



FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y ARQUITECTURA

CARRERA: INGENIERÍA MARÍTIMA

**TRABAJO DE TITULACIÓN, MODALIDAD PROYECTO DE
INVESTIGACIÓN**

TÍTULO:

**“ESTRATEGIAS PARA LA REDUCCIÓN DE GASES DE
EFECTO INVERNADERO EN EMBARCACIONES PESQUERAS,
ENFOCADO EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE”**

AUTOR:


PALMA RODRÍGUEZ SBEL JAMILETH

ASESOR ACADEMICO:

DRA. MERCEDES ALEMÁN GARCÍA

MANTA – MANABÍ - ECUADOR

2025-2

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A)	CÓDIGO: PAT-01-F-010
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO	REVISIÓN: 2 Página 1 de 1

Certificación de tutor(a)

En calidad de docente tutora de la Facultad Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido y revisado el trabajo de investigación, bajo la autoría de la estudiante Sbel Jamileth Palma Rodríguez legalmente matriculado/a en la carrera de Ingeniería Marítima, período académico 2025-2, cumpliendo el total de 384 horas, bajo la opción de titulación de tesis, cuyo tema del proyecto es “ESTRATEGIAS PARA LA REDUCCIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EMBARCACIONES PESQUERAS, ENFOCADO EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE”.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 06 de febrero de 2026.

Lo certifico,



Ing. Mercedes Alemán García PhD
Docente Tutora

Declaración de autoría

La responsabilidad de este proyecto de investigación “Estrategias para la reducción de gases de efecto invernadero en embarcaciones pesqueras, enfocado en el consumo de combustible” corresponde exclusivamente a Palma Rodríguez Sbel Jamileth con C.I: 1350276620. Eximo a la universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, y a sus representantes legales, de posibles reclamos o acciones legales. Además, certifico que las ideas, opiniones, resultados y conclusiones vertidas en este proyecto de investigación son exclusividad del autor.

Manta, 05 de febrero de 2026

Ing. Mercedes Alemán García PhD

Docente Tutora

Palma Rodríguez Sbel Jamileth

Autor(a)

Dedicatoria

A Dios, por darme fortaleza y perseverancia para recorrer este largo camino. A mis padres Ángel Palma y María Rodríguez por su amor incondicional, y la confianza, me incentivaron a no rendirme ante las adversidades, sus valores y apoyo constante fueron importantes en mi formación académica.

A mis hermanos, Leonardo Palma y Kristel Palma por siempre motivarme a seguirme preparando, un abrazo o un ¡tú puedes! Fueron indispensables en cada etapa de este proceso.

A mi hija, Adele Plaza, por ser mi mayor motivación, por inspirarme a ser mejor cada día, todo esto es por ti y para ti. A mi esposo, Andy Plaza, por su comprensión, paciencia y respaldo en cada momento de este trabajo.

Agradecimiento

Agradezco a Dios, por ser mi guía en todo momento, a mis padres y hermanos por su apoyo incondicional, a mi hija y esposo por ser mi fuente de inspiración más grande.

A los docentes que durante estos años impartieron sus conocimientos con devoción, quienes han contribuido a mi formación académica de manera significativa, así mismo a la institución por hacer posible la realización de mis estudios, por las herramientas brindadas. De manera especial quiero agradecer a mi tutora académica, la Dra. Mercedes Alemán García por su acompañamiento, orientación y valiosos aportes en este trabajo de investigación.

Por último, quiero agradecer a mis compañeros y colegas que han recorrido este camino conmigo, personas importantes que de una u otra manera han aportado en mi formación académica e hicieron de esta carrera un lugar más agradable.

Síntesis

La presente investigación cuantificó las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de dos embarcaciones con sistemas de combustión interna diésel, una con propulsión mecánica convencional y otra que es híbrida. El estudio se desarrolló con la metodología del Panel Intergubernamental sobre cambio climático (IPCC), utilizando el enfoque de consumo energético y factores de emisión para la estimación de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O).

El análisis se basó en datos reales del consumo de combustible, potencia y horas de operación anual, lo que permitió calcular el consumo energético. A partir de esto, se cuantificó las emisiones anuales de GEI y se convirtieron a dióxido de carbono equivalente (CO₂e) con la aplicación de los potenciales de calentamiento global a 100 años.

Los resultados demuestran que la embarcación híbrida genera menos emisiones lo que representa una mayor eficiencia en el uso de la energía y optimización de sus generadores diésel, en comparación con la embarcación mecánica convencional. Finalmente se plantean estrategias de reducción de emisiones de GEI en el sector marítimo ecuatoriano.

Palabras claves

Motor, generador, IPCC, emisiones, GEI, ambiental.

Abstract

This research quantified the greenhouse gas (GEI) emissions of two vessels with diesel internal combustion systems, one with conventional mechanical propulsion and the other a hybrid system. The study was conducted using the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) methodology, employing the energy consumption approach and emission factors to estimate carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄), and nitrous oxide (N₂O).

The analysis was based on actual data for fuel consumption, power output, and annual operating hours, allowing for the calculation of energy consumption. From this, annual GHG emissions were quantified and converted to carbon dioxide equivalent (CO₂e) using 100-year global warming potentials

he results demonstrate that the hybrid vessel generates fewer emissions, representing greater energy efficiency and optimization of its diesel generators, compared to the conventional mechanical vessel. Finally, strategies for reducing GHG emissions in the Ecuadorian maritime sector are proposed.

Keywords

Engine, generator, IPCC, emissions, GEI, environmental

Índice general

Certificación de tutor(a)	II
Declaración de autoría	III
Dedicatoria	IV
Agradecimiento	V
Síntesis	VI
Abstract	VII
Índice de ilustraciones	XI
Índice de tablas	XI
Introducción	14
El problema	17
Antecedentes	17
Justificación	18
Propuesta	18
Problema de la investigación	19
Objeto de la investigación	19
Hipótesis	19
Objetivos	19
Objetivo general	19
Objetivos específicos	19
Capítulo I: Marco teórico	21
1.1 Motores de combustión interna	21
1.1.1 Motores de ciclo diésel	22
1.1.2 Eficiencia de los motores de combustión interna	25
1.1.3 Factores que afectan al consumo de combustible	27

1.2	Motores eléctricos	28
1.2.1	Eficiencia de los motores eléctricos.....	31
1.3	Generadores	32
1.4	Diesel.....	33
1.5	Impacto ambiental del sector marítimo	35
1.6	Convenio MARPOL.....	36
Capítulo II: Metodología IPCC 2006		37
2.1	¿Qué es el IPCC?	37
2.2	Directrices del IPCC 2006.....	37
2.2.1	Emisiones y absorciones antropogénicas	38
2.2.2	Territorio nacional.....	38
2.2.3	Gases de efecto invernadero.....	39
2.2.4	Sectores y categorías	39
2.3	Métodos de estimación.....	40
2.4	Informe del IPCC sobre los impactos de un calentamiento global de 1,5°C	41
2.5	Descripción de las embarcaciones de estudio	45
2.5.1	Embarcación mecánica convencional.....	45
2.5.2	Embarcación híbrida	46
Capítulo III: Análisis de resultados		49
3.1	Eficiencia térmica de la embarcación mecánica	49
3.2	Eficiencia térmica de la embarcación híbrida	52
3.3	Emisiones de GEI de las embarcaciones.....	53
3.3.1	Emisiones de la embarcación totalmente mecánica.....	54
3.3.2	Emisiones de la embarcación híbrida.....	56

Capítulo IV: Discusión de resultados	58
4.1 Propuestas para reducir las emisiones de GEI en el sector marítimo 61	
Conclusiones.....	63
Recomendaciones.....	64
Bibliografía.....	65
Anexos	70

Índice de ilustraciones

1 Esquema de combustión.	23
2 Esquema del funcionamiento del motor de cuatro tiempos.	25
3 Partes de un motor eléctrico.	32
4 Generador Wartsila.	33
6 El calentamiento global inducido por el hombre y preindustrial.	42
7 Reducción de las emisiones de CO ₂ hasta alcanzar cero emisiones.	42
8 Evolución de temperatura.	43
9 Contribución de las emisiones globales.	44
10 Emisiones totales de las dos embarcaciones en faena	58
11 Emisiones de GEI de las dos embarcaciones, en el 2025.	61

Índice de tablas

Tabla 1 Especificaciones de embarcación mecánica.	45
Tabla 2 Consumo de combustible por hora de la embarcación mecánica ...	46
Tabla 3 Consumo de combustible anual de la embarcación mecánica	46
Tabla 4 Especificación de la embarcación híbrida	46
Tabla 5 Consumo de combustible de la embarcación híbrida en ralentí	47
Tabla 6 Consumo de combustible anual de la embarcación híbrida, en ralentí	47
Tabla 7 Consumo de combustible por hora de la embarcación híbrida a 17 nudos.	47
Tabla 8 Consumo de combustible anual de la embarcación híbrida, a 17 nudos.	48
Tabla 9 Unidades de las ecuaciones	48
Tabla 10 Eficiencia térmica del motor Caterpillar 645xxx, en puerto.	49
Tabla 11 Eficiencia térmica del motor Caterpillar 645xxx, en faena	50
Tabla 12 Eficiencia térmica del motor Caterpillar 3412	50
Tabla 13 Eficiencia térmica del motor Caterpillar 3408	51
Tabla 14 Eficiencia térmica del generador Caterpillar 3508	51

Tabla 15 Eficiencia térmica del generador Caterpillar 3412	51
Tabla 16 Eficiencia térmica del generador Wartsila, en ralentí	52
Tabla 17 Eficiencia térmica del generador Wartsila, a 17 nudos	52
Tabla 18 Eficiencia del motor principal de la embarcación híbrida	53
Tabla 19 Eficiencia del motor de apoyo de la embarcación híbrida	53
Tabla 20 Conversión de combustible en unidad de tonelada	54
Tabla 21 Consumo energético de embarcación mecánica, en faena	54
Tabla 22 Emisiones totales de embarcación mecánica, en faena	55
Tabla 23 Consumo energético de embarcación mecánica, en puerto	55
Tabla 24 Emisiones totales de embarcación mecánica, en puerto	56
Tabla 25 Consumo energético de embarcación híbrida, en faena	56
Tabla 26 Emisiones totales de embarcación híbrida, en faena	56
Tabla 27 Consumo energético de embarcación híbrida, en puerto	57
Tabla 28 Emisiones totales de embarcación híbrida, en puerto	57
Tabla 29 Consumo energético de las dos embarcaciones	59
Tabla 30 Emisiones totales de las dos embarcaciones	60

Introducción

El sector pesquero representa un papel fundamental en la economía y seguridad alimentaria del mundo, especialmente en países con buenos recursos marítimos como Ecuador. Sin embargo, esta actividad contribuye de manera significativa a la contaminación ambiental, las embarcaciones dependen en gran medida de los combustibles fósiles, ya sea para sus generadores o motores, produciendo así emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En los últimos años, la preocupación por el calentamiento global impulsa a establecer medidas de mitigación frente a la contaminación proveniente de las actividades marítimas.

El panel intergubernamental sobre cambio climático (IPCC), en sus directrices del 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, facilita metodología estandarizada para cuantificar y reportar las emisiones de GEI, de diferentes sectores incluido el transporte marítimo. Estas directrices ayudan a evaluar las emisiones derivadas del consumo de combustible en embarcaciones, esto permite identificar fuentes de contaminación y diseñar estrategias para la reducción de la misma.

De acuerdo con el IPCC 2006, las emisiones generadas por el transporte marítimo se calculan respecto al tipo y cantidad de combustible utilizado, además del factor de emisión del hidrocarburo correspondiente. En el caso de las embarcaciones pesqueras, el combustible más usado es el diésel, y su combustión incompleta muchas veces puede generar altas emisiones de GEI. Por lo tanto, el uso correcto de esta metodología ayuda a medir el impacto ambiental de las flotas, y plantear estrategias para la reducción de su huella de carbono.

El consumo energético en la industria marítima cada vez es más grande debido a la demanda de productos marinos, comercio y turismo. Esto genera un reto ambiental y económico significativo, ya que las embarcaciones suelen operar con motores antiguos y de bajo rendimiento, además el gasto de combustible representa uno de los mayores costos operativos de la pesca, por lo que la contaminación ambiental se ve intensificada.

Es por esto que, es indispensable hacer una retrospectiva de cómo ha ido evolucionando la industria pesquera, de tal forma que se propongan estrategias de reducción de gases de efecto invernadero en las embarcaciones pesqueras, orientadas a la optimización del consumo de combustible o la adopción de nuevas tecnologías más limpias y eficientes. Algunas propuestas potenciales para abordar esta problemática incluyen mantenimientos preventivos, modernización de maquinaria, los biocombustibles, el metanol, el hidrógeno, la propulsión eléctrica o incluso los combustibles nucleares, pero cada una ofrece diferentes niveles de descarbonización e incurre en diferentes costes económicos, así como en la emisión de contaminantes relacionados con la calidad del aire. (Balcombe et al., 2019)

La maquinaria principal es la encargada de generar la propulsión a la embarcación, por lo general en Ecuador usan motores de combustión interna a diésel, de dos o cuatro tiempos. Aunque este combustible es el más usado comercialmente, su combustión genera grandes cantidades de CO₂ (dióxido de carbono), NO_x (óxido de nitrógeno), CO (monóxido de carbono), etc. Las emisiones del motor diésel varían en su composición química y distribución del tamaño de partícula según los tipos de motor, las condiciones de funcionamiento del motor, las formulaciones de combustible, el aceite lubricante, los aditivos y los sistemas de control de emisiones. (Heywood, 2018)

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) provenientes de buques podrían aumentar hasta en un 250% para 2050 con respecto a sus niveles de 2012, debido al aumento del volumen mundial de carga. Sin embargo, faltan acuerdos legales internacionales vinculantes para regular los GEI, ya que las soluciones técnicas siguen siendo costosas y no existe un apoyo industrial crucial. En 2003, la Organización Marítima Internacional adoptó la Resolución A.963 (23) para regular las emisiones de CO₂ del transporte marítimo a través de rutas técnicas, operativas y basadas en el mercado. Sin embargo, el progreso ha sido lento e incierto; no existe un objetivo concreto de reducción de emisiones ni un plan de acción definitivo. (Wan & Tang, 2018)

De acuerdo con la Organización Marítima Internacional (IMO), a nivel mundial un solo buque que emplea combustible con un contenido de azufre del 3,5 % puede generar emisiones equivalentes a las producidas por aproximadamente 210 000 camiones. En 2018, el sector marítimo emitió más de mil millones de toneladas de dióxido de carbono, lo que representó un incremento cercano al 9 % en comparación con 2012, alcanzando aproximadamente el 2,9 % de las emisiones antropogénicas globales. Una proporción significativa de estas emisiones proviene de buques que operan a menos de 400 km de la costa, lo que supone un riesgo para el medio ambiente y la salud humana debido a la liberación de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos. (IMO, 2020)

Este proyecto de investigación se basa en la metodología del IPCC 2006, en los convenios y tratados internacionales que trabajan en conjunto con la OMI, con la finalidad de proponer estrategias que ayuden al control y reducción de gases de efecto invernadero en las embarcaciones pesqueras del puerto de Manta, Ecuador; para así contribuir a la preservación del medio ambiente, mediante alternativas sostenibles y sustentables.

El problema

Antecedentes

El cambio climático es uno de los principales retos ambientales y socioeconómicos en la actualidad, la quema de combustibles fósiles a incrementando significativamente los gases de efecto invernadero en la atmosfera, en este contexto la pesca y transporte marítimo es una fuente importante de contaminación. La organización marítima internacional (OMI) ha establecido regulaciones específicas, como el anexo VI del convenio MARPOL donde menciona la limitación de emisiones de óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x) y otros gases contaminantes provenientes del uso de los combustibles fósiles.

Los esfuerzos mundiales contra la contaminación marina liderados por la OMI surgieron en la década de 1970, y algunos contaminantes procedentes de buques se han regulado gradualmente desde la década de 1980. Sin embargo, los acuerdos jurídicos internacionales vinculantes para regular los GEI evolucionan lentamente, ya que las soluciones técnicas siguen siendo costosas y falta un apoyo industrial crucial. (Wan & Tang, 2018). La Organización Marítima Internacional establece que el objetivo principal del Convenio MARPOL 73/78 es prevenir y eliminar la contaminación del medio marino causada por los buques, tanto por descargas operacionales como por vertidos accidentales de hidrocarburos y otras sustancias nocivas. (IMO, 2023)

El Plan Nacional de Mitigación del Cambio Climático de Ecuador 2024 – 2070 “PLANMICC” es la primera estrategia de planificación a largo plazo, que marcará la ruta de transición hacia la descarbonización de Ecuador para los próximos 46 años, a fin de alcanzar un futuro sostenible y bajo en emisiones de gases de efecto invernadero. Ecuador podrá, entre otras acciones, apoyar la meta del Acuerdo de París, orientada a limitar el calentamiento global a 1,5 °C y, a la vez, generar beneficios como mejorar la salud de la población, producir alimentos más sanos, acceder a financiamiento climático, disminuir el uso de combustibles fósiles y conservar su mega biodiversidad. (MAATE, 2024)

Las emisiones de más de 100.000 barcos que consumen alrededor de 300 toneladas de combustible junto con otros contaminantes atmosféricos derivados del uso de combustibles fósiles, han impulsado acuerdos de sostenibilidad ambiental, llevando a la industria hacia la transición energética, para que se integren las estrategias de descarbonización. (Miranda, 2025)

Justificación

El presente trabajo de titulación, en modalidad proyecto de investigación, se basa en una problemática real previamente descrita. La importancia de este proyecto radica en su contribución a la sostenibilidad del medio ambiente, plantea alternativas orientadas a mejorar la eficiencia energética y reducir la huella ambiental del sector pesquero.

La necesidad de abordar los temas ambientales en el sector marítimo es indispensable para la formación de los profesionales y el desarrollo de sus habilidades en cuanto al tema de eficiencia energética. Por lo tanto, esta investigación beneficiará a los estudiantes de la carrera de ingeniería marítima, ya que permite tener una visión más amplia de lo que conlleva el uso excesivo de combustibles fósiles y el impacto ambiental que este genera en la actualidad.

Con los avances de la tecnología y normas según la OMI, lo que se espera en unos años es tener combustibles con menos emisiones y/o fomentar nuevas fuentes de energía más sostenibles y renovables; para mitigar el cambio climático que afecta directamente al ecosistema marino, terrestre y atmosférico.

Propuesta

Con este trabajo de titulación realizado bajo la modalidad de proyecto de investigación, se pretende presentar estrategias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en embarcaciones pesqueras, además de los resultados basados del software IPCC 2006 de la cuantificación de gases que emiten las embarcaciones.

Problema de la investigación

El sector marítimo es responsable de una cantidad significativa de gases de efecto invernadero (GEI), ya que la actividad pesquera depende mucho de los combustibles fósiles y este consumo de combustible suele ser elevado debido a la antigüedad de los motores, deficiencias en los sistemas de propulsión, prácticas operativas poco eficientes, y el uso limitado de tecnologías orientadas a la mejora del rendimiento energético.

Aunque Ecuador adopta medidas de mitigación, como el anexo VI del convenio de MARPOL, aun no se establecen medidas regulatorias y de control como tal, lo que dificulta el registro y cuantificación de las emisiones de GEI en las embarcaciones pesqueras. Esta ausencia de datos dificulta la toma de decisiones orientadas a mejorar la eficiencia energética y reducir el impacto ambiental del sector marítimo.

Objeto de la investigación

Cuantificar el consumo de combustible en embarcaciones pesqueras

Hipótesis

Si se proponen estrategias que mejoren la eficiencia energética de los motores marinos, se reducirá la emisión de gases de efecto invernadero generados por el consumo de combustible en las embarcaciones pesqueras, mejorando la huella de carbono del sector marítimo.

Objetivos

Objetivo general

Determinar las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas del consumo de combustible en embarcaciones pesqueras, utilizando las directrices del IPCC 2006 para proponer estrategias que permitan reducir su impacto ambiental.

Objetivos específicos

- Identificar que motor es más eficiente para las embarcaciones.

- Cuantificar las emisiones de GEI, aplicando el software Inventario de emisión de gases de efecto invernadero IPCC 2006
- Desarrollar estrategias para la reducción de emisiones en embarcaciones pesqueras, aplicables al Ecuador.
- Proponer sistemas para medir las emisiones de GEI de las embarcaciones.

Capítulo I: Marco teórico

1.1 Motores de combustión interna

Los motores de combustión interna son un tipo de motores térmicos en los que se da la combustión en su interior, cabe mencionar que esta combustión, la cual se ejecuta en el cilindro, es el proceso en que la energía química se convierte en energía mecánica. El impulso de estos motores es posible gracias a un combustible. Dependiendo del tipo de ciclo, el combustible utilizado es diésel o gasolina. Los cilindros de estos motores incluyen también otros componentes como pistones, bielas y válvulas, entre otros. Asimismo, en esta parte del motor es donde se realizan los cuatro tiempos del ciclo termodinámico: admisión, compresión, explosión y escape. (Ifema , 2022)

El desarrollo de los motores de combustión interna tuvo avances significativos a partir del siglo XIX. En 1859, el ingeniero francés Étienne Lenoir construyó uno de los primeros motores capaces de operar de forma continua en aplicaciones industriales. Posteriormente, en 1876, Nikolaus Otto introdujo el motor de cuatro tiempos, que marcó un hito en la evolución de esta tecnología. Más adelante, Gottlieb Daimler desarrolló y patentó en 1885 el primer motor de gasolina, mientras que en 1892 Rudolf Diesel presentó el motor de encendido por compresión, sentando las bases de los motores diésel modernos. (Piqueras, 2016) (Richard Stone, 2012)

Los motores de combustión interna pueden clasificarse atendiendo a diferentes conceptos:

- Por la forma de iniciar la combustión: Motores Otto (motores de explosión: encendido por chispa) y motores Diesel (encendido por compresión).
- Por el ciclo de trabajo: Motores de 4 tiempos y motores de 2 tiempos.
- Por el movimiento del pistón: Motores de pistón alternativo y motores de pistón rotativo.

En los motores de combustión interna, el funcionamiento se basa en la introducción de aire y combustible al interior del cilindro, donde la energía química del combustible se transforma en energía mecánica mediante el proceso de combustión. En los motores de encendido por chispa, la mezcla aire - combustible se prepara previamente y se inflama mediante una chispa eléctrica, mientras que en los motores de encendido por compresión el aire es comprimido hasta alcanzar altas temperaturas, permitiendo que el combustible inyectado se auto encienda. La forma en que se produce la combustión influye directamente en la eficiencia del motor y en la generación de emisiones contaminantes, especialmente en los motores diésel, donde las condiciones de inyección y combustión determinan la formación de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos (F. Payri, 2015)

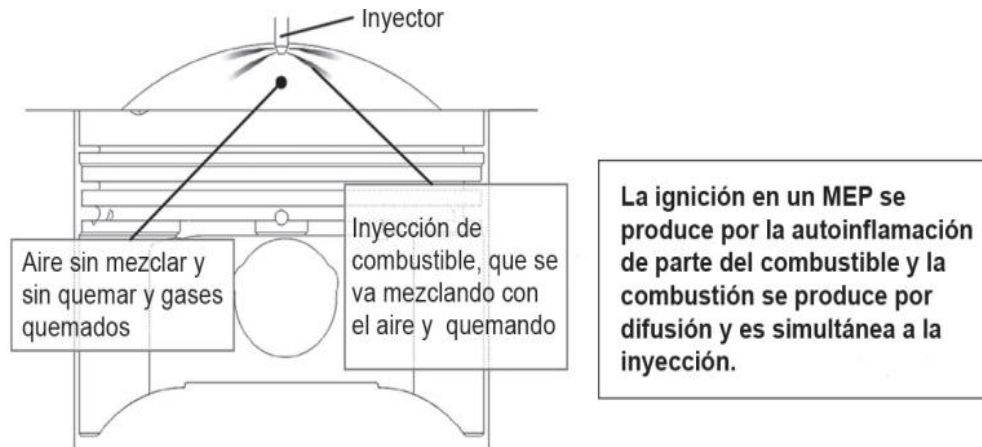
La mezcla comprimida en la cámara de combustión se transforma, por efecto de la combustión, en vapor de agua (H_2O), bióxido de carbono (CO_2) y nitrógeno (N). El nitrógeno, gas inerte contenido en el aire, no interviene en la combustión. El vapor de agua producido en la combustión se mantiene y se comporta como un gas permanente. Entre los otros productos de la combustión se encuentran partículas de otros gases tales como: monóxido de carbono (CO), hidrógeno (H_2), metano (CH_4) y oxígeno (O_2), cuando la combustión es incompleta. (F. Payri, 2015)

La cantidad de oxígeno que participa en el proceso está en razón directa del exceso de aire introducido con respecto al necesario para la combustión. En consecuencia, el fluido de trabajo está formado inicialmente por el aire y el combustible y después, por el conjunto de gases producidos durante la combustión. Como es natural y evidente, su composición química varía en el curso del ciclo de trabajo. (F. Payri, 2015)

1.1.1 Motores de ciclo diésel

En este tipo de motores, el fluido que se comprime es aire y el combustible se inyecta en la cámara una vez finalizada el proceso de compresión. La ignición se produce por la autoinflamación de parte del combustible inyectado, mientras que el

resto se quema mediante una combustión por difusión que es simultánea a la propia inyección. Las condiciones que se deben alcanzar en el proceso de compresión serán aquellas que aseguren la autoinflamación de la mezcla. (Antonio Rovira, 2015)



1Esquema de combustión.

Fuente: <https://lopezva.wordpress.com/wp-content/uploads/2019/11/343564272-motores-de-combustion-interna.pdf>

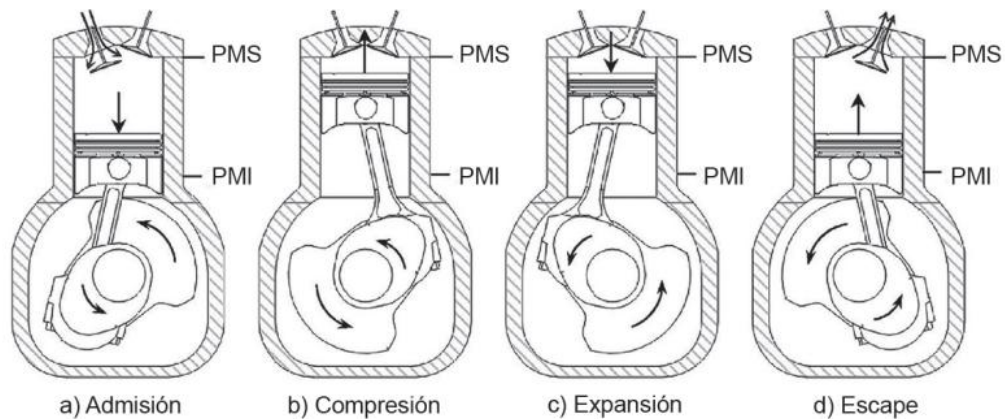
Los motores diésel son ampliamente utilizados en aplicaciones industriales y de transporte debido a su elevada eficiencia energética, asociada a la alta densidad energética del combustible diésel. Esta eficiencia permite un mayor aprovechamiento de la energía liberada durante la combustión, lo que resulta en menores consumos específicos en comparación con otros tipos de motores. No obstante, el funcionamiento de estos motores conlleva la emisión de gases y partículas contaminantes que pueden tener efectos adversos sobre la calidad del aire y la salud humana, especialmente en exposiciones prolongadas, lo que ha motivado un creciente interés en el análisis y control de sus emisiones. (Roel Vermeulen, 2014)

Los motores de cuatro tiempos requieren de cuatro carreras del pistón (o dos revoluciones del cigüeñal) para realizar el ciclo completo. Los procesos que se realizan en cada una de los tiempos o carreras son los siguientes:

- Primer tiempo o admisión: Se realiza el proceso de admisión. El pistón se separa del punto muerto superior (PMS) descendiendo por el cilindro. Esto genera una depresión en el cilindro que permite su llenado con masa fresca, sin quemar. Las válvulas de admisión están abiertas y las de escape cerradas.
- Segundo tiempo o compresión: Tiene lugar el proceso de compresión. El pistón se desplaza desde el punto muerto inferior (PMI) hacia el superior (PMS), comprimiéndose la masa fresca al estar las válvulas de admisión y de escape cerradas. En las cercanías del PMS se produce la ignición de la mezcla (bien sea por un agente externo o por la autoinflamación de la mezcla), empezando el proceso de combustión.
- Tercer tiempo o expansión: El pistón vuelve a descender, empezando la 2ª revolución del cigüeñal. Durante esta carrera finaliza el proceso de combustión y se realiza el de expansión. Las válvulas permanecen cerradas.

En las proximidades del PMI, pero todavía en la carrera de expansión, se abren las válvulas de escape comenzando la evacuación de los gases a la atmósfera como consecuencia de que su presión es mayor que la atmosférica. A esta evacuación, anterior a la propia carrera de escape, se le denomina escape espontáneo. (Antonio Rovira, 2015)

- Cuarto tiempo o escape: El pistón vuelve a desplazarse desde el PMI hacia el PMS. Las válvulas de escape continúan abiertas por lo que el movimiento del pistón permite expulsar los gases quemados hacia la atmósfera.



2 Esquema del funcionamiento del motor de cuatro tiempos.

Fuente: <https://lopezva.wordpress.com/wp-content/uploads/2019/11/343564272-motores-de-combustion-interna.pdf>

1.1.2 Eficiencia de los motores de combustión interna

La eficiencia energética constituye un indicador clave en el sector del transporte, ya que expresa la relación entre la energía suministrada por un combustible o fuente energética y la cantidad de trabajo útil que el sistema es capaz de generar. Un mayor nivel de eficiencia implica una mejor conversión de la energía disponible en movimiento, reduciendo las pérdidas asociadas a procesos como la disipación de calor, la fricción mecánica y otros fenómenos inherentes al funcionamiento del motor. (IEA, 2022)

El desarrollo reciente de los motores de combustión interna ha estado marcado por la incorporación de tecnologías orientadas a mejorar la eficiencia del proceso de combustión y a reducir las emisiones contaminantes. Entre estos avances se incluyen mejoras en los sistemas de inyección, optimización del control electrónico del motor y el uso de estrategias de postratamiento de gases de escape, las cuales han permitido disminuir significativamente la emisión de material particulado y óxidos de nitrógeno. No obstante, estos progresos tecnológicos incrementan la complejidad del sistema y sus costos operativos, y no eliminan las limitaciones inherentes del motor térmico en términos de eficiencia energética y emisiones de gases de efecto invernadero, lo que refuerza la necesidad de evaluar alternativas tecnológicas complementarias. (Magín Lapuerta, 2019)

La eficiencia energética de un motor se refiere al porcentaje de energía útil que podemos sacar por cada unidad de combustible. En otras palabras, cada litro de combustible es capaz de proporcionar una cierta cantidad teórica de energía. La eficiencia energética del motor será un porcentaje menor al 100%, básicamente porque siempre existe una cantidad de energía desaprovechada en forma de calor, principalmente. (Magín Lapuerta, 2019)

Cada tipo de motor tiene su propia forma de convertir la energía almacenada en combustible o electricidad en movimiento, y la eficiencia se mide de manera diferente para cada uno:

- Motores de combustión interna (gasolina y diésel): La eficiencia se mide en términos de litros de combustible por cada 100 kilómetros (l/100 km) o millas por galón (mpg) en algunos países. Además, se puede evaluar la eficiencia térmica, es decir, la cantidad de energía generada por la combustión del combustible que se convierte en energía útil. Generalmente, los motores de gasolina tienen una eficiencia térmica de alrededor del 25-30%, mientras que los diésel pueden llegar hasta el 40%. (IEA, 2022)
- Motores híbridos: Combinan un motor de combustión interna con un motor eléctrico, lo que les permite recuperar energía durante el frenado y utilizar la electricidad almacenada en baterías para apoyar el motor de combustión. La eficiencia se mide en litros por 100 km (o mpg), pero la cifra es generalmente menor que la de los motores de combustión pura gracias al uso de la energía eléctrica. Su eficiencia varía dependiendo del uso que se le dé al vehículo y el nivel de carga de la batería. (IEA, 2022)
- Motores eléctricos: La eficiencia de un motor eléctrico se mide en kilovatios-hora por cada 100 kilómetros (kWh/100 km). Los motores eléctricos son mucho más eficientes, con una conversión de energía

que supera el 90%, ya que generan muy poco calor y no necesitan quemar combustible. (IEA, 2022)

Es importante conocer la eficiencia energética de los motores más usados en las embarcaciones pesqueras, ya que esto ayudara a decidir cuál es la mejor opción para reducir la contaminación ambiental causada por la actividad pesquera en el Ecuador, además de reducir costos de operación y mantenimientos que mejoraran la productividad en este sector.

1.1.3 Factores que afectan al consumo de combustible

El exceso de consumo de combustible puede darse por varios factores directamente e indirectamente, uno de los más comunes que se puede observar en las embarcaciones pesqueras de Manta es la antigüedad de los motores esto ocasiona que la eficiencia baje y por ende se necesita más consumo para lograr los objetivos. Sin embargo, hay más factores que influyen, muchos creen que cuanto más pequeña es la embarcación, menos combustible consume. Si bien el tamaño influye en el consumo de combustible de una embarcación, no es el único factor determinante. La relación entre el peso del motor y el consumo de combustible es crucial. (Brad Armstrong, 2023)

Tipo y tamaño del motor: la eficiencia del motor de la embarcación es un factor clave en el consumo de combustible. Un motor más grande consume más combustible que uno de menor potencia. (Brad Armstrong, 2023)

Peso, eslora y tipo de embarcación: tiene un impacto significativo. Los distintos tipos de embarcaciones tienen diferentes índices de consumo de combustible. El rendimiento varía según el tipo de embarcación, como lanchas neumáticas pequeñas, lanchas de pesca deportiva, cruceros con cabina, barcos de pesca medianos, lanchas con proa abierta, lanchas con cabina, pontones, etc. El peso de la embarcación, incluyendo pasajeros y carga, afecta directamente al consumo de combustible. Una embarcación sobrecargada puede consumir más

combustible incluso con suficiente potencia y revoluciones por minuto del motor. (Brad Armstrong, 2023)

Diseño del casco: la forma y el diseño del casco de la embarcación son importantes. Los cascos en V profunda tienden a ser más eficientes en el consumo de combustible que las opciones de forma cuadrada porque crean menos resistencia y necesitan menos potencia. (Brad Armstrong, 2023)

Hélices y velocidad: las hélices de las embarcaciones pueden afectar la eficiencia. Además, el rendimiento de combustible disminuye al navegar continuamente a altas velocidades. Los cambios frecuentes de RPM pueden afectar significativamente la eficiencia del combustible. (Brad Armstrong, 2023)

Condiciones meteorológicas y otros factores: las condiciones climáticas cambiantes, el oleaje, la niebla densa y otras condiciones marítimas adversas obligan a realizar giros bruscos, cambios de velocidad, navegar contra el viento y otras maniobras que aumentan el consumo de combustible en comparación con la navegación en aguas tranquilas. (Brad Armstrong, 2023)

El mantenimiento de la embarcación también es crucial, un mantenimiento inadecuado puede resultar en un rendimiento deficiente y un mayor consumo de combustible.

1.2 Motores eléctricos

Los motores eléctricos han ganado popularidad por sus ventajas medioambientales y su eficiencia operativa. Emisiones reducidas los convierten en una opción atractiva para los navegantes con conciencia ecológica. Los combustibles tradicionales contribuyen a la contaminación, lo que afecta a la vida marina y a la calidad del agua. Los motores eléctricos mitigan estos efectos y favorecen un ecosistema más sano. (Equipmake, 2025)

Estos motores convierten la energía eléctrica en energía mecánica para propulsar la embarcación. Componentes como baterías, controladores y hélices

trabajar en armonía para conseguirlo. Una batería almacena la energía eléctrica, a menudo recargable, proporcionando potencia para viajes prolongados. Los controladores gestionan el flujo de electricidad, garantizando un rendimiento óptimo. Las hélices, impulsadas por el motor, mueven la embarcación con eficacia a través del agua. (Equipmake, 2025)

Los motores eléctricos usados en embarcaciones ofrecen grandes ventajas, como las que se detallan a continuación:

Eficiencia energética: la optimización energética tiene un impacto relevante sobre el medioambiente y el ecosistema. A nivel productivo, cada vez son mayor las iniciativas para apostar por las energías provenientes de las fuentes renovable tienden a ser más eficientemente en la transformación de energía eléctrica en energía mecánica. (Muñoz, 2024)

Menor impacto ambiental: si la energía eléctrica procede de principios reversibles y fuentes renovables, como la energía solar, eólica o hidroeléctrica, el lanzamiento eléctrico automatizado obtiene favorecer a un reajuste significativo de las manifestaciones de gases de efecto invernadero y otros edificadores meteorológicos. (Muñoz, 2024)

Menos ruido y vibraciones: generalmente los motores automáticos son más sigilosos y crean menos agitaciones que los motores de inflamación interna, lo que logra es optimizar el confort o comodidad a bordo y comprimir el contagio auditivo sumergible. (Muñoz, 2024)

Mayor flexibilidad en el diseño: no todos los barcos son iguales ni pueden navegar por los mismos sitios. Los propulsores automatizados consienten una mayor elasticidad en la delineación con habilidad de los dispositivos de propulsión, lo que consigue implicar en un mejor beneficio del espacio y una colocación más eficaz del peso. (Muñoz, 2024)

Aunque los motores eléctricos son buenas alternativas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, también presentan desventajas.

Peso y densidad de potencia: Los motores eléctricos, si bien son eficientes, actualmente son más pesados y voluminosos que los motores a reacción para la misma potencia. Esto añade peso a la aeronave, lo que afecta la autonomía y el consumo de combustible. Las nuevas tecnologías de baterías y motores con mayor densidad de potencia son cruciales para superar este obstáculo. (Industrial motors, 2024)

Gestión térmica: La integración de dos fuentes de energía distintas con perfiles térmicos contrastantes genera complejidad. Los motores a reacción operan a altas temperaturas, mientras que los motores eléctricos ofrecen un rendimiento óptimo a temperaturas más bajas. Diseñar un sistema que gestione eficientemente la disipación de calor de ambas fuentes sin comprometer el rendimiento supone un reto considerable. (Industrial motors, 2024)

Tecnología de baterías: La tecnología actual de baterías presenta limitaciones en cuanto a densidad energética y tiempo de carga. Las aeronaves híbridas requieren baterías con alta densidad energética para ofrecer suficiente autonomía, pero cargarlas con la rapidez suficiente para vuelos frecuentes sigue siendo un desafío. Los avances en la tecnología de baterías son esenciales para la adopción generalizada de la propulsión híbrida. (Industrial motors, 2024)

Complejidad del sistema de control: La integración de dos fuentes de energía diferentes requiere un sistema de control sofisticado. Este sistema debe gestionar a la perfección la interacción entre el motor de aire y el motor eléctrico, optimizando la entrega de potencia en las distintas fases del vuelo. Además, es crucial garantizar transiciones fluidas entre la propulsión eléctrica y la propulsión a reacción sin comprometer la seguridad ni el rendimiento. (Industrial motors, 2024)

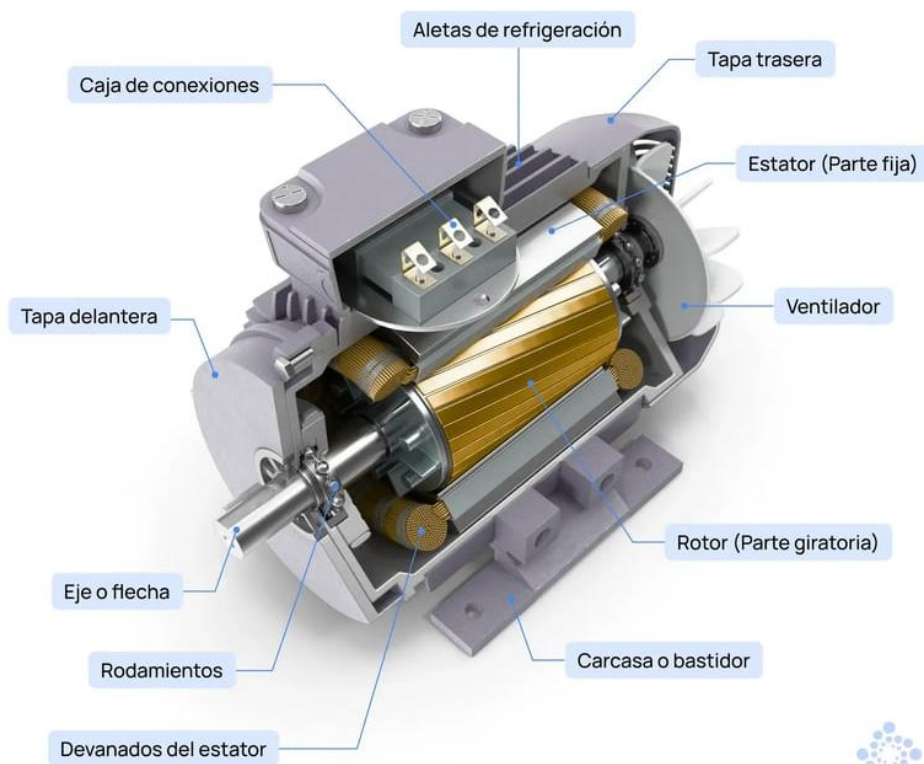
Certificación y Regulaciones: La integración de un novedoso sistema de propulsión híbrido requiere abordar una compleja red de regulaciones aeronáuticas

y procesos de certificación. La seguridad y la fiabilidad son primordiales, y los reguladores requerirán pruebas exhaustivas y datos para garantizar la aeronavegabilidad de estos nuevos sistemas. (Industrial motors, 2024)

1.2.1 Eficiencia de los motores eléctricos

Los motores eléctricos convierten la energía almacenada en las baterías en movimiento de manera mucho más eficiente, superando el 90% en la mayoría de los casos. Además, no requieren la quema de combustibles fósiles, lo que reduce las pérdidas de energía asociadas. (IEA, 2022) Se tiene que el rendimiento energético de los motores eléctricos es sumamente superior al existente en los motores a combustión. Mientras en los motores eléctricos la eficiencia tiene una media de 90 %, alcanzando incluso el 95 % según algunos fabricantes, para los motores a combustión la cifra no supera el 25 % para motores de gasolina, ni el 30 % para motores diésel. (Mobility portal Latinoamerica, 2020)

La explicación a esta gran diferencia es simple. Mientras en los motores eléctricos las pérdidas se dan principalmente el efecto Joule presente en sus distintas piezas, en un motor a combustión las pérdidas son múltiples, por un lado, se tiene que el calor producido por la misma combustión no se aprovecha de buena manera, y eso hay que sumarle que en este tipo de motor existen muchas más piezas móviles, cuyo roce produce una pérdida extra. Así, las pérdidas en el motor de combustión son mucho mayores, lo cual lo vuelve menos eficiente. (Mobility portal Latinoamerica, 2020)



3 Partes de un motor eléctrico.

Fuente: <https://www.fractal.com/es/guias-mantenimiento/motor-electrico-que-es-como-funciona-partes>

1.3 Generadores

Un generador diésel consta de dos componentes principales: el motor diésel y el alternador. El motor diésel utiliza combustible fósil (diésel) para generar movimiento a través de la combustión interna. Este movimiento, o energía mecánica, es transferido al alternador, que convierte la energía mecánica en energía eléctrica utilizable. La capacidad de los generadores diésel varía, permitiendo su uso en una amplia gama de aplicaciones, desde pequeñas instalaciones hasta grandes complejos industriales. (Gomez Oviedo, 2025)

Los generadores diésel son muy utilizados como sistemas de emergencia, actuando de manera automática cuando existe un fallo en la red eléctrica. También se emplean en obras o zonas donde no existe red o la potencia de ésta es insuficiente. Su fiabilidad y eficiencia los convierten en una opción preferida para asegurar el suministro continuo de electricidad. (Gomez Oviedo, 2025)



4 Generador Wartsila.

Fuente: <https://www.wartsila.com/media/news/08-03-2021-wartsila-s-200-mw-power-plant-to-provide-critical-grid-balancing-and-back-up-power-to-the-national-grid-in-colombia-2874182>

1.4 Diesel

Este combustible es el más utilizado en la actividad pesquera debido a su bajo costo, poder calorífico (43000 KJ/Kg) y alto rendimiento, densidad (0,83 Kg/L). Sin embargo, produce altas cantidades de CO₂ (factor de emisión = 74,100 Kg CO₂/TJ) y esto causa el efecto invernadero. (Ministerio de energías y minas, 2023)

Poder calorífico

Es la cantidad de energía en forma de calor que se libera cuando una unidad de masa (como un kilogramo) o de volumen (como un litro) de ese combustible se quema por completo en condiciones estándar. Es, en esencia, la densidad energética del combustible. Un mayor poder calorífico significa que, por cada litro o kilo quemado, se obtiene una mayor cantidad de energía, lo que se traduce en más potencia, más autonomía o más trabajo útil. (Cruce, 2025)

Densidad

Es la relación entre la masa de una sustancia y el volumen que ocupa. En el caso del diésel, se mide comúnmente en gramos por centímetro cúbico (g/cm^3) o kilogramos por litro (kg/L) a una temperatura de referencia estandarizada, que suele ser de $15\text{ }^\circ\text{C}$ o $20\text{ }^\circ\text{C}$. Esta estandarización es vital, ya que la densidad de los líquidos varía significativamente con la temperatura. (Cruce, 2025)

La importancia de la densidad en el diésel radica en su correlación directa con el poder calorífico o contenido energético del combustible. Un diésel más denso, dentro de los rangos de calidad establecidos, contiene más masa por cada litro. Dado que la energía se libera al quemar la masa del combustible, un mayor volumen de diésel más denso generalmente entregará más energía. (Cruce, 2025) Esto se traduce directamente en:

- Potencia del motor: Un combustible con mayor contenido energético puede generar más potencia en cada ciclo de combustión.
- Consumo de combustible: La venta de combustible se realiza por volumen (litros), pero el motor funciona convirtiendo la masa en energía. Por lo tanto, un diésel más denso puede ofrecer un mejor rendimiento kilométrico por litro, mejorando la eficiencia general.
- Funcionamiento del sistema de inyección: Los sistemas de inyección modernos, especialmente los de tipo common-rail, están calibrados para inyectar un volumen preciso de combustible. La densidad afecta la masa de combustible que se inyecta en ese volumen, influyendo en la combustión, las emisiones y el rendimiento general del motor.

Tipos de diésel

- Diésel A: Es el adecuado para vehículos, es más refinado y contiene aditivos para evitar la solidificación de la parafina a bajas temperaturas; además, le aportan propiedades para reducir el

consumo y las emisiones contaminantes, proteger la bomba y, en general, el sistema de inyección. (CONUEE, 2018)

- Diésel B: Se usa para maquinaria agrícola, pesquera, embarcaciones y vehículos autorizados. Está menos filtrado y contiene más parafina que el diésel A, lo que puede generar problemas si se usa en coches y camiones. (CONUEE, 2018)
- Diésel C: Su uso es específicamente para calderas o equipos que generan calor debido a su alto contenido de parafinas. Está prohibido para coches o embarcaciones, tiene muchas más impurezas que el diésel A y B, además de ser más barato. (CONUEE, 2018)

1.5 Impacto ambiental del sector marítimo

El movimiento de buques, su entrada y salida de los puertos, sus esperas fondeadas para acceder al puerto, así como los diferentes medios asociados al transporte marítimo y toda la maquinaria que opera en los puertos, tienen asociado la emisión de gases contaminantes como son el CO₂, principal gas asociado al efecto invernadero, así como el NO_x, el dióxido de azufre (SO₂) o sustancias particuladas, teniendo en cuenta que el principal combustible utilizado son los combustibles fósiles. (Intecoastur, 2024)

Afortunadamente, en los últimos años, se han ido tomando numerosas medidas encaminadas a paliar la contaminación marina, siendo uno de los principales puntos de control de las autoridades portuarias. El mayor exponente es el Convenio internacional para prevenir la contaminación de los buques (Convenio MARPOL) impulsado por la OMI (Organización Marítima Internacional), organismo especializado de las Naciones Unidas y que supuso desde sus inicios un avance para frenar este tipo de impactos sobre el medio marino. Sin embargo, sigue siendo necesario impulsar medidas de protección que hagan evolucionar al transporte marítimo hacia un crecimiento verde y sostenible. (Intecoastur, 2024)

1.6 Convenio MARPOL

El Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (MARPOL) es el principal convenio internacional en materia de prevención de la contaminación del medio marino por los buques debido a causas operativas o accidentales.

El Convenio MARPOL se adoptó el 2 de noviembre de 1973 en la OMI. El Protocolo de 1978 se adoptó en respuesta a una serie de accidentes de petroleros en 1976-1977. Como el Convenio MARPOL de 1973 aún no había entrado en vigor, el Protocolo MARPOL de 1978 absorbió el Convenio matriz. El instrumento combinado entró en vigor el 2 de octubre de 1983. En 1997, se adoptó un Protocolo para modificar el Convenio y se añadió un nuevo Anexo VI que entró en vigor el 19 de mayo de 2005. MARPOL se ha ido actualizando mediante enmiendas a lo largo de los años. (IMO, s.f.)

Anexo VI Prevención de la contaminación atmosférica por los buques: Establece límites a las emisiones de óxido de azufre y óxido de nitrógeno procedentes de los tubos de escape de los buques y prohíbe las emisiones deliberadas de sustancias que agotan la capa de ozono; las zonas designadas para el control de las emisiones fijan normas más estrictas para el SO_x, el NO_x y las partículas. Un capítulo adoptado en 2011 abarca las medidas técnicas y operativas obligatorias de eficiencia energética destinadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) procedentes de los buques. (Xun Yang, 2025)

Capítulo II: Metodología IPCC 2006

2.1 ¿Qué es el IPCC?

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) es el principal órgano internacional encargado de evaluar el conocimiento sobre el cambio climático. Se creó en 1988 a iniciativa del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM), para ofrecer al mundo una visión científica clara del estado actual de los conocimientos sobre el cambio climático y sus posibles repercusiones medioambientales y socioeconómicas. En el mismo año, la Asamblea General de las Naciones Unidas hizo suya la decisión de la OMM y del PNUMA de crear conjuntamente el IPCC. (Miteco, s.f.)

Un informe de inventario de gases de efecto invernadero incluye un conjunto de cuadros estándar para generación de informes que cubren todos los gases, las categorías y los años pertinentes, y un informe escrito que documenta las metodologías y los datos utilizados para elaborar las estimaciones. Las Directrices de 2006 ofrecen cuadros estandarizados para generación de informes, pero la naturaleza y el contenido reales de los cuadros y del informe escrito pueden variar según, por ejemplo, las obligaciones del país en calidad de Parte de la CMNUCC. (Kristin Rypdal, 2006)

2.2 Directrices del IPCC 2006

Las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (Directrices de 2006) constituyen el resultado de la invitación efectuada por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) para actualizar las Directrices, versión revisada en 1996 y la orientación de buenas prácticas asociadas, en las que se brindan metodologías acordadas internacionalmente para que utilicen los países, con el objeto de estimar los inventarios de gases de efecto invernadero e informarlos a la CMNUCC. (Kristin Rypdal, 2006)

Esta orientación ayuda a los países a compilar inventarios nacionales completos de los gases de efecto invernadero. Se ha estructurado la orientación de forma tal que cualquier país, independientemente de su experiencia o recursos, pueda producir estimaciones fiables de sus emisiones y absorciones de estos gases. En particular, los valores por defecto de los diversos parámetros y factores de emisión necesarios son provistos para todos los sectores, de modo que, en versión simplificada, un país únicamente debe suministrar los datos de la actividad nacional. El método también permite que los países que disponen de más información y recursos utilicen metodologías más detalladas específicas del país, a la vez que se conserva la compatibilidad, comparabilidad y coherencia entre los diferentes países. (IGES)

Los inventarios toman en cuenta varios factores que ayudan a la elaboración del mismo, reflejando así los cambios reales de las emisiones producidas por cada sector.

2.2.1 Emisiones y absorciones antropogénicas

Emisiones y absorciones antropogénicas significa que las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero de los inventarios nacionales son el resultado de las actividades humanas. La distinción entre emisiones y absorciones naturales y antropogénicas resulta directamente de los datos utilizados para cuantificar la actividad humana. (Kristin Rypdal, 2006)

2.2.2 Territorio nacional

Los inventarios nacionales incluyen las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero que se producen dentro del territorio nacional y en otras áreas extraterritoriales sobre las cuales el país tiene jurisdicción. En la Sección 8.2.1 del Volumen 1 se describen algunas cuestiones especiales. Por ejemplo, las emisiones producto del uso del combustible en el transporte terrestre se incluyen en las emisiones del país en el que se vende el combustible y no donde se conduce el vehículo, puesto que las estadísticas de venta de combustible están más disponibles y suelen ser mucho más exactas. (Kristin Rypdal, 2006)

2.2.3 Gases de efecto invernadero

Los siguientes gases de efecto invernadero están cubiertos en las Directrices de 2006:

- Dióxido de carbono (CO₂).
- Metano (CH₄).
- Óxido nitroso (N₂O).
- Hidrofluorocarbonos (HFC).
- Perfluorocarbonos (PFC).
- Hexafluoruro de azufre (SF₆).
- Trifluoruro de nitrógeno (NF₃).
- Trifluorometil pentafluoruro de azufre (SF₅CF₃).
- Éteres halogenados (ej., C₄F₉OC₂H₅, CHF₂OCF₂OC₂F₄OCHF₂, CHF₂OCF₂OCHF₂).
- Y otros halocarbonos no cubiertos por el Protocolo de Montreal, incluidos CF₃I, CH₂Br₂, CHCl₃, CH₃Cl, CH₂Cl₂.

Los gases antes enumerados tienen potenciales de calentamiento atmosférico (PCA) identificados por el IPCC antes de la finalización de las Directrices de 2006. Un PCA compara el forzamiento radiactivo de una tonelada de un gas de efecto invernadero en un período de tiempo dado (ej. 100 años) con una tonelada de CO₂. (Kristin Rypdal, 2006)

2.2.4 Sectores y categorías

Las estimaciones de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero se dividen en sectores principales, que son grupos de procesos, fuentes y sumideros relacionados:

- Energía.
- Procesos industriales y uso de productos (IPPU).
- Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU).
- Desechos.

- Otros (ej., emisiones indirectas de la deposición de nitrógeno proveniente de fuentes no agrícolas)

Cada sector comprende categorías individuales (p. ej. transporte) y subcategorías (ej. automóviles). En definitiva, los países crean un inventario a partir del nivel de la subcategoría porque así están establecidas las metodologías del IPCC y calculadas las emisiones totales por sumatoria. Se calcula el total nacional sumando las emisiones y absorciones correspondientes a cada gas. Constituyen una excepción las emisiones derivadas del uso del combustible en barcos y aeronaves dedicadas al transporte internacional que no se incluyen en los totales nacionales, pero que se declaran por separado. (Kristin Rypdal, 2006)

2.3 Métodos de estimación

Al igual que en el caso de las Directrices de 1996 y la Orientación sobre las buenas prácticas del IPCC, el abordaje metodológico simple más común consiste en combinar la información sobre el alcance hasta el cual tiene lugar una actividad humana (denominado datos de la actividad o AD, del inglés activity data) con los coeficientes que cuantifican las emisiones o absorciones por actividad unitaria. Se los denomina factores de emisión (EF, del inglés, emission factors). (Kristin Rypdal, 2006) Por consiguiente, la ecuación básica es:

$$Emisiones = AD \times EF$$

Por ejemplo, en el sector energético, el consumo de combustible sería datos de la actividad, y la masa de dióxido de carbono emitida por unidad de combustible consumido sería un factor de emisión. En algunas circunstancias, es posible modificar la ecuación básica para incluir otros parámetros de estimación diferentes de los factores de emisión. En los casos en los que hay retrasos temporales debido, por ejemplo, al tiempo que demora el material en descomponerse en un vertedero o una fuga de refrigerantes de los dispositivos de enfriamiento- se incluyen otros métodos, como ser, los de descomposición de primer orden. Las Directrices de 2006

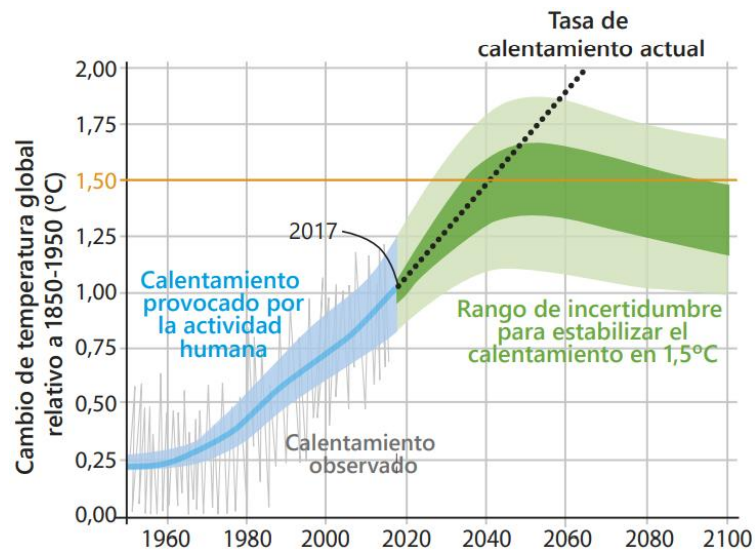
también permiten métodos de modelización más complejos, en particular en niveles más altos. (Kristin Rypdal, 2006)

2.4 Informe del IPCC sobre los impactos de un calentamiento global de 1,5°C

El calentamiento global inducido por el hombre ha alcanzado en 2017 aproximadamente 1°C sobre el nivel preindustrial. El calentamiento es mayor en muchas regiones, en particular en la región ártica este calentamiento se sitúa entre el doble y el triple de la media global. El calentamiento está actualmente aumentando a un ritmo de 0,2°C por década debido a las emisiones pasadas y presentes de gases de efecto invernadero. Considerando solamente las emisiones pasadas es improbable que se supere 1,5°C de aumento de la temperatura media global con respecto al nivel preindustrial. (OECC, 2018)

Si las emisiones continúan en el ritmo actual se alcanzará un calentamiento de 1,5°C entre 2030 y 2052. El calentamiento causado por las emisiones antropogénicas persistirá durante siglos y milenios causando cambios a largo plazo en el sistema climático, tales como la subida del nivel del mar e impactos asociados. (OECC, 2018)

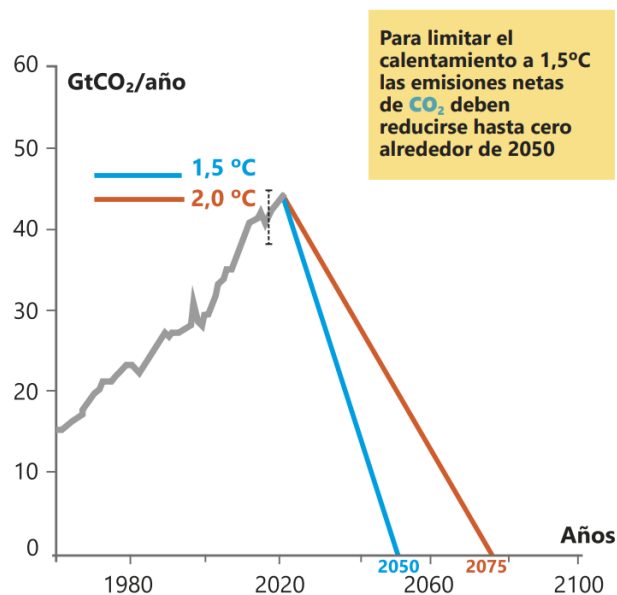
El cumplimiento de los actuales compromisos de mitigación bajo el Acuerdo de París no es suficiente para limitar el calentamiento global a 1,5°C, incluso si viene complementado con medidas ambiciosas y a gran escala después de 2030. Con las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (CND) bajo el Acuerdo de París se alcanzaría un calentamiento de alrededor de 3°C en 2100 respecto al nivel preindustrial, ya que las emisiones en 2030 serían de aproximadamente 52-58 CO₂eq/año, lo que duplica las tasas de emisión compatibles con un calentamiento de 1,5°C. (OECC, 2018)



5 El calentamiento global inducido por el hombre y preindustrial.

Fuente: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/ipcc_informe_especial_15pdf_tcm30-485656.pdf

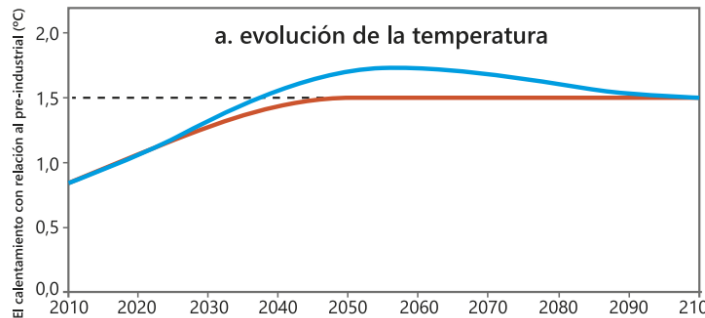
En las sendas simuladas que limitan el calentamiento a 1,5°C las emisiones de CO₂ se reducen a partir de 2020 hasta alcanzar emisiones netas cero alrededor de 2050. En las sendas que limitan el calentamiento a 2°C las emisiones netas cero se alcanzan alrededor de 2075. Las emisiones distintas del CO₂ muestran fuertes reducciones que son similares en las sendas de 1,5°C y 2°C. (OECC, 2018)



6 Reducción de las emisiones de CO₂ hasta alcanzar cero emisiones.

Fuente: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/ipcc_informe_especial_15pdf_tcm30-485656.pdf

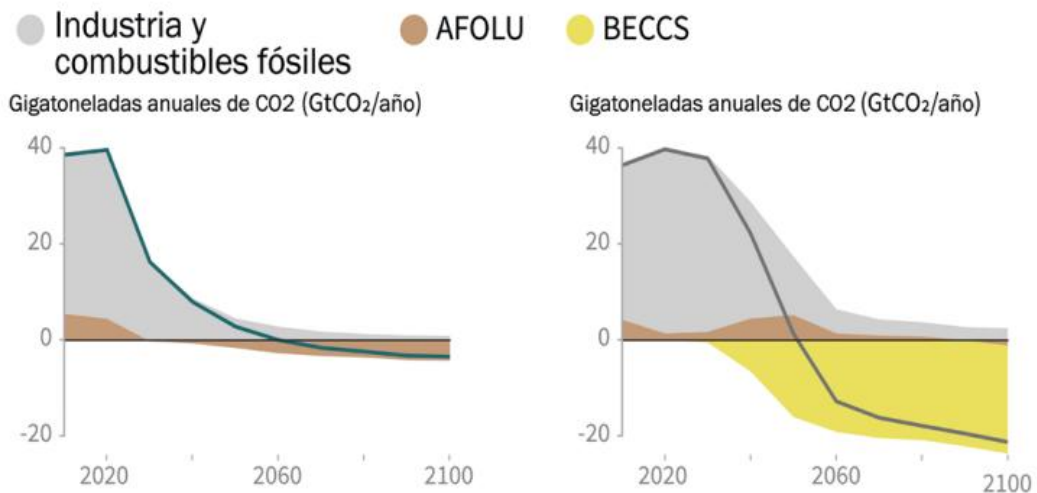
Diferentes sendas consistentes con un calentamiento de 1,5°C. Esquema de la relación entre (a) la evolución del cambio de temperatura superficial media, con (b) la tasa de emisiones anuales y (c) el aumento del nivel del mar que continúa ascendiendo después de la estabilización de la temperatura.



7 Evolución de temperatura.

Fuente: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/ipcc_informe_especial_15pdf_tcm30-485656.pdf

Limitar el calentamiento a 1,5°C requerirá durante las próximas dos décadas una transición en los sistemas de energía, uso de la tierra, urbano (transporte y construcción) e industrial rápida y de largo alcance. Una demanda baja de energía, bajo consumo material y un consumo de alimentos poco intensivo en términos de gases de efecto invernadero (GEI) facilitarán este objetivo. También se requerirán importantes acciones en el corto plazo por parte de países y actores no gubernamentales, y una transición del sistema sin precedentes en términos de escala, aunque no de velocidad, durante las próximas dos décadas. (OECC, 2018)



8 Contribución de las emisiones globales.

Fuente: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/ipcc_informe_especial_15pdf_tcm30-485656.pdf

Sendas ilustrativas consistentes con un calentamiento de 1,5°C: las contribuciones de las emisiones globales netas de CO₂ se distribuyen entre combustibles fósiles e industria (gris), AFOLU: agricultura, silvicultura y otros usos del suelo (marrón) y BECCS: bioenergía con captura y almacenamiento de carbono (amarillo). (OECC, 2018) Las opciones de mitigación para cada sector pueden asociarse con efectos positivos (sinergias) y/o negativos (tradeoffs) sobre los objetivos de desarrollo sostenible de la agenda 2030 de las Naciones Unidas. Todo dependerá de las opciones seleccionadas, de su gestión política y del contexto y las circunstancias nacionales. Las opciones de mitigación pueden agregarse en categorías.

El sector del suministro de energía comprende:

- Renovables, incluyendo las de biomasa.
- Nuclear.
- Captura y almacenamiento con biomasa.
- Captura y almacenamiento con combustibles fósiles.

El sector de la demanda de energía comprende:

- Modificaciones del comportamiento.

- Eficiencia y cambio de combustible en el transporte, la industria y la construcción.
- Captura de carbono en el sector industria

2.5 Descripción de las embarcaciones de estudio

En esta investigación se tomaron los datos de dos embarcaciones pesqueras del puerto de Manta - Ecuador. A continuación, sus especificaciones:

2.5.1 Embarcación mecánica convencional

Esta embarcación fue construida en el año 1973, tiene 70,50 metros de eslora y 12,80 metros de manga, cuenta con una capacidad de 1200 toneladas. Se caracteriza por llevar consigo una propulsión totalmente mecánica, motor principal de dos tiempos, dos motores de apoyo y dos generadores para proporcionar energía a los otros sistemas abordo.

Motor principal	
Caterpillar 645XXX	
Potencia	3600 HP
Motor de panga	
Caterpillar 3412	
Potencia	400 HP
Motor thruster	
Caterpillar 3408	
Potencia	300 HP
Generador	
Caterpillar 3508	
Potencia	600 KW
Generador	
Caterpillar 3412	
Potencia	500 KW

Tabla 1 Especificaciones de embarcación mecánica

Las especificaciones mostradas en la tabla 1, son importantes para el desarrollo de los próximos cálculos de eficiencia y emisiones específicas de esta embarcación.

Consumo de combustible		
Modelo	Galones x hora	Galones al día
Caterpillar 645XXX	181	4344
Caterpillar 3412	10	240
Caterpillar 3408	24	576
Caterpillar 3508	36	864
Caterpillar 3412	34	816

Tabla 2 Consumo de combustible por hora de la embarcación mecánica

En esta tabla 2, se detalla el consumo de combustible por hora de cada motor y generador de la embarcación.

Consumo al día	
Galones de Diesel	6840
Consumo mensual	
Galones de Diesel	174960
Consumo anual (4 viajes de 60 días)	
Galones de Diesel	1399680

Tabla 3 Consumo de combustible anual de la embarcación mecánica

En esta tabla 3, se detalla el consumo de combustible anual de la embarcación mecánica, considerando que realiza 4 viajes de 60 días al año.

2.5.2 Embarcación híbrida

Esta embarcación fue construida en el año 2010, tiene 89,40 metros de eslora y 14,50 metros de manga, cuenta con una capacidad de 1000 toneladas. Se caracteriza por llevar consigo una propulsión eléctrica apoyada de cuatro generadores de alta eficiencia.

Máquina principal	
WEG (eléctrico)	
Capacidad	2000KW a 700V
Motor de apoyo	
WEG (eléctrico)	
Capacidad	1800KW a 700V
4 generadores	
Wartsila	
Capacidad	1200 KW

Tabla 4 Especificación de la embarcación híbrida

Las especificaciones mostradas en la tabla 4, son importantes para el desarrollo de los próximos cálculos de eficiencia y emisiones específicas de esta embarcación.

Consumo de combustible en ralentí		
Modelo	Galones x hora	Galones al día
Wartsila	17	408
Wartsila	17	408
Wartsila	17	408
Wartsila	17	408

Tabla 5 Consumo de combustible de la embarcación híbrida en ralentí

En esta tabla 5, se detalla el consumo de combustible por hora de la embarcación híbrida, en este caso solo se tienen valores de los generadores, ya que lleva abordo motores eléctricos.

Consumo al día	
Galones de diésel	1632
Consumo mensual	
Galones de diésel	48960
Consumo anual (4 viajes de 60 días)	
Galones de diésel	391680

Tabla 6 Consumo de combustible anual de la embarcación híbrida, en ralentí

En esta tabla 6, se detalla el consumo de combustible anual, considerando cuatro viajes de 60 días durante un año, estos valores corresponden al ralentí, cuando están en puerto.

Consumo de combustible a 17 nudos		
Modelo	Galones x hora	Galones al día
Wartsila	69	1656
Wartsila	69	1656
Wartsila	69	1656
Wartsila	69	1656

Tabla 7 Consumo de combustible por hora de la embarcación híbrida a 17 nudos

En esta tabla 7, se detalla el consumo de combustible por hora, pero a 17 nudos, es decir cuando están en labor de faena.

Consumo al día	
Galones de diésel	6624
Consumo mensual	
Galones de diésel	198720
Consumo anual (4 viajes de 60 días)	
Galones de diésel	1589760

Tabla 8 Consumo de combustible anual de la embarcación híbrida, a 17 nudos

En esta tabla 8, también se detalla el consumo de combustible anual de la embarcación híbrida, pero a 17 nudos, es decir, cuando están en labor de faena.

Para los cálculos de eficiencia térmica que se mostrarán más adelante, se utilizó las siguientes ecuaciones.

Flujo másico $m=V \cdot \rho$

Ecuación 1 Flujo másico

Calor $Qa=qa \cdot m$

Ecuación 2 Ecuación de calor

Eficiencia $e=P/Qa$

Ecuación 3 Eficiencia térmica

Unidades	
V	Consumo (L/s)
ρ	Densidad (Kg/L)
qa	Poder calorífico (KJ/Kg)
m	Flujo masico (Kg/s)
P	Potencia (KW)
Qa	Calor (KW)
e	Eficiencia (%)

Tabla 9 Unidades de las ecuaciones

Capítulo III: Análisis de resultados

En este capítulo se detallarán los resultados obtenidos de la estimación de gases de efecto invernadero generados por los generadores y motores de combustión interna. El análisis se desarrolló de acuerdo a la metodología del IPCC, considerando el consumo de combustible convertido en consumo energético, aplicando factores de emisión para la cuantificación del dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), y óxido nitroso (N₂O). Los resultados se muestran de manera individual y de manera general en cada embarcación.

La investigación de este trabajo se centra en dos embarcaciones pesqueras, una con propulsión totalmente mecánica y la otra con propulsión eléctrica y mecánica. Además, cabe mencionar que una embarcación es más antigua que otra, y esto es un factor que también puede marcar la diferencia en cuanto al consumo de combustible, ya que al tener maquinarias obsoletas a bordo los sistemas pueden ser ineficientes, por ende, son forzadas a generar más.

3.1 Eficiencia térmica de la embarcación mecánica

Eficiencia térmica del motor		
Caterpillar 645XXX		
Datos		
Potencia= 3600 HP	2684,52	KW
Consumo= 40 G/h	151,4	L/h
Poder calorífico	43000	KJ/Kg
Densidad	0,83	Kg/L
Flujo másico	0,034906111	Kg/s
Calor	1500,962778	KW
Eficiencia	0,1788532027	
%	18%	
Perdida	1183,557222	KW

Tabla 10 Eficiencia térmica del motor Caterpillar 645xxx, en puerto

En la tabla 10 se muestra la eficiencia térmica del motor principal de la embarcación mecánica cuando está encendido en ralentí, trabajando con un rendimiento del 18%.

Eficiencia térmica del motor		
Caterpillar 645XXX		
Datos		
Potencia= 3600 HP	2684,52	KW
Consumo= 181 G/h	685,085	L/h
Poder calorífico	43000	KJ/Kg
Densidad	0,83	Kg/L
Flujo másico	0,157950153	Kg/s
Calor	6791,856569	KW
Eficiencia	0,395255697	
%	39%	
Perdida	4107,336569	KW

Tabla 11 Eficiencia térmica del motor Caterpillar 645xxx, en faena

En la tabla 11, se muestra la eficiencia térmica del motor principal cuando está en faena, trabajando con un rendimiento del 51%.

Eficiencia térmica del motor		
Caterpillar 3412		
Datos		
Potencia= 400 HP	298,28	KW
Consumo= 10 G/h	37,85	L/h
Poder calorífico	43000	KJ/Kg
Densidad	0,83	Kg/L
Flujo másico	0,008726528	Kg/s
Calor	375,2406944	KW
Eficiencia	0,794903123	
%	80%	
Perdida	76,96069444	KW

Tabla 12 Eficiencia térmica del motor Caterpillar 3412

En la tabla 12, se muestra la eficiencia térmica del motor Caterpillar 3412, cuando está en puerto, trabajando con un rendimiento del 80%.

Eficiencia térmica del motor		
Caterpillar 3408		
Datos		
Potencia= 300 HP	223,71	KW
Consumo= 24 G/h	90,84	L/h
Poder calorífico	43000	KJ/Kg
Densidad	0,83	Kg/L
Flujo másico	0,020943667	Kg/s

Calor	900,5776667	KW
Eficiencia	0,248407226	
%	25%	
Perdida	676,8676667	KW

Tabla 13 Eficiencia térmica del motor Caterpillar 3408

En la tabla 13, se muestra la eficiencia térmica del motor Caterpillar 3408, cuando está en puerto, trabajando con un rendimiento del 25%.

Eficiencia térmica del generador Caterpillar 3508		
Datos		
Potencia	600	KW
Consumo= 36 G/h	136,26	L/h
Poder calorífico	43000	KJ/Kg
Densidad	0,83	Kg/L
Flujo másico	0,0314155	Kg/s
Calor	1350,8665	KW
Eficiencia	0,444159360	
%	44%	
Perdida	750,8665	KW

Tabla 14 Eficiencia térmica del generador Caterpillar 3508

En la tabla 14, se muestra la eficiencia térmica del generador Caterpillar 3408, cuando está en puerto, trabajando con un rendimiento del 44%.

Eficiencia térmica del generador Caterpillar 3412		
Datos		
Potencia	500	KW
Consumo= 34 G/h	128,69	L/h
Poder calorífico	43000	KJ/Kg
Densidad	0,83	Kg/L
Flujo másico	0,029670194	Kg/s
Calor	1275,818361	KW
Eficiencia	0,391905318	
%	39%	
Perdida	775,8183611	KW

Tabla 15 Eficiencia térmica del generador Caterpillar 3412

En la tabla 15, se muestra la eficiencia térmica del generador Caterpillar 3408, cuando está en puerto, trabajando con un rendimiento del 39%.

3.2 Eficiencia térmica de la embarcación híbrida

Eficiencia térmica del generador en ralentí		
Wartsila		
Datos		
Potencia	1200	KW
Consumo= 17 G/h	64,345	L/h
Poder calorífico	43000	KJ/Kg
Densidad	0,83	Kg/L
Flujo másico	0,014835097	Kg/s
Calor	637,9091806	KW
Eficiencia	0,1881145524	
%	19%	
Perdida	562,0908194	KW

Tabla 16 Eficiencia térmica del generador Wartsila, en ralentí

En la tabla 16, se muestra la eficiencia térmica del generador Wartsila de la embarcación híbrida, en puerto, trabajando con un rendimiento del 19%.

Eficiencia térmica del generador a 17 nudos		
Wartsila		
Datos		
Potencia	1200	KW
Consumo= 69 G/h	261,165	L/h
Poder calorífico	43000	KJ/Kg
Densidad	0,83	Kg/L
Flujo másico	0,060213042	Kg/s
Calor	2589,160792	KW
Eficiencia	0,463470636	
%	46%	
Perdida	1389,160792	KW

Tabla 17 Eficiencia térmica del generador Wartsila, a 17 nudos

En la tabla 17, se muestra la eficiencia térmica del generador Wartsila, en faena, trabajando con un rendimiento del 46%.

Eficiencia térmica del motor principal		
WEG		
Datos		
Potencia	2000	KW
Voltaje	700	V
Corriente	1820	A

Eficiencia	90	%
------------	----	---

Tabla 18 Eficiencia del motor principal de la embarcación híbrida

En la tabla 18, se muestra la eficiencia del motor principal WEG, este motor eléctrico trabaja con un rendimiento del 90%.

Eficiencia térmica del motor de apoyo		
WEG		
Datos		
Potencia	1800	KW
Voltaje	700	V
Corriente	1600	A
Eficiencia	90	%

Tabla 19 Eficiencia del motor de apoyo de la embarcación híbrida

En la tabla 19, se muestra la eficiencia del motor de apoyo WEG, este motor eléctrico trabaja con un rendimiento del 90%.

3.3 Emisiones de GEI de las embarcaciones

La estimación de los gases de efecto invernadero GEI, relacionadas a la quema de combustible de las embarcaciones se realizó siguiendo las directrices del IPCC 2006, correspondiente al sector de energía, categoría 1. A.3.d – Water-borne Navigation, subcategoría 1.A.3.d.ii – Domestic wáter-borne Navigation.

Este enfoque permite cuantificar las emisiones de CO₂, CH₄ Y N₂O generadas por la quema de combustibles fósiles, en motores y generadores utilizados para la actividad pesquera del país. (IPCC, 2006)

Datos usados para el cálculo

Para la cuantificación de las emisiones de GEI, es indispensable la conversión de unidades para obtener resultados correctos, en este trabajo se utiliza la unidad de consumo de combustible en tonelada.

Tabla de conversión de unidades			
Maquinaria	Galón	Litro	Tonelada
Caterpillar 645xxx	40	872064	723,81312
Caterpillar 645xxx	181	3946089,6	3275,25437

Motor 3412	10	218016	180,95328
Motor 3408	24	523238,4	434,287872
Generador 3508	36	784857,6	651,431808
Generador 3412	34	741254,4	615,241152
Embarcación Híbrida			
Wartsila	17	370627,2	307,620576
Wartsila	69	1504310,4	1248,57763

Tabla 20 Conversión de combustible en unidad de tonelada

En la tabla 20 se muestra el consumo de combustible expresado en toneladas. Estos valores son esenciales para la cuantificación de emisiones de GEI en las dos embarcaciones pesqueras.

3.3.1 Emisiones de la embarcación totalmente mecánica

Consumo energético de embarcación mecánica, en faena				
Categoría	Consumo (unidad de masa, volumen o energía)	Unidad de consumo	Factor de conversión (TJ/Unidad) (NCV)	Consumo total (TJ)
S	C	U	CF	TC = C * CF
Caterpillar 645xxx	3275254	Gg	43	14083592
Generador 3412	615241	Gg	43	2645536
Generador 3508	651432	Gg	43	28012
Motor 3408	434288	Gg	43	1867438
Motor 3412	180953	Gg	43	778098
Total				221.758.224

Tabla 21 Consumo energético de embarcación mecánica, en faena

En esta tabla 21 se detalla el consumo energético total de cada maquinaria abordo en la embarcación totalmente mecánica cuando están en labor de faena, la unidad de consumo fue dada en toneladas para el respectivo calculo.

EMISIONES TOTALES, EMBARCACIÓN MECÁNICA, EN FAENA							
Consumo de combustible		CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
Categoría	Consumo total (TJ)	CO ₂ Factor	CO ₂ Emisiones (Gg CO ₂)	CH ₄ Factor	CH ₄ Emisión (Gg CH ₄)	N ₂ O Factor	N ₂ O Emisión (Gg N ₂ O)
S	C	EF(CO ₂)	$CO_2 = C * EF(CO_2) / 10^6 - Z$	EF(CH ₄)	$CH_4 = C * EF(CH_4) / 10^6$	EF(N ₂ O)	$N_2O = C * EF(N_2O) / 10^6$

Caterpillar 645xxx 2	14083592	74.066,67	10431247,29	3	422,507766	0,6	84,5015532
Generador 3412	26455363	74.066,67	1959460,553	3	79,366089	0,6	15,8732178
Generador 3508	28011576	74.066,67	2074724,062	3	84,034728	0,6	16,8069456
Motor 3408	18674384	74.066,67	1383149,375	3	56,023152	0,6	11,2046304
Motor 3412	7780979	74.066,67	576311,1779	3	23,342937	0,6	4,6685874
Total	221.758.224		16.424.892,46		665,275		133,055

Tabla 22 Emisiones totales de embarcación mecánica, en faena

En esta tabla 22 se muestran las emisiones de CO₂, CH₄, N₂O de la embarcación totalmente mecánica cuando están en labor de faena

Consumo energético de embarcación mecánica, en puerto				
Categoría	Consumo (unidad de masa, volumen o energía)	Unidad de consumo	Factor de conversión (TJ/Unidad) (NCV)	Consumo total (TJ)
S	C	U	CF	TC = C * CF
Caterpillar 645xxx	723813	Gg	43	31123959
Generador 3412	615241	Gg	43	26455363
Generador 3508	651432	Gg	43	28011576
Motor 3408	434288	Gg	43	18674384
Motor 3412	180953	Gg	43	7780979
Total				112.046.261

Tabla 23 Consumo energético de embarcación mecánica, en puerto

En esta tabla 23 se muestra el consumo energético de la embarcación totalmente mecánica cuando está en puerto (ralentí)

Emisiones totales, embarcación mecánica, en puerto							
Consumo de combustible	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		
	Consumo total (TJ)	CO ₂ Factor	CO ₂ Emisión (Gg CO ₂)	CH ₄ Factor	CH ₄ Emisión (Gg CH ₄)	N ₂ O Fact or	N ₂ O Emisión (Gg N ₂ O)
Categoría	C	EF(CO ₂)	CO ₂ = C*EF(CO ₂) /10 ⁶ -Z	EF(CH ₄)	CH ₄ = C*EF(CH ₄) /10 ⁶	EF(N ₂ O)	N ₂ O= C*EF(N ₂ O) /10 ⁶
Caterpillar 645xxx	31123959	74.066,67	2305247,9	3	93,371877	0,6	18,674375
Generador 3412	26455363	74.066,67	1959460,55	3	79,366089	0,6	15,873218

Generador 3508	28011576	74.066,67	2074724,06	3	84,034728	0,6	16,806946
Motor 3408	18674384	74.066,67	1383149,37	3	56,023152	0,6	11,20463
Motor 3412	7780979	74.066,67	576311,178	3	23,342937	0,6	4,6685874
Total	112.046.261		8.298.893,07		336,139		67,228

Tabla 24 Emisiones totales de embarcación mecánica, en puerto

En esta tabla 24 se muestran las emisiones totales de CO₂, CH₄, N₂O de la embarcación mecánica, en puerto (ralentí).

3.3.2 Emisiones de la embarcación híbrida

Consumo energético de embarcación híbrida, en faena				
Categoría	Consumo (Unidad de masa, volumen o energía)	Unidad de consumo	Factor de conversión (TJ/Unidad) (NCV)	Consumo total (TJ)
S	C	U	CF	TC = C * CF
Generador Wartsila 1	1248578	Gg	43	53688854
Generador Wartsila 2	1248578	Gg	43	53688854
Generador Wartsila 3	1248578	Gg	43	53688854
Total				161.066.562

Tabla 25 Consumo energético de embarcación híbrida, en faena

En esta tabla 25 se muestra el consumo energético de la embarcación híbrida cuando está en labor de faena.

EMISIONES TOTALES DE EMBARCACIÓN HÍBRIDA, EN FAENA							
Consumo de combustible		CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
Categoría	Consumo total (TJ)	CO ₂ Factor	CO ₂ Emisión (Gg CO ₂)	CH ₄ Factor	CH ₄ Emisión (Gg CH ₄)	N ₂ O Factor	N ₂ O Emisión (Gg N ₂ O)
S	C	EF(CO ₂)	CO ₂ =C*EF(CO ₂)/10 ⁶ -Z	EF(CH ₄)	CH ₄ =C*EF(CH ₄)/10 ⁶	EF(N ₂ O)	N ₂ O=C*EF(N ₂ O)/10 ⁶
Generador Wartsila 1	53688854	74.066,67	3976554,453	3	161,06656	0,6	32,2133124
Generador Wartsila 2	53688854	74.066,67	3976554,453	3	161,06656	0,6	32,2133124
Generador Wartsila 3	53688854	74.066,67	3976554,453	3	161,06656	0,6	32,2133124
Total	161.066.562		11.929.663,36		483,2		96,64

Tabla 26 Emisiones totales de embarcación híbrida, en faena

En esta tabla 26 se muestran las emisiones de CO₂, CH₄ Y N₂O de la embarcación híbrida, cuando están en faena.

Consumo energético de embarcación híbrida, en puerto				
Categoría	Consumo (Unidad de masa, volumen o energía)	Unidad de consumo	Factor de conversión (TJ/Unidad) (NCV)	Consumo total (TJ)
S	C	U	CF	TC = C * CF
Generador Wartsila 1	307621	Gg	43	13227703
Total				13227703

Tabla 27 Consumo energético de embarcación híbrida, en puerto

En esta tabla 27 se muestra el consumo energético de la embarcación híbrida cuando está en puerto (ralentí).

Emisiones totales de embarcación híbrida, en faena							
Consumo de combustible		CO2		CH4		N2O	
Categoría	Consumo total (TJ)	CO2 Factor	CO2 Emisión (Gg CO2)	CH4 Factor	CH4 Emisión (Gg CH4)	N2O Factor	N2O Emisión (Gg N2O)
S	C	EF(CO2)	$CO_2 = C * EF(CO_2) / 10^6$	EF(CH4)	$CH_4 = C * EF(CH_4) / 10^6$	EF(N2O)	$N_2O = C * EF(N_2O) / 10^6$
Generador Wartsila 1	13227703	74.066,67	979731,8689	3	39,683109	0,6	7,9366218
Total	13.227,703		979.731,8689		39,68		7,937

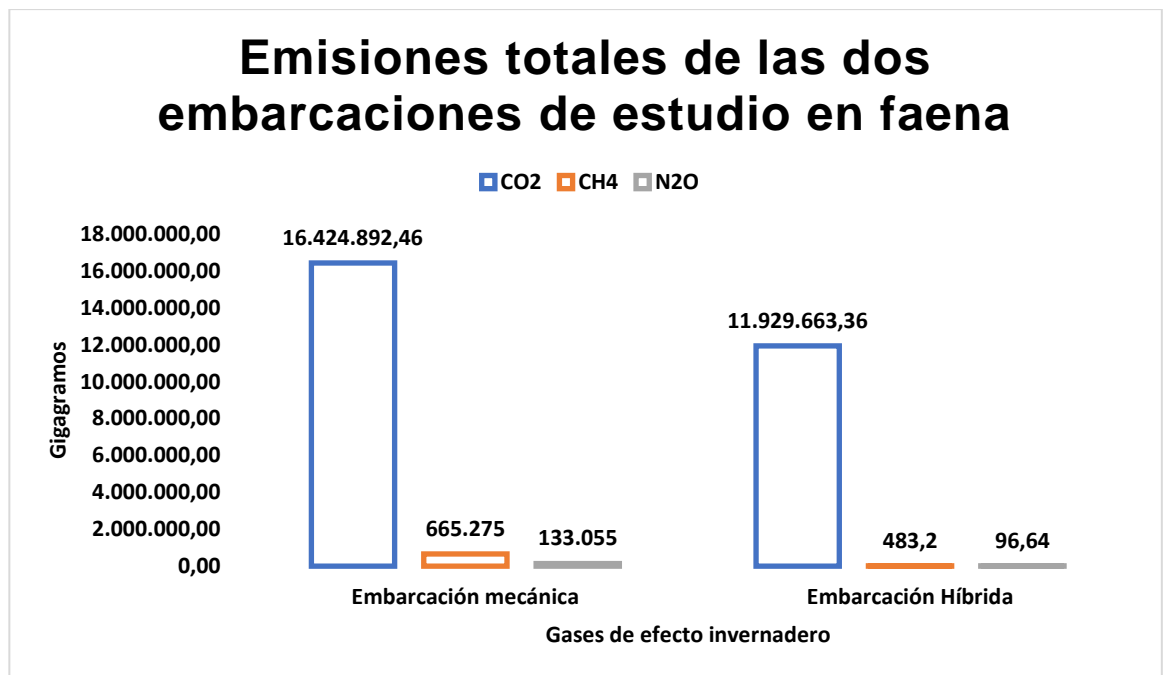
Tabla 28 Emisiones totales de embarcación híbrida, en puerto

En esta tabla 28 se muestran las emisiones totales de CO2, CH4, N2O de la embarcación híbrida cuando está en puerto (ralentí).

Capítulo IV: Discusión de resultados

La metodología aplicada del IPCC 2006 permitió cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero anual de las dos embarcaciones cuando están en ralentí (en puerto) y cuando están en faena (maniobra de pesca), con el objetivo de reconocer como la quema de combustibles fósiles está impactando de manera negativa al medio ambiente, en base a los resultados que se detallaran a continuación se plantearan estrategias que ayuden a reducir estas emisiones en el sector marítimo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en las tablas 22 y 26, cuando las dos embarcaciones están en labor de pesca (faena), veremos cual de las dos embarcaciones está generando más emisiones de GEI.



9 Emisiones totales de las dos embarcaciones en faena

En la gráfica 10 se puede observar que la embarcación totalmente mecánica generó más (449.522,910 Gg) emisiones de CO₂ que la embarcación híbrida. Los

valores de CH₄ y N₂O, aunque son bajos, también representan grados de contaminación en la atmósfera.

A continuación, se detallará la suma de emisiones de las dos embarcaciones para conocer la cantidad de gases que generaron en un año.

Consumo energético total de las dos embarcaciones				
Categoría	Consumo (Unidad de masa, volumen o energía)	Unidad de consumo	Factor de conversión (TJ/Unidad) (NCV)	Consumo total (TJ)
S	C	U	CF	TC = C * CF
Caterpillar 645xxx	3275254	Gg	43	140835922
Generador 3412	615241	Gg	43	26455363
Generador 3508	651432	Gg	43	28011576
Generador Wartsila 1	1248578	Gg	43	53688854
Generador Wartsila 2	1248578	Gg	43	53688854
Generador Wartsila 3	1248578	Gg	43	53688854
Motor 3408	434288	Gg	43	18674384
Motor 3412	180953	Gg	43	7780979
Total				382.824.786

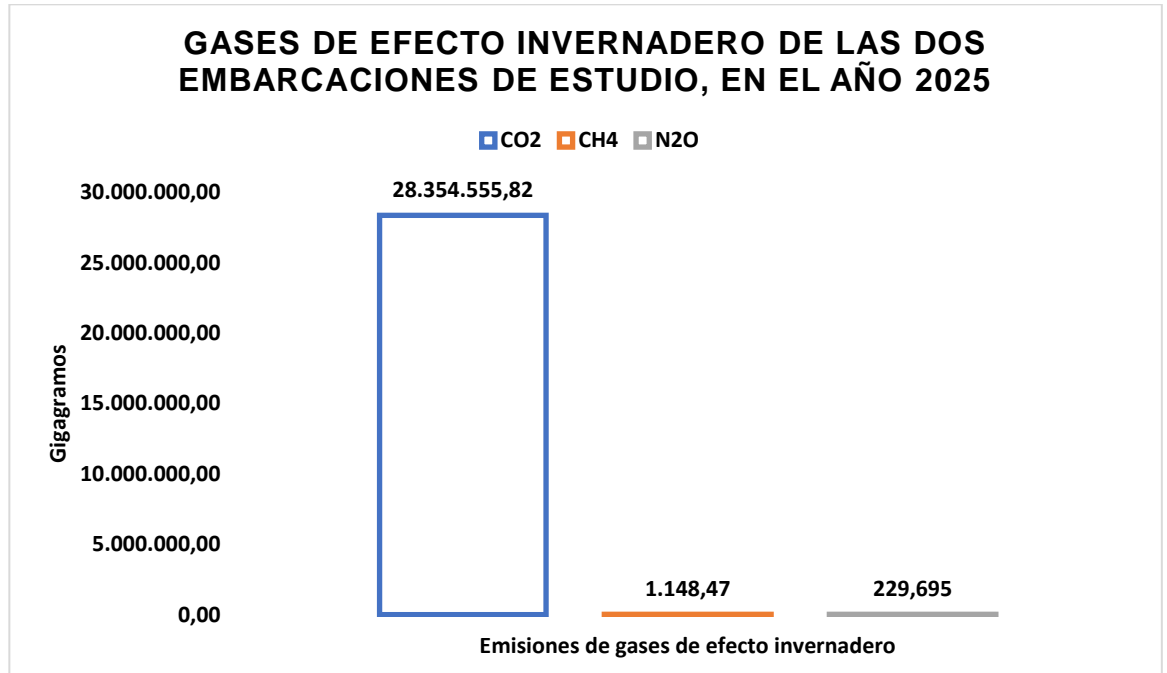
Tabla 29 Consumo energético de las dos embarcaciones

En la tabla 29 se muestra el consumo energético total entre las dos embarcaciones, en el año 2025.

EMISIONES TOTALES DE LAS DOS EMBARCACIONES							
Consumo de combustible		CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
Categoría	Consumo total (TJ)	CO ₂ Factor	CO ₂ Emisión (Gg CO ₂)	CH ₄ Factor	CH ₄ Emisión (Gg CH ₄)	N ₂ O Factor	N ₂ O Emisión (Gg N ₂ O)
S	C	EF(CO ₂)	CO ₂ =C*EF(CO ₂)/10 ⁶ -Z	EF(CH ₄)	CH ₄ =C*EF(CH ₄)/10 ⁶	EF(N ₂ O)	N ₂ O=C*EF(N ₂ O)/10 ⁶
Caterpillar 645xxx	140835922	74.066,67	10431247,29	3	422,507766	0,6	84,5015532
Generador 3412	26455363	74.066,67	1959460,553	3	79,366089	0,6	15,8732178
Generador 3508	28011576	74.066,67	2074724,062	3	84,034728	0,6	16,8069456
Motor 3408	18674384	74.066,67	1383149,375	3	56,023152	0,6	11,2046304
Motor 3412	7780979	74.066,67	576311,1779	3	23,342937	0,6	4,6685874
Embarcación híbrida							
Generador Wartsila 1	53688854	74.066,67	3976554,453	3	161,066562	0,6	32,2133124
Generador Wartsila 2	53688854	74.066,67	3976554,453	3	161,066562	0,6	32,2133124
Generador Wartsila 3	53688854	74.066,67	3976554,453	3	161,066562	0,6	32,2133124
Total	382.824.786		28.354.555,82		1.148,47		229,695

Tabla 30 Emisiones totales de las dos embarcaciones

En la tabla 30 se muestra la suma de las emisiones de GEI producidas por las dos embarcaciones durante el año 2025.



10 Emisiones de GEI de las dos embarcaciones, en el 2025

En la gráfica 11 se puede observar las emisiones totales de CO₂, CH₄ y N₂O de las dos embarcaciones durante el año 2025, obteniendo 28.355.933,99 Gg de GEI.

4.1 Propuestas para reducir las emisiones de GEI en el sector marítimo

Las emisiones de gases de efecto invernadero, aunque están asociadas al consumo de combustible, no es el único factor que se debe abordar, sino todo un sistema integral que permita el correcto funcionamiento de las embarcaciones en el Ecuador, esto se verá reflejado en su impacto ambiental.

- Sustituir los motores antiguos para tener mejor rendimiento y por ende menor consumo de combustible.
- Hacer una transición a motores eléctricos o duales.
- Usar biodiesel o combustibles alternativos como el GNL.

- Realizar mantenimientos preventivos rigurosos en los motores y generadores para evitar deterioros progresivos.
- Instalar sistemas de monitoreo constante de consumo de combustible.
- Instalar filtros de combustibles que mejoren la inyección al eliminar impurezas.
- Llevar consigo reducción catalítica selectiva.
- Depuradores de gases y recirculación de gases de escape para bajar la temperatura de combustión.
- Sistemas de monitoreo que cuantifiquen las emisiones de GEI, como: (testo 350 maritime, MARSIC300)
- Limpieza de cascos para reducir la resistencia al agua.
- Diseños hidrodinámicos de cascos, en embarcaciones nuevas.
- Trazar rutas operativas para evitar el ralenti prolongado.
- Regirse por el anexo VI de MARPOL de manera obligatoria para futuras inspecciones.

Conclusiones

- De acuerdo a toda la bibliografía y cálculos presentados de las dos embarcaciones: una totalmente mecánica construida en el año 1973 y otra híbrida construida en el año 2010, se puede deducir que la antigüedad de los motores o generadores pueden ser factores que afecten el consumo de combustible, y los motores eléctricos fueron más eficiente que los de combustión interna.
- La cuantificación de las emisiones de GEI se estimó de acuerdo a las directrices del panel intergubernamental del cambio climático IPCC (2006), en un rango de 4 viajes de 60 días al año. La embarcación totalmente mecánica generó **16.425.690,79 Gg** de GEI, y la embarcación híbrida generó **11.930.243,20 Gg** de GEI.
- Se propuso estrategias que fomenten sistemas más eficientes en las embarcaciones o una transición a energías más limpias, para reducir la quema de combustibles fósiles.
- Con el tiempo se espera que las normas ambientales en el sistema marítimo sean más estrictas en el Ecuador para reducir la contaminación de la atmosfera, y que las embarcaciones lleven a bordo sistemas que monitoreen y analicen el consumo de combustible y emisiones de gases contaminantes.

Recomendaciones

- Se recomienda optimizar la operación de los motores y generadores diésel, especialmente en las embarcaciones mecánicas convencionales, para reducir el consumo específico de combustible, y por ende las emisiones de GEI.
- Se recomienda incentivar la transición a la generación de energías más limpias, uso de combustibles alternativos para mejorar el desempeño ambiental sin comprometer la operatividad de los sistemas.
- Se recomienda hacer cambios estructurales hidrodinámicos que ayuden a disminuir la resistencia al agua, optimización de hélices.
- Se recomienda establecer normas vigentes que limiten las emisiones de GEI en el sector marítimo ecuatoriano.

Bibliografía

- Antonio Rovira, y. M. (11 de 2015). *Uned.es*. Obtenido de Uned.es: <https://lopezva.wordpress.com/wp-content/uploads/2019/11/343564272-motores-de-combustion-interna.pdf>
- Balcombe, P., Brierley, J., Lewis, C., Skatvedt, L., Speirs, J., & Staffell, A. H. (15 de 02 de 2019). *ScienceDirect*. Obtenido de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196890418314250>
- Brad Armstrong. (20 de 09 de 2023). *Alberni power y marine*. Obtenido de Alberni power y marine: <https://www.albernipowermarine.com/blog/factors-influencing-boat-fuel-economy-and-top-fuel-saving-tips>
- CONUEE. (2018). *Movilidad y transporte*. Obtenido de Movilidad y transporte: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/241728/DieselFT.pdf>
- Cruce. (21 de 02 de 2025). *YPF*. Obtenido de YPF: <https://ypfelcruce.com.ar/poder-calorifico-diesel-ypf/>
- Cruce. (24 de 04 de 2025). *YPF*. Obtenido de YPF: <https://ypfelcruce.com.ar/densidad-gas-oil-ultra-ypf/>
- Equipmake. (15 de 09 de 2025). *Equipmake*. Obtenido de Equipmake: <https://equipmake.co.uk/es/base-de-conocimientos/fundamentos-de-los-motores-electricos-para-embarcaciones/>
- F. Payri, y. J. (2015). *Diesel engine combustion and emissions*. Obtenido de Diesel engine combustion engine and emissions.: https://www.academia.edu/38247431/Motores_de_Combustion_Interna_Alt_ernativos_Payri

- Gomez Oviedo. (27 de 03 de 2025). *Rental Store*. Obtenido de Rental Store:
<https://gorentalstore.com/blog-alquiler-de-maquinaria/como-funciona-un-generador-diesel>
- Heywood, J. B. (2018). *Internal Combustion Engine Fundamentals*. Obtenido de Insst.es:
<https://www.insst.es/documents/94886/6645067/DLEP+148+-+A%C3%B1o+2023.pdf/717843f8-8433-0bcf-2521-451f1a97ebc2?version=1.0&t=1702976918120>
- IEA. (2022). *Energy Efficiency*. Obtenido de Energy Efficiency:
<https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2022>
- Ifema . (08 de 03 de 2022). *ifema.es*. Obtenido de ifema.es:
<https://www.ifema.es/noticias/motor/como-funcionan-los-motores-de-combustion-interna>
- Ifema. (s.f.). *ifema.es*.
- IGES. (s.f.). *IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Obtenido de IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories:
https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/0_Overview/V0_0_Cover.pdf
- IMO. (2020). *Descarbonización del transporte marítimo*. Obtenido de Descarbonización del transporte marítimo:
https://www.imo.org/es/ourwork/environment/pages/decarbonization%20of%20shipping.aspx?utm_source=chatgpt.com
- IMO. (2023). *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL), 1973, as modified by the Protocol of 1978*. Obtenido de International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL), 1973, as modified by the Protocol of 1978.:
[https://www.imo.org/es/about/conventions/pages/international-convention-for-the-prevention-of-pollution-from-ships-\(marpol\).aspx](https://www.imo.org/es/about/conventions/pages/international-convention-for-the-prevention-of-pollution-from-ships-(marpol).aspx)

- IMO. (s.f.). *Organizacion maritima internacional*. Obtenido de Organizacion maritima internacional: [https://www.imo.org/es/about/conventions/pages/international-convention-for-the-prevention-of-pollution-from-ships-\(marpol\).aspx](https://www.imo.org/es/about/conventions/pages/international-convention-for-the-prevention-of-pollution-from-ships-(marpol).aspx)
- Industrial motors. (30 de 05 de 2024). *Industrial motors*. Obtenido de Industrial motors: https://industrial-motors.com/challenges-in-integrating-air-and-electric-motors/?utm_source
- Intecoastur. (18 de 04 de 2024). *Intecoastur*. Obtenido de Intecoastur: <https://www.intecoastur.com/blog/impacto-ambiental-puertos-maritimos/>
- IPCC. (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 2: Energy*. Obtenido de 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 2: Energy.: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>
- Kristin Rypdal, N. P. (2006). *IPCC*. Obtenido de IPCC: [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1_Volume1/V1_1_Ch1_Introduction.pdf#:~:text=Generaci%C3%B3n%20de%20informes%20de%20inventarios%20Un%20informe,de%20estimaci%C3%B3n%20m%C3%A1s%20b%C3%A1sica%20\(o%20Nivel%201\).](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1_Volume1/V1_1_Ch1_Introduction.pdf#:~:text=Generaci%C3%B3n%20de%20informes%20de%20inventarios%20Un%20informe,de%20estimaci%C3%B3n%20m%C3%A1s%20b%C3%A1sica%20(o%20Nivel%201).)
- MAATE. (26 de 08 de 2024). *Fondo de inversion ambiental sostenible* . Obtenido de Fondo de inversion ambiental sostenible : <https://fias.org.ec/plan-nacional-de-mitigacion-del-cambio-climatico/>
- Magín Lapuerta, O. A. (2019). *Science direct*. Obtenido de Science direct: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360128507000421>
- Ministerio de energias y minas. (08 de 2023). *Ambiente y energia*. Obtenido de Ambiente y energia : <https://www.ambienteyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2023/08/wp-1692720103183.pdf>

Miranda, G. (02 de 01 de 2025). *Experior, revista de investigacion ADEN*. Obtenido de Experior, revista de investigacion ADEN: <https://doi.org/10.56880/experior41.5>

Miteco. (s.f.). *Miteco*. Obtenido de Miteco: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contr-el-cambio-climatico/naciones-unidas/ipcc.html#:~:text=Examina%20y%20eval%C3%BAa%20la%20bibliograf%C3%ADa,Unidas%20y%20de%20la%20OMM>.

Mobility portal Latinoamerica. (08 de 06 de 2020). *Mobility portal Latinoamerica*. Obtenido de Mobility portal Latinoamerica: <https://mobilityportal.lat/motores-electricos-vs-a-combustion-quien-gana-nuevo-informe-de-amech-compara-los-puntos-mas-importantes/>

Muñoz, J. P. (2024). *Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27643>

OECC, A. y. (2018). *Agencia Estatal de Meteorología y Oficina Española de Cambio Climático*. Obtenido de Agencia Estatal de Meteorología y Oficina Española de Cambio Climático.: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contr-el-cambio-climatico/ipcc_informe_especial_15pdf_tcm30-485656.pdf

Piqueras, V. Y. (12 de 12 de 2016). *poliBlogs*. Obtenido de poliBlogs: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2016/12/12/motores-endotermicos-o-de-combustion-interna/>

Richard Stone. (2012). *Introduction to Internal Combustion Engines*. Obtenido de Introduction to Internal Combustion Engines:

https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781137028297_A29487295/preview-9781137028297_A29487295.pdf

Roel Vermeulen, D. T. (2014). *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*. Obtenido de Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology.: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3915263/>

Sym naval. (24 de 03 de 2024). *Sym naval*. Obtenido de Sym naval: <https://sym-naval.com/es/blog/normativa-marpol/#None>

Wan, Z., & Tang, A. e. (01 de 2018). *ScienceDirect*. Obtenido de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X17310214?via%3Dihub>

Xun Yang, N. T. (10 de 2025). *Science direct*. Obtenido de Science direct: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2025.104313>

Anexos

Software del IPCC 2006

The screenshot shows the '2006 IPCC Categories' tree on the left, with '1.A.3.d.ii - Domestic Water-borne Navigation' selected. The right pane shows 'Fuel Consumption Data' with the following details:

- Sector: Energy
- Category: Fuel Combustion Activities
- Subcategory: 1.A.3.d.ii - Domestic Water-borne Navigation
- Sheet: Fuel Consumption Data

The data table is titled 'Equation 3.5.1' and has the following structure:

Subdivision	Fuel	Vessel	Engine type	Consumption (Mass, Volume or Energy Unit)	Consumption Unit	Conversion Factor (TJ/Unit) (NCV)	Total consumption (TJ)
S	F	VT	ET	C	U	CF	TC = C * CF
*							0
Total							

This screenshot shows a more detailed view of the 'Fuel Consumption Data' entry screen for the year 2025. The 'Worksheet' tab is active, and the 'Equation 3.5.1' table is expanded. The table includes columns for Subdivision, Fuel, Vessel and Engine type, Consumption, Consumption Unit, Conversion Factor, and Total consumption. The 'Total' row shows a value of 0.

Below the table, there are buttons for 'Fuel Manager...', 'Time Series data entry...', and 'Export to Excel'.

The bottom right pane shows a 'Time Series' chart for 'CARBON DIOXIDE (CO2) Emissions (Gt CO2 Equivalents)' from 1990 to 2025. The chart shows a steady increase in emissions over time, with a base year for assessment of uncertainty in trend set at 1990.

The bottom status bar displays: Country/Territory: Ecuador | Inventory Year: 2025 | Base year for assessment of uncertainty in trend: 1990 | CO2 Equivalents: AR5 GWPs (100 year time horizon) | Database file: (C:\ProgramData\IPCC2006Software\ipcc2006.accd.b)

IPCC Inventory Software - Sbel03 - [Worksheets]

Application Database Inventory Year Administrate Worksheets Tools Export/Import Reports Window Help

2006 IPCC Categories

- 1.A.2.g - Transport Equipment
- 1.A.2.h - Machinery
- 1.A.2.i - Mining (excluding fuels) and Quarrying
- 1.A.2.j - Wood and wood products
- 1.A.2.k - Construction
- 1.A.2.l - Textile and Leather
- 1.A.2.m - Non-specified Industry
- 1.A.3 - Transport
 - 1.A.3.a - Civil Aviation
 - 1.A.3.a.i - International Aviation (International)
 - 1.A.3.a.ii - Domestic Aviation
 - 1.A.3.b - Road Transportation
 - 1.A.3.b.i - Cars
 - 1.A.3.b.i.1 - Passenger cars with 3-way cat
 - 1.A.3.b.i.2 - Passenger cars without 3-way
 - 1.A.3.b.ii - Light-duty trucks
 - 1.A.3.b.ii.1 - Light-duty trucks with 3-way c
 - 1.A.3.b.ii.2 - Light-duty trucks without 3-way
 - 1.A.3.b.iii - Heavy-duty trucks and buses
 - 1.A.3.b.iv - Motorcycles
 - 1.A.3.b.v - Evaporative emissions from vehicle
 - 1.A.3.b.vi - Urea-based catalysts
 - 1.A.3.c - Railways
 - 1.A.3.d - Water-borne Navigation

Worksheet notes

Worksheet notes 2006 IPCC Guidelines

Country/Territory: Ecuador | Inventory Year: 2025 | Base year for assessment of uncertainty in trend: 1990 | CO2 Equivalents: AR5 GWPs (100 year time horizon) | Database file: (C:\ProgramData\IPCC2006Software\ipcc2006.acddb)

ESP 3:25

Fuel Consumption Data Fuel Combustion Emissions

Worksheet

Sector: Energy

Category: Fuel Combustion Activities

Subcategory: 1.A.3.d.ii - Domestic Water-borne Navigation

Sheet: Fuel Combustion Emissions

Data

Fuel Type: Liquid Fuels

Uncertainties for Liquid Fuels

Equation 3.6.1

Fuel consumption				CO2		CH4		N2O		
Subdivision	Fuel	Vessel and Engine type	Total fuel consumption (TJ)	CO2 Emission Factor (kg CO2/TJ)	Amount Captured (Gg CO2)	CO2 Emission s (Gg CO2)	CH4 Emission Factor (kg CH4/TJ)	CH4 Emission s (Gg CH4)	N2O Emission Factor (kg N2O/TJ)	N2O Emission s (Gg N2O)
S	Δ	∇	C	EF(CO2)	Z	CO2=C* EF (CO2)/10 %Z	EF(CH4)	CH4=C* EF (CH4)/10 %	EF(N2O)	N2O=C* EF (N2O)/10 %
Total			0			0		0		0

Fuel Manager... Time Series data entry... Export to Excel

User notes

1.A.3.d.ii - Time Series

CARBON DIOXIDE (CO2) Emissions (Gg CO2 Equivalents)

* Base year for assessment of uncertainty in trend: 1990

Gas: CARBON DIOXIDE (CO2)

Inventory Year Administrate Worksheets Tools Export/Import Reports Win

Users

Country/Territory

CO2 Equivalents

Energy

IPPU

AFOLU

Waste

Delete Inventory...

Fuel Combustion Emissions

Fuel Manager

Fuel Combustion Activities

Combustion Emissions

Fuel consumption

Subdivision	Fuel	Vessel and Engine type	Total fuel consumption (TJ)
-------------	------	------------------------	-----------------------------

PCG (100 años)

The 'CO2 Equivalents' dialog box is shown with the 'Type' set to 'AR5 GWPs (100 year time horizon)'. It contains a tree view of gas groups and a table of CO2 equivalents for selected gases.

Gas	CO2 Equivalent	Remark
CARBON DIOXIDE (CO2)	1	
METHANE (CH4)	28	
NITROUS OXIDE (N2O)	265	

Other gas groups listed in the tree view include HFCs, PFCs, SF6, NF3, Ethers and Halogenated Ethers, Other GHGs, SF5CF3, and Precursors.

Diesel, poder calorífico

The 'Fuel Manager' dialog box is shown with the 'Conversion Factor Type' set to 'NCV'. It contains a table of fuel properties for various fuel types.

Fuel Type	Fuel Name	Primary Fuel	Net Calorific Value (TJ / Gg)	Carbon content (NCV) (kg C / GJ)
Liquid Fuels	Aviation Gasoline	<input type="checkbox"/>	44.3	19.1
	Bitumen	<input type="checkbox"/>	40.2	22
	Crude Oil	<input checked="" type="checkbox"/>	42.3	20
	Ethane	<input type="checkbox"/>	46.4	16.8
	Gas/Diesel Oil	<input checked="" type="checkbox"/>	43	20.2
	Jet Gasoline	<input type="checkbox"/>	44.3	19.1
	Jet Kerosene	<input type="checkbox"/>	44.1	19.5
	Liquefied Petroleum Gases	<input type="checkbox"/>	47.3	17.2
	Lubricants	<input type="checkbox"/>	40.2	20
	Motor Gasoline	<input type="checkbox"/>	44.3	18.9
	Naphtha	<input type="checkbox"/>	44.5	20
	Natural Gas Liquids	<input checked="" type="checkbox"/>	44.2	17.5
	Orimulsion	<input checked="" type="checkbox"/>	27.5	21
	Other Kerosene	<input type="checkbox"/>	43.8	19.6
	Other Petroleum Products	<input type="checkbox"/>	40.2	20
	Paraffin Waxes	<input type="checkbox"/>	40.2	20
	Petroleum Coke	<input type="checkbox"/>	32.5	26.6
	Refinery Feedstocks	<input type="checkbox"/>	43	20
Refinery Gas	<input type="checkbox"/>	49.5	15.7	
Residual Fuel Oil	<input type="checkbox"/>	40.4	21.1	
Shale Oil	<input type="checkbox"/>	38.1	20	
White Spirit and SBP	<input type="checkbox"/>	40.2	20	
Solid Fuels	Anthracite	<input checked="" type="checkbox"/>	26.7	26.8
	Blast Furnace Gas	<input type="checkbox"/>	2.47	70.8
	Brown Coal Briquettes	<input type="checkbox"/>	20.7	26.6
	Coal Tar	<input type="checkbox"/>	28	22

Notes at the bottom of the dialog:

- Type and Name of default fuels cannot be changed and default fuels cannot be deleted.
- Selected Conversion Factor Type is automatically applied in all the relevant worksheets across all the Inventory Years.
- Any user-specific biomass-derived fuel, e.g. dung, not covered in the definitions in table 1.1 (Vol.2, Chapter 1 of the 2006 IPCC Guidelines) shall be classified as "biomass-other"; these fuels are all considered "waste derived"
- Any user-specific fossil fuel not covered in the definitions in table 1.1 (Vol.2, Chapter 1 of the 2006 IPCC Guidelines) shall be classified as "Other fossil fuels"; these fuels are all considered "waste derived"

Consumo energético de la embarcación totalmente mecánica (en faena)

Software - Sbel03 - [Worksheets]

Database Inventory Year Administrate Worksheets Tools Export/Import Reports Window Help

es

2g - Transport Equipment
2h - Machinery
2i - Mining (excluding fuels) and Quarrying
2j - Wood and wood products
2k - Construction
2l - Textile and Leather
2m - Non-specified Industry
ransport
3a - Civil Aviation
1.A.3.a.i - International Aviation (International
1.A.3.a.ii - Domestic Aviation
3b - Road Transportation
1.A.3.b.i - Cars
1.A.3.b.i.1 - Passenger cars with 3-way cat
1.A.3.b.i.2 - Passenger cars without 3-way
1.A.3.b.ii - Light-duty trucks
1.A.3.b.ii.1 - Light-duty trucks with 3-way c
1.A.3.b.ii.2 - Light-duty trucks without 3-way
1.A.3.b.iii - Heavy-duty trucks and buses
1.A.3.b.iv - Motorcycles
1.A.3.b.v - Evaporative emissions from vehicle
1.A.3.b.vi - Urea-based catalysts
3c - Railways
3d - Water-borne Navigation

Fuel Consumption Data Fuel Combustion Emissions

Worksheet
Sector: Energy
Category: Fuel Combustion Activities
Subcategory: 1.A.3.d.ii - Domestic Water-borne Navigation
Sheet: Fuel Consumption Data

Data
Fuel Type Liquid Fuels

Equation 3.5.1

Subdivision	Fuel	Vessel and Engine type	Consumption (Mass, Volume or Energy Unit)	Consumption Unit	Conversion Factor (TJ/Unit) (NOV)	Total consumption (TJ)
S	F	VT	C	U	CF	TC = C * CF
Caterpillar 645xxx	Gas/Diesel Oil	Unspecified	3,275.254	Gg (Auto CF)	43	140,835.922
Generador 3412	Gas/Diesel Oil	Unspecified	615.241	Gg (Auto CF)	43	26,455.363
Generador 3508	Gas/Diesel Oil	Unspecified	651.432	Gg (Auto CF)	43	28,011.576
Motor 3408	Gas/Diesel Oil	Unspecified	434.288	Gg (Auto CF)	43	18,674.384
Motor 3412	Gas/Diesel Oil	Unspecified	180.953	Gg (Auto CF)	43	7,780.979
Total						221,758.224

Emisiones de CO2, CH4, N2O de la embarcación totalmente mecánica (en faena)

Software - Sbel03 - [Worksheets]

Database Inventory Year Administrate Worksheets Tools Export/Import Reports Window Help

es

2g - Transport Equipment
2h - Machinery
2i - Mining (excluding fuels) and Quarrying
2j - Wood and wood products
2k - Construction
2l - Textile and Leather
2m - Non-specified Industry
ransport
3a - Civil Aviation
1.A.3.a.i - International Aviation (International
1.A.3.a.ii - Domestic Aviation
3b - Road Transportation
1.A.3.b.i - Cars
1.A.3.b.i.1 - Passenger cars with 3-way cat
1.A.3.b.i.2 - Passenger cars without 3-way
1.A.3.b.ii - Light-duty trucks
1.A.3.b.ii.1 - Light-duty trucks with 3-way c
1.A.3.b.ii.2 - Light-duty trucks without 3-way
1.A.3.b.iii - Heavy-duty trucks and buses
1.A.3.b.iv - Motorcycles
1.A.3.b.v - Evaporative emissions from vehicle
1.A.3.b.vi - Urea-based catalysts
3c - Railways
3d - Water-borne Navigation

Fuel Consumption Data Fuel Combustion Emissions

Worksheet
Sector: Energy
Category: Fuel Combustion Activities
Subcategory: 1.A.3.d.ii - Domestic Water-borne Navigation
Sheet: Fuel Combustion Emissions

Data
Fuel Type Liquid Fuels

Equation 3.5.1

Subdivision	Fuel	Vessel and Engine type	total fuel consumption (TJ)	CO2		CH4		N2O			
				CO2 Emission Factor (kg CO2/TJ)	Amount Captured (Gg CO2)	CH4 Emission Factor (kg CH4/TJ)	CH4 Emissions (Gg CH4)	N2O Emission Factor (kg N2O/TJ)	N2O Emissions (Gg N2O)		
S	F	VT	C	EF(CO2)	Z	EF(CH4)	EF(CH4)*C	EF(N2O)	EF(N2O)*C		
Caterpillar...	Gas/Diesel Oil	Unspecified	140,835	Calculated	74,066.667	0	10,431	3	422,808	0.6	84,502
Generado...	Gas/Diesel Oil	Unspecified	26,455	Calculated	74,066.667	0	1,959.4	3	79,366	0.6	15,873
Generado...	Gas/Diesel Oil	Unspecified	28,011	Calculated	74,066.667	0	2,074.7	3	84,035	0.6	16,807
Motor 3408	Gas/Diesel Oil	Unspecified	18,674	Calculated	74,066.667	0	1,383.1	3	56,023	0.6	11,205
Motor 3412	Gas/Diesel Oil	Unspecified	7,780.9	Calculated	74,066.667	0	576.311	3	23,343	0.6	4,669
Total			221,758				16,424.8		665,275		133,055

Fuel Manager... Time Series data entry... Export to Excel

CO2 equivalente en Gg (PCG) en un horizonte de 100, de la embarcación totalmente mecánica (en faena)

IPCC Inventory Software - Sbel03 - [Reporting Table 7a - Uncertainties]

Application Database Inventory Year Administrate Worksheets Tools Export/Import Reports Window Help

Reporting Table 7a - Uncertainties

Base year for assessment of uncertainty in trend: 1990 Year T: 2025 Refresh Data

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals (Gg CO2 equivalent)	Year T emissions or removals (Gg CO2 equivalent)	Activity Data Uncertainty (%)
1 - Energy				
1.A.1 - Energy Industries	CO2	0.000	0.000	
	CH4	0.000	0.000	
	N2O	0.000	0.000	
1.A.3.b - Road Transportation	CO2	0.000	0.000	
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	CO2	0.000	16.424.892.458	
	CH4	0.000	18.627.691	
	N2O	0.000	35.259.558	
1.B.1.a - Coal mining and handling	CO2	0.000	0.000	
	CH4	0.000	0.000	
	N2O	0.000	0.000	
1.B.1.c - Fuel transformation	CO2	0.000	0.000	
	CH4	0.000	0.000	
	N2O	0.000	0.000	
1.B.2.a - Oil	CO2	0.000	0.000	
	CH4	0.000	0.000	
	N2O	0.000	0.000	

Number of decimal places: 3 Zero padding:

Documentation box

Country/Territory: Ecuador | Inventory Year: 2025 | Base year for assessment of uncertainty in trend: 1990 | CO2 Equivalents: AR5 GWPs (100 year time horizon)

Consumo energético de la embarcación totalmente mecánica (en puerto)

Software - Sbel03 - [Worksheets]

Database Inventory Year Administrate Worksheets Tools Export/Import Reports Window Help

Fuel Consumption Data Fuel Combustion Emissions

Worksheet

Sector: Energy 2025

Category: Fuel Combustion Activities

Subcategory: 1.A.3.d.i - Domestic Water-borne Navigation

Sheet: Fuel Consumption Data

Data

Fuel Type Liquid Fuels

Equation 3.5.1

Subdivision	Fuel	Vessel and Engine type	Consumption (Mass, Volume or Energy Unit)	Consumption Unit	Conversion Factor (TJ/unit) (NCV)	Total consumption (TJ)
S	F	VT	C	U	CF	TC = C * CF
Caterpillar 645xxx	Gas/Diesel Oil	Unspecified	723.813	Gg (Auto CF)	43	31.123.959
Generador 3412	Gas/Diesel Oil	Unspecified	615.241	Gg (Auto CF)	43	26.455.363
Generador 3508	Gas/Diesel Oil	Unspecified	651.432	Gg (Auto CF)	43	28.011.576
Motor 3408	Gas/Diesel Oil	Unspecified	434.288	Gg (Auto CF)	43	18.674.384
Motor 3412	Gas/Diesel Oil	Unspecified	180.953	Gg (Auto CF)	43	7.780.979
Total						112.046.261

Fuel Manager... Time Series data entry... Export to Excel

User notes

Emisiones de CO2, CH4, N2O de la embarcación totalmente mecánica (en puerto)

Software - Sbel03 - [Worksheets]

Database Inventory Year Administrate Worksheets Tools Export/Import Reports Window Help

Fuel Consumption Data Fuel Combustion Emissions

Worksheet

Sector: Energy 2025

Category: Fuel Combustion Activities

Subcategory: 1.A.3.d.i - Domestic Water-borne Navigation

Sheet: Fuel Combustion Emissions

Data

Fuel Type Liquid Fuels

Uncertainties for Liquid Fuels

Equation 3.5.1

Subdivision	Fuel	Vessel and Engine type	Total fuel consumption (TJ)	CO2		CH4		N2O			
				CO2 Emission Factor (kg CO2/TJ)	Amount Captured (Gg CO2)	CH4 Emission Factor (kg CH4/TJ)	CH4 Emission (Gg CH4)	N2O Emission Factor (kg N2O/TJ)	N2O Emission (Gg N2O)		
S	F	VT	C	EF (CO2)	Z	EF (CH4)	EF (CH4)/10 ⁻⁶	EF (N2O)	EF (N2O)/10 ⁻⁶		
Caterpillar...	Gas/Diesel Oil	Unspecified	31.123	Calculated	74.066.667	0	2.305.2	3	93.372	0.6	18.674
Generado...	Gas/Diesel Oil	Unspecified	26.455	Calculated	74.066.667	0	1.959.4	3	79.366	0.6	15.873
Generado...	Gas/Diesel Oil	Unspecified	28.011	Calculated	74.066.667	0	2.074.7	3	84.035	0.6	16.807
Motor 3408	Gas/Diesel Oil	Unspecified	18.674	Calculated	74.066.667	0	1.383.1	3	56.023	0.6	11.205
Motor 3412	Gas/Diesel Oil	Unspecified	7.780.9	Calculated	74.066.667	0	576.311	3	23.343	0.6	4.669
Total			112.046				8.298.89		336.139		67.228

Fuel Manager... Time Series data entry... Export to Excel

CO2 equivalente en Gg (PCG) en un horizonte de 100, de la embarcación totalmente mecánica (en puerto)

IPCC Inventory Software - Sbel03 - [Reporting Table 7a - Uncertainties]

Application Database Inventory Year Administrate Worksheets Tools Export/Import Reports Window Help

Reporting Table 7a - Uncertainties

Base year for assessment of uncertainty in trend: 1990 Year T: 2025 Refresh Data

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals (Gg CO2 equivalent)	Year T emissions or removals (Gg CO2 equivalent)	Activity Data Uncertainty (%)
1 - Energy				
1.A.1 - Energy Industries	CO2	0.000	0.000	
	CH4	0.000	0.000	
	N2O	0.000	0.000	
1.A.3.b - Road Transportation	CO2	0.000	0.000	
▶ 1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	CO2	0.000	8.298.893,065	
	CH4	0.000	9.411,886	
	N2O	0.000	17.815,355	
1.B.1.a - Coal mining and handling	CO2	0.000	0.000	
	CH4	0.000	0.000	
1.B.1.c - Fuel transformation	CO2	0.000	0.000	
	CH4	0.000	0.000	
	N2O	0.000	0.000	
1.B.2.a - Oil	CO2	0.000	0.000	
	CH4	0.000	0.000	
	N2O	0.000	0.000	

Number of decimal places: 3 Zero padding:

Documentation box

Country/Territory: Ecuador | Inventory Year: 2025 | Base year for assessment of uncertainty in trend: 1990 | CO2 Equivalents: AR5 GWPs (100 year time horizon)

Consumo energético de la embarcación híbrida (en faena)

Software - Sbel03 - [Worksheets]

Database Inventory Year Administrate Worksheets Tools Export/Import Reports Window Help

Fuel Consumption Data Fuel Combustion Emissions

Worksheet: Energy 2025

Category: Fuel Combustion Activities

Subcategory: 1.A.3.d.ii - Domestic Water-borne Navigation

Sheet: Fuel Consumption Data

Data

Fuel Type: Liquid Fuels

Equation 3.5.1

Subdivision	Fuel	Vessel and Engine type	Consumption (Mass, Volume or Energy Unit)	Consumption Unit	Conversion Factor (TJ/Unit) (NCV)	Total consumption (TJ)
S	F	VT	C	U	CF	TC = C * CF
► Generador Wartsila 1	Gas/Diesel Oil	Unspecified	1,248,578	Gg (Auto CF)	43	53,688,854
► Generador wartsila 2	Gas/Diesel Oil	Unspecified	1,248,578	Gg (Auto CF)	43	53,688,854
► Generador wartsila 3	Gas/Diesel Oil	Unspecified	1,248,578	Gg (Auto CF)	43	53,688,854
Total						161,066,562

Fuel Manager... Time Series data entry... Export to Excel

Emisiones de CO2, CH4, N2O de la embarcación híbrida (en faena)

Worksheets Tools Export/Import Reports Window Help

Fuel Consumption Data Fuel Combustion Emissions

Worksheet: Energy 2025

Category: Fuel Combustion Activities

Subcategory: 1.A.3.d.ii - Domestic Water-borne Navigation

Sheet: Fuel Combustion Emissions

Data

Fuel Type: Liquid Fuels

Uncertainties for Liquid Fuels

Equation 3.5.1

Fuel consumption				CO2			CH4		N2O		
Subdivision	Fuel	Vessel and Engine type	total fuel consumption (TJ)	CO2 Emission Factor (kg CO2/TJ)	Amount Captured (Gg CO2)	CO2 Emissions (Gg CO2)	CH4 Emission Factor (kg CH4/TJ)	CH4 Emissions (Gg CH4)	N2O Emission Factor (kg N2O/TJ)	N2O Emissions (Gg N2O)	
S	F	VT	C	EF(CO2)	Z	CO2=C*EF (CO2)/10 ⁶ -Z	EF(CH4)	CH4=C*EF (CH4)/10 ⁶	EF(N2O)	N2O=C*EF (N2O)/10 ⁶	
► Generado...	Gas/Diesel Oil	Unspecified	53,688...	Calcuat...	74,066,667	0	3,976.5	3	161,067	0.6	32,213
► Generado...	Gas/Diesel Oil	Unspecified	53,688...	Calcuat...	74,066,667	0	3,976.5	3	161,067	0.6	32,213
► Generado...	Gas/Diesel Oil	Unspecified	53,688...	Calcuat...	74,066,667	0	3,976.5	3	161,067	0.6	32,213
Total			161,066...				11,929.6...	483.2	96.64		

Fuel Manager... Time Series data entry... Export to Excel

CO2 equivalente en Gg (PCG) en un horizonte de 100, de la embarcación híbrida (en faena)

IPCC Inventory Software - Sbel03 - [Reporting Table 7a - Uncertainties]

Application Database Inventory Year Administrative Worksheets Tools Export/Import Reports Window Help

Reporting Table 7a - Uncertainties

Base year for assessment of uncertainty in trend: 1990 Year T: 2025 Refresh Data

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals (Gg CO2 equivalent)	Year T emissions or removals (Gg CO2 equivalent)	Activity Data Uncertainty (%)
1 - Energy				
1.A.1 - Energy Industries	CO2	0,000	0,000	
	CH4	0,000	0,000	
	N2O	0,000	0,000	
1.A.3.b - Road Transportation	CO2	0,000	0,000	
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	CO2	0,000	11,929,663,359	
	CH4	0,000	13,529,591	
	N2O	0,000	25,609,583	
1.B.1.a - Coal mining and handling	CO2	0,000	0,000	
	CH4	0,000	0,000	
1.B.1.c - Fuel transformation	CO2	0,000	0,000	
	CH4	0,000	0,000	
	N2O	0,000	0,000	
1.B.2.a - Oil	CO2	0,000	0,000	
	CH4	0,000	0,000	
	N2O	0,000	0,000	

Number of decimal places: 3 Zero padding:

Documentation box

Country/Territory: Ecuador | Inventory Year: 2025 | Base year for assessment of uncertainty in trend: 1990 | CO2 Equivalents: AR5 GWPs (100 year time horizon)

Consumo energético de la embarcación híbrida (en puerto)

Software - Sbel03 - [Worksheets]

Database Inventory Year Administrate Worksheets Tools Export/Import Reports Window Help

Fuel Consumption Data Fuel Combustion Emissions

Worksheet

Sector: Energy

Category: Fuel Combustion Activities

Subcategory: 1.A.3.d.ii - Domestic Water-borne Navigation

Sheet: Fuel Consumption Data

2025

Data

Fuel Type Liquid Fuels

Equation 3.5.1

Subdivision	Fuel	Vessel and Engine type	Consumption (Mass, Volume or Energy Unit)	Consumption Unit	Conversion Factor (TJ/unit) (NCV)	Total consumption (TJ)
S	F	VT	C	U	CF	TC = C * CF
Generador Wartsila 3	Gas/Diesel Oil	Unspecified	307.621	Gg (Auto CF)	43	13.227.703
				Gg (Auto CF)		
Total						13.227.703

Fuel Manager... Time Series data entry... Export to Excel

Emisiones de CO2, CH4, N2O de la embarcación híbrida (en puerto)

Software - Sbel03 - [Worksheets]

Database Inventory Year Administrate Worksheets Tools Export/Import Reports Window Help

Fuel Consumption Data Fuel Combustion Emissions

Worksheet

Sector: Energy

Category: Fuel Combustion Activities

Subcategory: 1.A.3.d.ii - Domestic Water-borne Navigation

Sheet: Fuel Combustion Emissions

2025

Data

Fuel Type Liquid Fuels

Uncertainties for Liquid Fuels

Equation 3.5.1

Fuel consumption			total fuel consumption (TJ)	CO2		CH4		N2O			
Subdivision	Fuel	Vessel and Engine type		CO2 Emission Factor (kg CO2/TJ)	Amount Captured (Gg CO2)	CO2 Emission Factor (kg CH4/TJ)	CH4 Emission Factor (Gg CH4)	N2O Emission Factor (kg N2O/TJ)	N2O Emission Factor (Gg N2O)		
S	F	VT	C	EF(CO2)	Z	EF(CH4)	EF(CH4) ¹⁰ ₁₆	EF(N2O)	EF(N2O) ¹⁰ ₁₆		
Generador	Gas/Diesel Oil	Unspecified	13.227	Calculated	74.066.667	0	979.731	3	39.683	0.6	7.937
Total			13.227.7				979.731		39.683		7.937

Fuel Manager... Time Series data entry... Export to Excel

CO2 equivalente en Gg (PCG) en un horizonte de 100, de la embarcación híbrida (en puerto)

IPCC Inventory Software - Sbel03 - [Reporting Table 7a - Uncertainties]

Application Database Inventory Year Administrate Worksheets Tools Export/Import Reports Window Help

Reporting Table 7a - Uncertainties

Base year for assessment of uncertainty in trend: 1990 Year T: 2025 Refresh Data

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals (Gg CO2 equivalent)	Year T emissions or removals (Gg CO2 equivalent)	Activity Data Uncertainty (%)
1 - Energy				
1.A.1 - Energy Industries	CO2	0.000	0.000	
	CH4	0.000	0.000	
	N2O	0.000	0.000	
1.A.3.b - Road Transportation	CO2	0.000	0.000	
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	CO2	0.000	979.731,869	
	CH4	0.000	1.111,127	
	N2O	0.000	2.103,205	
1.B.1.a - Coal mining and handling	CO2	0.000	0.000	
	CH4	0.000	0.000	
1.B.1.c - Fuel transformation	CO2	0.000	0.000	
	CH4	0.000	0.000	
	N2O	0.000	0.000	
1.B.2.a - Oil	CO2	0.000	0.000	
	CH4	0.000	0.000	
	N2O	0.000	0.000	

Number of decimal places: 3 Zero padding:

Documentation box

Country/Territory: Ecuador | Inventory Year: 2025 | Base year for assessment of uncertainty in trend: 1990 | CO2 Equivalents: AR5 GWPs (100 year time horizon)

Suma del consumo energético de las dos embarcaciones (en faena)

Software - Sbel03 - [Worksheets]

Database Inventory Year Administrate Worksheets Tools Export/Import Reports Window Help

Fuel Consumption Data | Fuel Combustion Emissions

Worksheet

Sector: Energy

Category: Fuel Combustion Activities

Subcategory: 1.A.3.d.ii - Domestic Water-borne Navigation

Sheet: Fuel Consumption Data

Data

Fuel Type: Liquid Fuels

Equation 3.5.1

Subdivision	Fuel	Vessel and Engine type	Consumption (Mass, Volume or Energy Unit)	Consumption Unit	Conversion Factor (TJ/Unit) (NCV)	Total consumption (TJ)
S	F	VT	C	U	CF	TC = C * CF
Caterpillar 64500x	Gas/Diesel Oil	Unspecified	3,275,254	Gg (Auto CF)	43	140,835,922
Generador 3412	Gas/Diesel Oil	Unspecified	615,241	Gg (Auto CF)	43	26,455,363
Generador 3508	Gas/Diesel Oil	Unspecified	651,432	Gg (Auto CF)	43	28,011,576
Generador wartsila 1	Gas/Diesel Oil	Unspecified	1,248,578	Gg (Auto CF)	43	53,688,854
Generador wartsila 2	Gas/Diesel Oil	Unspecified	1,248,578	Gg (Auto CF)	43	53,688,854
Generador wartsila 3	Gas/Diesel Oil	Unspecified	1,248,578	Gg (Auto CF)	43	53,688,854
Motor 3408	Gas/Diesel Oil	Unspecified	434,288	Gg (Auto CF)	43	18,674,384
Motor 3412	Gas/Diesel Oil	Unspecified	180,953	Gg (Auto CF)	43	7,780,979
Total						382,824,786

Fuel Manager... Time Series data entry... Export to Excel

User notes

Suma de emisiones de CO2, CH4, N2O de las dos embarcaciones (en faena)

Software - Sbel03 - [Worksheets]

Database Inventory Year Administrate Worksheets Tools Export/Import Reports Window Help

Fuel Consumption Data | Fuel Combustion Emissions

Worksheet

Sector: Energy

Category: Fuel Combustion Activities

Subcategory: 1.A.3.d.ii - Domestic Water-borne Navigation

Sheet: Fuel Combustion Emissions

Data

Fuel Type: Liquid Fuels

Uncertainties for Liquid Fuels

Equation 3.5.1

Subdivision	Fuel	Vessel and Engine type	CO2		CH4		N2O				
			Total fuel consumption (TJ)	CO2 Emission Factor (kg CO2/TJ)	Amount Captured (Gg CO2)	CO2 Emission Factor (kg CO2/TJ)	CH4 Emission Factor (kg CH4/TJ)	CH4 Emission Factor (kg CH4/TJ)	N2O Emission Factor (kg N2O/TJ)	N2O Emission Factor (kg N2O/TJ)	
S	F	VT	C	EF(CO2)	Z	EF(CH4)	EF(CH4)/10 ⁻⁶	EF(N2O)	EF(N2O)/10 ⁻⁶		
Caterpillar	Gas/Diesel	Unspecifi...	140.83	Calculated	74,066.667	0	10.431...	3	422.508	0.6	84.502
Generado...	Gas/Diesel	Unspecifi...	26,455	Calculated	74,066.667	0	1,959.4	3	79.366	0.6	15.873
Generado...	Gas/Diesel	Unspecifi...	28,011	Calculated	74,066.667	0	2,074.7	3	84.035	0.6	16.807
Generado...	Gas/Diesel	Unspecifi...	53,688	Calculated	74,066.667	0	3,976.5	3	161.067	0.6	32.213
Generado...	Gas/Diesel	Unspecifi...	53,688	Calculated	74,066.667	0	3,976.5	3	161.067	0.6	32.213
Generado...	Gas/Diesel	Unspecifi...	53,688	Calculated	74,066.667	0	3,976.5	3	161.067	0.6	32.213
Motor 3408	Gas/Diesel	Unspecifi...	18,674	Calculated	74,066.667	0	1,383.1	3	56.223	0.6	11.206
Motor 3412	Gas/Diesel	Unspecifi...	7,780.9	Calculated	74,066.667	0	576.31	3	23.343	0.6	4.669
Total			382,824			28,354		1,148.4		229,695	

Fuel Manager... Time Series data entry... Export to Excel

User notes

CO2 equivalente en Gg (PCG) en un horizonte de 100, de las dos embarcaciones (en faena)

IPCC Inventory Software - Sbel03 - [Reporting Table 7a - Uncertainties]

Application Database Inventory Year Administrative Worksheets Tools Export/Import Reports Window Help

Reporting Table 7a - Uncertainties

Base year for assessment of uncertainty in trend: 1990 Year T: 2025 Refresh Data

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals (Gg CO2 equivalent)	Year T emissions or removals (Gg CO2 equivalent)	Activity Data Uncertainty (%)
1 - Energy				
1.A.1 - Energy Industries	CO2	0,000	0,000	
	CH4	0,000	0,000	
	N2O	0,000	0,000	
1.A.3.b - Road Transportation	CO2	0,000	0,000	
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	CO2	0,000	28.354.555,816	
	CH4	0,000	32.157,282	
	N2O	0,000	60.869,141	
1.B.1.a - Coal mining and handling	CO2	0,000	0,000	
	CH4	0,000	0,000	
1.B.1.c - Fuel transformation	CO2	0,000	0,000	
	CH4	0,000	0,000	
	N2O	0,000	0,000	
1.B.2.a - Oil	CO2	0,000	0,000	
	CH4	0,000	0,000	
	N2O	0,000	0,000	

Number of decimal places: 3 Zero padding

Documentation box

Country/Territory: Ecuador | Inventory Year: 2025 | Base year for assessment of uncertainty in trend: 1990 | CO2 Equivalents: AR5 GWPs (100 year time horizon)