



Universidad de Oviedo

ESCUELA SUPERIOR DE LA MARINA CIVIL DE GIJÓN

Trabajo Fin de Máster

Normas OMI sobre eficiencia energética y directrices relacionadas. Gestión de la eficiencia energética a bordo del buque.

Para acceder al Título de Máster Universitario en

TECNOLOGÍAS MARINAS Y MANTENIMIENTO

Autora: Jeniffer Flores Toala

Tutor: Rubén González Rodríguez

Junio - 2019

Tabla de Contenido

TABLA DE ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	6
1. INTRODUCCIÓN	7
2. EFICIENCIA ENERGÉTICA	8
2.1. Beneficios De La Eficiencia Energética.....	8
2.2. Eficiencia Energética en el Transporte Marítimo.....	8
2.3. Eficiencia Energética en Buques	11
2.4. Exigencias Actuales Marítimas en Eficiencia Energética	14
3. MARCO NORMATIVA DE REFERENCIA	15
3.1. Organización Marítima Internacional - OMI.....	16
3.1.1. Protección Marítima.....	16
3.1.2. Estructura De La OMI.....	17
3.1.3. Códigos y Recomendaciones De La OMI	18
3.1.4. La OMI y la Eficiencia Energética	20
3.1.5. Comité de Protección del Medio Ambiente Marítimo - MEPC	21
3.2. Índice De Eficiencia Energética De Proyecto - EEDI.....	22
3.2.1. Cálculo del EEDI.	22
3.2.2. Verificación previa y final del EEDI.	24
3.3. Plan de Gestión de Eficiencia Energética del Buque - SEEMP	25
3.3.1. Pasos para la implementación del SEEMP	26
3.3.2. Plantilla del documento SEEMP	26
3.4. Indicador Operacional de Eficiencia Energética - EEOI	27
3.4.1. Objetivos del EEOI	28
3.5. Anti-Fouling System Convention.....	28
3.6. Ballast Water Management Convention.....	28
3.7. Hong Kong Convention.....	28

3.8.	London Convention.....	29
3.9.	Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques.	29
3.9.1.	Estructura MARPOL	29
3.9.2.	Anexo VI del MARPOL	30
3.10.	Anexo VI del MARPOL-Capítulo 4.....	32
4.	MODIFICACIONES AL ANEXO VI DE MARPOL	33
5.	PAUTAS RELACIONADAS CON LA EE DE LOS BUQUES	44
6.	CONCLUSIONES	47
7.	ANEXOS.....	48
8.	BIBLIOGRAFÍA	51

TABLA DE ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

CGRQ	Código Para La Construcción Y El Equipo De Buques Que Transporten Productos Químicos Peligrosos A Granel
CIG	Código Internacional Para La Construcción Y El Equipo De Buques Que Transporten Gases Licuados A Granel
CIQ	Código Internacional Para La Construcción Y El Equipo De Buques Que Transporten Productos Químicos Peligrosos A Granel
CIS	Código Internacional De Señales
CO ₂	Dióxido De Carbono
COV	Compuestos Orgánicos Volátiles
EE	Eficiencia Energética
EEDI	Índice De Eficiencia Energética De Diseño
EEOI	Indicador Operacional De La Eficiencia Energética
EIAPP	Certificado De Prevención De La Contaminación Del Aire Internacional Del Motor
EMS	Sistema De Gestión Ambiental
GHG	Gas de Efecto Invernadero
GLP- LPG	Gas Licuado de Petróleo
GMN	Global MTCC Network
GT	Gross Tons – Arqueo Bruto
HHI	Hyundai Heavy Industries
HTW	Subcomité Del Factor Humano, Formación Y Guardia
IAMSAR	Manual Internacional De Los Servicios Aeronáuticos Y Marítimos De Búsqueda Y Salvamento
IAPP	Internacional Certificado De Prevención De La Contaminación Del Aire
IDS	Código Internacional De Dispositivos De Salvamento
IGS	Código Internacional De Gestión De La Seguridad
III	Subcomité De Implantación De Los Instrumentos De La OMI
IMDG	Código Marítimo Internacional De Mercancías Peligrosas

IMSBC	Código Marítimo Internacional De Cargas Sólidas A Granel
LLH	Low Loss Hybrid
LNG- GNL	Gas Natural Licuado
MACC	Comité De Protección Del Medio Ambiente Marino, CURVAS DE Reducción Del Costo Marginal
MARPOL	Convenio Internacional Para La Prevención De La Contaminación Por Los Buques
MEPC	Comité De Protección Del Medio Marino
MODU	Código Para La Construcción Y El Equipo De Unidades Móviles De Perforación Mar Adentro
MSC	Comité De Seguridad Marítima
NCSR	Subcomité De Navegación, Comunicaciones Y Búsqueda Y Salvamento
NGV	Código Internacional De Seguridad Para Naves De Gran
OMI	Organización Marítima Internacional
ONG	Organizaciones No Gubernamentales
OILPOL	Convenio Internacional Para Prevenir La Contaminación De Las Aguas Del Mar Por Hidrocarburos
PBIP	Código Internacional Para La Protección De Los Buques Y De Las Instalaciones Portuarias
PDCA	Plan, Do, Check, Act
PEF	Código Internacional Para La Aplicación De Procedimientos De Ensayo De Exposición Al Fuego
PPR	Subcomité De Prevención Y Lucha Contra La Contaminación
SDC	Subcomité De Proyecto Y Construcción Del Buque
SECA	Área De Control De Emisiones Sox
SEEMP	Plan De Gestión De La Eficiencia Energética
SOLAS	Safety of Life at Sea- Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida en el Mar
SSE	Subcomité De Transporte De Cargas Y Contenedores (CCC); Subcomité De Sistemas Y Equipo Del Buque
TEU	Unidad Equivalente a Veinte Pies
UE	Unión Europea
VLCC	Very Large Crude Carrier - Portador de crudo muy grande

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Resolución MEPC Del Anexo VI De MARPOL Relacionada Con La EE	34
Tabla 2.- Modificaciones Del Anexo VI Del MARPOL	34
Tabla 3.- Parámetros Para La Determinación Del Valor EEDI. Fuente: Resoluciones MEPC.203 (62), MEPC.251 (66) Y MEPC.301 (72).....	40
Tabla 4.- Factores De Reducción EEDI, Cortada Límites Y Fases De Implementación.....	41
Tabla 5.- Pautas Relacionadas Con La Eficiencia Energética De Los Buques.	45

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1.- División de las mejoras de la eficiencia energética. Fuente:(Bauzá Sosa 2018). 12	
Imagen 2.- El combustible y las reducciones de CO ₂ con varios enfoques de eficiencia para los buques..... 14	
Imagen 3.- Estructura de la OMI. Fuente del informe WP6 del proyecto ABC Impactos..... 18	
Imagen 4.- Fórmula del EEDI en bloques. Fuente: OMI (MEPC.245(66).pdf s. f.) 23	
Imagen 5.- Resumen conceptual de los factores que influyen el cálculo del EEDI en un buque. 24	
Imagen 6.- Descripción detallada de cada una de las partes del ciclo PDCA. Fuente: Wikimedia Commons 26	
Imagen 7.- Plantilla del SEEMP. Fuente:(MEPC.213(63).pdf s. f.) 27	
Imagen 8.- Componentes principales de las regulaciones de eficiencia energética de la OMI. Fuente: OMI 33	
Imagen 9.- Concepto de Requerido EEDI, factor de reducción, cortar fuera de los límites y las fases EEDI. Fuente:(M2 EE regulations and guidelines final.pdf, s. f.) 38	
Imagen 10.- EEDI Referencia Líneas como el desarrollado por los utilizando OMI técnicas en la Resolución MEPC.231 (65). Fuente (MEPC.231(65).pdf s. f.) 39	

1. INTRODUCCIÓN

Ante las presunciones sobre el cambio climático, salud humana y la contaminación del mar, los cuales se observan y viven diariamente, es indiscutible no plantear una solución para desacelerar, mejorar y eliminar de alguna manera el daño producido por el sector marítimo.

Siendo el sector marítimo uno de los principales gestores de la economía y comercio, representando un 90% a nivel mundial, se buscan continuamente soluciones para amortiguar y mejorar el medio ambiente.

Para evitar y frenar los incidentes ocasionados al medio ambiente y al entorno marino, se plantearon dos soluciones globalizadas a nivel marítimo, las cuales son: el reciclaje de residuos y buques, y el ahorro de energía, para los cuales la OMI ha estado trabajando desde 1954 con el Convenio OILPOL, el cual se ocupó de los problemas desarrollados por la contaminación y posteriormente de medidas para prevenir y contener la contaminación ocasionada por buques y a mitigar los efectos de todo daño que pueda ocasionarse como consecuencia de las operaciones y accidentes marítimos. Y después en 1973, en donde se adoptó el primer borrador del Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (MARPOL), el cual desde el 2011 trabaja con la Eficiencia Energética.

Actualmente existen cincuenta y un instrumentos convencionales adoptados por la OMI, de los cuales veintiuno están directamente relacionados con el medio ambiente, pero si se toman en cuenta los aspectos ambientales de los convenios sobre la remoción de restos de naufragio y el salvamento marítimo, serían en su totalidad veintitrés.

El Comité de Protección del Medio Marino (MEPC) es el órgano técnico superior de la OMI en aspectos relativos a la contaminación del mar, el cual cuenta con apoyo de distintos subcomités de la OMI.

El presente trabajo está relacionado directamente con las normativas y directrices de la OMI sobre la eficiencia energética, y la gestión de la eficiencia energética a bordo del buque. Se incluyen las Modificaciones del Anexo VI del MARPOL de la resolución MEPC 203 (62) del 2011, entrada en vigor en el 2013, y las directrices y enmiendas relacionadas con la eficiencia energética de los buques.

2. EFICIENCIA ENERGÉTICA

La eficiencia energética (EE) es fundamentalmente consumir menos, o poca energía conservando el mismo confort y calidad de vida, consiguiendo el mismo rendimiento o realizando la misma función obteniendo así un ahorro superior.

La eficiencia energética se centra en la tecnología, el equipamiento o la maquinaria usada en edificios, casas, industrias, buques, etc. La utilización e implementación de la tecnología se convierte día a día en la mejor aliada de la eficiencia energética, debido a que la nueva tecnología que se desarrollan requiere cada vez menos de una cierta cantidad de energía. Un punto primordial para el ahorro de energía es saber que se basa en el modo de actuar de las personas, al utilizar menos energía.

2.1. Beneficios De La Eficiencia Energética

Más allá de buscar el ahorro de dinero reduciendo los costos por la compra de energía, desde un punto político, la energía es vista por la eficiencia energética (EE) como un “primer combustible” capaz de suplir y eludir a los combustibles reales.

Dentro de los estados miembros, la Agencia Internacional de Energía, durante 36 años (1974 a 2010) ha conseguido evitar el aumento de consumo de energía, ante el consumo de cualquier otro combustible en particular, entre ellos el petróleo, el carbón y el gas natural, esto calculado por la aplicación de medidas de la eficiencia energética.

Entre los beneficios de la eficiencia energética se encuentra la disminución por impacto ambiental el cual es provocado mayormente por el cambio climático, la disminución de la contaminación del aire lo que por efecto mejora la salud y las condiciones interiores, mejora y disminuye los precios, y la seguridad energética de los consumidores.

2.2. Eficiencia Energética en el Transporte Marítimo

Las preocupaciones de la industria naviera van en aumento, entre las principales se encuentran: las emisiones de carbono y la reducción del consumo del combustible, es por eso que se realizan investigaciones para tener una nave ecológica que utilice energía renovable y alternativa, las cuales representan modificaciones en el diseño.

En 1998 la Unión Europea se fijó su primer objetivo, en el cual se acordó mejorar la eficiencia energética en 1% anual durante el periodo de doce años. Se estima que la legislación de la eficiencia energética de la UE proponga ahorros de hasta 326 millones de toneladas de petróleo por año para 2020.

La UE fijó el objetivo del ahorro energético en un 20% para el 2020, en comparación con los niveles de 1990, la decisión de lograr un ahorro energético es individual para cada estado miembro del mismo. En la cumbre realizada el 2014 la UE acordó un nuevo objetivo de eficiencia energética del 27% y en aumento hasta el 2030.

El combustible LNG, los motores de combustible dual y las modificaciones de diseño son los más apropiados para reducir los costes operativos y fijar formas ecológicas para efectuar estrictas regulaciones ambientales.

Al reducir el consumo de combustible de un modo costo-eficiente, las medidas técnicas, producen motores de embarcaciones y sistemas de propulsión muy eficientes, perfiles de flujo optimizado para casco, timón y hélice, construcción de timones y mejoras en el diseño del bulbo de la proa.

Algunos buques aún llegan a consumir hasta 30% más de combustible de lo que generalmente sería necesario, ya sea por un diseño imperfecto, una propulsión ineficiente, deficiencias en el mantenimiento del timón o la hélice.

En un informe destinado al Comité de Protección del Medio Ambiente Marino de la OMI, presenta expectativas sobre el mejoramiento del rendimiento energético, producto de avances técnicos, donde el diseño por transporte efectuado puede reducir de un 10% a un 50% las emisiones del CO₂.

El ahorro potencial del combustible es conveniente para la industria, ya que se forman medidas técnicas relacionadas con la geometría y construcción de hélice y timón, la maquinaria de propulsión, los equipos y maquinaria auxiliar, la compensación térmica, la carga y fuentes de energía alternativas.

Para mejorar la recuperación térmica residual o reducir de manera eficiente el uso de la electricidad a bordo, se deben tomar medidas altamente efectivas en la economía.

Debido a que los precios de los combustibles siempre han sido impactantes, y la proporción del combustible sobre el costo total se ha incrementado. Las regulaciones ambientales que exigen el uso de combustibles con un bajo contenido de azufre, son económicamente más altos para los operadores navieros, sobre todo en Zonas de Control de Emisión, donde estos requisitos son más estrictos. Cuando los precios de los combustibles crecen, se aumenta el interés en medidas de ahorro energético dentro de la industria.

Los buques construidos en la actualidad navegarán hasta aproximadamente el año 2040 y durante el ciclo de vida de estos, las soluciones de eficiencia energética (EE) serán aún más valiosas. Un gran número de medidas de eficiencia energética en el transporte marítimo son las que tienen que ver con el costo-eficiente, las cuales consideran que las emisiones podrían

evitarse si se aplicaran las medidas correspondientes, estos serían unos 400 millones de toneladas de CO₂, hasta el 2030.

Desde los últimos años las MACC, cuyo significado es curvas de reducción del costo marginal, se han utilizado para calcular la eficacia en función del costo de las medidas. Siendo así, las MACH que ya fueron notificadas reflejan potenciales diferentes de reducción, esto debido a que utilizan distintos puntos de referencia de emisión, diferentes conjuntos de medidas y distintas fantasías sobre el futuro que pueda llegar el precio del combustible. Las MACC con respecto a las presunciones son muy delicadas, tales como, los costos de inversión, el transporte efectuado por año, las tasas de descuento y la vida útil de navíos.

El análisis MACC no solo es datos estadísticos sobre costos y eficiencia, también tiene otros beneficios que no se agregan a la fachada, como los que se puedan originarse al incrementar de velocidad. El análisis tampoco toma en cuenta la suposición de costos que, tanto dueños de buques, como operadores navieros vinculen con nueva tecnología. Los riesgos con las nuevas tecnologías, son relevantes debido a que se presentan inferiores tasas de implementación. Otra de las barreras a la implementación son las de tipo financiero o institucional.

Desde otro punto de vista negativo para la eficiencia energética, los buques tienen una larga vida, y tanto las modificaciones como las adaptaciones resultan ser más costosas que los nuevos diseños.

Los diseños de buques se originan desde un minucioso análisis, el cual puntualiza factores como: tipo de mercancía que se transportará, el cómo se cargará y descargará la mercancía, sus rutas y el tiempo de servicio que este realizará. De acuerdo con estos factores empieza una etapa de diseño conceptual, en donde se determinará la configuración y las dimensiones del buque y sus necesidades motoras. La fase del diseño conceptual se basa en el estudio de factibilidad técnica, y así determinar si los requisitos pueden convertirse en parámetros técnicos, y desarrollar un buque calificado para navegar.

Las resoluciones sujetas a la eficiencia energética, se incorporan en la fase conceptual del proceso del diseño naviero. Las dimensiones primordiales del buque como: longitud, amplitud, profundidad y desplazamiento, cuyos parámetros son importantes para la eficiencia energética de un buque. Los cambios más pequeños e insignificantes que puedan llegar a presentarse en los parámetros, pueden generar cambios a gran escala en las necesidades energéticas, por lo que la fase operativa es un período complicado en el ciclo de vida de un buque en cuanto términos energéticos. Las primeras etapas del diseño son una buena manera de desarrollar un buque con eficiencia energética y de alta calidad, por lo que se debe priorizar

el diseño para operaciones por encima de la construcción en los astilleros, lo que la hace menos costosa desde el punto de la eficiencia energética.

La optimización puede verse turbia por los requisitos de los astilleros de una construcción costo-eficiente. Los astilleros no se enfocan en el ciclo de vida del buque y estos no siempre pueden cambiar el diseño vigente o proporcionar cambios debido a lo costoso que puede resultar para el dueño. Por estos motivos el naviero probablemente no cuente con la capacidad o el poder para planificar costos desde una perspectiva del ciclo de vida.

Barreras propias institucionales de organizaciones compuestas por partes de la industria del transporte marítimo dominan la evolución en medidas de ahorro en cuanto a combustible. En general se requieren dos o más operadores para la aplicación de medidas, y el aumento de la eficiencia. El transporte marítimo con un régimen de fletamento presenta una situación tope ante el de línea, esto por estar sujeto a contratos entre operadores navieros y fletadores, los cuales pueden condicionar la ejecución de medidas logísticas y técnicas. Un ejemplo es el contrato entre fletador y operador naviero en el cual se pacta quien paga por el combustible en los diferentes tramos recorridos por el buque. Los fletamentos establecen las circunstancias del uso de un buque durante el lapso fletado. En estos contratos se incluyen una cantidad de condiciones que de diferentes maneras engloban el plazo, el cargamento por transportar y el tramo. Además, se incluyen condiciones sobre el consumo de búnker, rendimiento, reglas relacionadas con los retrasos y las garantías de velocidad, estas condiciones afectan en general y directamente a la eficiencia energética, debido a que en ocasiones se ofrecen incentivos para que el naviero o la tripulación navegue a alta velocidad, para que el fletador no pague por sobrestadía o alquiler del buque en el puerto. Por lo que sería más conveniente para un operador individual un tramo con sobrestadía, que navegar disminuyendo velocidad ahorrando combustible. (Boletín FAL 324_es.pdf s. f.)

2.3. Eficiencia Energética en Buques

El propósito de la eficiencia energética en buques se basa en lograr que estos sean ecológicos, teniendo en cuenta el diseño de cada tipo de buque y las medidas operacionales estandarizadas, con los combustibles alternativos (GLP) se pretende lograr una reducción en el consumo de combustible y las emisiones de carbono.

Aproximadamente el 90% del transporte de todo tipo de mercancías es realiza por mar, por lo que, a pesar de que las flotas sean un transporte eficiente dentro de la industria marítima, estas no dejan de ser una fuente de emisiones y residuos, lo que conlleva a los vertidos de contaminantes a los océanos. Esto reafirma el valor de la eficiencia energética (EE) para guiar el sector marítimo a un futuro bajo en emisiones y amigable con el ambiente marino. Es por

ello que las navieras y fletadores trabajan junto a la OMI, para reconocer los medios técnicos y operacionales que permitan mejorar la eficiencia y sostenibilidad de sus flotas.

Las actividades enlazadas con el entorno marino requieren un gasto energético, las más alarmantes como se dijo anteriormente son aquellas relacionadas con el consumo de combustible, las cuales fijan los costes principales de explotación del buque. Por ello, para disminuir el impacto del consumo de combustible en el sector marino es necesario realizar acciones de mejora en la EE, que permitan ahorrar combustible, y reducir las emisiones atmosféricas contaminantes.



Imagen 1.-División de las mejoras de la eficiencia energética. Fuente:(Bauzá Sosa 2018)

Desarrollando la eficiencia en el transporte marítimo se mitigan las emisiones de (GHG) consiguiendo reducir el consumo de combustible por tonelada-milla.

Existen varias medidas de operación del buque que se pueden implementar para incrementar su eficiencia energética, como pueden ser:

Reducción de la velocidad media del buque. – En la cual los operadores disminuyen la velocidad por el alto precio del combustible, de esta manera se disminuye la capacidad del servicio. Y así lograr disminuir la resistencia a la viscosidad y reducir las emisiones de los GHG. (La «EFICIENCIA ENERGÉTICA» en los «BUQUES» | EXPONAV s. f.)

Lubricación de aire. - este método se utiliza para reducir la resistencia entre el casco del buque y el agua de mar, utilizando burbujas de aire. Este método es conocido como “Tecnología Bubble”, el cual funciona al proporcionar aire a la parte inferior del buque, creando una capa de pequeñas burbujas, lo que reduce la fricción entre el casco y el agua de mar, las burbujas de aire que se proporcionaron a través de la superficie del casco, reducen la

resistencia que actúa en el casco del buque, estableciendo el ahorro de energía. Con un diseño correcto del casco, se puede obtener de un 10% a 15 % en las reducciones de emisiones de CO₂, y suponiendo a esto ahorros significativos en el combustible.

Accesorio de hélice para ahorro de combustible. - Un dispositivo de ahorro de energía llamado Hi-FIN, utilizado por Hyundai Heavy Industries (HHI), se conecta en el centro de la hélice del buque, éste genera remolinos contrarrestados, los cuales compensan los remolinos generados por la hélice y así se mejora la eficiencia de la propulsión.

Un ejemplo de este dispositivo de ahorro de energía, fue utilizado por un transportador de GNL de 162.00 m³, y se comprobó que puede ahorrar aproximadamente hasta 2.5% de combustible, esto durante un año. Si el uso de este dispositivo se aplica en un buque portacontenedor de 8.600 TEU, el índice de ahorro de combustible de este sería alrededor de \$ 750,000 por año o \$ 19 millones durante 25 años (vida útil estimada). Estos dispositivos se pueden aplicar hasta casi todo tipo de buques.

Sistema de Rejilla DC a Bordo. - Este sistema contribuye a los buques a reducir el consumo de combustible, haciendo que los motores funcionen a una velocidad variable, y así obtener la eficiencia del combustible. En cada nivel de carga se reduce el consumo específico de combustible hasta un 27%.

Además de reducir el consumo de combustible, se obtiene un 30% en reducción de ruido en la sala de máquinas, lo que mejora las condiciones de trabajo a bordo y recorta el impacto ambiental.

Sistema de energía híbrida de baja pérdida. - El sistema Low Loss Hybrid (LLH) de Wartsila es una tecnología que utiliza diferentes fuentes de energía, y se combina con dispositivos de almacenamiento de energía para operar los motores primarios más cercanos a su rendimiento óptimo, el sistema está integrado con unidades de control del inversor e interfaces con sistema de administración de energía convencional. Una característica es la capacidad de reducción en cargas transitorias de motor, que provocan un mayor consumo de combustible y emisiones adicionales.

Al aumentar la redundancia de potencia de este sistema, se permite que el motor opere cerca del punto de diseño óptimo, en donde se encuentra mayor eficiencia y menor cantidad de emisiones. El ahorro anual de combustible con esta tecnología es de aproximadamente 15% y se garantiza la reducción de las emisiones de gases de escape, dependiendo del tipo y la configuración del motor y el perfil de la misión.

Mejoras en el diseño de buques modificando el arco bulboso del barco. - esta es una forma eficiente de reducir el consumo de combustible de los buques utilizada con éxito por diferentes

compañías a nivel mundial, mejorando el consumo de combustible.(Reducir el consumo de combustible en buques - Consigmar - Operador Logístico desde 1974 2018)

Otras operaciones realizadas son el incremento de la utilización del buque, es decir, aumentando el factor de carga, mejorando su mantenimiento, optimizando el control del buque, cambiando al uso de combustibles alternativos y planificando de rutas optimizadas para las condiciones meteorológicas del momento y las corrientes oceánicas. A más de los métodos y tecnologías anteriores, se realizan investigaciones en el campo de herramientas de software, pinturas anti-incrustantes y motores marinos de bajo consumo de combustible.



Imagen 2.-El combustible y las reducciones de CO₂ con varios enfoques de eficiencia para los buques.
Fuente: Consejo Internacional de Transporte Limpio (ICCT, julio de 2013)

2.4. Exigencias Actuales Marítimas en Eficiencia Energética

La OMI es una organización, en la cual uno de sus objetivos es elaborar regulaciones o medidas de eficiencia energética, las cuales sean jurídicamente exigibles para todos los países en motivo marítimo, es por esto que se establecen rangos máximos para el consumo del combustible en buques de acuerdo a la capacidad de carga. Estas regulaciones obligan a futuras nuevas construcciones de buques a cumplir y mejorar los valores. Para el 2025, se espera que los buques de nueva construcción sean un 30% más eficientes, que lo que actualmente son, desde una perspectiva energética.

Con los reglamentos de la OMI puestos en marcha sobre la eficiencia energética, se dispone que los buques actuales deben tener un plan de gestión de eficiencia energética, llamado SEEMP. Este reglamento incluye el vocablo de “índice de eficiencia energética del proyecto EEDI”, en el cual se define una medida técnica muy importante cuya finalidad es incentivar el uso de equipos y maquinaria de mayor eficiencia energética, e igualmente menos contaminantes.

El EEDI exige un nivel de eficiencia energética mínimo por milla de navegación, para distintos tipos de buques. Desde 2013 todo proyecto de buque nuevo debe cumplir el nivel de referencia que le corresponda, este nivel se debe ajustar cada 5 años. La finalidad de este índice es fomentar la innovación y el desarrollo técnico de todos los factores que afecten al consumo de combustible y a la eficiencia del buque.

El EEDI es basado en criterios de rendimiento, el cual no define ni marca tecnologías que deban implementarse en los buques, solo se centra en una cifra expresada en gramos de CO₂ por milla navegada, que indica que mientras menor sea la cifra mayor será la eficiencia energética utilizada. Los reglamentos fijan a el EEDI (índice de eficiencia energética de proyecto) de forma obligatoria para nuevos buques, mientras que el SEEMP (Plan de gestión de la eficiencia energética del buque) es exigido a todos los buques.

Se implementó también un índice, llamado Índice Operacional “EEOI”, el cual evalúa de manera cuantitativa el efecto de las medidas operacionales de eficiencia del consumo de combustible, como la reducción de la velocidad o la navegación óptima.

EEOI es un elemento implementado por la OMI de carácter no obligatorio, con estatus de recomendación, destinada a armadores de buques que tengan como objetivo mejorar la eficiencia energética de su buque, consiguiendo una disminución en el consumo de combustible. (La «EFICIENCIA ENERGÉTICA» en los «BUQUES» | EXPONAV s. f.)

3. MARCO NORMATIVA DE REFERENCIA

En eficacia de los reglamentos de eficiencia energética (EE), los buques existentes en el presente deben de disponer de un plan de gestión de eficiencia energética; tendiendo a elementos como la planificación de la travesía, la mayor frecuencia de la limpieza de las partes sumergidas del buque y la hélice, la introducción de medidas técnicas como los sistemas de recuperación de calor residual, o incluso las instalaciones de hélices nuevas.

Las disposiciones sobre la eficiencia energética fueron adoptadas como enmiendas al Anexo VI del Convenio MARPOL en 2011, y llegaron a entrar en vigor el 1 de enero de 2013. Los reglamentos convirtieron al Índice de Eficiencia Energética de Proyecto (EEDI) en obligatorio

para nuevos buques, mientras que el Plan de Gestión de la Eficiencia Energética del Buque (SEEMP) requerido para todos los buques.

3.1. Organización Marítima Internacional - OMI

La OMI es un organismo especializado de las Naciones Unidas, responsable de la seguridad y protección de la navegación, y de la prevención a la contaminación de la mar ocasionada por buques. Debido al índole internacional del transporte marítimo, se reconoció, que las reglas enfocadas a mejorar la seguridad de las operaciones marítimas, serían más eficaces al realizarse en un marco internacional en vez de necesitar la acción unilateral de cada uno de los países, sin coordinación con el resto.

Los objetivos generales de la OMI se determinan en el lema: “Una navegación segura, protegida y eficiente en mares limpios”.

3.1.1. Protección Marítima

Las cuestiones pertinentes hacia la protección marítima de la OMI tomaron importancia después del secuestro del buque crucero italiano “Achille Lauro”, ocurrido en octubre de 1985. De entonces, la OMI adoptó una resolución sobre medidas para prevenir los actos ilícitos que amenazan la seguridad del buque y la salvaguardia de su pasaje y tripulación, y en 1986 se publicaron directrices sobre las medidas a tomar para prevenir estos actos ilícitos contra pasajeros y tripulantes a bordo de buques.

En el 2002 la OMI adoptó un conjunto amplio en directrices a la protección marítima, estas directrices llegaron a entrar en vigor en el 2004. La más importante y con mayor alcance es la del Código Internacional para la Protección de los Buques y de las Instalaciones Portuarias (Código PBIP). En este código se estipula, que los gobiernos deberán realizar evaluaciones de riesgos con el fin de determinar el grado de amenaza para la protección en sus puertos, y que tanto los buques como los puertos deberían elaborar planes oficiales de protección, y estos ser aprobados por los gobiernos, entre otras cosas.

La OMI también adoptó otros instrumentos sobre la protección marítima, incluidas recomendaciones sobre medidas de protección para los buques de pasaje, de transbordo rodado dedicados a viajes internacionales de duración igual o inferior a 24 horas, y sobre medidas de protección para los puertos; directrices sobre la asignación de responsabilidades para tratar de resolver con éxito los casos de polizones, y directrices para la prevención y supresión del contrabando de drogas, sustancias psicotrópicas y productos químicos precursores en buques dedicados al transporte marítimo internacional.

3.1.2. Estructura De La OMI.

La OMI es el único organismo especializado de las Naciones Unidas, la cual está integrada por 170 Estados Miembros y 3 miembros asociados. La OMI es una organización técnica cuyo trabajo es realizado mayormente por comités y subcomités.

El Comité de Seguridad Marítima (MSC), es uno de los principales órganos de la OMI, este comité se ocupa de todo tipo de cuestiones relativas a la seguridad de la navegación, tanto de asuntos relacionados con la protección marítima, la piratería y de los robos a mano armada perpetrados contra los buques.

El Comité de Protección del Medio Marino (MEPC), es el encargado de coordinar las actividades de la organización, encaminadas a la prevención y contención de la contaminación del medio ambiente por buques.

Existen subcomités cuyos nombres generalmente indican los temas de los que se ocupan, como son: el Subcomité de Navegación, Comunicaciones y Búsqueda y Salvamento (NCSR); el Subcomité del Factor Humano, Formación y Guardia (HTW); el Subcomité de Transporte de Cargas y Contenedores (CCC); el Subcomité de Sistemas y Equipo del Buque (SSE); el Subcomité de Proyecto y Construcción del Buque (SDC); el Subcomité de Implantación de los Instrumentos de la OMI (III) y, el Subcomité de Prevención y Lucha Contra la Contaminación (PPR).

El Comité jurídico fue constituido principalmente para ocuparse de los problemas jurídicos resultantes del accidente sufrido por el Torrey Canyon en 1967, y posteriormente adquirió carácter permanente. Este comité se encarga de examinar todas las cuestiones de orden jurídico que son competencia de la Organización.

El Comité de Cooperación Técnica coordina el trabajo de la OMI, en lo que concierne a la provisión de asistencia técnica, particularmente a países en estado de desarrollo.

El Comité de facilitación es encargado de actividades y funciones de la OMI, relativas a la facilitación del tráfico marítimo internacional, con el fin de reducir las formalidades y simplificar la documentación que se exige a los buques al entrar o salir de puertos u otras terminales.

Todos los órganos técnicos y la asamblea de la OMI están abiertos a la participación de todos los gobiernos miembros en régimen de igualdad. La dirección de la secretaría de la OMI está a cargo del secretario general. La OMI desde su creación ha fomentado la adopción de unos 50 convenios y protocolos, así como de más de 1000 códigos y recomendaciones sobre seguridad y protección marítimas, prevención de la contaminación, entre otras cuestiones conexas.(What it is Oct 2013_Web.pdf s. f.)

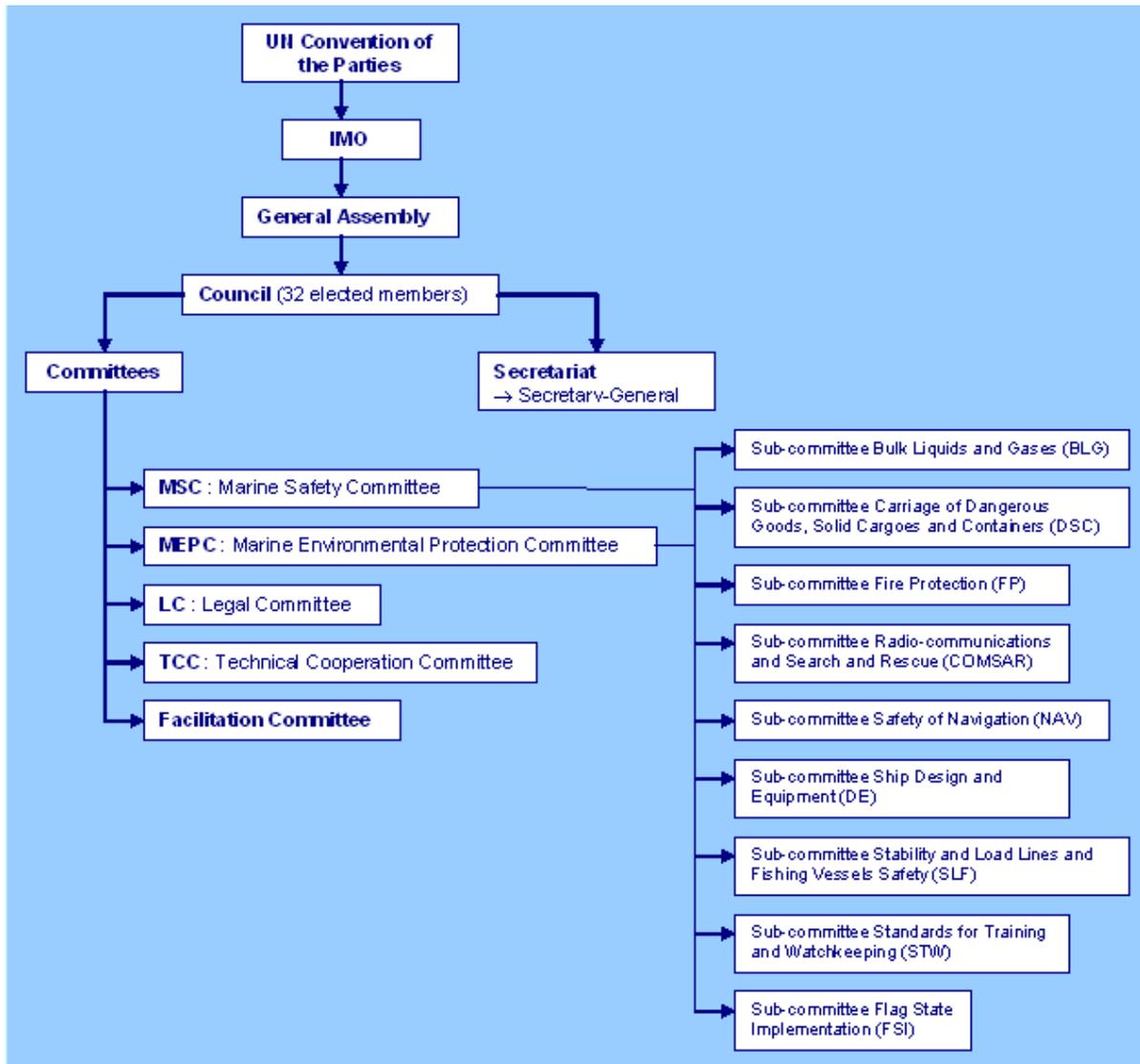


Imagen 3.- Estructura de la OMI. Fuente del informe WP6 del proyecto ABC Impactos

3.1.3. Códigos y Recomendaciones De La OMI

Además de convenios e instrumentos convencionales oficiales, la OMI ha adoptado recomendaciones relativas a una amplia gama de cuestiones, muchas de estas tienen la forma de códigos, directrices o prácticas recomendadas sobre cuestiones importantes, las cuales no se consideran idóneas para su reglamentación mediante instrumentos convencionales oficiales. Si bien las recomendaciones, tengan la forma de códigos o no, normalmente no son de obligado cumplimiento para los Gobiernos, pero sirven de orientación en la formulación de reglamentos y prescripciones de carácter nacional. Varios códigos han adquirido carácter obligatorio de conformidad con las disposiciones pertinentes del Convenio SOLAS o el Convenio MARPOL. Algunos códigos importantes adquieren carácter obligatorio mediante la inclusión de las referencias pertinentes en un convenio. En ocasiones, las recomendaciones llegan a incluir prescripciones adicionales las cuales se han considerado

útiles o necesarias debido a la experiencia adquirida, o varias sirven para aclarar diversas cuestiones que surgen en relación con medidas.

Entre los numerosos códigos y recomendaciones adoptados a lo largo de los años se incluyen:

- El Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas (Código IMDG), adoptado en 1965, el cual adquirió carácter obligatorio en virtud de las enmiendas al Convenio SOLAS adoptadas en 2002;
- El Código de Prácticas de Seguridad relativas a las cargas sólidas a granel (Código de Cargas a Granel, 1965); el Código Marítimo Internacional de Cargas Sólidas a Granel (Código IMSBC, 2008), obligatorio en virtud de las enmiendas al Convenio SOLAS adoptadas en 2008;
- El Código Internacional de Señales (Código CIS) asumidas por la Organización en 1965;
- El Código para la Construcción y el Equipo de Buques que Transporten Productos Químicos Peligrosos a Granel (Código CGRQ, 1971);
- El Código de Prácticas de Seguridad para Buques que Transporten Cubertadas de Madera (1973);
- El Código de Seguridad para Pescadores y Buques Pesqueros (1974);
- El Código para la Construcción y el Equipo de Buques que Transporten Gases Licuados a Granel (1975);
- El Código de Seguridad para Naves de Sustentación Dinámica (1977);
- El Código para la Construcción y el Equipo de Unidades Móviles de Perforación Mar Adentro, (Código MODU, 1979);
- El Código sobre Niveles de Ruido a Bordo de los Buques (1981);
- El Código de Seguridad para Buques Mercantes Nucleares (1981);
- El Código de Seguridad Aplicable a los Buques para Fines Especiales (1983);
- El Código Internacional para la Construcción y el Equipo de Buques que Transporten Gases Licuados a Granel (Código CIG, 1983), obligatorio en virtud del Convenio SOLAS;
- El Código Internacional para la Construcción y el Equipo de Buques que Transporten Productos Químicos Peligrosos a Granel (Código CIQ, 1983), obligatorio en virtud del Convenio SOLAS y del Convenio MARPOL;
- El Código de Seguridad para Sistemas de Buceo (1983);
- El Código Internacional para el Transporte sin Riesgos de Grano a Granel (Código Internacional para el Transporte de Grano, 1991), obligatorio en virtud del Convenio SOLAS;
- El Código Internacional de Gestión de la Seguridad (Código IGS, 1993), obligatorio en virtud del Convenio SOLAS;

- El Código Internacional de Seguridad Para Naves de Gran Velocidad (Código NGV, 1994 y 2000), obligatorio en virtud del Convenio SOLAS;
- El Código Internacional de Dispositivos de Salvamento (Código IDS, 1996), obligatorio en virtud del Convenio SOLAS;
- El Código Internacional para la Aplicación de Procedimientos de Ensayo de Exposición al Fuego (Código PEF, 1996), obligatorio en virtud del Convenio SOLAS; y
- El Código Técnico Relativo al Control de las Emisiones de Óxidos de Nitrógeno de los Motores Diésel Marinos (Código Técnico sobre los NOX, 1997), obligatorio en virtud del Convenio MARPOL.

Y otras importantes recomendaciones y códigos redactados a partir del 2000, que tratan de asuntos como los dispositivos de separación del tráfico, los cuales separan el tráfico de buques que circulan en direcciones opuestas, creando así una zona central de circulación prohibida; la adopción de manuales técnicos como el manual de frases normalizadas de la OMI para las comunicaciones marítimas (SMCP), el Manual Internacional de los Servicios Aeronáuticos y Marítimos de Búsqueda y Salvamento (IAMSAR), la cual colabora junto a la Organización de Aviación Civil Internacional) y el Manual sobre la contaminación ocasionada por hidrocarburos; la formación de tripulaciones; las normas de funcionamiento del equipo instalado a bordo; y otras recomendaciones. Así mismo, se han estipulado directrices para ayudar a implantar determinados convenios e instrumentos.(What it is Oct 2013_Web.pdf s. f.)

3.1.4. La OMI y la Eficiencia Energética

La OMI lidera la iniciativa Global MTCC Network (GMN), uniendo centros tecnológicos a nivel internacional, con el fin de promover tecnologías y operaciones para mejorar la eficiencia energética y reducir las emisiones contaminantes del transporte marítimo.

Todos los sectores estudian una manera de ser limpios, ecológicos y eficientes en el uso de la energía. La OMI se encuentra dirigiendo un proyecto financiado por la Unión Europea, el cual está diseñado para conducir al sector marítimo hacia una nueva era de operaciones de bajas emisiones de carbono.

Los MTCC desarrollan y llevan a cabo proyectos e iniciativas para fomentar las tecnologías y operaciones de eficiencia energética. Los países en desarrollo, los países menos adelantados y los pequeños estados insulares en desarrollo serán los principales beneficiarios de esta ambiciosa iniciativa. Para regiones que sean especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático, el proyecto supone una oportunidad de participar en el fomento de este tipo de operaciones y tecnologías.

Se dispone que las emisiones de CO₂ podrían reducirse hasta en un 75%, aplicando medidas operacionales e implantando tecnologías existentes. El proyecto GMN desarrolla la mitigación del cambio climático y así poder brindar oportunidades a los que participen en ellas.

Mediante el fomento de operaciones y tecnologías que contribuyen a mejorar la eficiencia energética del sector marítimo, el proyecto GMN impulsa el rumbo del sector marítimo hacia un futuro bajo en emisiones de carbono, por lo tanto, un sector más limpio, ecológico y habitable.

3.1.5. Comité de Protección del Medio Ambiente Marítimo - MEPC

El Comité de Protección del Medio Ambiente Marítimo (MEPC) es el encargado de afrontar los problemas ambientales de la OMI. El MEPC establece grupos de trabajo que se ocupan de los problemas que puedan surgir. El MEPC junto con el grupo de trabajo, cuenta con el apoyo de la secretaría de la OMI, la cual se ocupa de todos los aspectos administrativos relacionados con la protección del medio ambiente marítimo.

El MEPC se reúne 3 veces, durante 2 años, en las reuniones se emiten circulares y resoluciones, como son los proyectos de resolución, que pueden ser adoptados por la asamblea. En las reuniones pueden participar todos los Estados representados por la OMI y las Organizaciones No Gubernamentales (ONG), y así debatir sobre la prevención de la contaminación, sin embargo, a la hora de realizar las votaciones estas no podrán interferir en decisiones que se deban tomar.

A continuación, las sesiones más significativas del MEPC, con sus diversas resoluciones y proyectos adoptados por la Asamblea.

MEPC 59.- En Julio del 2009, el MEPC se reúne para acordar un plan de medidas operacionales y técnicas para reducir los niveles de emisiones de GHG, los cuales han sido causados por el transporte marítimo internacional. Este plan, recoge un conjunto de directrices que derivarán la implementación de nuevos sistemas para la mejora de la eficiencia energética en los buques; medidas técnicas para nuevas embarcaciones (EEDI) y medidas operacionales para todas las embarcaciones que se encuentren en operación (SEEMP, EEOI).

MEPC 60.- A inicios del 2010, el MEPC desarrolló el primer borrador reglamentario, el cual abarcó los requisitos indispensables para la elaboración e implementación del EEDI en buques nuevos, y del SEEMP, en todas las embarcaciones que se encontraran en operación.

MEPC 61.- A finales del 2010 se realizó otra sesión, en la cual se discute y se valora la obligación de disponer del EEDI y del SEEMP para todos los buques.

MEPC 62.- En julio del 2011, el MEPC agregó un nuevo capítulo al Anexo VI del MARPOL incluyendo el EEDI y el SEEMP, volviéndolo así obligatorio.

MEPC 63. En el 2012, el MEPC adoptó una serie de directrices para apoyar la aplicación uniforme de medidas obligatorias para la eficiencia energética de los buques (EEDI y SEEMP). Posteriormente se han llevado a cabo más sesiones del MEPC (MEPC 64, MEPC 65, MEPC 66, MEPC 67 y MEPC 68), en las cuales se siguen debatiendo y ampliando las regulaciones y el marco normativo necesario para el desarrollo y la posterior aplicación del EEDI y del SEEMP.

3.2. Índice De Eficiencia Energética De Proyecto - EEDI

El EEDI es un índice, el cual indica la eficiencia energética de un barco calculada para una condición operacional de referencia específica del buque. Cuya intención es la de imponer límites a este índice, y que la OMI pueda conseguir que estas tecnologías de los barcos sean más eficientes con el pasar del tiempo.

EEDI es, por tanto, un estándar técnico basado en objetivos que se aplica a buques de nueva construcción. Si se consigue reducir el nivel de EEDI, se podrán obtener buques con mayor eficiencia energética (EE). (MEPC.214(63).pdf, s. f.)

3.2.1. Cálculo del EEDI.

El EEDI obtenido o requerido, será el valor real de EEDI para un barco y representará la cantidad de CO₂ generada por un buque mientras realiza una tonelada-milla de trabajo de transporte.

En primer instancia se concluye que el EEDI representa la relación del "costo a la sociedad" de un buque en forma de sus emisiones de CO₂, dividido por su "beneficio para la sociedad", el cual es representado por el trabajo de transporte realizado por el buque, que se resume como un método de cálculos más complejos representado por la fórmula EEDI, el cual tiene en cuenta la diversidad de tipos de buques, tamaños de buques, tecnologías de propulsión alternativas, combustibles alternativos y futuras tecnologías renovables. Como se presenta en la siguiente formula: (imagen 4) (MEPC.245(66).pdf s. f.)

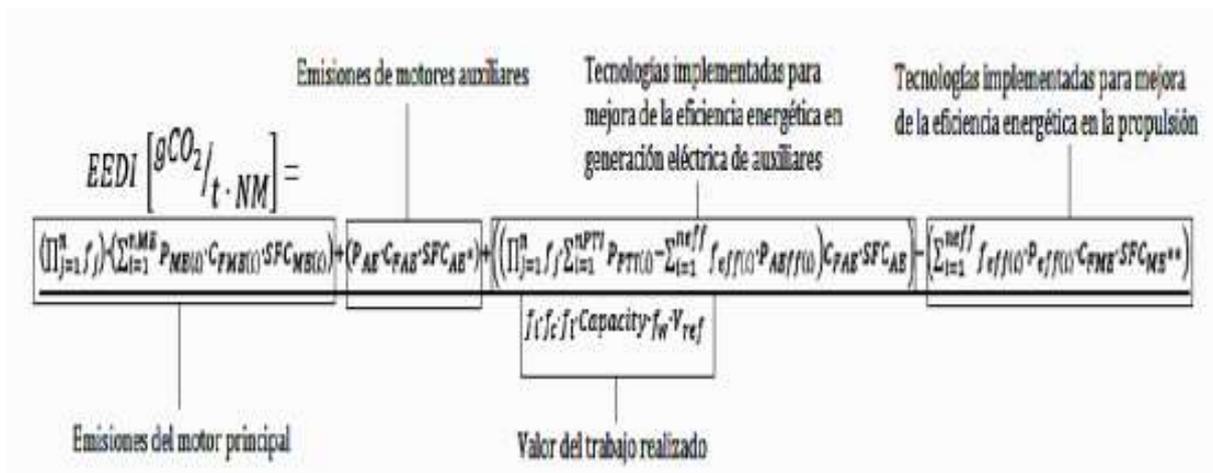


Imagen 4.-Fórmula del EEDI en bloques. Fuente: OMI (MEPC.245(66).pdf s. f.)

Este método de cálculo, se ve influenciado por distintos factores tecnológicos que afectan de forma significativa el nivel del EEDI. Se pueden destacar 5 factores fundamentales que hay que tener en cuenta a la hora de calcular el EEDI.

El primer factor a tener en cuenta, es el que se encuentra representado por el primer término en el numerador de la fórmula, es el motor principal y la energía que son necesarios para la propulsión del buque.

El segundo factor, representado por el segundo término en el numerador, es el de los requisitos de potencia auxiliar del buque.

El tercer término y tercer factor del numerador representa a cualquier dispositivo de generación de energía (eléctrico) innovador a bordo, así como a la electricidad de recuperación de calor residual o energía solar.

El cuarto y último término del nominador hace referencia a las tecnologías innovadoras que proporcionan energía mecánica para la propulsión de buques, como la energía eólica (velas, cometas, etc.)

Y por último y en el denominador de la fórmula, se representa la capacidad del buque y la velocidad del barco que, juntos, dan el valor del trabajo de transporte.

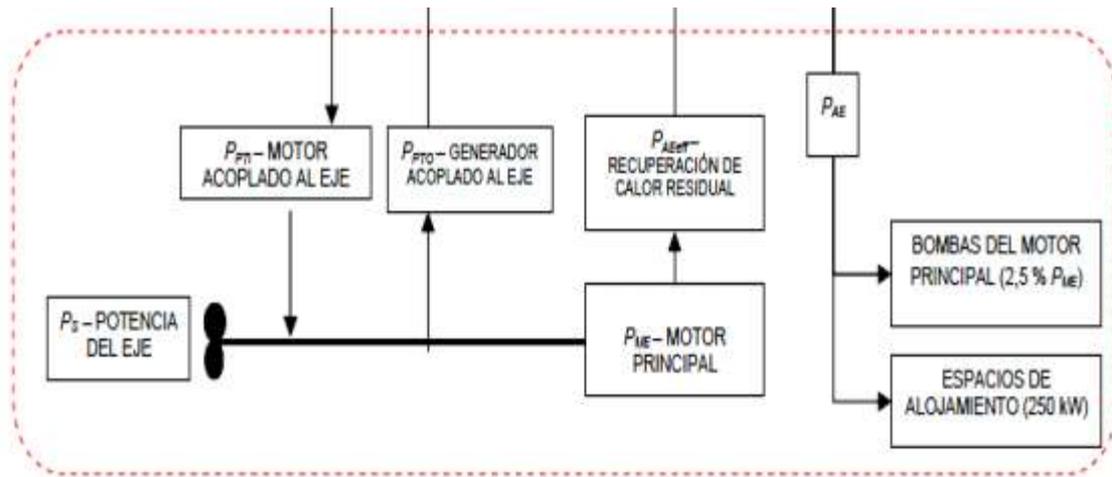


Imagen 5.-Resumen conceptual de los factores que influyen en el cálculo del EEDI en un buque.
Fuente: (M2 EE regulations and guidelines final.pdf s. f.)

En la imagen 5 se excluyen como factores que influyen en el cálculo del EEDI los usos de energía relacionados con la carga a bordo y las calderas auxiliares, suponiendo que en condiciones marinas normales las calderas no estarán funcionando. Por lo que, la electricidad necesaria para bombas de carga, equipos de manipulación de carga, propulsores de buques, estará fuera del alcance de los cálculos del EEDI.(MEPC.231(65).pdf s. f.)

3.2.2. Verificación previa y final del EEDI.

La verificación del EEDI se lleva a cabo por la administración, utilizando los datos y documentos correspondientes y observando las pruebas del tanque, modelo del buque y las pruebas marítimas de puesta en marcha del buque. En consecuencia, la verificación de EEDI se lleva a cabo en dos etapas: verificación previa y verificación final. La verificación previa se realiza en la etapa de diseño del buque, mientras que la verificación final se lleva a cabo después de la construcción y como parte de las pruebas marítimas de puesta en marcha del buque. Los datos de diseño del buque pertinentes, los datos de prueba del tanque y los datos de prueba de velocidad estarán sujetos a escrutinio y verificación por las sociedades de clasificación.

Las directrices de la OMI sobre verificación EEDI están desarrolladas para garantizar la coherencia de la verificación, aunque algunos aspectos importantes como los métodos de escalado de potencia de velocidad y el enfoque unificado para la corrección de los datos medidos aún deben armonizarse como parte de las prácticas industriales.

Para la verificación preliminar en la etapa de diseño, se presenta un archivo técnico de EEDI, el cual debe contener la información necesaria. El archivo técnico de EEDI debe ser desarrollado por el diseñador del barco en esta etapa. El contenido de un Archivo técnico de

EEDI debe incluir todos los datos requeridos para los cálculos de EEDI. Además del archivo técnico de EEDI, el verificador puede solicitar información adicional como una descripción de la instalación de prueba de tanques (incluidos los equipos de prueba y las calibraciones), las líneas del modelo y el barco real para la verificación de la similitud del modelo y el barco real, la presentación de los datos de estabilidad del buque, el proceso de cálculo de la velocidad de referencia del barco, una copia del archivo técnico de NOx y un resumen documentado de la corrección SFC para cada tipo de motor, u otros datos específicos para buques específicos.

En la verificación final, las rutas marítimas y la verificación de la curva velocidad-potencia del barco son un elemento esencial. Además, como parte de la verificación final, se volverá a visitar y verificar todos los aspectos relevantes del cálculo de EEDI.

3.3. Plan de Gestión de Eficiencia Energética del Buque - SEEMP

De acuerdo al Reglamento 22 del Anexo VI de MARPOL, entrado en vigor el 1 de enero del 2013, es obligatorio, que buques de más de 400 GT los cuales operen a nivel internacional dispongan de un SEEMP a bordo.

El SEEMP debe desarrollarse teniendo en cuenta las directrices pertinentes de la OMI. Los barcos existentes recibirán un certificado IEE, cuando se verifique la existencia de SEEMP a bordo. De acuerdo con las directrices de la OMI, el SEEMP establece un mecanismo para que las compañías navieras mejoren la eficiencia de las operaciones de sus buques. El SEEMP además proporciona un enfoque para supervisar el rendimiento de eficiencia de un barco a lo largo del tiempo. El SEEMP solicita al propietario y al operador del buque a que, en cada etapa de la operación del buque, revisen y consideren las prácticas operativas y la actualización tecnológica para optimizar el rendimiento de la eficiencia energética del buque.

El propósito de un SEEMP es el establecer un mecanismo para mejorar la eficiencia energética del buque durante su operación. El SEEMP debe ser específico para cada uno de los buques, ya que no hay dos compañías navieras o armadores que sean iguales, y los buques operan bajo una amplia gama de condiciones diferentes, incluidas geográficas y comerciales.

Normalmente las empresas tienen un sistema de gestión ambiental (EMS) establecido según ISO 140016, el cual contiene procedimientos para seleccionar las mejores medidas para embarcaciones particulares y luego establecer objetivos para la medición de parámetros relevantes, junto con características de control y retroalimentación relevantes. Muchas empresas también desarrollan, implementan y mantienen un Sistema de Gestión de Seguridad. En tales casos, el SEEMP puede formar parte del sistema de gestión de seguridad del buque. (MEPC.213(63).pdf s. f.)

3.3.1. Pasos para la implementación del SEEMP

A través de cuatro etapas el SEEMP busca mejorar la eficiencia energética: planificación, implementación, supervisión y autoevaluación. Estas cuatro etapas forman parte de un ciclo de mejora continua y se puede comparar con el PDCA (Plan, Do, Check, Act) de otro sistema de gestión. Los componentes de PDCA desempeñan un papel fundamental en el ciclo continuo para mejorar la gestión de la energía de los barcos. (MEPC.213(63).pdf s. f.)



Imagen 6.- Descripción detallada de cada una de las partes del ciclo PDCA. Fuente: Wikimedia Commons

3.3.2. Plantilla del documento SEEMP

Las directrices de la OMI (MEPC.213 (63)) proporcionan una plantilla de muestra para el desarrollo del SEEMP [15].

El SEEMP debe incluir como mínimo los siguientes puntos:

- Detalles de identificación del buque.
- Medidas de Eficiencia Energética y cómo deben implementarse, personas responsables y línea de tiempo.
- Aspectos de supervisión.
- Objetivos.
- Aspectos de evaluación.

A SAMPLE FORM OF A SHIP EFFICIENCY ENERGY MANAGEMENT PLAN

Name of Vessel:		GT:	
Vessel Type:		Capacity:	
Date of Development:		Developed by:	
Implementation Period:	From: Until:	Implemented by:	
Planned Date of Next Evaluation:			

1 MEASURES

Energy Efficiency Measures	Implementation (including the starting date)	Responsible Personnel
Weather Routeing	<Example> Contracted with [Service providers] to use their weather routeing system and start using on-trial basis as of 1 July 2012.	<Example> The master is responsible for selecting the optimum route based on the information provided by [Service providers].
Speed Optimization	While the design speed (85% MCR) is 19.0 kt, the maximum speed is set at 17.0 kt as of 1 July 2012.	The master is responsible for keeping the ship's speed. The log-book entry should be checked every day.

Imagen 7.- Plantilla del SEEMP. Fuente:(MEPC.213(63).pdf s. f.)

3.4. Indicador Operacional de Eficiencia Energética - EEOI

EEOI es un elemento del marco regulatorio de la OMI que actúa como indicador de rendimiento de la eficiencia energética durante la fase operativa del buque y es utilizado para supervisión del rendimiento general de eficiencia energética del buque. Su objetivo principal, es establecer un enfoque coherente para medir la eficiencia energética de un barco para cada viaje, o durante un período de tiempo determinado. Se pretende que el EEOI contribuya a los armadores y operadores de buques en la evaluación del rendimiento operacional de su flota y que permita la supervisión de buques individuales en estado de operación y, por tanto, de resultados de cualquier cambio realizado en el buque o su operación. De esta manera se recomienda que el EEOI se utilice como herramienta de monitoreo en el SEEMP, tal como se explica en el anexo VI del MARPOL.

El EEOI representa la emisión de CO₂ real de la combustión de todo tipo de combustibles a bordo de un buque durante cada viaje. Este se calcula multiplicando el consumo total de combustible para cada tipo de combustible con el factor de carbono respectivo de cada

combustible. Por otra parte, el trabajo de transporte realizado se calcula multiplicando la masa real de carga por la distancia real correspondiente en millas náuticas recorridas por el buque. (MEPC.203(62).pdf s. f.)

3.4.1. Objetivos del EEOI

Dado que la cantidad de CO₂ emitida por un buque está directamente relacionada con su consumo real de combustible, el cálculo del EEOI proporciona información relevante sobre el rendimiento de un buque con respecto a su eficiencia operacional.

La OMI proporciona unas directrices para ayudar a los usuarios en el proceso de establecer un mecanismo para lograr la limitación o reducción de las emisiones de GHG de los buques en operación. Las directrices del EEOI están destinadas a proporcionar un ejemplo de un método de cálculo que podría utilizarse como objetivo, basado en el rendimiento para controlar la eficiencia de la operación de un buque. Las Directrices EEOI son de carácter recomendatorio y presentan un posible uso de un indicador operativo. Sin embargo, al igual que el SEEMP, los armadores, operadores de buques y las partes interesadas pueden implementar las directrices de la OMI o un método equivalente en sus sistemas de gestión ambiental y considerar la adopción de los principios allí contenidos al desarrollar planes para la supervisión del rendimiento. (MEPC.203(62).pdf s. f.)

3.5. Anti-Fouling System Convention.

Es uno de los convenios de la OMI, el cual trata sobre el sistema de anti-incrustaciones, este convenio entró en vigor en el 2008, y prohíbe el uso de compuestos organoestánicos nocivos en las pinturas anti-incrustantes utilizadas en los buques, este convenio también establece un mecanismo para prevenir el posible uso futuro de otras sustancias nocivas en los sistemas anti-incrustantes. En el convenio, además se pueden encontrar los sistemas anti incrustantes que deben prohibirse o controlarse.

3.6. Ballast Water Management Convention.

Es llamado también como el “Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y Sedimentos”, entrado en vigor en el 2004, cuya finalidad es evitar la propagación de organismos acuáticos nocivos de una región a otra, mediante el establecimiento de normas y procedimientos para la gestión y el control del agua de lastre y los sedimentos de los buques.

3.7. Hong Kong Convention.

El Convenio de Hong Kong se propuso en el año 2009, también conocido como “Convenio Internacional para el Reciclaje de Barcos Seguros y Ambientalmente Adecuados”. Tiene como

objetivo principal garantizar que los buques sean reciclados después de su vida útil, y que no supongan ningún peligro para la integridad física de las personas, ni para el medio ambiente.

3.8. London Convention.

Llamado “Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias”, el cual entro en vigor en 1975, este convenio también intenta promover el control efectivo de todas las fuentes de recursos contra la contaminación marítima y tomar todas las medidas posibles para evitar la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias.

3.9. Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques.

El MARPOL es uno de los convenios más relevantes, importantes e imprescindible que se ocupa principalmente de diversos tipos de contaminación, destacándose todo su contenido en el Anexo VI, el cual hace énfasis hacia la contaminación provocada por el entorno marítimo y sus posibles métodos de reducción.

El Convenio Internacional para la Prevención de la Contaminación por los Buques (MARPOL), fue creado el 2 de noviembre del 1973 por la OMI y rectificado posteriormente por su Protocolo en 1978. Finalmente, aprobado y entrado en vigor el 2 de octubre de 1983. Este Convenio, MARPOL, es el principal convenio internacional que abarca y restringe la contaminación del medio marino generada por las embarcaciones. El Convenio incluye reglamentos destinados a prevenir y reducir al mínimo la contaminación causada por buques, ya sea en la contaminación accidental, como la de las operaciones rutinarias.

3.9.1. Estructura MARPOL

El Convenio MARPOL está compuesta por seis Anexos, en donde se resumen las normativas para prevenir y reducir la contaminación generada por los buques.

En el Anexo I se incluye el reglamento para la prevención de contaminación por petróleo, a partir de una serie de medidas operacionales. Una de sus restricciones y la más relevante, es que todo petrolero debe disponer de un doble casco. En el anexo I también se incorpora de forma progresiva esta restricción en buques tanques ya existentes, con la capacidad suficiente para la integración del doble casco.

El Anexo II recoge una normativa reguladora para la inspección o registro de la contaminación por sustancias nocivas líquidas a granel. Para elaborar dicha normativa, se evaluaron aproximadamente unas 250 sustancias, las cuales se presentan en forma de lista dentro del convenio MARPOL.

Dentro del Anexo III se incluyen un conjunto de medidas para la prevención de la contaminación por sustancias nocivas transportadas en bulto. Por ello se dispuso de una normativa sobre cómo llevar a cabo distintas tareas como: documentación, estiba, embalaje, marcado, etiquetado, limitaciones cuantitativas, excepciones y notificaciones.

El Anexo IV reúne un conjunto de requisitos para evitar la contaminación por aguas residuales procedentes de los buques. Entre estos requisitos se encuentra, la prohibición de la descarga de aguas residuales en el mar y, una planta de tratamiento de aguas residuales aprobada.

La sección del Anexo V resume distintos tipos de basura y el tratamiento que se requiere para su eliminación. El Anexo V destaca la total prohibición de la eliminación de residuos plásticos en el mar.

El Anexo VI, en el cual se plantea la eficiencia energética (EE), se establecen límites a las emisiones de sustancias nocivas (SOx, NOx), producidas por los escapes de los buques, y se prohíben también las emisiones deliberadas de sustancias que perjudican la capa de ozono. Además, el Anexo VI se incluye medidas obligatorias de eficiencia energética (EE), técnica y operativa destinadas a reducir las emisiones de GHG de los buques.

Todos los estados que forman parte del Convenio MARPOL, deben exigir y comprobar el total cumplimiento del Anexo I y Anexo II. La aplicación de los Anexos restantes (III, IV, V, VI) es aun totalmente voluntaria.

3.9.2. Anexo VI del MARPOL

En el Anexo VI, se abarca todo lo relacionado a contaminantes del aire y a emisiones de GHG combinadas. Las reglamentaciones del anexo VI incluyen elementos como el combustible de búnker, áreas de control de emisiones, sustancias que agotan el ozono, incineradores, etc.

El Anexo VI es también la última parte añadida al Convenio del MARPOL, el cual entró en vigor en el 2005, luego de este convenio se realizaron modificaciones en el Anexo VI sobre lo que es el Código Técnico de NOx, añadiéndose el Capítulo 4, tratante de regulaciones en los buques para obtener una mayor eficiencia energética.

El Anexo VI del MARPOL contiene cuatro capítulos, cada uno con sus respectivas regulaciones:

Capítulo 1.- Se introducen algunos de los principios básicos del convenio e incluye algunas definiciones generales, las cuales se presentan a continuación:

~ Regulación 1: Establece el dominio de aplicación del Anexo VI del MARPOL.

- ~ Regulación 2: Da las respectivas definiciones de términos que tienen significado regulatorio.
- ~ Regulación 3: Describe en qué circunstancias una plataforma marítima, o un buque pueden estar libre de cumplir el Anexo VI del MARPOL.
- ~ Regulación 4: Permite el uso de un método alternativo de cumplimiento y las condiciones bajo las cuales serán aceptables.

Capítulo 2.- En él se describen los requisitos de control, certificación, inspección, y la detección y aplicación de infracciones.

- ~ Regulación 5: Describe los requisitos necesarios para la inspección.
- ~ Regulación 6: Detalla reglas para la emisión de certificados o formularios.
- ~ Regulación 7: Permite emitir certificados en nombre de terceros.
- ~ Regulación 8: Detalla la forma y estructura que los certificados deben tener.
- ~ Regulación 9: Se detalla la duración y la validez de cada uno de los certificados.
- ~ Regulación 10: Describe los aspectos de control del estado del puerto y las normas relacionadas.
- ~ Regulación 11: Describe los aspectos específicos bajo los cuales un buque podría ser detenido.

Capítulo 3- Se detallan medidas para combatir los diversos contaminantes atmosféricos y cuestiones relacionadas, tales como la gestión de combustible y el incinerador.

- ~ Regulación 12: En esta reglamentación se prohíbe la liberación intencional de sustancias que agotan el ozono (SAO) y se establece un calendario para la eliminación progresiva de estas sustancias.
- ~ Regulación 13: Esta regulación, regula las emisiones de NOx producidas por los motores instalados en buques construidos después de 2000. Además, del Certificado Internacional de Prevención de la Contaminación del Aire (IAPP), el buque debe cumplir con el Código Técnico de NOx de 2008, tener un Certificado de Prevención de la Contaminación del Aire Internacional del Motor (EIAPP), tener el archivo técnico de NOx y un libro de registro de los parámetros del motor.
- ~ Regulación 14: Establece contenidos máximos de azufre para los combustibles utilizados en buques (3.5%), después de enero de 2012 y el concepto de área de control de emisiones SOx (SECA).
- ~ Regulación 15: Esta regulación resalta la necesidad de reducir las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) durante la carga en los puertos y terminales petroleros. Todos los buques petroleros deben estar equipados con sistemas de

recolección. Desde el 2010, estos buques, deben implementar un plan de gestión de COV.

- ~ Regulación 16: Esta regulación obliga a los incineradores a superar una inspección previa y cumplir con las normas de la OMI.
- ~ Regulación 18: El reglamento abarca la disponibilidad y calidad del combustible, así como la supervisión de los proveedores, los aspectos del PSC, el muestreo del combustible y las retenciones de muestra o la nota de entrega del combustible.

Capítulo 4.- Este capítulo especifica la normativa para regular la eficiencia energética de los buques. Este último capítulo en enero del 2013.

- ~ Regulación 19: Especifica el dominio de la aplicación y el alcance de las regulaciones.
- ~ Regulación 20: Especifica los requisitos necesarios para el desarrollo del EEDI obtenido, incluyendo los procesos de cálculo y los aspectos de verificación.
- ~ Regulación 21: Detalla el cálculo del EEDI requerido por el buque, usando líneas de referencia y factores de reducción sin afectar a la maniobrabilidad del buque.
- ~ Regulación 22: Especifica el requisito, en el cual los buques tengan un SEEMP a bordo y cómo debe desarrollarse.
- ~ Regulación 23: Señala la importancia de mejorar la cooperación técnica y la transferencia de tecnología, apoyando las mejoras de la EE en la flota mundial.

3.10. Anexo VI del MARPOL-Capítulo 4

Tras un debate en la OMI sobre la eficiencia energética y con acuerdos posteriores, se añadió el cuarto capítulo al anexo VI del MARPOL, siendo este llamado Reglamento sobre la eficiencia energética del buque.

El Capítulo 4 del Anexo VI de MARPOL introduce dos mecanismos obligatorios para la mejora de la eficiencia energética para los buques, siendo objetivo principal, reducir las emisiones de GHG del transporte marítimo internacional a través de la mejora del diseño y de las operaciones del buque.

Estos mecanismos reguladores son:

- Índice de diseño de eficiencia energética (EEDI), para buques nuevos.
- Plan de gestión de la eficiencia energética de los buques (SEEMP) para todos los buques.

El EEDI, es un índice que indica la eficiencia energética de un barco, es calculada para una condición operacional de referencia específica del buque. Al imponer límites en el índice, se consigue la que las tecnologías de los barcos sean más eficientes con los años.

Los diseñadores y constructores de barcos pueden elegir las tecnologías necesarias para satisfacer los requisitos de EEDI en un diseño de barco específico.

El SEEMP, es una herramienta de gestión, la cual establece un mecanismo que mejora la eficiencia energética de un buque durante su ciclo de vida en operación. El SEEMP funciona de acuerdo con la planificación, implementación, monitoreo y revisión de una serie de medidas de EE dentro de un ciclo de gestión de mejora continua.

En la OMI se aprobó un esquema voluntario para el cálculo del (EEOI) Indicador Operacional de Eficiencia Energética, como objetivo principal del indicador de monitoreo de desempeño en el transporte marítimo, en relación con el SEEMP.

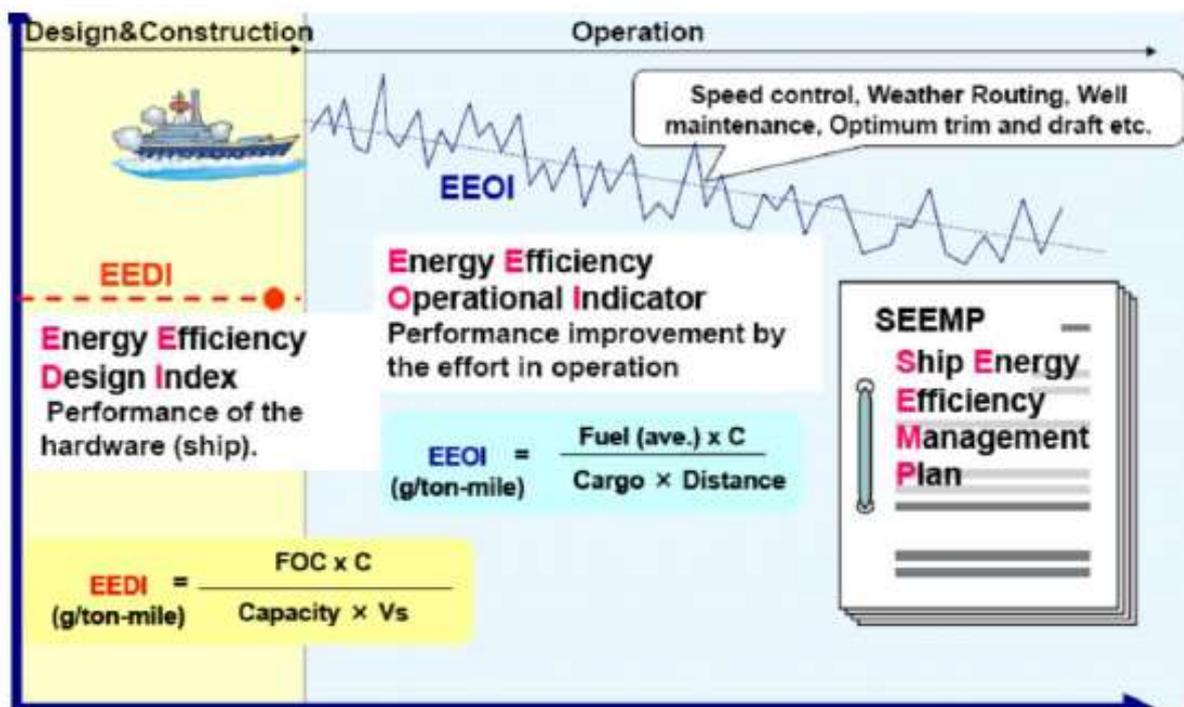


Imagen 8.- Componentes principales de las regulaciones de eficiencia energética de la OMI. Fuente: OMI

4. MODIFICACIONES AL ANEXO VI DE MARPOL

Después de un debate en la OMI sobre las regulaciones de eficiencia energética del buque, las nuevas modificaciones del MARPOL Anexo VI se acabaron adoptando en julio del 2011 [Resolución MEPC 203 (62)] (Tabla 1). Como resultado, algunas de las regulaciones existentes se han ido actualizando y unos conjuntos de nuevas regulaciones se han añadido, de acuerdo a las necesidades presentadas. (M2 EE regulations and guidelines final.pdf s. f.)

Tabla 1.- Resolución MEPC del Anexo VI de MARPOL relacionada con la EE

Resolución	Título	Fecha de entrada en vigor
<u>MEPC.203</u> <u>(62)</u>	Enmiendas al Anexo VI de MARPOL. (Inclusión de regulaciones sobre eficiencia energética para buques en el Anexo VI de MARPOL)	1 de enero de 2013

El Anexo VI del MARPOL incluye cambios en su resolución existente [Resolución MEPC 203 (62)] (Tabla 2), como resultado de la inclusión de la eficiencia energética y las nuevas regulaciones al mismo.

En la parte izquierda de la tabla se encuentra la resolución MEPC.176(58) y, los capítulos, reglas y reglamentos que se han modificado e incluido se encuentran en la parte derecha de la tabla, remarcadas con fuente roja.

Tabla 2.- Modificaciones del Anexo VI del MARPOL

RESOLUCIÓN MEPC.176(58) - 2008	RESOLUCIÓN MEPC 203 (62) - 2011
<p>Capítulo I</p> <p>Reg.1 Aplicación</p> <p>Reg.2 Definición</p> <p>Reg.3 Excepciones Y Exenciones</p> <p>Reg.4 Equivalentes</p>	<p>Capítulo I GENERAL</p> <p>Reg.1 Aplicación</p> <p>Reg.2 Definición</p> <p>Reg.3 Excepciones Y Exenciones</p> <p>Reg.4 Equivalentes</p>
<p>Capítulo II</p> <p>Reg.5 Encuestas</p> <p>Reg.6 Expedición O Aval De Un Certificado</p> <p>Reg.7 Expedición De Un Certificado Por Otra Parte</p> <p>Reg.8 Modelo De Certificado</p> <p>Reg.9 Duración Y Validez Del Certificado.</p> <p>Reg.10 Control Del Estado Del Puerto En El Requisito Operacional</p> <p>Reg.11 Detección De Infracciones Y Ejecuciones</p>	<p>Capítulo II ENCUESTA, CERTIFICACIÓN Y MEDIOS DE CONTROL</p> <p>Reg.5 Encuestas</p> <p>Reg.6 Expedición O Refrendo De Un Certificado</p> <p>Reg.7 Expedición De Un Certificado Por Otra Parte</p> <p>Reg.8 Forma De Certificado</p> <p>Reg.9 Duración Y Validez De los Certificados</p> <p>Reg.10 Control Del Estado Del Puerto En El Requisito Operacional</p> <p>Reg.11 Detección De Infracciones Y Ejecuciones</p>

<p>Capítulo III</p> <p>Reg.12 Sustancias Degradantes Del Ozono</p> <p>Reg.13 Óxidos De Nitrógeno NOx</p> <p>Reg.14 Óxidos De Azufre SOx Y Materia Particular</p> <p>Reg.15 Compuestos Orgánicos Volátiles COV</p> <p>Reg.16 Incineración A Bordo</p> <p>Reg.17 Instalaciones De Recepción</p> <p>Reg.18 Disponibilidad Y Calidad Del Fuel Oil.</p>	<p>Capítulo III REQUISITOS PARA EL CONTROL DE EMISIONES DE LOS BUQUES</p> <p>Reg.12 Sustancias Degradantes Del Ozono</p> <p>Reg.13 Óxidos De Nitrógeno NOx</p> <p>Reg.14 Óxidos De Azufre SOx Y Materia Particular</p> <p>Reg.15 Compuestos Orgánicos Volátiles COV</p> <p>Reg.16 Incineración A Bordo</p> <p>Reg.17 Instalaciones De Recepción</p> <p>Reg.18 Disponibilidad Y Calidad Del Fuel Oil.</p>
	<p>Capítulo IV REGLAS SOBRE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS BUQUES</p> <p>Reg.19 Aplicación</p> <p>Reg.20 EEDI Obtenido</p> <p>Reg.21 EEDI requerido</p> <p>Reg.22 SEEMP</p> <p>Reg.23 Promoción de la cooperación técnica y la transferencia de tecnología relacionada con la mejora de la eficiencia energética de los buques.</p>
<p>Apéndice I-VI</p>	<p>Apéndice I-VIII</p> <p>Apéndice VIII Formulario de Certificado Internacional de Eficiencia Energética (EEI)</p>

A continuación, se resumen los cambios:

Regla 2: En esta regla se incluyen modificaciones principalmente de definiciones, tales como: “buque nuevo”, “transformación importante” y “tipos de buques” a los cuales se aplican las regulaciones EEDI. El EEDI se aplica tan solo a los buques nuevos y a barcos que son sometidos a transformaciones importantes después del 1 de enero de 2013, solicitando la definición exacta de los términos presentados anteriormente. Además, se definen los términos como “EEDI obtenido” y “Obligatorio u Requerido EEDI”.

Regla 5: Esta regla exige un requisito para los estudios, incluyendo un estudio inicial para los buques de nueva construcción, o un estudio completo o parcial en caso de una transformación importante de los buques existentes, para que la encuesta SEEMP verifique su existencia a bordo del buque, etc. Esta regla establece también que la encuesta EEDI y la verificación se lleve a cabo de acuerdo con las directrices de la OMI.

Regulaciones 7 y 8: Los cambios en estas dos regulaciones están relacionadas con la certificación de EE, la cual obliga a los buques a tener un Certificado Internacional de Eficiencia Energética (IEE); destacando también la responsabilidad de la administración del estado.

"El Certificado internacional de eficiencia energética (IEE) del buque se expedirá una vez de acuerdo con las disposiciones de la regla 5.4, a cualquier barco de 400 toneladas de registro bruto o más, antes de que la nave pueda realizar viajes a puertos o terminales mar adentro, bajo la jurisdicción de otra parte.

El certificado será expedido o refrendado por la administración o por cualquier organización debidamente autorizada por ella. En todos los casos, la administración asume la total responsabilidad del certificado ".(MEPC.203(62).pdf s. f.)

Regla 9: Este reglamento define los aspectos en el cual será válido el certificado IEE, el cual es válido durante la vida útil del barco, a menos que este sea invalidado por una conversión o cambio importante de la bandera o el retiro del servicio del buque.

"El Certificado internacional de eficiencia energética (IEE) será válida en toda la vida útil del buque, sujeto a lo dispuesto en el párrafo siguiente:

Un Certificado internacional de eficiencia energética expedido en virtud de este Anexo dejará de ser válida en cualquiera de los siguientes casos: si el barco está fuera de servicio o si un nuevo certificado es emitido tras una importante transformación de la nave; o tras la transferencia del buque a la bandera de otro Estado"(MEPC.203(62).pdf s. f.)

Regla 10: En este reglamento se especifica el requisito de control del Estado del puerto (PSC) para la EE. En consecuencia, el certificado EEI es el punto de partida para cualquier inspección PSC.

"En relación con el capítulo 4, cualquier inspección del Estado del puerto deberá limitarse a comprobar, cuando sea apropiado, que exista un Certificado Internacional de Eficiencia Energética válido a bordo, de conformidad con el artículo 5 del Convenio MARPOL." [Resolución MEPC 203 (62)]

Regla 19: Esta regla específica la aplicación de las normas de EE. Por lo que el Capítulo 4 de MARPOL del Anexo VI se aplica a todos los buques de 400 toneladas brutas y superiores, a aquellos que se dediquen a actividades en aguas internacionales. También se da un poder limitado a las administraciones para renunciar a los requisitos del EEDI para un nuevo buque, hasta una fecha de entrega del 1 de julio 2019; sujetos a informar a la OMI y otras partes en el MARPOL Anexo VI de esta decisión.

Esta cláusula de “renuncia” se produce debido a las discusiones significativas en el MEPC, y destacando que algunos barcos pueden no ser capaces de cumplir con los requisitos de la OMI mientras se consideren barcos de “buen diseño”. Es importante que esta renuncia se aplique a buques específicos y no a toda la flota del Estado.

Regla 20: Esta regla se ocupa del EEDI obtenido, en él se especifica la necesidad del cálculo y por tanto su verificación. El EEDI obtenido es el EEDI real de un barco, el cual se calcula utilizando la fórmula EEDI.

De acuerdo con este reglamento:

- El EEDI obtenido debe calcularse en cada buque nuevo, cuando se sometan a una transformación importante, o en los buques existentes que se sometan a tantos cambios, esto de acuerdo al criterio de la administración, ya que puede considerarse como buque nuevo.
- El EEDI obtenido es aplicable a un gran número de tipos de buques, pero no a todos los buques. Por ejemplo, los buques de pesca no están obligados a tener EEDI de alcance.
- El EEDI obtenido debe calcularse teniendo en cuenta las directrices relacionadas con la OMI.
- El EEDI obtenido debe ir acompañado de un “archivo técnico del EEDI”, debe contener la información necesaria para el cálculo del EEDI obtenido y mostrar el proceso del cálculo.
- El EEDI obtenido deberá ser verificada, y basada en el expediente técnico del EEDI, ya sea por la administración o por cualquier organización debidamente autorizada.

Como se ha indicado, algunos tipos de buques, como los buques de pesca, aún no son parte de las regulaciones del EEDI. La siguiente lista contiene los tipos de buques determinados, que actualmente están obligados a cumplir con la regulación del EEDI obtenido.

- Granelero
- Transportista de Gas (portadores ninguno de GNL)
- Petrolero
- Barco mercante
- Buque de carga general
- Buque de carga refrigerada
- De carga combinada
- Buques de carga Ro-Ro (transportadoras vehículo)
- Buques de carga Ro-Ro
- Buque de pasaje de transbordo rodado
- Buque metanero

- Cruceros de pasajeros (que tiene de propulsión no convencional)

También se encuentran excluidos los tipos de buques específicos, como aquellos con la propulsión de turbina (a excepción de los buques de GNL).

Regla 21: Esta regla especifica la metodología para el cálculo del EEDI Obligatorio, incluso los detalles relacionados.

El EEDI Obligatorio es el límite reglamentario para EEDI, y su cálculo implica el uso de “líneas de referencia” y “Factores de reducción”.

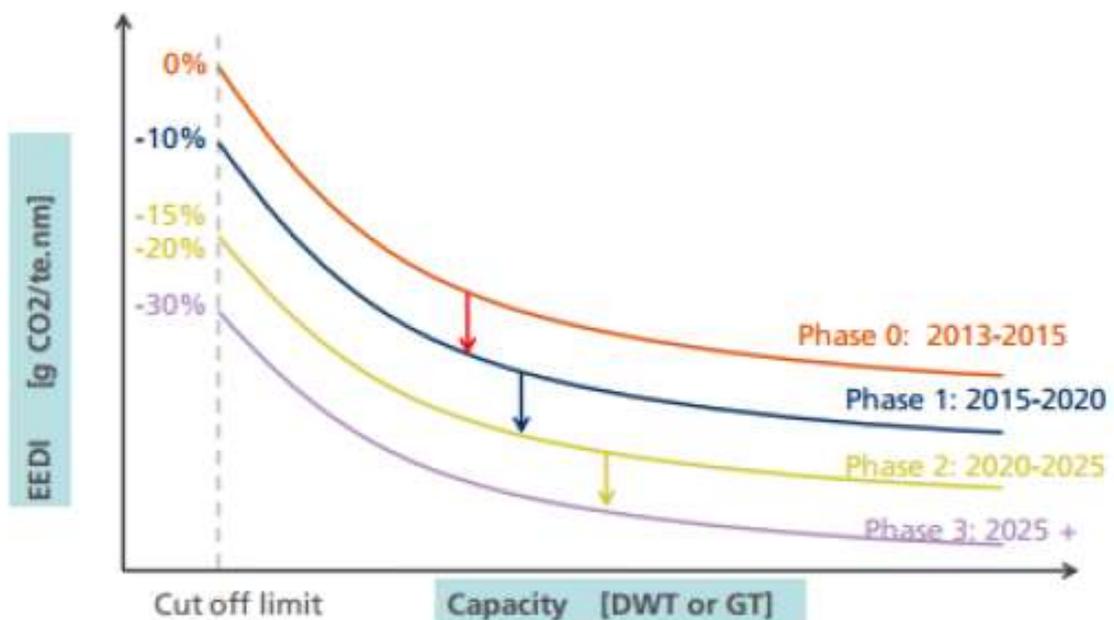


Imagen 9.- Concepto de Requerido EEDI, factor de reducción, cortar fuera de los límites y las fases EEDI.
Fuente:(M2 EE regulations and guidelines final.pdf, s. f.)

Los conceptos básicos incluidos en este reglamento son:

- Línea de referencia: Un EEDI de referencia para cada tipo de barco, el cual se representa en función del tamaño del barco. (Ver Imagen 9 para la Fase 0).

Las líneas de referencia son desarrolladas por la OMI, utilizando datos de un gran número de barcos existentes y analizando estos datos como se muestra en la Imagen 10.

Los detalles completos de cómo se desarrollan las líneas de referencia, incluidas las fuentes de datos, los controles de calidad de los datos, el número de barcos seleccionados, el año de

fabricación, el tamaño de los barcos, etc. se describen en detalle en las correspondientes directrices de la OMI, Resolución MEPC.231 (65) y la Resolución MEPC.233 (65).

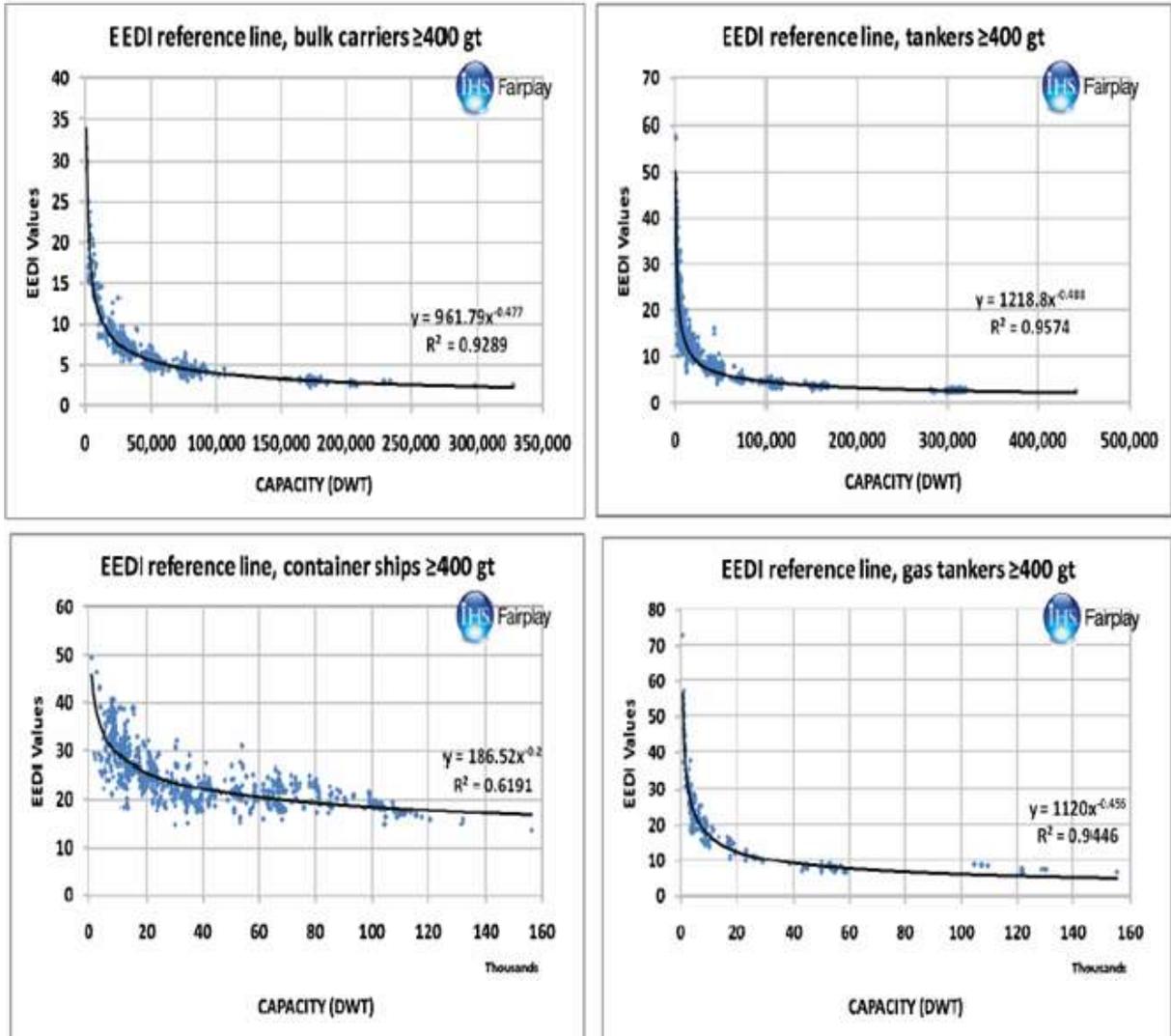


Imagen 10.- EEDI Referencia Líneas como el desarrollado por los utilizando OMI técnicas en la Resolución MEPC.231 (65). Fuente (MEPC.231(65).pdf s. f.)

Como se indicó, las líneas de referencia anteriores se producen a través del análisis de regresión de un gran número de datos y la ecuación de regresión resultante se muestra en cada diagrama. Estas ecuaciones de regresión se incorporan en la Regla 21 en forma de la siguiente fórmula:

$$\text{Reference EEDI} = a \cdot b^{-C}$$

Los parámetros representados por a, b y c en algunos de los tipos de buques se dan en la siguiente Tabla.

Tabla 3.- Parámetros para la determinación del valor EEDI. Fuente: Resoluciones MEPC.203 (62), MEPC.251 (66) y MEPC.301 (72)

Tipo de buque define en la regla 2	a	b	c
Granelero	961.79	DWT de la nave	0.477
Transportista de gas	1120.00	DWT de la nave	0.456
Petrolero	1218.80	DWT de la nave	0.488
Buque mercante	174.22	DWT de la nave	0.201
Carga general	107.48	DWT de la nave	0.216
Carga refrigerada	227.01	DWT de la nave	0.244
Carga Combinada	1219.00	DWT de la nave	0.488
Buques de carga Ro-Ro (transportadoras vehículo)	$(DWT/GT)^{-0.7} \cdot 780.36$ donde $DWT/GT < 0.3$	DWT de la nave	0.471
	1812.63 donde $DWT/GT \geq 0.3$		
Buques de carga Ro-Ro	1405.15	DWT de la nave	0.498
	1686.17*	DWT de la nave donde $DWT \leq 17,000^*$ 17,000 where $DWT > 17,000^*$	
Buque de pasaje de transbordo rodado	752.16	DWT de la nave	0.381
	902.59*	DWT de la nave donde $DWT \leq 10,000^*$ 10,000 where $DWT > 10,000^*$	
Buque metanero	2253.7	DWT de la nave	0.474
Cruceros de pasajeros (que tiene de propulsión no convencional)	170.84	GT de la nave	0.214

• Factor de reducción EEDI (X): Representa los puntos porcentuales para la reducción del EEDI en relación con la línea de referencia, como lo exige la regulación para años futuros. Cuyo factor servirá para ajustar las regulaciones del EEDI en fases a lo largo del tiempo al incrementar su valor. El valor de “factor de reducción” lo decide la OMI y está registrado en la Regla 21. Esto se muestra en la siguiente Tabla 2.3.

Los tipos de buques marcados con rojo entrarán en vigor el 1 de septiembre del 2019.

Tabla 4.- Factores de reducción EEDI, cortada límites y fases de implementación.
Fuente: (MEPC.203(62).pdf s. f.) y (MEPC.251(66).pdf s. f.)

Ship Type	Size	Phase 0 1 Jan 2013 – 31 Dec 2014	Phase 1 1 Jan 2015 – 31 Dec 2019	Phase 2 1 Jan 2020 – 31 Dec 2024	Phase 3 1 Jan 2025 and onwards
Bulk carrier	20,000 DWT and above	0	10	20	30
	10,000 – 20,000 DWT	n/a	0-10*	0-20*	0-30*
Gas carrier	10,000 DWT and above	0	10	20	30
	2,000 – 10,000 DWT	n/a	0-10*	0-20*	0-30*
Tanker	20,000 DWT and above	0	10	20	30
	4,000 – 20,000 DWT	n/a	0-10*	0-20*	0-30*
Container ship	15,000 DWT and above	0	10	20	30
	10,000 – 15,000 DWT	n/a	0-10*	0-20*	0-30*
General Cargo ships	15,000 DWT and above	0	10	15	30
	3,000 – 15,000 DWT	n/a	0-10*	0-15*	0-30*
Refrigerated cargo carrier	5,000 DWT and above	0	10	15	30
	3,000 – 5,000 DWT	n/a	0-10*	0-15*	0-30*
Combination carrier	20,000 DWT and above	0	10	20	30
	4,000 – 20,000 DWT	n/a	0-10*	0-20*	0-30*
LNG carrier***	10,000 DWT and above	n/a	10**	20	30
Ro-ro cargo ship (vehicle carrier)***	10,000 DWT and above	n/a	5**	15	30
Ro-ro cargo ship***	2,000 DWT and above	n/a	5**	20	30
	1,000 – 2,000 DWT	n/a	0-5*,**	0-20*	0-30*
Ro-ro passenger ship***	1000 DWT and above	n/a	5**	20	30
	250 – 1,000 DWT	n/a	0-5*,**	0-20*	0-30*
Cruise passenger ship*** having non-conventional propulsion	85,000 GT and above	n/a	5**	20	30
	25,000 – 85,000 GT	n/a	0-5*,**	0-20*	0-30*

Nota: n / a significa que no se aplica ninguna EEDI requerida.

* factor de reducción a interpolar linealmente entre los dos valores que dependen de tamaño del buque. El valor más bajo del factor de reducción se va a aplicar al tamaño barco más pequeño.

** Fase 1 comienza a esos barcos el 1 de septiembre de 2015.

*** factor de reducción se aplica a los buques entregados en o después de septiembre 1 2019, tal como se define en el párrafo 43 de la regla 2.

• Niveles de corte: Los buques de tamaño más pequeño, o de menor, están excluidos de tener un EEDI Obligatorio, por diferentes razones técnicas. Por lo que el texto reglamentario especifica los límites de tamaño de los buques, a este límite de tamaño se lo conoce como niveles de corte.

- Fases de implementación: El EEDI, se implementa por fases. En el presente, se encuentra en la primera fase, la cual se extiende desde el año 2015 hasta 2019. La segunda fase se ejecutará desde el año 2020 hasta el año 2024 y la tercera fase está prevista a comenzar desde el 2025 en adelante.

Fórmula de cálculo EEDI Obligatoria u Requerido

Usando el concepto anterior de factor de reducción (x), las siguientes ecuaciones muestran la forma en la que se calcula el EEDI requerido para un barco. Primero, para cada nave se calcula un "EEDI de referencia" utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{EEDI Requerido} = a \cdot b^{-c}$$

Donde:

b: Capacidad de la nave.

a y c: Constantes acordadas para cada tipo de buque e incluidas en el reglamento.

Referencia EEDI: Valor de referencia para EEDI.

El siguiente paso es establecer el factor de reducción (X) para el barco. Esto depende del año de construcción del barco y se especifica dentro de la regulación (ver Tabla 4). Una vez establecidos los EEDI y X de referencia, el EEDI requerido se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{EEDI Requerido} = (1 - X / 100) * (\text{Referencia EEDI})$$

Donde:

X: Tasa de reducción; aceptado e incluido en el Reglamento.

EEDI requerido: Límite reglamentario del EEDI del buque, que el EEDI real no debe superar.

El EEDI Requerido se aplica solo a los buques nombrados en la columna 1 y los tamaños de los buques especificados en la columna 2 de la Tabla 3. Para estos buques, la regulación 22 estipula que el EEDI obtenido debe ser siempre menor o igual al EEDI requerido:

$$\text{EEDI obtenido} < \text{EEDI prescrito}$$

Dónde:

EEDI obtenido: El EEDI real del buque, tal como se calcula por el astillero y verificado por una organización reconocida.

Esta regulación, además, establece lo siguiente:

- “Si el diseño de un barco permite clasificar en más de una de las definiciones de tipo de barco anteriores, el EEDI requerido para el barco será el EEDI más estricto (el más bajo)”.
- “Para cada nave en la que se aplique este reglamento, la potencia de propulsión instalada no deberá ser inferior a la potencia de propulsión necesaria para mantener la maniobrabilidad de la nave en condiciones desfavorables, tal como se define en las directrices que desarrollará la Organización”.
- Al comienzo de la Fase 1 y en el punto medio de la Fase 2, la OMI revisará el estado de los desarrollos tecnológicos y, si es necesario, modificará los periodos de tiempo, los parámetros de la línea de referencia EEDI para los tipos de buques relevantes y las tasas de reducción establecidas en este reglamento”. Este proceso de revisión está actualmente en curso en la OMI.

Regla 22: La regulación 22 es sobre SEEMP y establece:

1.- “Cada barco deberá mantener a bordo un Plan de Gestión de Eficiencia Energética del Barco (SEEMP) específico del barco. Esto puede formar parte del Sistema de Gestión de Seguridad (SMS) del barco.

2.- El SEEMP se desarrollará teniendo en cuenta las directrices adoptadas por la Organización.”(MEPC.203(62).pdf s. f.)

En consecuencia:

- Cada barco de más de 400 GT que participe en viajes internacionales debe tener un SEEMP a bordo.
- No hay una referencia específica a la necesidad de revisar y verificar el contenido de un SEEMP. Sin embargo, su existencia a bordo debe ser verificada.
- El SEEMP debe desarrollarse de acuerdo con las directrices de la OMI.
- La Sección 5 proporciona una descripción completa de las directrices relevantes de la OMI sobre el desarrollo y las mejores prácticas de SEEMP.

Regla 23: Esta regla se ejerció a solicitud de los países en desarrollo tras un debate en el MEPC de la OMI, sobre los esfuerzos de reducción de GHG, así como las dificultades tecnológicas y financieras que los países en desarrollo pueden enfrentar como resultado de las reglas de EE. Este reglamento titulado "Promoción de la cooperación técnica y la transferencia de tecnología relacionada con la mejora de la eficiencia energética de los buques", estipula que:

1.- "Las administraciones, en cooperación con la Organización y otros organismos internacionales, promoverán y proporcionarán, según corresponda, apoyo directo a través de la Organización a los Estados, especialmente a los Estados en desarrollo, que soliciten asistencia técnica".

2.- La Administración de una parte (país) cooperará activamente con otros (países), de conformidad con sus leyes, reglamentos y políticas nacionales, para promover el desarrollo y la transferencia de tecnología y el intercambio de información a los estados que soliciten asistencia técnica, especialmente Estados en desarrollo, con respecto a la implementación de medidas a cumplir con los requisitos del capítulo 4 del anexo, en particular los reglamentos 19.4 a 19.6. "(MEPC.214(63).pdf s. f.)

En apoyo a la implementación del reglamento anterior, OMI-MEPC aprobó una nueva Resolución MEPC.229 (65). Esta Resolución proporciona un marco para la promoción y facilitación del desarrollo de capacidades, la cooperación técnica y la transferencia de tecnología para apoyar a los países en desarrollo en la implementación del EEDI y el SEEMP. Como parte de esto, se estableció un grupo de trabajo especial de expertos sobre facilitación de la transferencia de tecnología para buques (AHEWG-TT) y la OMI respaldó las reuniones y los elementos de trabajo pertinentes. Además, la OMI lleva a cabo una cantidad significativa de actividades de creación de capacidad e implementación de proyectos relevantes en el área.

5. PAUTAS RELACIONADAS CON LA EE DE LOS BUQUES

A partir de distintas y varias incidencias ocurridas en el mar, se han realizado algunas resoluciones, las cuales contribuyen a la eficiencia energética. Siendo, el MEPC 203(62), una resolución creada el julio del 2011, del EEDI, y siendo esta obligatoria para los buques nuevos, y el SEEMP para todos los buques. Fue ese el primer instrumento sobre el cambio climático, jurídicamente vinculante, que se adoptó desde la adopción del Protocolo de Kyoto. (Eficiencia energética s. f.)

Desde 2012, el Comité de protección del medio marino (MEPC) ha adoptado, aprobado o enmendado importantes directrices y enmiendas, las cuales tienen como finalidad contribuir a la implantación de las reglas obligatorias sobre la eficiencia energética de los buques previstas el Anexo VI del Convenio MARPOL, estas directrices y enmiendas se revocan o sustituyen de acuerdo a las necesidades que se van presentando.

A continuación, las pautas relacionadas con la eficiencia energética de los buques hasta junio del 2019, en cuales se presenta el estado en el cual se encuentran, y las reglas o reglamentos que se han modificado en cada resolución.

Tabla 5.- Pautas relacionadas con la eficiencia energética de los buques.

Resolución / Circular	Título	Estado	Reglamento MARPOL Anexo VI.
<u>MEPC.254</u> <u>(67)</u> y sus enmiendas (<u>MEPC.261</u> <u>(68)</u>) <u>MEPC.309</u> <u>(73)</u>	Directrices de 2014 para la encuesta y certificación del Índice de diseño de eficiencia energética (EEDI) Enmiendas a las Directrices de 2014 sobre Encuesta y Certificación del Índice de Diseño de Eficiencia Energética (EEDI) (Texto consolidado: <u>MEPC.1 / Circ.855 / Rev.2</u>)	Revoca <u>MEPC.214</u> <u>(63)</u> y <u>MEPC.234</u> <u>(65)</u>	Regla 5
<u>MEPC.1 /</u> <u>Circ.876</u>	Formato de muestra para la confirmación de cumplimiento de conformidad con la regla 5.4.5 del Anexo VI de MARPOL	Al aire libre	Regla 5.4.5
<u>MEPC.308</u> <u>(73)</u>	2018 Directrices sobre el método de cálculo del Índice de diseño de eficiencia energética alcanzado (EEDI) para nuevos buques	Sustituye <u>MEPC.245</u> <u>(66)</u> y sus enmiendas	Regla 20.2
<u>MEPC.1 /</u> <u>Circ.815</u>	Guía de 2013 sobre el tratamiento de tecnologías innovadoras de eficiencia energética para el cálculo y la verificación del EEDI obtenido		Regla 20
<u>MEPC.1 /</u> <u>Circ.796</u>	Directrices provisionales para el cálculo del coeficiente f_w para la disminución de la velocidad del barco en una condición de mar representativa para uso de prueba		Regla 20
<u>MEPC.233</u> <u>(65)</u>	Directrices de 2013 para el cálculo de líneas de referencia para su uso con el Índice de diseño de eficiencia energética (EEDI) para buques de crucero de pasajeros con propulsión no convencional		Regla 21
<u>MEPC.231</u> <u>(65)</u>	Pautas para el cálculo de las líneas de referencia para el uso con el Índice de diseño de eficiencia energética (EEDI) del 2013	Revoca <u>MEPC.215</u> <u>(63)</u>	Regla 21
<u>MEPC.232</u> <u>(65)</u> y sus enmiendas (<u>MEPC.255</u> <u>(67)</u> y <u>MEPC.262</u> <u>(68)</u>)	Directrices provisionales de 2013 para determinar el poder de propulsión mínimo para mantener la maniobrabilidad de los buques en condiciones adversas (Texto consolidado: (<u>MEPC.1 / Circ.850 / Rev.2</u>)		Regla 21.5
<u>MEPC.282</u> <u>(70)</u>	Pautas 2016 para el desarrollo de un plan de gestión de eficiencia energética de buques (SEEMP)	Sustituye <u>MEPC.213</u> <u>(63)</u>	Regla 22

<u>Carta Circular</u> <u>No. 3827</u>	Sistema mundial integrado de información de envío (GISIS) - Módulo OMI a los buques de fuel oil base de datos del consumo	Al aire libre	Reglamento 22A
<u>MEPC.292</u> <u>(71)</u>	2017 Directrices para la verificación de la administración de datos de consumo de combustible de barco	Al aire libre	Regla 22A.7
<u>MEPC.293</u> <u>(71)</u>	Directrices de 2017 para el desarrollo y la gestión de la base de datos de la OMI sobre el consumo de fuel oil para buques	Al aire libre	Regla 22A.12
Al aire libre <u>MEPC.1 /</u> <u>Circ.871</u>	Envío de datos al sistema de recopilación de datos de la OMI sobre el consumo de fuel oil de buques de un Estado no parte en el Anexo VI de MARPOL	Al aire libre	Reglamento 22A
<u>MEPC.1 /</u> <u>Circ.684</u>	Directrices para el uso voluntario de la Eficiencia Energética del buque Indicador Operacional (EEOI)		---
<u>MEPC.1 /</u> <u>Circ.863</u>	Recomendación sobre la exención de los buques que normalmente no realizan viajes internacionales a los requisitos del capítulo 4 del Anexo VI de MARPOL		---
MEPC.229 (65)	Promoción de la cooperación técnica y transferencia de tecnología relativa a la mejora de la eficiencia energética de los buques		

6. CONCLUSIONES

Queda demostrado que, en su mayoría, las medidas adoptadas por la OMI son eficientes al reducir la contaminación ocasionada por buques, y explican la responsabilidad del sector del transporte marítimo y la OMI con la protección del medio ambiente.

Desde la creación de convenios y elaboración de regulaciones los incidentes de todo tipo en el mar han disminuido considerablemente. Las diversas medidas que se ha optado para la Eficiencia Energética en la industria marítima aun es poco consiente con respecto a su obligatoriedad, ya que solo dos de los seis Anexos del MARPOL son exigidos, en cuyos países lo han ratificado.

Sin embargo, se debe tener optimismo de que todos los cambios serán útiles, adecuados y beneficiosos, hasta obtener con posterioridad resultados de los estudios de la implementación de las regulaciones como; el Índice De Eficiencia Energética De Diseño y del Plan De Gestión De La Eficiencia Energética aplicado a todos los buques.

Este trabajo me ayudo a comprender que las regulaciones y reglas que se exigen son necesarias e importantes, ya que entre muchas cosas ayudan a combatir y mejorar la problemática ambiental, producida por la industria marítima.

Y que en su mayoría estos problemas se dan por la falta de concientización y límites de parte de esta (industria marítima), ya que estas regulaciones no llegan a ser suficientes en una industria tan grande como la marítima, pero podría ser catastrófico sin aquellos convenios, códigos, reglas y reglamentos, los cuales permiten controlar con mayor rigurosidad, como para combatir y marcar una diferencia en el mundo.

7. ANEXOS

En la Regla 23 - Capitulo 4 del Anexo MARPOL se incluye un nuevo apéndice VIII, se añade al final del anexo como sigue:

APÉNDICE VIII

Forma de Eficiencia Internacional de Energía Certificado (IEE)

CERTIFICADO INTERNACIONAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Publicado en virtud de las disposiciones del Protocolo de 1997, modificada por la resolución MEPC.203 (62), para modificar el Convenio Internacional para la prevención de la contaminación por los buques, 1973, modificado por el Protocolo de 1978 correspondiente (en lo sucesivo denominado "la Convención"), bajo la autoridad del Gobierno de:

.....
(Nombre completo del partido)

Por.....

(Nombre completo de la persona u organización competente autorizada en virtud de las disposiciones de la Convención)

Datos relativos al buque:

Nombre del buque

Número o letras distintivos

Puerto de registro

Tonelaje bruto

Número OMI

SE CERTIFICA:

- 1 Que el buque ha sido inspeccionado de conformidad con la regla 5.4 del Anexo VI de la Convención;
y
- 2 Que la encuesta muestra que el buque cumple con los requisitos aplicables de la regla 20, la regla 21 y la regla 22.

Fecha de terminación del reconocimiento en el que se basa el presente certificado:(dd/mm/aaaa)

Emitido en

(Lugar de expedición del certificado)

(Dd /mm/aaaa):

(Fecha de emisión)

(Firma del funcionario debidamente autorizado expide el certificado)

(Sello o estampilla de la autoridad, según proceda)

**Supplement to the International Energy Efficiency Certificate
(IEE Certificate)**

RECORD OF CONSTRUCTION RELATING TO ENERGY EFFICIENCY

Notes:	
1	This Record shall be permanently attached to the IEE Certificate. The IEE Certificate shall be available on board the ship at all times.
2	The Record shall be at least in English, French or Spanish. If an official language of the issuing Party is also used, this shall prevail in case of a dispute or discrepancy.
3	Entries in boxes shall be made by inserting either: a cross (x) for the answers "yes" and "applicable"; or a dash (-) for the answers "no" and "not applicable", as appropriate.
4	Unless otherwise stated, regulations mentioned in this Record refer to regulations in Annex VI of the Convention, and resolutions or circulars refer to those adopted by the International Maritime Organization.

1 Particulars of ship

- 1.1 Name of ship
- 1.2 IMO number
- 1.3 Date of building contract
- 1.4 Gross tonnage
- 1.5 Deadweight
- 1.6 Type of ship

2 Propulsion system

- 2.1 Diesel propulsion
- 2.2 Diesel-electric propulsion
- 2.3 Turbine propulsion
- 2.4 Hybrid propulsion
- 2.5 Propulsion system other than any of the above

3 Attained Energy Efficiency Design Index (EEDI)

3.1 The Attained EEDI in accordance with regulation 20.1 is calculated based on the information contained in the EEDI technical file which also shows the process of calculating the Attained EEDI.

The Attained EEDI is: grams-CO₂/tonne-mile

3.2 The Attained EEDI is not calculated as:

3.2.1 the ship is exempt under regulation 20.1 as it is not a new ship as defined in regulation 2.23

3.2.2 the type of propulsion system is exempt in accordance with regulation 19.3

3.2.3 the requirement of regulation 20 is waived by the ship's Administration in accordance with regulation 19.4

3.2.4 the type of ship is exempt in accordance with regulation 20.1

4 Required EEDI

4.1 Required EEDI is: grams-CO₂/tonne-mile

4.2 The required EEDI is not applicable as:

4.2.1 the ship is exempt under regulation 21.1 as it is not a new ship as defined in regulation 2.23

4.2.2 the type of propulsion system is exempt in accordance with regulation 19.3

4.2.3 the requirement of regulation 21 is waived by the ship's Administration in accordance with regulation 19.4

4.2.4 the type of ship is exempt in accordance with regulation 21.1

4.2.5 the ship's capacity is below the minimum capacity threshold in Table 1 of regulation 21.2

5 Ship Energy Efficiency Management Plan

5.1 The ship is provided with a Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP) in compliance with regulation 22

6 EEDI technical file

6.1 The IEE Certificate is accompanied by the EEDI technical file in compliance with regulation 20.1

6.2 The EEDI technical file identification/verification number

6.3 The EEDI technical file verification date

THIS IS TO CERTIFY that this Record is correct in all respects.

Issued at
(Place of issue of the Record)

(dd/mm/yyyy):
(Date of issue) (Signature of duly authorized official issuing the Record)

(Seal or stamp of the authority, as appropriate)"

8. BIBLIOGRAFÍA

- Bauzá Sosa, Xavier. 2018. «Estudio y aplicación del plan de gestión de la eficiencia energética del buque (SEEMP) en un buque tipo.»
<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/118787> (23 de mayo de 2019).
- «Boletín FAL 324_es.pdf».
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37618/Bolet%C3%ADn%20FAL%20324_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y (9 de mayo de 2019).
- «Eficiencia energética».
<http://www.imo.org/es/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Paginas/Technical-and-Operational-Measures.aspx> (17 de abril de 2019).
- International Maritime Organization (IMO). (1983). Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL) [Online]. Disponible: [http://www.imo.org/es/about/conventions/listofconventions/paginas/international-convention-for-the-prevention-of-pollution-from-ships-\(marpol\).aspx](http://www.imo.org/es/about/conventions/listofconventions/paginas/international-convention-for-the-prevention-of-pollution-from-ships-(marpol).aspx). (Febrero 2018)
- «La “EFICIENCIA ENERGÉTICA” en los “BUQUES” | EXPONAV».
<https://www.exponav.org/la-eficiencia-energetica-en-los-buques/> (1 de mayo de 2019).
- OMI Anexo VI del MARPOL, 2013, “Anexo VI del MARPOL y NTC 2008 con Directrices para Implementación, edición 2013, la OMI.
- Organización Marítima Internacional (OMI). (2011). MEPC 70/18. Enmiendas al anexo del protocolo de 1997 para enmendar la convención internacional para la prevención de la contaminación de los buques, 1973, según fue modificado por el protocolo de 1978 relacionado con el mismo (Inclusión de regulaciones sobre eficiencia energética para buques en el Anexo VI de MARPOL)
- «Reducir el consumo de combustible en buques - Consigmar - Operador Logístico desde 1974». 2018. *Consigmar - Operador Logístico desde 1974*.
<http://consigmar.com/reducir-el-consumo-de-combustible-en-buques/> (1 de mayo de 2019).
- 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” relativo al mismo (Inclusión de las normas sobre la eficiencia energética de los buques en el Anexo VI del MARPOL), la OMI MEPC, aprobó 15 julio de 2011.
- Resolución MEPC.213 (63), “Directrices de 2012 para el desarrollo de una eficiencia energética del buque plan de gestión (SEEMP)” OMI MEPC, adoptado el 2 de marzo de 2012.
- Resolución MEPC.214 (63): “Directrices de 2012 sobre el reconocimiento y la certificación del EEDI”, la OMI MEPC, aprobada el 2 de marzo de 2012.
- Resolución MEPC.231 (65): Directrices de 2013 para el cálculo de líneas de referencia para su uso con el índice de eficiencia energética de proyecto (EEDI), aprobada en 2013.

- Resolución MEPC.233 (65): Directrices de 2013 para el cálculo de líneas de referencia para su uso con el Índice de eficiencia energética de proyecto (EEDI) para buques de pasajeros de cruceros que tienen propulsión no convencional.
- Resolución MEPC.229 (65), “Promoción de la cooperación técnica y transferencia de tecnología relativa a la mejora de la eficiencia energética de los buques”, adoptada el 17 de mayo de 2013.
- Resolución MEPC.245 (66): 2014 Directrices para el cálculo de la energía alcanzada Eficiencia Diseño Índice (EEDI) para los buques nuevos, adoptado el 4 de abril de 2014.
- Resolución MEPC.251 (66): Enmiendas al Anexo VI del MARPOL y del Código Técnico sobre los NOx 2008 (Modificaciones a. Reglas 2, 13, 19, 20 y 21 y la certificación de los motores de doble combustible bajo el Código Técnico sobre los NOx 2008), adoptado el 4 de abril de 2014.
- Resolución MEPC.263 (68), “Modificación de los 2014 Directrices sobre el método de cálculo de Alcanzado el índice de eficiencia energética de proyecto (EEDI) para los buques nuevos, (Resolución MEPC.245 (66)), adoptada el 15 de mayo de 2015.
- «What it is Oct 2013_Web.pdf».
http://www.imo.org/en/About/Documents/What%20it%20is%20Oct%202013_Web.pdf
 (10 de mayo de 2019)