

RESOLUCION A.167(ES.IV)

RECOMENDACIONES SOBRE ESTABILIDAD AL ESTADO
INTACTO PARA BUQUES DE PASAJE Y DE CARGA
DE MENOS DE 100 METROS DE ESLORA

LA ASAMBLEA,

TOMANDO NOTA del Artículo 16(i) de la Convención de la Organización Consultiva Marítima Intergubernamental referente a las funciones de la Asamblea,

TOMANDO NOTA TAMBIEN de la Recomendación 7 de la Conferencia Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 1960,

RECONOCIENDO la necesidad de establecer normas internacionales para estabilidad al estado intacto de los buques de pasaje y de carga,

HABIENDO EXAMINADO la Recomendación aprobada por el Comité de Seguridad Marítima en su decimoséptimo período de sesiones,

APRUEBA la Recomendación sobre Estabilidad al Estado Intacto para Buques de Pasaje y de Carga de menos de 100 metros de eslora, cuyo texto figura en el Anexo a la presente Resolución,

INVITA a todos los Gobiernos interesados a que tomen las medidas pertinentes para dar efecto a esta Recomendación cuanto antes, a menos que sus prescripciones nacionales de estabilidad corroboradas por una larga experiencia asegure la estabilidad adecuada para los tipos y tamaños particulares de buques,

RUEGA al Comité de Seguridad Marítima a que siga estudiando este tema y desarrolle criterios mejorados de estabilidad,

AUTORIZA al Comité de Seguridad Marítima a enmendar la Recomendación en la medida en que dicho estudio lo haga necesario.

ANEXO

RECOMENDACIONES SOBRE ESTABILIDAD AL ESTADO
INTACTO PARA BUQUES DE PASAJE Y DE CARGA
DE MENOS DE 100 METROS DE ESLORA

1. Finalidad

1.1. Las disposiciones a continuación se recomiendan para los nuevos buques de pasaje y de carga cubiertos que se hagan a la mar (a excepción de los buques pesqueros* y de los buques con cubertada de madera) de menos de 100 metros de eslora.

1.2. Se invita a las Administraciones a que aprueben para todas las condiciones de carga los criterios de estabilidad que figuran en el párrafo 5 a no ser que estén satisfechas de que su experiencia operacional justifica excepciones.

2. Precauciones generales contra la zozobra

2.1. Cumplir con los criterios de estabilidad no asegura inmunidad contra la zozobra en todo tipo de circunstancias o absuelva al capitán de sus responsabilidades. Por lo tanto de esto se desprende que los capitanes deben ser prudentes y no olvidar las Reglas de navegación que se refieran a la estación del año, las previsiones meteorológicas y la zona de navegación y deben tomar las acciones o medidas adecuadas por lo que se refiere a la velocidad y rumbo en función de las circunstancias reinantes.

2.2. Hay que tener cuidado de que la carga asignada al buque puede ser estibada de tal manera que se respeten estos criterios. Si fuera necesario la cantidad debe limitarse a la cantidad en que se pueda necesitar lastre.

2.3. Antes de que comience una travesía habrá que tener cuidado de que la carga y los grandes bultos han sido estibados y sujetados adecuadamente para reducir al mínimo la posibilidad de corrimiento longitudinal o lateral durante la travesía a causa del efecto de la aceleración producida por el balance o cabeceo.

* Se publica por separado una recomendación para pesqueros.

3. Cálculo de las curvas de estabilidad

Los métodos y procedimientos empleados para calcular los brazos de palanca de adrizamiento de estabilidad deben concordar con el Anexo I y el grado de exactitud debe ser aceptable a la Administración.

4. Evaluación de la observancia de los criterios

4.1. A los efectos de evaluar en términos generales si se han respetado los criterios, las curvas de estabilidad se deberán trazar para las principales condiciones de carga que pretenda el naviero en relación con la operación del buque.

4.2. Si el naviero no suministra información suficientemente detallada sobre dichas condiciones de carga, los cálculos se harán para las condiciones normales que figuran en el Anexo II.

4.3. En todo caso los cálculos deben basarse en los supuestos del Anexo II.

5. Criterios recomendados

5.1. Se recomiendan los siguientes criterios para buques de pasaje y carga:

- a) El área por debajo de la curva del brazo de palanca de adrizamiento (curva GZ) no debe ser inferior a 0,055 metros radianes hasta un ángulo de escora de $\theta = 30^\circ$ y no deben ser inferiores a 0,09 metros radianes hasta $\theta = 40^\circ$ o hasta un ángulo de inundación θ_f^* si este ángulo es inferior a 40° .

Adicionalmente, el área bajo la curva del brazo de palanca de adrizamiento (curva GZ) entre los ángulos de escora de 30° y 40° ó de 30° y θ_f , si este ángulo es inferior a 40° no debe ser inferior a 0,03 metros radianes.

* θ_f es un ángulo de escora en el cual las aberturas en el casco superestructuras o casetas que no pueden ser cerradas de manera hermética se sumergen en el agua. Al aplicar este criterio, las pequeñas aberturas a través de las cuales no puede tener lugar una inundación progresiva no se considerarán como abiertas.

- b) La curva del brazo de palanca de adrizamiento GZ debe ser por lo mínimo de 0,20 m. a un ángulo de escora igual o mayor a 30°.
- c) El brazo máximo de adrizamiento debe producirse a un ángulo de escora que de preferencia debe exceder los 30° pero no debe ser inferior a 25°.
- d) La altura metacéntrica inicial GM_0 no debe ser inferior a 0,15 m.

5.2. Se recomienda los siguientes criterios adicionales para buques de pasaje:

- a) El ángulo de escora teniendo en cuenta la aglomeración de pasajeros a un lado tal como se define en el Anexo II 2.(9) no debe exceder a 10°.
- b) El ángulo de escora teniendo en cuenta el viraje no debe exceder a 10° cuando se calcule utilizando la siguiente fórmula:

$$M_R = 0,02 \frac{V_0^2}{L} \Delta \left(KG - \frac{d}{2} \right)$$

en los casos en que:

M_R = momento escorante en metros-toneladas,

V_0 = velocidad de servicio en m./seg.

L = eslora del buque en la línea de flotación en m.,

Δ = desplazamiento en toneladas métricas,

d = calado medio en m.,

KG = altura del centro de gravedad sobre la quilla en m.

5.3 Los criterios mencionados en 5.1. y 5.2. fijan los valores mínimos pero no se recomiendan valores máximos. Es aconsejable evitar valores excesivos puesto que éstos podrían crear fuerzas de aceleración que podrían ser perjudiciales al buque, a su complemento, a su equipo y al transporte seguro de la carga.

5.4. Cuando se instalen dispositivos antibalance en un buque la Administración debe cerciorarse de que los criterios mencionados puedan mantenerse aún cuando dichos dispositivos estén funcionando.

5.5. Hay toda una serie de fenómenos como por ejemplo viento de través en buques que ofrezcan una gran superficie al viento o bien formación de hielo en las partes superiores o bien agua en cubierta o bien características de balance o mares de proa que pueden tener una influencia desfavorable en la estabilidad y se aconseja a la Administración que en la medida que lo considere necesario tenga todos estos elementos en cuenta.

5.6. Hay que tener en cuenta los posibles efectos desfavorables sobre la estabilidad que resulten del transporte de ciertas cargas a granel. En este sentido hay que tener en cuenta el Código de Seguridad para el Transporte de Cargas a Granel. Los buques que transporten cargas a granel deberán respetar los criterios mencionados en 5.1. además de los criterios de estabilidad del Capítulo VI de la Convención Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 1960.

6. Prueba de inclinación

6.1. Cuando se haya terminado la construcción todo buque debe someterse a una prueba de inclinación determinando el desplazamiento de hecho y las coordenadas del centro de gravedad para la condición ligera del buque.

6.2. La Administración puede permitir el que se exima a un buque individual de esta prueba de inclinación a condición de que se dispongan de los datos básicos de estabilidad resultantes de una prueba de inclinación para un buque gemelo.

7. Información de estabilidad

7.1. El capitán de un buque al que se aplique la presente Recomendación deberá recibir información que le permita evaluar con facilidad y certidumbre la estabilidad de su buque en las diferentes condiciones de servicio. Se comunicará a la Administración una copia duplicada de esta información.

7.2. La información de estabilidad deberá comprender:

- i) Características de estabilidad de las condiciones típicas de carga;
- ii) Información en forma de cuadros o diagramas que permita al capitán evaluar la estabilidad de su buque y verificar si es suficiente en todas las condiciones de carga que difieran de las normales. Esta información deberá incluir sobre todo una curva o cuadro que dé en función de los calados la altura

metacéntrica inicial prescrita GM_0 u otro criterio de estabilidad para asegurarse de que la estabilidad cumple los criterios dados en 5.1. supra;

- iii) La información sobre el funcionamiento adecuado de los sistemas y dispositivos antibalance si es que los lleva el buque;
- iv) Además sería de desear también información que permita al capitán del buque determinar la altura metacéntrica inicial GM_0 mediante la prueba de balance descrita en el Anexo a la Memoria a las Administraciones que se reproduce en el Anexo III;
- v) Notas sobre las correcciones que habrá que hacer a la altura metacéntrica inicial GM_0 para tener en cuenta las carenas líquidas.

ANEXO I

CALCULO DE LAS CURVAS DE ESTABILIDAD

Generalidades

- 1) Las curvas hidrostáticas y de estabilidad deberán prepararse normalmente en base a un asiento diseñado. No obstante cuando el asiento operacional o la forma de dispositivo del buque sean tales que todo cambio en el asiento tenga un efecto apreciable en los brazos de adrizamiento habrá que tener en cuenta dicho cambio en el asiento.
- 2) Los cálculos deberán tener en cuenta el volumen hasta la cara superior del recubrimiento de la cubierta. En el caso de buques de madera las dimensiones deberán tomarse hasta la parte exterior del forro del casco.

Superestructuras, casetas, etc. que habrá que tener en cuenta

- 3) Pueden tenerse en cuenta las superestructuras cerradas que cumplan con la Regla 3(10)(b) del Convenio de Líneas de Carga de 1966.
- 4) Podrá tenerse en cuenta también la segunda planta de superestructura similarmente cerrada.

- 5) Las casetas en la cubierta de francobordo podrán ser tenidas en cuenta a condición de que cumplan con las condiciones que para superestructuras cerradas contiene la Regla 3(10)(b) del Convenio de Líneas de Carga, 1966.
- 6) En el caso que las casetas cumplan con las condiciones que acabamos de aludir, salvo que no haya una salida adicional a una cubierta superior dichas casetas no serán tenidas en cuenta; además toda abertura de cubierta dentro de dichas casetas será considerada como cerrada aún cuando no se dispongan de medios de cierre.
- 7) Las casetas cuyas puertas no cumplan con las disposiciones de la Regla 12 del Convenio de Líneas de Carga, 1966 no serán tenidas en cuenta; no obstante, toda abertura de cubierta dentro de la caseta será considerada como cerrada cuando sus medios de cierre cumplan con las prescripciones de las Reglas 15, 17 y 18 del Convenio de Líneas de Carga 1966.
- 8) No deberán tenerse en cuenta las casetas en las cubiertas por encima de la cubierta de francobordo pero sus aberturas pueden ser consideradas como cerradas.
- 9) Podrán tenerse en cuenta las superestructuras y casetas no consideradas como cerradas para los cálculos de estabilidad hasta un ángulo en que se inunden sus aberturas (a este ángulo la curva de estabilidad estática deberá mostrar uno o más rellanos y en los cálculos ulteriores el espacio inundado deberá ser considerado como no existente).
- 10) En los casos en que el buque se hundiría debido a una inundación a través de cualquier abertura, la curva de estabilidad será interrumpida al correspondiente ángulo de inundación y se considerará que el buque ha perdido por completo su estabilidad.
- 11) Las pequeñas aberturas como las de pasos de cables o cadenas, cuerdas o anclas y también los agujeros de scuppers, descarga y tuberías sanitarias no serán consideradas como abiertas si se sumergen a un ángulo de inclinación superior a los 30°. Si se sumergen a un ángulo de 30° o menos las aberturas se considerarán abiertas si la Administración considera que constituyen una causa de inundación significativa.
- 12) Se podrán tener en cuenta los troncos. Las escotillas podrán tenerse en cuenta también en función de la eficacia de sus cierres.

Efecto de líquido en los tanques

13) Para todas las condiciones, la altura metacéntrica inicial y las curvas de estabilidad serán corregidas en función del efecto de las superficies libres de líquidos en los tanques de acuerdo con los siguientes supuestos:

- i) Los tanques que se tengan en cuenta al determinar el efecto de los líquidos en la estabilidad a cualquier ángulo de inclinación deberán incluir los tanques individuales o combinaciones de tanques para cada tipo de líquido (incluyendo los de lastre de agua) que de acuerdo con las condiciones de servicio puedan tener simultáneamente superficies libres.
- ii) A los efectos de determinar esta corrección por carenas líquidas los tanques que se supongan que no están llenos serán los que desarrollen el mayor momento de superficie líquida, $M_{f.s.}$ a una inclinación de 30° cuando estén llenos el 50 por ciento.
- iii) El valor de $M_{f.s.}$ para cada tanque se obtendrá de la fórmula

$$M_{f.s.} = vb\gamma k\sqrt{\delta}$$

en cuya fórmula:

- $M_{f.s.}$ = el momento de superficie líquida a 30° de inclinación en toneladas métricas,
- v = la capacidad total del tanque en m^3
- b = la anchura máxima del tanque en m.
- γ = el peso específico del líquido en el tanque en t/m^3 ,
- δ = $\frac{v}{blh}$ = el coeficiente de bloque del tanque,
- h = altura máxima del tanque en m.
- l = longitud máxima del tanque en m.
- k = coeficiente dimensional que se determinará a partir del siguiente cuadro de acuerdo con el cociente b/h . Los valores intermedios se obtendrán mediante interpolación (lineal o gráfica).

- iv) Los pequeños tanques que satisfagan la siguiente condición utilizando un valor de k correspondiente al ángulo de inclinación de 30° no será necesario incluirlos en el cálculo.

$$vbyk\sqrt{\delta} < 0.01\Delta_{\min}$$

en la cual:

Δ_{\min} = desplazamiento mínimo del buque (en toneladas métricas)

- v) El líquido que suele permanecer en los tanques vacíos no será tenido en cuenta para los cálculos.

TABLA DE VALORES PARA EL COEFICIENTE *K* PARA EL CALCULO DE LAS CORRECCIONES POR SUPERFICIES LIQUIDAS

| $k = \frac{\sin \theta}{12} (1 + \frac{\tan^2 \theta}{2}) \times b/h$ en la que $\theta \geq b/h$ | | $k = \frac{\cos \theta}{8} (1 + \frac{\tan \theta}{b/h}) - \frac{\cos \theta}{12(b/h)^2} (1 + \frac{\cot^2 \theta}{2})$ en la que $\theta \leq b/h$ | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------|--|
| θ b/h | 5° | 10° | 15° | 20° | 30° | 40° | 45° | 50° | 60° | 70° | 75° | 80° | 90° | θ b/h | |
| 20 | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,11 | 0,10 | 0,09 | 0,09 | 0,07 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,01 | 20 | |
| 10 | 0,07 | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,11 | 0,10 | 0,10 | 0,09 | 0,07 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,01 | 10 | |
| 5 | 0,04 | 0,07 | 0,10 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,10 | 0,10 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,03 | 5 | |
| 3 | 0,02 | 0,04 | 0,07 | 0,09 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,04 | 3 | |
| 2 | 0,01 | 0,03 | 0,04 | 0,06 | 0,09 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,10 | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,06 | 2 | |
| 1,5 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,05 | 0,07 | 0,10 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,10 | 0,10 | 0,08 | 1,5 | |
| 1 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,05 | 0,07 | 0,09 | 0,10 | 0,12 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 1 | |
| 0,75 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,08 | 0,12 | 0,15 | 0,16 | 0,16 | 0,17 | 0,75 | |
| 0,5 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,09 | 0,16 | 0,18 | 0,21 | 0,25 | 0,5 | |
| 0,3 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,11 | 0,19 | 0,27 | 0,42 | 0,3 | |
| 0,2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,04 | 0,07 | 0,13 | 0,27 | 0,63 | 0,2 | |
| 0,1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,04 | 0,06 | 0,14 | 1,25 | 0,1 | |

ANEXO II

CONDICIONES NORMALES DE CARGA
QUE HABRAN DE SER EXAMINADAS

1. Condiciones de carga

Las condiciones normales de carga mencionadas en 4.2. de la Recomendación son las siguientes:

1) Buques de pasajeros

- i) buque en la condición de salida de plena carga con los depósitos llenos y combustible y con el máximo número de pasajeros con su bagaje;
- ii) buque en la condición de llegada plenamente cargado con el máximo número de pasajeros y su bagaje pero con sólo el 10 por ciento de almacenes y combustible;
- iii) buque sin carga pero con el pleno de almacenes y combustible y el máximo número de pasajeros y su bagaje;
- iv) buque en la misma condición que (iii) supra pero sólo con el 10 por ciento de almacenes y combustible.

2) Buques de carga

- i) buque en la condición de salida plenamente cargado con la carga homogéneamente distribuida a través de todos los espacios de carga y con pleno de almacenes y combustible;
- ii) buque en la condición de llegada plenamente cargado con la carga homogéneamente distribuida en todos los espacios de carga pero con sólo 10 por ciento de almacenes y combustible;
- iii) buque en lastre en la condición de salida, con carga pero con pleno de almacenes y combustible;
- iv) buque en lastre en condición de llegada sin carga y con sólo 10 por ciento de almacenes y combustible.

2. Supuestos para el cálculo de las condiciones de carga

- 1) Para las condiciones de plena carga mencionadas en 1.(2)(i) y (2)(ii) de este Anexo si un buque de carga seca tiene tanques para carga líquida el peso muerto efectivo en las condiciones de carga descritas deberá ser distribuido de acuerdo con dos supuestos, a saber, (i) con los tanques de carga llenos, y (ii) con los tanques de carga vacíos.
- 2) En las condiciones mencionadas en 1.(1)(i) y (2)(i) de este Anexo se debe suponer que el buque está cargado hasta su línea de carga de subdivisión o línea de carga de verano con los tanques de lastre de agua vacíos.
- 3) Si en cualquier condición de carga hace falta lastre de agua se deberán calcular diagramas adicionales para tener en cuenta el lastre de agua. Se deberá indicar su cantidad y disposición.
- 4) En todos los casos se supondrá que la carga es completamente homogénea a no ser que esta condición no sea consistente con el servicio práctico del buque.
- 5) En todos los casos de carga en cubierta se supondrá e indicará un peso realista de estiba incluyendo la altura de la carga.
- 6) Se supondrá un peso de 75 kg. por cada pasajero salvo que este valor pueda reducirse pero no a menos de 60 kg. en caso necesario y justificado. Además el peso y distribución del bagaje será determinado por la Administración.
- 7) La altura del centro de gravedad para pasajeros se supondrá igual a:
 - i) 1,0 metros por encima del nivel de cubierta para los pasajeros en posición vertical. Habrá que tener en cuenta, si necesario fuese, la brusca de bao y el arrufo de la cubierta;
 - ii) 0,30 metros por encima del asiento para los pasajeros sentados.
- 8) Se considerará a los pasajeros y al bagaje como situados en los espacios que normalmente están a su disposición cuando se trate de evaluar el cumplimiento de los criterios de 5.1(a), (b), (c) y (d) de la Recomendación.

9) Los pasajeros sin bagaje serán considerados como distribuidos de tal manera que produzcan la combinación más desfavorable de momento de escora de pasajeros o altura métrica inicial o ambas cosas que puedan obtenerse en la práctica cuando se trate de evaluar el respeto de los criterios de 5.2(a) y (b) de la Recomendación respectivamente. En este sentido se anticipa que no será necesario suponer un valor superior a 4 personas por metro cuadrado.

ANEXO III

MEMORIA DIRIGIDA A LAS ADMINISTRACIONES SOBRE UNA DETERMINACION APROXIMADA DE LA ESTABILIDAD DEL BUQUE POR MEDIO DE LAS PRUEBAS DEL PERIODO DE BALANCE (para buques de hasta 70 m. de eslora)

1. Reconociendo que es deseable dar a los capitanes de pequeños buques instrucciones para una determinación simplificada de la estabilidad inicial, se han tenido en cuenta las pruebas del período de balance. Se acaban de terminar los estudios sobre este asunto con el resultado de que se puede recomendar la prueba de período de balance como un medio útil de determinar aproximadamente la estabilidad inicial de pequeños buques cuando no sea factible el suministrar condiciones aprobadas de carga u otro tipo de información de estabilidad o como suplemento de tal información.

2. Las investigaciones que se refieren a la evaluación de un número de pruebas de inclinación y balance de acuerdo con diversas fórmulas han mostrado que la siguiente fórmula proporciona los mejores resultados y es la más sencilla:

$$GM_0 = \left(\frac{fB}{T_r}\right)^2,$$

de la cual:

f = factor para el período de balance
(que es diferente según se emplee el sistema métrico o en pies)

B = Manga del buque en pies o en unidades métricas

T_r = tiempo de un período completo de balance en segundos (es decir, para una oscilación "de ida y vuelta" (babor - estribor - babor, o viceversa).

3. El factor "f" es de la mayor importancia y los datos obtenidos de las pruebas arriba mencionadas han sido utilizados para evaluar la diferencia de la distribución de las diversas masas en todo el cuerpo del buque cargado.

4. Para los caboteros de tamaño normal (excluyendo los buques tanque) se observaron los siguientes valores promedios:

| | Sistema métrico | en pies |
|---|-----------------|-----------|
| a) buque vacío o buque en lastre | f ~ 0,88 | f ~ 0,49 |
| b) buque plenamente cargado y con líquidos en los tanques comprendiendo los siguientes porcentajes de la carga total a bordo (es decir, cargas líquidas, almacenes, etc.) | | |
| 1. 20% de la carga total | f ~ 0,78 | f ~ 0,435 |
| 2. 10% de la carga total | f ~ 0,75 | f ~ 0,415 |
| 3. 5% de la carga total | f ~ 0,73 | f ~ 0,405 |

Los valores indicados son valores medios. Generalmente los valores de f observados se sitúan entre $\pm 0,05$ de los arriba mencionados.

5. Estos valores de f se basan en una serie de pruebas limitadas, y por lo tanto, las Administraciones deben volver a examinar estos valores teniendo en cuenta las diferentes circunstancias que puedan aplicarse a sus propios buques.

6. Hay que tener en cuenta que cuanto mayor es la distancia de las masas al eje de balance mayor será el coeficiente de balance.

Por lo tanto es de suponer que:

- el coeficiente de balance para un buque descargado, por ejemplo para un casco vacío, será superior que para un buque cargado;
- el coeficiente de balance para un buque de transporte con gran cantidad de depósitos de combustible y lastre - y puesto que ambas cosas están normalmente colocadas en el doble fondo, es decir muy alejadas del eje de balance- será superior que para el mismo buque con un doble fondo vacío.

7. Los coeficientes de balance arriba recomendados han sido determinados mediante pruebas con buques en puerto y con sus líquidos consumibles a niveles normales de trabajo. De esta manera las diferencias ejercidas por la vecindad del muelle, la profundidad limitada del agua y las carenas líquidas en servicio quedan comprendidas.

8. Los experimentos ponen de manifiesto que los resultados del método de la prueba de balance se hacen cada vez más inexactos a medida que se van aproximando a los valores GM de 0,20 m. y menos.

9. Por las siguientes razones, no se recomienda en términos generales que se obtengan resultados con oscilaciones de balance tomadas en un rumbo navegando:

- a) No se dispone de coeficientes exactos para pruebas en mar libre.
- b) Los períodos de balance observados puede que no sean oscilaciones libres sino oscilaciones forzadas causadas por el mar.
- c) Frecuentemente, las oscilaciones o bien son irregulares o bien sólo son regulares durante un intervalo demasiado breve como para permitir una medición exacta.
- d) Hace falta un equipo de registro especializado.

10. No obstante algunas veces es de desear la utilización del período de balance de los buques como un medio de juzgar aproximadamente la estabilidad en el mar. Si esto se hace, habrá que descartar los resultados que se alejen de manera apreciable de la mayoría de las otras observaciones. Las oscilaciones forzadas causadas por el mar y que difieran del período natural al que parezca moverse el buque tampoco serán tenidas en cuenta. Con objeto de obtener resultados lo más satisfactorios posible es necesario elegir intervalos en que sea menos violenta la acción del mar y es posible que sea necesario descartar un número considerable de observaciones.

11. Teniendo en cuenta las circunstancias que acabamos de exponer, hay que reconocer que la determinación de la estabilidad mediante la prueba de balance en aguas intranquilas debe ser considerada como una estimación muy aproximada.

12. La fórmula del párrafo 2 puede reducirse a

$$GM_0 = \frac{F}{T_r^2}$$

y la Administración debe determinar los valores de F para cada buque.

13. La determinación de estabilidad puede simplificarse dando al capitán unos períodos de balance permitidos en relación con los calados, para los valores adecuados de F que se consideren necesarios.

14. La estabilidad inicial se puede determinar también más fácilmente de manera gráfica utilizando uno de los monogramas adjuntos en metros o pies y tal como se describen a continuación:

- a) Los valores de B y f están marcados en las escalas relevantes y unidos mediante una línea recta (1). Esta línea recta interseca la vertical (mm) en el punto (M).
- b) Una segunda línea recta (2) que une este punto (M) con el punto en la escala T_r correspondiente al período de balance determinado, corta a la escala GM en el valor requerido.

15. El Anexo muestra un ejemplo de una forma recomendada en que estas instrucciones pueden ser presentadas por cada Administración a los capitanes. Se considera que cada Administración debería recomendar el valor o valores F que hay que utilizar.

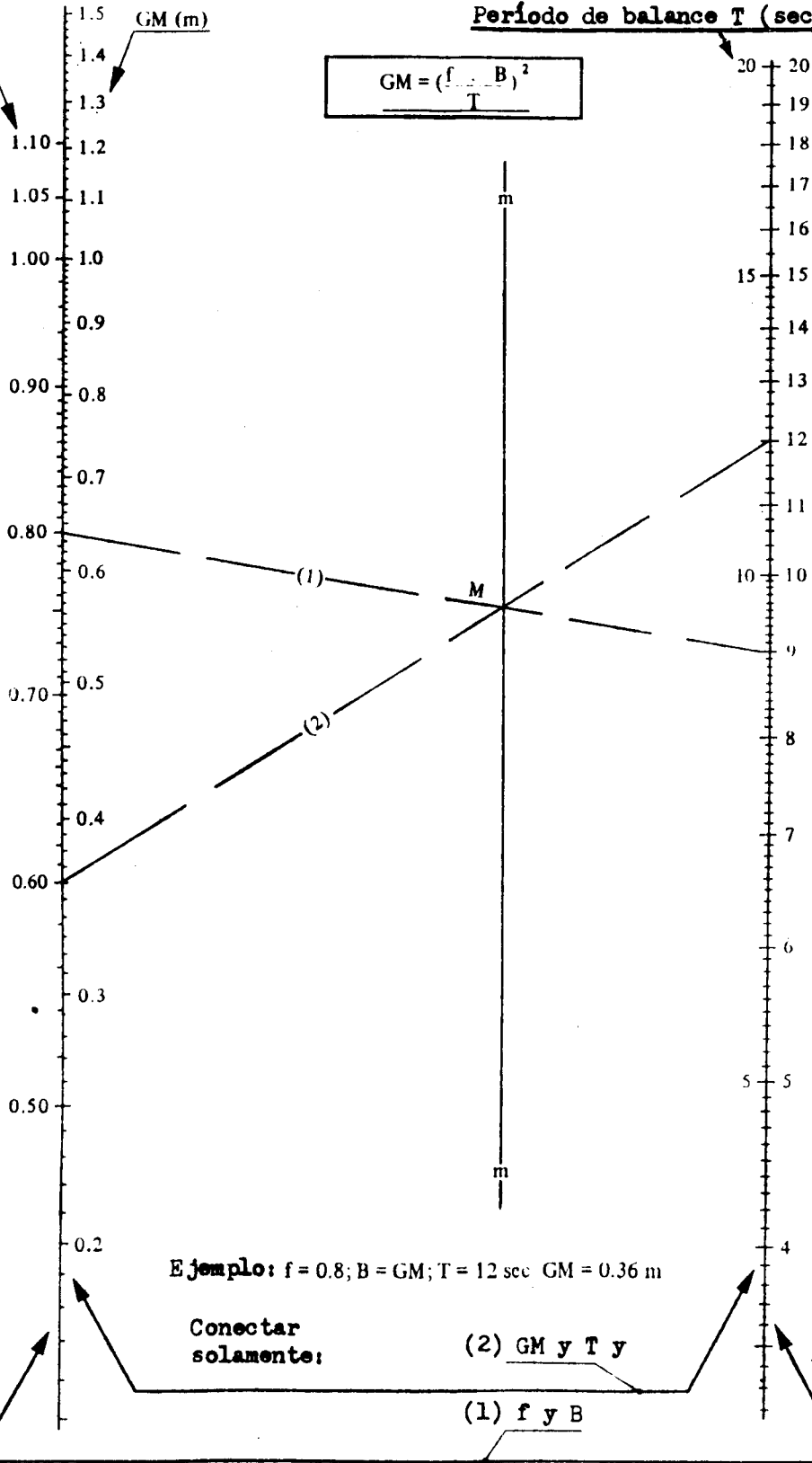
Coeficiente de balance f (-)

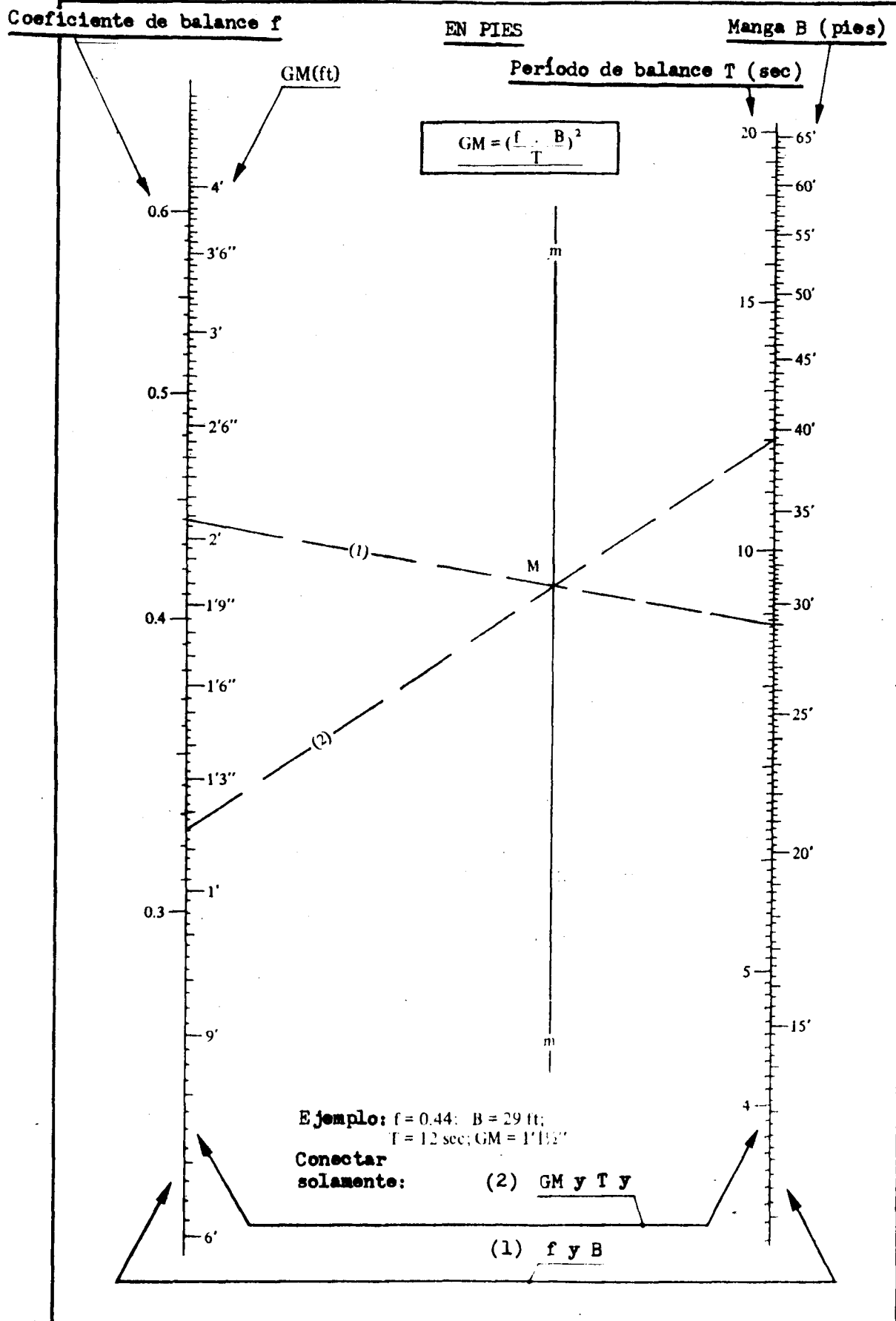
UNIDADES METRICAS

Manga B (m)

Periodo de balance T (sec)

$$GM = \left(\frac{f \cdot B}{T} \right)^2$$





ANEXO

FORMA QUE SE SUGIERE COMO ORIENTACION O PAUTA
PARA EL CAPITAN SOBRE UNA DETERMINACION
APROXIMADA DE LA ESTABILIDAD DEL
BUQUE MEDIANTE LA PRUEBA DEL
PERIODO DE BALANCE

Introducción

1. Si las siguientes instrucciones se llevan a cabo adecuadamente, este método permite un cálculo razonable rápido y exacto de la altura metacéntrica que es una medida de la estabilidad del buque.

2. El método depende de la relación entre la altura metacéntrica y el período de balance en términos de la manga máxima del buque.

Procedimiento de prueba

3. El período de balance necesario es el tiempo que dura una oscilación completa del buque y para asegurar la mayor exactitud en los resultados al obtener dicho valor hay que tomar las siguientes precauciones:

a) La prueba debe hacerse con un buque en el puerto en aguas tranquilas, y con un mínimo de interferencia de vientos y mareas.

b) Hay que comenzar con el buque en una posición extrema del balance a un lado (digamos por ejemplo babor) y cuando el buque comience a moverse hacia la vertical. En ese caso se llama una completa oscilación al tiempo que necesita el buque para llegar hasta la otra posición extrema (es decir a estribor) y volver a la posición inicial hasta que esté a punto de comenzar el siguiente período.

c) Mediante un cronómetro, se medirá el tiempo para 5 oscilaciones completas por lo menos; se empezará a contar estas oscilaciones como hemos dicho cuando el buque se encuentre en una posición extrema de un período. Después de que el balance desaparezca por completo se debe repetir esta operación por lo menos otras dos veces más. Si fuera posible en cada caso, se debe cronometrar el mismo número de oscilaciones completas para convencerse de que los resultados son consistentes, es decir, que se repiten dentro de

límites razonables. Una vez conocido el tiempo total del número de oscilaciones se debe calcular el tiempo medio de una oscilación completa.

- d) Para conseguir que el buque se balancee rítmicamente se puede quitar y poner un peso lo más cerca posible de la línea del medio o bien tirando del mástil por un cable o bien haciendo que un número de personas se desplacen a través del buque todos al tiempo; o de otra manera cualquiera. No obstante y esto es lo más importante en cuanto haya comenzado este balance forzado habrá que hacer desaparecer los medios que se han empleado para ponerlo en marcha de tal manera que el buque pueda balancearse libre y naturalmente. Si se ha creado el balance quitando y poniendo un peso lo mejor es retirar el peso mediante una grúa sita en el muelle. Si se ha empleado o si se emplea la pluma del buque el peso deberá ser colocado en la cubierta en la línea medianera en cuanto se haya producido el balance.
- e) El cronometraje y recuento de las oscilaciones debe comenzar solamente cuando se considere que el buque se balancea libre y naturalmente y sólo debe durar lo que sea necesario para contar exactamente estas oscilaciones.
- f) Los amarres deben estar flojos y el buque alejado del muelle para evitar todo contacto durante el balance. Para comprobar esto y también para hacerse una idea del número de oscilaciones completas que se pueden contar y cronometrar, debe hacerse un balance preliminar antes de comenzar a registrar.
- g) Hay que asegurarse de que hay bastante agua bajo la quilla y a los costados del buque.
- h) Todos los pesos de tamaño razonable que puedan oscilar (como por ejemplo un bote salvavidas) o desplazarse (como un bidón) deben fijarse contra tal movimiento. Los efectos de carena líquida de los tanques que no estén llenos del todo deben reducirse al mínimo durante la prueba y la travesía.

Determinación de la estabilidad inicial

4. Una vez calculado el período para una oscilación completa, digamos por ejemplo T segundos, se puede calcular la altura metacéntrica GM_0 a partir de la siguiente fórmula:

$$GM_0 = \frac{F}{T^2}$$

en la que F es ... deberá ser determinada por la Administración para cada buque en particular.

5. El valor calculado de GM_0 debe ser igual o mayor al valor crítico que es ... la Administración deberá determinar este valor para cada buque.

Limitaciones en el empleo de este método

6. Un período largo de balance correspondiente a una GM_0 de 0,20 m. o menos indica una condición de poca estabilidad. No obstante, en estas circunstancias, se reduce la exactitud en la determinación del valor de hecho de GM_0 .

7. Si por alguna razón estas pruebas de balance se llevan a cabo en aguas abiertas, profundas, pero tranquilas, y se provoca el balance por ejemplo mediante una maniobra del timón, entonces el GM_0 calculado utilizando el método y coeficiente del párrafo 3 debe reducirse en cifra que calculará la Administración para obtener la solución final.

8. La determinación de la estabilidad por medios de la prueba de balance en aguas intranquilas debe ser considerada solamente como un cálculo muy aproximado. Si se lleva a cabo este tipo de prueba hay que tener cuidado para descartar los resultados que se alejen de manera apreciable de la mayoría de otras observaciones. Se deben descartar las oscilaciones forzadas que corresponden al período del mar y que difieran del período natural a que parezca moverse el buque. Con objeto de obtener resultados satisfactorios es posible que sea necesario elegir los intervalos en que la acción del mar sea lo menos violenta, y es posible que sea necesario descartar una serie considerable de observaciones.

28 de noviembre de 1968
Punto 9 del Orden del Día