



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y
MATEMÁTICAS

Departamento de Ciencias Químicas y Ambientales

“IDENTIFICACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA
GENERADA POR BUQUES DE CARGA EN EL PUERTO DE
GUAYAQUIL”

Tesis de Grado previa a la obtención del Título de:

MAGÍSTER EN CIENCIAS AMBIENTALES

Presentado por:

Ing. Jonny Ubaldo Zambrano Mera

Guayaquil – Ecuador

2014

AGRADECIMIENTO

A mi familia, especialmente a mi mamá, fuente de inspiración y esfuerzo, a mis hijos y esposa por ser el motor de mis desafíos y éxitos de esta vida, a los familiares y amigos que estuvieron a mi lado, dándome apoyo y animándome para concluir este trabajo.

A mi Tutor, Catedráticos y compañeros de Aula, al Dr. David Matamoros, por su valiosa experiencia, paciencia y ayuda.

DEDICATORIA

Al gobierno central, esperando que este trabajo, incentive mayores investigaciones y mitigaciones de sus impactos.

A las nuevas generaciones de estudiantes.

A la ESPOL, esperando su enfoque e interés a proyectar este trabajo a niveles de Investigación Macro del país.

A mi Familia.

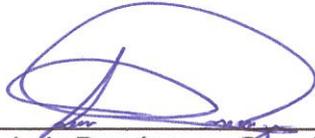
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



M.Sc. Mario Patiño Aroca
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



David Matamoros Camposano Ph.D.
DIRECTOR DE TESIS

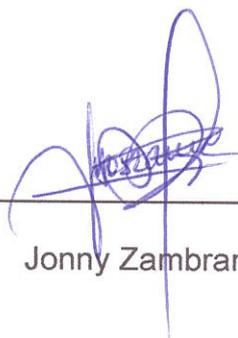


Luis Domínguez Granda Ph.D.
VOCAL PRINCIPAL

DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este trabajo final de graduación me corresponde exclusivamente; el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a vertical line extending downwards, positioned above a horizontal line.

Jonny Zambrano Mera

RESUMEN

En el Ecuador y el mundo, la actividad naviera ha sido pilar fundamental de la economía, en virtud de ser uno de los transportes más económicos en la historia, es el medio que puede llevar más carga diversa en volumen y peso que cualquiera de los hasta ahora inventados por el hombre.

Por su importancia se tienen especiales consideraciones y prioridades que han llevado a las autoridades correspondientes, al descuido de normas técnicas de seguridades y controles ambientales pocos estrictos. Además influyen importantes grupos de poder económicos privados y gubernamentales que de una de otra forma tienen intereses en esta actividad.

En el puerto de Guayaquil cada mes atracan un promedio de 288 naves que constituyen el 44 % de ocupación de 11 muelles compuestos entre las concesionarias: Contecon S.A., Grupo ICTSI (10 muelles) y Andipuerto Guayaquil S.A. (1 muelle).

Naves que para realizar sus maniobras de carga o descargar de mercadería necesitan mantener encendidos sus motores para generar energía eléctrica con la que mueven sus grúas de gran capacidad, y cubren las necesidades básicas durante todo su periodo de estancia, desde su atraque hasta su zarpe.

El presente estudio determina e identifica el impacto que provoca las emisiones permanentes de las naves que transitan por el puerto de Guayaquil y las áreas de influencia afectadas por esta actividad.

Sumándose los vientos predominantes de Este a Oeste que van transportando esta contaminación hacia las poblaciones aledañas; como: Guasmo Sur, Isla Trinitaria, Sopeña, Santiaguito Roldos, entre otras, sin la debida consideración de los riesgos que este tipo de actividad demanda hacia la población.

En general las emisiones de buques a nivel mundial tienen un gran impacto ambiental; la organización internacional Oceana¹ calcula que la flota mundial supone más de 450.000 toneladas de dióxido de carbono (CO₂), similares a las emitidas por Japón, uno de los países más contaminantes del mundo.

Se calcula que en el mundo hay unos 90.000 barcos cargueros oceánicos, que son responsables de entre el 18% y el 30% de todas las emisiones mundiales de óxidos de nitrógeno (NOx) y del 9% de las de óxidos de azufre (SOx).

Se estima que sólo, los 15 buques mercantes más grandes del mundo emiten tanta polución como los 760 millones de vehículos que hay en el planeta.

Un gran barco contenedor puede emitir la misma cantidad de sustancias químicas cancerígenas y causantes de asma que 50 millones de vehículos.

¹ Organismo dedicado a la conservación de los océanos del mundo

El combustible utilizado en estos grandes barcos contiene dos mil veces más azufre que los combustibles diésel utilizados por los automóviles estadounidenses y europeos.²

Se pone a consideración entonces, realizar una gestión política para que el estado considere implementar un estudio de incentivos ambientales a las naves que atracan en el puerto de Guayaquil, dado la externalidad negativa identificada. Por tanto, si bien es cierto las exigencias para reducir las emisiones de vehículos terrestres son cada vez más estrictas, no lo es para las producidas para el tráfico marítimo.

² Artículo publicado por la revista Erosky Consumer, Edición de Agosto 2009

ÍNDICE

CÁPITULO 1	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.4 HIPÓTESIS.....	5
1.5 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.6 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.7 ESTRUCTURA DE LA TESIS	6
CAPITULO 2	7
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	7
2.1. GENERALIDADES.....	7
2.1.1 Ubicación geográfica	7
2.2 PARAMETROS AMBIENTALES.....	10
2.2.1 Clima.....	10
2.3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	12
2.2.1 Análisis histórico de emisiones de CO ₂ en el Ecuador.....	12
2.2.2 Análisis histórico de generación de CO ₂ de naves de transporte Marítimo a nivel Mundial	13
2.3 ANÁLISIS LEGAL DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL ECUADOR.....	15
CAPITULO 3	18
METODOLOGÍA Y RECOPIACIÓN DE DATOS.....	18
3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	18
3.1.1 Determinar el Consumo de Combustible por año.....	19
3.1.2 Draft Survey como método para determinar consumo de combustible ...	20
3.1.3 Clasificación de las embarcaciones	20
3.1.4 Desarrollo de métodos para encontrar las emisiones de naves	22
3.2 OPERACIONES DE NAVES	23
3.2.2 Identificar y Cuantificar los barcos que transitan en los muelles de APG	25
3.2.3 Tiempo de Permanencia de Barcos en la zona de estudio	27
3.3 ECUACIONES A EMPLEAR.....	29

3.3.1 Factores de Emisión	30
CAPITULO 4	32
ANÁLISIS DE RESULTADOS	32
4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS	32
4.2 AFINAR EL CÁLCULO BASADO EN EL PODER CALORÍFICO DEL COMBUSTIBLE REGIONAL.....	34
4.2.1 Determinando las emisiones de CH ₄ y N ₂ O.....	35
4.3 USO DEL SOFTWARE DE INVENTARIO IPCC 2006.....	36
4.4 COMPARACIÓN DE IPCC, 2006 ENTRE SUS METODOLOGÍAS VS SOFTWARE	38
4.4.1 Comparación con otras metodologías	39
CAPITULO 5	42
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
5.1 IMPRECISIONES O EVALUACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE	42
5.2 CONCLUSIONES.....	43
5.3 RECOMENDACIONES	46
5.6. GLOSARIO DE TÉRMINOS	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	51
ANEXOS.....	1

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.-Ubicación Geográfica del Puerto Marítimo de Guayaquil	8
Figura 2.-Imagen Satelital del Puerto Marítimo de Guayaquil	8
Figura 3.- Emisiones Históricas en Kilo toneladas del Ecuador desde 1960.	12
Figura 4.- Emisiones CO ₂ , mundiales al 2009	13
Figura 5.- Correlación entre el TRB y la eslora de las naves atracadas en puerto de Guayaquil.	21
Figura 6.- Perfil de la metodología central usada para calcular las emisiones de los buques que permanecen en el Puerto Marítimo de Guayaquil, a partir de factor de emisiones.	22
Figura 7.- Importancia de la Zona de estudio a Nivel Nacional	24
Figura 8.- Identificación de Naves en Zona de Estudio	26
Figura 9.- Cantidad de naves recibidas en APG, 2005 al 2009 y su decreciente frecuencia.	27
Figura 10.- Permanencia de naves comparadas con cantidad de naves recibidas.	28
Figura 11.- Árbol de decisión para las emisiones de la navegación acuática.	31
Figura 12.- Emisiones de CO ₂ , Dióxido de Carbono según IPCC inventory	36
Figura 13.- Emisiones de CH ₄ , Metano según software IPCC Inventory	37
Figura 14.- Emisiones de N ₂ O, Dióxido de Nitrógeno según software IPCC inventory	38
Figura 15.- Comparativo entre los diversos métodos de cálculo para las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).	41

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 1.- Parámetros Climáticos promedio de Guayaquil	10
Tabla 2.- Tabla de análisis de consumo de combustible anual de naves en permanencia en muelle.....	19
Tabla 3.- Factores de emisión por defecto en naves de alta mar.....	23
Tabla 4.- Factores de emisión aplicados al transporte marítimo (Kg/Tm).....	30
Tabla 5.- Cálculo de emisiones de CO ₂ , en base a IPCC 2006 Nivel 1, consumo promedio de combustible en muelle de APG.	33
Tabla 6.- Metodología de la IPCC 2006, para cálculo específico de emisiones de CO ₂ , mediante el poder calorífico del combustible usado en las naves de APG	34
Tabla 7.- Metodología de la IPCC 2006, para cálculo específico de emisiones de CH ₄ y N ₂ O, mediante el poder calorífico del combustible usado en las naves de APG	35
Tabla 8.- Emisiones de CO ₂ basado en OMI circular 386, Cálculo de la eficiencia energética e indicador operacional (EEOI).	39
Tabla 9.- Emisiones de CO ₂ basado en estudio de la Universidad de Geo ciencias de Oslo Noruega, Det Norske Veritas, Veritas Veien 1, N-1322 Høvik, Noruega y CICERO, Centro Internacional para el Clima y la Investigación Ambiental, Oslo, Noruega.....	40
Tabla 10.- Emisiones de CO ₂ basado en Ministerio de Energía de Nueva Zelanda, Cálculo de la eficiencia energética.	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.-Tabla de Resultados de Encuesta Realizada a 24 Naves de Tráfico Internacional en Puerto de Guayaquil.	55
Anexo 2.- Resultados de Análisis de Draft Survey en Puerto de Guayaquil	56
Anexo 3.-Modelo de documento Draft Survey	57

CÁPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La mayor actividad económica de Guayaquil y del país, se desarrolla en el puerto, su comercio internacional data desde los años 50, desde entonces se desarrolla progresivamente aumentando cada vez más sus servicios internacionales, en medio de una agresiva competitividad globalizada que demanda permanentemente nuevos regímenes de control, ofrecer mayores beneficios y bondades ambientales de calidad mundial.

El puerto ha estado constantemente manteniendo una relación puerto-ciudad. Inicialmente ubicado en el Rio Guayas, luego en 1963 fue reubicado al sur de la misma proyectando realizar mayores actividades de comercio internacional, con buques de carga cada vez más grandes, remplazando las velas por motores de combustión interna que simplifican y agilizan sus operaciones.

La ciudad también se desarrolla en torno a esta principal actividad, acercándose cada vez más a sus inmediaciones, creándose un importante polo de desarrollo en este sector de la urbe porteña.

Por su proyección de crecimiento, en el año 1981 se desarrolla una ampliación del puerto, 11 muelles de atraque para recibir naves de hasta 9.5 metros de calado, infraestructura con la que se mantiene hasta actualidad.

Como consecuencia de este desarrollo, se presentan las emisiones atmosféricas generadas por los buques de carga, y que en la actualidad podrían estar afectando a las poblaciones más cercanas del sur de la ciudad e incluso a los sectores más alejados, dependiendo del comportamiento de los vientos predominantes.

Esto hace necesario identificar e implementar nuevas alternativas de mitigación ambiental, en pro de mantener la salud de la población, y sostener una mejor relación entre las actividades portuarias y su entorno.

Hasta ahora, se han realizado pocos estudios al respecto, limitados a determinar la contaminación atmosférica de la ciudad, uno de estos impulsado por la Municipalidad de Guayaquil, Universidad Central y Petrocomercial, los que fueron publicados en el año 2009.

Estos estudios consideraban solo la ciudad y sus inmediaciones, basados en ruidos y emisiones de vehículos e industrias, instalando sensores en varios puntos estratégicos de la urbe, obteniendo información ya en su momento muy preocupante sobre su impacto al ambiente y a la ciudadanía³. Sin embargo no consideraban las emisiones cuyas fuentes se encuentran en Industrias y 16 puertos de la ciudad.

Hasta la presente investigación, no se encontraron disponibles estudios que identifiquen los impactos ambientales que generan las naves atracadas en las zonas costeras, cuya chimenea según los datos obtenidos, puede emitir alrededor de 700 Kg/h de CO₂, durante su permanencia activa en los muelles de Puerto de Guayaquil.

³ Sistema de Monitoreo y Vigilancia de la Calidad del Aire(M.I. Municipalidad de Guayaquil, OPS y OMS, 2001)

1.2 JUSTIFICACIÓN

El interés del presente estudio, nace de la observación y la tendencia mundial hacia los puntos de generación de tóxicos ambientales y su mitigación en las zonas costeras y portuarias. En este aspecto la unión europea evidencia mayores investigaciones, desarrollos de mitigación, y compromisos importantes para reducir sus niveles de emisiones en las zonas costeras, más que cualquier otro continente.

En el año 2007 la OMI (Organización marítima internacional) reconoció que el tráfico marítimo internacional ha contribuido en un 2,7% de las emisiones de dióxido de carbono CO₂, iniciando adoptar medidas para reducir la cantidad de emisiones procedentes de este medio de transporte, siendo el más conveniente de todos y en contraste con el inevitable crecimiento del comercio mundial a futuro, lo que representa un desafío para cumplir un objetivo de emisiones necesarias para lograr la estabilización de la temperatura global.

Los buques en su mayoría suelen utilizar fuelóleos pesados que pueden tener un contenido en azufre de hasta un 5 %, mientras que los combustibles que utilizan los camiones o los transportes livianos no pueden ser superiores al 0,05 %. Se estima que sólo los 15 buques mercantes más grandes del mundo emiten tanta polución como los 760 millones de coches que hay en el planeta⁴

Las emisiones de dióxido de azufre son las causantes de la lluvia ácida, el Calentamiento Global (GEI), y generan un polvo fino muy peligroso para la salud que provoca enfermedades respiratorias y cardiovasculares.

Una investigación de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) de Estados Unidos (EE.UU.) concluye que los gases tóxicos emitidos por los 90.000 buques mercantes mundiales provocan 60.000 muertes al año sólo en EE.UU., y un gasto en atención sanitaria de 230.000 millones de euros por problemas cardiorrespiratorios.⁵

En Ecuador a inicios del 2012, se estableció un impuesto verde con el objetivo teórico de concientizar a la población sobre el uso de vehículos y reducir las emisiones de CO₂, entre otros contaminantes generados en el país.

Un sistema de sanciones disuasorias a las naves de carga, es una alternativa de mitigación que debe ser puesta en análisis y ejecución, con el fin de direccionar un sistema más equitativo de impuesto verde por emisiones de CO₂, pues sí un vehículo liviano produce 300 veces menos emisiones de CO₂, es razonable que una nave no esté libre de este impuesto gravando un valor proporcional, relacionando a los vehículos livianos tanto en sus emisiones como en su posibilidades económicas.

El presente estudio identifica los niveles de contaminación por combustibles fósiles generadas en las naves (buques) de carga que llegan al Puerto Marítimo de Guayaquil, con un criterio cuantitativo de las emisiones que se descargan en nuestro ambiente, producto de esta actividad.

⁴ Consultado en: (Alex Fernando Muerza, 2009) 7 de Agosto 2009

⁵ Consultado en: (Europapress.es, 2012) investigación también publicada por la revista Journal of Geophysical Research Atmospheres. 27 de Febrero del 2009

Sin embargo no es un inventario completo, es una muestra de lo que sucede en la ciudad, en donde se obtuvo la información necesaria para realizar el análisis de emisiones. Quedando aún pendiente áreas de emisiones atmosféricas en zona de muelles privados, militares, artesanales, zona de cabotaje y embarcaciones menores, etc., que deben considerarse en una futura ampliación de esta metodología, contrastando los resultados con los generados por los automóviles e industria.

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La población de naves que se acoderan en el Puerto de Guayaquil es de gran importancia ambiental, debido a las emisiones atmosféricas que emiten, las que actualmente no evidencian un inventario y menos aún el análisis de las consecuencias en las zonas de influencias impactadas por este fenómeno.

Durante el tiempo de permanencia las naves atracadas aprovechan para realizar limpieza de sus chimeneas y sistema de escape de gases, descargando gran cantidad de hollín a la atmosfera costera, aprovechando el limitado control existente de las autoridades en este sentido.

Es necesario y de suma importancia, que además del presente estudio se realicen otros adicionales relacionados a inventarios de gases de efecto invernadero (GEI) en este sector y a nivel de toda la zona costera del Ecuador, fundamentalmente para conocer el impacto de esta actividad en las diversas poblaciones aledañas del Ecuador así como su contribución al mundo.

El sector naviero a nivel mundial daba poca importancia u omisión a los controles creados, manteniéndose así por conveniencia de grandes intereses económicos, reducir los costes operativos de transporte utilizando combustible de menor calidad y por la poca regulaciones que existían en la mayoría de países que desconocían su impacto hasta hace poco determinados, ser hasta ahora el transporte de mayor eficiencia.

Sin embargo, gracias a los compromisos de organismos internacionales y protocolos firmados como el de Kioto, entre otros; ya se empiezan a observar nuevas acciones por parte de los países del primer mundo, especialmente en el continente europeo interviniendo en estudios y acciones de mitigación e involucrando con mayor énfasis a la OMI (Organización Marítima Internacional), la cual genera directrices y normativas inherentes a las navegación marítima internacional.

A esta problemática se suma la degradación ambiental en Guayaquil, por la falta de espacios verdes y por la alta contaminación del aire⁶, se incrementa alarmantemente los índices de enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Solo en la última década han aumentado en un 10% los casos de personas que ingresan a los hospitales públicos con este tipo de patologías.

Según parámetros de la Organización Mundial de la Salud (OMS), las ciudades metropolitanas deben tener -como mínimo- nueve metros cuadrados de espacios

⁶Consultado en: (ecologia.com, 2012) de la publicación Guayaquil con aire más puro en tres años

verdes por habitante. Guayaquil, solo cuenta con 5,6 metros cuadrados, según datos del Cabildo. (ecologia.com, 2012)

Sin embargo el gobierno nacional ha realizado importantes inversiones para implementar áreas verdes, destacando un proyecto llamado Guayaquil Ecológico las cuales se encuentra derivadas en 3 proyectos: Parque Samanes (379 hectáreas), Isla Santay (2000 hectáreas), Estero salado y recuperación de manglares (200 hectáreas), áreas aproximadas con las cuales se destinan a sobrepasar los parámetros de la OMS, en un plazo aproximado de 15 años.

1.4 HIPÓTESIS

Demostrar la cantidad de emisiones de las naves atracadas en Puerto de Guayaquil por medio de un inventario de gases de efecto invernadero usando la metodología IPCC 2006, y su importancia considerando que superan a las emisiones locales de vehículos livianos y que perjudican a las poblaciones cercanas.

1.5 OBJETIVO GENERAL

Identificar y establecer un mecanismo de inventario de los niveles de contaminación atmosférica emitida por buques en Puerto de Guayaquil, debida a las actividades de comercio internacional y su impacto a la sociedad.

1.6 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Establecer horas de permanencia de buques en muelles anuales

Establecer características de naves según su eslora y potencia de motor

Identificar los niveles de contaminación atmosférica de acuerdo a las características de las naves

1.7 ESTRUCTURA DE LA TESIS

El presente documento se compone de cinco capítulos, el orden de los mismos se relaciona con la aspiración de lograr el interés y la comprensión del lector.

Revisando el capítulo 1, observamos de forma general y muy práctica los antecedentes de las actividades portuarias, su importancia para la economía del país, identifica el problema y expone las razones para escoger este sector como base de estudio.

El capítulo 2, nos demuestra la manera de realizar el trabajo de campo, cuales son las condiciones climáticas del área de estudio, así también como los modelos disponibles y utilizados para el análisis, tomando como línea base la metodología del IPCC 2006.

El capítulo 3 ilustra la metodología utilizada y la forma como se manejó la información compuesta por: "Información primaria", encuesta directa a las naves, en un total de 25, e información del protocolo "Draf Survey" (medición de capacidades de la nave), como muestreo del espectro de estudio y luego "Información secundaria", comparado con un sistema de cálculo definido por la IPCC 2006⁷, utilizando en ambos métodos los inventarios de las naves, en un periodo determinado de tiempo, así como la recopilación de datos de muestra.

El capítulo 4 muestra el análisis de la información, comparación, correlación con otros métodos y finalmente el criterio para presentar los resultados de la misma, y finalmente,

El capítulo 5 describe las conclusiones de la investigación realizada, tomando como referente los puntos anteriores y el criterio del autor en el tema a tratar, dándose el derecho a realizar recomendaciones que quedan abiertas a discusión de la sociedad.

⁷ Panel Intergubernamental de Expertos Contra el Cambio Climático, informe 2006

CAPITULO 2

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1. GENERALIDADES

2.1.1 Ubicación geográfica

El Puerto de Guayaquil, se encuentra ubicado en Ecuador, en la provincia del Guayas, ciudad Guayaquil y está localizado a 02°16'51" de latitud sur y 79°54'49" de longitud Oeste, Su posición UTM es PT24⁸ y su referencia (Joint Operation Graphics) es SA17-11⁹.

Se lo llama de tres maneras: Puerto Nuevo de Guayaquil, Port of Guayaquil, y Puerto Marítimo de Guayaquil, (class L - Zona de Sur América) con un código de región de Américas / Western Europe.

Como se puede ver en la figura 1, situado en un ramal del estuario del río Guayas, denominado estero Salado que se encuentra a 51 millas náuticas aproximadamente desde el mar, y a una altura IGM de 2 metros sobre el nivel del mar.

El área total del puerto es de 200 hectáreas, con 95,40 de estas operativas, con 1.635 mts de muelle distribuidos en 8 atracaderos, tiene capacidad para prestar servicios a naves de cargas refrigeradas, contenerizada, carga general (madera, hierro, etc.), naves pesqueras, cruceros de turismo, naves de diplomacia, gráneles sólidos y líquidos.

El acceso al Terminal portuario desde el mar se lo realiza a través de un brazo natural que al inicio se lo conoce como Canal del Morro, para luego denominarse Estero Salado.

El Canal de navegación comprende dos partes: Canal exterior de ambiente marino y el canal interior con influencia estuarina.

⁸ Información obtenida de Getamaps, <http://es.getamap.net/>

⁹ Mapas JOG son cartas de aviación diseñados para los pilotos militares a escala de 1:250.000. Le dan una representación gráfica del terreno no se encuentra en otros mapas topográficos (por ejemplo, faros de aeropuertos, instalaciones de radio)

El canal se encuentra sujeto a la acción diaria de las mareas, dos pleamares y dos bajamares, que varían de horario según la época y también a lo largo del canal.



Figura 1.-Ubicación Geográfica del Puerto Marítimo de Guayaquil

Fuente: Google maps



Figura 2.-Imagen Satelital del Puerto Marítimo de Guayaquil

Fuente: Google Earth, Imagen Satelital

Generalmente el sol sale a las 06:25 y se pone a las 18:26 hora local (América/Guayaquil UTC/GMT-5). La zona horaria de Puerto Nuevo de Guayaquil es UTC/GMT-5

En 2013, el horario de verano comienza el mes de junio y termina en noviembre. La temperatura ambiente oscila entre 21 y 36 grados Celsius y la velocidad del viento es de 12 km/h promedio.

El Puerto Marítimo de Guayaquil, está rodeado de esteros adyacentes, a unos 1.200 mts en la que se efectúan un tráfico diario de embarcaciones menores y mayores como lanchones de menos de 10 T.R.B. Canoa de fibra con motor y embarcaciones con más de 10 T.R.B.

En el Estero Santa Ana se produce la movilización diaria de buques tanqueros de cabotaje, que realizan el abastecimiento de combustibles a las naves de tráfico internacional acoderados en las instalaciones de los muelles de Autoridad Portuaria y en los muelles privados asentados en el río Guayas, tales como Industrial Molinera, Ecuabulk, Fabril, Ecuagran, Cipresa etc.

En el estero tres Bocas, el tráfico marítimo se deriva hacia los muelles privados de Bananapuerto y Trinipuerto en la Isla Trinitaria, también de buques tanqueros que transportan los diferentes derivados del petrolero para el abastecimiento de la ciudad, y de las centrales térmicas desde la refinería de La Libertad hasta el terminal petrolero de El Salitral.

En el estero El Muerto, el tráfico marítimo se orienta hacia los atracaderos de muelle privado de Fertisa y hacia las centrales térmicas de la trinitaria, a unos 900m, se encuentra la Base Naval Sur, lugar donde se encuentran acoderadas la mayoría de las unidades de la Institución Armada, durante la mayor parte del año, así como la existencia de Diques Flotantes los cuales generan contaminación a las aguas del Estero El Muerto, lugar que se considera que está afectado por problemas de contaminación crónica (Rodríguez A., INOCAR, 2004)

Siendo Guayaquil el principal Puerto Marítimo y fluvial del Pacífico Ecuatoriano, y de gran importancia del comercio exterior que maneja el sistema portuario nacional, así como la diversidad de actividades, se determinó un estudio de evaluación de las emisiones por consumo de combustibles fósiles ocasionados por las diferentes embarcaciones acoderadas en los muelles de Autoridad Portuaria de Guayaquil.

2.2 PARAMETROS AMBIENTALES

2.2.1 Clima

El clima de Guayaquil es el resultado de la combinación de varios factores. Por su ubicación en plena zona ecuatorial, la ciudad tiene una temperatura cálida durante casi todo el año, la temperatura promedio oscila entre los 25 y 28 °C.

Su ubicación en el Océano Pacífico hace que las corrientes de Humboldt (fría) y de El Niño (cálida) marquen dos períodos climáticos bien diferenciados.

Una temporada húmeda y lluviosa (período en el que ocurre el 97% de la precipitación anual) que se extiende de enero a mayo, corresponde al verano austral; y la temporada seca que va desde junio a diciembre, que corresponde al invierno austral.

La humedad relativa se muestra entre 72%, de humedad que contiene una masa de aire en el ambiente, cómoda para el cuerpo humano que reacciona a la cantidad de humedad en el ambiente.

La dirección predominante del viento es del suroeste, con una velocidad media de 3,2 m/s; la velocidad media mensual en todas las direcciones es de 1,5 m/s.

Tabla 1.-Imagen Satelital del Puerto Marítimo de Guayaquil

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
Temperatura, promedio (°C)	27	27	28	27	27	25	25	25	25	25	26	27	26
Temperatura máxima media (°C)	31	30	31	31	30	29	28	28	30	29	30	31	30
Temperatura mínima media (°C)	23	23	24	23	23	22	21	20	21	21	22	22	22
Humedad relativa (%)	73	77	74	75	73	74	73	71	70	70	68	68	72
Velocidad del viento (en horizontal) (m/s)	3,6	2,2	2,7	2,7	3,6	4,0	4,0	4,5	4,0	4,0	4,0	4,0	3,2
Velocidad del viento (en horizontal) km/h	12	8	9	9	12	14	14	16	14	14	14	14	12
Precipitaciones (mm)	220	280	290	180	50	20	2,5	0	2,5	2,5	2,5	30	1080
Días tormentosos	1	3	4	4	2	1	0	0	0	0	1	0	16

Fuente: Weatherbas, 2012

En cuanto a la precipitación, esta se presenta con mayor énfasis en temporadas de diciembre a mayo (invierno), sumando 1080 mm promedio al año. (Instituto Nacional de Meteorología e hidrología (INAMHI), 2013)

La ciudad está rodeada por bosques naturales, al norte está el Cerro Azul, que es la extensión de la cordillera "Chongón Colonche", declarado parque nacional, con grandes extensiones de bosques naturales; al oeste en la región costera, Los manglares de Puerto Hondo se extienden por miles de hectáreas de manglares con raíces sobre el mar.

También se encuentran la Isla Santay declarada recientemente área protegida con 2179 hectáreas, a 800 metros de la ciudad, es un humedal Ramsar que cuenta con grandes árboles y ofrece la posibilidad de hacer ecoturismo.

Al este de la ciudad, se extienden grandes zonas agrícolas y bosques, establecidos en las riberas de los ríos que bajan de la cordillera de los Andes, hasta formar el río Guayas.

Guayaquil tiene un Jardín Botánico con más de 324 especies vegetales de la región, que pueden ser observadas en su hábitat natural, árboles madereros, árboles frutales, plantas ornamentales y exóticas.

También se puede observar 73 especies de aves y 60 especies de mariposas, durante todo el año, con 3 exposiciones permanentes: Orquídeas (más de 50 especies), Valdivia (minerales, rocas y piedras preciosas) y plantas medicinales en conjunto con un jardín familiar.

El área protegida de Cerro Blanco, en la cordillera Chongón Colonche, es un parque nacional por decreto gubernamental y administrada por la Fundación Pro-Foresta, protege las áreas de bosque tropical seco del Ecuador, con una biodiversidad local, incluyendo varios tipos de animales, el jaguar, puma, mono aullador, venado de cola blanca, saíno, coatimundi, mapache come cangrejos y otros, se puede observar pájaros (bird watching) con 211 especies incluyendo a 22 especies de aves de presa y una pequeña población de Great Green Macow (loros).

Durante los meses de invierno, de enero a mayo, la vista del cerro es totalmente verde y la abundancia de agua, permite la reproducción de las aves y animales que viven en su medio ambiente natural. De junio a diciembre, es la estación de verano, el color de las hojas cambia a rojo marrón y los árboles florecen. (M.I. Municipalidad de Guayaquil, OPS y OMS, 2001)

Al encontrarse rodeada de todos estos parques nacionales que permanentemente suministran aire limpio a la ciudad, y por el viento que viene del mar durante todo el año, la ciudad cuenta gran ventaja para oxigenar y generar una buena calidad de aire.

Sin embargo debido al crecimiento demográfico y económico, últimamente se registran niveles anormales de contaminación ambiental, y elevados registros de Infecciones respiratorias agudas, (232.540) en el año 2005.¹⁰

Atribuidos principalmente a la generación de electricidad (termoeléctricas), las industrias, el parque automotor público y privado en aumento cada año, y entre otros la actividad naviera (en análisis); siendo necesario un estudio integral de la ciudad para analizar el equilibrio de las emisiones vs la necesidad de generar aire puro.

¹⁰ Consultado en: (Ministerio del Ambiente, 2010), Cuadro estadístico del Ministerio de Salud Pública, anuario 2005.

2.3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.2.1 Análisis histórico de emisiones de CO₂ en el Ecuador

El transporte marítimo absorbe el 90% del volumen total de carga en términos de Tonelada-Kilómetro. Debido a su mayor eficiencia, tiene un mayor crecimiento frente a los otros sistemas de transporte.

El 70% o más de las emisiones de los buques internacionales se producen dentro de los 400 km de la costa (Corbett et al, 1999; Endresen et al, 2003; Eyring et al, 2005a).

De acuerdo a la información de la División de Estadísticas de las Naciones Unidas del año 2002, además de información del Almanaque Mundial 2009, Ecuador Ocupa el puesto 73 en emisiones antropogénicas de CO₂ y el resto del mundo, con un emisión de 2,2 toneladas métricas por habitante.

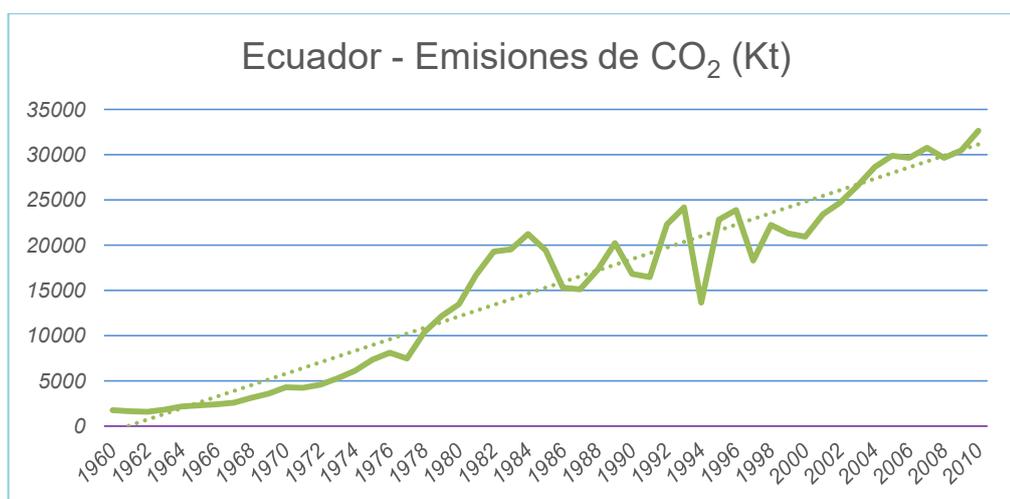


Figura 3.- Emisiones Históricas en Kilo toneladas del Ecuador desde 1960.

Fuente: Banco Mundial, Centro de Análisis de Información sobre Dióxido de Carbono, División de Ciencias Ambientales del Laboratorio Nacional de Oak Ridge (Tennessee, Estados Unidos).

La situación se torna preocupante, pues el crecimiento de las emisiones es exponencial y con mayor repunte desde el año 1978; relacionando este fenómeno a nuestro estudio podemos decir que está directamente influenciado por las emisiones de naves que empiezan a tener mayor frecuencia de actividad en el Ecuador desde esta época, producto del desarrollo y del comercio en el país.

En los años 1960 se potencia el desarrollo de las exportaciones de productos agrícolas, principalmente el cacao, en crecimiento por la demanda internacional de aquel entonces, el boom del petróleo en los años 1970, la bonanza bananera, las exportaciones tradicionales (plátano, camarón, cacao y elaborados, atún y pescado, café y elaborados).

Desde el 2005, origen del presente estudio, estas actividades no han sufrido variaciones correlacionadas en este sentido, sino al desarrollo de otras áreas de

producción, las flores, incremento de vehículos automotrices por ejemplo, al convertirse este mercado accesible a crédito y de popularidad. Al mismo tiempo se suma el desarrollo industrial, la necesidad de energía eléctrica apareciendo en el país nuevas termoeléctricas y equipos de combustión interna para diversos sectores de producción.

2.2.2 Análisis histórico de generación de CO₂ de naves de transporte Marítimo a nivel Mundial

A nivel mundial las cifras por emisiones llegan al orden de los 4,6 mil millones de CO₂, según estudios recientes del Banco mundial, siendo los mayores contribuyentes China, EEUU, Unión Europea, India, Rusia, Japón, Alemania, Corea.

Existen estudios que lograron determinar el consumo de combustibles fósiles de una nave de transporte marítimo en 290 a 400 millones de tm por año y emiten alrededor de 600 a 900 Tg de CO₂, constituyendo en la 15% del total de las emisiones globales en el año 2000 (Corbett y Koehler, 2003; Endresen et al., 2003, 2007; Eyring et al., 2005a), (Corbett et al., 1999; Endresen et al., 2003; Eyring et al., 2005a)

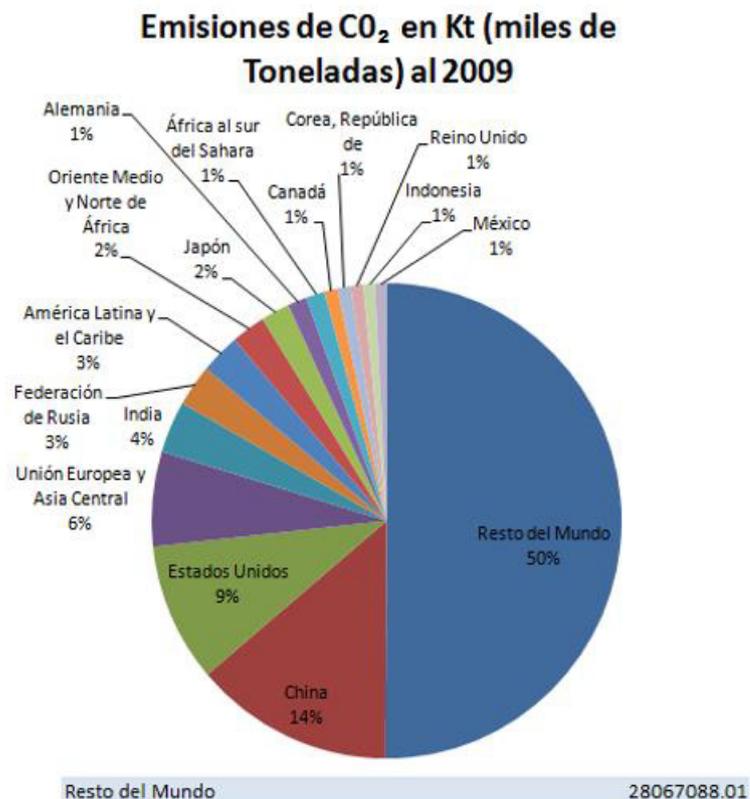


Figura 4.- Emisiones CO₂, mundiales al 2009

Fuente: Banco Mundial, Centro de Análisis de Información sobre Dióxido de Carbono, División de Ciencias Ambientales del Laboratorio Nacional de Oak Ridge (Tennessee, Estados Unidos).

La industria marítima se encuentra actualmente en un período de rápido crecimiento por la demanda global de este transporte, con el correspondiente aumento en el consumo de combustible y las emisiones de barco.

El aumento del tráfico marítimo a nivel mundial, en toneladas millas han sido 23% en total entre 2002 y 2006, mientras que sólo el 10% desde 1999 hasta 2002 (Fearnleys, 2006).

En consecuencia, el consumo de combustible en 2001-2006 se ha incrementado significativamente, la potencia instalada aumentó en un 25% total (LRF, 2007).

El aumento de más potencia en los motores de la flota de los últimos años, indican que el inventario del año 2000 debería ser aumentado con un poco más del 30%, a aproximadamente 260 millones de toneladas al 2006.

Los resultados indican un consumo de combustible aproximado de 220 millones de toneladas en el 2004 (Eide et al., 2008). Un modelado basado en actividades simplificada basada en las aportaciones de Endresen et al. (2007) también es compatible con estos resultados.

Además, las ventas mundiales de bunkers marinos que se han incrementado en un 20% entre 2001 y 2005 (IEA, 2007). Esto es apoyado por un modelado detallado de la actividad realizada por 91.000 buques (por encima o igual a 100TRB).

Sin embargo, un grupo de trabajo de la OMI, recientemente informó una estimación del consumo de combustible significativamente mayor de 369 millones de toneladas, para el 2007 (IMO, 2007). Además, Buhaug et al. (2008) han informado de estimación de 333 millones de toneladas en el 2007.

2.3 ANÁLISIS LEGAL DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL ECUADOR

La gestión del aire, se enmarca dentro de la normativa legal que se caracteriza por su fundamento constitucional y de derecho internacional.

A nivel nacional, hay normas legales, orgánicas y ordinarias; así como normas secundarias (reglamentos, acuerdos, etc.) que regulan la gestión del aire, y que se anotan a continuación:

CONSTITUCIÓN

- Constitución de la República del Ecuador

TRATADOS INTERNACIONALES

- Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono
- Protocolo de Montreal relativa a las sustancias que agotan la capa de ozono
- Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático Protocolo de Kioto
- Convenio de Rotterdam sobre el Procedimiento de Consentimiento Informado Previo Aplicable a ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos Objeto de Comercio Internacional
- Convenio de Basilea sobre el control de los Movimientos Transfronterizos de los desechos Peligrosos y su Eliminación
- Convenio sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos profesionales debidos a la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo

LEYES

- Ley Orgánica de la Salud
- Ley Orgánica de Tránsito, Transporte Terrestre y Seguridad Vial
- Ley Orgánica de Régimen Municipal
- Ley Orgánica de Régimen para el Distrito Metropolitano de Quito
- Ley Orgánica de Defensa del Consumidor
- Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental
- Ley de Gestión Ambiental
- Ley de Hidrocarburos
- Ley de Minería
- Ley de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica
- Ley de Modernización del Estado
- Ley de Descentralización del Estado
- Ley de Desarrollo Agrario
- Ley para la Formulación, Fabricación, Importación, Comercialización y Empleo de Plaguicidas y Productos Afines de Uso Agrícola
- Ley de Defensa contra Incendios
- Ley del Sistema Ecuatoriano de Calidad
- Ley forestal y de conservación de áreas naturales y vida silvestre
- Ley de Aviación Civil
- Ley General de Marina Mercante
- Ley del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
- Ley de Educación
- Ley de Comercio Exterior e Inversiones
- Ley de Patrimonio Cultural

- Código del Trabajo
- Código Penal

REGLAMENTOS Y OTRAS NORMAS SECUNDARIAS

- Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria TULAS - Libro VI: Calidad Ambiental
- Reglamento para la prevención y control de la contaminación ambiental
- TULAS - Libro VI: Anexo 3: Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas
- TULAS - Libro VI: Anexo 3A: Norma de Emisión al Aire desde Centrales Termoeléctricas
- TULAS - Libro VI: Anexo 4: Norma de calidad de aire ambiente
- TULAS - Libro V: Anexo 5: Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas, fuentes móviles y para vibraciones
- TULAS - Libro VI: Anexo 8: Norma de Emisiones al Aire en Recintos Portuarios, Puertos y Terminales Portuarias
- TULAS - Libro VI: Anexo 10: Norma de Radiaciones No Ionizantes de Campos Electromagnéticos
- Reglamento General para la Aplicación de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial
- Reglamento Ambiental para Actividades Mineras
- Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador
- Reglamento Ambiental para las Actividades Eléctricas
- Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo
- Reglamento para accidentes o enfermedades profesionales o de trabajo
- Reglamento de aeropuertos
- Límites máximos permisibles para fuentes fijas de combustión (Acuerdo Ministerial 091)

REGLAMENTOS TÉCNICOS ECUATORIANOS

- Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 03 “Emisiones de vehículos automotores y motores de vehículos usados”
- Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 017 “Control de emisiones contaminantes de fuentes móviles terrestres.”

NORMAS TÉCNICAS

- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2202: 2000 “ Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores.
- Determinación de la Opacidad de Emisiones de Escape de Motores de Diésel Mediante la Prueba Estática. Método de Aceleración libre ”
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2203: 2000 “ Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Determinación de la Concentración de Emisiones de Escape en condiciones de Marcha Mínima o Ralentí. Prueba Estática ”

- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204: 2002 Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Límites Permitidos de Emisiones Producidas por Fuentes Móviles Terrestres de Gasolina ``
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2207: 2002 `` Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Límites Permitidos de Emisiones Producidas por Fuentes Móviles Terrestres de Diésel ``
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2349: 2003 `` Revisión Técnica Vehicular. Procedimientos ``
- Contraloría General del Estados: Normas Técnicas de Control Externo Ambiental

CAPITULO 3

METODOLOGÍA Y RECOPIACIÓN DE DATOS

3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Para desarrollar el estudio fue necesario realizar varios análisis estadísticos en base a la información proporcionada por la APG, Autoridad Portuaria de Guayaquil desde el 2005 hasta el 2011.

La base de datos denota la frecuencia de los buques que acoderan en las instalaciones de APG y el tiempo, estimado en horas por año, que pasan descargando sus emisiones en nuestra atmosfera.

De la información suministrada se encontraron inconsistencias, en los periodos del 2005 al 2008 en donde se encontró la información incompleta, en algunos casos fue necesario estimar las horas de permanencia por medio de las fechas de atraque y zarpe de las naves, obteniendo así los días de estancia y multiplicando estos por 20 horas/día, las 4 horas restantes se consideran como margen de seguridad para los desfases entre su hora de zarpe y arribo, de esta forma se completa la información.

Al no tener todavía, suficiente sustentabilidad en la base de datos fue necesario buscar más información, solicitada a la empresa concesionada del muelle Delta, Andipuerto Guayaquil S.A., quienes ayudaron a completar la base de datos inicialmente suministrada con la información que a su muelle correspondía, con el objetivo de obtener las máximas aproximaciones en lo cálculos, y fidelidad de los resultados obtenidos, sin embargo queda la incógnita sobre el buen manejo que debería tener la información de los puertos navieros del estado.

3.1.1 Determinar el Consumo de Combustible por año

Lo siguiente fue emprender una investigación sobre el consumo de combustibles de las naves que atracan en el Puerto de Guayaquil, APG no disponía de esta, al no encontrar una fuente de datos oficial fue necesario emprender una encuesta personalizada a los buques de carga, relacionada con el consumo de combustible consultando a los Ingenieros de máquinas o primer oficial de las naves.

Se logró acceso a estas consultas, y se realizaron varias preguntas referentes a la características de las naves (eslora, origen, nombre de la nave) y después sobre los combustibles, (capacidad de tanques, consumos promedio en alta mar y en muelle, limpieza de chimeneas y motores de emergencia o alternos), etc., (ver anexo 1).

De las respuestas obtenidas se tabuló la información, obteniendo por ejemplo que el consumo promedio de combustible en el muelle para el año 2009, ascienda a 12.358,2 tm en un año.

Ecuación 1.- Consumo de Combustible a partir de horas de permanencia de los Naves

$$\text{Consumo Total} = \text{Horas de Permanencia} \times \text{Consumo} \left(\frac{\text{Tm}}{\text{día}} \right)$$

Consumo total = (54.925,4 horas / 24 horas/día) x 5,40 tm/día = 12.358,2 Tm de Combustible. Continuamos de esta forma tabulando todos los años en estudio, obteniendo los resultados que se muestran en la tabla 2.

Tabla 2.- Tabla de análisis de consumo de combustible anual de naves en permanencia en muelle.

Año	Horas de Permanencia en Muelle APG	días de Permanencia en Muelle APG	Promedio de Consumo en ton/día Determinado en Muelles de APG	Total de Consumo de Combustible Promedio Anual (ton)
2005	55.612,0	2.317,2	5,40	12.512,7
2006	61.410,0	2.558,8	5,40	13.817,25
2007	57.839,8	2.410,0	5,40	13.014,0
2008	58.177,8	2.424,1	5,40	13.090,0
2009	54.925,4	2.288,6	5,40	12.358,2
2010	45.175,2	1.882,3	5,40	10.164,4
2011	41.202,2	1.716,8	5,40	9.270,5
Total general	374.342,3	15.597,6	Promedio/Año	12.032,4

Fuente: Propia a partir de análisis de información compilada.

Las naves describen su consumo de combustible en Tm/día, para transformar a Tm/año, fue necesario llevar las horas de permanencia de buques registrados a días, dividiendo el total de estas para 24 horas, luego multiplicando por el promedio de combustibles consumidos al día, lo cual se llevan registrado en las bitácoras de las naves

3.1.2 Draft Survey como método para determinar consumo de combustible

Adicional se consiguió utilizar la metodología de Draft Survey (estudio del Calado), este método es utilizado como herramienta para calcular la cantidad de carga que contiene la nave, es muy preciso, se realiza al arribo y al zarpe de la embarcación (ver anexo 2).

Para calcularlo, se considera el calado de la nave, es decir la profundidad a la que se encuentra sumergida, conocida mediante marcas colocadas en casco de la nave y luego por el principio de Arquímedes que dice:

“Todo Cuerpo parcial o totalmente sumergido en un líquido, recibe un empuje vertical de abajo hacia arriba igual al peso del líquido desalojado” se determina los pesos para los diferentes compartimentos entre ellos el combustible.

Con esta información facilitada por la agencia naviera, se comprobó la encuesta, y se concluye que las distorsiones son aceptables ya que los valores son muy cercanos entre sí, las mismas que se pueden revisar en el anexo 2.

Como observación destacamos que este documento es elaborado por las agencias navieras a cada nave que atracar, contiene valiosa información necesaria para estudios de diferentes índoles, sin embargo no se registra adecuadamente.

Por lo tanto no se encuentra a fácil disposición del público, sino que se registra por las agencia navieras para responder ante posibles reclamos por parte de los involucrados en la importación o exportación de carga; no se encontró evidencia de que el estado la valide y/o publique en algún medio de consulta.

3.1.3 Clasificación de las embarcaciones

Existen Clasificación por la funcionabilidad de los buques determinados en:
Buque de Pasaje, Mercante, Guerra, Auxiliares, Pesca, Deportivos, Especiales.

Los Buques de Pasaje son los cruceros turísticos oceánicos e interoceánicos

Los Mercantes son los que mueven carga a nivel mundial, siendo los más abundantes y de mayor distribución, objeto del presente estudio por su frecuencia en el Puerto de Guayaquil.¹¹

Los Buques de Guerra, entre las que están las fragatas, portaviones, de transporte general.

Los Buques Auxiliares, son aquellos de varias aplicaciones entre estos están los remolcadores, vigilancia, dragas, servicio de suministros, etc.

Los Buques de Pesca, de acuerdo al nivel de su capacidad se encuentran en varias aplicaciones industriales y artesanales.

Las naves deportivas, usadas en menor tamaño se derivan en competencias de varias prácticas deportivas.

¹¹ Detalles de este tipo de buques se encuentran en el Glosario de Términos, sección 5.6.

Los Buques Especiales, son aquellos diseñados para una actividad poco común, como transporte de equipos muy grandes, o que realizan construcciones especiales en alta mar.

Paralela a esta clasificación, también encontramos por su tamaño, en el medio internacional las naves se diferencian por el arqueo bruto o TRB (tonelaje de registro bruto) que es el volumen interno total de un barco expresada en "registro de toneladas", que equivale a un volumen de 2,83 m³. Está en función del volumen moldeado de todos los espacios cerrados del buque. (IMO, 1982)

La información suministrada por APG, no incluía esta descripción de las naves, sino la eslora de la misma, siendo necesario clasificarlos de esta manera, toda vez que la eslora tiene relación directa con el TRB, con un R² = 0,68 de correlación, indicando una relación moderadamente fuerte, como se aprecia en la figura 5.

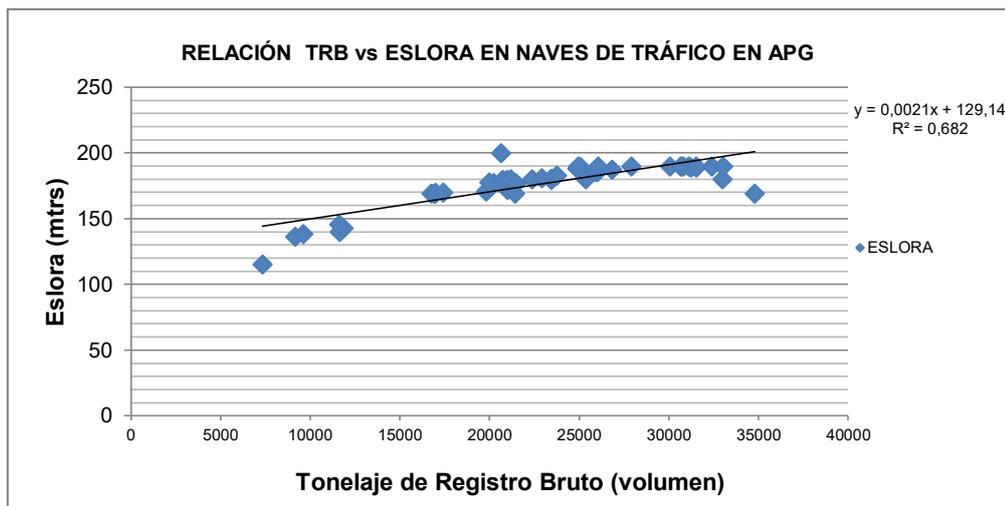


Figura 5.- Correlación entre el TRB y la eslora de las naves atracadas en puerto de Guayaquil.

Fuente: Propia del autor, basada en información suministrada por APG, Departamento de Control y Gestión

Nótese que tradicionalmente, el arqueo se medía en Toneladas de Registro Bruto (TRB). Pero en este contexto, el término "tonelaje" no quiere decir peso sino volumen.

Este uso tradicional ha dado lugar a cierta confusión, la palabra tonelaje proviene del siglo XIII, época en la que se realizaba un intenso comercio de vino de Jerez en toneles de madera desde España a Gran Bretaña.

El número de toneles, de aproximadamente el mismo tamaño, que podía transportar el buque era el dato más representativo de su capacidad comercial. Con el tiempo los toneles se normalizaron y pesaban llenos unos 1.016 kg, es decir 1 tonelada larga (en inglés, long ton).

3.1.4 Desarrollo de métodos para encontrar las emisiones de naves

Para desarrollar el estudio fue necesario realizar varios análisis estadísticos en base de datos referentes a naves que arribaron a puerto, desde el año 2005 al 2011, los cuales se organizan y analizan bajo el siguiente esquema:

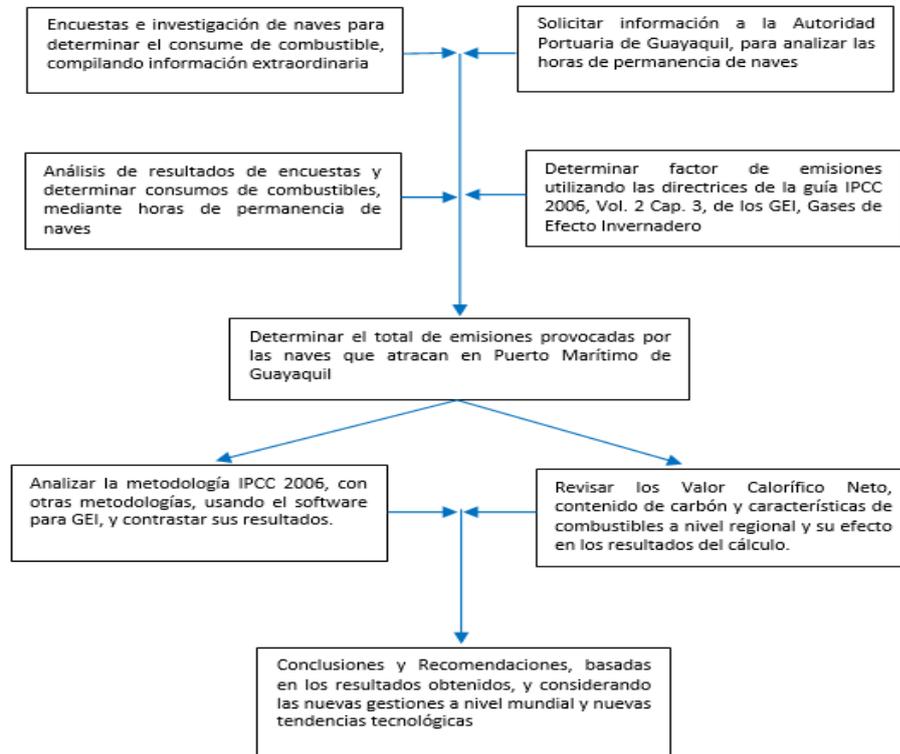


Figura 6.- Perfil de la metodología central usada para calcular las emisiones de los buques que permanecen en el Puerto Marítimo de Guayaquil, a partir de factor de emisiones.

Fuente: Propia del autor

Los buques tienen un importante potencial para contribuir a la contaminación atmosférica en las comunidades costeras. Las emisiones de NO_x y otros precursores de ozono, son enviados a la capa de ozono troposférico (O₃) y perturban el hidroxilo concentraciones radicales (OH) y por lo tanto la vida del metano (CH₄).

El componente aerosol dominante resultantes las emisiones de las naves es el sulfato SO₄ (2⁻), que está formado por el oxidación de SO₂. Para algunos de los compuestos (CO₂, O₃ y BC) el forzamiento radiactivo (FR) es positivo, mientras que para otros este forzamiento es negativo, provocado por partículas de sulfato y a través de reducidas concentraciones en la atmosfera, actuando por la reflexión de la luz solar (IPCC, 2007),

Las partículas de metano pueden tener también un efecto indirecto sobre el clima a través de su capacidad para modificar las propiedades de las nubes. El efecto indirecto aerosol contribuye un forzamiento negativo.

Para calcular este efecto se cita la tabla en la que se encuentra un factor de conversión, es claro señalar que este resultado tiene mucha incertidumbre en razón de que depende mucho de su operación de la nave como: aceleración y condición del motor, calibración de la relación aire combustible, de los cuales depende para quemar al 100% el combustible en condiciones óptimas ya que están directamente proporcional a las emisiones de CH₄ y N₂O.

Tabla 3.- Factores de emisión por defecto en naves de alta mar

Naves de Alta mar *	CH ₄ (Kg/TJ)	N ₂ O (Kg/TJ)
		7
	(+/-)50%	(+) 140% -40%

Fuente: IPCC 2006, cuadros 3.5.3

Además de impactos a escala mundial, son de especial preocupación los problemas de calidad de aire regional, local, en las zonas costeras y puertos con tráfico pesado, por tanto, es un desafío importante mejorar nuestra comprensión al impacto, enfocando nuevos estudios sobre la composición de la atmósfera y sus impactos en zonas costeras, así como de alta mar sobre límites territoriales aportando con sugerencias y opciones de mitigación.

3.2 OPERACIONES DE NAVES

Las naves se manejan a dos velocidades, media y alta, desarrollando grandes potencias y exagerados consumos de combustible. Los buques en general operan de manera diferente, según el tipo y tamaño, pero particularmente los buques de carga operan en forma similar; sin embargo no es así en el transporte de carga entre los puertos (la longitud de los viajes variará). Endresen et al. (2004a).

En el caso de Guayaquil las naves llegan desde a alta mar a una zona de espera o cuarentena, ubicada en el Canal del Morro a la altura de Data Posorja, en donde aborda la nave y toma el mando, el práctico¹², quien la ingresa por interior del canal de acceso, maniobrando por zonas de compleja navegación hasta llegar al estero Cobina, atracando en los muelles asignados del Puerto de Guayaquil o Andipuerto.

La maniobra del práctico se realiza a lo largo de 52 millas náuticas (96,3 km), lo cual demora alrededor de cuatro horas a una velocidad media de 12 nudos, hasta su atraque al muelle de destino y de igual forma ocurre a su zarpe.

Por su limitado calado oficial de 9,75 metros, los buques cuyo calado se encuentren entre 8 y el calado oficial, solo lo pueden ingresar al canal de acceso con pleamar,

¹² Profesional Piloto de buques mercantes, generalmente oficiales de la Armada con basta capacidad y experiencia para dirigir las maniobras de acceso al canal y asegurar su integridad, bajo las disposiciones de APG.

siendo actualmente la gran mayoría, originando retrasos a espera de que este evento suceda cada 12 horas. Cabe señalar que su margen de seguridad del calado esta en 0,61 cm de profundidad.

A causa de estos eventos, propios de la naturaleza de las operaciones, se pueden generar atrasos desde la llegada del buque al Canal del Morro, desde 5 horas en el mejor de los casos y hasta 16 horas en el más desfavorable caso, sí este se encuentra con un calado superior a los 8 metros y no encuentra marea a su llegada para acceder al muelle de atraque,

La situación al zarpe es diferente, su salida demoraría alrededor de 4 horas con excepciones de exportaciones de mucha carga, que no es el caso más frecuente, dando origen a que en particulares ocasiones los buques que no consiguen fletes, crean situaciones varias de demora, como daños o reparaciones para evitar zarpar sin antes tener un rumbo fijo.

Para considerar estos tiempos en el acceso, atraque y zarpe de las naves de tráfico internacional, se amerita considerar un factor de seguridad en los cálculos de consumo de combustible, con el fin de precisar las emisiones de CO₂ a la atmosfera del Puerto Marítimo.

3.2.1 Revisión de datos

APG es uno de los muelles de mayor participación del país, cubriendo la demanda del 33% de buques internacionales que usan su muelle para descargarse, así se demuestra en la figura 7, de aquí que los resultados de las emisiones atmosféricas que se obtengan para esta área, pueden ser fácilmente proyectados como referencia para los demás puertos del país.

Participacion de Naves Recibidas a nivel Nacional 2009 - 2011

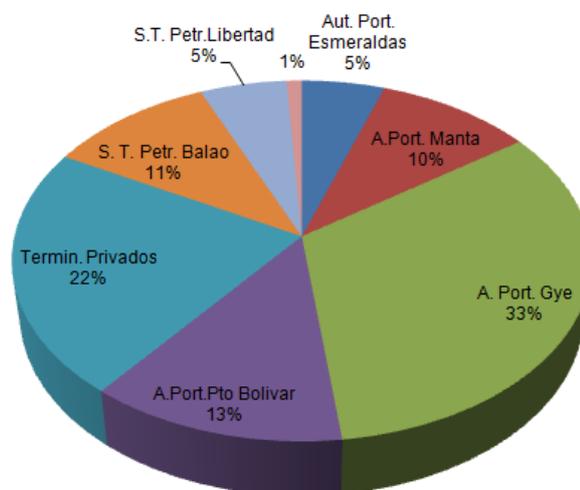


Figura 7.- Importancia de la Zona de estudio a Nivel Nacional

Fuente: del autor a partir de datos de la Subsecretaria de Puertos y Transporte Marítimo y Fluvial, Estadísticas Portuarias 2011

La encuesta personalizada realizada a 24 naves, da como resultado promedio 4.97 tm/día (ver anexo 1), se puso en comparación, siendo depurada con los informes "Draft Survey," que realizan las agencias navieras, a todos los barcos que ingresan a APG.

Los resultados de los informes también involucran las mediciones de combustible, con lecturas que son tomadas antes y después de la operación de la descarga, esta información nos da un promedio de consumo de combustible de 4,31 tm/día, de consumo de combustible, muy fiables. (ver anexo 2).

Sin embargo, se adopta un factor de seguridad del 25%, en vista de que este tipo de registros, se lleva horas después de atracado y después del zarpe de la nave, y sin tomar en cuenta la entrada y salida del canal, tomando como 5,4 tm/día.

Los detalles que no se relacionaron o con cierto grado de aberración, fueron depurados por medio el TRB tonelaje bruto, de donde se puede extraer el consumo de combustible utilizando la tabla 3.5.6 de la IPPC 2006.

Esta información se pueden obtener de la página de internet marinetraffic.com, que es un servicio de Google Group en donde se encuentran información básica como por ejemplo: eslora, manga, y TRB.

3.2.2 Identificar y Cuantificar los barcos que transitan en los muelles de APG

El tráfico marítimo en el Ecuador se clasifica en las diversas actividades, las cuales están derivadas básicamente del sector de la Industria pesquera en donde se concentran naves de eslora 40 hasta 100 metros y que diariamente generan actividad comercial a lo largo del perfil costero.

Sin embargo en nuestra zona de estudio, Puerto de Guayaquil, la mayoría de naves son de tipo Carga General o Bulk Bunkers, cuya eslora se encuentra entre los 115 y 225 metros con grandes capacidades de carga.

De acuerdo a las tendencias que muestra la figura 8, los buques o naves de mayor eslora están en ascenso 66,54%, y aquellas de eslora 101 a 200 metros tienden a bajar significativamente en un 82,6%, esto en relación al año 2011. Esta situación va de la mano y de acuerdo a la tendencia mundial, actualmente las naves o buques son diseñadas con mayor capacidad, para aumentar su eficacia en el movimiento de carga y el tráfico internacional.



Figura 8.- Identificación de Naves en Zona de Estudio

Fuente: Propia extraída de la información suministrada por APG, Departamento de Control de Gestión

Esta tendencia sin embargo demanda de motores mucho más grandes y de mayores emisiones a la atmósfera por unidad de buque, lo que desde ya pronostica un importante incremento de un poco más del 30% aproximadamente.

Es notable, sin embargo que APG al igual que otros puertos del país, encuentran dificultades ante esta nueva tendencia, que en la actualidad se encuentra cubriendo todos los puertos del mundo. En Ecuador, específicamente en el puerto de Guayaquil, aún no se logra consensos para prepararse a recibir buques mucho más grandes y de mayor calado.

También se puede apreciar que las naves de eslora menor a 100 metros, mantienen su frecuencia sin mayores alteraciones, esto es básicamente porque son pocas en cantidad y aquellas que están son las líneas de buques bananeras, remolcadores, provisión de combustible y fragatas del estado.

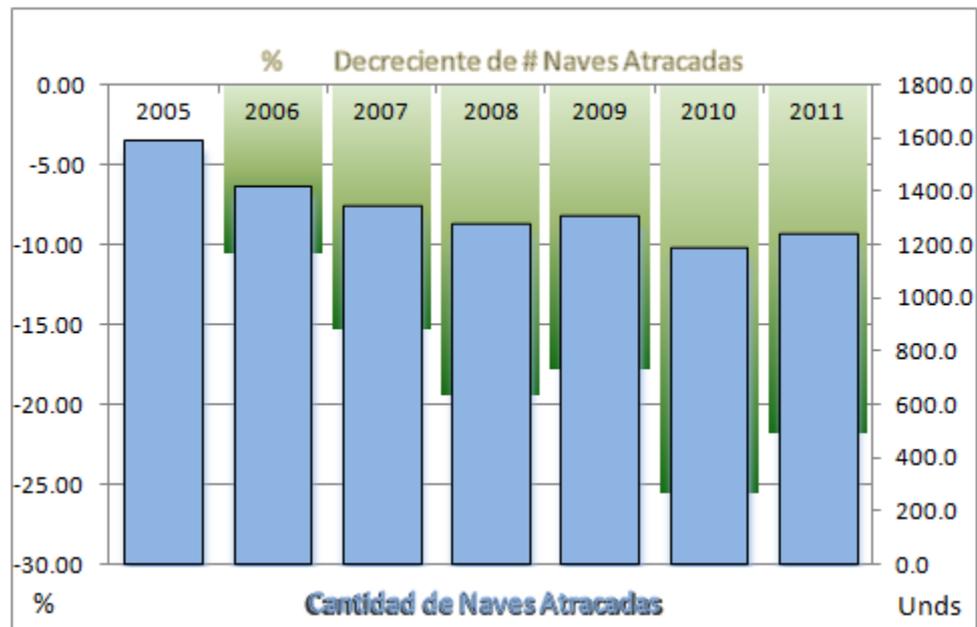


Figura 9.- Cantidad de naves recibidas en APG, 2005 al 2009 y su decreciente frecuencia.

Fuente: Propia extraída de la información suministrada por APG, Departamento de Control de Gestión

En cuanto a la cantidad de naves recibidas, como se puede apreciar en la figura 9, la tendencia está a la baja, desde el 2005 reduciéndose gradualmente la cantidad de naves hasta en un 26% hasta finales del periodo 2010, la causa principal es la decisión política desde el 2006 de concesionar las instalaciones de APG. El puerto de carga general de Andipuerto ya se encontraba concesionado desde 1999 sin afectar esta tendencia.

Por esta razón se generan nuevas competencias de varios sectores privados que antes de las concesiones se encontraban atendidos por APG, ubicándose en un espacio al interior del puerto; sin embargo y luego de las concesiones, se obligaron a abrir nuevos muelles, puertos de varias especialidades, graneleros, bananeros, de contenedores, etc., creando competencias en la misma ciudad, desviándose los buques y su carga (clientes) durante todo el año.

Aún a pesar de esta situación la Concesionaria ICTSI y Andipuerto para el año 2011 consiguen una leve recuperación de un 3% de frecuencia de naves en relación al 2010.

3.2.3 Tiempo de Permanencia de Barcos en la zona de estudio

Esta información está directamente proporcionada al número de naves (buques) que han arribado en los últimos 7 años al país, siendo necesario considerar el análisis retrospectivo a este tiempo en donde encontramos las diversas condiciones socio políticas que han atravesado el país y su influencia en la economía.

Para este análisis se toma en consideración la nave en sitio de atraque (muelle) y su permanencia hasta finalizar la descarga, y no durante su navegación, solo y en excepcionales casos la muestra inicia en data Posorja, en donde se consideran

recibidas, lugar que se encuentra a cuatro horas por el canal de acceso al sitio de atraque y sería parte de la incertidumbre del análisis presentado.

Como se puede observar en el gráfico combinado de la figura 10, se presentan tanto las horas de permanencia como la cantidad de naves recibidas, la tendencia de los años 2005 al 2011 presenta una particularidad que no relaciona en mucho la cantidad de naves recibidas con las horas de permanencia en los muelles.

Para el 2005 con 1.591 naves, su permanencia resultó en 55.612 horas, si lo comparamos los siguientes años, las cantidades de naves recibidas, en el 2006 fueron de 1.423 un 10.5% menor pero en contraste con 61.400 horas, un 9,42% más tiempo.

Esto se repite en los demás años hasta el 2008; no así en el 2009 y hasta el 2011 en donde se evidencia una caída de la permanencia de horas de naves en el muelle al mismo tiempo que la cantidad de naves disminuye.

Se relacionó esta información para obtener las horas promedio anual que las naves permanecen en el muelle, siendo la más alta en el 2008 con 45 horas y la más baja en el 2011 con 33, horas. Esto nos indica una mejora en la eficiencia de los muelles para descargar más toneladas por hora.

Es decir, su tasa de descarga va en aumento gracias a la gestión de las inversiones privadas, las cuales han sido obtenidas para obtener personal calificado, maquinarias modernas, y sofisticadas grúas de pórtico para descarga de contenedores.

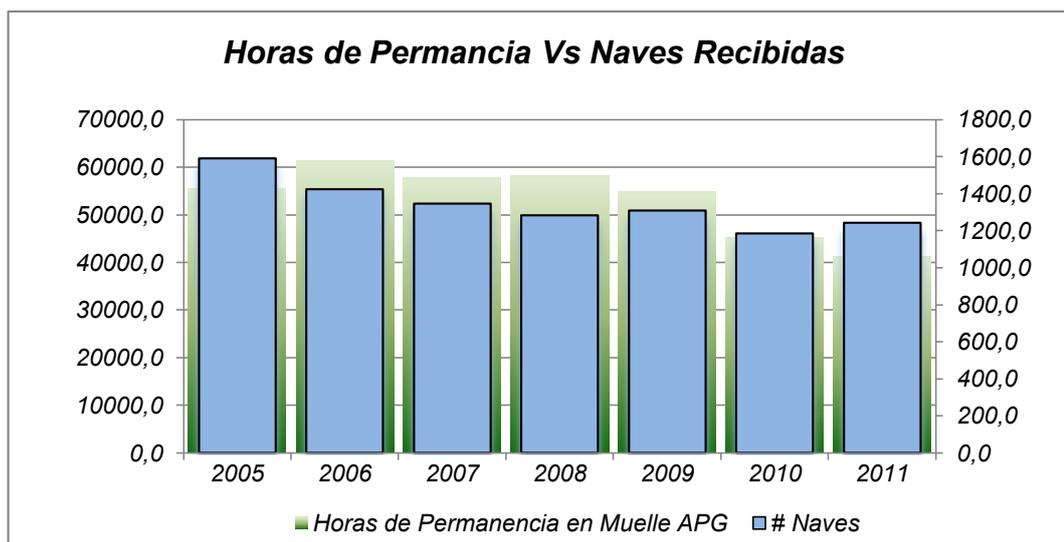


Figura 10.- Permanencia de naves comparadas con cantidad de naves recibidas.

Fuente: APG, Autoridad Portuaria de Guayaquil, Departamento de Gestión y Control, Información estadística.

La tendencia está cambiando de sentido y las probabilidades de aumentar la ocupación de los muelles, siempre será un reto tanto para la APG como para los muelles privados, concesionados bajo su administración.

En contraste esto significa mayores incrementos de polución y afectaciones a la flora y fauna de la zona de influencia. La que necesita ser urgentemente atendida, con proyectos de oxigenación del sector, así como recuperación de áreas afectadas, promoviendo un efectivo incentivo a las naves por contaminación ambiental.

Componentes primarios como partículas, N₂O, CO, COVs, PM y SO₂, puede potencialmente causar problemas a las zonas costeras y los puertos con tráfico pesado, debido a su impacto a la salud humana en altas concentraciones (Saxe et al, 2004;.EPA, 2003).

3.3 ECUACIONES A EMPLEAR

Para el análisis de la información obtenida se utilizaron los lineamientos de las guías para gases de efecto invernadero de la IPCC 2006 en su volumen 2, energía, capítulo 3 que refiere a combustión móvil, transporte de naves sobre el agua.

Determinando la siguiente ecuación simple, para encontrar las emisiones, apoyándose en un factor de emisiones:

Ecuación 2.- cálculo de emisiones por tipo de Nivel 1 o Nivel 2

$$Emmisions = \sum (Fuel Consumed ab x Factor ab))$$

En donde:

a = Tipo de combustible (diésel, gasolina, GLP, bunker, etc.)

b = Tipo de buques (es decir, buques, barcos o botes y posiblemente el tipo de motor) (solo para el nivel 2 puede ser usado el tipo de combustible diferenciado por el tipo de nave, pero b puede ser ignorado para el nivel 1)

La ecuación se aplica en dos tipos de niveles, 1 y 2; el método de nivel 1 es el más simple y se puede aplicar tanto con los valores por defecto y la información específica de cada país.

Los datos de consumo de combustible y los factores de emisión en el método de nivel 1, son el combustible de tipo específico y deben aplicarse solo a la clase correspondientes (por ejemplo, aceite, gas / diésel utilizado para la navegación).

El cálculo se muestra en la ecuación 2 y se basa en la cantidad de combustible quemado y los factores de emisión para el CO₂, CH₄, y N₂O, se presentan en la tabla 4.

Para el método de nivel 2, también utiliza el consumo de combustible por tipo de nave, pero se requiere ser más específico, clasificando por tipo de motores, tipos de buques, por ejemplo por buques de navegación marítima internacional y nacional, de pesca, etc., tipos de combustibles, (diésel, bunkers, aceites, etc.), movimientos, velocidad de la flota de buques y barcos, etc.

La metodología de movimiento de barcos se puede utilizar solo cuando existen datos detallados de estos, e información técnica disponibles sobre las naves existentes.

La diferencia entre el Nivel 1 y el Nivel 2, es que requiere información específica y detallada del país, información que al no ser de fácil disponibilidad, se descarta el análisis del Nivel 2 y se opta por realizar el cálculo de Nivel 1.

3.3.1 Factores de Emisión

Los factores de emisión presentados fueron acogidos de dos fuentes básicas para correlacionar los resultados, entre las Directrices de la IPCC 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, la OMI¹³, y la Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Versión 2011.

Para realizar nuestro cálculo de emisiones utilizaremos el factor inferior de emisiones 75.500 Kg/Tj, considerando que las naves se encuentran en nivel de trabajo bajo y que no se encuentra navegando.

Tabla 4.- Factores de emisión aplicados al transporte marítimo (Kg/Tj)

Combustible Fuel óleo Residual	Por defecto Kg/TJ	Inferior Kg/TJ	Superior Kg/TJ
CO ₂	77.400	75.500	78.800
CH ₄	7	3,5	10,5
N ₂ O	2	1,2	4,8

Fuente: IPCC 2006, Cuadro 3.5.2

La navegación marítima genera emisiones de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), así como el monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM), dióxido de azufre (SO₂), partículas (PM) y óxidos de nitrógeno (NOx). El cálculo de emisiones trata básicamente de los gases de efecto invernadero directo de CO₂, CH₄ y N₂O.

Estos factores de emisión de gases, cubren todo el transporte marítimo y fluvial, desde las embarcaciones de recreo hasta grandes buques de carga de alta mar, que son impulsados principalmente por los motores diésel de velocidades grandes, lentas y medianas y ocasionalmente por turbinas de vapor o de gas.

El árbol de decisiones que se muestra en la Figura 11, ayuda a hacer una elección entre los dos niveles. Las emisiones se estiman por separado para navegación acuática nacional e internacional; Sin embargo, en nuestro estudio solo aplica la navegación internacional.

¹³ (IMO, International Maritime Organization, 2009) Directrices para la utilización voluntaria del indicador operacional de la eficiencia energética del buque

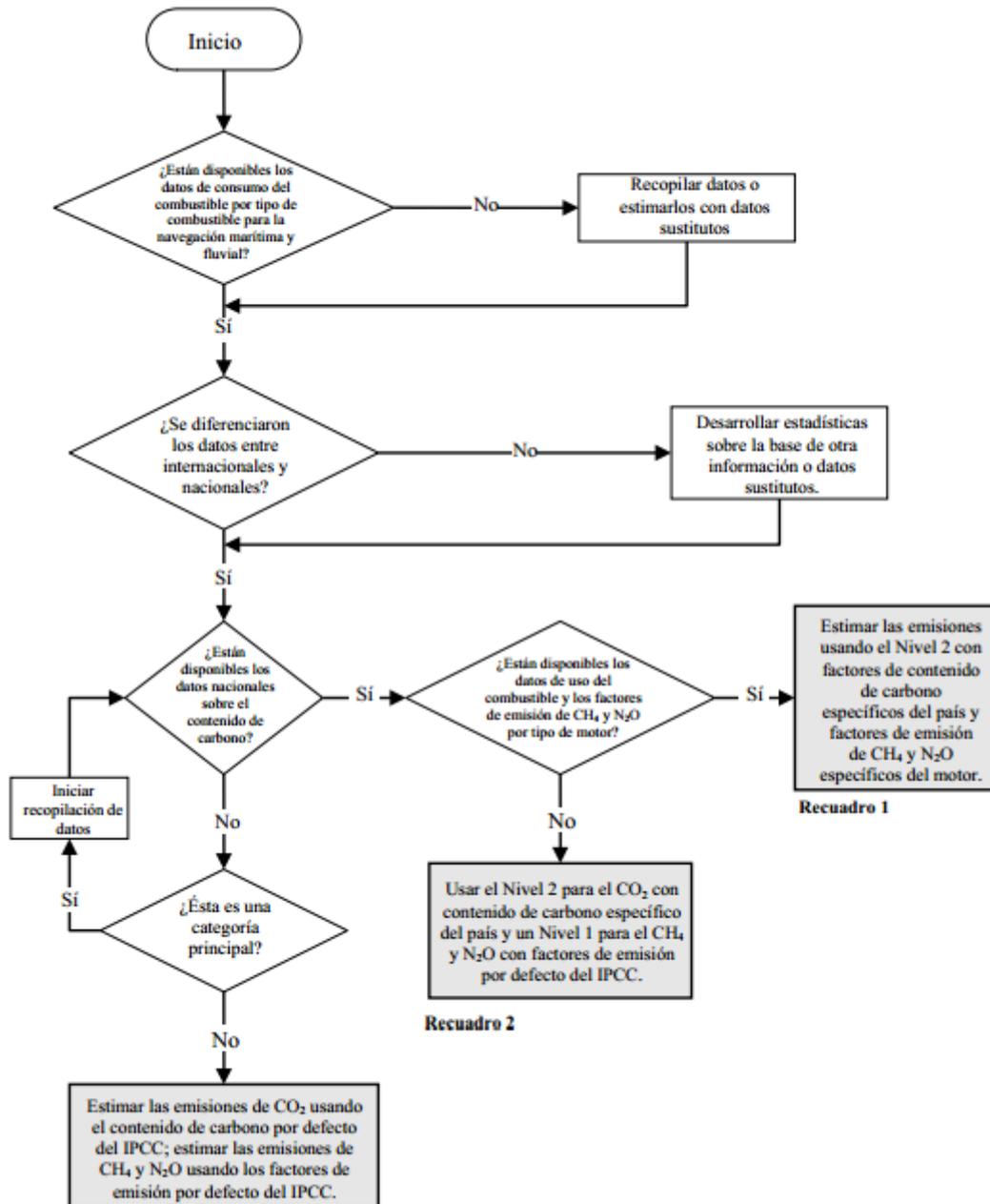


Figura 11.- Árbol de decisión para las emisiones de la navegación acuática.

Fuente: IPCC 2006, Volumen 2, Capítulo3.

CAPITULO 4

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

La tabla 5, muestra el proceso de cálculo, de una forma directa a nivel 1, desde las horas de permanencia de las naves en el muelle facilitada por A.P.G, luego el cálculo del consumo de combustible para finalmente multiplicar por el factor de emisiones de CO₂, que señala las directrices IPCC 2006, (tabla 3.5.2) concluyendo en el total de emisiones para los diferentes periodos.

Analizando 3 tipo de factores de emisión: por defecto: 77400 Kg/Tj, inferior: 75500 Kg/Tj, y superior: 78800 Kg/Tj; usaremos el de nivel inferior, considerando al buque atracado. También usamos los cálculos basándose en el poder calorífico del combustible, de acuerdo a la zona de estudio.

Siendo necesario analizar la información técnica de los combustibles IFO 380 e IFO 180, la diferencia entre ellos está básicamente en su viscosidad, fluidez para ingresar al motor, siendo por su numeración, directamente proporcional a estas características.

Los Valores Caloríficos Netos (VCNs) o poderes caloríficos inferiores, miden la cantidad de calor liberado por la combustión total de una unidad de volumen o masa de un combustible, suponiendo que el agua resultante de la combustión se convierte en vapor, y que el calor del vapor no se recupera.

En cambio, los Valores Caloríficos Brutos (VCBs) o poderes caloríficos superiores se calculan suponiendo que este vapor de agua se condensa por completo y el calor se recupera, y por lo tanto esos valores son ligeramente más altos.

Los datos por omisión de las Directrices del IPCC se basan en VCNs.

Se observa que el promedio de las emisiones anuales emitidas por naves que llegaron a los muelles de APG, durante el periodo 2005 – 2011, están en 36.701,3 Tm de CO₂, siendo la más alta el año 2006 con 42.145,4 Tm de CO₂ y el último año 2011, se reduce a 28.276,9 Tm de CO₂.

Tabla 5.- Cálculo de emisiones de CO₂, en base a IPCC 2006 Nivel 1, consumo promedio de combustible en muelle de APG.

Año	Horas de Permanencia en Muelles de APG	Días de Permanencia en Muelles de APG	Promedio de Consumo en Tm/día en Muelles de APG	Total Consumo de Combustible Promedio Anual (Tm)	VCN, Valor Calorífico Neto del combustible, por Defecto (TJ/Tm)	CO ₂ , Factor de Emisión (Tm/TJ) Tabla 3.5.2 IPCC 2006 (bajo)	Total Emisiones de CO ₂ , (Tm)
2005	55.612,0	2.317,2	5,4	12.512,7	0,0404	75,5	38.166,2
2006	61.410,0	2.588,8	5,4	13.817,25	0,0404	75,5	42.145,4
2007	57.839,8	2.410,0	5,4	13.014,0	0,0404	75,5	39.695,2
2008	58.177,8	2.424,1	5,4	13.090,0	0,0404	75,5	39.927,1
2009	54.925,4	2.288,6	5,4	12.358,2	0,0404	75,5	37.695,0
2010	45.175,2	1.882,3	5,4	10.164,4	0,0404	75,5	31.003,5
2011	41.202,2	1.716,8	5,4	9.207,5	0,0404	75,5	28.276,9
Total	374.342,3		Promedio	12.032,4		Promedio	36.701,3

Fuente: del autor en base a los datos de APG y Directrices del IPCC 2006.

Esta base de cálculo fue creada bajo un VCN (valor calórico neto) del IFO 380 de (0,0404 Tj/Tm) el cual se encuentra por defecto de la tabla 1,2 del volumen 2 la IPCC 2006, Fuelóleo residual, es encontrado a nivel mundial en un promedio de 40,4 Tj/Tm, sin embargo se utiliza un intervalo de confianza de 95%, como inferior 39,8 Tj/Tm y el superior 41,7 Tj/Tm., escogiendo el valor por defecto, el más común de la flota naviera.

4.2 AFINAR EL CÁLCULO BASADO EN EL PODER CALORÍFICO DEL COMBUSTIBLE REGIONAL

Para precisar el factor de emisión, y afinar un poco en su exactitud local, se encontró que el poder Calorífico del Petróleo combustible tanto para el IFO 180 e IFO 380 es de 9800 Kcal/kg, = 41,03 GJ/kg., según Hoja Técnica, RECOPE (industria de Costa Rica, dedicada a la refinación y producción de combustibles derivados del petróleo).

El siguiente cuadro de la tabla 6, considera los mismos pasos para un coeficiente de VCN con un coeficiente regional de 0,0410 Tj/Tm.

Tabla 6.- Metodología de la IPCC 2006, para cálculo específico de emisiones de CO₂, mediante el poder calorífico del combustible usado en las naves de APG.

Año	Total de Consumo de Combustible Promedio Anual (Tm)	Poder calorífico IFO 380 Tj/tm	Energía en Tj	Factor de Oxidación 99% IPCC	Energía en Gj	Total + Otros Factores	Contenido de carbono CO ₂ , a 20, 6 Kg/Gj (Gg)	Emisiones de CO ₂ en Tm
2005	12.512,7	0,0410	513,0	507,9	507.890,49	1.862.265,1	39.293.794,5	39.293,8
2006	13.817,3	0,0410	566,5	560,8	560.844,21	2.056.428,8	43.390.646,8	43.390,6
2007	13.014,0	0,0410	533,6	528,2	528.238,26	1.936.873,6	40.868.033,4	40.868,0
2008	13.090,0	0,0410	536,7	531,3	531.323,10	1.948.184,7	41.106.697,2	41.106,7
2009	12.358,2	0,0410	506,7	501,6	501.619,34	1.839.270,9	38.808.616,1	38.808,6
2010	10.164,4	0,0410	416,7	412,6	412.573,00	1.512.767,7	31.919.397,5	31.919,4
2011	9.270,5	0,0410	380,1	376,3	376.289,60	1.379.728,5	29.112.271,7	29.112,3
Total	12.032,4	0,0410						37.785,6

Fuente: del autor en base a los datos de APG y Directrices del IPCC 2006.

Este valor del VCN, se comparó con la tabla 5, y a pesar de ser muy similares variando en 0,9 TJ/Gg, el resultado de emisiones aumenta en un 1,22%, en la tabla 6, al considerar el VCN regional.

Otro factor importante que se agregó a este cálculo es el contenido de carbono del combustible, que al no disponerlo se utiliza la tabla 1,4 del Volumen Cap. 1 de las IPCC 2006, el cual da tres opciones de niveles por defecto, inferior y superior, considerando un nivel inferior de 21,1 Kg/Gj las condiciones de la nave en el muelle.

Para este valor también se considera un intervalo de confianza del 95 por ciento de límites inferior y superior, suponiendo distribuciones log normales, ajustado a un conjunto de datos ya experimentados.

El resultado como se puede apreciar en la tabla 6, es que por este método aumentan los resultados de emisiones de CO₂ en 1,22%, como resultado de ser más cuidadoso en los detalles de afinamiento, por características y propiedades del combustible.

El contenido energético de los combustibles puede variar de acuerdo al tipo y calidad de combustible, por esta razón los factores de emisión se expresan normalmente en términos de unidades de energía (por ejemplo, Toneladas CO₂/Tj).

Esto proporciona que las estimaciones de emisiones sean más precisas, que los expresados en términos de masa o volumen. La conversión de factores de emisión expresados en términos de masa o volumen, exige una suposición en torno al predeterminado valor calorífico que se debe utilizar.

4.2.1 Determinando las emisiones de CH₄ y N₂O

Para calcular la cantidad de Metano CH₄ y Oxido Nitroso N₂O, se recurre a la metodología de nivel 1, de igual característica siempre considerando el poder calorífico del combustible regional, multiplicando directamente al factor.

Para este caso, la tabla 7 nos muestra que el promedio anual durante este espacio de análisis, está en 3418,8 Tm de Metano/año y 976,8 Tm de Dióxido de nitrógeno/año, lo que indica que a pesar de su baja emisión, es suficiente para generar reacciones de diversas índoles.

Tabla 7.- Metodología de la IPCC 2006, para cálculo específico de emisiones de CH₄ y N₂O, mediante el poder calorífico del combustible usado en las naves de APG

Año	Total de Consumo de Combustible Promedio Anual (Tm)	Poder calorífico IFO 380 TJ/Tm	Energía en GJ	Emisiones de CH ₄ (Tm)	Emisiones de N ₂ O (Tm)
2005	12.512,7	0,0410	507.890,49	3,58239	1,0235
2006	13.817,3	0,0410	560.844,21	3,96557	1,1330
2007	13.014,0	0,0410	528.238,26	3,73502	1,0671
2008	13.090,0	0,0410	531.323,10	3,75683	1,0734
2009	12.358,2	0,0410	501.619,34	3,54680	1,0134
2010	10.164,4	0,0410	412.573,00	2,91718	0,8335
2011	9.270,5	0,0410	376.289,60	2,66063	0,7602
Total	84.227,1		Promedio	3,418,8	0,9768

Fuente: Autor en base a los datos de APG y Directrices del IPCC 2006.

Sin embargo es importante señalar que la incertidumbre de este cálculo es muy amplia, su rango de certeza esta en 50% para el metano y 40% para el dióxido de nitrógeno.

Esto se explica porque estos componentes están en función de otros factores y condiciones como son de operación, tipo de motor y la tecnología, estado de la máquina, de una apropiada mezcla de combustión, así como su correcta proporción de potencia para consumir toda la energía de combustible, cuya precisión está enmarcado en decisiones humanas con tendencias poco precisas.

4.3 USO DEL SOFTWARE DE INVENTARIO IPCC 2006

También se utilizó un software IPCC 2006, disponible en la página web, con el fin de generar replicas dentro del misma metodología; para obtener esta aplicación que es gratuita al público¹⁴, solo fue necesario llenar una base de información personal y generar un usuario y contraseña.

De aquí se generan los resultados del cálculo con una leve diferencia entre los tres procesos de cálculos. En donde se ingresaron los datos ya revisados obteniendo las siguientes gráficas estadísticas (figuras 12, 13 y 14) para cada contaminante CO₂, CH₄ y N₂O.

Resultados de las emisiones totales por cada contaminante (CO₂, CH₄, N₂O) según criterios IPCC 2006, utilizando software de cálculo.

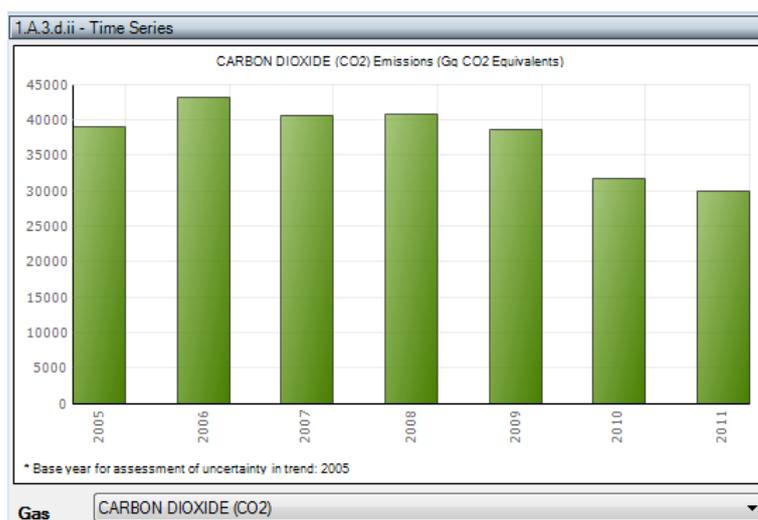


Figura 12.- Emisiones de CO₂, Dióxido de Carbono según IPCC inventory

Fuente: IPCC 2006 Inventory software (Software libre)

El software es muy dinámico e interactivo, tiene opciones de generar bases de datos para diferentes años generando datos históricos y diferentes ares de estudio, así también para exportar o importar datos en archivos XML.

Se introduce la información disponible, en nuestro caso consumo de combustible y se seleccionan los parámetros a calcular entre los importantes está el poder calorífico, el cual se recomienda investigar el VCN regional para ser más preciso en el cálculo, en caso de no contar con la información, el software genera un valor por defecto que son los que se muestran en las tabla IPCC 2006.

Cada uno de los gases de efecto invernadero afecta a la atmósfera en distinto grado y permanece allí durante un periodo de tiempo diferente. La medida en la que un gas de efecto invernadero determinado contribuye al calentamiento global se define como su Potencial de Calentamiento Global (PCG).

¹⁴ Software gratuito disponible en la web, <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/software/>

PCG del CO₂ es siempre 1, para hacer comparables los efectos de los diferentes gases, el PCG expresa el potencial de calentamiento de un determinado gas, en este caso de CH₄ y N₂O, en comparación con el que posee el mismo volumen de CO₂ durante el mismo periodo de tiempo.

Por ejemplo, el PCG del metano durante 100 años es 21 y el del óxido nitroso es 310, lo que significa que las emisiones de una tonelada métrica de metano o de óxido nitroso son equivalentes a las emisiones de 21 y 310 toneladas métricas de dióxido de carbono respectivamente.

Esta es la causa de que en la figura 13 se demuestran valores diferentes a los del cuadro 7, por ejemplo para el año 2005, se muestra que las emisiones de CH₄ están 3,582 Tm., la figura 13 para el mismo año refleja 75,23 Tm., que si se multiplica 3, 582 por 21 (PCG), nos dará la misma cantidad, por lo antes expuesto, se recomienda considerárselo de esta forma para efectos de diagnóstico.

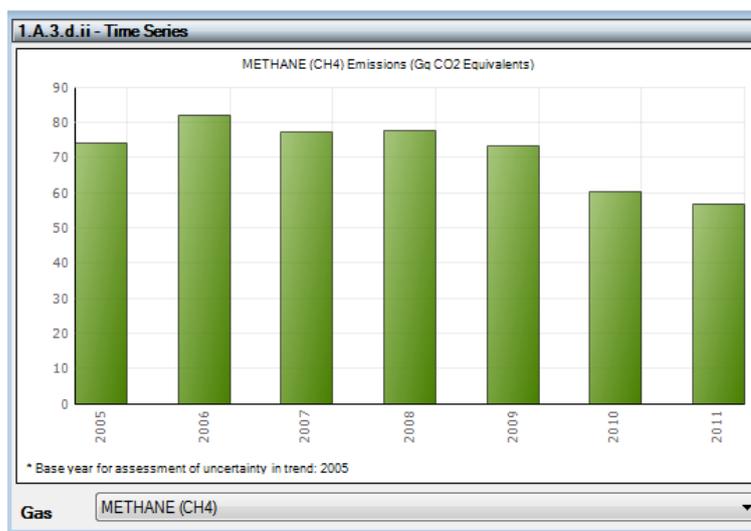


Figura 13.- Emisiones de CH₄, Metano según software IPCC Inventory

Fuente: IPCC 2006 Inventory software (Software libre)

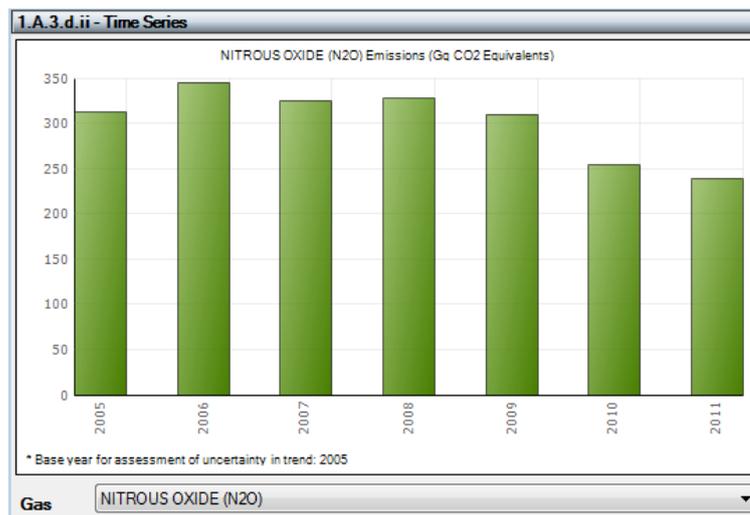


Figura 14.- Emisiones de N₂O, Dióxido de Nitrógeno según software IPCC inventory

Fuente: IPCC 2006 Inventory software (Software libre)

Uno de los gases fluorados, el HFC23, es 12.000 veces más potente que el CO₂ considerando un periodo de 20 años, convirtiéndose incluso en más potente (y por tanto “peligroso” para el clima). (IPCC 2006, Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006).

4.4 COMPARACIÓN DE IPCC, 2006 ENTRE SUS METODOLOGÍAS VS SOFTWARE

El método IPCC 2006, para inventario de gases de efecto invernadero contiene 3 modelos de cálculo: Nivel 1, Nivel 2 y software de aplicación, el cual se usó con el fin de analizar las desviaciones de cada resultado en relación al software.

La información que muestra la figura 12, sacada del software de inventarios de gases de efectos invernaderos, muestra el resultado para el contaminante CO₂, con resultados de emisiones muy cercanos a los de nuestra tabla 5, margen de 1,22%, pero iguales a lo que muestra la tabla 6; lo que demuestra que se está usando adecuadamente esta aplicación para el consumo de combustible de las naves de tráfico marítimo internacional.

Los resultados que se obtuvieron del software, de la figura 13 y 14, también coinciden con los calculados, sin embargo los valores difieren de la tabla ya que en esta no se consideró potencial de calentamiento global.

Las diferencias encontradas en el caso de la tabla 5, con una diferencia pequeña de 1,22%, en relación a la tabla 6, tiene relación básicamente en los factores adicionales que se consideran, como son los factores de oxidación, contenido de carbono y otros factores, propiedades del combustible que reducen las incertidumbre del cálculo, hasta este porcentaje.

Se saca la diferencia entonces (1,22%) aproximadamente 560 Tm de CO₂/año, para diferenciar los resultados de un resultado obtenido con datos que la IPCC 2006 facilita por defecto, y los obtenidos con información propia de la zona de estudio siendo muy importante en esta diferenciación el VCN del combustible, y el contenido de carbón del mismo.

4.4.1 Comparación con otras metodologías

Para reducir la incertidumbre de los resultados, además de los análisis de IPCC 2006, se recurre a comparar las metodologías con otras fuentes de análisis de prestigio por su experiencia y credibilidad, como son la OMI, Universidad de Geociencias de Noruega y el Ministerio de Energía de Nueva Zelanda.

En la tabla 8, solo se calculan emisiones de CO₂, basado en la masa de combustible consumida, considerando varios factores, entre estos el contenido de carbono de combustible y el factor de CO₂. Como resultados encontramos que, estableciendo el cálculo del software del IPCC 2006 y tabla 6, comparando estos resultados con los de la OMI, estos se encontraron en un 16% por debajo de los resultados obtenidos.

Tabla 8.- Emisiones de CO₂ basado en OMI circular 386, Cálculo de la eficiencia energética e indicador operacional (EEOI).

Año	Total de Consumo de Combustible Promedio Anual (Tm)	Contenido de Carbón %	CF (tm-CO ₂ /tm-Fuel)	Total Emisiones de CO ₂ , (Tm)
2005	12.512,7	0,850	3,1	33.124,1
2006	13.817,3	0,850	3,1	36.577,7
2007	13.014,0	0,850	3,1	34.451,2
2008	13.090,0	0,850	3,1	34.652,4
2009	12.358,2	0,850	3,1	32.715,1
2010	10.164,4	0,850	3,1	26.907,6
2011	9.270,5	0,850	3,1	24.541,2
Promedio	12.032,4		Promedio	31.852,8

Fuente: OMI, Circular 386

Un análisis de los consumos de Naves marítimas realizado por la Universidad de Oslo en Noruega, determina factores de emisiones relacionados de forma directa al consumo, basado en un importante y detallado estudio realizado para el periodo 2004, siendo uno de los primeros en realizar experimentos con muestras compiladas de 36000 buques de 15 flotas mundiales (LMIU, 2004).

Con los datos establecidos mediante la metodología experimentada por la universidad de Oslo en Noruega, encontramos que la información es muy similar, con diferencias poco significativas de 0,16%.

Tabla 9.- Emisiones de CO₂ basado en estudio de la Universidad de Geo ciencias de Oslo Noruega, Det Norske Veritas, Veritas Veien 1, N-1322 Høvik, Noruega y CICERO, Centro Internacional para el Clima y la Investigación Ambiental, Oslo, Noruega.

Año	Total Comb.	Tm CO ₂	Tm CH ₄	Tm N ₂ O
2005	12.512,7	39.777,9	0,6	1,0
2006	13.817,3	43.925,2	0,7	1,1
2007	13.014,0	41.371,5	0,7	1,0
2008	13.090,0	41.613,1	0,7	1,0
2009	12.358,2	39.286,7	0,6	1,0
2010	10.164,4	32.312,6	0,5	0,8
2011	9.270,5	29.470,9	0,5	0,7
Promedio	12.032,4	38.251,1	0,6	1,0

Fuente: Autor, a partir de los factores de emisión de Noruega, según ACP, Atmos. Chem. Phys. Discuss., 8, 18323–18384, 2008.

En Nueva Zelanda, el ministerio de ambiente estima las emisiones por medio de un procedimiento que incluye poder calorífico del combustible, además de factores de emisión basados en análisis propios de la zona de estudio, cuyos resultados se expresan en la tabla 10.

Los valores determinados por medio de los factores de emisión determinados por el ministerio de Ambiente de Nueva Zelanda fueron los más bajos de todos los métodos encontrados, determinando diferencias de 22%, comparados con el IPCC 2006.

Tabla 10.- Emisiones de CO₂ basado en Ministerio de Energía de Nueva Zelanda, Cálculo de la eficiencia energética.

Año	Total Comb.	Fuel Calorific KJ/Tm	Tm. CO ₂	Tm CH ₄	Tm N ₂ O
2005	12.512,7	41,0	30.678,6	14,33	44,53
2006	13.817,3	41,0	33.877,3	15,82	49,17
2007	13.014,0	41,0	31.907,7	14,90	46,31
2008	13.090,0	41,0	32.094,1	14,99	46,58
2009	12.358,2	41,0	30.299,8	14,15	43,98
2010	10.164,4	41,0	24.921,1	11,64	36,17
2011	9.270,5	41,0	22.729,4	10,62	32,99
Prom.	12.032,44		29.501,14	13,78	42,82

Fuente: Autor a partir de los factores de emisión de Ministerio de Ambiente de Nueva Zelanda.

Para facilitar la comprensión de los resultados a comparar se muestra la figura 12, existen 3 modelos de cálculos que guardan estrecha relación en sus resultados,

estos son los dos modelos del IPCC 2006, calculados para ver diferencias entre sí, como también el modelo de la Universidad de Geo ciencias de Noruega.

Sin embargo un poco distantes, pero guardando la tendencia de los resultados, se encuentran la metodología de OMI (16 % distante) y de Ministerio de Energía de Nueva Zelanda (25% distante) de la IPCC2006.

Revisando estas distancias con la tendencia que corresponde a la metodología OMI, encontramos entre ellos diferencias del 7% manteniéndose más bajos los datos del ministerio de Ambiente de Nueva Zelanda.

La causa probable de esta amplia diferencia con la IPCC 2006, se sospecha que dependan de los valores de factores de emisión esta enmarcados en combustión estacionaria, y no de transporte, de acuerdo a la clasificación establecida por ellos, dentro de la combustión estacionaria se encuentran una subdivisión de consumo comercial e industrial tomando para efecto de este cálculo, la subdivisión comercial.

Comparación entre los resultados de las diferentes metodologías utilizadas para el análisis de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero GEI.

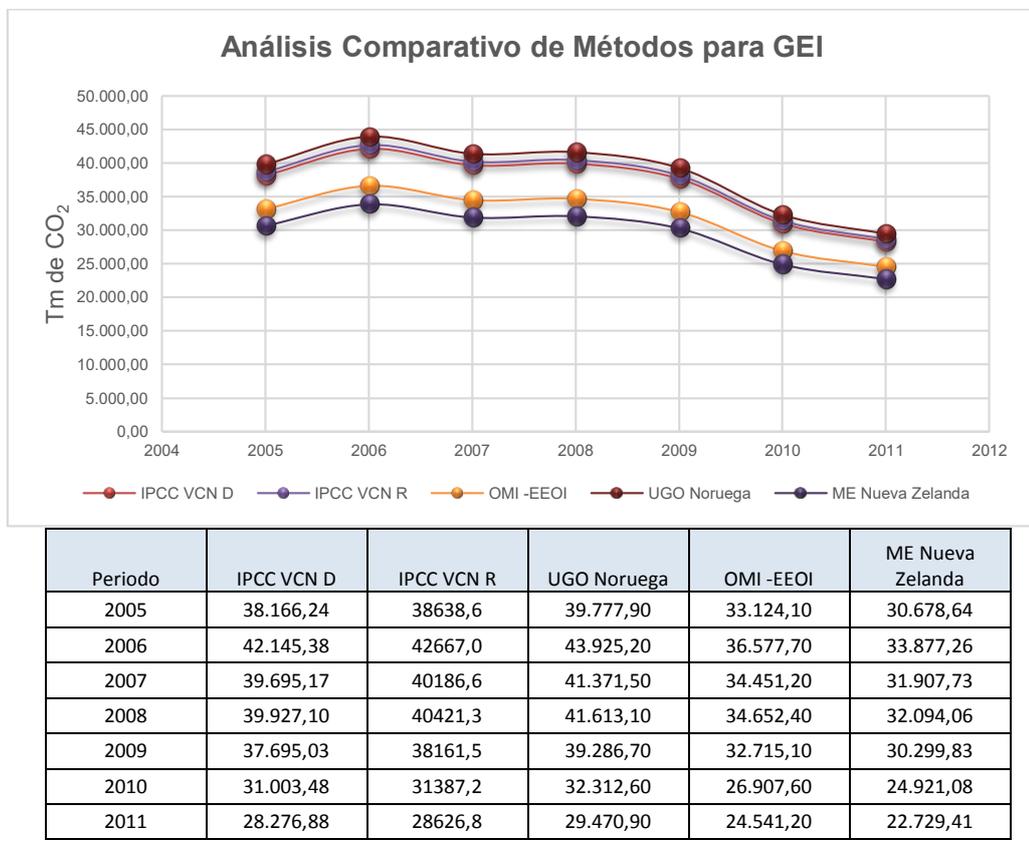


Figura 15.- Comparativo entre los diversos métodos de cálculo para las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Fuente: Autor a partir de los factores de emisión de IPCC 2006, OMI, Universidad de Noruega y Ministerio de Energía de Nueva Zelanda.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 IMPRECISIONES O EVALUACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE

De acuerdo con la opinión de expertos, los factores de emisión de CO₂ para los combustibles en general están bien determinados, ya que dependen principalmente del contenido de carbono del combustible (EPA, 2004).

Por ejemplo, el valor de la incertidumbre por defecto para el combustible diésel es de aproximadamente $\pm 1,5$ % y para el fuelóleo residual ± 3 %. La incertidumbre de las emisiones de no-CO₂, sin embargo, es mucho mayor.

La incertidumbre del factor de emisión de CH₄ puede ir tan alta como 50 %. La incertidumbre del factor de emisión de N₂O puede variar de aproximadamente 40 por ciento por debajo a aproximadamente 140% por encima del valor predeterminado (Watterson, 2004).

Gran parte de la incertidumbre en las estimaciones de las emisiones de navegación marítima se relaciona con la dificultad de distinguir entre el consumo de combustible local e internacional, nuestro estudio define solo el tráfico internacional.

Se consideró adicionar un 25 % de factor de seguridad en el cálculo de consumo de combustible. Por no obtener acceso a las naves más grandes, además de considerar tiempo por el ingreso y salida del canal de acceso (8 horas) a los muelles de APG. Con los datos completos de la encuesta, la incertidumbre puede ser muy baja (por ejemplo ± 5 por ciento), mientras que para las estimaciones o encuestas incompletas, las incertidumbres pueden ser considerables (por ejemplo ± 50 por ciento).

La incertidumbre puede variar mucho de una actividad u otra y es difícil generalizar. Los conjuntos de datos globales por país, serían muy útiles en este campo, se espera que el informe pueda ser más amplio y preciso a futuro ayudado por estudios gubernamentales fidedignos.

Los datos suministrados por las agencias navieras fueron de mucha ayuda y con índice de incertidumbre de 0,1% esto por la evaporación o baja densidad de los combustibles de acuerdo a la temperatura ambiente, por lo que se obtienen datos adicionales de mucha precisión y pueden ser ampliamente utilizados dentro de otros estudios, relacionados a otras actividades navieras que ameritan de análisis.

5.2 CONCLUSIONES

El presente estudio se analizó en función de las emisiones de gases de efecto invernadero GEI, en naves que atracan en el Puerto Marítimo de Guayaquil, los resultados se encuentran en un promedio de 37.785,6 Tm de CO₂, de acuerdo a los datos obtenidos en la tabla 6, capítulo 4, del presente estudio,

El cálculo se realizó con un nivel de confianza de 0,95 por la información obtenida y el mismo nivel de confianza ofrecido por las tablas de factores de emisión de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

Los valores entonces se encuentran dentro del rango del rango mínimo de 35.896,32 Tm de CO₂ y máximo 39.674, 88 Tm de CO₂.

También se determinaron gases como el CH₄ (3,4 Tm) y N₂O (0,97 Tm), los cuales se recalculan por su Potencial de Calentamiento Global PCG, llegando a valores de 75,41 Tm de CH₄ y 318,7 Tm de N₂O.

En el año 2004, la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil, realizó un estudio por medio de la consultora Efficacitas¹⁵, el cual fue presentado en el 2007 como un Plan para quinquenio 2007-2012, cuyos resultados de monóxido de carbono CO, emitidos por vehículos fueron de 59.740 Tm/año, entre otros gases analizados.

El estudio no consideraba las emisiones de las naves atracadas permanentemente en los muelles de Puerto Marítimo de Guayaquil., a pesar de no contemplar las emisiones de CO₂, un estudio no está completo sino se consideran todas las fuentes de contaminación atmosférica.

Por medio de las Directrices IPCC 2006, Recuadro 7.2, ubicado en el Capítulo 7 "Cálculo de las entradas de CO₂ a la Atmósfera Procedente de las Emisiones de Compuestos que Contienen Carbono", se analiza la estimación del CO₂ a partir de los datos publicados por la Municipalidad de Guayaquil, para las emisiones de CO.

Se puede estimar entonces la contribución de CO₂ para el año 2004, en 93.877,14 Tm CO₂, en base al estudio realizado por la Municipalidad de Guayaquil, cuyas emisiones encontradas se suman al valor promedio del presente estudio.

Las emisiones promedio del Puerto Marítimo de Guayaquil, corresponden al 40% de las emisiones calculadas a la ciudad en el año 2004, por lo tanto se descarta la hipótesis planteada en el capítulo 1 del presente estudio, toda vez que las emisiones tienden a la baja para los siguientes años, ver figura 12 y figura 15.

La suma de estos valores en la actualidad llegan a condensarse en **131.662,74 Tm CO₂ / año**, faltado aún determinar las emisiones por la navegación aérea, que es muy considerable por la frecuencia de la actividad aeroportuaria.

El 9 de mayo de 2013, según lo informado por la Administración Nacional Oceánica EE.UU. y la Atmósfera (NOAA), el nivel de CO₂ en la atmósfera de la tierra mide por encima de 400 ppm (partes por millón), por primera vez en la historia humana.

¹⁵ Empresa Consultora de estudios ambientales y proyectos relacionados con la gestión ambiental.

De hecho, los actuales niveles de CO₂ en la atmósfera fueron observados por última vez, hace más de 3 millones de años. En el 2005, se pensaba que tomaría hasta el final del siglo para que esto suceda.

Todos gases son muy nocivos para la salud de la población y es de gran importancia identificarlos, por su contribución al calentamiento global y sus consecuencias, además por la presencia de otros gases contaminantes no CO₂: NO_x, CO, COVDM y SO₂, que acompañan estas emisiones muy perjudiciales para la ciudad, siendo necesario su inventario y análisis de mitigación.

Hasta la actualidad, el transporte marítimo es uno de los modos más limpios de transporte de mercancías, en relación a la capacidad de carga por Tm de emisiones, con excepción de las emisiones PM y óxido de azufre específico (SO_x), determinadas como las más altas para el navío principalmente, debido al alto contenido de azufre de los combustibles para este tipo de transporte.

Desde esta perspectiva, también la navegación marítima sigue siendo, con mucho, el modo de transporte de pasajeros más contaminantes con respecto a las emisiones específicas de NO_x y las emisiones de PM.

Las emisiones generadas por la flota marítima dependen en gran medida de la cantidad de combustible consumido, sin embargo, hay varios factores además del consumo de combustible, que influyen en las emisiones generadas.

Estos incluyen la calidad del combustible y el tipo de motor. En particular, SO_x y emisiones de PM se ven influidos por la cantidad de azufre en el combustible.

En el futuro, se espera la reducción de emisiones de transporte marítimo y fluvial, principalmente como resultado de la mejora de la calidad del combustible y la tecnología de los motores.

Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. (MHI) lleva años con este reto y ha desarrollado un nuevo buque granelero (transporte de cargas secas a granel) que hará posible la reducción de las emisiones de CO₂ en aproximadamente un 25% frente a los buques convencionales, gracias a un sistema llamado MALS (Mitsubishi Air Lubrication System).

Este sistema es exclusivo y reduce la resistencia de fricción entre el casco del buque y el agua del mar, mediante la introducción de burbujas de aire en el fondo del casco. A esta base se une un diseño del casco más avanzado, además de nuevos sistemas de propulsión para hacer posible la increíble cifra, que es mucho en barcos de hoy en día.

Según la Legislación de la UE (Directiva 2005/33/CE), el establecimiento de límites más estrictos para el contenido de azufre en los combustibles contribuirá en gran medida a las reducciones de emisiones esperadas.

Además de esto, la Recomendación 2006/339/CE, tiene por objeto promover la electricidad en puertos, para los buques atracados en puertos comunitarios.

La ciencia, espera actuar con nuevas tendencias de investigación, siendo posible realizar mejoras en el combustible, para reducir las emisiones de los buques, pero en contraste también se encuentra la tendencia de incremento de la flota naviera.

Con buques más grandes, de mayor consumo y por ende de mayores emisiones de gases de efecto invernadero, aunque estos se fabriquen con tecnología más limpia, las emisiones globales están en aumento y esta tendencia es casi imposible de desviar.

Por esto, científicos de la Universidad de Stanford, en Estados Unidos, apuestan por desarrollar tecnologías negativas de carbono que eliminen grandes cantidades de CO₂ de la atmósfera, (Mayne & Field, 2012)

Las emisiones netas negativas se pueden lograr cuando hay más gases de efecto invernadero secuestrados que los que se liberan en la atmósfera, una de las más prometedoras tecnologías de red-negativas es BECCS, (Bio-energy with carbon capture and storage) o Bioenergía con Captura y Almacenamiento de Carbono".

En la naturaleza, finalmente el CO₂ es liberado de vuelta a la atmósfera con la muerte y caída de la planta, pero cuando la vegetación se procesa en una planta BECCS, las emisiones de CO₂ son capturadas y se les impide volver a entrar en el medio ambiente, lo que resulta en una reducción neta negativa en el CO₂ atmosférico.

La ingeniería de carbono se está desarrollando a escala industrial en máquinas, como "árboles artificiales" diseñados para capturar CO₂ directamente del aire y que requieren el uso de gas natural para operar.

Las emisiones de CO₂ liberado durante los procesos industriales, son capturadas y almacenadas, por lo que la tecnología puede ser utilizada en centrales eléctricas, fábricas de papel, fabricantes de etanol y otras instalaciones.

Las estimaciones indican que en el año 2050, las tecnologías BECCS podrían secuestrar 10 billones de toneladas métricas de emisiones industriales de CO₂ al año en todo el mundo.

Se explora, entre otras, la posibilidad de secuestro de carbono en el océano, con especial hincapié en el problema de la acidificación de los océanos, que está destruyendo los arrecifes de coral de todo el mundo. *Econoticias.com (febrero 18 del 2013)*

5.3 RECOMENDACIONES

Por los análisis de identificación de GEI, realizados solo en el Puerto Marítimo de Guayaquil, y sus consecuencias, se considera importante recomendar:

Implementar un Inventario de Gases de Efecto Invernadero (GEI), considerando todas las fuentes de emisiones, incluyendo industrias, termoeléctricas, transporte terrestre, puertos y aeropuertos.

Es de mucha importancia para el país y en particular para la ciudad de Guayaquil, contar con estos inventarios, y a partir de estos establecer el impacto a las comunidades aledañas, así como a su flora y fauna terrestre y marina. Partiendo después con implementar planes de mitigación que reduzcan las emisiones, especialmente el CO₂, principal causante del calentamiento global.

Ante la presencia de estos impactos de navegación marítima se recomienda:

Crear bases de datos de los buques internacionales que nos visitan y de todas las embarcaciones locales, basadas en sus características técnicas, tipos de naves, consumos de combustibles y demás, que conlleven a determinar un adecuado y preciso cálculo de emisiones de GEI; facilitando esta información a las universidades y centro de estudios para que propongan nuevas ideas a la mitigación de estos impactos.

Generar tasas de emisiones de CO₂, basadas en exhaustivos estudios enfocados a las horas de permanencia de naves en el muelle y por emisiones en el mar territorial, basados en una externalidad negativa que debe ser devuelta a la sociedad, financiando y sosteniendo en el tiempo obras de prevención para la salud, y beneficios para mejorar su condición de vida, como las que se proponen.

Incrementar la captura de carbono en este sector, reforestando todo el manglar perdido, tomando como referencia las emisiones de gases de efecto invernadero calculadas en el presente estudio y la capacidad de captura de carbono, equilibrando, o mejor aun sobrepasando la demanda actual.

Colocar sensores estacionarios, remotos, multiparámétricos, en puntos estratégicos de la ciudad, para medir entre otros, Gases de Efecto Invernadero (GEI) en todos los puertos del país, en especial en el Puerto de Guayaquil, con información en tiempo real.

De esta forma que se pueda detectar inmediatamente las emisiones por efectos de limpieza de chimeneas de las naves atracadas, o cualquier evento extraordinario que afecte la atmosfera que respiramos.

Contribuir con el plan de recuperación del Estero Salado y su vida acuática, siendo parte de esta gestión y fuente de sostenibilidad para el presupuesto de este proyecto, que ha fracasado en varias ocasiones precisamente por este motivo.

Implementar de forma ambiciosa un proyecto de tecnología para el secuestro de carbono BECCS, Bioenergía con Captura y Almacenamiento de Carbono, en las zonas de mayores emisiones de CO₂ siendo el Puerto de Guayaquil un plan piloto.

Iniciar un proyecto donde se analice y posteriormente se implemente, un sistema de alimentación eléctrica a las naves que atracan a los puertos del país desde el

muelle, evitando se enciendan sus generadores por demanda de las operaciones portuarias.

Lo cual es posible con los nuevos desarrollos de generación hidráulica del país, proponiendo una gran innovación de suministro regional ahorrando miles de toneladas a CO₂ a la atmosfera, y recursos económicos en atender a la población afectada por enfermedades derivadas de esta contaminación, mejorando la calidad de vida de la población ecuatoriana.

5.6. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Arqueo Bruto.- Es la expresión del tamaño total de una embarcación.

Arqueo Neto o Tonelaje de Registro Neto (TRN).- Es el que se obtiene restando al TRB. Los espacios destinados a los servicios de la embarcación, la unidad de arqueo es la Tonelada Moorsom, equivalente a 2,83 metros cúbicos.

Arqueo Neto.- Es la expresión de la capacidad utilizable de una embarcación.

Arqueo Total o Tonelaje de Registro Bruto (TRB).- Es el volumen del buque entre el plan y la cubierta alta con todos los espacios cerrados sobre ella.

Arqueo.- Es el volumen o espacio cerrado de una embarcación, que se obtiene al efectuar el cálculo correspondiente y cuyo resultado expresa el tamaño de una embarcación y su capacidad utilizable, denominándose Arqueo Bruto y Arqueo Neto respectivamente.

Buques Breefer.- Embarcaciones con carga refrigerada sostiene en la que se cargan a granel productos perecederos y otras cargas con temperatura controlada.

Buques de carga combinados.- Embarcaciones utilizadas para el transporte, a granel, aceite o, en su defecto, cargas sólidas.

Buques de Carga en Tierra.- término para los buques que participan en una variedad de operaciones de apoyo a los buques más grandes.

Buques de Carga Seca. - Buques utilizados para el transporte de carga que no es líquido y normalmente no requieren control de temperatura.

Buques Ferries, Barcos de Pasajeros.- Los buques utilizados para realizar trayectos cortos por un mix de pasajeros, automóviles y vehículos comerciales.

Buques graneleros.- Embarcaciones utilizadas para el transporte de grandes cantidades de carga no contenerizada como el petróleo, la madera, cereales, minerales, productos químicos, etc. identificable por las escotillas levantados por encima de nivel de la cubierta, que cubre la gran bodegas de carga.

Buques Petroleros.- utilizados para el transporte de petróleo crudo, productos químicos y derivados del petróleo. Los buques tanque pueden parecer similares a los graneleros, pero la cubierta quede al ras y cubiertos por oleoductos y conductos de ventilación.

Buques Portacontenedores.- Embarcaciones utilizadas para el transporte de cajas de metales grandes y rectangulares, por lo general contienen productos manufacturados.

Buques Ro-Ro.- Embarcaciones con espacios de carga rodada o espacios de categoría especial, que permite a los vehículos de ruedas para ser cargadas y descargadas sin grúas.

Cabotaje.- Navegación o tráfico que hacen los buques entre los puertos de su nación sin perder de vista la costa, o sea siguiendo derrota de cabo a cabo. La

legislación marítima y la aduanera de cada país suelen alterar sus límites en el concepto administrativo, pero sin modificar su concepto técnico.

Calado.- Es la distancia vertical medida desde el plano que pasa por la parte más baja de la quilla hasta la línea de agua a la que está flotando el buque.

Cubierta.- Cada uno de los pisos en que está dividido el buque en sentido horizontal y que van soportadas por los baos. Se clasifican según la posición que ocupan.

Cubierta Superior.- Es la cubierta completa más alta, expuesta a la intemperie.

Desplazamiento.- Es el peso del volumen del agua desplazada por la parte sumergida de un buque, o sea, el peso del mismo y que varía en función de la carga, se expresa en toneladas métricas (1.000 Kg. o 2.240 Lbs).

Eslora.- Es la longitud de un buque contada de proa a popa.

Eslora Total o Máxima.- Es la distancia comprendida entre las perpendiculares de los puntos más salientes del buque en el plano longitudinal.

Fondeadero.- Lugar de profundidad suficiente para que la embarcación pueda fondear.

Lanzamiento.- Inclinación o salida hacia fuera de roda por la proa y del codaste por la popa respecto a las perpendiculares en los extremos de la quilla.

Manga.- Es el ancho medido en el centro de la embarcación, fuera de miembros en las embarcaciones de forro metálico, o fuera de forros en las embarcaciones no metálicas.

Manga Máxima.- Es el ancho máximo del buque medido desde la superficie exterior del casco.

Muelles de APG.- lugar donde se concentra el análisis de identificación sobre las emisiones que buques emiten al medio ambiente.

Muelles Privados.-Otros puntos de atraque de naves de comercio de la ciudad de Guayaquil

PCG.- Potencial de Calentamiento Global, cada uno de los gases de efecto invernadero afecta a la atmósfera en distinto grado y permanece allí durante un periodo de tiempo diferente. La medida en la que un gas de efecto invernadero determinado contribuye al calentamiento global se define como su (PCG).

Puntal.- Altura medida en el centro de la eslora del buque desde la quilla hasta las diversas cubiertas.

Tonelaje de Arqueo.- Es la medida de capacidad interna de una nave en toneladas de "registro". La unidad de medida es la Tonelada de Moorson de 100 pies cúbicos (2,831168466 metros cúbicos). El tonelaje de arqueo se toma como base para la aplicación de los derechos de muelle, dique, tránsito de los seguros, hipotecas, etc.

CO₂.- Dióxido de carbono

CH₄.- Metano

COV.- Compuestos Volátiles Orgánicos
VCN.- Valor Calórico Neto de los combustibles fósiles
N₂O.- Dióxido de Nitrógeno
CO.- Monóxido de Carbón
PMG.- Puerto Marítimo de Guayaquil
NOx.- Óxido Nitroso
GEI.- Gases de Efecto Invernadero
APG.- Autoridad Portuaria de Guayaquil

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. (1990). *Inventario Preliminar de Gases de Efecto Invernadero*. Bogotá, D. C.
- Alex Fernando Muerza. (2009, Agosto 7). *Eroski Consumers Fundation*. Retrieved from www.consumer.es:
http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2009/08/07/187079.php
- Andrés Segovia, E. S. (25 de Febrero de 2009). *Indicadores de Manejo Eficiente para el Puerto de Guayaquil y sus Implicaciones Económicas*. Recuperado el 6 de 2012, de Repositorio de la Escuela Superior Politecnica del litoral:
<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/802>
- Autoridad Portuaria de Guayaquil. (2012, Mayo 15). Registros de Naves(Buques) de carga arribados a Ecuador en el periodo 2005 al 2011. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Banco Mundial. (2012). *Banco Mundial, Centro de Análisis de Información sobre Dióxido de Carbono, División de Ciencias Ambientales del Laboratorio Nacional de Oak Ridge (Tennessee, Estados Unidos)*. Retrieved from <http://www.bancomundial.org/>:
<http://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.KT/countries/1W?display=default>
- BBC Mundo. (19 de 10 de 2007). *Contaminación de Barcos en la mira*. Obtenido de BBC Mundo.com: http://news.bbc.co.uk/go/pr/fr/-/hi/spanish/science/newsid_7052000/7052342.stm
- BBC Mundo.com. (2007, 10 19). <http://www.bbc.co.uk/mundo/>. Retrieved from http://news.bbc.co.uk/go/pr/fr/-/hi/spanish/science/newsid_7052000/7052342.stm
- CEPEDA, M. A.-S. (2010). *"FACTIBILIDAD Y URGENTE NECESIDAD DEL PUERTO DE AGUAS PROFUNDAS PARA GUAYAQUIL"*. Guayaquil: ESPOL, Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Cuetos, J. (24 de 11 de 2012). *Oceana*. Obtenido de www.oceana.org:
<http://oceana.org/es/eu/que-hacemos/cambio-climatico-y-energias-renovables/cambio-climatico/contaminacion-por-la-industria-naval/mas-informacion/solu>
- Dalsøren, S. B. (2009). Update on emissions and environmental impacts from the international fleet of ships: the contribution from major ship types and ports. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2171-2194.

- Discovery. (9 de 2012). Obtenido de www.tudiscovery.com:
http://www.tudiscovery.com/maquinas_home/maquinas_vehiculos/maquinas_barcos_contenedores/index.shtml
- ecologia.com, D. (2012). Guayaquil con aire más puro en tres años. *Diario Ecología*, 1.
- Energy PIA Group S.A. (2012, Diciembre). *Ficha de Seguridad IFO 180*. Retrieved from <http://www.energypiagroup.com>:
http://www.energypiagroup.com/pdf/ficha_tecnica_ifo_180.pdf
- Energy PIA Group S.A. (2012, Diciembre). *Ficha de Seguridad IFO 380*. Retrieved from www.energypiagroup.com:
http://www.energypiagroup.com/pdf/ficha_tecnica_ifo_380.pdf
- Europapres.es. (2012, Marzo 06). Los barcos emiten casi la mitad de contaminantes que los coches.
- Fondear. (Sept. de 2012). Obtenido de www.fondear.org:
http://www.fondear.org/infonautic/Barco/Motores_Helices/Motor_Grandes/Motor_Grandes.htm
- Generalitat de Catalunya, Comisión Interdepartamental del Cambio Climático. (2011). *GUÍA PRÁCTICA PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)*. Cataluña.
- <http://www.atmos-chem-phys.net>. (2008, 10 30). *Atmospheric Chemistry and Physics*. Retrieved from <http://www.atmos-chem-phys-discuss.net/8/18323/2008/>: <http://www.atmos-chem-phys-discuss.net/8/18323/2008/acpd-8-18323-2008-print.pdf>
- IMO. (1982, Julio 18). <http://www.imo.org/>. Retrieved 2012, from www.imo.org:
<http://www.imo.org/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-on-Tonnage-Measurement-of-Ships.aspx>
- IMO. (2011). *Main events in IMO's work on limitation and reduction of greenhouse gas emissions from international shipping*. IMO, International Maritime Organization.
- IMO, International Maritime Organization. (2009). *Guidelines for Voluntary use of the Ship Energy Efficiency*. London: MEPC.1/Circ.684.
- Instituto Nacional de Meteorología e hidrología (INAMHI). (2013). *Boletín meteorológico de Guayaquil y sus alrededores*. Guayaquil: INAMHI.
- IPCC 2006, Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). *Guía para el inventario de Gases de efecto Invernadero*. Suiza: Versión 2011.
- Juan Moreno-Gutiérrez, V. D.-G. (n.d.). Metodología de Inventarios, Indicador de Eficiencia Energética Operacional. *Emissions from Maritime Transport*.

Emission Inventory (pp. 1-23). Cadiz: Escuela de Ingeniería Marina. Dpto. Máquinas y Motores Térmicos / Universidad de Cádiz.

- Katuska Vallejo Plaza, J. C. (7 de Febrero de 2009). *Análisis Económico de Concesión del Puerto de Guayaquil y su Impacto al Comercio Exterior*. Obtenido de Repositorio de la Escuela Superior Politecnica del litoral : <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/1278>
- M.I. Municipalidad de Guayaquil, OPS y OMS. (2001). *Diagnostico de las Condiciones Locales y Situación Actual de la Dirección de Medio Ambiente de la M.I. Municipalidad de Guayaquil para Implementar el Sistema de Monitoreo y Vigilancia de la Calidad del Aire en la Ciudad*. Quito.
- Marlon M., R. G. (2012). *Calidad del Aire en la Ciudad de Guayaquil e Incidencia sobre la Salud Humana.*, (p. 65). Guayaquil.
- Mayne, J. L., & Field, C. B. (2012). Assessment Report from the GCEP Workshop on Energy Supply with Negative Carbon Emissions. *Stanford University, Global Climate & Energy Project*, 18.
- Ministerio de Energía de Chile, I. d. (n.d.). *Ministerio de Energía, Gobierno de Chile*. Retrieved from <http://huelladecarbono.minenergia.cl/>: http://huelladecarbono.minenergia.cl/calculo_huella_FE_termico_22_maritimo.html
- Ministerio del Ambiente. (2010). *Plan Nacional de Calidad del Aire*. Quito: Republica del Ecuador.
- Ministry for the Enviroment Manatu Mū Te Taiao. (2008). *Derivation of fuel emission factors*. Retrieved 8 12, 2012, from <http://www.mfe.govt.nz/index.html>: <http://www.mfe.govt.nz/publications/climate/guidance-greenhouse-gas-reporting-sept09/html/page4.html>
- Moreira, A. R. (2005-2006). Contaminación por residuos de hidrocarburo del petróleo en el Puerto Marítimo de Guayaquil y su área de influencia, debido a actividades navieras, periodo 1984 al 2004. *INOCAR, Acta Oceanográfica del Pacífico Vol.103(1)*, 18.
- OLADE. (2004, Octubre). *METODOLOGIA DE INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO*. Retrieved Junio 2012, from Organización Latinoamericana de Energía: <http://www.olade.org/Doc-sien/Metodologias/Gu%C3%ADa%20SIEN%20M-3%20Metodolog%C3%ADa%20de%20inventario%20de%20GEI.pdf>
- OMI. (2012, 01 12). *Organización Marítima Internacional*. Retrieved from <http://www.imo.org/>: <http://www.imo.org/MediaCentre/resources/Pages/Greenhouse%20gas%20emissions.aspx>

- Øyvind Endresen and Magnus Eide, D. N. (2008, Noviembre 10-12). *The Environmental Impacts of Increased International Maritime Shipping*. Guadalajara, Mexico: Global Forum on Transport and Environment in a Globalising World.
- Ramos, M. A. (2008). "Determinación de los parámetros oceanográficos y ambientales para la colocación de un emisario subfluvial en el río guayas". Guayaquil: ESPO, Escuela Politecnica del Litoral.
- Rapida, D. (2012, Enero 23). *Gizmag*. Retrieved from www.gizmag.com:
<http://www.gizmag.com/mitsubishi-air-lubrication-system/21196/>
- Refinadora Costarricense del Petroleo, RECOPE. (2011). *Manual de Productos*. Costa Rica.
- S. J. Smith, J. v. (2011). Anthropogenic Sulfur dioxide emissions: 1850–2005. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 1102-1114.
- Subsecretaría de Puertos y Transporte Marítimo y Fluvial. (2011). *Estadísticas Portuarias y de Transporte Marítimo*. Guayaquil: SPTMF.
- Turner, D. B. (1974). *Workbook Of Atmospheric Dispersion Estimates*. North Caroline: Office air Programs Publication # AP-26.
- Turtiainen, M. (2005). Barcos ecológicos. *Revista ABB*, 54 - 57.
- Veronika Eyring, *. I. (2009). Transport impacts on atmosphere and climate: Shipping. *Atmospheric Environment* (2009),doi:10.1016/j.atmosenv.2009.04.059.
- vesseltracker a Genscape Company. (2012). *vesseltracker.com*TM. Retrieved from
<http://www.vesseltracker.com/app>:
<http://www.vesseltracker.com/es/News/Home.html>
- Vistazo. (2012). Guayaquil, sin poder respirar. *Revista Vistazo*, 4.
- weatherbase. (12 de 10 de 2012). *Previsiones Meteorológicas*. Obtenido de [weatherbase.com](http://www.weatherbase.com):
<http://www.weatherbase.com/weather/weather.php3?s=30248&refer=>
- Wikipedia.org. (2013, 11 26). *Wikipedia.org*. Retrieved from
http://en.wikipedia.org/wiki/Fuel_oil

ANEXOS

Anexo 1.-Tabla de Resultados de Encuesta Realizada a 24 Naves de Tráfico Internacional en Puerto de Guayaquil.

NOMBRE	Promedio	MAX.	MIN.	DESV. STA	Angela	Corella Arrow	Genco Aura	Asia Borg	Atlantic Ruby
NACIONALIDAD					Panama	Nassau Bahamas	Liberia	Dutch	Panama
ESLORA	180,00	225,00	115,33	24,96	189,9	225	180	145	179,9
TIPO DE COMBUSTIBLE	IFO-380	0,00	0,00		IFO 380	H5HFO	Diesel Fuel oil		Rmcy 380
CAPACIDAD DE NAVES (m3)	1687,90	2570,80	535,69	477,41	2570,8	2546,1	1478,92	1384	1332,37
PROMEDIO DE CONSUMO EN ALTA MAR	23,05	35,00	10,30	6,00	24	27	21	21	22
PROMEDIO DE CONSUMO EN EL MUELLE	3,42	7,00	0,00	1,57	2,6	5	3,8	0,4	2,5
PROMEDIO DE CONSUMO DURANTE ESTADÍA EN ECUADOR	9,53	38,20	0,50	9,20	7,8	5	11,7	2,5	7,5
COMBUSTIBLE CONSUMIDO EN EL MUELLE	4,97	12,50	0,40	3,61	9	5	11,7	0,4	7,5
CANTIDAD DE EMISIONES DE CHIMENEA EN EL MUELLE	3911,01	7822,00	0,02	5530,97	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
GENERATORS									
CANTIDAD DE GENERADORES	2,83	4,00	2,00	0,49	3	3	3	3	3
CAPACIDAD DE GENERADORES Kw	1437,23	3150,00	280,00	612,99	1380	3150	1200		1650
CONSUMO PROMEDIO DE GENERADORES	2,23	4,50	0,04	1,24	1,4	0,038	3,8	0,2	3
FRECUENCIA DE LIMPIEZA (días)	100,25	365,00	0,25	128,42	90	90	N/A	N/A	30

Pretty Ivi	Cotinga Arrow	Nin	Azure Bulker	Genco Lorraine	CS Vanguard	Basic Ocean	Genco Carrier	BlueBill	Antilles VI	BBC Pluto	Virtuos Striker	BBC BUNDE	MARATHA PROVIDENCE	OLZA	NAVIOS SERENITY	MACOND O	NEW EVEREST	WESTERN STAVANGER
Panama	Bahamas	Malta	Panama	Marshall Isla	Bahamas	Panama	Hong Kong	Cyprus	Panama	Liberia	Bahamas	Barbuda	Barbuda	Liberia	Liberia	Panama	Panama	Norway
179,9	199,9	172	177	189,99	179,29	180	185,73	199,98	115,33	189,9	189,99	153,2	189,99	153,2	180	118,5	175,6	179,9
CST380	Heavy Fuel Oil	IFO 380	IFO 380	IFO 380	IFO 380 CST	Fuel Oil	FO 380 CS	FO 380 CS	O-380/MG	MFO	O 380/MD	O380/H5L	380CST	V/MGO for por	IFO 380	IFO-180	IFO-180	IFO-180
1457,6	2388	1395	1381,69	2020	1687	1597,13	1693,6	1776,54		1713,36	2369,33	1180,6	1879	1435	1600	535,69	1712	1681,8
24,8	27	20,7	15,7	35	24	22	28	25	10,3	28	32	21,5	29	18	25	10,3	18,8	
2,8	0	7	2,7	4,5	4,5	4,1	3,5	3,5	0,6	3	4,8	3,2	4	3	5	1,4	2,4	
11,2	0,5	5,3	2,4	38,2	28	25	10	14	3,6	3	4,6	8,8	4	8,5	8,5	1,4	7,7	
2,8	3,5	5,3	2,4	12,5	2	11,55	2,5	3,5	2,07	3	4,6	8,8	4	3,5	3,5	2,8	2,4	
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7822	N/A	N/A	N/A	2,10%	N/A	N/A	N/I	N/I	N/I	N/I
3	3	4	2	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3
1350	1980	1020	880	2310	1300	1124	1200	745	280	1800	2310	1320	1320	1040	1800	1140	1320	1320
1,8	3	1,5	1,5	4	4,5	1,5	1,5	2,5	1,2	2,7	2,6	3,6	4	2,3	2,70	0,75	1,2	3,5
N/A	N/A	N/A	N/A	1	30	180	N/A	1	365	365	60	1	N/A	0,25	N/I	N/I	90	

Anexo 2.- Resultados de Análisis de Draft Survey en Puerto de Guayaquil

Año	MV	GROSS TONNAJE	ESLORA	PROM. CONS. Ifo+d	PROM. CONS. TOT/
Año 2013	Shamrock Mercury	11628	145,5	2,90	2,90
	Angela	30064	190	4,58	4,58
	Antilles VI	7341	115,3	0,65	1,54
				0,89	
	Asiaborg	11864	143	2,30	2,30
				1,48	
	Atlantic Ruby	21441	169,26	3,12	3,12
	Azure Bulker	21483	177	2,54	2,64
				0,10	
	*BBC Campana	9618	138,5	13,45	13,45
	Bianco Venture	19828		3,27	3,27
	Eco Vanguard	16953	169,3	1,77	4,64
				2,87	
	Genco Avra	23456	180	4,63	4,71
				0,09	
	Genko Lorraine	31117	190	4,39	4,43
				0,05	
	Nin an cheng	19993	177,5	4,60	4,65
				0,05	
	Pretty IVY	22402	179,9	0,84	2,80
Año 2012	Amy C	9177	136,4	2,40	2,40
	Aston Trader II	30722	190	4,39	4,58
				0,22	
	Atlantic Dream	16949	169,3	6,93	6,93
	Atlantic Merida	33010	180	5,57	5,57
	Atlantic Pearl	21192	180	3,99	3,99
	Azuma Phoenix	25907	185,8	2,67	4,02
				1,35	
	*Calabria	24918	188,4	7,25	7,51
				0,26	
	Cape Nelson	17433	170	2,14	2,14
	Chang An	20748	179,8	2,81	2,81
	Cielo di DublinO	23758	183	2,19	2,19
	CMB Weihat	23432	180	2,62	2,62
	Desert Wind	24969	189,9	0,00	3,89
				3,89	
	Diamond Harbour	20987	179,9	3,06	3,06
	Emmanuel C	32415	190	4,09	4,09
	Federal Hunter	20659	200	2,32	2,32
	*Four Turandot	23456	180	16,40	18,37
				1,97	
	Genco Bay	23456	180	2,14	2,14
	Gitta Oldendorff	19883	171,6	2,21	2,21
	Gladiator	33044	190	3,70	3,88
				0,19	
	Global Trinity	17019	169,4	2,02	2,02
	Graig Cardiff	23444	180	2,47	2,47
	Hanjin Hinase	17019	169,4	3,00	3
	Hanjin Seto	34794	169,37	3,97	3,97
	Kestrel I	27913	189,8	2,22	3,69
				1,46	
	Kore Harbour	31540	189	3,63	3,63
	Clipper Polaris	31236	189	4,46	4,46
	Loreto	26029	185,7	4,20	4,20
	Lowlands Sky	20236	177,13	2,00	2,00
	Maha Avanti	25905	185,8	1,30	1,30
	Mathawee Naree	16761	169	2,17	2,17
	Matsushima Bay	21483	177	3,73	3,73
	Promise 3	22927	180,9	3,82	3,82
	*RM Pioner	30661	190	11,52	11,52
Santa Isabella	30822	189,9	4,77	5,06	
			0,29		
Sider Pink	11674	139,9	2,21	2,21	
Simon Schulte	25,074	189,6	2,86	4,01	
			1,16		
Star Canopus	25388	180	3,47	3,67	
			0,20		
Stella Fomalhaut	26862	187,3	3,37	5,05	
			1,68		
Storm Ranger	26071	189,8	3,69	3,92	
			0,23		
*Thomas C	23456	180	13,11	13,11	
Dawn	31532	190	4,40	4,40	
UBC Salaverry	21018	171,9	3,82	3,82	
COEF. DE CORRELACION			0,696	Promedio	4,31
				Factor de Seguridad	0,25
					1,08
				Promedio Cons./día	5,39

Anexo 3.-Modelo de documento Draft Survey



DRAFT SURVEY (INITIAL / FINAL)



VESSEL : GENKO LORRAINE DATE : February 16th & 24th, 2013
 TERMINAL : ANDIFUERTE PORT TERMINAL YOUR REF. : NA
 PORT : GUAYAQUIL - ECUADOR PM REF. : NA
 PRODUCT : CEMENT CLINKER IN BULK VOYAGE Nº : 13-001

Draft Initial	Port mts.	Starboard mts.	Average mts.	Correction mts.	Draft Cor. mts.	Trim mts.
Forward	9.8300	9.8400	9.8350	+0.0211	9.8339	App. 0.0660
Middle	9.8400	9.8700	9.8550	0.0000	9.8550	Real 0.0641
Aft	9.8900	9.9000	9.8950	0.0030	9.8980	

Consumables		
	Initial	Final
Ballast	164.882	13.160.000
Fresh Water	104.000	96.000
Fuel Oil	412.190	377.019
Diesel Oil	75.400	75.032
Lub. Oil	65.000	65.000
Eng. Meter	0.000	0.000
Others	0.000	0.000
TOTAL	822.472	13,273.061

Draft Final	Port mts.	Starboard mts.	Average mts.	Correction mts.	Draft Cor. mts.	Trim mts.
Forward	9.9700	9.9500	9.9600	-0.0479	9.9121	App. 2.7250
Middle	5.2500	5.2300	5.2400	0.0000	5.2400	Real 2.9086
Aft	6.6900	6.6800	6.6850	0.1367	6.8217	

	Initial	Final
Cm1 mts.	9.8560	5.3669
Cm2 mts.	9.8550	5.2400
Cm3 mts.	9.8605	5.3095
Cm4 mts.	9.8398	5.2516
Displacement M.T.	49,039.998	25,015.490
TPC M.T.	32.580	60.800
LCF mts.	-0.094	-6.059
LEP mts.	182.00	182.00
MTC +0.5 M.T.	700.072	679.876
MTC -0.5 M.T.	653.394	569.376
DM / DZ M.T.	36.678	20.500
Density of Water g/cc	1.0133	1.0140

	Initial	Final
Displacement Observed M.T.	49,039.998	25,015.490
Trim Correction 1 M.T.	-0.118	-492.090
Trim Correction 2 M.T.	0.041	47.678
Displacement Corrected by Trim M.T.	49,039.921	24,571.084
Water Density Correction M.T.	550.204	263.690
Displacement Corrected by Dens M.T.	48,489.717	24,307.395
Total Consumables (-) M.T.	822.472	13,273.961
Light Ship (-) M.T.	10,291.840	10,291.840
Net Displacement M.T.	37,375.915	241.904
TOTAL DISCHARGED M.T.		37,134.114

REMARKS : SHIP'S DECLARED CONSTANT 250 MT.

CHIEF OFFICER
 VESSEL'S REPRESENTATIVE

SURVEYOR
 ROYAL MARITIMA CIA. LTDA.