

4.3.7.- En la situación de carga indicada en el apartado 4.1.1 se supondrá que el buque está cargado hasta su línea de carga de verano con los tanques de lastre vacíos.

EFFECTO DE LOS LIQUIDOS EN LOS TANQUES Y EN OTROS ESPACIOS DONDE PUEDEN APARECER SUPERFICIES LIBRES.-

4.4.1.- El valor de M_{sl} para cada tanque es el obtenido por la fórmula:

siendo:

M_{sl} =Momento por superficie libre para una inclinación de q grados, en tonelámetros.

V = Capacidad total del tanque en metros cúbicos.

b = Dimensión máxima del tanque en la dirección de la manga, en metros.

n = Peso específico del líquido contenido en el tanque, en toneladas por metro cúbico.

$z = v/b \cdot 1 \cdot h$.

l = Dimensión máxima del tanque en la dirección de la eslora, en metros.

Kq = Coeficiente adimensional que se obtiene de la tabla, en función de b/h y q . Los valores intermedios se determinan por interpolación. La citada tabla es la incluida en el Apéndice I de la O.M de 29-07-70.

4.4.2.- Los tanques para los que el valor de M_{sl} para 30° sea menor que el producto $0,01 \times$ Desplazamiento en rosca, no es preciso que sean considerados en los cálculos.

4.4.3.- Los residuos de líquidos que queden normalmente en los tanques vacíos no se tendrán en cuenta en los cálculos.

4.4.4.- Dentro del mismo servicio (agua, dulce, lastre, fuel-oil, etc.) y para una determinada situación de carga, se tendrán en cuenta en principio, solo aquellos tanques que en algún

momento dan lugar a superficie libre hasta que el buque se encuentre en la siguiente situación de carga estudiada. De entre éstos solo se considerarán los siguientes:

Los que presenten superficie libre en todo el intervalo,

Entre los que se consumen en un orden prefijado, los que den el mayor valor del momento por superficie libre. En el caso de que esté previsto consumir al mismo tiempo o de más de un tanque (por ejemplo, cuando haya de consumir simultáneamente de tanques simétricos respecto a crujía), se considerarán a la vez todos los tanques, que de acuerdo con el orden de consumos previsto, presenten superficie libre al mismo tiempo, eligiéndose de sus respectivos momentos por superficie libre.

4.4.5.- La corrección será la suma de las correcciones correspondientes a los tanques de cada servicio.

Corrección del $GM = \frac{E_i \cdot n}{D}$

i = momento de inercia máximo de las superficies libres que puedan aparecer en el tanque, en m^4 .

Corrección de los valores $GZ = \frac{E \cdot M_{sl}}{D}$

para cada ángulo q

4.4.6.- De forma análoga se corregirán también por aquellos espacios en que pueda aparecer superficie libre por cualquier otro motivo.

-Resumen Final

Al final de esta parte del libro se incluirá un resumen que recoja, para todas las situaciones de carga estudiadas, los datos que han de figurar en el Acta de Pruebas de Estabilidad.

5.- INSTRUCCIONES AL CAPITAN.

Las instrucciones al capitán deberán incluir lo siguiente:

5.1.- Instrucciones de tipo General

Se incluirán literalmente las siguientes recomendaciones:

5.1.1.- El cumplimiento de los criterios de estabilidad no asegura la inmunidad del buque a la zozobra en cualquier circunstancia, ni exime al capitán de sus responsabilidades. Dos capitanes deben tener prudencia y buen sentido mariner, prestando atención al estado de la mar, estación del año, previsiones del tiempo y zona en la que navega el buque.

5.1.2.- Se cuidará que la estiba de la carga se realice de modo que puedan satisfacerse los criterios de estabilidad. En caso de necesidad puede admitirse para ello el empleo de lastre.

5.1.3.- Todas las puertas de acceso y otras aberturas a través de las cuales puede entrar agua en el casco casetas, castillo, etc. se cerrarán convenientemente en caso de mal tiempo y para ello todos los dispositivos necesarios se mantendrán a bordo en un buen estado y listos para su empleo.

5.1.4.- Antes de salir de puerto se cuidará de que la carga y las piezas de respeto se hallen debidamente estibadas y trincadas de forma que las posibilidades de su corrimiento debidas al cabeceo y al balance se reduzcan al mínimo posible.

5.1.5.- Todas las tapas ciegas portátiles se conservarán en buen estado y serán cerradas con seguridad en caso de mal tiempo.

5.1.6.- Se cuidará en todo momento que el número de tanques parcialmente llenos sea mínimo.

5.1.7.- Deberán seguirse las instrucciones que existan relativas al llenado de los tanques de lastre de agua salada, recordando siempre que los tanques parcialmente llenos afectan desfavorablemente a la estabilidad y pueden ser peligrosos.

5.1.8.- En caso de mal tiempo, deberán cerrarse y asegurarse los dispositivos de cierre previstos en los tubos de aireación de los tanques de combustible.

5.1.9.- Se prestará especial atención a la formación de hielo en cubiertas, superestructuras y arboladura, y se procurará eliminar el hielo acumulado por todos los medios posibles.

5.2.- Procedimiento para verificar la estabilidad del buque.

Se incluirá en este apartado una explicación detallada del procedimiento para efectuar un cálculo completo de estabilidad y de los criterios de estabilidad a cumplir por el buque. Es

decir: estado de pesos y centros de gravedad, cálculo del GM, cálculo de la curva GZ, corrección por superficies libres, la forma de calcular el asiento y los calados, forma de pasar de calados en las perpendiculares a calados en las marcas, etc.

5.3.- Procedimiento aproximado para comprobar la estabilidad

Se indicará expresamente que lo que se indica en este apartado solo tiene un valor orientativo y que es más exacto efectuar el cálculo indicado en 5.2.

Se incluirá una tabla que indique, en función de los calados, el valor máximo que puede tener la ordenada del centro de gravedad del buque, que asegure que la estabilidad cumple con los criterios definidos en los apartados a), b), c) y d) de 4.2. Por separado del libro de estabilidad se remitirá a esta Inspección General una explicación del procedimiento utilizado para confeccionar esta tabla.

También se indicará en este apartado, la forma de calcular la ordenada del centro de gravedad del buque.

Para los buques de eslora menor a 70 metros, se incluirá también, como procedimiento alternativo, una descripción clara del método de determinación aproximada de la estabilidad del buque por medio de la medición del período de balance, según el Apéndice III de la O.M. de 29.07.70. Para ello, se indicará claramente cuales han de ser los valores de f para cada situación de carga, teniendo en cuenta que no es correcto emplear el valor de f deducido durante la experiencia de estabilidad en todas las situaciones de carga del buque, ya que el valor de f y, por lo tanto, el período de balance, dependen del estado de carga.

Se explicará también detalladamente un procedimiento sencillo para provocar el balance del buque y poder medir su período de balance en las diversas situaciones de carga. Por ejemplo, mediante el traslado alternativo y a intervalos de tiempo iguales, de un peso (p.e.; varios hombres) a las bandas del buque.

5.4.- Instrucciones especiales.-

Lastre fijo. En el caso de que exista en el buque, se dará su peso y situación, se indicará la prohibición absoluta de modificarla sin autorización previa de la Inspección General de Buques.

Lastres Líquidos. Se indicará en que situaciones de carga o en que momento de la navegación, a partir de una situación de carga determinada, es necesario lastrar. Se indicará los tanques que se han de llenar y en que orden, así como el estado aproximado de los diversos consumos en el momento de lastrar

Consumos. Se indicará el orden en que se deben realizar los diversos consumos de los tanques a partir de cada situación de carga. Asimismo, se indicará, si ello es necesario, los trasiegos que se han de hacer, y cuando y en que orden.

Esta Circular anula y sustituye a la Circular 1/77.

Sírvase acusar recibo de la misma.

Dios guarde a Vd. muchos años. Madrid, 22 de Mayo de 1.979 EL INSPECTOR GENERAL:

-Antonio Prego García-

SR. INGENIERO JEFE DE LA INSPECCION DE BUQUES

Comandancia Militar de Marina de

FIGURA 1.- COEFICIENTE DE TRACCION LATERAL PARA ESTIMACIONES DE LAS FUERZA EXTERNAS SOBRE EL REMOLCADOR.

Figura (Ver imagen)

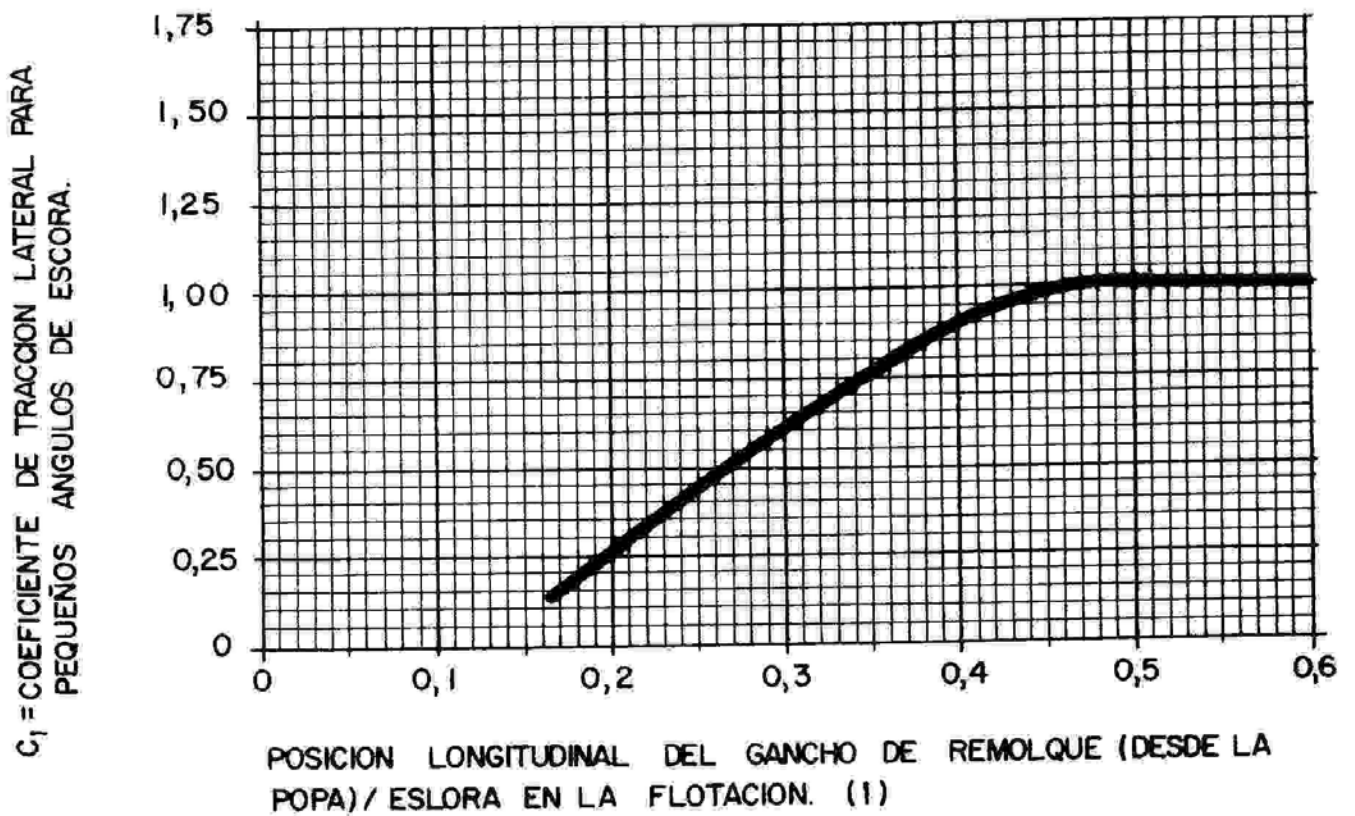


FIGURA 2.- RELACION DEL COEFICIENTE DE TRACCION LATERAL—ANGULO ESCORA NORMALIZADO

(1) Si el buque tiene una superestructura en la sección *médía* se consideraría el borde de la cubierta como si tal superestructura no existiera.

Figura (Ver imagen)

C_2 = COEFICIENTE DE TRACCION LATERAL APARENTE/
COEFICIENTE DE TRACCION LATERAL CON ESCORA NULA

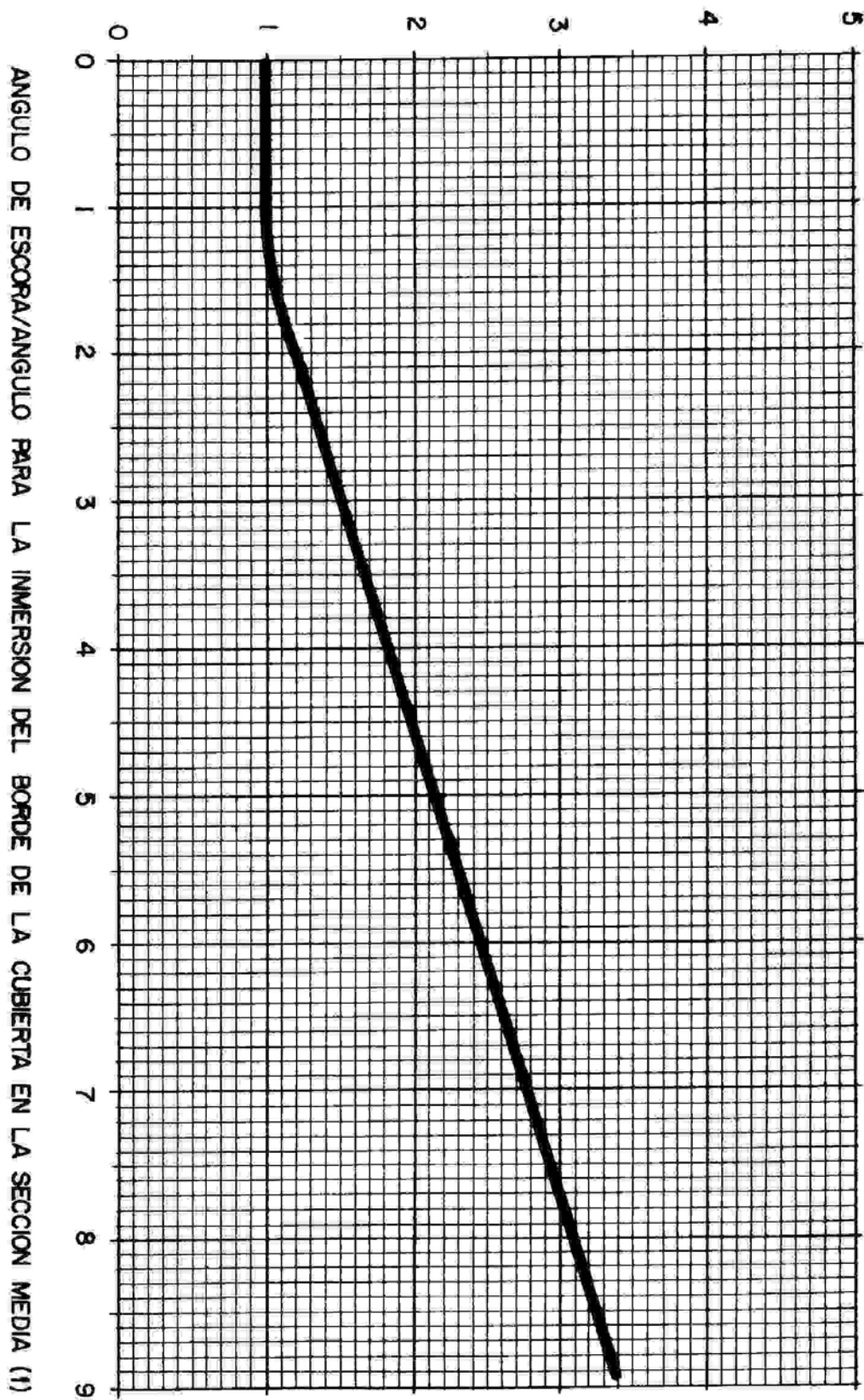


FIGURA 3.- DISTANCIA A LA FLOTACION DEL CENTRO DEL AREA A_{p1} TOMADA COMO FRACCION DEL CALADO/ANGULO DE ESCORA NORMALIZADO.

Figura (Ver imagen)

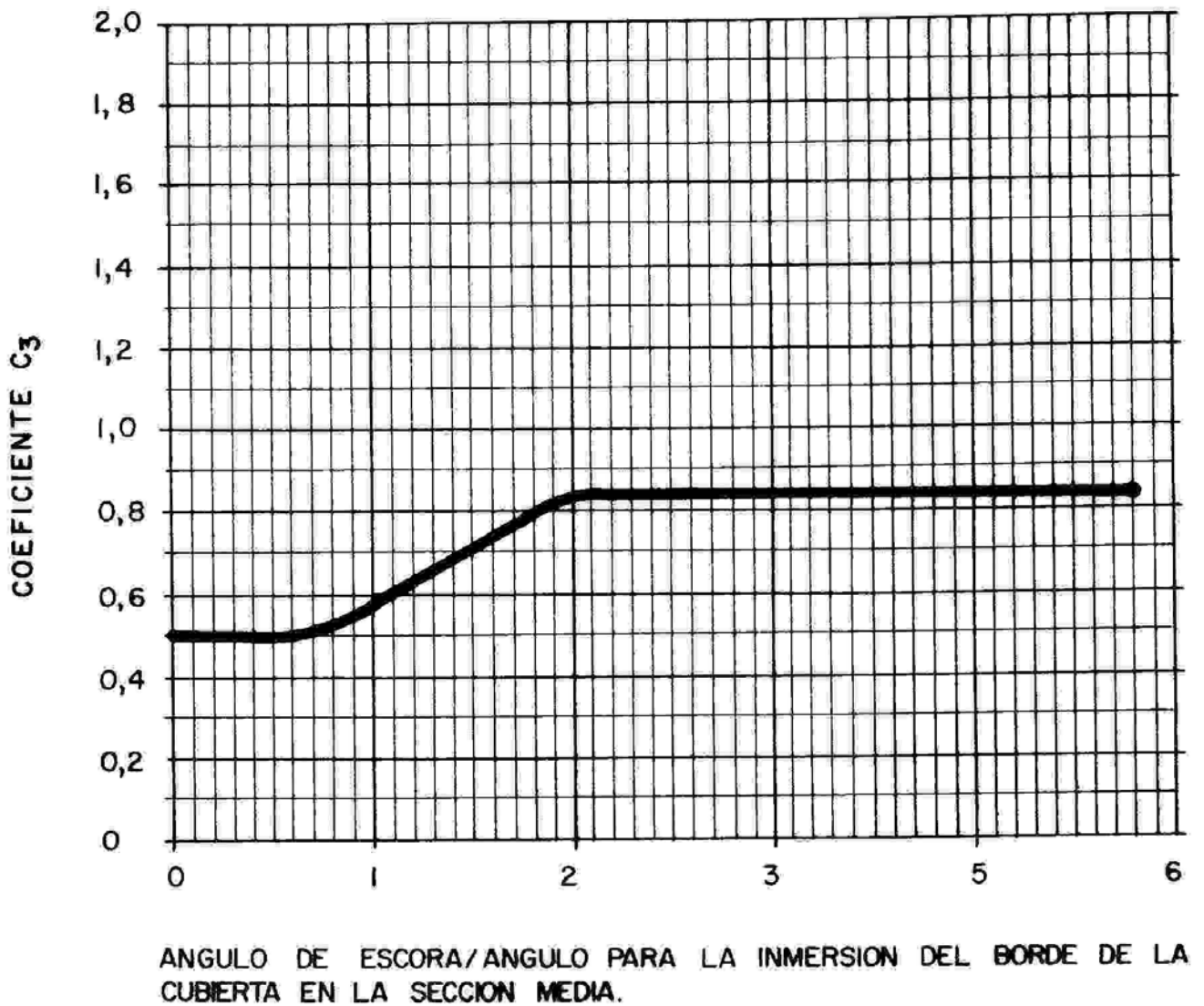


FIGURA 4.- REDUCCION EN EL MOMENTO ESCORANTE EFECTIVO-POSICION LONGITUDINAL DEL GANCHO DE REMOLQUE.

Figura (Ver imagen)

FACTOR DE CORRECCION PARA EL TIRO EFECTIVO EN EL GANCHO C₅

