



Ref.: T1/2.04

MSC.1/Circ.1228

11 enero 2007

**ORIENTACIÓN REVISADA QUE SIRVA DE GUÍA AL CAPITÁN PARA EVITAR  
SITUACIONES PELIGROSAS EN CONDICIONES METEOROLÓGICAS  
Y ESTADOS DE LA MAR ADVERSOS**

1 El Comité de Seguridad Marítima, en su 82º periodo de sesiones (29 de noviembre a 8 de diciembre de 2002, aprobó la Orientación revisada que sirva de guía al capitán para evitar situaciones peligrosas en condiciones meteorológicas y estados de la mar adversos, cuyo texto figura en el anexo, con objeto de facilitar a los capitanes una base para la toma de decisiones sobre el gobierno del buque en condiciones meteorológicas y estados de la mar adversos, y ayudarles a sortear los fenómenos peligrosos que puedan encontrar en tales circunstancias.

2 Se invita a los Gobiernos Miembros a que pongan en conocimiento de las partes interesadas, según estimen oportuno, la Orientación revisada que se adjunta

3 La presente Orientación revisada sustituye a la Orientación que sirva de guía al capitán para evitar situaciones peligrosas con mar de popa o de aleta (MSC/Circ.707).

\*\*\*



## ANEXO

**ORIENTACIÓN REVISADA QUE SIRVA DE GUÍA AL CAPITÁN PARA EVITAR  
SITUACIONES PELIGROSAS EN CONDICIONES METEOROLÓGICAS  
Y ESTADOS DE LA MAR ADVERSOS**

**1 GENERALIDADES**

1.1 A los efectos de las presentes directrices, por condiciones meteorológicas adversas se entiende las olas causadas por el viento o la mar de fondo intensa. Algunas combinaciones de longitud y altura de ola en determinadas condiciones operacionales pueden dar lugar a situaciones peligrosas para los buques que cumplen los criterios especificados en el Código de Estabilidad sin Avería. No obstante, la descripción de las condiciones meteorológicas adversas que se exponen más abajo no será óbice para que el capitán del buque, si lo estima necesario, adopte medidas razonables en condiciones menos graves.

1.2 Cuando se navega en condiciones meteorológicas adversas, es probable que el buque tenga que afrontar fenómenos peligrosos de diversa índole que pueden causar su zozobra o un balance intenso, con los consiguientes daños a la carga, el equipo y las personas que se encuentren a bordo. La vulnerabilidad de un buque ante fenómenos peligrosos dependerá de los parámetros reales de estabilidad, la configuración del casco, el tamaño del buque y su velocidad. Esto implica que la vulnerabilidad del buque a los efectos peligrosos, incluida la zozobra, y la probabilidad de que éstos se produzcan con un estado de la mar determinado pueden variar de un buque a otro.

1.3 En los buques que lleven un computador a bordo para las evaluaciones de estabilidad y que utilicen un soporte lógico especialmente elaborado que tenga en cuenta las principales características, la estabilidad real y las características dinámicas del buque particular en las condiciones de viaje reales, dicho soporte lógico deberá ser aprobado por la Administración. Los resultados derivados de estos cálculos sólo deberán considerarse como un instrumento de apoyo durante el proceso de toma de decisiones.

1.4 Las olas deberán observarse de forma periódica. En particular, el periodo de la ola  $T_w$  se medirá con un cronómetro como el intervalo de tiempo comprendido entre la generación de espuma por una rompiente y su reaparición después de pasar por el seno de la ola. La longitud de la ola,  $\lambda$ , se determina por observación visual con referencia a la eslora del buque, o bien mediante la lectura de la distancia media entre las crestas de ola sucesivas en las imágenes de olas producidas por radar.

1.5 El periodo y la longitud de la ola están relacionados como se indica a continuación:

$$\lambda = 1,56 \cdot T_w^2 \text{ [m]} \text{ o } T_w = 0,8\sqrt{\lambda} \text{ [s]}$$

1.6 El periodo de confluencia  $T_E$  puede medirse con un cronómetro como el periodo de cabeceo o calcularse a partir de la fórmula siguiente:

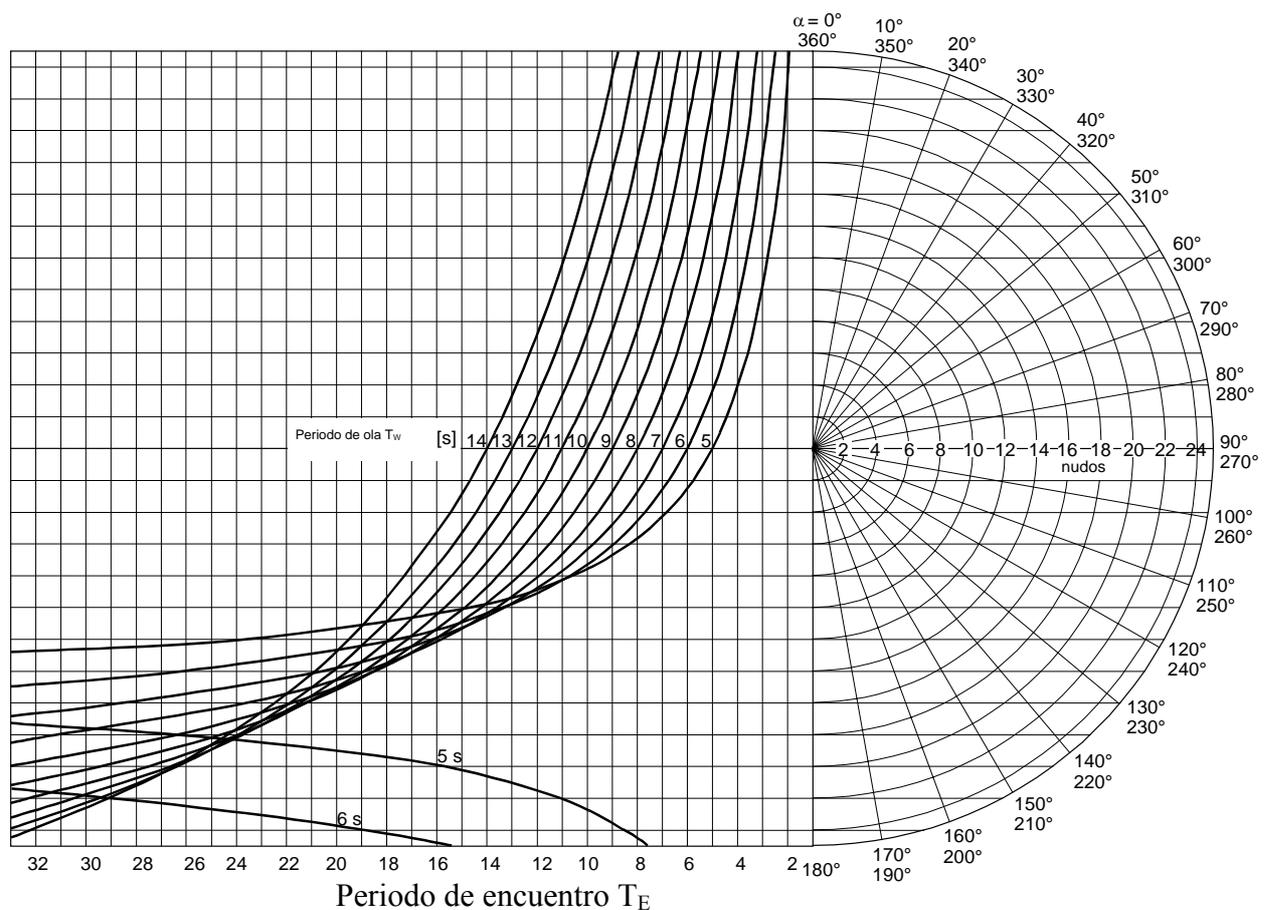
$$T_E = \frac{3T_w^2}{3T_w + V\cos(\alpha)} \text{ [s]}$$

donde  $V$  = velocidad del buque [nudos]; y

$\alpha$  = ángulo que forman las direcciones de la quilla y de la ola ( $\alpha = 0^\circ$  significa mar de proa)

1.7 El diagrama de la figura 1 también puede utilizarse para determinar el periodo de confluencia.

1.8 También deberá calcularse la altura de las olas significativas.



**Figura 1 - Determinación del periodo de confluencia  $T_E$**

## 2 PRECAUCIONES

2.1 Cabe señalar que la presente Orientación que sirva de guía al capitán se ha elaborado para los buques mercantes de todo tipo. Por consiguiente, debido a su carácter general, la Orientación puede resultar demasiado restrictiva para determinados buques cuyas propiedades dinámicas son más favorables, o demasiado flexible para otros buques. Un buque también puede ser inseguro, aunque no se encuentre en las zonas peligrosas que aquí se definen, si su estabilidad es insuficiente. Se pide a los capitanes que cuando utilicen esta Orientación tengan debidamente en cuenta las características particulares del buque y su comportamiento con mal tiempo.

2.2 Cabe señalar asimismo que la presente Orientación se limita a los peligros en condiciones meteorológicas adversas que pueden causar la zozobra del buque o un balance intenso con riesgo de daños. No se abordan otros peligros y riesgos en condiciones meteorológicas adversas, tales como daños a consecuencia de los golpes de las olas, los esfuerzos longitudinales o torsionales, los efectos especiales de las olas en corrientes o aguas poco profundas, o los riesgos de abordaje o varada, que también deberán tenerse en cuenta al decidir el rumbo y velocidad apropiados en condiciones meteorológicas adversas.

2.3 El capitán deberá asegurarse de que su buque cumple los criterios de estabilidad especificados en el Código de Estabilidad sin Avería de la OMI o en un código equivalente. Deberán adoptarse medidas adecuadas para garantizar la integridad de estanquidad del buque, y se verificará regularmente la sujeción de la carga y el equipo. El periodo de balance natural del buque,  $T_R$ , se determinará observando los movimientos de balance con mar calma.

### **3 FENÓMENOS PELIGROSOS**

#### **3.1 Fenómenos que suelen ocurrir con mar de popa y mar de aleta**

Un buque que navega con mar de popa o mar de aleta encuentra olas cuyo periodo es más largo que el de las olas de través, de proa o de amura. Los peligros principales que causa esta situación son los siguientes:

##### **3.1.1 Navegación sobre la cresta de las olas y caída al través**

Cuando el buque se encuentra en la cara frontal de una ola de gran pendiente con mar de popa o de aleta, se puede acelerar para remontar la ola; esto se llama navegar sobre la cresta de las olas. En dicha situación, puede presentarse el fenómeno denominado de caída al través, que pone al buque en peligro de zozobra como resultado de un cambio repentino del rumbo del buque y de una gran escora imprevista.

##### **3.1.2 Disminución de la estabilidad sin avería cuando la parte central del buque se encuentra sobre la cresta de la ola**

Cuando un buque navega sobre la cresta de una ola, la estabilidad sin avería puede disminuir de forma sustancial según los cambios de forma del casco sumergido. La disminución de estabilidad puede resultar crítica para longitudes de ola comprendidas entre  $0,6 L$  y  $2,3 L$ , donde  $L$  es la eslora del buque en metros. En este intervalo, la disminución de la estabilidad es prácticamente proporcional a la altura de la ola. Esta situación resulta especialmente peligrosa con mar de popa o de aleta, puesto que se prolonga el tiempo de navegación sobre la cresta de la ola, es decir, el periodo con menor estabilidad.

#### **3.2 Movimiento de balance sincrónico**

Si el periodo de balance natural de un buque coincide con el periodo de confluencia con la ola, pueden producirse grandes movimientos de balance. Navegando con mar de popa o de aleta esta situación puede tener lugar cuando la estabilidad transversal del buque es marginal y, por lo tanto, se prolonga el periodo de balance natural.

### 3.3 Movimientos de balance paramétrico

3.3.1 Los movimientos de balance paramétrico de amplitudes grandes y peligrosas con olas se originan como consecuencia de las variaciones de estabilidad entre las posiciones correspondientes a la cresta y al seno de la ola. El balance paramétrico puede producirse en dos situaciones distintas:

- .1 La estabilidad varía con un periodo de confluencia  $T_E$  que es aproximadamente igual al periodo de balance  $T_R$  del buque (relación de confluencia 1:1). La estabilidad registra un valor mínimo **una vez** durante cada periodo de balance. Esta situación se caracteriza por el balance asimétrico, es decir, por el hecho de que la amplitud con el centro del buque en la cresta de la ola sea mucho mayor que la amplitud en el otro lado. Dada la tendencia al retraso del adrizado desde la amplitud grande, el periodo de balance  $T_R$  podrá adaptarse al periodo de confluencia hasta un cierto punto, de modo que este tipo de balance paramétrico pueda producirse para un rango amplio de periodos de confluencia. La transición a la resonancia armónica puede resultar perceptible con mar de aleta.
- .2 La estabilidad varía con un periodo de confluencia  $T_E$  que es aproximadamente igual a la mitad del periodo de balance  $T_R$  del buque (relación de confluencia 1:0,5). La estabilidad registra un valor mínimo **dos veces** en cada periodo de balance. Con mar de popa o de aleta, en los que el periodo de confluencia es más largo que el periodo de la ola, esto sólo puede ocurrir con periodos de balance  $T_R$  muy grandes, lo cual indica una estabilidad sin avería marginal. El resultado es un balance simétrico de gran amplitud y vuelve a observarse la tendencia del buque a adaptar su respuesta al periodo de confluencia, debido a la reducción de la estabilidad en la cresta de la ola. El balance paramétrico caracterizado por la relación de confluencia 1:0,5 también puede producirse con mar de proa o con mar de amura.

3.3.2 A diferencia de lo que sucede con mar de popa o mar de aleta, en los que la variación de la estabilidad sólo se ve afectada por el paso de las olas a lo largo del buque, la oscilación vertical y el cabeceo intensos que suelen registrarse con mar de proa o de amura pueden contribuir a la variación de la estabilidad, en particular como consecuencia de la inmersión y emersión periódicas de los marcos del codaste y del abanico de los buques modernos. Esto puede traducirse en movimientos acusados de balance paramétrico incluso con variaciones de estabilidad inducidas por olas más pequeñas.

3.3.3 El periodo de cabeceo y oscilación vertical del buque suele ser igual al periodo de confluencia con las olas. La incidencia del movimiento de cabeceo sobre el movimiento de balance paramétrico depende de la coordinación (acoplamiento) existente entre ellos.

### **3.4 Combinación de diversos fenómenos peligrosos**

El comportamiento dinámico de un buque que navega con mar de popa o de aleta es muy complejo. El movimiento del buque es tridimensional y, en combinación con los fenómenos antedichos, pueden registrarse simultánea o secuencialmente varios factores perjudiciales o fenómenos peligrosos, tales como momentos escorantes adicionales originados a consecuencia de que el borde de la cubierta esté sumergido, del agua transportada y retenida en cubierta o del corrimiento de la carga debido a movimientos de balance amplios. Esto puede dar lugar a combinaciones extremadamente peligrosas que pueden causar la zozobra del buque.

## **4 ORIENTACIÓN SOBRE LAS OPERACIONES**

Se recomienda al capitán que, cuando navegue con mal tiempo, siga los procedimientos para el gobierno del buque que se indican a continuación, a fin de evitar las situaciones peligrosas.

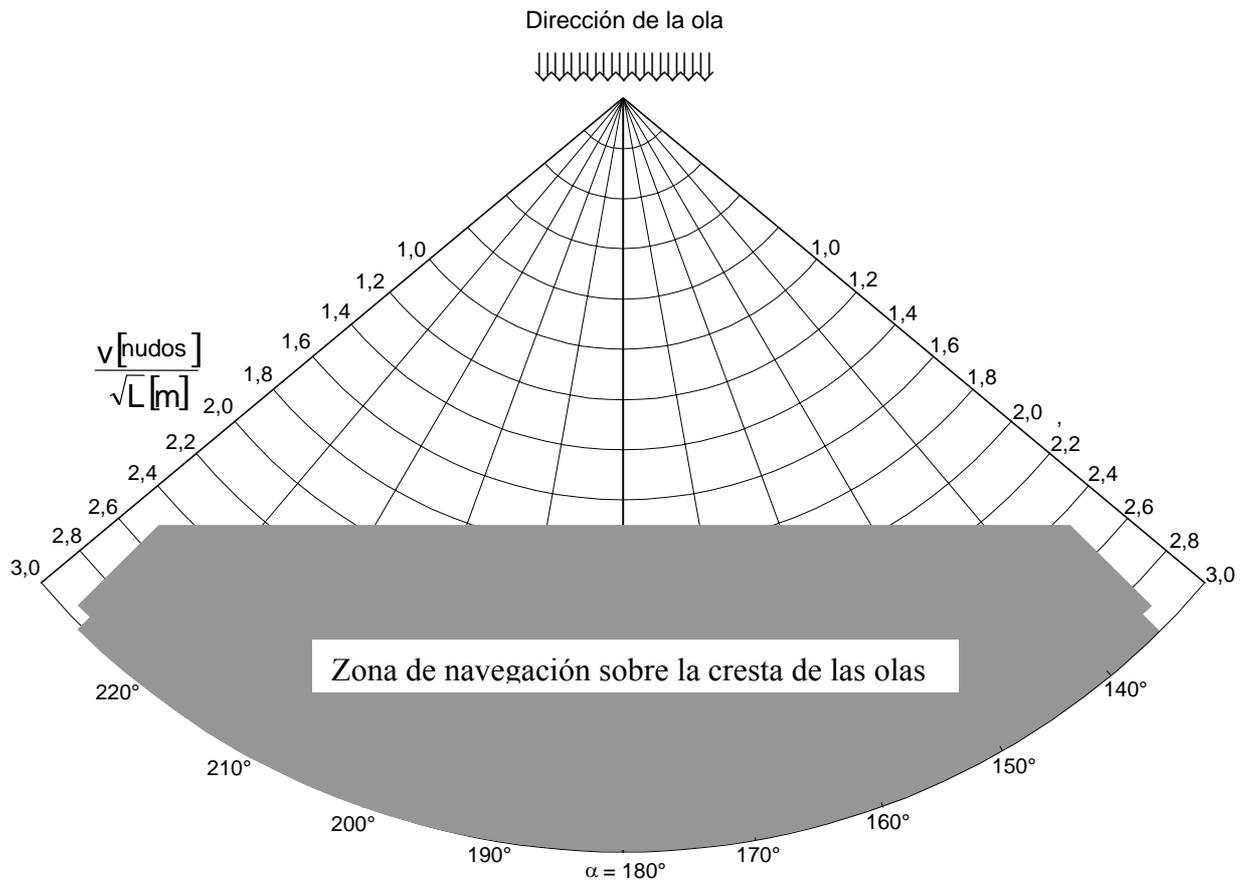
### **4.1 Condición del buque**

La presente orientación se aplica a todos los tipos de buques tradicionales que naveguen con mar gruesa, siempre que satisfagan los criterios sobre estabilidad especificados en la resolución A.749(18), enmendada por la resolución MSC.75(69).

### **4.2 Cómo evitar las condiciones peligrosas**

#### **4.2.1 Navegación sobre la cresta de las olas y caída al través**

La navegación sobre la cresta de la ola y la caída al través pueden producirse cuando el ángulo de confluencia se encuentra en la gama de  $135^\circ < \alpha < 225^\circ$  y la velocidad es superior a  $(1,8\sqrt{L})/\cos(180-\alpha)$  (nudos). Para evitar la navegación sobre la cresta de la ola y una posible caída al través, la velocidad o el rumbo, o ambos, deben quedar fuera de la zona peligrosa indicada en la figura 2.



**Figura 2 - Riesgo de navegación sobre la cresta de las olas con mar de popa o de aleta**

#### 4.2.2 Embestida sucesiva de olas altas

4.2.2.1 Cuando la longitud media de la ola es superior a  $0,8 L$  y la altura significativa de la ola es superior a  $0,04 L$ , y si además hay indicios claros de comportamiento peligroso del buque, el capitán debe cuidarse de no entrar en la zona peligrosa, según se indica en la figura 3. Cuando el buque se encuentra en dicha zona se deberá proceder a una reducción de la velocidad o a un cambio de rumbo para impedir la embestida sucesiva de olas altas, pues podría suponer un peligro debido a la reducción de la estabilidad sin avería, los movimientos de balance sincrónico, los movimientos de balance paramétrico o la combinación de diversos fenómenos.

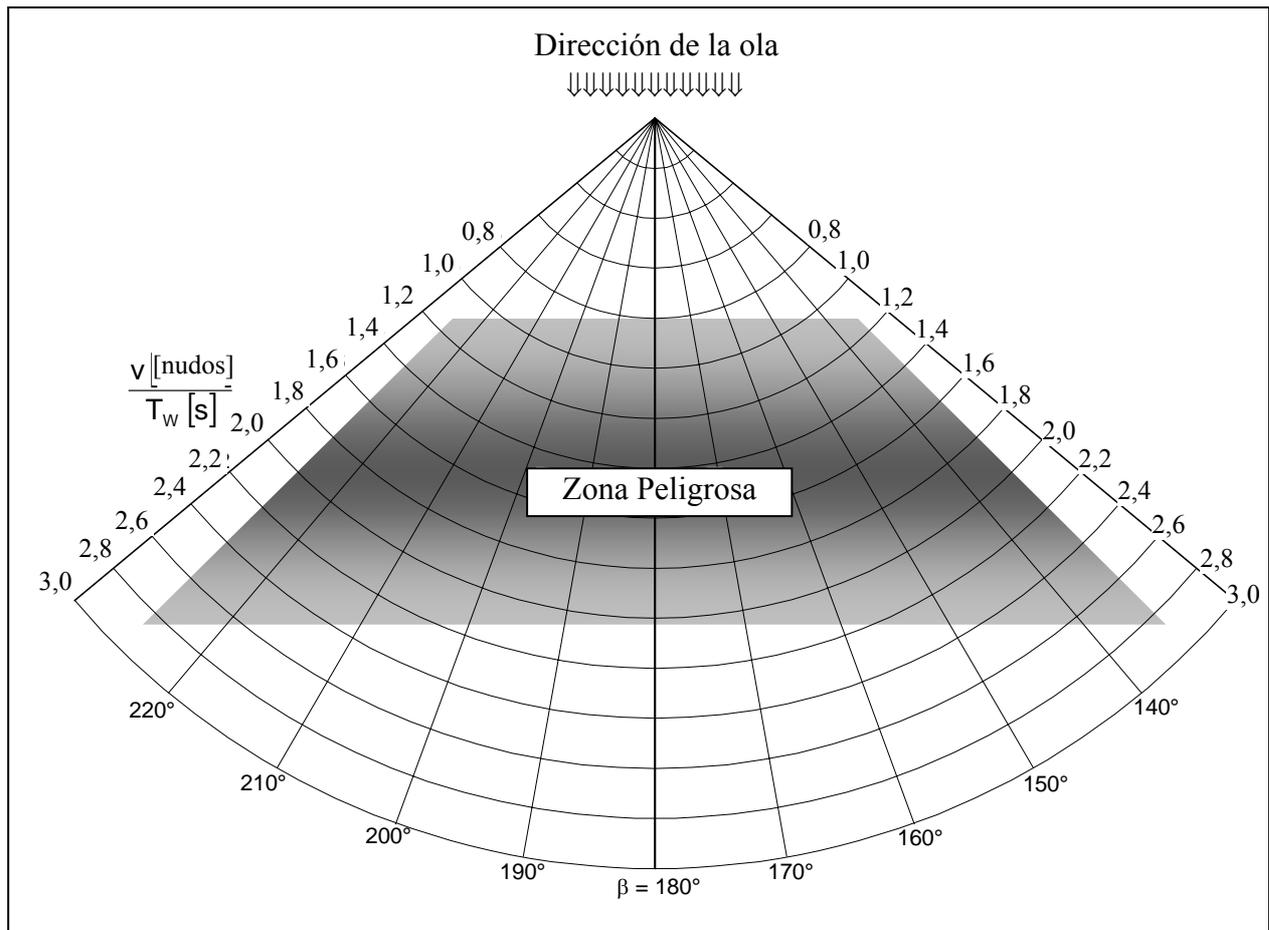
4.2.2.2 La zona peligrosa indicada en la figura 3 corresponde a condiciones en las cuales el periodo de confluencia con la ola ( $T_E$ ) es casi doble (es decir, alrededor de 1,8-3,0 veces) que el periodo de la ola ( $T_W$ ) (de acuerdo con la figura 1 o el párrafo 1.4).

#### 4.2.3 Movimientos de balance sincrónico y paramétrico

4.2.3.1 El capitán debe evitar el movimiento de balance sincrónico, que se produce cuando el periodo de confluencia con la ola  $T_E$  es casi igual al periodo de balance natural del buque,  $T_R$ .

4.2.3.2 A fin de evitar el balance paramétrico con mares de popa, de aleta, de proa, de amura o de través, deberán seleccionarse el rumbo y la velocidad del buque de manera que se eviten unas condiciones en las que el periodo de confluencia sea casi igual que el periodo de balance del buque ( $T_E \approx T_R$ ) o que la mitad de este mismo periodo ( $T_E \approx 0,5 \cdot T_R$ ).

4.2.3.3 El periodo de confluencia  $T_E$  puede determinarse a partir de la figura 1 introduciendo la velocidad del buque en nudos, el ángulo de confluencia  $\alpha$  y el periodo de la ola  $T_W$ .



**Figura 3 - Riesgo de embestida sucesiva de olas altas con mar de popa o mar de aleta**

### Abreviaturas y símbolos

Símbolos	Descripción	Unidades
$T_W$	Periodo de la ola	s
$\lambda$	Longitud de la ola	m
$T_E$	Periodo de confluencia con las olas	s
$\alpha$	Angulo de confluencia ( $\alpha = 0^\circ$ con mar de proa, $\alpha = 90^\circ$ con mar de estribor)	grados
$V$	Velocidad del buque	nudos
$T_R$	Periodo de balance natural del buque	s
$L$	Eslora del buque (entre perpendiculares)	m