

## ANEXO 8

### RESOLUCIÓN MEPC.212(63)

Adoptada el 2 de marzo de 2012

#### **DIRECTRICES DE 2012 SOBRE EL MÉTODO DE CÁLCULO DEL ÍNDICE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE PROYECTO (EEDI) OBTENIDO PARA BUQUES NUEVOS**

EL COMITÉ DE PROTECCIÓN DEL MEDIO MARINO,

RECORDANDO el artículo 38 a) del Convenio constitutivo de la Organización Marítima Internacional, artículo que trata de las funciones del Comité de Protección del Medio Marino (el Comité) conferidas por los convenios internacionales relativos a la prevención y contención de la contaminación del mar,

RECORDANDO TAMBIÉN que, en su 62º periodo de sesiones, el Comité adoptó, mediante la resolución MEPC.203(62), enmiendas al anexo del Protocolo de 1997 que enmienda el Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por el Protocolo de 1978 (inclusión de reglas sobre la eficiencia energética de los buques en el Anexo VI del Convenio MARPOL),

TOMANDO NOTA de que está previsto que las enmiendas al Anexo VI del Convenio MARPOL adoptadas en su 62º periodo de sesiones mediante la inclusión del nuevo capítulo 4 para las reglas sobre eficiencia energética de los buques entren en vigor el 1 de enero de 2013 tras su aceptación el 1 de julio de 2012,

TOMANDO NOTA TAMBIÉN de que en la regla 20 (EEDI obtenido) del Anexo VI del Convenio MARPOL enmendado se prescribe que el índice de eficiencia energética de proyecto se calcule teniendo en cuenta las directrices elaboradas por la Organización,

RECONOCIENDO que las enmiendas al Anexo VI del Convenio MARPOL requieren la adopción de las directrices pertinentes para una implantación uniforme y sin contratiempos de las reglas y a fin de facilitar el tiempo preparatorio suficiente para que se prepare el sector,

HABIENDO EXAMINADO en su 63º periodo de sesiones las Directrices de 2012 sobre el método de cálculo del índice de eficiencia energética de proyecto (EEDI) obtenido para los buques nuevos,

1. ADOPTA las Directrices de 2012 sobre el método de cálculo del índice de eficiencia energética de proyecto (EEDI) obtenido para los buques nuevos, que figuran en el anexo de la presente resolución;
2. INVITA a las Administraciones a que tengan en cuenta las Directrices adjuntas al elaborar y promulgar leyes nacionales que hagan entrar en vigor e implanten las disposiciones de la regla 20 del Anexo VI del Convenio MARPOL enmendado;

3. PIDE a las Partes en el Anexo VI del Convenio MARPOL y a otros Gobiernos Miembros que pongan las Directrices adjuntas relativas al índice de eficiencia energética de proyecto (EEDI) en conocimiento de los propietarios de buques, armadores, constructores de buques, proyectistas de buques y demás grupos interesados;
4. ACUERDA mantener esas Directrices sometidas a examen teniendo en cuenta la experiencia que se obtenga;
5. REVOCA las directrices provisionales distribuidas con la circular MEPC.1/Circ.681, a partir de la presente fecha.

## ANEXO

### DIRECTRICES DE 2012 SOBRE EL MÉTODO DE CÁLCULO DEL ÍNDICE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE PROYECTO (EEDI) OBTENIDO PARA BUQUES NUEVOS

#### ÍNDICE

- 1 Definiciones
- 2 Índice de eficiencia energética de proyecto (EEDI) incluida la ecuación
  - 2.1  $C_F$ : factor de conversión adimensional entre el consumo de combustible y las emisiones de  $CO_2$
  - 2.2  $V_{ref}$ : velocidad del buque
  - 2.3 Capacidad
    - 2.3.1 Graneleros, buques tanque, gaseros, buques de carga rodada y buques de carga general
    - 2.3.2 Buques de pasaje y buques de pasaje de transbordo rodado
    - 2.3.3 Buques portacontenedores
  - 2.4 Peso muerto
  - 2.5  $P$ : potencia de proyecto del motor principal y los motores auxiliares
    - 2.5.1  $P_{ME}$ : potencia de los motores principales
    - 2.5.2  $P_{PTO}$ : generador acoplado al eje
    - 2.5.3  $P_{PTI}$ : motor acoplado al eje
    - 2.5.4  $P_{eff}$ : potencia de las tecnologías innovadoras de eficiencia de la energía mecánica
    - 2.5.5  $P_{AEff}$ : reducción de la potencia de los motores auxiliares
    - 2.5.6  $P_{AE}$ : potencia de los motores auxiliares
  - 2.6  $V_{ref}$ , capacidad y  $P$
  - 2.7  $SFC$ : consumo de combustible específico
  - 2.8  $f_j$ : factor de corrección que permite tener en cuenta los elementos de proyecto específicos del buque
    - 2.8.1  $f_j$ : clasificación para la navegación en hielo
    - 2.8.2  $f_j$ : buques tanque lanzadera
    - 2.8.3  $f_j$ : otros tipos de buques

- 2.9  $f_w$ : factor meteorológico
- 2.10  $f_{eff(i)}$ : factor de disponibilidad de cada tecnología innovadora de eficiencia energética
- 2.11  $f_i$ : factor de capacidad
  - 2.11.1  $f_i$ : clasificación para la navegación en hielo
  - 2.11.2  $f_i$ : mejoras estructurales voluntarias específicas del buque
  - 2.11.3  $f_i$ : graneleros y petroleros construidos de conformidad con las reglas estructurales comunes (CSR)
  - 2.11.4  $f_i$ : otros tipos de buques
- 2.12  $f_c$ : factor de corrección de la capacidad cúbica
  - 2.12.1  $f_c$ : quimiqueros
  - 2.12.2  $f_c$ : buques para el transporte de gas natural licuado
- 2.13  $L_{pp}$ : eslora entre perpendiculares

APÉNDICE 1 SISTEMA DE MOTORES MARINOS GENÉRICO Y SIMPLIFICADO

APÉNDICE 2 DIRECTRICES PARA LA ELABORACIÓN DE CUADROS DE POTENCIA ELÉCTRICA PARA EL EEDI (EPT-EEDI)

## 1 Definiciones

Convenio MARPOL: Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, en su forma modificada por el Protocolo de 1978, enmendado.

A los efectos de las presentes Directrices se aplican las definiciones que figuran en las "REGLAS SOBRE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS BUQUES" (RESOLUCIÓN MEPC.203(62)).

## 2 Índice de eficiencia energética de proyecto (EEDI)

El índice de eficiencia energética de proyecto (EEDI) obtenido para los buques nuevos indica la eficiencia energética de los buques (g/t\*milla marina) y se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$\frac{\left( \prod_{j=1}^n f_j \right) \left( \sum_{i=1}^{nME} P_{ME(i)} \cdot C_{FME(i)} \cdot SFC_{ME(i)} \right) + (P_{AE} \cdot C_{FAE} \cdot SFC_{AE}) + \left( \left( \prod_{j=1}^n f_j \cdot \sum_{i=1}^{nPTI} P_{PTI(i)} - \sum_{i=1}^{neff} f_{eff(i)} \cdot P_{AEeff(i)} \right) C_{FAE} \cdot SFC_{AE} \right) - \left( \sum_{i=1}^{neff} f_{eff(i)} \cdot P_{eff(i)} \cdot C_{FME} \cdot SFC_{ME} \right)}{f_i \cdot f_c \cdot \text{Capacidad} \cdot f_w \cdot V_{ref}}$$

\* Si parte de la carga normal máxima en el mar se obtiene con generadores acoplados al eje, para dicha parte de la potencia podrán utilizarse  $SFC_{ME}$  y  $C_{FME}$  en vez de  $SFC_{AE}$  y  $C_{FAE}$ .

\*\* En caso de que  $P_{PTI(i)} > 0$ , se utilizará el valor medio ponderado de  $(SFC_{ME} \cdot C_{FME})$  y  $(SFC_{AE} \cdot C_{FAE})$  para calcular  $P_{eff}$ .

**Nota:** es posible que esta fórmula no sea aplicable a la propulsión diésel-eléctrica, a la propulsión por turbina o a los sistemas de propulsión híbridos.

Donde:

- .1  $C_F$  es un factor de conversión adimensional entre el consumo de combustible (medido en g) y las emisiones de CO<sub>2</sub> (también medidas en g), basándose en el contenido de carbono. Los subíndices  $ME_i$  y  $AE_i$  corresponden al motor principal y al motor o motores auxiliares, respectivamente.  $C_F$  corresponde al combustible consumido al determinar el  $SFC$  que figura en el informe de prueba aplicable incluido en el expediente técnico según se define éste en el párrafo 1.3.15 del Código Técnico sobre los NO<sub>x</sub> (en adelante "informe de prueba incluido en el expediente técnico sobre los NO<sub>x</sub>"). Los valores de  $C_F$  son los siguientes:

Tipo de combustible	Referencia	Contenido de carbono	$C_F$ (ton. de CO <sub>2</sub> /ton. de combustible)
1. Diésel/gasoil	ISO 8217 Grados DMX a DMB	0,8744	3,206
2. Fueloil ligero	ISO 8217 Grados RMA a RMD	0,8594	3,151
3. Fueloil pesado	ISO 8217 Grados RME a RMK	0,8493	3,114
4. Gas de petróleo licuado (GPL)	Propano	0,8182	3,000
	Butano	0,8264	3,030
5. Gas natural licuado (GNL)		0,7500	2,750

.2  $V_{ref}$  es la velocidad del buque, medida en millas marinas por hora (nudos) en aguas profundas en la condición correspondiente a la *capacidad* según se define en los párrafos 2.3.1 y 2.3.3 (en el caso de buques de pasaje y buques de pasaje de transbordo rodado, esta condición será el calado de verano a plena carga según se indica en el párrafo 2.4), con la potencia al eje del motor o motores de acuerdo con la definición del párrafo 2.5 y dando por supuestas condiciones meteorológicas favorables, sin viento ni olas.

.3 *Capacidad* se define de la manera siguiente:

.1 Para los graneleros, buques tanque, gaseros, buques de carga rodada, buques de carga general, buques frigoríficos y buques de carga combinada debería utilizarse el peso muerto como *capacidad*.

.2 Para los buques de pasaje y los buques de pasaje de transbordo rodado debería utilizarse como *capacidad* el arqueo bruto de conformidad con la regla 3 del anexo I del Convenio internacional sobre arqueo de buques, 1969.

.3 Para los buques portacontenedores, debería utilizarse el 70 % del peso muerto como *capacidad*. Los valores del EEDI para los buques portacontenedores se calculan de la manera siguiente:

.1 el EEDI obtenido se calcula de conformidad con la fórmula del EEDI utilizando el 70 % del peso muerto para la *capacidad*;

.2 el valor estimado del índice en las Directrices para el cálculo del nivel de referencia se calcula utilizando el 70 % del peso muerto:

$$\text{Valor estimado del índice} = 3,1144 \cdot \frac{190 \cdot \sum_{i=1}^{NME} P_{MEi} + 215 \cdot P_{AE}}{70 \% \text{ DWT} \cdot V_{ref}}$$

.3 los parámetros a y c para los buques portacontenedores que figuran en el cuadro 2 de la regla 21 del anexo VI del Convenio MARPOL se determinan representando gráficamente el valor estimado del índice con respecto al 100 % del peso muerto, es decir, se determinó que a = 174,22 y c = 0,201;

.4 el EEDI prescrito para un buque portacontenedores nuevo se calcula utilizando el 100 % del peso muerto:

$$\text{EEDI prescrito} = (1-X/100) \cdot a \cdot 100 \% \text{ peso muerto}^{-c}$$

Donde X es el factor de reducción (en porcentaje) de conformidad con el cuadro 1 de la regla 21 del anexo VI del Convenio MARPOL, relativo a la fase y el tamaño aplicables de los buques portacontenedores nuevos.

- .4 *Peso muerto* es la diferencia, expresada en toneladas, entre el desplazamiento de un buque en aguas de densidad relativa de 1 025 kg/m<sup>3</sup> al calado en carga de verano y el desplazamiento en rosca del buque. Se debería considerar que el calado en carga de verano es el calado máximo de verano certificado en el cuadernillo de estabilidad aprobado por la Administración o una organización reconocida por ésta.
- .5 *P* es la potencia de proyecto del motor principal y los motores auxiliares, medida en kW. Los subíndices *ME* y *AE* corresponden al motor principal y al motor o motores auxiliares, respectivamente. La sumatoria en *i* es para todos los motores, siendo (*n*<sub>ME</sub>) el número de motores. (Véase el diagrama que figura en el apéndice 1.)

- .1  $P_{ME(i)}$  es el 75 % de la potencia nominal instalada ( $MCR^*$ ) de cada motor principal (*i*).

A continuación se define la influencia de la potencia adicional de salida o de entrada en el eje.

.2 **Generador acoplado al eje**

En caso de que haya uno o varios generadores acoplados al eje,  $P_{PTO(i)}$  es el 75 % de la potencia eléctrica nominal de salida de cada generador acoplado al eje.

Para calcular el efecto de los generadores acoplados al eje se dispone de dos opciones:

**Opción 1:**

- .1 La deducción máxima admisible para el cálculo de  $P_{ME(i)}$  no ha de ser mayor que la  $P_{AE}$  definida en el párrafo 2.5.6. Para este caso,  $P_{ME(i)}$  se calcula de la manera siguiente:

$$P_{ME(i)} = 0,75 \times (MCR_{ME(i)} - P_{PTO(i)})$$

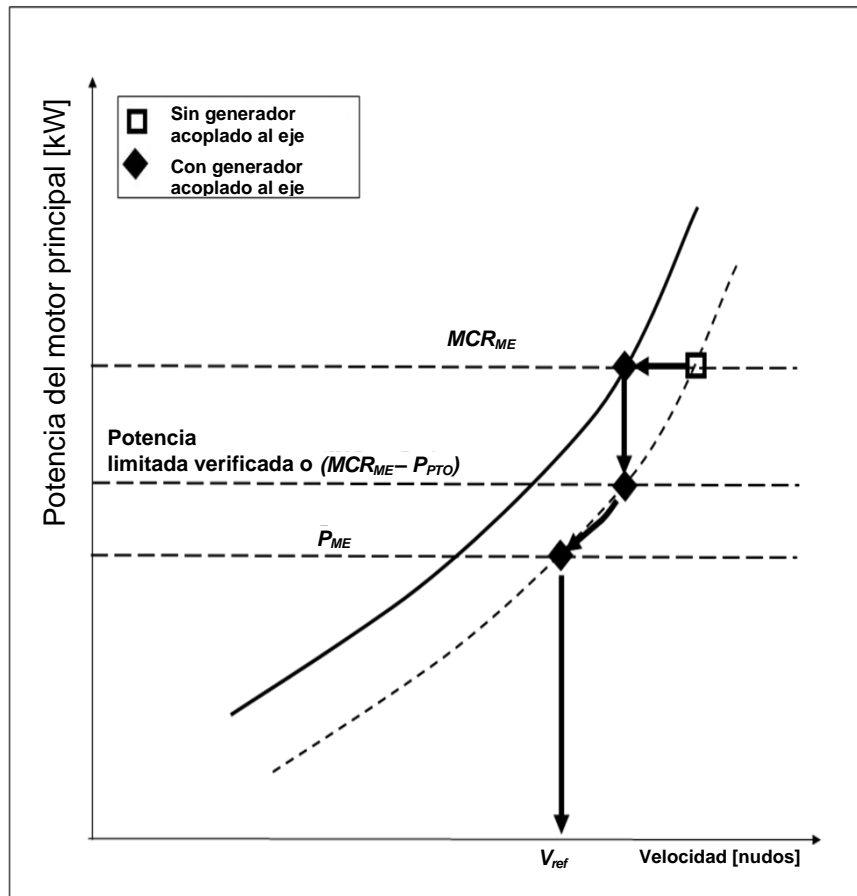
u

**Opción 2:**

- .2 En caso de que se instale un motor con una potencia nominal de salida mayor que aquella a la que el sistema de propulsión está limitado por medios técnicos verificados, el valor de  $P_{ME(i)}$  es el 75 % de esa potencia limitada para determinar la velocidad de referencia,  $V_{ref}$  y para calcular el EEDI.

\* Para el cálculo debería utilizarse el valor de MRC especificado en el certificado EIAPP. Si no se exige que los motores principales tengan un certificado EIAPP, debería utilizarse el MRC que figura en la placa.

En la siguiente figura se facilitan orientaciones para la determinación de  $P_{ME(i)}$ :



### .3 Motor acoplado al eje

En caso de que haya uno o varios motores acoplados al eje instalados,  $P_{PTI(i)}$  es el 75 % del consumo nominal de cada motor acoplado al eje dividido por la eficiencia media ponderada del generador o generadores.

La potencia de propulsión a la que se mide  $V_{ref}$  es:

$$\sum P_{ME(i)} + \sum P_{PTI(i),shaft}$$

donde:

$$\sum P_{PTI(i),shaft} = \sum (P_{PTI(i)} \cdot \eta_{PTI(i)}) \cdot \eta_{Gen}^{-}$$

$\eta_{PTI(i)}$  es la eficiencia de cada motor acoplado al eje instalado

$\eta_{Gen}^{-}$  es la eficiencia media ponderada del generador o los generadores



Cuando la potencia de propulsión total definida *supra* es superior al 75 % de la potencia a la que esté limitado el sistema de propulsión por medios técnicos verificados, el 75 % de la potencia limitada ha de utilizarse como la potencia de propulsión total para determinar la velocidad de referencia ( $V_{ref}$ ) y para el cálculo del EEDI.

En el caso del PTI/PTO combinado, la modalidad de funcionamiento normal en el mar determinará cuál de estos parámetros se utiliza para el cálculo.

**Nota:** si la eficiencia de la cadena de transmisión del motor acoplado al eje está indicada en un documento verificado, podrá tenerse en cuenta la eficiencia de la cadena de transmisión del motor acoplado al eje para calcular las pérdidas de energía del equipo entre el cuadro de distribución y el motor acoplado al eje.

- .4  $P_{eff(i)}$  es la potencia de las tecnologías innovadoras de eficiencia de la energía mecánica para la propulsión al 75 % de la potencia del motor principal.

No es necesario medir la energía mecánica residual recuperada directamente por acoplamiento a los ejes, dado que el efecto de la tecnología se refleja directamente en  $V_{ref}$ .

En el caso de los buques equipados con motores de combustible mixto o con varios motores, el  $CF_{ME}$  y  $SFC_{ME}$  debería ser la media ponderada por la potencia de todos los motores principales.

- .5  $P_{AEff(i)}$  es la reducción de la potencia de los motores auxiliares debida a tecnologías innovadoras de eficiencia de la energía eléctrica, medida a la potencia  $P_{ME(i)}$ .

- .6  $P_{AE}$  es la potencia del motor auxiliar necesaria para suministrar la carga máxima normal en el mar, incluida la potencia requerida para la maquinaria y los sistemas de propulsión y los espacios de alojamiento, por ejemplo, las bombas del motor principal, los sistemas de navegación, el equipo y la vida a bordo, pero excluye la potencia no utilizada para la maquinaria/sistemas de propulsión, por ejemplo, impulsores, bombas de carga, equipo de carga, bombas de lastre, mantenimiento de la carga, como por ejemplo, equipo de refrigeración y ventiladores de las bodegas de carga, en las condiciones en las que el buque emprendió el viaje a la velocidad ( $V_{ref}$ ) y la condición mencionada en el párrafo 2.2.

- .1 Para buques en los que la potencia del motor principal es igual o superior a 10 000 kW,  $P_{AE}$  se define como:

$$P_{AE(MCR_{ME} \geq 10000 \text{ kW})} = \left( 0,025 \times \left( \sum_{i=1}^{nME} MCR_{MEi} + \frac{\sum_{i=1}^{nPTI} P_{PTI(i)}}{0,75} \right) \right) + 250$$

- .2 En los buques en los que la potencia del motor principal es inferior a 10 000 kW,  $P_{AE}$  se define como:

$$P_{AE(MCRME < 10000 \text{ kW})} = \left( 0,05 \times \left( \sum_{i=1}^{nME} MCR_{MEi} + \frac{\sum_{i=1}^{nPTI} P_{PTI(i)}}{0,75} \right) \right)$$

- .3 En el caso de los buques en los cuales el valor de  $P_{AE}$  calculado según se indica en los párrafos 2.5.6.1 o 2.5.6.2 *supra* difiera considerablemente de la potencia total utilizada durante la navegación normal en el mar, por ejemplo, en el caso de los buques de pasaje (véase la nota que figura debajo de la fórmula del EEDI), el valor de  $P_{AE}$  debería estimarse utilizando la potencia eléctrica consumida (excluida la propulsión), con el buque navegando a una velocidad de referencia ( $V_{ref}$ ), la cual figura en el cuadro de potencia eléctrica<sup>1</sup>, dividida por la eficiencia media del generador o generadores ponderada por la potencia (véase el apéndice 2).

- .6  $V_{ref}$ , capacidad y  $P$  deberían ser coherentes entre sí.

- .7  $SFC$  es el consumo de combustible específico certificado de los motores, medido en g/kWh. Los subíndices  $ME(i)$  y  $AE(i)$  se refieren al motor principal y al motor o motores auxiliares, respectivamente. En los motores certificados para los ciclos de prueba E2 o E3 del Código Técnico sobre los  $NO_x$  de 2008, el consumo de combustible específico del motor ( $SFC_{ME(i)}$ ) es el que figura en el informe de prueba incluido en el expediente técnico sobre los  $NO_x$  al 75 % de la potencia del régimen máximo continuo (MCR) o par nominal. En el caso de motores certificados para los ciclos de servicio D2 o C1 del Código Técnico sobre los  $NO_x$  de 2008, el consumo específico de combustible ( $SFC_{AE(i)}$ ) es el que figura en el informe de prueba incluido en el expediente técnico sobre los  $NO_x$  para el motor funcionando al 50 % de la potencia del régimen máximo continuo (MCR) o par nominal.

El  $SFC$  debe corregirse al valor correspondiente a las condiciones normalizadas de referencia ISO utilizando el valor calorífico normalizado inferior del fueloil (42 700 kJ/kg), haciendo referencia a las normas ISO 15550:2002 e ISO 3046-1:2002.

Para los buques en los que el valor de la  $P_{AE}$  calculada según 2.5.6.1 y 2.5.6.2 difiera considerablemente de la potencia total utilizada para la navegación marítima normal (por ejemplo, los buques de pasaje tradicionales), el consumo específico de combustible ( $SFC_{AE}$ ) de los generadores es el que figura en el informe de prueba incluido en el expediente técnico sobre los  $NO_x$  al 75 % de la potencia del régimen máximo continuo (MCR) o par nominal.

<sup>1</sup> El verificador debería examinar y validar el cuadro de potencia eléctrica. Cuando las condiciones ambientales afecten a cualquier carga eléctrica en el cuadro de potencia eléctrica, deberían aplicarse las condiciones ambientales estipuladas en el contrato que lleven a la carga eléctrica de proyecto máxima del sistema instalado para el buque en general.

$SFC_{AE}$  es el promedio ponderado por la potencia de los  $SFC_{AE(i)}$  del  $i$  de los motores respectivos.

En el caso de los motores que no tengan un informe de prueba incluido en el expediente técnico sobre los  $NO_x$  porque su potencia es inferior a 130 kW, debería utilizarse el  $SFC$  especificado por el fabricante y refrendado por una autoridad competente.

En la fase de proyecto, si no se dispone del informe de prueba incluido en el expediente técnico sobre los  $NO_x$ , debería utilizarse el  $SFC$  especificado por el fabricante y refrendado por una autoridad competente.

En el caso de motores de GNL para los cuales el  $SFC$  se mide en kJ/kWh el valor de  $SFC$  se cambiará a g/kWh utilizando el valor calorífico normalizado inferior del GNL (48 000 kJ/kg) con referencia a las Directrices del IPCC de 2006.

.8 El coeficiente  $f_j$  es un factor de corrección que permite tener en cuenta los elementos de proyecto específicos del buque.

.1 Para los buques que tienen una clasificación para la navegación en hielo, debería utilizarse como factor de corrección de la potencia ( $f_j$ ) el valor superior de  $f_{j0}$  y  $f_{j,min}$  que figuran en el cuadro 1, pero no un valor superior a  $f_{j,max} = 1,0$ .

Para más información sobre la correspondencia aproximada entre las clases de hielo, véase la Recomendación 25/7<sup>2</sup> de la Comisión de Helsinki.

**Cuadro 1: Factor de corrección de la potencia ( $f_j$ ) para los buques que tienen una clasificación para la navegación en hielo**

Tipo de buque	$f_{j0}$	$f_{j,min}$ según la clasificación para la navegación en hielo			
		IA Súper	IA	IB	IC
Buques tanque	$\frac{0,308L_{PP}^{1,920}}{\sum_{i=1}^{nME} P_{ME(i)}}$	$0,15L_{PP}^{0,30}$	$0,27L_{PP}^{0,21}$	$0,45L_{PP}^{0,13}$	$0,70L_{PP}^{0,06}$
Graneleros	$\frac{0,639L_{PP}^{1,754}}{\sum_{i=1}^{nME} P_{ME(i)}}$	$0,47L_{PP}^{0,09}$	$0,58L_{PP}^{0,07}$	$0,73L_{PP}^{0,04}$	$0,87L_{PP}^{0,02}$
Buques de carga general	$\frac{0,0227 \cdot L_{PP}^{2,483}}{\sum_{i=1}^{nME} P_{ME(i)}}$	$0,31L_{PP}^{0,16}$	$0,43L_{PP}^{0,12}$	$0,56L_{PP}^{0,09}$	$0,67L_{PP}^{0,07}$

.2 El factor  $f_j$  para los petroleros lanzadera con propulsión redundante debería ser  $f_j = 0,77$ . Este factor de corrección se aplica a los petroleros lanzadera con duplicación de la propulsión de entre 80 000 y 160 000 TPM. Los petroleros lanzadera con duplicación de la propulsión se utilizan para el transporte de crudo desde las instalaciones mar adentro, y son buques tanque

<sup>2</sup> La Recomendación 25/7 de la Comisión de Helsinki puede consultarse en el sitio en la Red <http://www.helcom.fi>.

equipados con dos motores y hélices gemelas, condición necesaria para cumplir las prescripciones relativas a la anotación de clasificación para el posicionamiento dinámico y la duplicación de la propulsión.

- .3 Para otros tipos de buques, debería considerarse que  $f_j = 1,0$ .
- .9  $f_w$  es un coeficiente adimensional que indica la disminución de velocidad en condiciones del mar representativas en cuanto a la altura y frecuencia de las olas y la velocidad del viento (por ejemplo el nivel 6 de la escala Beaufort), y se determina de la manera siguiente:
- .1 Para el EEDI obtenido calculado de conformidad con las reglas 20 y 21 del Anexo VI del Convenio MARPOL,  $f_w$  es 1,00.
- .2 Cuando  $f_w$  se calcula de conformidad con el apartado 2.1 o 2.2 *infra*, el valor del EEDI obtenido calculado mediante la fórmula que figura en el párrafo 2 utilizando  $f_w$  obtenido debería denominarse "*EEDI<sub>weather</sub> obtenido*";
- .1  $f_w$  puede determinarse mediante una simulación específica del buque sobre su funcionamiento en condiciones de la mar representativas. La metodología de simulación debería basarse en las directrices elaboradas por la Organización y la Administración o una organización reconocida por la Administración deberían verificar el método y los resultados para un buque individual;
- .2 en el caso de que no se realice la simulación, el valor  $f_w$  debería tomarse del cuadro/curva de "*f<sub>w</sub> normalizado*". En las Directrices<sup>3</sup> se presentará un cuadro/curva de "*f<sub>w</sub> normalizado*" para cada tipo de buque definido en el párrafo 1, y expresado como función de la capacidad (por ejemplo, peso muerto). El cuadro/curva de "*f<sub>w</sub> normalizado*" se basa en los datos de la reducción de la velocidad real del mayor número posible de buques existentes en la condición de la mar representativa.
- $f_w$  y el *EEDI<sub>weather</sub>* obtenido, en caso de que se calcule, junto con las condiciones de la mar representativas en las que se han determinado esos valores, deberían indicarse en el expediente técnico del EEDI, a fin de hacer una distinción con el EEDI obtenido calculado de conformidad con las reglas 20 y 21 del Anexo VI del Convenio MARPOL.
- .10  $f_{eff(i)}$  es el factor de disponibilidad de cada tecnología innovadora de eficiencia energética. Para los sistemas de recuperación de energía residual se considera que  $f_{eff(i)}$  equivale a 1 (1,0)<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> Se elaborarán directrices para el cálculo del coeficiente  $f_w$  para la disminución de la velocidad del buque en las condiciones de la mar respectivas.

<sup>4</sup> El cálculo del índice EEDI debería basarse en la condición de navegación marítima normal fuera de las zonas de control de las emisiones designadas de conformidad con el párrafo 6 de la regla 13 del Anexo VI del Convenio MARPOL.

- .11  $f_i$  es el factor de capacidad para cualquier limitación técnica/normativa de la capacidad y puede considerarse igual a 1 (1,0) si el factor no se estima necesario.
- .1 Para los buques que tienen una clasificación para la navegación en hielo, se utilizará como factor de corrección de la capacidad ( $f_i$ ) el valor inferior de  $f_{i0}$  y  $f_{i,max}$  que figuran en el cuadro 2, pero no un valor inferior a  $f_{i,min} = 1,0$ . Para más información sobre la correspondencia aproximada entre las clases de hielo, véase la Recomendación 25/7<sup>5</sup> de la Comisión de Helsinki.

**Cuadro 2: Factor de corrección de la capacidad ( $f_i$ ) para los buques que tienen una clasificación para la navegación en hielo**

Tipo de buque	$f_{i0}$	$f_{i,max}$ según la clasificación para la navegación en hielo			
		IA Súper	IA	IB	IC
Buques tanque	$\frac{0,00138 \cdot L_{PP}^{3,331}}{capacidad}$	$2,10L_{PP}^{-0,11}$	$1,71L_{PP}^{-0,08}$	$1,47L_{PP}^{-0,06}$	$1,27L_{PP}^{-0,04}$
Graneleros	$\frac{0,00403 \cdot L_{PP}^{3,123}}{capacidad}$	$2,10L_{PP}^{-0,11}$	$1,80L_{PP}^{-0,09}$	$1,54L_{PP}^{-0,07}$	$1,31L_{PP}^{-0,05}$
Buques de carga general	$\frac{0,0377 \cdot L_{PP}^{2,625}}{capacidad}$	$2,18L_{PP}^{-0,11}$	$1,77L_{PP}^{-0,08}$	$1,51L_{PP}^{-0,06}$	$1,28L_{PP}^{-0,04}$
Buques portacontenedores	$\frac{0,1033 \cdot L_{PP}^{2,329}}{capacidad}$	$2,10L_{PP}^{-0,11}$	$1,71L_{PP}^{-0,08}$	$1,47L_{PP}^{-0,06}$	$1,27L_{PP}^{-0,04}$
Gaseros	$\frac{0,0474 \cdot L_{PP}^{2,590}}{capacidad}$	1,25	$2,10L_{PP}^{-0,12}$	$1,60L_{PP}^{-0,08}$	$1,25L_{PP}^{-0,04}$

**Nota:** la capacidad de los buques portacontenedores se define como el 70 % del peso muerto.

- .2  $f_{iVSE}$  para las mejoras estructurales voluntarias específicas del buque se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$f_{iVSE} = \frac{\text{Peso muerto}_{\text{proyecto de referencia}}}{\text{Peso muerto}_{\text{proyecto mejorado}}}$$

donde:

$$\text{Peso muerto}_{\text{proyecto de referencia}} = \Delta_{\text{buque}} - \text{desplazamiento en rosca}_{\text{proyecto de referencia}}$$

$$\text{Peso muerto}_{\text{mejorado}} = \Delta_{\text{buque}} - \text{desplazamiento en rosca}_{\text{proyecto mejorado}}$$

Para este cálculo debería suponerse el mismo desplazamiento ( $\Delta$ ) para el proyecto de referencia y el proyecto mejorado.

El peso muerto antes de las mejoras ( $\text{Peso muerto}_{\text{proyecto de referencia}}$ ) es el peso muerto antes de la aplicación de las mejoras estructurales. El peso muerto después de las mejoras ( $\text{Peso muerto}_{\text{proyecto mejorado}}$ ) es el peso muerto tras la aplicación de la mejora estructural voluntaria. No debería permitirse un cambio de material (por ejemplo, de aleación de aluminio a acero) entre el proyecto de referencia y el proyecto mejorado para el cálculo de  $f_{iVSE}$ . Tampoco debería permitirse un cambio de grado del mismo material (por ejemplo, tipo de acero, grados, propiedades y condición).

<sup>5</sup> La Recomendación 25/7 de la Comisión de Helsinki puede consultarse en el sitio en la Red <http://www.helcom.fi>.

En cada caso, deberían presentarse al verificador dos series de planos estructurales del buque para su evaluación, una serie para el buque sin mejora estructural voluntaria, y la otra para el mismo buque con la mejora estructural voluntaria. (También sería aceptable una serie de planos estructurales del proyecto de referencia con anotaciones de la mejora estructural voluntaria.) Ambas series de planos estructurales deberían cumplir lo dispuesto en la reglamentación aplicable para el tipo y el tráfico comercial previsto del buque.

- .3 Para los graneleros y petroleros construidos de conformidad con las reglas estructurales comunes (CSR) de las sociedades de clasificación a los que se haya asignado la notación de clase CSR debería aplicarse el factor de corrección de la capacidad  $f_{iCSR}$ :

$$f_{iCSR} = 1 + (0,08 \cdot \text{Desplazamiento en rosca}_{CSR} / \text{Peso muerto}_{CSR})$$

donde  $\text{Peso muerto}_{CSR}$  es el peso muerto determinado en el párrafo 2.4 y  $\text{Desplazamiento en rosca}_{CSR}$  es el desplazamiento en rosca del buque.

- .4 Para otros tipos de buque,  $f_i$  debería ser 1,0.

- .12  $f_c$  es el factor de corrección de la capacidad cúbica y debería ser uno (1,0) si el factor no se estima necesario:

- .1 Para los buques tanque quimiqueros, de conformidad con la definición que figura en la regla 1.16.1 del Anexo II del Convenio MARPOL, debería aplicarse el siguiente factor de corrección de la capacidad cúbica  $f_c$ :

$$f_c = R^{-0,7} - 0,014, \text{ donde } R \text{ es menos de } 0,98$$

o

$$f_c = 1,000, \text{ donde } R \text{ es igual o superior a } 0,98;$$

donde  $R$  es el cociente de capacidad del peso muerto del buque (toneladas) así determinado en el párrafo 2.4, dividido por la capacidad cúbica total de los tanques de carga del buque ( $\text{m}^3$ ).

- .2 Para los buques gaseros que tengan un sistema de propulsión diésel directa construidos o adaptados y utilizados para el transporte a granel de gas natural licuado, debería aplicarse el siguiente factor de corrección de la capacidad cúbica ( $f_{cLNG}$ ):

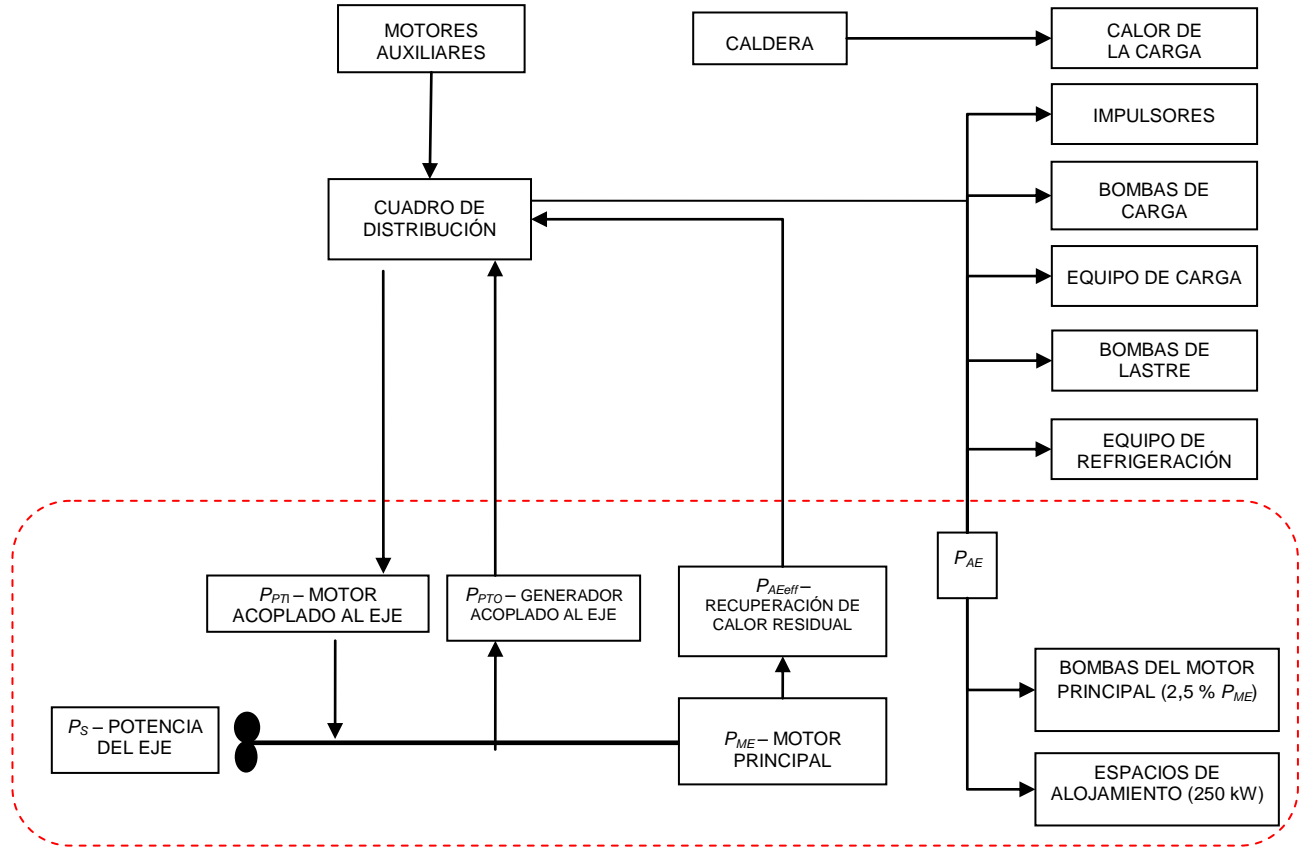
$$f_{cLNG} = R^{-0,56}$$

donde  $R$  es el cociente de capacidad del peso muerto del buque (toneladas) determinado en el párrafo 2.4, dividido por la capacidad cúbica total de los tanques de carga del buque ( $\text{m}^3$ ).

- .13 *Eslora entre perpendiculares ( $L_{pp}$ ):* el 96 % de la eslora total con una línea de flotación situada al 85 % del puntal mínimo de trazado medido desde el canto superior de la quilla, o la eslora tomada en esa línea de flotación medida desde el canto exterior de la roda hasta el eje de la mecha del timón, si ésta fuera mayor. En los buques proyectados con quilla inclinada, la línea de flotación en la que se medirá la eslora será paralela a la línea de flotación de proyecto. La eslora entre perpendiculares ( $L_{pp}$ ) se medirá en metros.

## APÉNDICE 1

### SISTEMA DE MOTORES MARINOS GENÉRICO Y SIMPLIFICADO



**Nota 1:** no es necesario medir la energía mecánica residual recuperada directamente por acoplamiento a los ejes, dado que el efecto de la tecnología se refleja directamente en  $V_{ref}$ .

**Nota 2:** en caso de una combinación de PTI/PTO, la modalidad de funcionamiento normal en el mar determinará cuál de ellos se utilizará en el cálculo.



## APÉNDICE 2

### DIRECTRICES PARA LA ELABORACIÓN DE CUADROS DE POTENCIA ELÉCTRICA PARA EL EEDI (EPT-EEDI)

#### 1 Presentación del documento "Cuadro de potencia eléctrica para el EEDI"

1.1 El presente apéndice contiene directrices para crear un documento llamado "Cuadro de potencia eléctrica para el EEDI", similar al documento del equilibrio de la carga del astillero, que utiliza criterios claramente definidos, facilita un modelo normalizado, define claramente las cargas y las agrupa, define los factores normalizados de carga, etc. También se introduce una serie de definiciones nuevas (en particular los "grupos"), lo que aparentemente confiere más complejidad al proceso de cálculo; no obstante, en esta etapa intermedia, antes del cálculo final de  $P_{AE}$ , se invita a todas las Partes a que investiguen a fondo los elementos de la cifra total de la carga de las máquinas auxiliares, a fin de poder establecer comparaciones entre distintos buques y tecnologías e identificar en el futuro posibles mejoras de eficiencia.

#### 2 Definición de potencia de carga de las máquinas auxiliares

2.1  $P_{AE}$  se debe calcular como se indica en el párrafo 2.5.6 de las Directrices, junto con las siguientes tres condiciones adicionales:

- .1 sin situaciones de emergencia (por ejemplo, no tiene que haber incendio, inundación, apagón, ni apagón parcial);
- .2 periodo de evaluación de 24 horas (para tener en cuenta cargas intermitentes); y
- .3 el buque debe estar con su tripulación y pasaje y/o carga completos.

#### 3 Definición de los datos que deben incluirse en el cuadro de potencia eléctrica para el EEDI

3.1 Para calcular el EEDI, el cuadro de potencia eléctrica debería contener los siguientes datos, según proceda:

- .1 Grupo de la carga;
- .2 Descripción de la carga;
- .3 Marca de identificación de la carga;
- .4 Identificación del circuito eléctrico de la carga;
- .5 Potencia nominal mecánica de la carga " $P_m$ " [kW];
- .6 Potencia nominal de la carga del motor eléctrico [kW];
- .7 Eficiencia de la carga del motor eléctrico " $e$ " [I];
- .8 Potencia eléctrica nominal de la carga " $P_r$ " [kW];
- .9 Factor de servicio (carga) " $k_l$ " [I];
- .10 Factor de servicio (trabajo) " $k_d$ " [I];
- .11 Factor de servicio (tiempo) " $k_t$ " [I];
- .12 Factor total de servicio (uso) " $k_u$ " [I], siendo  $k_u = k_l \cdot k_d \cdot k_t$ ;
- .13 Potencia necesaria de la carga " $P_{load}$ " [kW], siendo  $P_{load} = P_r \cdot k_u$ ;
- .14 Notas;
- .15 Potencia necesaria del grupo [kW]; y
- .16 Potencia de carga de las máquinas auxiliares  $P_{AE}$  [kW].

## 4 Datos que deben incorporarse en el cuadro de potencia eléctrica para el EEDI

### Grupos de carga

4.1 Las cargas se clasifican en grupos definidos, lo que permite desglosar correctamente las máquinas auxiliares. Esto simplifica el proceso de verificación y permite identificar las esferas en las que podrían obtenerse reducciones de la carga. A continuación se enumeran los grupos:

- .1 A – Casco, cubierta, navegación y seguridad;
- .2 B – Máquinas auxiliares de propulsión;
- .3 C – Servicios al motor principal y los motores auxiliares;
- .4 D – Servicios generales del buque;
- .5 E – Ventilación de las cámaras de máquinas y máquinas auxiliares;
- .6 F – Servicios de aire acondicionado;
- .7 G – Servicios de cocina, refrigeración y lavandería
- .8 H – Servicios de alojamiento;
- .9 I – Alumbrado y tomacorrientes;
- .10 L – Servicios de espectáculos;
- .11 N – Cargas eléctricas debidas a la carga; y
- .12 M – Varios.

En el documento deben reseñarse todas las cargas del buque, excluyendo solamente  $P_{Aeff}$ , los motores acoplados al eje y la cadena de transmisión de los motores acoplados al eje (mientras que la propulsión de las máquinas auxiliares se incluyen parcialmente *infra*, en 4.1.2 B). Algunas cargas (por ejemplo impulsores, bombas de carga, equipo de carga, bombas de lastre, mantenimiento de la carga, equipo de refrigeración y ventiladores de las bodegas de carga) igualmente se incluyen en el grupo por razones de transparencia; no obstante, su factor de servicio es cero a fin de cumplir lo previsto en los renglones 6 y 7 del párrafo 2.5.6 de las Directrices, con lo que se facilita la verificación de que en el documento se han tenido en cuenta todas las cargas y que no se omitió ninguna carga de las mediciones.

#### 4.1.1 A – Casco, cubierta, navegación y seguridad

- .1 las cargas incluidas en el casco suelen ser: sistemas de protección catódica por corriente impresa (ICCP), equipo de fondeo, diversas puertas, sistemas de lastre, sistemas de sentina, estabilizadores, etc. A los sistemas de lastre se les asigna un factor de servicio igual a cero a fin de cumplir lo dispuesto en el renglón 6 del párrafo 2.5.6 de las Directrices;
- .2 las cargas incluidas en los servicios de cubierta suelen ser: sistemas de lavado de la cubierta y los balcones, sistemas de rescate, grúas, etc.;
- .3 las cargas incluidas en los servicios de navegación suelen ser: sistemas de navegación, sistemas de comunicaciones náuticas externas e internas, sistemas de gobierno, etc.; y
- .4 las cargas incluidas en los servicios de seguridad suelen ser: sistemas contra incendios activos y pasivos, sistemas de parada de emergencia, sistemas de megafonía, etc.

#### 4.1.2 B – Máquinas auxiliares de propulsión

Este grupo normalmente incluye: sistemas secundarios de refrigeración de la maquinaria de propulsión, tales como las bombas refrigerantes de baja temperatura para los motores acoplados al eje, las bombas refrigerantes de baja temperatura dedicadas a los convertidores de propulsión, los sistemas unificados de propulsión (UPS), etc. La carga de los servicios de propulsión no incluye los motores acoplados al eje ( $P_{T(i)}$ ) ni las máquinas auxiliares que los integran (ventilador de refrigeración y bomba de los motores acoplados al eje, etc.), ni las pérdidas debidas a la cadena de transmisión del motor acoplado al eje, junto con los accesorios que lo integran (por ejemplo, convertidores de los motores acoplados al eje, que incluyen los correspondientes accesorios, como los ventiladores de refrigeración y las bombas de los convertidores, los transformadores de los motores acoplados al eje, con las correspondientes pérdidas debidas a los accesorios, como los ventiladores de refrigeración y las bombas del transformador de propulsión, el filtro armónico de los motores acoplados al eje, con las correspondientes pérdidas debidas a los accesorios, el sistema de excitación de los motores del eje, que incluye la potencia consumida por los correspondientes accesorios, etc.). Las máquinas auxiliares de propulsión incluyen el equipo de propulsión utilizado para las maniobras, tales como los impulsores de maniobras y sus máquinas auxiliares, para los cuales se considera que el factor de servicio es igual a cero.

#### 4.1.3 C – Servicios al motor principal y los motores auxiliares

Este grupo incluye: sistemas de refrigeración, por ejemplo, bombas y ventiladores de los circuitos de refrigeración dedicados a los alternadores o los motores del eje de propulsión (agua de mar, bombas dedicadas al tratamiento del agua, etc.), alimentación de los sistemas de lubricación y combustible, trasvases, tratamiento y almacenamiento, sistema de ventilación para la alimentación del aire de combustión, etc.

#### 4.1.4 D – Servicios generales del buque

Este grupo incluye las cargas que pueden distribuirse entre el motor acoplado al eje, los motores auxiliares y el motor principal y los sistemas de apoyo de los espacios de alojamiento. Las cargas que suelen incluirse en este grupo son: sistemas de refrigeración, por ejemplo, bombeo de agua de mar, principales circuitos de agua tratada, circuitos de aire comprimido, generadores de agua dulce, sistemas de automatización, etc.

#### 4.1.5 E – Ventilación de las cámaras de máquinas y máquinas auxiliares

Este grupo incluye todos los ventiladores de las cámaras de máquinas y cámaras de máquinas auxiliares, que suelen incluir: ventiladores de refrigeración de las cámaras de máquinas (entrada y salida), ventiladores de las cámaras de máquinas auxiliares (entrada y salida). No se incluyen en este grupo todos los ventiladores que prestan servicio a los espacios de alojamiento o que suministran el aire utilizado para la combustión. Este grupo no incluye los ventiladores de las bodegas de carga ni los ventiladores del espacio para vehículos (entrada y salida).

#### 4.1.6 F – Servicios de aire acondicionado

Las cargas de los servicios de aire acondicionado suelen ser las siguientes: enfriadores de aire acondicionado, trasvase y tratamiento de líquidos para el enfriamiento o calentamiento del aire acondicionado, ventilación de las unidades de aire acondicionado, sistemas de recalentamiento del aire acondicionado, junto con las correspondientes bombas, etc. El factor de servicio (carga) de los enfriadores de aire acondicionado, el factor de servicio (tiempo) y el factor de servicio (trabajo) se considerarán 1 ( $kl = 1$ ,  $kt = 1$  y  $kd = 1$ ) para evitar

tener que efectuar una validación detallada del documento de distribución de la carga de calor (es decir, se utilizará la potencia nominal del motor eléctrico del enfriador). No obstante,  $kd$  representa la utilización de enfriadores de reserva (por ejemplo, se instalan cuatro enfriadores, pero uno de los cuatro es de reserva, con lo que  $kd = 0$  para el enfriador de reserva y  $kd = 1$  para los otros tres enfriadores), pero sólo en el caso de que se demuestre claramente el número de enfriadores de reserva mediante un documento de distribución de la carga de calor.

#### 4.1.7 G – Servicios de cocina, refrigeración y lavandería

Las cargas relacionadas con los servicios de cocina, la refrigeración de las despensas y los servicios de lavandería suelen ser: diversas máquinas de las cocinas y aparatos para cocinar, máquinas de limpieza de las cocinas, máquinas auxiliares de las cocinas, sistemas de las cámaras de refrigeración, que incluyen los compresores de refrigeración, las máquinas auxiliares, los enfriadores de aire, etc.

#### 4.1.8 H – Servicios de alojamiento

Las cargas relacionadas con los servicios de alojamiento de los pasajeros y la tripulación suelen ser: sistemas de transporte de la tripulación y los pasajeros, es decir, ascensores, escaleras mecánicas, etc., servicios ambientales (por ejemplo, recogida, trasvase, tratamiento, almacenamiento, y descarga de aguas negras y grises), sistemas de desechos, que incluyen su recogida, trasvase, tratamiento y almacenamiento, trasvase de los líquidos de los espacios de alojamiento (por ejemplo bombas de agua fría y caliente de los sanitarios), unidades de tratamientos, sistemas de piscinas, saunas, equipo de gimnasio, etc.

#### 4.1.9 I – Alumbrado y tomacorrientes

Todas las cargas relacionadas con los servicios de alumbrado, espectáculos y tomacorrientes. Dado que la cantidad de circuitos de alumbrado y tomacorrientes del buque es bastante elevada, no es viable en la práctica enumerar todos los circuitos y puntos de alumbrado en el EPT para el EEDI. Por consiguiente, los circuitos deberían integrarse en subgrupos a fin de detectar posibles incrementos en la eficiencia del consumo de energía. Los subgrupos son los siguientes:

- .1 alumbrado de 1) camarotes, 2) pasillos, 3) escaleras/cámaras técnicas, 4) escaleras/espacios públicos, 5) cámaras de máquinas y cámaras de máquinas auxiliares, 6) espacios exteriores, 7) espacios para vehículos y 8) espacios de carga. Todos ellos deberán dividirse por zona vertical principal; y
- .2 tomacorrientes de 1) camarotes, 2) pasillos, 3) escaleras/cámaras técnicas, 4) escaleras/espacios públicos, 5) cámaras de máquinas y cámaras de máquinas auxiliares, 6) espacios para vehículos y 7) espacios de carga. Todos ellos deberán dividirse por zona vertical principal.

Los criterios para el cálculo de los grupos complejos (por ejemplo, alumbrado y tomacorrientes de los camarotes) deben indicarse en una nota explicativa que especifique la composición de las cargas (por ejemplo, luces habituales de los camarotes, televisores, secadores de pelo, frigoríficos, etc.).

#### 4.1.10 L – Servicios de espectáculos

Este grupo incluye todas las cargas relacionadas con los espectáculos, que suelen incluir: equipos de audio y vídeo de los espacios públicos, equipo de los escenarios de teatro, sistemas informáticos de las oficinas, videojuegos, etc.

#### 4.1.11 N – Cargas eléctricas debidas a la carga

En este grupo se incluyen todas las cargas eléctricas impuestas por la carga, como las bombas de carga, el equipo de carga, el mantenimiento de la carga, las cargas eléctricas impuestas por el equipo de refrigeración, los ventiladores de las bodegas de carga y los ventiladores de los espacios para vehículos, con fines de transparencia. No obstante, se considera que el factor de servicio de este grupo equivale a cero.

#### 4.1.12 M – Varios

En este grupo se incluirán todas las cargas que no se han incluido en ninguno de los grupos anteriores pero que contribuyan al cálculo de la carga global de la carga máxima normal en el mar.

### **Descripción de las cargas**

4.2 Identificación de la carga (por ejemplo: "bomba de toma de agua de mar").

### **Marca de identificación de la carga**

4.3 Esta marca identifica la carga con arreglo al sistema de marcado normalizado que utilice el astillero. Por ejemplo, la marca de identificación de "bomba de agua dulce PT11" es "SYIA/C" para un buque y un astillero típico. Permite identificar de forma inequívoca cada carga.

### **Identificación del circuito eléctrico de la carga**

4.4 Es la marca del circuito eléctrico que aporta la carga. Esta información permite efectuar el proceso de validación de los datos.

### **Potencia nominal mecánica de la carga " $P_m$ "**

4.5 Se consignará esta carga en el documento únicamente cuando la carga eléctrica provenga de un motor eléctrico que accione un sistema mecánico (por ejemplo, ventiladores, bombas, etc.). Representa la potencia nominal del equipo mecánico accionado por un motor eléctrico.

### **Potencia nominal de la carga del motor eléctrico [ $kW$ ]**

4.6 La potencia del motor eléctrico indicada en las especificaciones técnicas o ficha técnica del fabricante. Estos datos no se utilizan para los cálculos, pero son útiles para ilustrar un posible exceso del valor nominal de la combinación motor-carga mecánica.

### **Eficiencia de la carga del motor eléctrico " $e$ " [I]**

4.7 Este dato se consignará en el documento únicamente cuando la carga eléctrica sea generada por un motor eléctrico que esté accionando un equipo mecánico.

### **Potencia eléctrica nominal de la carga " $P_r$ " [kW]**

4.8 Suele ser la potencia eléctrica máxima que se absorbe en los terminales eléctricos de la carga proyectados para este servicio, según se indique en las especificaciones técnicas o en la ficha técnica del fabricante. Cuando la carga eléctrica sea un motor eléctrico que desempeña un trabajo mecánico, la potencia eléctrica nominal de la carga será:  
 $P_r = P_m/e$  [kW].

### **Factor de servicio (carga) " $k_l$ " [I]**

4.9 Este factor representa la reducción de la potencia eléctrica nominal de la carga a la potencia eléctrica necesaria de la carga cuando la carga absorbe una potencia inferior a su valor nominal. En el caso de un motor eléctrico que desempeña un trabajo mecánico, por ejemplo, un ventilador, éste podría proyectarse con un cierto margen de potencia, con lo cual la potencia mecánica nominal del ventilador sería superior a la potencia necesaria en el sistema de conductos que alimenta. Otro ejemplo es cuando la potencia nominal de una bomba sea superior a la potencia necesaria para bombear el líquido del circuito que alimenta. Otro ejemplo son los semiconductores eléctricos autorregulados del sistema de calefacción eléctrica, cuando son más potentes de lo necesario, y por tanto la potencia nominal es superior a la potencia que se absorbe, de conformidad con un factor  $k_l$ .

### **Factor de servicio (trabajo) " $k_d$ " [I]**

4.10 El factor de servicio (trabajo) debe utilizarse cuando haya más de una carga que desempeñe una función. Como en el EPT para el EEDI hay que incluir todas las cargas, este factor permite sumarlas correctamente. Por ejemplo, cuando haya dos bombas que alimenten el mismo circuito y funcionen estando una en servicio y otra en reserva, su factor  $k_d$  será 1/2 y 1/2. Cuando haya tres compresores que alimenten el mismo circuito y uno esté en servicio y dos en reserva,  $k_d$  será: 1/3, 1/3 y 1/3.

### **Factor de servicio (tiempo) " $k_t$ " [I]**

4.11 En el párrafo 3 se indica la existencia de un factor de tiempo que se basa en la evaluación que haga el astillero de la carga de trabajo a lo largo de 24 horas de servicio del buque. Por ejemplo, las cargas relacionadas con los espectáculos sólo funcionan durante un periodo limitado, 4 horas de 24 horas; por consiguiente,  $k_t = 4/24$ . Por ejemplo, las bombas de refrigeración del agua de mar funcionan a su potencia durante todo el tiempo en que el buque navegue a  $V_{ref}$ . Por consiguiente,  $k_t = 1$ .

### **Factor total de servicio (uso) " $k_u$ " (I)**

4.12 El factor total de uso incluye todos los factores de servicio:  $k_u = k_l \cdot k_d \cdot k_t$ .

### **Potencia necesaria de la carga " $P_{load}$ " [kW]**

4.13 La contribución del usuario a la potencia de carga de las máquinas auxiliares es  
 $P_{load} = P_r \cdot k_u$ .

### **Notas**

4.14 También podrían incluirse en el documento explicaciones para la persona que efectúa la verificación en notas escritas con texto libre.

### **Potencia necesaria del grupo [kW]**

4.15 Suma de la "potencia necesaria para las cargas" de los grupos A a N. Es una etapa intermedia que no es estrictamente necesaria para el cálculo de  $P_{AE}$ . No obstante, es útil disponer de un análisis cuantitativo de  $P_{AE}$  que tenga un desglose normalizado para el análisis y los incrementos potenciales del ahorro del consumo de energía.

### **Potencia de carga de las máquinas auxiliares $P_{AE}$ [kW]**

4.16 La potencia de carga de las máquinas auxiliares ( $P_{AE}$ ) es la suma de las "potencias necesarias para la carga" de todas las cargas, dividida por la eficiencia media ponderada del generador o generadores.

$$P_{AE} = \sum P_{load(i)} / (\text{eficiencia media del generador o generadores ponderada por la potencia})$$

## **5 Presentación y organización de los datos indicados en el cuadro de potencia eléctrica para el EEDI**

5 El documento "Cuadro de potencia eléctrica para el EEDI" incluye información general (por ejemplo, nombre del buque, nombre del proyecto, referencias a la documentación, etc.), y un cuadro que contiene:

- .1 una fila con los títulos de las columnas;
- .2 una columna para la identificación de cada fila del cuadro;
- .3 una columna con la identificación de los grupos ("A", "B", etc.), como se indica en los puntos 4.1.1 a 4.1.12 de las presentes directrices;
- .4 una columna con las descripciones de los grupos, como se indica en los puntos 4.1.1 a 4.1.12 de las presentes directrices;
- .5 una columna para cada uno de los puntos de los apartados 4.2 a 4.14 de las presentes directrices (por ejemplo, "marca de identificación de la carga", etc.);
- .6 una fila dedicada a cada carga;
- .7 los resultados de la sumatoria (sumatoria de potencia), que incluyen datos de los puntos 4.15 y 4.16 de las presentes directrices; y
- .8 notas explicativas.

A continuación se presenta un ejemplo de un cuadro de potencia eléctrica para el cálculo del EEDI para un buque crucero postal que transporta pasajeros y que tiene un espacio para vehículos y bodegas frigoríficas para el transporte de pescado. Los datos y el tipo de buque sirven solamente de referencia.

ELECTRIC POWER TABLE FOR EEDI		HULL "EXAMPLE"										PROJECT "EXAMPLE"										(NMSL=Normal Maximun Sea Load)		
id	Load group	Load description	Load identification tag	Load electric circuit identification	Load mechanical rated power "Pm" [kW]	Load electric motor rated output power [kW]	Load electric motor efficiency "e" [%]	Load Rated electric power "Pr" [kW]	service factor of load "kl" [%]	service factor of duty "kd" [%]	service factor of time "kt" [%]	service total factor of use "ku" [%]	Load necessary power "Pload" [kW]	Note										
1	A	Hull cathodic protection Fwd	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	5.2	1	1	1*	1	5.2	*in use 24hours/day										
2	A	Hull cathodic protection mid	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	7.0	1	1	1*	1	7	*in use 24hours/day										
3	A	Hull cathodic protection aft	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	4.8	1	1	1*	1	4.8	*in use 24hours/day										
4	A	Ballast pump 3	xxx	yyy	30	36	0.92	32.6	0.9	0.5	1	0*	0	*not in use at NMSL see para 2.5.6 of Circ.681										
5	A	Fwd 5th mooring winch motor n.1	xxx	yyy	90	150	0.92	97.8	0.8	1	0*	0*	0	*not in use at NMSL see para 2.5.6 of Circ.681										
6	A	WTDs system main control panel	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	0.5	1	1	1*	1	0.5	*in use 24hours/day										
7	A	WTD 1, deck D frame 150	xxx	yyy	1.2	3	0.91	1.3	0.7	1	0.104*	0.0728	0.096	*180 secs to open/close x 100 opening a day										
8	A	WTD 5, deck D frame 210	xxx	yyy	1.2	3	0.91	1.3	0.7	1	0.156*	0.1092	0.14	*180 secs to open/close x 150 opening a day										
9	A	Stabilisers control unit	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	0.7	1	1	1*	1	0.7	*in use 24hours/day										
10	A	Stabilisers Hydraulic pack power pump 1	xxx	yyy	80	90	0.9	88.9	0.9	1	0*	0*	0	*NMSL=> calm sea=> stabiliser not in use										
11	A	S-band Radar 1 controller	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	0.4	1	1	1*	1	0.4	*in use 24hours/day										
12	A	S-band Radar 1 motor	xxx	yyy	0.8	1	0.92	0.9	1	1	1*	1	0.9	*in use 24hours/day										
13	A	Fire detection system bridge main unit	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	1.5	1	1	1*	1	1.5	*in use 24hours/day										
14	A	Fire detection system ECR unit	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	0.9	1	1	1*	1	0.9	*in use 24hours/day										
15	A	High pressure water fog contol unit	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	1.2	1	1	1*	1	1.2	*in use 24hours/day										
16	A	High pressure water fog engines rooms pump 1a	xxx	yyy	25	30	0.93	26.9	0.9	0.5	0*	0*	0	*NMSL=> not emergency => Load not in use										
17	A	High pressure water fog engines rooms pump 1b	xxx	yyy	25	30	0.93	26.9	0.9	0.5	0*	0*	0	* not emergency situations										
18	B	PTI port fresh water pump 1	xxx	yyy	30	36	0.92	32.6	0.9	0.5*	1	0.45	14.7	* pump1,2 one is duty and one is stand-by										
19	B	PTI port fresh water pump 2	xxx	yyy	30	36	0.92	32.6	0.9	0.5*	1	0.45	14.7	* pump1,2 one is duty and one is stand-by										
20	B	Thrusters control system	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	0.5	1	1	1*	1	0.5	*in use 24hours/day (even if thruster motor isn't)										
21	B	Bow thruster 1	xxx	yyy	3000	3000	0.96	3125.0	1	1	0*	0*	0	*NMSL=>thrusters motor are not in use										
22	B	PEM port cooling fan 1	xxx	yyy	20	25	0.93	21.5	0.9	1	n.a.	n.a.	n.a.*	*this load is included in the propulsion chain data										
23	C	HT circulation pump 1 DG 3	xxx	yyy	8	10	0.92	8.7	0.9	0.5*	1	0.45	3.9	* pump1,2 one is duty and one is stand-by										
24	C	HT circulation pump 2 DG 3	xxx	yyy	8	10	0.92	8.7	0.9	0.5*	1	0.45	3.9	* pump1,2 one is duty and one is stand-by										
25	C	DG3 combustion air fan	xxx	yyy	28	35	0.92	30.4	0.9	1	1*	0.9	27.4	*in use 24hours/day										
26	C	DG3 exhaust gas boiler circulation pump	xxx	yyy	6	8	0.93	6.5	0.8	1	1*	0.8	5.2	*in use 24hours/day										
27	C	Alternator 3 external cooling fan	xxx	yyy	3	5	0.93	3.2	0.8	1	1*	0.8	2.75	*in use 24hours/day										
28	C	fuel feed fwd booster pump a	xxx	yyy	7	9	0.92	7.6	0.9	0.5*	1	0.45	3.4	* pump1,2 one is duty and one is stand-by										
29	C	fuel feed fwd booster pump b	xxx	yyy	7	9	0.92	7.6	0.9	0.5*	1	0.45	3.4	* pump1,2 one is duty and one is stand-by										
30	D	Fwd main LT cooling pump 1	xxx	yyy	120	150	0.95	126.3	0.9	0.5*	1	0.45	56.8	* pump1,2 one is duty and one is stand-by										
31	D	Fwd main LT cooling pump 2	xxx	yyy	120	150	0.95	126.3	0.9	0.5*	1	0.45	56.8	* pump1,2 one is duty and one is stand-by										
32	E	FWD engine room supply fan 1	xxx	yyy	87.8	110	0.93	94.4	0.95	1	1*	0.95	89.7	*in use 24hours/day										
33	E	FWD engine room exhaust fan 1	xxx	yyy	75	86	0.93	80.6	0.96	1	1*	0.96	77.4	*in use 24hours/day										
34	E	purifier room supply fan 1	xxx	yyy	60	70	0.93	64.5	0.96	0.5	1*	0.48	31.0	*in use 24hours/day										
35	E	purifier room supply fan 2	xxx	yyy	60	70	0.93	64.5	0.96	0.5	1*	0.48	31.0	*in use 24hours/day										
36	F	HVAC chiller a	xxx	yyy	1450	1600	0.95	1526.3	1	2/3*	1	0.66	1007.4	*1 Chiller is spare; see heat load dissipation doc.										
37	F	HVAC chiller b	xxx	yyy	1450	1600	0.95	1526.3	1	2/3*	1	0.66	1007.4	*1 Chiller is spare; see heat load dissipation doc.										
38	F	HVAC chiller C	xxx	yyy	1450	1600	0.95	1526.3	1	2/3*	1	0.66	1007.4	*1 Chiller is spare; see heat load dissipation doc.										
39	F	A.H.U. Ac station 5.4 supply fan	xxx	yyy	50	60	0.93	53.8	0.9	1	1*	0.9	48.4	*in use 24hours/day										
40	F	A.H.U. Ac station 5.4 exhaust fan	xxx	yyy	45	55	0.93	48.4	0.9	1	1*	0.9	43.5	*in use 24hours/day										
41	F	Chilled water pump a	xxx	yyy	80	90	0.93	86.0	0.88	0.5*	1	0.44	37.8	* pump1,2 one is duty and one is stand-by										
42	F	Chilled water pump b	xxx	yyy	80	90	0.93	86.0	0.88	0.5*	1	0.44	37.8	* pump1,2 one is duty and one is stand-by										
43	G	Italian's espresso coffee machine	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	7.0	0.9	1	0.2*	0.18	1.3	*in use 4.8hours/day										
44	G	deep freezer machine	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	20.0	0.8	1	0.16*	0.128	3.2	*in use 4hours/day										
45	G	washing machine 1	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	8.0	0.8	1	0.33*	0.264	3.2	*in use 8hours/day										
46	H	lift pax mid 4	xxx	yyy	30	40	0.93	32.3	0.5	1	0.175*	0.0875	0.9	*in use 4hours/day										
47	H	vaccum collecting system 4 pump a	xxx	yyy	10	13	0.92	10.9	0.9	1	1*	0.9	8.7	*in use 24hours/day										
48	H	sewage treatmet system 1 pump 1	xxx	yyy	15	17	0.93	16.1	0.9	1	1*	0.9	8.7	*in use 24hours/day										
49	H	Gym running machine	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	2.5	1	1	0.3*	0.3	0.8	*in use 7.2hours/day										
50	I	Cabin's lighting MV23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	80*	1	1	1	1	80.0	* see explanatory note										
51	I	corridors lighthing MV23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	10*	1	1	1	1	10.0	* see explanatory note										
52	I	Cabin's sockets MV23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	5*	1	1	1	1	5.0	* see explanatory note										
53	L	Main Theatre audio booster amplifier	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	15.0	1	1	0.3*	0.3	4.5	*in use 7.2hours/day										
54	L	Video wall atrium	xxx	yyy	n.a.	n.a.	n.a.	2.0	1	1	0.3*	0.3	0.6	*in use 7.2hours/day										
55	M	Car Garage supply fan1	xxx	yyy	28	35	0.92	30.4	0.9	1	1*	0*	0	*not in use at NMSL see para 2.5.6 of Circ.681										
56	M	Fish transportation refeed hold n.2	xxx	yyy	25	30	0.93	26.9	0.9	0.5	0*	0*	0	*not in use at NMSL see para 2.5.6 of Circ.681										
57	N	Sliding glass roof	xxx	yyy	30	40	0.93	32.3	0.9	1	0.3*	0.27	0.2	*in use 7.2hours/day										
												<b>ΣPload(t)=</b>	<b>3764</b>											

PAE=3764/(weighted average efficiency of generator(s)) [kW] Group's necessary power (group A=22.9kW, B=29.8kW,C=49.9kW, D=113.7kW, E=229kW, F=3189kW, G=7.6kW, H=19kW, I=95kW, L=5.1kW, M=0kW, N=0.22kW)

\*\*\*