



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Vida

**“DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN UNA
EMBARCACIÓN TURÍSTICA QUE OPERA CON MENOS DE
VEINTE PASAJEROS DENTRO DE LA RESERVA MARINA DE
GALÁPAGOS Y PROPUESTA PARA REDUCCIÓN DE
EMISIONES DE CARBONO”**

INFORME DEL PROYECTO INTEGRADOR

Previa a la obtención del título de:

BIÓLOGO

JUAN CARLOS CORRAL MARTÍNEZ

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2016

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por todo y a la Virgencita del Cisne por cuidarme siempre.

A mi querida mamá por su entrega incondicional a sus hijos, a mi amada esposa por su apoyo en los momentos felices; pero sobre todo en los difíciles, a mis hermanos que los amo con todo mi corazón.

A mis abuelitos por su cariño y enseñanzas, a mis tíos por sus palabras de apoyo y el tiempo que me han dedicado, a mi primo que siempre estuvo ahí y a mi pequeño hijo Juan Dieguito, le doy las gracias por esperarme.

A mi tutora Ms. C. Paola Elizalde, por estar dispuesta a brindarme su ayuda académica y conocimientos, cuando parecía complicado sacar adelante este trabajo.

Gracias a todas las personas que en este camino me ayudaron a ser un poco mejor.

DEDICATORIA

A mi mamá, esposa, hermanos, abuelitos, mi pequeño hijo Juan Dieguito y seres queridos.

Y a ese niño que salió de un pequeño pueblo. ¡Lo logramos!

EVALUADOR DEL PROYECTO

Tutora del Proyecto

Paola Elizabeth Elizalde Ms. C.

Nombre del Profesor de Materia

Cesar Bedoya Piloso Ms. C

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente; y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

.....
Juan Carlos Corral Martínez

RESUMEN

El presente trabajo aplica la Norma UNE-ISO 14064-1:2006 para inventario de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) de Organizaciones, para determinar la Huella de Carbono (HC) de una de las fuente móviles de emisiones perteneciente a una empresa de turismo. La fuente seleccionada fue una embarcación de turismo que transporta menos de 20 pasajeros dentro de la Reserva Marina de Galápagos (RMG), escogida bajo los siguientes criterios: se encuentra laborando dentro de un área altamente sensible, el 41,66% de la flota galapagueña corresponde a este tipo de embarcaciones y es una actividad ambientalmente regulada, de tal forma que cualquier decisión tomada sobre esta base, será un aporte. Se determinó que la HC durante el año 2015 por la operación del buque (en base al consumo de combustibles fósiles) fue de 462,88 Ton. CO₂ y se elaboró una propuesta viable que consiste en la implementación de un sistema fotovoltaico a bordo, que supla 400W/h, que corresponde a 10 horas de uso continuo de 25 focos y que resultará en una reducción de 0,31% de las emisiones, es decir, 1,45 Ton CO₂ al año.

Palabras Claves: Huella de Carbono, Reserva Marina de Galápagos, fotovoltaico, embarcación de turismo, emisiones, Gases de Efecto Invernadero.

This paper applies the UNE-ISO 14064-1: 2006 Inventory of Greenhouse Gas (GHG) for Organizations, to determine the Carbon Footprint (CF) of a mobile source of emission belonging to a tourism company. The source selected was one tourist ship which operate with less than 20 passengers inside the Galapagos Marine Reserve (GMR), chosen according to the criteria: it is working in a highly sensitive area, 41.66% of the Galapagos fleet corresponds to this type of watercraft and is an environmentally regulated activity, in consequence any decision made starting off this base, will be a contribution. It was determined that the CF (based on fossil fuel using) during 2015 was 462.88 Ton. CO₂ and a viable proposal is the implementation of a photovoltaic system on board, which will supply 400W / h, corresponding to 10 hours of continuous use of 25 bulbs and will result in a reduction of 0.31% of emissions produced, in other words, 1.45 tones CO₂ per year.

Keywords: Carbon Footprint, Galapagos Marine Reserve, photovoltaic, tourism ship, emissions, greenhouse gases.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	II
DEDICATORIA	III
EVALUADOR DEL PROYECTO.....	IV
DECLARACIÓN EXPRESA	V
RESUMEN	VI
ÍNDICE GENERAL	VII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO # 1	9
1 MARCO TEÓRICO	9
1.1 GENERALIDADES DEL CICLO DE CARBONO	9
1.2 GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)	10
1.3 CAMBIO CLIMÁTICO Y CALENTAMIENTO GLOBAL.....	12
1.4 HUELLA DE CARBONO	13
1.5 ASPECTOS TÉCNICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO	15
1.5.1 ESTÁNDARES QUE SE UTILIZAN AL MOMENTO DE LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO.....	15
1.5.2 PROTOCOLO PARA LA MEDICIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO.....	16
1.6 ECOEFICIENCIA	18
1.6.1 ECOEFICIENCIA Y LA GESTIÓN EMPRESARIAL	19

1.6.2 ENERGÍAS RENOVABLES	21
1.7 ACTIVIDAD TURÍSTICA DENTRO DE LA RESERVA MARINA DE GALÁPAGOS	
22	
1.7.1 PERFIL DE LOS TURISTAS.....	24
1.8 EMBARCACIONES DEL TIPO CRUCERO NAVEGABLE.....	26
CAPÍTULO # 2.....	29
2 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINAR LA HUELLA DE CARBONO.....	29
2.1 DIAGRAMA DEL INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO	
INVERNADERO.....	29
2.2 ALCANCE DE LA EMPRESA	30
2.3 DESCRIPCIÓN DE LAS EMISIONES GENERADAS POR LA FUENTE MÓVIL	30
2.4 CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO PARA LA FUENTE MÓVIL	
(EMBARCACIÓN).....	31
CAPÍTULO # 3.....	33
3 DATOS Y RESULTADOS	33
3.1 DIAGRAMA DEL INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO	
INVERNADERO.....	33
3.2 DETERMINACIÓN DEL ALCANCE DE LA EMPRESA.....	34
3.3 DESCRIPCIÓN DE LAS EMISIONES GENERADAS POR LA FUENTE MÓVIL	34
3.4 CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO.....	36
CAPÍTULO # 4.....	38
4 PROPUESTA.....	38

4.1 MEDIDA MITIGATORIA: IMPLEMENTAR EQUIPO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA.	38
4.2 RESULTADOS ESPERADOS	41
CAPÍTULO # 5.....	43
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
BIBLIOGRAFÍA	44

GLOSARIO

Convergencia: unión en un puntos de varias líneas o trayectorias.

Dotación mínima: tripulación básica con la que puede operar un buque.

Endémico: que se repite frecuentemente o está muy localizado en un lugar.

Eslora: longitud de una embarcación desde la proa a popa

Fotovoltáico: sustancia o cuerpo que genera una fuente electromotriz cuando se encuentra bajo la acción de una radiación luminosa o análoga.

Manga: ancho de una embarcación

Nativo: que ha nacido en el lugar en que vive o en que e específica; se utiliza a menudo para referirse a los miembros de comunidades consideradas exóticas o primitivas.

Popa: parte posterior de una embarcación

Precursor: que precede o va delante en el tiempo o el espacio. Inicia o traduce.

Proa: parte delantera de una embarcación

Propelentes: (gas) que sirve para expulsar el líquido de un aerosol

Puntal: altura del cuero del buque desde la quilla hasta la cubierta.

ABREVIATURAS Y EQUIVALENCIAS

CC/CA: Corriente continua/ Corriente Alterna

CEMDS: Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible

CMCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Ctvs.: centavos

eq.: equivalente

ESFV: Equipo de Sistema Fotovoltaico

GEI: Gases de Efecto Invernadero.

GJ: Gigajoule

Gt: Gigatoneladas que corresponde a 1×10^{12} Kilogramos

HC: Huella de Carbono.

HE: Huella Ecológica.

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change (Panel Intergovernmental de Cambio Climático)

KWh_e: gramos de CO₂ eq./unidad funcional

PNG: Parque Nacional Galápagos

RMG: Reserva Marina de Galápagos

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

W: Watts

WBCSD: World Business Council for Sustainable Development

WRI: World Resource Institute

ITCZ: Intertropical Convergence Zone

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Fuentes de emisiones CO ₂ en Kt a nivel mundial (año 2011).....	9
Figura 1. 2 : Cambio Climático: Efecto Invernadero.	13
Figura1. 4 : Pasos para determinar Huella de Carbono.	16
Figura 1. 3: La Ecoeficiencia y la Gestión Empresarial.	20
Figura 1.5: Islas Galápagos	23
Figura 1.6: Partes de un buque.....	27
Figura 3.7: Consumo de Diésel de la embarcación (año 2015).....	35
Figura 3.8: Consumo de Gasolina de la embarcación (año 2015).....	35
Figura 4.9: Diagrama general del equipo Fotovoltaico	39
Figura 4.10: Representación de una tonelada de CO ₂	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Número total de turistas que arribó a Galápagos (2015)	24
Tabla 1.2: Visitantes de Galápagos según el país de origen (2015)	25
Tabla 1. 3: Tipos de embarcaciones turísticas operativas en la RMG	26
Tabla 1.4: Dimensiones promedio de un crucero navegable en las Islas Galápagos.	28
Tabla 2.6 : Factor de conversión Combustibles/ emisiones CO	32
Tabla 3. 6: Máquinas de propulsión y generador de energía	34
Tabla 3.8: Consumo de combustible en litro del buque (año 2015).....	36
Tabla 3.9: Emisiones de CO ₂ producido por el buque (año 2015).....	37
Tabla 4. 9 : Precio equipo Fotovoltaico	40

INTRODUCCIÓN

ÁREA DE ESTUDIO: ARCHIPIÉLAGO DE GALÁPAGOS Y SU RESERVA MARINA

El Archipiélago fue declarado Patrimonio Natural de la Humanidad en 1978 y como parte de la lista de Reserva de Biosfera de la UNESCO, en 1984 [1]. La Reserva Marina de Galápagos (RMG) ubicada a unas 600 millas náuticas de Ecuador (1240Km Guayaquil)[2] continental fue creada el 18 de Marzo 1998 por el Gobierno de la República del Ecuador a través de la Dirección del Parque Nacional Galápagos y cuenta con su propio Plan de Manejo [3]. La RMG comprende 40 millas náuticas, medidas a partir de la línea base que rodea el Archipiélago (Fig. 1) y las aguas interiores, resultando en una superficie de 113 000 km² [1].

El archipiélago de Galápagos es un conjunto de islas e islotes geológicamente jóvenes y de origen volcánico, lo cual le ha conferido un alto nivel de endemismo a sus especies y le ha significado reconocimiento nacional y mundial. La plataforma de la cual emergen las islas tiene una profundidad cercana a los 1 300 metros, dentro de ella existen bajos o volcanes submarinos que se elevan aproximadamente 100 metros [3].

Todo ecosistema cuenta con dos componentes básicos para ser considerado como tal, la biocenosis (comunidades) y el biotopo (medio). Para poder introducir hacia la importancia del estudio de los impactos antropogénicos y la conservación de las Islas Galápagos, es necesario definir sus componentes bióticos y abióticos. A continuación se detalla brevemente los aspectos ambientales del Archipiélago: suelo, temperatura, agua dulce, vientos, temperatura del mar, flora y fauna.

Suelo: Las islas están formadas por volcanes que emergieron a la superficie, creando un perfecto hábitat para las especies. En ellas se puede apreciar dos tipos de suelo: lava cordada que es tipo colada y la tipo bloque que es de aspecto rocoso. Las islas aun presentan actividad volcánica su último registro es de 2009, y fueron creadas hace cinco millones de años[4].

Temperatura Aire: está regida por las dos estaciones: fría de junio a noviembre con temperatura de 21°C y la cálida de diciembre a fines de mayo con 25°C[5].

Agua dulce: esta presenta gracias a las reservas en forma de acuíferos subterráneos, las lluvias presentan un pico anual de 500mm/año, que son el principal suministro de agua dulce en las islas[4].

Vientos: Procedentes del sureste como resultado de presiones entre el bajo de Indonesia y el alto del Pacífico sur. Hacia el norte se localiza el cinturón ecuatorial de alta convección donde los vientos alisios del sureste y del noreste se encuentran y convergen hacia arriba por el calor solar para formar las células conectivas de Hadley del sur y del norte. Conocido como Zona de Convergencia Inter-Tropical (ITCZ por sus siglas en inglés)[1].

Temperatura superficial del mar: Anormalmente fría, influenciada por dos épocas; desde enero hasta abril se presenta la temporada cálida, con temperaturas entre 26°C y 28°C, el resto del año se registran con temperaturas entre 24°C y 22°C, que pueden llegar incluso a los 14°C en sitios del oeste. El evento de El Niño, es una alteración natural de la corriente que lleva el mismo nombre y que ocasiona el aumento de la temperatura del agua que provienen del Pacífico Occidental, la periodicidad del suceso aún no ha sido completamente descifrada; la afectación de las comunidades submarinas y litorales, tanto de flora como de fauna, por lo general es devastadora.[1]

El ambiente de Galápagos confiere a especies únicas, las condiciones óptimas para su desarrollo de sus poblaciones en un espacio geográfico limitado, a esto se lo llama endemismo, pues estas especies no pueden encontrarse en otros lugares del planeta, esta característica es influenciada directamente por el aislamiento de las Islas en el Pacífico, hasta el momento se reportan más de 2,900 especies marinas existentes, el 18.2% son endémicas; siendo las que representan la mayor cantidad dentro de este porcentaje las especies de peces, que se pueden encontrar mayormente en las afueras de las islas Darwin y Golf (más de 20 especies por 500m²) y con una riqueza más baja en Fernandina, Santa Cruz y Bahía Elizabeth. Las principales especies claves extractivas son: Bacalao, lisas, pepino de mar, Langostas espinosas, langostino, canchalaguas, Churos y Pulpo[1].

Al no haber estudios extensos es difícil acertar sobre el número de especies introducidas, estas presentan un gran problema frente a las nativas, por su ausencia de su depredador natural, se pueden multiplicar libremente y en algunos casos causan daños a otras como son la introducción de: perros, gatos ratas frente a las iguanas marinas que les servían para su alimentación [3].

ALCANCE DEL ESTUDIO: MONITOREO DE UNA EMBARCACIÓN TURÍSTICA QUE TRANSPORTA MENOS DE 20 PASAJEROS DENTRO DE LA RMG.

Hace más de cuarenta años se viene desarrollando el turismo en Galápagos, inicialmente no contaba con infraestructura adecuada, tanto en tierra como a nivel marítimo, esto ha cambiado con el pasar de los años generando mejora en la calidad del hospedaje brindado a los turistas a la vez que se generó un incremento de la flota turística, la cual en los últimos 20 años ha superado las 90 embarcaciones[4].

La actividad turística en Galápagos constituye un ingreso económico muy importante a nivel local y nacional [6]. Los paquetes ofrecidos a bordo de embarcaciones, son considerados por muchos como la mejor opción para recorrer las islas. En el año 2000, 210 millones de dólares ingresaron al país por concepto de turismo, de los cuales 39,9 millones es decir el 19% fueron generados en el Archipiélago [6].

El Parque Nacional Galápagos (PNG) y la RMG cuentan en total con 145 sitios de visita autorizados de estos, 75 sitios son exclusivamente de uso marino¹ y 70 terrestres[7]. Una embarcación turística de menos de 20 pasajeros, como la que se presentará en este estudio, ofrece paquetes de tours de 4, 8 y 15 noches, siendo el preferencial el de 7 días/8 noches. En este tipo de cruceros se visitan en promedio 55 sitios de visita (entre marinos y terrestres)[7].

¹ Sitios de visita marinos, se permite una o más de las actividades de buceo SCUBA, snorkel, kayak y "panga ride"[7]

Durante el año 2015; 224.755 personas visitaron las Islas, procedentes en su mayoría de Ecuador Continental, seguidos por ciudadanos norteamericanos e ingleses. Respecto al tipo de hospedaje, 72.514 optaron por tours en embarcaciones especializadas para la actividad, de estos, 53.473 turistas adquirieron su paquete en embarcaciones de origen del Puerto de Baltra (Parroquia de Puerto Ayora – Isla Santa Cruz)[8].

En la actualidad la flota turística de Galápagos cuenta con 156 embarcaciones dedicadas a diferentes actividades turísticas, de este total, las embarcaciones de tour de crucero navegable de menos de 20 pasajeros representan un 41,66 % (69 embarcaciones de Crucero Navegable A, B y C) [8].

En lo que respecta a las características para categorizar una embarcación de turismo, el Plan de Manejo de la Reserva Marina de Galápagos (1998), da lineamientos generales para considerar a las embarcaciones dentro de un grupo determinado de actividad turística. Sin embargo de esto, no existe a nivel nacional, ningún cuerpo legal, es por esto que, históricamente se han realizado diseños navales similares sujetos a la aprobación de la Subsecretaría de Transporte Marítimo y Fluvial.

Para este estudio se ha seleccionado una embarcación de turismo comúnmente utilizada en el archipiélago puesto que esta actividad representa el principal ingreso económico local. El 30,82 % de turistas que visitan Galápagos lo hacen a bordo de alguna de las embarcaciones que ofrecen este servicio. Para el presente trabajo, se obtuvo la información relativa a un año de operaciones de una embarcación de turismo de Categoría A, con capacidad de hospedaje para 21 personas (16 pasajeros y 5 dotación mínima) con Puerto Baltra como puerto de origen.

El buque de pasajeros que se monitoreó, pertenece a una empresa galapagueña que labora con 6 personas en el área administrativa en Puerto Ayora, en asociación con una Agencia de Turismo en Quito. La embarcación además, opera con una dotación mínima o tripulación mínima de 5 personas [4].

De acuerdo a todas las normas propuestas para la determinación de huella de carbono, incluyendo la descrita en la Metodología y aplicada en el presente trabajo, la empresa de turismo ubicada en las Islas galápagos es el principal objetivo de estudio, ya que de ella se desprenden las emisiones, que pueden ser: fijas, móviles o de producción (Estos conceptos se ampliarán en el Capítulo 1); adicionalmente, como se revisará en el Capítulo 2, la determinación de la HC implica un alcance, que es delimitado de acuerdo a tres parámetros: primero; los tipos de emisiones que pueda generar una empresa, segundo; servicios de terceros (proveedores) a la empresa y tercero; gestión de desechos. En ningún caso es necesario llegar a completar todos los alcances; pero si es necesaria la continuidad, por ejemplo para llegar al alcance 3 se debe cumplir con los alcances 1 y 2.

Para el caso del presente trabajo, la generación total de emisiones de la empresa, no será el fin; pues sería abarcar un estudio muy amplio, es por esto que se ha limitado a establecer la HC de una de las fuentes móviles de emisión de la compañía, que representa su principal actividad y su mayor fuente de emisiones. Esto no implica desvalorización en la importancia del trabajo, puesto que la determinación de HC es un primer paso, que podrá traducirse en reducción de emisiones por medio de implementación de procedimientos o tecnología ecológica y ambientalmente amigable.

En el Capítulo 3, como parte de los resultados, se detallan todos los tipos de emisiones generadas por la empresa y el alcance. La selección de un tipo de fuente aislada dentro de una empresa, no se traduce en una mala aplicación de la metodología o en error de los resultados, simplemente significa que si se continúa la valoración de las otras fuentes se conocerá el estado actual global de la empresa y se podrán generar ideas para reducción de emisiones totales, llegando incluso al concepto de Carbono Neutral.

JUSTIFICACIÓN Y APOORTE: CARBONO NEUTRAL EN EL ECUADOR Y MEJORA DE SERVICIOS

La determinación de la Huella de Carbono generada por una embarcación de turismo en la Reserva Marina de Galápagos del tipo crucero navegable que operan con menos de 20 pasajeros y la propuesta de una medida de mitigación viable para reducción efectiva es la base de este documento.

La importancia del estudio antes mencionado es identificar cuantitativamente uno de los agravantes del efecto invernadero que desencadena el Calentamiento Global (cantidad de carbono producto de la quema de combustibles fósiles) en la actividad económica principal de una zona de invaluable protagonismo ecológico y alta sensibilidad.

Tomando en consideración que el 41,66% de las embarcaciones son del tipo de la utilizada de modelo, y que la operación a bordo es sistemática y de manera general muy similar, los resultados pueden ser extrapolados para tener una idea de la cantidad de emisiones y permitirá idear propuestas viables, a corto, mediano y largo plazo, para la disminución de estas, fomentando la conservación del medio en que se desarrollan especies únicas.

Para poder aprovechar, explotar y preservar un bien o servicio ambiental, es necesario conocer las bases científicas que permitan sustentar su uso. Es así que, el presente trabajo se convierte en pionero para la investigación de ciencias ambientales contemporáneas dentro de las Islas Galápagos.

Otro factor interesante que puede desprenderse del análisis de la Huella de Carbono, es el concepto de Carbono Neutral, definido como la remoción de las emisiones equivalentes a las emitidas por una empresa, con el objetivo de disminuir las contaminaciones derivadas de los procesos en el sector productivo.

En Ecuador la entidad que gestiona, certifica y regula esta iniciativa es el Ministerio del Ambiente a través de la Subsecretaría del Cambio Climático, quien otorga un “sello de carbono neutral” a las empresas que han demostrado disminuir a cero sus emisiones [9],

Precisar el nivel de emisiones de CO₂ o Huella de Carbono, de una embarcación con estas características nos permitirá tener una idea general de la contaminación atmosférica. Es importante indicar que las embarcaciones ya se encuentran reguladas por la Dirección del Parque Nacional Galápagos, por medio de la Resolución N° 0000050, en la cual establece los estándares ambientales para la operación de embarcaciones de turismo en las áreas protegidas del Archipiélago de Galápagos. Adicionalmente hace más de 20 años cumplen con normativas internacionales para reducción de gases NO_x y SO_x, manejo de desechos, uso de pinturas amigables al medio ambiente, entre otras.

Como consecuencia de lo antes expuesto, se está utilizando como base de estudio una actividad altamente regulada, lo que permite tener resultados con menor margen de error al momento de interpretar y proponer medidas para compensación, mitigación, reducción o eliminación de impactos.

Desde el punto de vista social y económico, al ser las islas Galápagos conocido a nivel mundial como un destino para turismo de naturaleza, se debe tener especial cuidado en las regularizaciones aplicadas al medio ambiente, es por esto que cualquier estudio que pueda reducir o mitigar los impacto negativo originado por cualquier actividad realizada en la zona, merece ser tomado en consideración.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

a) OBJETIVO GENERAL

Determinar las emisiones de carbono de una de las fuentes móviles de una empresa de turismo que labora dentro de la Reserva Marina de Galápagos y desarrollar una medida para la reducción de emisiones de carbono.

b) OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Aplicar la metodología de la Norma UNE-ISO 14064-1:2006 para inventario de los Gases de Efecto Invernadero de Organizaciones para determinar la huella de carbono de la fuente móvil seleccionada, para este caso será una embarcación de turismo que opera con menos de 20 pasajeros dentro de la RMG.
2. Elaborar un diagrama explicativo del inventario de emisiones de la empresa de turismo generado desde el 1 de enero del 2015 hasta el 1 de enero del 2016.
3. Proponer una alternativa viable para la reducción de emisiones generadas por la embarcación.

CAPÍTULO # 1

1 MARCO TEÓRICO

1.1 GENERALIDADES DEL CICLO DE CARBONO

El carbono se encuentra presente en todos los seres orgánicos: animales, plantas, microorganismo e incluso en forma inerte como combustibles y carbón mineral. La cantidad total retenida en todos estos lugares en un tiempo determinado se denomina “reserva de carbono”, la cual fluye de y hacia la atmosfera gracias a los distintos procesos naturales o artificiales y a esto se le conoce como el ciclo del carbono [10].

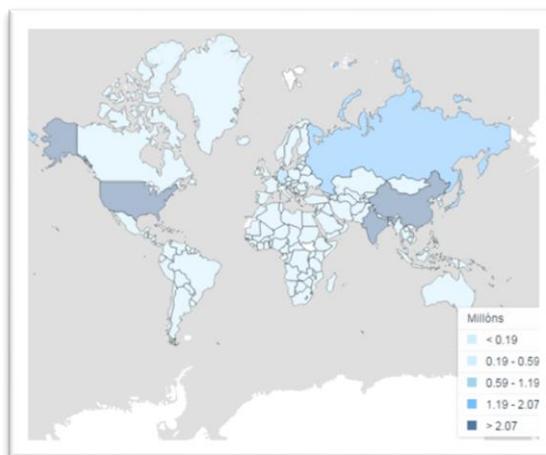


Figura 1.1: Fuentes de emisiones CO₂ en Kt a nivel mundial (año 2011)

Extraído de: Base de datos del Banco Mundial [13].

En un comienzo estos flujos se mantenían en equilibrio natural, el CO₂ emitido al ambiente era purificado y absorbido por las plantas y océanos. Desde que el hombre descubrió como obtener energía de la combustión de ciertos recursos

naturales, se ha incrementado su uso hasta llegar a niveles industriales, desvaneciendo el equilibrio [10].

Los bosques como los mares no pueden absorber el carbono en la misma medida que es emitido a la atmósfera y sumando a esto, la deforestación causa doble perjuicio al medio ambiente [11].

Los mayores aportes de emisiones son generados por los países industrializados, en América latina existe un bajo porcentaje de emisiones pese a que estos aumentan anualmente. [12].

1.2 GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)

Los gases de efecto invernadero (GEI) son fluidos gaseosos que absorben y emiten radiación de onda larga. Se encuentran de forma natural y sin ellos la temperatura de la tierra sería 33°C menor a la actual, a esto se le conoce como efecto invernadero natural. Los GEI tiene una larga duración en el ambiente y son: Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4), Óxido Nitroso (NO_2) emitidos de forma natural y Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC), Hexafluoruro de azufre (SF_6) creados por el hombre. [14]

El incremento de los GEI de larga duración por causa antropogénica los hace responsables del calentamiento global, ya que generan sobrecarga en el efecto invernadero natural del planeta. Esto se debe a su capacidad para atrapar (en la atmósfera) el calor emitido por los rayos ultravioleta UV que penetraron la capa de ozono. Los rayos son reflejados por la superficie terrestre y al existir una "capa aislante" de GEI, se mantienen encerrados en la troposfera terrestre por varias décadas.[12].

Los gases de larga duración son generados principalmente por la combustión de fósiles, minería, agricultura y ganadería que se han mantenido en aumento exponencial desde la tecnificación de la producción producto de la Revolución Industrial.[15]

Los puntos de origen o fuentes de los gases son distintos y se enlistan a continuación:

- CO_2 : causante del principal del efecto, ha venido presentando un aumento en los últimos 100 años, causante del 30% de la temperatura en la atmósfera[16].
- Lluvia ácida: se produce por procesamiento del cobre. Consiste en la emisión de grandes cantidades de SO_2 y SO_3 , que al condensarse caen en forma de lluvia, siendo perjudiciales para el follaje de los bosques, cuerpos de agua (principalmente estáticos y pequeños Eje: lago) y es tóxico para la piel[16].
- CFC: Cloro-Flúor-Carbono; fueron usados en un principio como refrigerantes, después como propelentes de Spray. Estos gases suben a la atmosfera debilitando la capa de ozono, dando paso a la penetración de los rayos UV, los cuales tienen efectos nocivos para los seres vivos, tales como cáncer de piel y otras enfermedades por exposición al sol[16].
- NO_x ; producidos por la combustión donde la temperatura es mayor a 300°C generalmente encontrados en motores de combustión interna (gasolina y diésel). Los óxidos de nitrógeno son precursores del ozono, aunque el O_3 es bueno a altitudes mayores, cuando se crea a nivel del suelo es perjudicial para la salud, ya que es muy oxidante y produce irritación en las mucosas y órganos [12].

Al momento una de las fuentes más precisas acerca del Cambio Climático es el informe publicado del IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) de las Naciones Unidas en febrero del 2007 describe que la temperatura ha aumentado 0.75°C en los últimos cien años y pronostica una elevación de 1.4 y 5.8°C para el 2100 [15],

Con el afán de comprometer a los países industrializados a regular sus emisiones de GEI se estructuró El Protocolo de Kioto que fue emitido en la tercera sesión de las partes del CMCC, 1997 en Kioto, Japón. Ecuador ha ratificado este acuerdo

hasta el 2020, como una muestra de compromiso con la inmensa biodiversidad con que este país cuenta.

1.3 CAMBIO CLIMÁTICO Y CALENTAMIENTO GLOBAL.

Según el IPCC El tiempo se define como “...*todos los fenómenos atmosféricos que se presentan en un determinado momento*” y clima “... *el promedio de tiempo, pero dentro de periodos más largos por ejemplo 30 años.*” [17].

El Marco De Las Naciones Unidas sobre El Cambio Climático (IPCC) define al cambio climático como ‘*un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables*’ [12][15].

Uno de los efectos causados por el cambio climático es el calentamiento que atraviesa el Planeta Tierra, aunque en el pasado el mundo ha sufrido alzas en la temperatura, en comparación con la actualidad, es el corto el tiempo en el cual se ha venido presentado estos cambios, los mismos que han reportado temperaturas muy altas en algunos lugares hasta sequías, en contraste a otros que presentan lluvias torrenciales, por efecto en el aumento de la temperatura.

Como se observa en la (Fig 1.2) la radiación del sol es captada por la atmósfera terrestre, alrededor de la mitad de esta energía es absorbida por la superficie y la otra mitad es reflejada al espacio por nubes o pequeñas partículas en el aire. La radiación reflejada por la superficie es atraída por los gases de efecto invernadero y devuelta a la tierra, sobrecalentando y acentuando más el efecto invernadero natural [10], [17].

Actualmente se cree que el consumismo es indicio de progreso, por lo que ha llevado a países en todo el mundo, a un uso irracional de sus recursos naturales e inclusive a impulsar a países en vías de desarrollo a gastar los propios. El resultado de este desmedido estilo de vida muestra graves efectos que, de acuerdo a estudios

científicos, empeorarán con el paso de los años, si no se toman medidas al respecto.



Figura 1. 2 : Cambio Climático: Efecto Invernadero.

Extraído de Programa ONU REDD+, Academia REDD+[11].

Para hacer frente a esta situación, los países desarrollados han determinado que existen dos acciones que deben ser implementadas en las normas políticas: la mitigación (se refiere a las acciones que los países deben considerar para reducir o atrapar las emisiones de los GEI [16]) y la adaptación (son las políticas o algún recurso que se pueda implementar para anticipar o reducir efectos esperados por el cambio climático [16]) las cuales podrán ser adaptadas a la realidad de cada país.

1.4 HUELLA DE CARBONO

El concepto de Huella de Carbono (HC) deriva de la Huella Ecológica² Aunque su nombre lo sugiere, la HC no se limita a la medición de emisiones de CO₂, se

² mide la cantidad de tierra y agua biológicamente productivas que un individuo, una región, toda la humanidad, o determinada actividad humana requiere para producir los recursos que consume y absorber los desechos que genera[30].

consideran todos los Gases de Efecto Invernadero (GEI) generados para después ser transformados individualmente a equivalentes del dióxido de carbono [18].

La huella de carbono es una versión simplificada del Análisis de Ciclo de Vida (ACV)³, en el cual en vez de medir varias categorías de impacto ambiental, se considera una de ellas en este caso las que se relacionan al calentamiento global[18].

Cada día se utilizan enormes volúmenes de combustibles de origen fósil, ya sea: gasolina, carbón, petróleo y gas natural, la quema de estos combustibles genera gran cantidad de Dióxido de Carbono al medio ambiente, sumadas a otras emisiones como metano y óxido nitroso que aportan al calentamiento global.[12]

Del consumo energético desproporcionado, surgen estrategias gubernamentales que hacen frente a los efectos que estos causan; como por ejemplo la ecoeficiencia energética, que es una mejora continua de los procesos industriales o el uso de energías más amigables con el ambiente, al implementar estos concepto dentro de una empresa, se puede alcanzar dos objetivos: valor agregado del producto o servicio y/o remuneraciones económicas según las leyes gubernamentales que el país lo estipule; pero lo más importante, es que no solo se mejora productiva y financieramente, sino que al mismo tiempo se reducen emisiones.

Por lo antes expresado es necesario aclarar que la medición de la HC es simplemente la cuantificación de emisiones en CO₂ equivalente, es decir que, es una herramienta para conocer el estado en que se encuentra cualquier empresa, servicio y/o actividad y que servirá de base para tomar decisiones ambientalmente amigables. La HC por sí sola no es una medida de mitigación o adaptación; pero sin ella no se podría asegurar que exista una reducción efectiva, ya que es un punto de referencia inicial.

³ ACV; es una herramienta metodológica que sirve para medir el impacto ambiental de un producto, proceso o sistema a lo largo de todo su ciclo de vida (desde que se obtienen las materias primas hasta su fin de vida [18]

1.5 ASPECTOS TÉCNICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO

La huella de carbono, es la suma de gases de efecto invernadero que son emitidos al medio ambiente directa o indirectamente hasta su destrucción o reciclaje. Los generadores pueden ser: individuos, organizaciones, eventos o productos, [24].

La determinación de la cantidad de gases emitidos al inicio de un proyecto, ayuda a las empresas o personas a tener una referencia para posteriormente buscar medidas de reducción de GEI (especificados en el protocolo de Kioto) [14].

La recolección de datos para determinación de HC se pueden realizar por medio de las siguientes normas: ISO 14064-1, 2050 o The Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol); sin embargo existen otras normas menos difundidas para el mismo fin. Las dos regulaciones antes mencionadas utilizan como referencia un año base para la medición de emisiones.

Se toma como referencia el CO₂, ya que se emite en mayor escala que sus homónimos y es de medición más fácil, debido a que todo proceso industrial genera emisiones por el uso de combustibles fósiles. Todos estos gases al momento de medirse la HC son transformados a Dióxido de Carbono gracias a un coeficiente de conversión y el resultado de esto se denomina CO₂ equivalente (CO₂ eq).

1.5.1 ESTÁNDARES QUE SE UTILIZAN AL MOMENTO DE LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO.

Existen diferentes normas que se pueden optar para la medición de la HC, esto dependerá si la medición se hace a una organización/empresa o servicio. Por ejemplo.

- Huella de carbono organización/empresa; sectores comerciales dentro de la organización: GHG Protocol; UNEN- ISO 14064-1,2.
- Huella de carbono de productos - emisiones de gases de efecto invernadero de la organización y el ciclo de vida de los productos: PAS 2050, ISO 14067.

1.5.2 PROTOCOLO PARA LA MEDICIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

El cambio climático por efecto de los gases de efecto invernadero y las distintas repercusiones que consigo acarrear, no solo nos muestra la necesidad del uso eficiente de distintas energías, sino también el rol de la tecnología para mejorar el rendimiento de las empresas, ya que como se ha mencionado, la disminución de emisiones está vinculado a la gestión de la calidad[25].

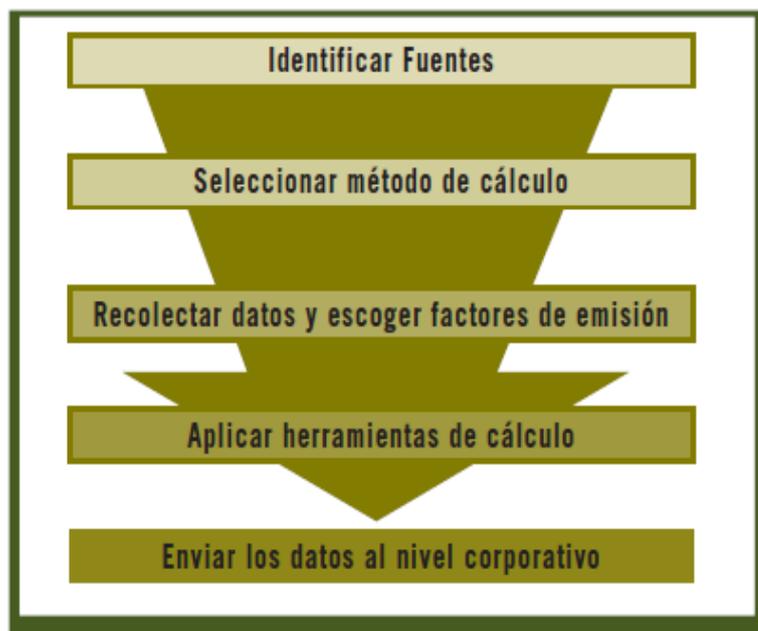


Figura1. 3 : Pasos para determinar Huella de Carbono.

Extraído de Protocolo de Gases de Efecto Invernadero[25].

Por esto el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sustentable en conjunto con el Instituto de Recursos Mundiales (WBCSD y WRI, por sus siglas en inglés) ha elaborado una guía de libre acceso para que las empresas tengan una estrategia al momento de reducir sus emisiones. Muchas empresas a nivel mundial ya han optado por hacer uso de dicha herramienta [25]. SE sugiere la secuencia de la Figura 1.4. y que a continuación se detallan:

- a) Identificar fuentes de GEI: se realiza tomando en consideración la fuente y su alcance:
 - Combustión fija: combustión en equipos fijos (calderas, incineradores, turbinas, motes etc.)[25].
 - Combustión móvil: la combustión en medios de transporte, aviones, autobuses, automóvil, buques, embarcaciones)[25].
 - Emisiones de proceso: emisiones que se generan en procesos químicos o físicos (emisiones de PFC en fundición de aluminio etc.)[25].
 - Emisiones fugitivas: emanación intencional y no intencional (fugas en uniones, tratamientos de aguas residuales, torres de enfriamiento, etc.)[25].
- a.1) La generación de emisiones directas o indirectas pueden provenir de una de las fuentes mencionadas, esto dependerá si es producto o servicio.
 - Identificar emisiones de alcance 1: primero se debe determinar las emisiones directas de las fuentes, las emisiones de proceso no son aplicables a todas las empresas, en cambio las empresas que manufacturan pueden llegar a tener emisiones de todas las fuentes. Las empresas que laboran estrictamente en oficinas puede que no tengan emisiones directas solo si son dueñas de vehículos o equipos que generen combustión, AC.[25].
 - Identificar emisiones de alcance 2: estas derivan del consumo de electricidad, vapor o calor adquirido, en la práctica la mayoría de las empresas generan emisiones indirectas que se obtiene por el uso de electricidad[25].
 - Identificar emisiones de alcance 3: esta es opcional. Hay que se refiere a subcontrataciones de otras empresas, o franquicias, o si la empresa quiere hacer un seguimiento de su producto hasta después de su uso[25].

- b) Selección de un método de cálculo: para aplicar una medición de las emisiones que puede realizar monitoreo de flujo pero en la práctica eso no es común, la medida más idónea es calcular los volúmenes haciendo la relación con facturas pagadas por la compra de la energía/combustible[25].
- c) Recolectar datos de actividades y escoger factores de emisión: para empresas pequeñas las emisiones serán calculadas en base a las facturas de compra de combustibles fósiles (gas natural, diésel, gasolina etc.), en cambio las emisiones del alcance dos serán por la compra de electricidad y la tercera se obtendrá la cantidad de emisiones del cálculo de las emisiones por el uso de combustible o kilómetros recorridos por empresas subcontratadas[25].
- d) Aplicar las herramientas para el cálculo: existen varias metodologías que se pueden aplicar, una de las más comunes es la presentada por el sitio web (www.ghgprotocol.org), pero las empresas son libres de elegir la que mejor se ajuste a sus necesidades. Existen dos herramientas para el cálculo:
 - Herramientas intersectoriales: distintos sectores (combustión fija, móvil, uso de HFC en refrigeración y aire acondicionado con incertidumbre en la medición y estimación.
 - Herramientas sectoriales: sectores específicos (aluminio, hierro, acero, petróleo, gas etc.)[25].

1.6 ECOEFICIENCIA

La ecoeficiencia es una idea que pretende cuidar y optimizar recursos en la cadena de producción, en otras palabras es “producir más con menos recursos”, nacen de conceptos como el Desarrollo Sostenible o Sustentable⁴ (DS) generados en el informe que fue presentado por Brundtland⁵ en 1987 [19] llamado Nuestro Futuro en Común (Our Common Future)[20]. En este documento se presenta la posibilidad de

⁴ Satisfacer las necesidades de la generación presente sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras[31].

⁵ **Brundtland**, ex-primera ministra de Noruega, fue en su informe donde se utilizó por primera vez el término desarrollo sostenible o sustentable.

realizar crecimiento económico basado en una política de sostenibilidad y expansión en base de los recursos naturales.[20]

El Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (CEMDS) fue quien creó el concepto de ecoeficiencia en 1992, una contribución a la Cumbre Mundial sobre el desarrollo sostenible en Río de Janeiro a través de una publicación llamada *Changing Course*, enfocada al sector económico y medio ambiente, aumentando el sector económico a través de un eficiente uso de los recursos y menor generación de emisiones. [21]

Algunas empresas a nivel internacional y nacional ya han puesto en marcha esta filosofía a la hora de elaborar sus productos o brindar servicios, ya sea desde un menor consumo de agua, energía, materias primas y/o recursos humanos que les permita conservar o rendir más en sus requerimientos de producción[19]. Si se desea llegar a un desarrollo sustentable, la ecoeficiencia es el mejor camino, pues permite brindar al mercado un producto o servicio que satisfaga las necesidades y ayuden a cuidar la calidad de vida de los clientes al reducir los impactos ambientales.[21]

Según la CEMDS los enfoques para implementar la idea de ecoeficiencia en una empresa/servicio son:

- Reducir la intensidad del material y energía en la elaboración de productos y servicios.
- Reducción en la generación del material tóxico.
- Fomentar el reciclaje.
- Maximizar el uso de los recursos naturales
- Extensión de la durabilidad de los productos.
- Aumento de la calidad de bienes y servicios.

1.6.1 ECOEFICIENCIA Y LA GESTIÓN EMPRESARIAL

Según la guía de ecoeficiencia para empresas del Ministerio del Ambiente en Perú, existen distintos escenarios al momento de implementarla en el área Industrial.

- Responsabilidad empresarial: donde la compañía está convencida de los beneficios de implementar un sistema de gestión, que resultará en posible ahorro y la importancia de la responsabilidad con el medio ambiente[22].
- Gestión ambiental: requiere líderes, para el desarrollo de cualquier proyecto ambiental se debe brindar todo el apoyo posible afuera y dentro de la empresa[22].
- Mirar hacia adentro: la idea debe empezar desde la empresa maximizando eficientemente los recursos, detectar en que parte del procesos hay fuga de costos, a través de la implementación de normas de calidad[22].
- Comunicación a todo nivel: la organización debe estar totalmente involucrada con los cambios en los procesos para la disminución de las emisiones, desde el personal hasta los inversionistas de ser el caso, para desde los primeros informes introducir los nuevos cambios[22].
- Integración de un sistema de gestión: el manejo ambiental de una empresa no difiere de otros cambios o normas que se desee implementar en busca de oportunidades de mejora.[22]

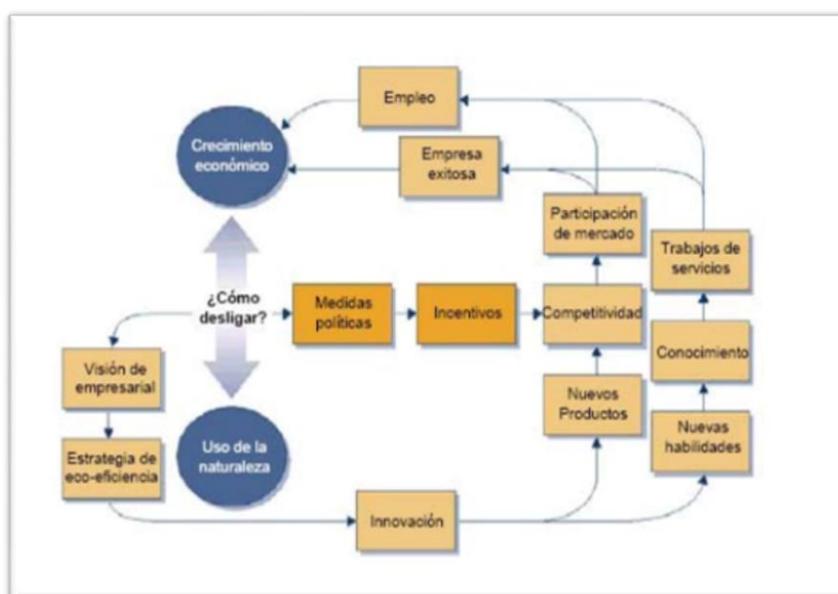


Figura 1. 4: La Ecoeficiencia y la Gestión Empresarial.

Extraído de: Ministerio del Ambiente Perú[22]

La conclusión que llega el IPCC es que “... *Cualesquiera que sean las acciones que se tomen, (...) todos los escenarios de la estabilización climática indican que entre el 60 y el 80 por ciento de la reducción en las emisiones provendrá de fuentes de energía, de su uso y de procesos industriales, con la eficiencia energética jugando un rol clave en muchos escenarios*”. [12]

1.6.2 ENERGÍAS RENOVABLES

La implementación de energías renovables es una alternativa actual que las empresas están tomando como opción al momento de reducir sus emisiones. En los últimos años se ha observado un incremento de su uso por los beneficios que ofrecen, aunque todavía presenta algunas limitaciones en cuanto al querer suplantar por completo a las energías de origen fósil.

En el mercado se ve asentado cada vez más la utilización de las energías renovables; en alumbrado público, rural, bombeo de aguas subterráneas, refrigeración, calefacción, cada una de ellas adaptándose a las distintas necesidades de la actividad.

Al momento, las energías limpias más desarrolladas son: producción de Biodiesel, producción de Etanol, energía solar para calentamiento y calefacción, hidroeléctrica, geotérmica, solar térmica, Eólica y la Fotovoltaica que presenta el mayor crecimiento en cuanto a producción en los últimos diez años y de la cual se hablara más adelante [23].

A continuación se describe las principales energías renovables:

- **Energía Hidroeléctrica:** es aquella que utiliza el potencial hídrico contenido en los ríos, creando embalses para su mejor uso, se estima que por su implementación se puede ahorrar 0,9 y 1,7Gt/año, que dejara de ser emitido al medio ambiente [16].
- **Biomasa:** derivada de la materia orgánica para generar energía, los cuales pueden ser los desechos municipales, industriales, agrícolas, los bosque (quema de madera) y plantaciones de energía. Considerando un costo de

2\$GJ que es una producción baja se obtendría electricidad a 10-15cts/KWhe[16].

- Energía Eólica: se consigue gracias a la tecnología de aspas, donde es aprovechada la energía potencial contenida en el viento para la producción de energía eléctrica, puede generar una contribución del 15-20% de energía si se la implementa sin tomar en consideración el costo del equipo, provocaría un ahorro de emisiones de 0,1-0,2 Gt cada año[16].
- Energía Solar: el aprovechamiento de la luz solar para producir energía eléctrica se puede lograr gracias a la tecnología fotovoltaica y termoeléctrica. Para pequeños equipos se estima que alcance la potencia de 16-22 EJ [16].
- Energía Geotérmica y Oceánica: es aquella energía que se obtiene gracias al aprovechamiento del calor en el interior del planeta Tierra. La energía oceánica es el movimiento de enormes turbinas por la fuerza de las olas.

La adaptación al uso de energías amigables y de bajas emisiones, es una opción muy útil para reducir la huella de carbono.

1.7 ACTIVIDAD TURÍSTICA DENTRO DE LA RESERVA MARINA DE GALÁPAGOS

El turismo en las islas Galápagos se ha desarrollado desde la década de los 60 con y la regulación de los tours navegables inició en 1978. Por la importancia de las islas, con el tiempo, las autoridades han venido elaborando programas para proteger este patrimonio de la humanidad perteneciente a nuestro país[26]. Para ello se ha creado:

El Parque Nacional Galápagos cuenta con 70 sitios de visita (terrestres) y la Reserva Marina de Galápagos con 75 sitios (marinos) [7]. Todos los puntos de visita se encuentran demarcados por la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG) y han sido estudiados para determinar la capacidad de carga turística.

bordo, fue extraída literalmente del Reglamento de Turismo de Áreas Protegidas de Galápagos:

- *Crucero Navegable.- Es la operación turística que realiza travesía por mar en embarcaciones acondicionadas para pasajeros, quienes pernoctan a bordo*[7].
- *Tour Diario.- Tour de Bahía y Buceo (Clase 1), Tour de Bahía y Buceo (Clase 2), Tour de Bahía (Clase 3), Pesca Deportiva, Tour de Buceo Navegable, Tour de puerto a puerto.* [7]

1.7.1 PERFIL DE LOS TURISTAS

AÑO	NUMERO DE VISITANTES
2007	161.850
2008	173.419
2009	162.610
2010	173.228
2011	185.028
2012	180.831
2013	204.395
2014	215.691
2015	224.755

Tabla 1.1: Número total de turistas que arribó a Galápagos (2015)

Elaborado por Tesista[8].

Las Islas reciben cientos de visitantes anualmente, en la Tabla 1.1 se resume el número de turistas que visitaron Galápagos los últimos 8 años, siendo el 2015 el

año con mayor afluencia, es importante recordar que este es el periodo seleccionado para la recolección de datos para determinar la HC.

PAÍS ORIGEN	NÚMERO DE PERSONAS
Ecuador	70 471
Estados Unidos	60 796
Reino Unido	11 877
Alemania	9 486
Canadá	9 341
Australia	6 666

Tabla 1.2: Visitantes de Galápagos según el país de origen (2015)

Elaborado por Tesista[8].

En la Tabla 1.2 se observa la clasificación de visitantes de acuerdo a su origen, según las estadísticas del grupo técnico del Observatorio Turismo de Galápagos, este dato se proporciona para conocer un poco la dinámica turística de las Islas y no influencia en el cálculo que se realizará posteriormente.

Del total de visitantes durante el año 2015, 173 487 personas arribaron a la Isla de Baltra - Cantón Isla Santa Cruz, de los cuales se hospedaron en tierra 120 014 turistas y el resto que fueron 53 473 en embarcaciones que brinda cruceros navegables [8].

Los turistas pueden optar por los tipos de embarcaciones turísticas enlistados en la Tabla 1.3. El total de la flota turística de la RMG es de 156 unidades, divididas en nueve categorías que se adaptan a la necesidad de las personas. Tomando en consideración que los cruceros navegables tipo A, B representa el 41,66 %, la embarcación seleccionada para realizar el presente trabajo, de manera general, es un referencial importante para otras embarcaciones similares.

.CATEGORIA	ISABELA	SAN CRISTOBAL	SANTA CRUZ	PORCENTAJE TOTAL
CRUCERO NAVEGABLE A	2	13	47	41,66%
CRUCERO NAVEGABLE B	-	-	3	
CRUCERO NAVEGABLE C	-	-	4	2,56%
GRUPOS ORGANIZADOS	1	6	1	5,12%
PESCA VIVENCIAL	10	7	10	17,31%
TOUR DE BAHÍA	6	2	5	8,33%
TOUR DE BUCEO NAVEGABLE	-	4	2	3,84%
TOUR DIARIO	-	1	11	7,69%
TOUR DIARIO DE BUCEO	1	9	11	13,46%

Tabla 1. 3: Tipos de embarcaciones turísticas operativas en la RMG

Elaborado por Tesista[8].

1.8 EMBARCACIONES DEL TIPO CRUCERO NAVEGABLE.

En lo que respecta a las características para categorizar una embarcación de turismo, no existe a nivel nacional ningún cuerpo legal, es por esto que, históricamente se han realizado diseños navales similares entre sí, que están sujetos a la aprobación de la Subsecretaría de Transporte Marítimo y Fluvial.

Para el presente estudio se monitoreo una sola embarcación de turismo de menos de 20 pasajeros pero, por lo expresado en el párrafo anterior, la descripción de esta es aplicable para toda la flota de esta categoría (A -B).

Los buques de turismo realizan tours de 4, 5, 8 y 15 (en ocasiones especiales) días dentro de la RMG, para recorrer los diferentes puntos de visita con un máximo de 16 pasajeros a bordo (además de la tripulación), por medio de un itinerario que es aprobado por el PNG.

En la siguiente figura se indica las dimensiones principales de una embarcación.

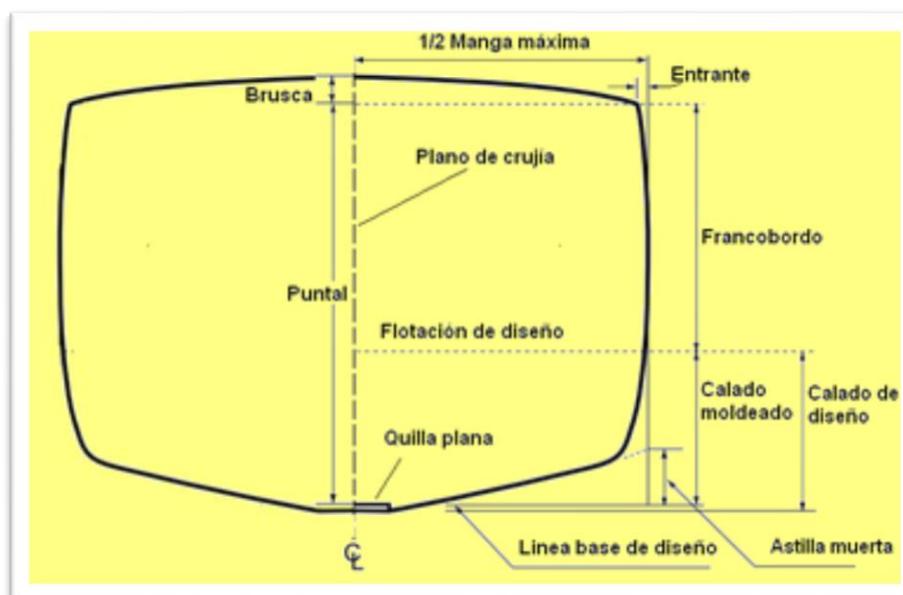


Figura 1.6: Partes de un buque

Extraído de Estudio de Impacto Ambiental[4]

La Tabla 1.4 muestra las dimensiones del buque que se empleó para obtener los datos necesarios para el cálculo de la Huella de Carbono, al no existir normas específicas para clasificar una embarcación de esta categoría, la mayoría de las embarcaciones de menos de 20 pasajeros tienen estas dimensiones.

Características	Dimensión
Eslora total (mts.):	22,03
Manga total (mts.):	6,63
Puntal total (mts.):	3,08
Calado (mts.):	1,8
GT o TRB:	164,32
TRN:	40,37

Tabla 1.4: Dimensiones promedio de un crucero navegable en las Islas Galápagos.

Extraído del estudio de impacto ambiental [4]

CAPÍTULO # 2

2 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINAR LA HUELLA DE CARBONO.

El inventario es el primer paso para determinar la huella de carbono. Como se lo cito en el Capítulo 1, Para el caso expuesto en el presente trabajo, se recopiló los datos de un año (2015) calendario de operación de una embarcación turística que transporta menos de veinte pasajeros dentro de la Reserva Marina de Galápagos y se seleccionó la metodología que mejor se ajusta a la actividad, la Norma UNE-ISO 14064-1:2006 para inventario de los Gases de Efecto Invernadero para Organizaciones.

A continuación se detallará la norma adaptada para el caso específico del servicio de turismo a bordo, bajo las particularidades indicadas en la Sección “Alcance del Estudio” en la Introducción del presente documento.

2.1 DIAGRAMA DEL INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Para iniciar se debe reconocer y determinar las fuentes de emisión y el alcance de las mismas que pueden ser clasificadas en:

- Combustión fija: combustión en equipos fijos (calderas, incineradores, turbinas, motores, etc.)[25].
- Combustión móvil: la combustión en medios de transporte, aviones, autobuses, automóvil, buques, embarcaciones)[25].
- Emisiones de proceso: emisiones que se generan en procesos químicos o físicos (emisiones de PFC en fundición de aluminio etc.)[25].

2.2 ALCANCE DE LA EMPRESA

En este punto es necesario delimitar hasta donde queremos llegar en la medición de las emisiones, para esto la norma nos presenta tres alcances posibles:

- Primer alcance: emisiones directas de los GEI, que son fuentes propiedad de la empresa.
- Segundo alcance: emisiones indirectas son aquellas producidas en la planta que suministra el servicio de energía eléctrica y que de igual manera por su actividad emite emisiones al medio ambiente.
- Tercer alcance: son las emisiones que se generan por la actividad de la empresa pero que ella no controla, por ejemplo: una vez que un producto ha salido a la venta los residuos generan contaminantes, combustible gastado por automóviles de empleados o viajes por cuestión de negocios.

Se debe tener muy claro los alcances al momento de la medición ya que se podría cometer errores por ejemplo; en una empresa pequeña no será problema ya que los contaminantes son causados por emisiones directas, en cambio empresas grandes, siempre cuentan con otras agencias que trabajen para ellas o subcontratadas y que también generan contaminación, por lo cual están involucradas en la cadena de producción o servicio (entrega de materia prima, entrega de producto final al clientes).

2.3 DESCRIPCIÓN DE LAS EMISIONES GENERADAS POR LA FUENTE MÓVIL

Se utilizarán los datos desde el 1 de enero del 2015 hasta el 1 de enero del 2016, dando una descripción de equipos de combustión, tipos de combustibles utilizados, cantidades, etc., exclusivamente de la fuente móvil seleccionada para el estudio.

Es importante indicar que, al ser la fuente móvil una embarcación, la generación de emisiones depende de la maquinaria para su funcionamiento.

El desarrollo de esta información servirá como una línea base del consumo de combustible fósil y energía.

2.4 CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO PARA LA FUENTE MÓVIL (EMBARCACIÓN)

El cuarto paso es la cuantificación de emisiones aplicando las fórmulas que determinen la Huella de Carbono.

- a. Cálculo de la cantidad de toneladas de CO₂ emitidas al ambiente por la fuente móvil (embarcación) en base al consumo de combustible gastado (litros) en el periodo de un año utilizando la siguiente formula:

$$\text{cantidad (litros)} \times \text{factor de conversión} = \text{ton CO}_2$$

- b. Para obtener la cantidad de litros consumidos anualmente (Figuras 3.7 - 3.8) se hace una suma de todos los meses y de igual manera para el consumo de gasolina.
- c. La cantidad de combustible es multiplicado por el factor de conversión correspondiente para la obtención de las emisiones en ton CO₂ (Tabla 2.6). Se obtendrá CO₂ en toneladas para los distintos combustibles, después se procede a la sumatoria total para obtener la cantidad de emisiones generadas por la operación durante un año.

El resultado obtenido es el valor de la huella de carbono para la fuente móvil seleccionada de la empresa (la embarcación de turismo), con estos datos se ideará una propuesta viable que permita reducir las emisiones, en caso que se requiera volver a obtener la HC o se desee comparar la cantidad de emisiones actual con la cantidad emitida una vez que se implementen medidas mitigatorias o de adaptación, se debe hacer uso de la metodología antes descrita; sin embargo, esto se escapa del alcance del presente trabajo.

COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN
Energía eléctrica	0,39 kg CO ₂ /Kwh
Gas natural	0,20 kg CO ₂ /Kwh
Gasóleo/diésel	2,68 kg CO ₂ /litro
GLP	1,61 kg CO ₂ /litro
Propano/butano	1,43 kg CO ₂ /litro
Gasolina	2,32 kg CO ₂ /m ³

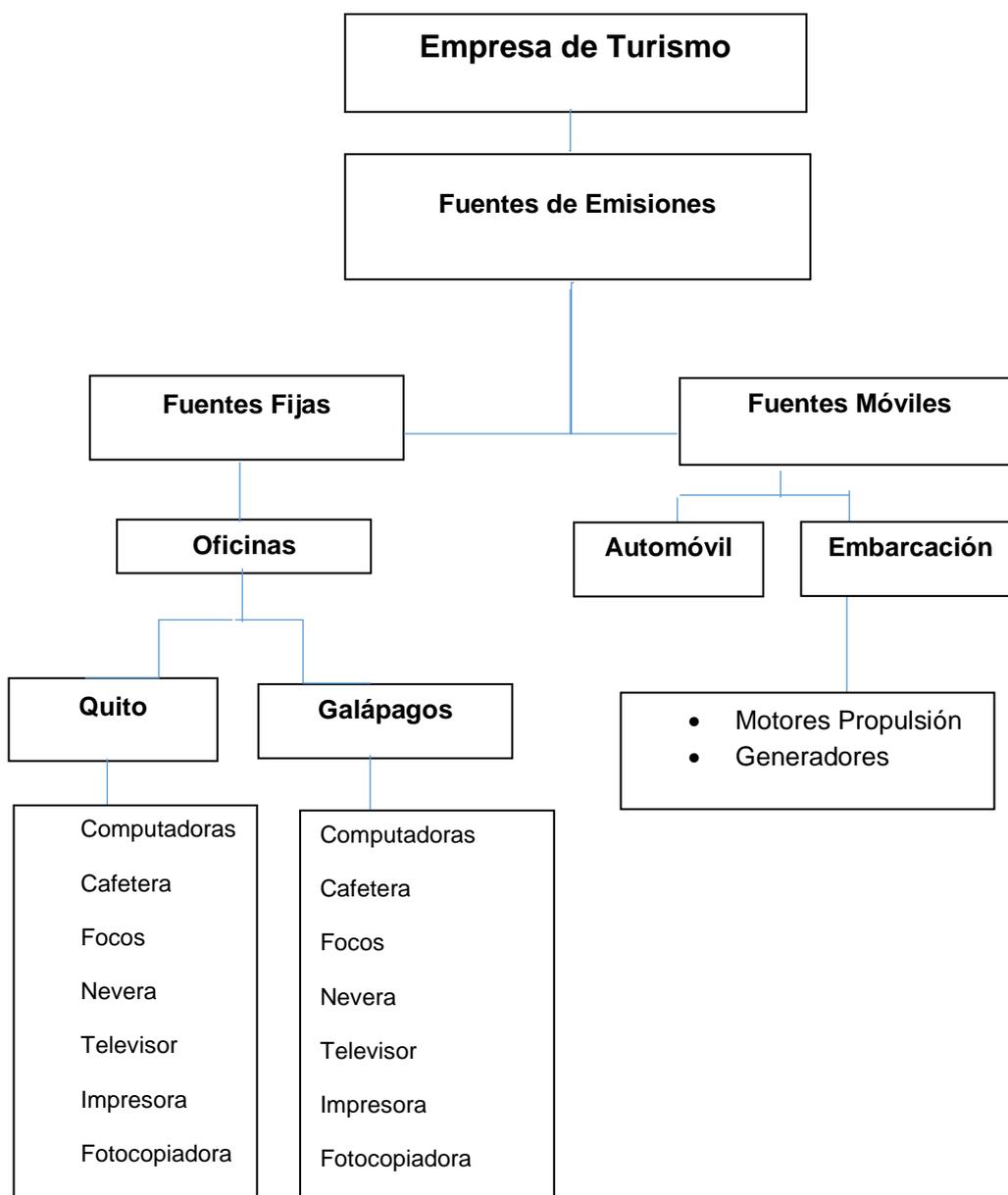
Tabla 2.5 : Factor de conversión Combustibles/ emisiones CO

Elaborado por Tesista; Extraído de Noma INEN 14064-1. [27]

CAPÍTULO # 3

3 DATOS Y RESULTADOS

3.1 DIAGRAMA DEL INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO



3.2 DETERMINACIÓN DEL ALCANCE DE LA EMPRESA

Para efecto de este estudio se seleccionó llegar hasta el alcance 1, donde solo se centra el análisis de emisiones de las fuentes que son de propiedad de la empresa y por lo tanto las medidas que se implementen serán sobre estas fuentes.

En el diagrama de inventario se clasificaron todas fuentes de emisiones de la empresa (fijas y móviles). Las móviles fueron dos y de ellas se seleccionó solo una, la embarcación, puesto que es la actividad más representativa de la empresa. En las dos secciones siguientes se detallarán las emisiones generadas por la embarcación mediante el consumo de combustible de sus equipos generadores de energía. Adicionalmente, se hace uso de pangas para transporte de pasajeros desde a bordo a puerto, estos motores son buera de borda y utilizan gasolina.

3.3 DESCRIPCIÓN DE LAS EMISIONES GENERADAS POR LA FUENTE MÓVIL

DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE COMBUSTIÓN INTERNA			
Cant.	Maquina	Descripción general	Tipo
2	Motor Principal	CUMMINS de 400 hp a 2100 rpm, 6 cilindros en línea	Principal
2	Generador	CUMMINS ONAN, de 65 KW, 120/240 VAC. 4 cilindros en línea, aspiración turbo cargada	Auxiliar

Tabla 3. 6: Máquinas de propulsión y generador de energía

Extraído de estudio de Impacto ambiental [4]

En la Tabla 3.6 se detallan los equipos de combustión interna de la embarcación, que son los generadores de emisiones ya que son los encargados de producir la energía utilizada a bordo, para movilización, focos, equipos, etc. Lo hacen mediante el uso de combustibles fósiles (diésel), el consumo se resumen en la Figura 3.7.

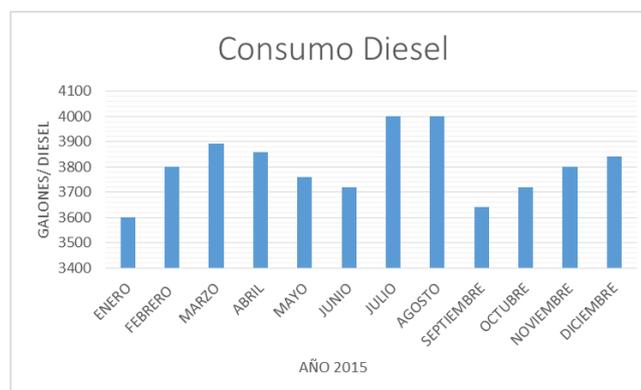


Figura 3.7: Consumo de Diésel de la embarcación (año 2015)

Elabora por: Tesista

Adicionalmente, en mucha menor escala se utilizan motores fuera de borda en Zodiacs⁶, para trasportar a los pasajeros entre distancias pequeñas, por ejemplo del barco a los muelles, estos usan Gasolina y su consumo se resume en la Figura 3.8.

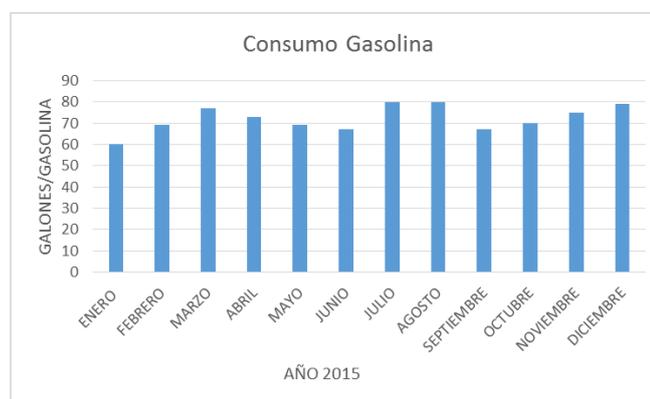


Figura 3.8: Consumo de Gasolina de la embarcación (año 2015)

Elaborado por: Tesista

⁶ Zodiacs Nautic: son embarcaciones neumáticas pequeñas.

3.4 CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO

Meses	Diésel/Gal.	Gasolina/Gal.
ENERO	3 600	60
FEBRERO	3 800	69
MARZO	3 892	77
ABRIL	3 860	73
MAYO	3 760	69
JUNIO	3 720	67
JULIO	4 000	80
AGOSTO	4 000	80
SEPTIEMBRE	3 640	67
OCTUBRE	3 720	70
NOVIEMBRE	3 800	75
DICIEMBRE	3 840	79
Total Galones	45 632	866
Total Litros	172 488,96	3 273,48

Tabla 3.7: Consumo de combustible en litro del buque (año 2015)

Elaborado por Tesista.

La Tabla 3.8 indica todos los datos de consumo de combustibles por la fuente móvil (embarcación) y de estos se parte para calcular la HC.

CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO				
ALCANCE	FUENTE DE EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO			
ALCANCE 1 EMISIONES DIRECTAS	TIPO DE COMBUSTIBLE	CONSUMO (L/m3)	FACTOR DE CONVERSIÓN	RESULTADO (TON. CO₂)
	Diésel	172488,96	2,68 Kg CO ₂ /litro	462,88
	Gasolina	3273,48	2,32 Kg CO ₂ /m ³	0,007
TOTAL DE EMISIONES AL AÑO (HUELLA DE CARBONO)				462,88

Tabla 3.8: Emisiones de CO₂ producido por el buque (año 2015)

Elaborado por Tesista

La Huella de Carbono para una fuente móvil de una empresa de turismo es **462,88 Ton CO₂**.

CAPÍTULO # 4

4 PROPUESTA

Tomando en consideración la operación actual, el buque cuenta medidas para ayudar al medio ambiente, entre estas las siguientes:

- Procedimiento de ahorro de energía para los equipos que funcionan con electricidad, cuentan con letreros indicativos de ahorro de luz para pasajeros y tripulación.
- Correcto uso de los aires acondicionados: se regulan de manera inteligente para alcanzar una temperatura deseada y que se inactive hasta que la habitación vuelva a “calentarse”. Adicionalmente, se instruye a tripulantes y pasajeros a mantener en las ventanas y puertas del lugar cerradas así el equipo trabajará menos queriendo compensar el calor entrante. Una sugerencia para mejora de uso de aires podría cambiar el vidrio de las ventanas por uno más grueso, para disminuir el flujo de calor al interior del camarote o de la sala común en tiempo de verano, también acompañados de cortinas color claro que reflejen los rayos solares en vez de colores oscuros que absorben calor. La variación de 1°C genera ahorro de hasta 10% de la energía por uso de aires acondicionados [28].
- Uso de focos ahorradores: Se ahorra un 50% en comparación con los focos tradicionales [28].

4.1 MEDIDA MITIGATORIA: IMPLEMENTAR EQUIPO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

Se propone la implementación de un sistema de energía fotovoltaico autónomo, con una capacidad de 400 Wh durante diez horas continuas para el encendido de 25 focos de 20 Wh, que servirán para el alumbrado de los pasillos del buque y salón.

En la Figura 4.9 se puede apreciar un bosquejo del funcionamiento de un Sistema de Energía Fotovoltaica, muy similar al propuesto.

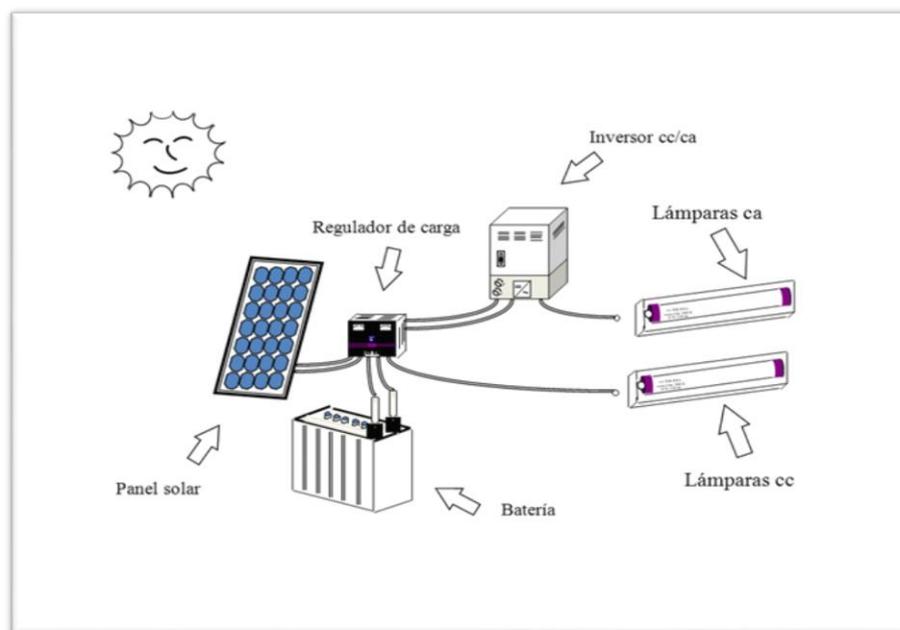


Figura 4.9: Diagrama general del equipo Fotovoltaico

Fuente: Programa de Capacitación de Energías Renovables; ONU.[23]

Celular/Panel solar; producido de un material semiconductor (Si) que permite que los fotones encontrados en la irradiación producida por el sol, sean transformados en energía hacia un circuito externo[23].

Batería: es un acumulador de energía, generalmente se utiliza baterías Plomo-Acido, ya que son más económicas y tienen alta resistencia al ciclado (carga.descarga). Son utilizadas para disponer de electricidad en tiempo que el sistema no reciba energía solar, por ejemplo días nublados o en la noche en caso de ser necesitado. Existen baterías creadas específicamente para los sistemas fotovoltaicos pero son más caros que las convencionales. La ventaja del uso de estas baterías para acumular la energía es que existen en cualquier lugar del país y soportan un amplio rango de temperaturas -10 y 50 °C.[23].

Regulador de carga: tiene la tarea de regular las cargas para evitar una sobrecarga o sobredescarga para alargar el tiempo de vida de la batería. El regulador desactiva el paso de energía a la batería si ya ésta se encuentra cargada y .en caso contrario para evitar que los focos, tv, lámparas etc. dejen en cero la carga [23].

Inversor CC/CA: para el funcionamiento de los aparatos eléctricos se debe instalar un inversor de cargas de corriente continua CC a corriente alterna CA, ya que la mayoría de lámparas, focos, electrodomésticos en general funcionan con esta. Pueden ser salidas de 110V o 220V dependiendo [23].

Equipos alimentados por ESFV⁷: la diferente utilidad que se desprende de los sistemas fotovoltaicos dependerá del consumidor, pero principalmente es utilizado para iluminación en viviendas, o servicio público, bombeo de aguas de pozo o para refrigeración de vacunas en sitios aislados. Etc.[23].

En la Tabla 4.9 se detalla un presupuesto referencial para la implementación de un equipo fotovoltaico para la embarcación.

CANTIDAD	MATERIAL	CARGA	PRECIO UNIDAD	TOTAL
4	Paneles	100Amp	\$ 240,00	\$ 960,00
4	Baterías (gel)	100Amp	\$ 386,80	\$ 1547,20
2	Reguladores	40amp	\$ 180,00	\$ 360,00
2	Inversor	750amp	\$ 100,00	\$ 200,00
150	Metros cable- 16 flexible eléctrico	-	\$ 100,00	\$ 100,00
2	cajas fusibles	-	\$ 300,00	\$ 300,00
-	otros	-	\$ 600,00	\$ 600,00
COSTO TOTAL				\$ 4 067.20

Tabla 4. 9 : Precio equipo Fotovoltaico

Elaborado por: Tesista

⁷ Equipo de Sistema Fotovoltaico.

Como se puede observar en la Tabla 4.9, para la implementación del sistema los precios no son elevados, si tomamos en cuenta los ingresos de la empresa. Adicionalmente, la implementación de los paneles no influirá en la estabilidad de la embarcación ya que el peso aproximado de los paneles es de 50 Kg y no afecta al desplazamiento.

4.2 RESULTADOS ESPERADOS

La propuesta pretende alcanzar la reducción en las emisiones por medio de la disminución en consumo de combustibles fósiles a bordo, supliendo la necesidad energética por medio la implementación del equipo fotovoltaico.

Como se mencionó anteriormente, en una embarcación como la que fue usada de referencia, se puede implementar hasta cuatro paneles solares cada uno de 65W que juntos podrán brindar 400W de energías durante diez horas continuas lo que equivale a veinticinco focos de 20W. Esto generaría una disminución del 0,31 % las emisiones actuales de la embarcación. Es decir que en un año, se dejaría de emitir 1,45Ton CO₂, solo con este cambio.



Figura 4.10: Representación de una tonelada de CO₂

Extraído de Info. Región - Agencia de Prensa Ambiental [29].

En la Figura 4.10 se puede observar un globo a tamaño real (comparado con una persona que se encuentra parada en la base) del volumen de 1 Tonelada de CO₂. Es importante indicar que la propuesta no solo es aplicable para la embarcación monitoreada; sino que puede ser extrapolable para otras similares.

CAPÍTULO # 5

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se elaboró el diagrama del inventario de emisiones de GEI al identificó todas las fuentes de emisiones de CO₂ para la empresa de turismo, generadas en el periodo de 1 de enero del 2015 y el 1 de enero del 2016, solo se estimó la Huella de carbono para su principal actividad económica, esto es la embarcación.

La Norma ISO 14064-1;(inventario de emisiones de GEI) fue de efectiva aplicación para la determinación de la HC de la embarcación tipo crucero navegable, dentro de las Islas Galápagos, obteniendo el resultado de 462,88 toneladas de CO₂/año. A pesar de que las operaciones dentro de la RMG se encuentran altamente reguladas, las emisiones atmosféricas son una fuente que aún puede ser analizada y potenciada.

Para este caso la implementación de la energía fotovoltaica, es lo más indicado, ya que la posición geográfica del Ecuador asegura la captación de energía solar cuenta la implementación para la reducción de las emisiones en las embarcaciones de este tipo, garantiza la reducción del uso de energía fósil significando un ahorro 1.45 ton CO₂/año, al medio ambiente.

Otra alternativa que merece ser objeto de estudio es el uso de baterías recargables que almacenen energía eólica, que pueden ser implementadas a bordo, de tal forma que se haga uso de los molinos de viento existentes en las instalaciones del aeropuerto ecológico de Baltra, de tal forma que exista un plan para que las embarcaciones suplan cierta parte de su energía.

Una necesidad básica para mejorar el rendimiento y tiempo de vida del sistema, es el mantenimiento y aislamiento adecuado, de tal forma que se controla la acción del medio salino.

La implementación del sistema por consulta realizada a expertos en el tema, no afecta el diseño de buque.

Los resultados pueden variar dependiendo del diseño del buque al momento de la implantación del sistema fotovoltaico.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Naturaleza and D. M. Tierra, “Los seres humanos son guardianes de la Madre Naturaleza y la Divina Madre Tierra.”
- [2] “Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el BUEN VIVIR.” [Online]. Available: http://www.galapagos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/07/DPNG_Plan_de_Manejo_2014.pdf.
- [3] M. P. Guime, “La Reserva Marina de Galápagos,” *Inf. Galápagos 1999-2000*, pp. 8–14, 2000.
- [4] L. Ambiental, D. E. A. A. Lo, E. En, L. Vi, D. E. L. Texto, U. D. E. Legislación, L. Marcos, E. Cedeño, R. Cons, and M. A. E. Ci, “ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EX – POST Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO : ‘ Operación del Buque de Pasajeros Angelito I ,’” 2014.
- [5] INOCAR (Instituto Oceanográfico de la Armada), “CAPÍTULO VI: Islas Galápagos,” p. 52, 2011.
- [6] M. Brandt and P. Guarderas, “Erizos de Mar,” *Reserv. Mar. Galápagos. Línea Base la Biodivers.*, pp. 396–418, 2002.
- [7] “Dirección Parque Nacional Galápagos.” [Online]. Available: http://www.galapagospark.org/nophprg.php?page=turismo_monitoreo_marino.
- [8] M. D. C. D. G. TURISMO-, “Observatorio de Turismo de Galápagos.” [Online]. Available: <http://www.observatoriogalapagos.gob.ec/>.
- [9] “Am_141_Ana_Cn_20_05_14.Pdf.” .
- [10] E. Redd and L. De Redd, “2 Entender REDD+ y la CMNUCC,” pp. 1–18.
- [11] C. Gracia, “Bosques y cambio climático,” p. 2011, 2011.
- [12] C. Clim, E. Gei, C. Clim, C. Clim, and L. Mdl, “Índice.”
- [13] “Banco Mundial.” [Online]. Available: <http://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.KT?end=2011&start=2011&view=map&year=2011>.

- [14] B. Ki-moon, "Kyoto Protocol Reference Manual," *United Nations Framew. Conv. Clim. Chang.*, p. 130, 2008.
- [15] Ipcc, *Mitigation of climate change: Contribution of working group III to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 2007.
- [16] C. Clim, E. Gei, C. Clim, C. Clim, and L. Mdl, "Índice."
- [17] "Módulo 1 Introducción a la Ciencia del Cambio Climático." .
- [18] G. V. Eusko Jauriaritza, "Análisis de ciclo de vida y huella de carbono," *Ihobe*, pp. 1–53, 2009.
- [19] E. D. E. I. Industrial, B. Las, C. D. E. La, N. Iso, S. Sandoval, and P. Alexandra, "Chimborazo," 2014.
- [20] W. Troyer, "Preserving Our World: A Consumer's Guide to the Brundtland Report," p. 135, 1990.
- [21] J. Leal, *Ecoeficiencia: marco de análisis, indicadores y experiencias*, vol. Vol. 1, no. No. 1. 2005.
- [22] Ministerio del Ambiente, "Guía de ecoeficiencia para empresas 2009," *Minist. del Medio Ambient. del Perú*, 2009.
- [23] J. Méndez and R. Cuervo, "Energía solar fotovoltaica," *Inst. Tecnol. y Form.*, 2007.
- [24] J. Magro, "Cálculo y verificación de la huella de carbono. Acciones de reducción de emisiones," *Aenor*, 2012.
- [25] W. R. I. (WRI) y T. W. B. C. for S. D. (WBCSD), "Protocolo de Gases Efecto Invernadero," p. 116, 2006.
- [26] "Desarrollo y evolución del Comercio Electronico en Peru." .
- [27] E. Invernadero, "Guía metodológica para la aplicación de la norma Invernadero en organizaciones," 2006.
- [28] IDAE, "Ahorra energía mientras trabajas."
- [29] "Info Región-Agencia de Prensa Ambiental." [Online]. Available:

<http://www.inforegion.pe/193459/peru-emite-380-mil-toneladas-diarias-de-co2-que-contaminan-medio-ambiente/>.

- [30] “Ministerio del Ambiente.” [Online]. Available: <http://huella-ecologica.ambiente.gob.ec/>.
- [31] “Asamblea General de las Naciones Unidas.” [Online]. Available: <http://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>.