

**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ.  
CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO, INVESTIGACIÓN,  
RELACIÓN Y COOPERACIÓN INTERNACIONAL.  
(CEPIRCI)**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL.**

**Tesis de grado previo a la obtención del grado de:**

**MAGISTER**

**EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**TEMA:**

**“IMPACTO AMBIENTAL DE LAS EMISIONES DE FUENTES FIJAS,  
PRODUCTO DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLE FUEL OÍL # 6 EN LA  
EMPRESA LA FABRIL S.A, EN EL PERIODO DE JULIO A DICIEMBRE  
DEL 2013”.**

**AUTOR:**

Ing. Carlos Antonio Moreira Mendoza

**TUTOR:**

Ing. Kléber Coronel Pineda, Mg. A.P.

**Manta-Manabí-Ecuador.**

**2014**

**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ**

**CENTRO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO, INVESTIGACIÓN,  
RELACIONES Y COOPERACIÓN INTERNACIONAL, CEPIRCI**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Informe de Investigación, sobre el tema: **“IMPACTO AMBIENTAL DE LAS EMISIONES DE FUENTES FIJAS, PRODUCTO DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLE FUEL OÍL # 6 EN LA EMPRESA LA FABRIL S.A, EN EL PERIODO DE JULIO A DICIEMBRE DEL 2013”**, del Ing. Carlos Moreira Mendoza, maestrante del programa de maestría en Gestión Ambiental

Ing. Flor María Calero Guevara  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Kléber Coronel P., Mg. A.P.  
**TUTOR**

.....  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

.....  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL.**

## **CERTIFICACIÓN**

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el tema:

**“IMPACTO AMBIENTAL DE LAS EMISIONES DE FUENTES FIJAS, PRODUCTO DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLE FUEL OÍL # 6 EN LA EMPRESA LA FABRIL S.A, EN EL PERIODO DE JULIO A DICIEMBRE DEL 2013”**, del Ing. Carlos Moreira Mendoza, maestrante del programa de maestría en Gestión Ambiental, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador que el Centro de Postgrado designe.

Ing. Kléber Coronel Pineda, Mg. A.P.,

**TUTOR**

## **AUTORÍA DE LA TESIS**

Los criterios, resultados y conclusiones expuestos en el presente trabajo de investigación, son de absoluta responsabilidad del autor y sustentado de los autores reconocidos en las citas bibliográficas y web-grafías respectivas.

Ing. Carlos Moreira Mendoza

**MAESTRANTE**

## **AGRADECIMIENTO.**

Mis más sinceros agradecimientos a mis compañeros de trabajo que con su esfuerzo y sacrificio me permitieron alcanzar este logro tan anhelado, a mis compañeros y amigos de maestría que en todo momento nos supimos apoyar ante las adversidades de la vida.

A mi tutor el Ing. Kleber Coronel y al departamento de Posgrado de la ULEAM que con el conocimiento de sus maestros permitieron que tengamos un amplio sustento en lo que ha cuidado y protección del medio ambiente respecta.

A todos ellos muchas gracias.

Carlos Moreira Mendoza

## **DEDICATORIA.**

Cuando se logran los triunfos no siempre se le atribuyen las cosas al empeño que pusimos para realizarlos siempre existen personas que te llenan de aliento para seguir adelante.

Por eso quiero dedicarle este trabajo primeramente a Dios por ser fuente de Vida, a mi esposa Glenda, a Matías mi hijo quienes me apoyaron en todo momento para seguir adelante y no declinar frente a las adversidades y a toda ni familia quienes son mi fuente de inspiración y superación personal y profesional

Carlos Moreira Mendoza

## ÍNDICE GENERAL

**RESUMEN**.....

**ABSTRACT EJECUTIVE**.....

**INTRODUCCIÓN.** .....

### CAPITULO I

**EL PROBLEMA** .....

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA....

Contextualización.....

Contexto Macro.....

Contexto Meso .....

Contexto Micro .....

ANÁLISIS CRÍTICO.....

PROGNOSIS.....

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....

DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....

Delimitación del contenido. ....

Delimitación espacial .....

Delimitación temporal.....

JUSTIFICACIÓN. ....

OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS .....

Objetivo general .....

Objetivos específicos: .....

### CAPITULO II

**MARCO TEÓRICO** .....

ANTECEDENTES. ....	
FUNDAMENTO FILOSÓFICO.....	
FUNDAMENTO TEÓRICO.....	
La Contaminación Ambiental. ....	
Clasificación de la contaminación ambiental.....	
Contaminantes primarios .....	
Contaminantes secundarios:.....	
Ciclo de los contaminantes atmosféricos. ....	
Efectos de la contaminación atmosférica.	
Efectos del Monóxido de Carbono.....	
Efectos de los Óxidos de Nitrógeno.....	
Efectos de los Óxidos de Azufre.....	
Efectos del Ozono .....	
Efecto de los Hidrocarburos y de los Oxidantes Fotoquímico.....	
Efecto del material particulado .....	
Efectos de los Metales.....	
Efecto de la Radiactividad .....	
Efectos Regionales .....	
Efecto Invernadero .....	
Efecto de las Lluvias Acidas .....	
Variaciones en la Capa de Ozono .....	
El Problema Nuclear .....	
FUNDAMENTO LEGAL.....	

MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL. ....	
Constitución de la República del Ecuador ....	
Ley de Gestión Ambiental, codificación 19	
LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL ....	
NORMAS DE EMISIONES. ....	
HIPÓTESIS. ....	

### CAPITULO III

#### **METODOLOGÍA .....**

TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	
Método Inductivo .....	
Método exploratorio.....	
Método experimental. ....	
POBLACIÓN Y MUESTRA. ....	
TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN .....	
Investigación documental bibliográfica. ....	
Investigación de campo.....	
Investigación experimental o de laboratorio.	
OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES ..	
Definición de variable. ....	
Variable independiente: .....	
Variable dependiente.....	
RECOLECCIÓN Y TABULACIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	
PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS. ....	

CAPITULO IV  
**DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....**

DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS .....

Descripción de los procesos de refinación de aceite de palma. ....

Grasas vegetales comestibles .....

Proceso de transformación para grasas y aceites. ....

Línea base ambiental.....

Diagnóstico del Medio Ambiente .....

Elementos etnológicos e históricos.....

Contemplación del paisaje. ....

Hidrología .....

Clima.....

Ecosistema y vegetación .....

Atmósfera.....

Actividad económica.....

Residuales. ....

Atención primaria y médica a la salud.....

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....

Combustión de Fuel Oil. ....

Impacto Ambiental producido por La Fabril S.A. ....

Medir la concentración de los principales contaminantes atmosféricos en las instalaciones de la Fabril S.A.....

Conclusiones parciales de las mediciones realizadas a los Calderos de La Fabril S.A.....

Estimar la concentración de emisiones emitido a la atmósfera por las fuentes fijas de La Fabril S.A.....

Factor de emisión para combustión de Bunker.....

Factor de emisión para combustión de Diesel.....

Comprobación de la hipótesis.....

Validación de los resultados obtenidos.....

#### CAPITULO V

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....**

**CONCLUSIONES:** .....

**RECOMENDACIONES** .....

#### CAPITULO VI

**PROPUESTA.** .....

JUSTIFICACIÓN. ....

FUNDAMENTACIÓN .....

COMBUSTIÓN. ....

Combustibles.....

Bunker.....

Diesel.....

**OBJETIVOS**.....

Objetivo general. ....	
Objetivos específicos. ....	
IMPORTANCIA. ....	
UBICACIÓN SECTORIAL.....	
FACTIBILIDAD.....	
DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	
DESCRIPCIÓN DE LOS BENEFICIARIOS. ....	
PLAN DE ACCIÓN. ....	
Reducción de la contaminación atmosférica en la industria. ....	
Ampliar el conocimiento del fenómeno de la contaminaciónAtmosférica en el Municipio: .....	
ADMINISTRACIÓN.....	
FINANCIAMIENTO.....	
PRESUPUESTO.....	
EVALUACIÓN.....	

## CAPITULO VII

### **BIBLIOGRAFÍA.....**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	
LINKOGRAFIA.....	
TRABAJOS CITADOS.....	

### **ANEXOS.....**

ANEXO A: EQUIPO TESTO 350 PARA MEDICIÓN DE GASES. ..	
--	--

ANEXO A<sub>1</sub> CHIMENEAS PARA EMISIÓN DE GASES DE COMBUSTIÓN, .....

ANEXO B: MEDICIÓN DE GASES POR LABORATORIO EXTERNO ELICROM S.A

.....

ANEXO C: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPO TESTO 350.....

ANEXO D. ....

INFORME DE CALIBRACIÓN DE CALDERAS PARA CONSUMO DE MEZCLA DE  
COMBUSTIBLE. ....

ANEXO E: FORMATO PARA EVALUACIÓN AMBIENTAL ...

ANEXO F: ENCUESTA A LA POBLACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA . ....

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico #1: Diagrama Causa/Efecto .....

Grafico #2: Conocimiento de la población sobre las actividades de la Fabril S.A

.....

Grafico #3: Conocimiento de la población sobre las emisiones atmosférica de La  
Fabril S.A.....

Grafico #4: Conocimiento de la población sobre las enfermedades que producen  
los contaminantes atmosféricos. ....

Grafico #5: Porcentaje de Patología respiratoria presentada en los 2 últimos años  
en Habitantes de los Ángeles. ....

Grafico #6: Impacto económico que genera la Fabril S.A.

Grafico #7: Plataforma para Muestreo .....

Grafico # 8: Ubicación del Cantón Montecristi ....

Grafico # 9: Sistema de generación de vapor de La Fabril S.A

Grafico #10: Geo referencia de La Fabril S.A .....

Grafico # 11: Emisión de NOx a partir de fuentes fijas por combustión de bunker  
.....

Grafico # 12: Emisión de CO a partir de fuentes fijas por combustión de bunker  
.....

Grafico # 13: Emisión de SO2 a partir de fuentes fijas por Combustión del bunker  
.....

Grafico # 14: Emisión de MP10 a partir de fuentes fijas por Combustión del  
bunker.....

Grafico # 15: Emisión de MP2.5 a partir de fuentes fijas por Combustión del  
bunker.....

Grafico # 16: Grafico comparativo de las emisiones de fuentes fijas producto de la  
combustión del Bunker .....

Grafico # 17: Emisión de NOx a partir de fuentes fijas por Combustión del Diesel  
2.....

Grafico # 18: Emisión de CO a partir de fuentes fijas por Combustión del Diesel  
2.....

Grafico # 19: Emisión de SO2 a partir de fuentes fijas por Combustión del Diesel  
2.....

Grafico # 20: Emisión de MP10 a partir de fuentes fijas por Combustión del  
Diesel.....

Grafico # 21: Emisión de MP2.5 a partir de fuentes fijas por Combustión del  
Diesel 2.....

Grafico # 22: Grafico comparativo de las emisiones de fuentes fijas producto de la combustión de Diesel. ....

Grafico # 23: Grafico comparativo de las emisiones de fuentes fijas producto de la combustión de Diesel vs Fuel Oíl # 6. ....

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla # 1: Definición de variables .....

Tabla # 2: Variable Independiente .....

Tabla # 3: Variable dependiente .....

Tabla # 4: Características de las calderas.....

Tabla # 5: Población de Montecristi .....

Tabla # 6: Análisis Fuel Oíl # 6 (Bunker) del día 03/09/2013.....

Tabla # 7: Análisis a calderos 500 BHP.....

Tabla # 8: Análisis a calderos 750 BHP.....

Tabla # 9: Análisis a calderos 800 (1) BHP.....

Tabla # 10: Análisis a calderos 800 (2) BHP.....

Tabla # 11: Factor de emisión por consumo de bunker en (g/GJ) .....

Tabla # 12: Emisión de NOx a partir de fuentes fijas por consumo de bunker.  
.....

Tabla # 13: Emisión de CO a partir de fuentes fijas por consumo de bunker.  
.....

Tabla # 14: Emisión de SO2 a partir de fuentes fijas por consumo de bunker.  
.....

Tabla # 15: Emisión de MP10 a partir de fuentes fijas por consumo de bunker.  
.....

Tabla # 16: Emisión de MP 2.5 a partir de fuentes fijas por consumo de bunker.  
.....

Tabla # 17: Total de emisiones de fuentes fijas producto de la combustión del bunker generadas desde el 2011 hasta julio del 2013 por La Fabril S.A.....

Tabla # 18: Factor de emisión por consumo de diesel en (lb/1000) .....

Tabla # 19: Emisión de NOx a partir de fuentes fijas por consumo de Diesel 2.  
.....

Tabla # 20: Emisión de CO a partir de fuentes fijas por consumo de Diesel 2.  
.....

Tabla # 21: Emisión de SO2a partir de fuentes fijas por consumo de Diesel 2.  
.....

Tabla # 22: Emisión de MP10 a partir de fuentes fijas por consumo de Diesel.  
.....

Tabla # 23: Emisión de MP2.5 a partir de fuentes fijas por consumo de Diesel 2.  
.....

Tabla # 24: Total de emisiones de fuentes fijas producto de la combustión del Diesel generadas desde el 2011 hasta julio del 2013 por La Fabril S.A.....

Tabla # 25: Cuadro comparativo de las emisiones de fuentes fijas producto de la combustión del Diesel vs el Fuel Oil # 6 Generadas durante el 2011 hasta el 2013.....

Tabla # 26: Clasificación de los Combustibles.....

Tabla # 27: Propiedades Físicas del Fuel Oil # 6.

Tabla # 28: Propiedades Físicas del diesel.....

Tabla # 29: Costo del consumo de Fuel Oil #6.....

Tabla # 30: Costo del consumo de Fuel Oil #6 y Fuel Oil # 2.

Tabla # 31: Análisis Realizados a los calderos con la mezcla bunker y diesel

.....

## **RESUMEN EJECUTIVO**

Hoy en día en el Ecuador existe una estrecha relación entre el hombre y el cuidado del medio ambiente, es por eso que cada vez se busca mayor eficiencia en los procesos industriales para evitar la contaminación; por tal motivo, algunas empresas buscan entrar en el proceso de producción más limpia basado en el mejoramiento continuo tanto técnico, ambiental y económico y según los requerimientos que los clientes planteen.

En el presente trabajo investigativo se exponen los resultados y propósitos del proyecto “impacto ambiental de las emisiones de fuentes fijas, producto de la quema de combustible fuel oíl # 6 en la empresa La Fabril S.A, en el periodo de julio a diciembre del 2013”.

El proyecto se ha centrado en evaluar la contaminación atmosférica que se genera a partir de las fuentes fijas industriales, para proponer medidas de mitigación que nos ayuden a disminuir las emisiones de gases emitidos a la atmosfera, así como también se detalla la problemática ambiental a nivel regional, tomando en consideración casos de contaminación ambiental suscitados alrededor del mundo.

También se plantea un análisis de factibilidad, en el cual se propone realizar una mezcla de combustible diesel y bunker para utilizarlo en la generación de vapor detallando las justificaciones necesarias para dejar de utilizar el bunker como combustible único en este proceso, fundamentando el presente trabajo en cálculos y datos obtenidos en las instalaciones de La Fabril S.A.

Al final se determinó, que, de acuerdo a la propuesta del presente trabajo, es posible disminuir las emisiones atmosféricas generadas por las fuentes fijas de La Fabril S.A producto de la quema de combustibles fósiles.

## EJECUTIVE SUMMARY

Today in Ecuador there is a close relationship between man and the care of the environment, that is why increasing efficiency is looking in industrial processes to avoid contamination, for this reason, some companies looking to enter the cleaner process of production based on continuous improvement technical, environmental and economic requirements and according to customers' needs.

In the present research work are exposed results and purposes of the project "Environmental impact of emissions from stationary sources, from burning fuel # 6 in the Company La Fabril S.A, in the period from July to December 2013"

The project has focused on assessing the atmospheric pollution generated from industrial fixed sources, to propose mitigation measures to help us reduce emissions of gases emitted on the atmosphere, and also environmental issues are detailed at regional level, considering cases of environmental pollution arising around the world.

A feasibility analysis is also raised, which plans a mixture of diesel and bunker for use in steam generation detailing the necessary steps to stop using the bunker as the only fuel in this process, basing this research work in calculations and data obtained in the Company La Fabril S.A

In the end it was determined that, according to the proposal of this research work , it is possible to reduce atmospheric emissions generated from stationary sources of the Company La Fabril S.A product of burning fossil fuels.

## **INTRODUCCIÓN.**

Si bien puede ser obvia la definición de Impacto Ambiental, muy a menudo se suele confundir el significado y alcance del término, asignándole un rótulo de Impacto a fenómenos que no lo son.

En general suele decirse, por ejemplo, que el aumento en determinadas sustancias como materia orgánica y metales pesados en un cuerpo de agua, derivados de alguna acción de vertido de efluentes, constituye de por sí un impacto ambiental.

Sin embargo, dicho efecto sobre el ambiente no podrá catalogarse como impacto hasta tanto no se detecte que el nivel de las sustancias es tal, que genera un cambio neto positivo o negativo en algún componente del sistema biológico, socioeconómico o de la salud de la población.

Los términos aspectos e impacto ambiental, suelen ser utilizados como sinónimos aun cuando es posible y sencillo diferenciarlos, ya que al hablar de los cambios naturales o inducidos por el hombre en el ambiente biofísico, nos referimos a los aspectos, mientras que las consecuencias serían los impactos; por lo tanto, en este proyecto se determinó cómo el aspecto a la emisión de contaminantes atmosféricos producto de la combustión de combustibles fósiles, mientras que el impacto que genera este aspecto es la contaminación atmosférica.

La contaminación atmosférica en la ciudad de Montecristi, es la tesis de sustentación del presente proyecto. No cabe duda que en el Ecuador en las últimas décadas, el tema ambiental abrió espacio político a nuevos grupos ciudadanos, y enriqueció los objetivos y estrategias de algunas luchas sociales y tradicionales, pasando cada vez de la denuncia a la propuesta y del fanatismo al control ciudadano informado y más consciente de sus derechos y responsabilidades.

El interés de las autoridades locales, resulta fundamental para formular soluciones concretas y eficaces que reviertan el deterioro ambiental provocado en los centros urbanos, como consecuencia del consumo de combustibles para satisfacer las necesidades de la población. Entre uno de estos problemas de deterioro ambiental,

se encuentra sin lugar a dudas la contaminación atmosférica, debido a que los contaminantes emitidos causan un efecto negativo en la salud humana y principalmente en los niños y ancianos y por ende en los ecosistemas.

La contaminación atmosférica resulta de una mezcla compleja de emisiones de numerosas fuentes, a saber: industriales, agropecuarias, comerciales, automotrices, fuentes individuales domésticas, suelos e incluso sustancias resultantes de las actividades vitales de animales y vegetales. La principal estrategia para comenzar con el proceso de control de la contaminación, con posibilidades de reducir eficazmente las emisiones de contaminantes, es la realización de un Inventario de Emisiones de contaminantes atmosféricos (EI), los cuales son instrumentos de gestión ambiental que permiten identificar las fuentes de emisión.

Es claro que la medición de la calidad del aire es un elemento clave para el control ciudadano. En este sentido, existe un grupo reducido de ciudades que disponen de un sistema de monitoreo de la calidad del aire adecuado y sistemático, pero también es cierto que la gran mayoría de las ciudades del Ecuador no la tienen.

## **1. EL PROBLEMA**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1.1. Contextualización**

El objetivo de la contextualización del problema, es tratar temas claves que permitan entender cómo ha sido la evolución de la problemática, que es relativamente reciente si la comparamos con el tiempo de existencia del hombre sobre la tierra, su estrecha relación con el desarrollo económico y la fuerte necesidad de concientizar a los gobiernos y a la comunidad en general sobre la importancia de realizar gestión, para minimizar los impactos de este tipo de contaminación sobre el entorno, lo cual está fuertemente relacionado con la salud de la población.

### 1.1.2. Contexto Macro

La contaminación atmosférica, es el fenómeno de acumulación o concentración de contaminantes en el aire en un tiempo determinado, como resultado de actividades humanas o procesos naturales que causan molestia o daños para la salud de las personas y otros seres vivos, así como a diversos materiales, Por su parte, el concepto de calidad del aire, se refiere al estado de la contaminación atmosférica; es decir, es un indicador de cuán contaminado está el aire y por lo tanto, que tan apto esta para respirarlo.

Hace millones de años, en el planeta se presentaron los primeros indicios de contaminación atmosférica debido a procesos naturales como erupciones volcánicas, incendios forestales y descomposición de materia orgánica, tanto en el suelo como en los océanos. Posteriormente se aumentaron los niveles de contaminación, debido al crecimiento de comunidades agrarias permanentes con mayor número de individuos que usaban madera para la generación de energía.

En los siglos XII y XIII en Europa la obtención de madera se tornó difícil, por lo que fue necesaria la introducción del carbón como combustible alternativo para satisfacer las necesidades energéticas de la época. Este presentaba mayor poder energético, pero una combustión lenta a diferencia de los combustibles vegetales, razones por las cuales a mediados del siglo XVIII en la revolución industrial, se estableció como el principal combustible en este continente<sup>1</sup>.

A finales del siglo XVIII se impulsó la revolución industrial con la creación de la primera máquina a vapor, época en donde “la contaminación atmosférica aumentó considerablemente, como consecuencia del cambio drástico de las actividades humanas de los habitantes de las ciudades”<sup>2</sup>. Los avances tecnológicos de la minería, la metalurgia, la calefacción, los ferrocarriles, los barcos a vapor y otras actividades, son responsables del aumento de los niveles de contaminación en esta época, así como el uso del petróleo y sus derivados.

---

<sup>1</sup>CEPIS, 2005

<sup>2</sup>Seoanez Calvo, 2002

En 1958 en Pensilvania se comenzó con la explotación de pozos de petróleo como nueva fuente de energía, lo cual ayudaría a impulsar la industria automovilística durante el siglo XX. Por otro lado, con la primera y segunda guerra mundial, el desarrollo de tecnologías como tanques de guerra, autos, aviones entre otros, impulsó el uso del petróleo. El incremento de la quema de este combustible hizo que a mediados del siglo la industria automovilística fuera causante del 60 % de la contaminación atmosférica.<sup>3</sup>

### **1.1.3. Contexto Meso**

En nuestro país, hasta la primera mitad del siglo XX, aproximadamente, las principales preocupaciones de la población urbana en cuanto a su entorno, por lo general, giraban entre la higiene y el aseo de calles, plazas y lugares públicos; el abastecimiento de agua, el control de malos olores, pestes, y adecuaciones sanitarias para la disposición final de desechos domésticos. No se apreciaban hasta ese entonces problemas ambientales de magnitud, como los que afectaban a las grandes urbes a escala mundial, principalmente a causa de la contaminación.

No obstante, a partir de la década de los 50 del siglo XX, como consecuencia directa de los cambios en el modelo económico nacional, el emergente sector industrial y agroindustrial, la explotación petrolera y el incremento del comercio interno y externo, se produjo un crecimiento poblacional inédito, acompañado por grandes desplazamientos de poblaciones, fundamentalmente del campo hacia la ciudad. Atraídas por las plazas de trabajo, la optimización de los servicios básicos y un mejor nivel de vida, la población urbana se convirtió en el principal conglomerado social del país.

Desde entonces hasta la actualidad, rápidamente se han ido posicionando entre los principales problemas de la vida urbana los relacionados al ambiente: contaminación del agua, suelo y aire; contaminación por ruido; manejo de desechos domésticos y residuos peligrosos; transporte y comercialización de sustancias químicas, entre otros.

---

<sup>3</sup>CEPIS 2005

Quito y Guayaquil son las urbes con problemas ambientales de mayor envergadura, causados por la contaminación; pero al mismo tiempo, son los centros con mayores recursos para afrontar sus efectos. Por su parte, las ciudades consideradas medianas y pequeñas, no están ajenas a los problemas ambientales que paulatinamente se hacen presentes, pero su principal falencia es la falta de capacidad técnica y financiera para anticiparse a sus potenciales efectos y manejarlos oportunamente.<sup>4</sup>

#### **1.1.4. Contexto Micro**

En la ciudad de Montecristi se encuentran ubicadas empresas dedicadas a la elaboración de conservas, café, harina de pescado, producción de aceites-grasas y productos de limpieza, industrias que utilizan combustibles derivados del petróleo para la generación de energía.

La Fabril S.A en la actualidad utiliza un promedio mensual de 213.923 galones de Fuel Oil # 6 en la generación de vapor<sup>5</sup> para suplir la demanda requerida por cada uno de los procesos productivos.

Los principales contaminantes que controla La Fabril S.A para verificar el cumplimiento legal son SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, CO y el Material Particulado, que pueden estar provocando un desequilibrio en el ambiente aportando a la contaminación ambiental en el cantón Montecristi y en particular a la ciudadela Los Ángeles.

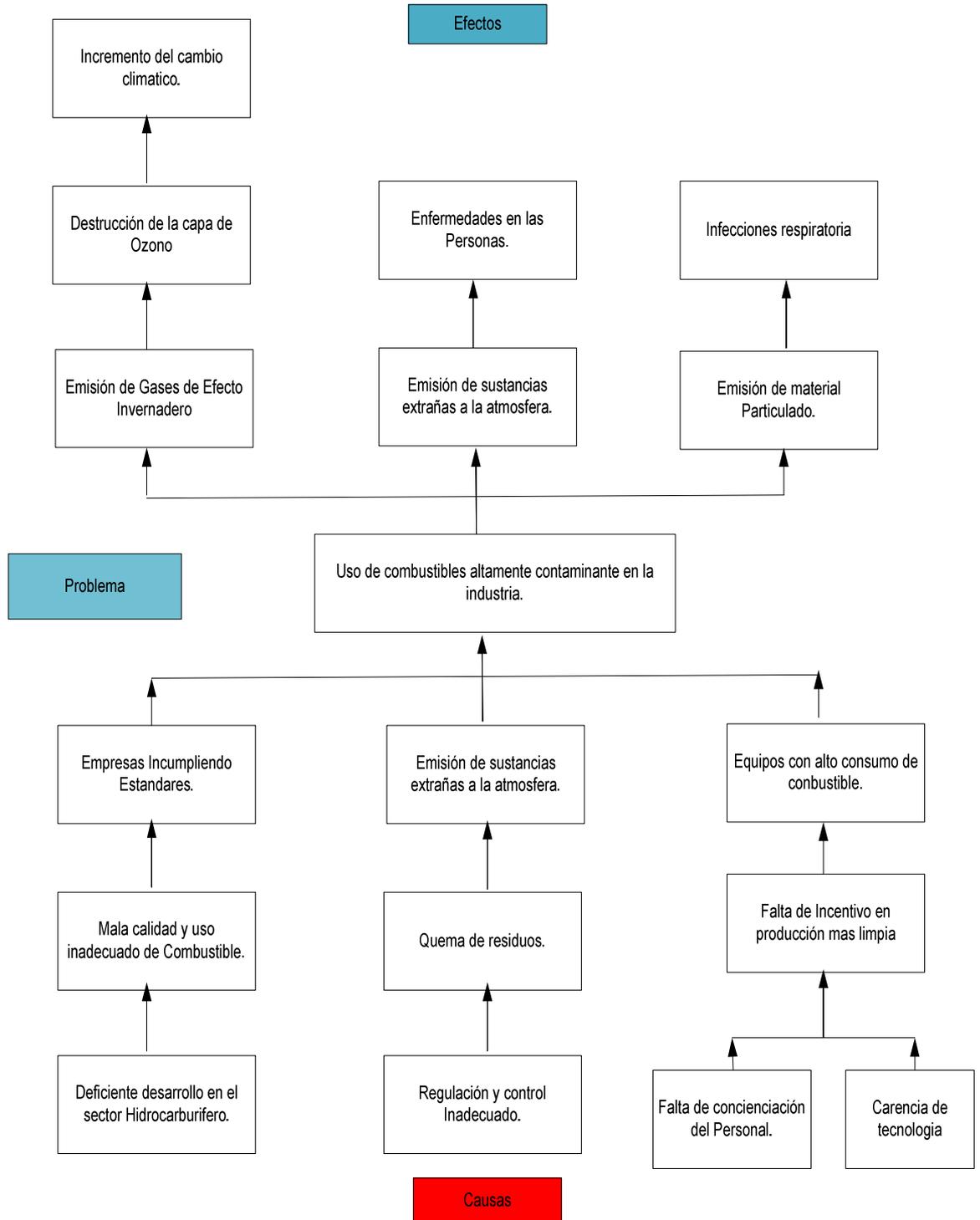
---

<sup>4</sup>Texto Guía de la Legislación Ambiental.

<sup>5</sup>Departamento de mantenimiento de La Fabril S.A.

## 1.2. Análisis Crítico

Grafico #1: Diagrama Causa/Efecto



Fuente: Carlos Moreira.

### **1.3. Prognosis**

Si no se ejecuta la investigación, se perdería la oportunidad de demostrar alternativas que ayuden a minimizar la contaminación atmosférica, producto de la quema de hidrocarburos, que disminuye la calidad del aire que perciben los habitantes de la ciudadela los Ángeles, por ejemplo.

El problema a investigar es trascendental e importante, por cuanto la aplicación del mismo permitirá encontrar una solución adecuada para minimizar las emisiones de contaminantes a la atmosfera

### **1.4. Formulación del Problema**

¿La quema de combustible Fuel Oil #6 usado en la generación de vapor en La Fabril S.A, incidirá en el deterioro de la calidad del aire en el sector de Los Ángeles de la ciudad de Montecristi?

### **1.5. Delimitación del Problema**

#### **1.5.1. Delimitación del contenido.**

**Campo:** factores socioeconómicos

**Área:** sociedad consumista.

**Aspecto:** Contaminación Atmosférica

#### **1.5.2. Delimitación espacial**

Esta investigación se realizará tanto en la parte interna como externa de la empresa la Fabril S.A.

#### **1.5.3. Delimitación temporal.**

El problema será estudiado durante el periodo comprendido entre Julio y Diciembre del 2013.

## **1.6. Justificación.**

La contaminación del aire constituye un tema de preocupación mundial, que obedece al continuo crecimiento de la población y a las deficiencias estructurales de los sectores del transporte e industrial en los principales centros urbanos. Su importancia radica en los efectos sobre la salud, que implica pérdidas económicas y un deterioro en la calidad de vida de la población, debido al ausentismo laboral y el incremento de enfermedades respiratorias y muertes asociadas. Por lo tanto, un aire libre de contaminación, es una demanda urgente que solicita la humanidad al cerciorarse que cada segundo que pasa, el planeta está sufriendo de graves alteraciones por causa de la incontrolada emisión de contaminantes, que aportan las fuentes fijas y móviles de cada ciudad, nación y continente.

El estudio de la calidad del aire debe ser una necesidad prioritaria de cada región y ciudad específica; sin embargo, diversas ciudades hacen caso omiso de la urgencia que circunda en sus alrededores con respecto al ambiente. Por lo tanto, no han desarrollado investigaciones al respecto ni sus respectivos planes de control atmosférico.

Las ciudades de Manta, Montecristi y Jaramijó, son denominadas el triángulo industrial de la provincia de Manabí, siendo Manta la única ciudad de la provincia donde sus autoridades están tomando seria consideración a la contaminación atmosférica, contando con un equipo de monitoreo de material particulado. En consecuencia, necesita una fuerte participación y desarrollo de estudio a nivel atmosférico, que pueda contribuir a su objetivo ambiental.

Bajo este lineamiento, es importante la realización de un estudio de las emisiones atmosféricas emitidas por la industria La Fabril S.A., ya que de esta manera podremos contar con datos valiosos, como son las emisiones de contaminantes atmosféricos, de acuerdo con el tipo y cantidad de contaminante emitido, en un área geográfica y en un intervalo de tiempo determinado.

El levantamiento de información de los contaminantes atmosféricos, serán instrumentos indispensables en los procesos de gestión de calidad del aire y toma

de decisiones, pues son el punto de partida para la implementación, evaluación y ajuste de programas y medidas de control, tendientes a mejorar la calidad del aire.

## **1.7. Objetivos: General y Específicos**

### **1.7.1. Objetivo general**

Evaluar el impacto ambiental que produce la generación de vapor a partir de la quema de combustible Fuel Oil # 6 en la Empresa la Fabril S.A, para establecer medidas de mitigación.

### **1.7.2. Objetivos específicos:**

- Comparar desde el punto de vista técnico la contaminación atmosférica producida por la quema de Fuel oil # 6 Bunker y Diesel.
- Medir la concentración de los principales contaminantes atmosféricos en las instalaciones de la Fabril S.A.
- Valorar técnica y económicamente alternativas que posibiliten disminuir la contaminación atmosférica.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes.**

La contaminación ambiental es una problemática que está rebasando límites a nivel mundial, diversas afecciones aparecen día tras día, modificando el curso normal de la naturaleza y arrasando con la vida que encuentra a su paso. Es así que la contaminación atmosférica es parte constitutiva de la contaminación ambiental global, que afecta notablemente a la salud de las personas y promueve la degeneración del planeta. Actualmente, los altos índices de contaminación atmosférica en especial con la contribución de Estados Unidos y China, a la cabeza, alarman al mundo entero. A través de la ONU se promueve, que se adquiera conciencia a nivel ambiental para erradicar los grandes males que esta crisis genera.

En el Ecuador en la década del 90 se comenzaron a agudizar los problemas ambientales a causa de la incorrecta explotación de los recursos naturales, la creciente contaminación, el deterioro físico y la pérdida de la biodiversidad.

La Constitución ecuatoriana de ese entonces ya establecía en el Art. 22 numeral 2 y en el Art. 44, el derecho de los ciudadanos a vivir en un ambiente sano y perdurable. Además el Ecuador desde esa época, estaba suscrito de convenios y acuerdos internacionales con las Naciones Unidas y la Cumbre de la Tierra, que establece la defensa y la preservación del Ambiente. A raíz de todo esto, en 1996 se creó el primer Ministerio del Ambiente, que suscribió convenios de participación con Municipios, Gobiernos Provinciales, Instituciones Educativas, Fuerzas Armadas, Organizaciones no Gubernamentales (ONGs), Instituciones Privadas y Comunidad en general.

En 1999 se publicó la Ley de Gestión Ambiental, sobre la base de esa ley se expidieron un conjunto de normas de carácter reglamentario para poder aplicar la Ley antes mencionada, todas ellas fueron recopiladas y sistematizadas en un compendio de nueve libros a los cuales se denominó Texto Unificado de

Legislación Ambiental Secundario (T.U.L.A.S.) publicado en el registro oficial el 31 de marzo de 2003. El TULAS en el Libro VI de la Calidad Ambiental en sus Anexos 3, Normas de Emisiones al Aire desde Fuentes Fijas y Anexo 4, Norma de Calidad del Aire Ambiente, determina los límites permisibles de las emisiones de contaminantes ambientales de fuentes fijas y móviles a través de métodos y procedimientos .

Es con la Constitución Política de la República del Ecuador, aprobada mediante referendo del 28 de septiembre de 2008, en donde por primera vez en una constitución se le otorgan derechos a la naturaleza, acogiendo la filosofía del SUMAK KAWSAY, esto se evidencia en el Capítulo Segundo, Biodiversidad y Recursos Naturales, Art.395-415.

## **2.2. Fundamento Filosófico**

El medio ambiente mundial se está deteriorado aceleradamente en los actuales momentos más que en cualquier otra época comparable de la historia. Se han agravado los problemas ambientales que no se limitan a la tradicional extinción de la flora y la fauna; por ejemplo, la destrucción de la capa de ozono, el aumento del efecto invernadero o del calentamiento global, de las lluvias ácidas y de la tala indiscriminada, así como la erosión del suelo la contaminación del agua, el suelo, la atmósfera y la destrucción del patrimonio histórico-cultural, entre otros, se han aproximado a límites peligrosamente críticos e irreversibles en diversas regiones de la Tierra.

El presente trabajo investigativo está basado en la fundamentación epistemológica, que se basa en comprender, identificar y remediar los impactos ambientales, mediante un análisis cualitativo y cuantitativo que permite un desarrollo productivo adecuado y reducir los riesgos de contaminación sobre la población humana.

## **2.3. Fundamento teórico.**

### **2.3.1. La Contaminación Ambiental.**

Se puede definir a un contaminante del aire, como aquel componente (partículas sólidas o líquidas, gases) o energía presente en niveles perjudiciales para la vida del hombre, las plantas y animales, o para los objetos; o bien, que perturban de forma considerable el disfrute confortable de la vida y de las propiedades. Según esta definición, se dice que cualquier sustancia natural o sintética capaz de ser transportada por el viento es potencialmente un contaminante.

Los contaminantes pueden tener un origen natural o ser de procedencia humana, y por tal razón cualquier evaluación del nivel de un contaminante en un área debería tomar en cuenta los niveles naturales del mismo, así como el ciclo y el balance de masas del contaminante en el ecosistema afectado.

Todos los tipos antes citados de contaminación pueden darse en la atmosfera. Sin embargo, la importancia de la contaminación eléctrica y electromagnética no está todavía bien determinada, y la contaminación acústica es sólo importante en zonas concretas (maquinas o en ciudades con tráfico intenso).

En la actualidad, los principales problemas de contaminación atmosférica son debido a la emisión incontrolada de contaminantes químicos. Si se considera el efecto de la luz solar sobre estas sustancias, se produce la denominada contaminación fotoquímica. Es en estos dos tipos de contaminación, por sustancias, en los que nos vamos a centrar.

#### **2.3.1.1. Clasificación de la contaminación ambiental.**

La composición de la atmósfera no es estática, sino que está determinada por un equilibrio dinámico lo suficientemente delicado, como para que pueda ser vulnerable a cualquier emisión, tanto de origen natural o antropogénicos, capaz de alterar dicho equilibrio.

Aunque exista la creencia de que casi todo lo presente en la atmosfera terrestre (excepto nitrógeno, oxígeno, y unos pocos gases “raros”), procede de las actividades humanas, hay una cierta contaminación de fondo provocada por

procesos naturales. A causa de estos procesos, se emiten a la atmosfera una gran cantidad de productos orgánicos e inorgánicos.

Los contaminantes atmosféricos se clasifican en primarios y secundarios, según sean introducidos directamente en la atmosfera, o procedan de cambios químicos atmosféricos de otros contaminantes.

Los contaminantes atmosféricos primarios son fundamentalmente las formas reducidas y los óxidos de carbono, de azufre y de nitrógeno, los hidrocarburos y las partículas. Estos contaminantes desde el instante que son vertidos a la atmosfera, se encuentran sometidos, en el seno de la misma, a complejos procesos de transporte, mezcla y transformación química, dando lugar bien a sustancias inocuas, bien a los contaminantes atmosféricos secundarios.

A continuación se indican, agrupadas por su composición química, las principales sustancias que son contaminantes en la atmosfera:

### **2.3.1.2. Contaminantes primarios**

- Óxidos de carbono: monóxido y dióxido de carbono: (CO), (CO<sub>2</sub>).
- Compuestos de nitrógeno: amoníaco (NH<sub>3</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>).
- Compuestos de azufre: sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S), dióxido de azufre o anhídrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>) y el trióxido de azufre, o anhídrido sulfúrico (SO<sub>3</sub>) que al reaccionar rápidamente con el agua presente en el aire (nubes, niebla) forma el ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).
- Hidrocarburos: metano, etano, propano, n-butano, n-pentano, i-pentano, etileno, benceno, tolueno.
- Compuestos clorados: hidrocarburos clorados, bifenilspoliclorados y clorofenoxiacidos.
- Metales: considerados como tóxicos (Bi, Be, Cd Sn, Sb, Pb, Hg, Ni).

### **2.3.1.3. Contaminantes secundarios:**

- El smog: mezcla de niebla y humo
- Oxidantes fotoquímicos: ozono ( $O_3$ ) y los nitratos de peroxiacilo.
- Compuestos radiactivos: radionúclidos (Kriptón, Tritio, Uranio, Plutonio.)

Los óxidos de carbono, de azufre y de nitrógeno pueden ser también considerados en algunos casos como contaminantes secundarios, ya que pueden proceder de la oxidación del metano, del ácido sulfhídrico y del amoníaco, respectivamente. Sin embargo, los oxidantes fotoquímicos son siempre contaminantes secundarios, ya que son productos de una reacción química.

Ambos grupos de contaminantes están interrelacionados, ya que los contaminantes proceden de la reacción directa e indirecta de los primarios. Por tanto, cualquier estimación de los efectos de la contaminación atmosférica no debe limitarse a los contaminantes primarios (los que se vierten), sino debe incluir la posible o real presencia de los secundarios. Esto es especialmente importante si se tiene en cuenta que una parte importante de los efectos tóxicos de las situaciones de contaminación atmosférica es debida a los contaminantes secundarios.

### **2.3.1.4. Ciclo de los contaminantes atmosféricos.**

En la atmosfera existe una cierta contaminación de fondo ocasionada por procesos naturales (descomposición de materia orgánica, tormentas, volcanes). Las diversas sustancias que se generan en estos procesos están continuamente degradándose o eliminándose por procesos también naturales (oxidaciones, absorción biológica, sedimentación,..), de modo que existe un equilibrio entre los aportes de sustancias potencial o realmente toxicas, y la eliminación de tales sustancias por mecanismos de autodepuración. No obstante, este equilibrio es muy frágil, ya que los aportes naturales suelen ser pequeños a escala local, y los mecanismos de autodepuración de una zona determinada tienen una capacidad limitada. Por tanto, la intervención del hombre (generando grandes cantidades de contaminación a escala local) es capaz de destruir este equilibrio.

El hombre ha utilizado y está utilizando la atmosfera como un gran verdadero natural, en el que deposita, sobre todo, los residuos generados por la actividad industrial, sin tener en cuenta el impacto físico – químico provocado. El efecto de esta imprudente actitud está amortiguado por los mecanismos de autodepuración implicados en el ciclo natural de los contaminantes, que disminuyen (aunque no siempre eliminan) las sustancias vertidas por el hombre.

Una vez que los contaminantes son vertidos a la atmosfera, entran a formar parte de un conjunto de procesos que constituyen el ciclo de los contaminantes. Estos procesos están encaminados a reducir la concentración de las sustancias toxicas y/o a eliminarlas del ambiente, bien transformándolas a otro medio (el suelo o las masas de agua). Básicamente, este ciclo consiste en:

- La dispersión de los contaminantes, mediante su mezcla y dilución con el aire, siendo transportados por los vientos a otras zonas.
- La transformación química de las sustancias, durante la mezcla y el transporte, en compuestos inocuos o en otras sustancias contaminantes.
- La deposición o devolución de los contaminantes no degradados a la superficie mediante diversos procesos, en los que el agua puede tener un papel importante.

#### **2.3.1.5. Efectos de la contaminación atmosférica.**

Los contaminantes se transmiten por el aire, el suelo y/o el agua, introduciéndose en las cadenas alimenticias a través de las plantas y los animales. Aunque los contaminantes suelen alcanzar los distintos niveles de las cadenas tróficas por un proceso indirecto, mediante el consumo de eslabones contaminados, también pueden llegar a los organismos de forma directa, mediante varios procesos: ingestión, contacto o inhalación.

Los contaminantes se pueden clasificar dependiendo de diferentes aspectos: según los efectos que producen (que dependen a su vez de las dosis de los contaminantes, del tiempo de exposición y del grado de toxicidad de la sustancia),

según la naturaleza de los compuestos, según el organismo o material dañado etc. Las clasificaciones más comunes son:

- El tipo de alteración provocada: asfixiantes, irritación, anestésicos y narcóticos, carcinogénicos, mutagénicos y alérgenos.
- La actividad de la sustancia: tóxicos
- El efecto producido por la sustancia: toxicidad aguda y crónica.
- Analizaremos los efectos que producen estos contaminantes y las consecuencias en la salud animal y humana, en los vegetales y en los materiales.

#### **2.3.1.6. Efectos del Monóxido de Carbono**

Los niveles normales de CO en el aire son inferiores a 100 ppm, concentración a la cual no produce efectos aparentes sobre los seres vivos. Si pueden aparecer problemas a concentraciones superiores, especialmente en los animales que utilizan la hemoglobina como pigmento respiratorio, como los vertebrados y algunos invertebrados (gusanos, arácnidos, crustáceos e insectos). En el hombre, los efectos del CO sobre la salud se originan cuando la hemoglobina reacciona con el CO formando un compuesto llamado carboxihemoglobina COHb, de ahí que sus efectos se estudian generalmente en términos de porcentaje de COHb en la sangre.

Los niveles de CO en la sangre están influenciados por factores ambientales como la localización geográfica y las condiciones meteorológicas de la zona, y fundamentalmente, por factores personales, entre los que destacan: los hábitos personales (consumo de tabaco), tipo de ocupación laboral y la actividad física que se realice, evitando locales cerrados.

#### **2.3.1.7. Efectos de los Óxidos de Nitrógeno**

Los dos óxidos más peligrosos son el NO<sub>2</sub> (forma tóxica) y el NO (mucho menos tóxicos, pero es capaz de oxidarse para dar NO<sub>2</sub>). En los animales, el NO<sub>2</sub> actúa sobre el tracto respiratorio, pero en las concentraciones en que se encuentra normalmente en la atmósfera no produce tan siquiera irritación de las mucosas.

Dependiendo de sus concentraciones, la secuencia de efecto que produce es: pérdida de percepción olfativa, irritación nasal, dificultades respiratorias, dolores respiratorios agudos, edema pulmonar, en casos extremos, muerte.

En las plantas los daños causados consisten en cambios en la pigmentación de la hoja, procesos necróticos localizados o generalizados produciendo un aumento de la caída de las hojas, con repercusiones en el crecimiento de la planta y en los frutales una reducción del rendimiento.

Respecto a los materiales, destacan dos efectos, importantes: pérdida de color en los textiles por la reacción de los óxidos de nitrógeno con los polímeros de los tejidos o con los tintes que llevan, y fallos en la tensión de las líneas telefónicas y tendidos eléctricos por corrosión.

#### **2.3.1.8. Efectos de los Óxidos de Azufre**

Al ser compuesto fácilmente solubles (tienen mucha afinidad por el agua), sus efectos se dejan notar con más intensidad en las estructuras húmedas de los animales (mucosas, ojos, boca y parte superior de los sistemas respiratorios) ya que al solubilizarse enseguida, no pasan a zonas más profundas.

En el caso del hombre, los efectos que provoca son: aparición de molestias centrados en el córtex cerebral, sabores extraños en la boca por disolución en la saliva, umbral para reconocimiento de olores, irritación de garganta y ojos, irritación del tracto respiratorio causando tos inmediata, posible aparición de quemaduras en individuos sensibles.

El efecto sobre las plantas depende, al igual que con los óxidos de nitrógeno, de la especie considerada y de la concentración, la fuerte bajada del pH en las áreas afectadas origina la necrosis de la zona adquiriendo un tono blanquecino o cremoso.

Los daños que ocasionan los óxidos de azufre sobre los materiales son debido al ácido sulfúrico que se produce a partir del  $\text{SO}_2$  que se diluye en agua. Sus efectos se producen por la aceleración de los procesos de corrosión, causando daños estructurales.

### **2.3.1.9. Efectos del Ozono**

La función a escala planetaria del ozono, es la de actuar en la estratósfera como un filtro de la radiación ultravioleta, permitiendo la vida en la superficie.

En la tropósfera, el ozono es un compuesto raro, ya que se encuentra en concentraciones normalmente muy bajas; reacciona rápidamente con otras sustancias, desapareciendo. En concentraciones inferiores a 0,2 partes por millón (ppm), es un compuesto inocuo para los seres vivos, desarrollando incluso una función beneficiosa, ya que gracias a su alto poder oxidante es capaz de destruir o mineralizar un gran número de compuestos orgánicos presentes en el aire. En esto se basa la utilización de los ozonizadores, que producen ozono a niveles suficientes para conseguir la depuración ambiental en locales cerrados.

En los animales, y considerando como ejemplo al hombre, el ozono empieza a tener efectos apreciables cuando su concentración supera las 0,2 ppm, produciendo irritación de nariz y garganta, fatiga y falta de coordinación en individuos susceptibles y edemas pulmonares.

Respecto a las plantas, las lesiones más visibles son las manchas blancas, claras o punteadas que se observan sobre el haz de las hojas. Sin embargo los daños más importantes afectan al crecimiento o a la reproducción de la planta, reduciendo las cosechas y la calidad del producto.

El ozono es también perjudicial para los materiales que presentan polímeros orgánicos (caucho, fibras naturales y sintéticas, pinturas, objetos de plástico), debido a los procesos de oxidación que produce.

### **2.3.1.10. Efecto de los Hidrocarburos y de los Oxidantes**

#### **Fotoquímicos.**

Los hidrocarburos y los demás oxidantes fotoquímicos solo presentan un efecto apreciable sobre los seres vivos. En los animales, los hidrocarburos alifáticos (de cadenas no cíclicas) no producen ningún efecto nocivo, a las concentraciones a las que se encuentran normalmente en la atmosfera. Para que tuvieran efectos tóxicos, deberían encontrarse en concentraciones ciento o miles de veces superiores. Por el

contrario, los hidrocarburos aromáticos (de cadenas cíclicas) constituyen una amenaza mucho mayor, ya que son muy irritantes para las mucosas y pueden causar lesiones sistemáticas (generalizadas) al ser inhalados, con resultado de muerte si la exposición es prolongada o la concentración es muy alta.

Respecto a la vegetación, los hidrocarburos pueden tener efectos tóxicos, consistentes en daños foliares y florales, inhibiendo su crecimiento. Las sustancias más peligrosas son la oxidantes fotoquímicos. Los nitratos de peroxiacilo (NPA) pueden producir daños a las concentraciones a las que se encuentran en una atmosfera no excesivamente contaminada, siendo las plantas más sensibles a una concentración de 0,01 ppm de NPA.

#### **2.3.1.11. Efecto del material particulado**

El efecto dañino que producen las partículas en los animales depende de la toxicidad de las mismas, y del grado de penetración en los sistemas respiratorios, que a su vez depende exclusivamente del tamaño de la partícula. La toxicidad debida a la propia partícula depende de muchos factores, algunos debidos al efecto físico de obstrucción y otros debido a su composición química, sin embargo hay que tomar en cuenta que las partículas que tienen el menor diámetro son las más peligrosas.

Los daños que las partículas producen en los vegetales son, fundamentalmente de tipo físico, directo, por recubrimiento de superficies y obstrucción del paso de la radiación solar, como también el intercambio de gases.

El problema con los materiales es similar al de las plantas. Cuando las partículas transportadas por el viento se depositan, pueden dañar los materiales recubiertos, causando la corrosión debilitando o destruyendo el material, lo que obliga a procesos de limpieza.

Un problema específico de las partículas es su efecto sobre la visibilidad y la radiación solar total. Tanto las partículas como las líquidas absorben y dispersan la luz; por tanto, a mayor cantidad de partículas en el aire. Menos es la visibilidad

#### **2.3.1.12. Efectos de los Metales**

Excepto el plomo, el resto de los materiales solo son motivo de preocupación para el hombre y los animales que viven en las proximidades de las fuentes de emisión, y para las personas que trabajan en actividades relacionadas con la metalurgia. El plomo es una excepción debido a que la gran diversidad de fuentes antropogénicas (vehículo, calefactores) aumenta considerablemente su concentración en el ambiente.

Los efectos más importantes de algunos de los metales presentes (mercurio, plomo, arsénico, cadmio, cobre) considerados como contaminantes atmosféricos son: fatiga, dolor de cabeza, artritis, temblores, pérdida de memoria, problemas digestivos, anemias, degeneración del tejido nervioso, desequilibrio emocional y mental, irritabilidad, depresión, etc.

Los efectos de los metales en las plantas se pueden diferenciar dependiendo de si son esenciales para sus procesos metabólicos (magnesio, hierro, cobre, zinc, molibdeno y boro), beneficiosos si estimulan su crecimiento y desarrollo (níquel, cromo, vanadio y cobalto entre otros); y tóxicos cualquiera de los metales beneficiosos, y muchos de los esenciales, cuando están por encima de una concentración crítica.

La contaminación por efecto de los metales pesados se produce desde el suelo, por lo que las plantas responden con una significativa reducción del crecimiento de la raíz, siendo este órgano el de máxima acumulación.

#### **2.3.1.13. Efecto de la Radiactividad**

Cuando se produce una reacción nuclear, o cuando un átomo radiactivo se fusiona, se produce la emisión de partículas y energía que en conjunto constituyen la radiactividad. Los seres vivos se encuentran expuestos a la radiación natural procedentes de la atmósfera (debido a la radiación ionizante procedente del sol, al viento cósmico, o a la entrada de meteoritos o sustancias radiactivas) de la corteza terrestre (incluyendo aquí los materiales de construcción que pueden ser isótopos

radiactivos); y del propio cuerpo, debido a la absorción, gestión y/o inhalación de elementos radiactivos que se incorporan a los tejidos.

El hecho de vivir en un ambiente de radiactividad “de fondo ha hecho que los organismos desarrollen adaptaciones como es la de generación del código genético, los mecanismos de reparación de ADN, o el control de las células tumorales. Sin embargo cuando los niveles de radiactividad son superiores a, los normales, las alteraciones pueden ser más intensas o producirse a un ritmo mayor a que, puedan ser controladas dando como resultado la aparición de tumores cancerígenos y alteraciones genéticas.

De todos los materiales radiactivos producidos por el hombre, el plutonio es el más toxico; se trata de un potente emisor de partículas de la que es fácil protegerse cuando proceden de un foco externo; pero si estas partículas llegan a incorporarse al organismo, los efectos son desastrosos.

#### **2.3.1.14. Efectos Regionales**

La actividad humana ha provocado cambios en la atmosfera, siendo los efectos más latentes los que se producen en el medio urbano. Estos efectos consisten en: las variaciones en la composición atmosférica (cantidad de vapor de agua y variaciones en los niveles de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, partículas y compuestos nuevos); modificaciones del equilibrio térmico producida por la elevada generación interna (vehículos, calefacciones); variaciones en la circulación del aire debida a la generación de brisas urbanas contaminantes; variaciones en la nubosidad debido a la presencia de partículas (núcleos de condensación) y a las variaciones en la humanidad relativa y los patrones de circulación del aire.

La conjunción de todos estos factores puede llevar a la formación del smog, cuyos efectos más importantes se producen sobre la salud y los materiales. Por estos motivos, este tipo de nieblas contaminantes son socialmente inaceptables; sin embargo, la importancia de las ciudades como zona de poblamiento del hombre, y la mayor complejidad de los compuestos que se liberan en ella,

convierten a la contaminación urbana en uno de los principales problemas de la contaminación atmosférica.

#### **2.3.1.15. Efecto Invernadero**

Es un fenómeno geofísico que permite la existencia de la vida en nuestro planeta tal y como la conocemos. El componente responsable del efecto invernadero es el CO<sub>2</sub>. Se ha calculado que la concentración de este gas durante la última época glacial fue de unas 200ppm, aumentando a 270 ppm durante la desglaciación. Esta cantidad se mantuvo hasta comienzos de la revolución industrial, a mediados del siglo XIX. Desde entonces, y debido al progresivo aumento en el uso de combustibles fósiles y a la deforestación, la cantidad de CO<sub>2</sub> ha ido paulatinamente en aumento, por lo que se entraña la predicción del alcance en el incremento del calentamiento de la atmosfera.

El incremento de los niveles de CO<sub>2</sub>, de partículas y de diversos gases (metano, óxidos de nitrógeno y azufre) lleva a un progresivo calentamiento de la atmosfera, al aumentar la cantidad de energía que es absorbida en su seno.

Esta mayor temperatura permite que sea también mayor la cantidad de vapor de agua presente, que también absorbe la radiación solar y contribuye al calentamiento global. Se trata por tanto, de un circuito autoalimentado: más calor significa más vapor de agua, y más vapor significa más calor.

#### **2.3.1.16. Efecto de las Lluvias Acidas**

La lluvia se clasifica como acida cuando las sustancias disueltas en las gotas de agua bajan pH por debajo de su valor normal. La deposición húmeda es el principal mecanismo de transporte de estas sustancias de la atmosfera a la superficie, pero también pueden ser eliminadas del aire mediante la deposición seca. Dado que el efecto final es el mismo (acidificación del sustrato-tierra o agua), ambas deposiciones suelen ser implícitamente incluidas en el término “lluvia ácida”.

Este es un fenómeno muy divulgado y generalizado a escala global, pues se producen en las selvas tropicales por la quema de biomasa que libera gran

cantidad de óxidos de nitrógeno, lo que contraviene la idea de un origen exclusivamente industrial, se encuadran en un fenómeno de mayor escala conocido como “deposición de contaminantes atmosféricos”, que consiste en la transferencia de los mismos desde la atmosfera al suelo y al agua.

El efecto perjudicial de la lluvia ácida no depende sólo del pH de la precipitación, sino de la capacidad de la superficie receptora para neutralizar las sustancias ácidas. En este sentido, la respuesta es distinta según se trate de terrenos o de masas de agua. En ambos casos, esta capacidad depende de la composición del sustrato (el suelo, el lecho de los lagos, o las zonas por donde pasen las aguas que los alimentan).

La lluvia ácida en tierra afecta a los suelos, aunque los daños no suelen ser importantes, debido a la gran cantidad de sustancias presentes en ellos que pueden neutralizar los ácidos. Sin embargo, es más importante la lluvia ácida sobre las masas de agua, ya que las sustancias disueltas en estas tienen una limitada capacidad de neutralización respecto a los suelos, derivada de su presencia en menor cantidad. Como resultado, el proceso de acidificación es mucho más rápido en el agua que en tierra.

#### **2.3.1.17. Variaciones en la Capa de Ozono**

El “agujero de la capa de ozono” fue descubierto en los años 70, cuando se observó que la concentración del ozono en la primavera austral descendió en un 30% con respecto a años anteriores. Este descenso se fue asentando en años sucesivos, hasta llegar a la situación actual, en que hay una región en la que la concentración de ozono es prácticamente nula.

Existe una gran seguridad en la comunidad científica internacional sobre las causas del fenómeno, que se atribuyen fundamentalmente a unos “gases traza” de clorofluorocarbonos (CFCs) o halocarbonos. Se trata de unos compuestos sencillos, de fácil obtención, de vida muy larga por ser prácticamente inertes en la baja atmosfera, no tóxicos y con propiedades propelentes, espumantes, refrigerantes y disolventes. En suma, compuestos extraordinarios desde el punto

de vista industrial y doméstico que han alcanzado tal éxito que son usados en todo el mundo.

El problema que presentan es que se difunden muy bien por la baja atmosfera y alcanzan la atmosfera donde sus moléculas son rotas por la radiación ultravioleta, liberando el cloro que se comporta como catalizador de la reacción de disociación del ozono en oxígeno atómico y molecular. Un solo átomo de cloro puede catalizar la descomposición de miles de moléculas de ozono. Las consecuencias pueden ser desastrosas, pues el ozono estratosférico actúa como un escudo protector de la radiación ultravioleta, especialmente la B, de ahí que se haya adoptado el Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono y el Protocolo de Montreal, relativo este último a las sustancias que agotan la capa de ozono.

#### **2.3.1.18. El Problema Nuclear**

Los efectos de la radiactividad no solo afectarían directamente a los organismos, sino también indirectamente sobre el medio atmosférico, produciendo alteraciones en el ambiente radiactivo, y, teóricamente también modificaciones climáticas y una reducción de la cantidad de ozono.

Los efectos en el ambiente radiactivo, tienen como origen en los radioisótopos desprendidos de las nubes radioactivas generadas en las explosiones nucleares. De estos isótopos, los más perjudiciales son los causantes de la radiación  $\gamma$ , y también los que han entrado en los organismos, dando lugar a una radiación interna. Los isótopos liberados en una detonación nuclear pueden permanecer más o menos tiempo en la atmosfera, dependiendo de la altura que alcancen y de la propia naturaleza (gases o partículas). Las partículas más grandes no tardan en caer al suelo, en las proximidades del punto de la explosión, mientras que las partículas más pequeñas y los gases radiactivos pueden llegar a penetrar en la Estratosfera y permanecer en ella durante meses o años.

El efecto sobre el clima de las explosiones nucleares no sería debido tanto a la radiactividad como si a la gran energía que se libera en ellas. A consecuencia de

las explosiones nucleares en superficie o de los incendios causados por ellas, grandes cantidades del humo, hollín y partículas son introducidas en la atmosfera. El resultado de una guerra nuclear, o al menos, de varias explosiones superficiales, afectara en gran medida al clima, causando el denominado “invierno nuclear” el humo denso solo permitiría el paso de una porción de la energía solar (3-5%), descendiendo la temperatura superficial. El resultado sería una alteración del equilibrio energético Tierra – espacio, variaciones en la distribución vertical de temperaturas en la atmosfera e importantes efectos meteorológicos.

Respecto a los efectos sobre la capa de ozono, se produciría su disminución debido al incremento de la concentración de los óxidos de nitrógeno estratosférico (procedente de incendios), y al aumento de la temperatura como consecuencia del aumento de la absorción de la radiación solar provocada por el aumento de la cantidad de oxígenos de nitrógeno y de partículas.

## **2.4. Fundamento legal**

### **2.4.1. Marco legal e institucional.**

Se tomará el marco legal e institucional vigente que rodea al tema propuesto, sea éste lo concerniente a leyes, normas, reglamentos, convenios o instructivos, que respaldan la realización del estudio.

### **2.4.2. Constitución de la República del Ecuador**

Publicada en el Registro Oficial No. 449 del 20 de octubre del 2008, es la norma fundamental que contiene los principios, derechos y libertades de quienes conforman la sociedad ecuatoriana y constituye la cúspide de la estructura jurídica del Estado. Esta constitución, en lo relacionado al tema de esta investigación, contiene los artículos que a continuación se describen:

**Art. 14.-**Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir (Sumak Kawsay). Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio

genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

**Art. 15.-**El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

**Art. 73.-**El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales.

**Art. 276.-**El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos:

1.- Mejorar la calidad y esperanza de vida y aumentar las capacidades y potencialidades de la población, en el marco de los principios y derechos que establece la Constitución.

2.- Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable, que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.

**Art. 395.-**La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1.- El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y

la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

2.- Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.

3.- El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

4.- En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

**Art. 396.-**El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas. Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios, asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente. Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles.

**Art. 397.-**En caso de daños ambientales, el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las

condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental.

Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

1.- Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva en materia ambiental, incluyendo la posibilidad de solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental materia de litigio. La carga de la prueba sobre la inexistencia de daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado.

2.- Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.

3.- Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente.

4.- Asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estará a cargo del Estado.

5.- Establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad.

**Art. 398.-**Toda decisión o autorización estatal que pueda afectar al ambiente, deberá ser consultada a la comunidad, a la cual se informará amplia y oportunamente. El sujeto consultante será el Estado. La ley regulará la consulta previa, la participación ciudadana, los plazos, el sujeto consultado y los criterios de valoración y de objeción sobre la actividad sometida a consulta.

El Estado valorará la opinión de la comunidad, según los criterios establecidos en la ley y los instrumentos internacionales de derechos humanos. Si del referido proceso de consulta resulta una oposición mayoritaria de la comunidad respectiva, la decisión de ejecutar o no el proyecto será adoptada por resolución debidamente motivada de la instancia administrativa superior correspondiente de acuerdo con la ley.

**Art. 399.-** El ejercicio integral de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza.

**Art. 414.-**El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo.

#### **2.4.3. Ley de Gestión Ambiental, codificación 19**

La presente Ley establece los principios y directrices de política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, donde se hacen referencia los siguientes artículos:

**Art. 4.-**Los reglamentos, instructivos, regulaciones y ordenanzas que, dentro del ámbito de su competencia, expidan las instituciones del Estado en materia ambiental, deberán observar las siguientes etapas, según corresponda: desarrollo de estudios técnicos sectoriales, económicos, de relaciones comunitarias, de capacidad institucional y consultas a organismos competentes e información a los sectores ciudadanos.

**Art. 9.-**Le corresponde al Ministerio del ramo:

j) Coordinar con los organismos competentes, los sistemas de control para la verificación del cumplimiento de las normas de calidad ambiental referentes al aire, agua, suelo, ruido, desechos y agentes contaminantes.

k) Definir un sistema de control y seguimiento de las normas y parámetros establecidos y del régimen de permisos y licencias, sobre actividades potencialmente contaminantes y la relacionada con el ordenamiento territorial;

m) Promover la participación de la comunidad en la formulación de políticas y en acciones concretas que se adopten para la protección del medio ambiente y manejo racional de los recursos naturales.

**Art. 23.-**La evaluación del impacto ambiental comprenderá:

La estimación de los efectos causados a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada.

**Art. 33.-**Establécense como instrumentos de aplicación de las normas ambientales los siguientes: parámetros de calidad ambiental, normas de efluentes y emisiones, normas técnicas de calidad de productos, régimen de permisos y licencias administrativas, evaluaciones de impacto ambiental, listados de productos contaminantes y nocivos para la salud humana y el medio ambiente, certificaciones de calidad ambiental de productos y servicios y otros que serán regulados en el respectivo reglamento.

#### **2.4.4. Ley de prevención y control de la contaminación ambiental**

Codificación 20, Registro Oficial Suplemento 418 del 10 de Septiembre de 2004, menciona en sus artículos:

**Art. 1.-**Queda prohibido expeler hacia la atmósfera o descargar en ella, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, contaminantes que, a juicio de los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, puedan perjudicar la salud y vida humana, la flora, la fauna y los recursos o bienes del estado o de particulares o constituir una molestia.

**Art. 2.-**Para los efectos de esta Ley, serán consideradas como fuentes potenciales de contaminación del aire:

Las artificiales, originadas por el desarrollo tecnológico y la acción del hombre, tales como fábricas, calderas, generadores de vapor, talleres, plantas termoeléctricas, refinerías de petróleo, plantas químicas, aeronaves, automotores y similares, la incineración, quema a cielo abierto de basuras y residuos, la explotación de materiales de construcción y otras actividades que produzcan o puedan producir contaminación; y,

Las naturales, ocasionadas por fenómenos naturales, tales como erupciones, precipitaciones, sismos, sequías, deslizamientos de tierra y otros.

**Art. 3.-**Se sujetarán al estudio y control de los organismos determinados en esta Ley y sus reglamentos, las emanaciones provenientes de fuentes artificiales, móviles o fijas, que produzcan contaminación atmosférica. Las actividades tendientes al control de la contaminación provocada por fenómenos naturales, son atribuciones directas de todas aquellas instituciones que tienen competencia en este campo.

**Art. 4.-**Será responsabilidad de los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, en coordinación con otras Instituciones, estructurar y ejecutar programas que involucren aspectos relacionados con las causas, efectos, alcances y métodos de prevención y control de la contaminación atmosférica.

**Art. 5.-** Las instituciones públicas o privadas interesadas en la instalación de proyectos industriales, o de otras que pudieran ocasionar alteraciones en los sistemas ecológicos y que produzcan o puedan producir contaminación del aire, deberán presentar a los Ministerios de Salud y del Ambiente, según corresponda, para su aprobación previa, estudios sobre el impacto ambiental y las medidas de control que se proyecten aplicar.

#### 2.4.5. Normas de emisiones.

**Art. 1.-** El presente reglamento establece las normas generales de emisiones para fuentes fijas de combustión y los Métodos Generales de Medición, el mismo que tendrá vigencia en todo el territorio nacional y será de obligatorio cumplimiento para todas las personas naturales y jurídicas.

**Art. 2.-**El ministerio de salud o su delegado controlará y supervisará, el cumplimiento de las Normas de Emisiones de las descargas hacia la atmósfera producidas por las fuentes fijas de combustión existente.

**Art. 3.-**Las Normas de Emisiones a la atmósfera de partículas, monóxido de carbono, bióxido de azufre, bióxido de nitrógeno, provenientes de combustión de diesel en fuentes fijas son:

<b>Contaminantes:</b>	<b>Normas de Emisión KG/m<sup>3</sup> a</b>
Partículas	0.50
Monóxido de carbono	0.60
Bióxido de azufre	12.00
Bióxido de nitrógeno b	3.00

Notas: a) Kilogramo de contaminantes por cada metro cubico de diesel consumido a 298 K. (25 °C)

b) Los óxidos de nitrógenos expresados como bióxido de nitrógeno

**Art. 4.-**Las normas de emisión a la atmosfera establecida en el artículo anterior, podrán rebasarse en caso de operaciones de arranque o soplado del equipo de combustión, siempre y cuando no excedan de periodos mayores de 10 minutos y éstos no se presenten más de dos veces al día.

**Art. 5.-**Las normas de emisión a la atmósfera de partículas, monóxido de carbono, bióxido de azufre y óxido de nitrógeno, provenientes de procesos de combustión de gas licuado de petróleo (GLP) en fuentes fijas son:

<b>Contaminantes:</b>	<b>Normas de Emisión KG/10<sup>6</sup>m<sup>3</sup> a</b>
Partículas	100
Monóxido de carbono	300 <sub>c</sub> 400 <sub>d</sub>
Bióxido de azufre	10
Bióxido de nitrógeno b	1000 <sub>c</sub> 6000 <sub>d</sub>

Nota: a) Kilogramo de contaminantes por cada millón de m<sup>3</sup> de Gas Licuado de petróleo consumido a un Kg /cm<sup>2</sup> (98060 Pa) y 298 K (25°C)

b) Los óxidos de nitrógenos expresados como Bióxido de nitrógeno

c) Para equipos de combustión de capacidad menor o igual a 106x10<sup>9</sup>joules/h

d) Para equipos de combustión de capacidad mayor a 106x10<sup>9</sup>joules/h

**Art. 6.-**Las normas de emisión a la atmósfera establecidas en el artículo anterior, podrán rebasarse en caso de operaciones de arranque o soplado del equipo de combustión siempre y cuando no excedan de periodos mayores de 10 minutos y no se presenten más de dos veces al día.

**Art. 7.-**Las normas de emisión a la atmosfera de partículas, monóxido de carbono, bióxido de azufre y óxido de nitrógeno, provenientes de procesos de combustión de bunker en fuentes fijas son:

<b>Contaminantes:</b>	<b>Normas de Emisión KG/10<sup>6</sup>m<sup>3</sup> a</b>
Partículas	2.20
Monóxido de carbono	0.60
Bióxido de azufre	35.00
Bióxido de nitrógeno b	6.00 <sub>c</sub> 7.50 <sub>c</sub>

Nota: a) Kilogramo de contaminantes por cada metro cúbico de diesel consumido a 298 K. (25 °C).

b) Los óxidos de nitrógenos expresados como bióxido de nitrógeno

c) Para equipos de combustión de capacidad menor o igual a 106x109 joules/h

d) Para equipos de combustión de capacidad mayor a 106x109 joules/h

**Art. 8.-** Las normas de emisión a la atmósfera establecida en el artículo anterior, podrán rebasarse en caso de operaciones de arranque o soplado del equipo de combustión siempre y cuando no excedan de periodos mayores de 10 minutos y éstos no se presenten más de dos veces al día.

**Art. 8.-** En lo referente a emisiones en equipos de combustión con capacidad mayor a 106x109 joule/h, las normas de emisión podrán rebasarse en casos de operaciones de arranque de los equipos de combustión, siempre que no excedan periodos de 7 horas y éstos no se presenten más de tres veces al año. Durante este periodo, la capacidad de las emisiones a la atmósfera no deberá ser mayor en promedio por hora, que la establecida en la carta N° 2 de Ringelman

## **2.5. Hipótesis.**

Si se utiliza una mezcla de combustibles fósiles del 50 % de diesel y el 50 % de bunker para la generación de vapor, se disminuirá la concentración de emisiones emitidas a la atmósfera, en la ciudad de Montecristi.

## **CAPITULO III**

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo de investigación**

##### **3.1.1. Método Inductivo**

Este método tiene como propósito distinguir cuatro pasos esenciales: la observación de los hechos para su registro, la clasificación y el estudio de estos hechos, la derivación inductiva que parte de los hechos y permite llegar a una generalización y la contrastación.

Esto supone que tras una primera etapa de observación, análisis y clasificación de los hechos, se logra postular una hipótesis que brinda una solución al problema planteado. Una forma de llevar a cabo el método inductivo es proponer, mediante diversas observaciones de los sucesos u objetos en estado natural, una conclusión que resulta general para todos los eventos de la misma clase.

##### **3.1.2. Método exploratorio.**

Es la que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado y nos conduce al planteamiento de una hipótesis: cuando se desconoce al objeto de estudio resulta difícil formular hipótesis acerca del mismo. La función de la investigación exploratoria es descubrir las bases y recabar información que permita como resultado del estudio, la formulación de una hipótesis. Las investigaciones exploratorias son útiles por cuanto sirven para familiarizar al investigador con un objeto, que hasta el momento le era totalmente desconocido.

### 3.1.3. Método experimental.

En el método experimental, el investigador manipula una o más variables de estudio, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas. Dicho de otra forma, un experimento consiste en hacer un cambio en el valor de una variable (variable independiente) y observar su efecto en otra variable (variable dependiente). Esto se lleva a cabo en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular

### 3.2. Población y muestra.

La población o universo es un conjunto de elementos que presentan una característica en común<sup>6</sup>, y la totalidad de elementos a investigar, cuando la población es muy grande a menudo es imposible o poco práctico observar la totalidad de los individuos, en lugar de examinar el grupo entero llamado población o universo, se examina una pequeña parte del grupo denominada muestra que sean lo más representativo del total de la población que contengan las características del estudio a realizar. Estos son empleados de La Fabril S.A, y comunidad del sector Los Ángeles.

**Muestreo Casual:** Este muestreo se trata de un proceso en el que el investigador selecciona directa o intencionalmente los individuo de la población, y los elementos que conforman la muestra y quienes son investigados son entes de fácil acceso, es decir se los puede localizar en cualquier momento cumpliendo sus actividades, entre los que están empleados de la Fabril S.A, y habitantes de la ciudadela Los Ángeles, para efectos estadísticos una de las herramientas más efectivas de que se dispone para elegir una buena muestra es que esta sea elegida al azar [Siegel 1988], debido a que se requiere que la muestra represente de la mejor forma a toda la población.

**Determinación del tamaño de la muestra:** Es importante determinar el tamaño adecuado de una muestra y no se debe actuar con ligereza, por cuanto si se toma

---

<sup>6</sup> Cadenas 1974

una muestra más grande de lo necesario se puede desperdiciar un recurso, igual si la muestra es pequeña a menudo nos lleva a tener resultados sin uso práctico.

**Muestra:** Empleados de La Fabril S.A y la comunidad de Los Ángeles de la Ciudad de Montecristi.

Cuando conocemos el tamaño de la población determinamos el tamaño de la muestra por medio de la siguiente formula.

$$n = \frac{z^2 \times P \times Q \times N}{Z^2 \times P \times Q + Ne^2}$$

Dónde:

n= Tamaño de la muestra.

Z= Nivel de confiabilidad.  $0,95\% = 0,95\% / 2 = 0,4750 = 1,96$

P = Probabilidad de ocurrencia. 0,5

Q = Probabilidad de no ocurrencia  $1 - 0,5 = 0,5$

N = Población del sector.4500 (habitantes y empleados)

e = Error de muestreo 0,05 (5%).

**Muestra población:**

$$n = \frac{(1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5 \times 4500}{(1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5 + 4500(0.05)^2}$$

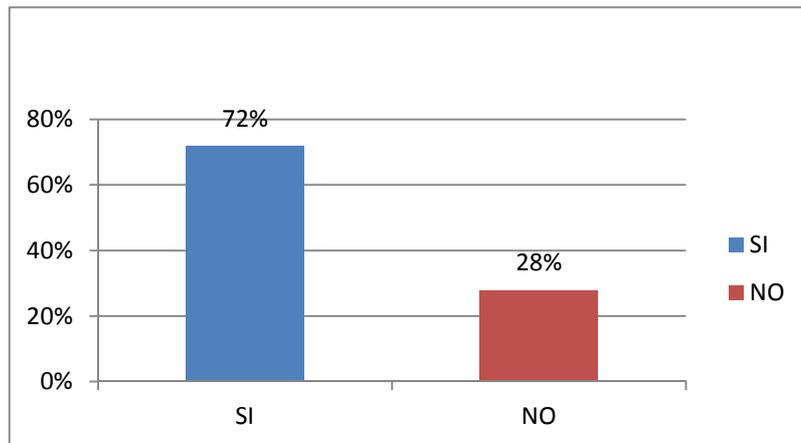
$$n = \frac{4321.8}{12.21}$$

$$n = 354$$

Resultado de la muestra 354

**1.- ¿Sabe Ud. Cuáles son las principales actividades de la industria La Fabril S.A.?**

Grafico #2: Conocimiento de la población sobre las actividades de la Fabril S.A

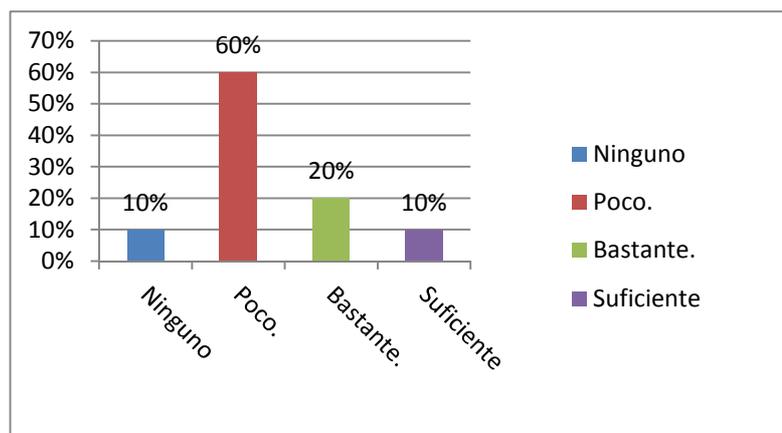


Fuente: Carlos Moreira.

De acuerdo a los resultados obtenidos de las encuestas realizadas para determinar si la población tiene conocimiento de las principales actividades de la industria la Fabril S.A el 72 % de las personas encuestadas conocen las actividades de esta industria y un 28 % no tiene conocimiento de estas actividades.

**2.- ¿Qué nivel de conocimiento tiene Ud.? Sobre los contaminantes emitidos a la atmosfera por la industria la Fabril S.A producto de la quema de combustible.**

Grafico #3: Conocimiento de la población sobre las emisiones atmosférica de La Fabril S.A.



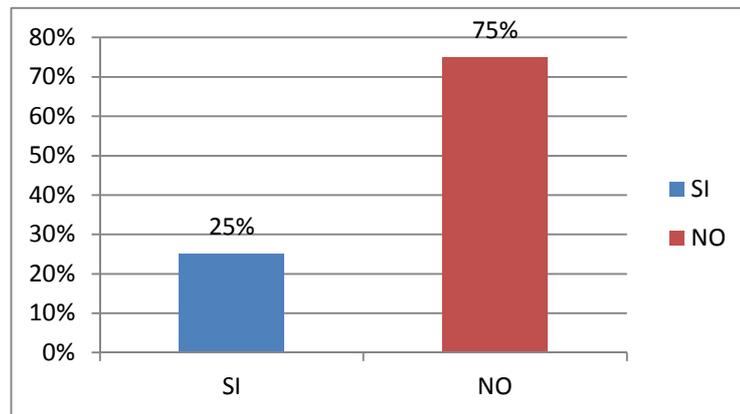
Fuente: Carlos Moreira.

Al ser encuestadas 354 personas sobre el nivel de conocimiento que tienen acerca de los principales contaminantes que son emitidos a la atmosfera por la actividad

industrial de La Fabril S.A el 60 % de la población desconoce de cuáles son estos contaminantes.

### 3.- Sabe Ud. ¿Qué enfermedades producen en las personas los contaminantes atmosféricos;

Grafico #4: Conocimiento de la población sobre las enfermedades que producen los contaminantes atmosféricos.

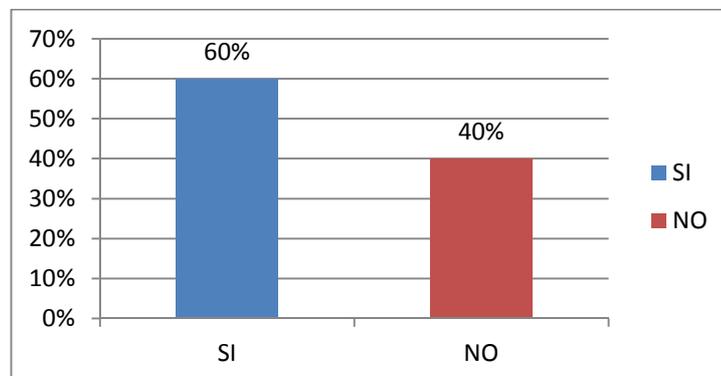


Fuente: Carlos Moreira.

Al ser consultadas las Habitantes del sector los Ángeles y empleados de la Fabril S.A. si conocen que enfermedades producen los contaminantes atmosféricos el 75 % de la población no tienen conocimiento sobre este tema de vital importancia,

### 4.- ¿Ha presentado alguna enfermedad o infecciones respiratorias en los últimos dos años?

Grafico #5: Porcentaje de Patología respiratoria presentada en los 2 últimos años en Habitantes de los Ángeles.

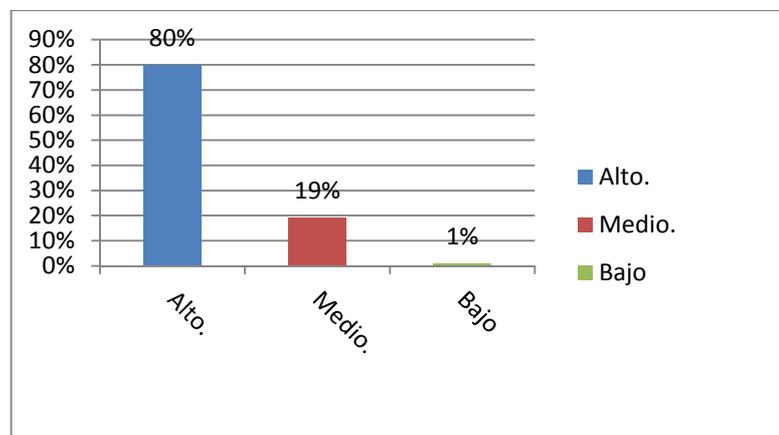


Fuente: Carlos Moreira.

El 60 % de las personas encuestadas coinciden en que las enfermedades más frecuentes que se presentan en este sector son las enfermedades de tipo respiratorio, mientras que el 40 % restante no han presentado enfermedad respiratoria alguna.

**5.- ¿Qué impacto económico considera Ud. existe con la presencia de la Fabril S.A en el sector de Los Ángeles?**

Grafico #6: Impacto económico que genera la Fabril S.A.

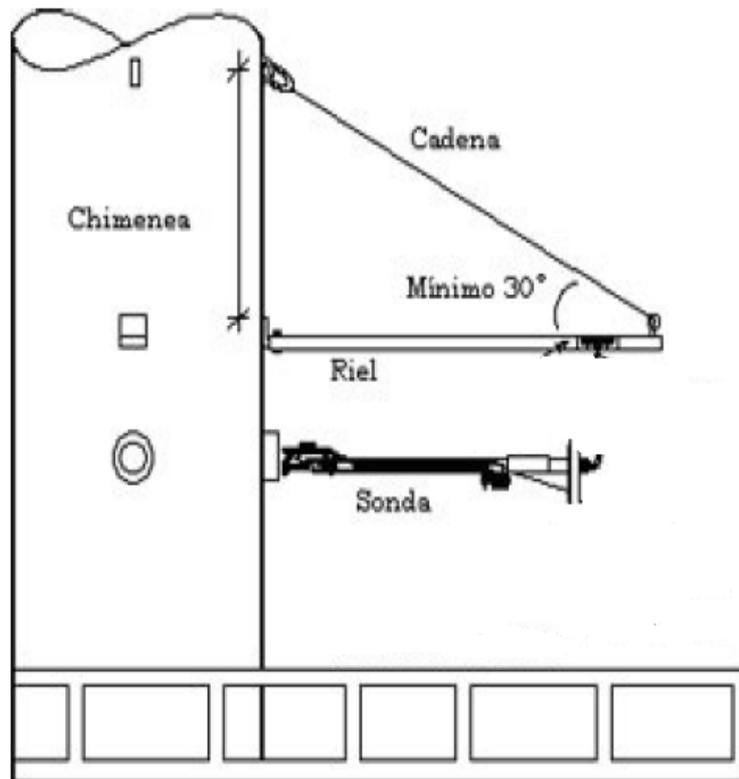


**Fuente:** Carlos Moreira

Al consultar sobre el impacto económico que se tiene en este lugar el 80 % de las personas encuestadas sostiene que es alto debido al número de empleados que tiene LA Fabril S.A y a los sectores comerciales que se encuentran en los alrededores de La industria.

Para esta investigación también se considerara como objeto de estudio, a los 4 calderos para generar vapor a partir de la combustión del fuel oíl # 6. Las muestras para determinar la calidad y cantidad de los gases que se emiten a la atmósfera, serán tomadas de las chimeneas de cada uno de los calderos durante 4 semanas consecutivas, tomando 1 muestra por semana representando un total de 16 muestras.

Grafico #7: Plataforma para Muestreo



Fuente: Método EPA 1

### 3.3. Técnicas de investigación

En el presente trabajo se realizarán las siguientes modalidades de investigación

#### 3.3.1. Investigación documental bibliográfica.

Es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítico e interpretación, de datos secundarios; es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, tiene como propósito el aporte de nuevos conocimientos.

### **3.3.2. Investigación de campo.**

Tiene como propósito la recolección de datos primarios, los cuales son obtenidos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos sin manipular o controlar ninguna variable, y los datos secundarios que son los que provienen de fuentes bibliográficas, a partir de los cuales se construye el marco teórico.

### **3.3.3. Investigación experimental o de laboratorio.**

Es el estudio en el cual se manipula la variable independiente para observar los efectos en variable dependiente, con el propósito de precisar la relación causa-efecto.

En este estudio se consideran por lo general la validez interna y externa.

Validez interna: Consiste en garantizar que los efectos o resultados sean producto de la variable independiente o tratamiento y no de otros factores que han debido ser controlados.

Validez externa: se refiere a la posibilidad de generalizar o extender los resultados a otros casos y en otras condiciones.

Para desarrollar la investigación, se utilizó en primera instancia la investigación bibliográfica documental, para fortalecer el marco teórico basado en estudios ya realizados, posteriormente se utilizará la investigación de campo para la recolección de información y determinar los principales contaminantes que emite a la atmósfera La Fabril S.A, y posteriormente, se ejecutó la investigación experimental o de laboratorio, para evaluar la calidad y cantidad de contaminantes que se emiten a la atmósfera, para establecer propuestas de solución a la problemática

### 3.4. Operacionalización de las variables

#### 3.4.1. Definición de variable.

Tabla # 1: Definición de variables

VARIABLES.	DIMENSIÓN	INDICADORES
Causa: quema de combustible.	Fuente de Emisión.	Fija.
	Tipo de Combustibles.	Diesel
		Bunker
Efectos: Afectación al Medio Ambiente y a las personas	Contaminantes Atmosférico	PM 10
		PM 2.5
		CO
		SO2
		NOx
	Factores de emisión.	US-EPA
		IPCC

**Fuente:** Carlos Moreira.

#### 3.4.2. Variable independiente: Contaminación atmosférica en el sector de Los Ángeles en la ciudad de Montecristi.

Tabla # 2: Variable Independiente

Lo Abstracto		Lo operativo		
Conceptualización	Categorías.	Indicadores.	Ítem básicos	Técnicas e Instrumentos
La calidad del aire en la localidad de Los Ángeles del cantón Montecristi se está deteriorando con las emisiones de fuentes fijas por la quema de combustibles en las industrias.	Emisiones de fuentes fijas.	Tipos de contaminantes	¿Los procedimientos aplicables serán suficientes?	Análisis. Físico Químicos

**Fuente:** Carlos Moreira.

**3.4.3. Variable dependiente:** Minimizar la emisión de contaminantes Vertidos a la atmósfera.

Tabla # 3: Variable dependiente

Lo Abstracto		Lo operativo		
Conceptualización	Categorías.	Indicadores.	Ítem básicos	Técnicas e Instrumentos
La disminución de contaminantes vertidos a la atmosfera se la realizara con tecnologías que usen combustibles menos contaminantes.	Parámetros físico Químicos.	PM10 PM2.5 CO SO2 NOx	¿Existirán cambios significativos en la concentración de contaminantes emitidos a la atmosfera?	Equipo testo para medición de contaminantes en fuentes fijas.

**Fuente:** Carlos Moreira.

**3.5. Recolección y tabulación de la información**

La información para poder identificar los contaminantes Químicos de las emisiones de fuentes fijas de La Fabril S.A se obtiene en el lugar de la experimentación, primeramente se realizan los análisis de los calderos que funcionan con Fuel oíl # 6; luego se realizaron análisis de pruebas en equipos de combustiones fijas que utilicen diesel como combustible en la generación de vapor. Para luego tabularlos y realizar el respectivo análisis estadístico.

**3.6. Procesamiento y análisis.**

Para el procesamiento y análisis de la información se recolectaron los datos, los mismos que son analizados mediante el diseño comparativo, con lo cual se comprueba o se rechaza la hipótesis planteada, si se realiza un estudio de impacto ambiental de la generación de vapor a partir de la quema de combustibles Fuel Oíl # 6 se podrán diagnosticar estos impactos y proponer medidas de mitigación en la ciudad de Montecristi. .

El programa computarizado que se utiliza para analizar estadísticamente los datos será Excel 2010.

## 4. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### 4.1 Descripción de los resultados

En este capítulo se describen los principales resultados del estudio de impacto ambiental, los que se analizan a continuación, tal como se lo hizo en las etapas descritas en el capítulo III.

Definición de los objetivos y alcance del estudio: Evaluar el impacto ambiental que produce la generación de vapor a partir de la quema de combustible Fuel Oil 6 en la Empresa la Fabril S.A, para establecer medidas de mitigación.

Análisis técnico y ambiental de las instalaciones.

La empresa la Fabril S.A se encuentra situada en el cantón Montecristi en el Km 5 ½ vía Manta Montecristi en la parroquia Leónidas Proaño a unos 25 km de la capital provincial en las zonas fronterizas con el cantón Manta, sus principales vías de acceso son por carreteras asfaltadas.

Grafico # 8: Ubicación del Cantón Montecristi



Fuente:<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1454764&page=>

La fabril S.A produce Aceites y grasas Vegetales, Productos de limpieza y biocombustibles derivado del aceite vegetal. El Aceite de palma es transportado desde la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, hasta las instalaciones de la planta matriz, donde se pasa por los procesos respectivos.

#### **4.1.1 Descripción de los procesos de refinación de aceite de palma.**

El aceite de palma pasa por las siguientes etapas para obtener un producto comestible:

**Pre-tratamiento**, aquí los fosfátidos presentes en los aceites pasan a ser hidrosolubles y pueden ser removidos con facilidad en las etapas posteriores.

**Refinación Cáustica**, Este es un tratamiento diseñado para remover los ácidos grasos libres, los fosfátidos, pigmentos, compuestos insolubles proveniente del aceite vegetal y ceras.

**Winterización**, Solo para el caso del aceite de Girasol y Maíz, es enfriado gradualmente hasta la temperatura de 8°C y es mantenido por 24 horas.

**Blanqueo**, esta etapa es necesaria para remover pigmentos, trazas metálicas, compuestos oxidados y compuestos lípidos degradados que posteriormente afectarían a la estabilidad final del producto. En esta etapa se usan tierras absorbentes acido-activadas para aceites, sílicas especiales, ayuda filtrante y carbonato de calcio.

**Desodorización**, En el proceso de refinación la desodorización es el paso para lograr un producto de sabor, color, olor y estabilidad a través de la eliminación de sustancias indeseables. Entre los elementos que se eliminan tenemos: ácidos grasos libres – aldehídos – cetonas, alcoholes e hidrocarburos, además de otros compuestos formados por la descomposición al calor de peróxidos y de pigmentos.

**Descerado (PULIDO)**, Una vez completado todos los pasos anteriores el aceite va a una sección de descerado que consiste en un abrillantado o pulido, donde se

le retira cualquier impureza del proceso y se "refina " haciéndolo pasar por unos filtros pulidores de 5  $\mu$  y luego de 1  $\mu$  para destinarse a los tanques de almacenamiento correspondiente.

#### **4.1.1.1 Grasas vegetales comestibles**

Para la elaboración de Grasas Vegetales Comestibles (Mantecas) se emplean como Materias Primas aceites crudos provenientes de semillas Oleaginosas tales como: Soya, Girasol, Maíz, Algodón, Palma y sus fracciones (oleína y Estearinas), Palmiste y sus fracciones (Oleínas y Estearinas). Estas materias primas deben convertirse en productos comestibles, para lo cual se emplean varias etapas de procesamiento con la ayuda de insumos químicos e ingredientes. Una vez refinados pueden ser mezclados entre sí o empacarse como puros. A continuación la descripción de los procesos empleados.

#### **4.1.1.2 Proceso de transformación para grasas y aceites.**

Los aceites de Palma y Palmiste, luego de recorrer los pasos anteriores, están completamente refinados y la tecnología para agregarles valor como productos terminados, requiere de procesos que transforman las características físico-químicas para ajustarlas a las necesidades del producto final. La Fabril, utiliza las tres tecnologías convencionales de modificación de los aceites y grasas para poder conseguir el valor agregado funcional que sus clientes lo requieren.

Fraccionamiento, es un proceso mediante el cual se separan los triglicéridos de alto punto de fusión, de los de demás, puede ser inverso y se diseña en multietapas o simple dependiendo del tipo de separación y productos o subproductos que se quieran obtener.

Interesterificación, es un proceso que permite diseñar la composición de los triglicéridos de una grasa o aceite, seleccionando el tipo de ácido graso que se quiera incorporar a la molécula del triglicérido, se pueden mejorar, modificar o eliminar propiedades funcionales de la grasa en cuestión.

Hidrogenación, el aceite o grasa de aplicaciones especiales debe tener como principal característica el que sea estable a la oxidación, y el aire y oxígeno del mismo es el peor enemigo de ese objetivo. La tecnología creó un proceso mediante el cual se puedan saturar con Hidrógeno los radicales libres de los ácidos grasos y de esta manera evitar que se combinen con el oxígeno del aire y la grasa se enrancie.

Posteriormente, existen otros procesos como los que a continuación se detallan:

- Etapa de mezclado, Los aceites y grasas refinadas y transformadas, para el caso de mezclas vegetales, los componentes son colocados en un tanque dotado de sistema de agitación, calentamiento y atmósfera inerte.
- Empaque, el producto una vez preparado puede ser empacado directamente al granel en carro-tanques denominados “Iso-Contenedores” o en barcos cisterna.

Para el caso de empacarse en contenedores pequeños, el producto es llevado a un proceso de enfriamiento conocido como cristalización, luego es envasado en las diferentes presentaciones en forma semisólida. A continuación el detalle de las operaciones realizadas:

- Cristalización, se realiza en dos tubos de acero inoxidable provisto de un sistema de agitación y enfriamiento, lo cual promueve la formación de cristales y la homogénea dispersión de los mismos.
- Envasado, el producto terminado cuyas características físico-químicas y organolépticas y microbiológicas están dentro de especificaciones pasa al área de envasado, en donde por medio de un sistema automático se procede al llenado.

El vapor es uno de los principales elementos que se necesitan para realizar cada uno de los procesos descritos anteriormente, el cual es generado en calderos de 500, 750 y 800 BHP de potencia que se encuentran en las instalaciones de la Fabril S.A los cuales son de las características siguientes:

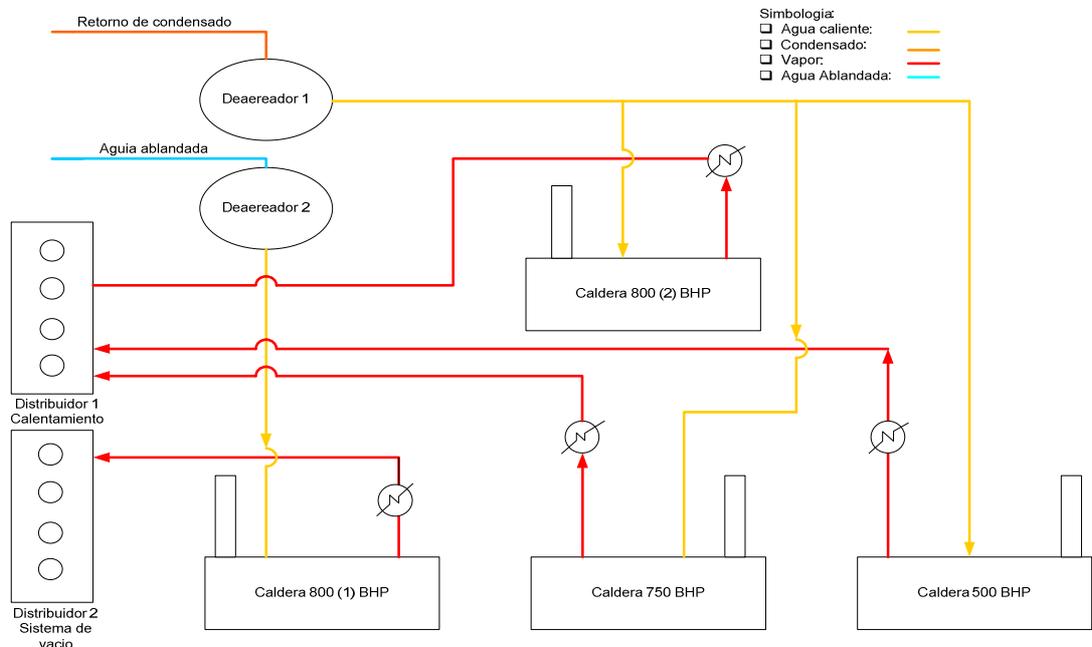
Tabla # 4: Características de las calderas

Tipo de caldera	Potencia BHP	Chimenea Altura m	Flujo VTI kg/h	V Gases de salida m/s
York Shipple	500	11	10000	10.38
Kewanne	750	11	12000	10.44
Cleaver Brooks	800 (1)	11	12500	11.44
Cleaver Brooks	800 (2)	11	12500	11.63

**Fuente:** Departamento de Mantenimiento y Servicios de La fabril S.A.

El vapor generado por las calderas descritas en el cuadro anterior, son descargados en dos colectores, el colector # 1 es alimentado por el caldero 800 (1), que distribuye vapor a los sistemas de vacío de cada uno de los procesos productivos; mientras que el colector 2, es alimentado por las otras tres calderas que generan vapor para los sistemas de calentamiento de los procesos de La Fabril S.A.

Gráfico # 19: Sistema de generación de vapor de La Fabril S.A



**Fuente:** Carlos Moreira.

#### 4.1.2 Línea base ambiental

Las características del medio físico, biótico y socioeconómico del escenario sobre el cual se desarrollan las actividades de La Fabril S.A, sirve como referente para identificar los cambios producidos y diferenciar sobre una base real, aquellos que son el resultado de la evolución natural en el sitio o de los que pudieron ocurrir, debido a la intervención antrópica o el desarrollo industrial.

Grafico #10: Geo referencia de La Fabril S.A



Fuente: googleearth

##### 4.1.2.1 Diagnóstico del Medio Ambiente

Para la elaboración del diagnóstico y caracterización ambiental de la zona de influencia del proyecto se ha utilizado la siguiente metodología:

- Se realizó una exploración terrestre del proyecto con la finalidad de determinar el dimensionamiento espacial de la zona de influencia directa e indirecta, así como para evaluar el estado actual de los recursos referentes a medio físico, medio socioeconómico y medio perceptual.

- Para respaldar la información de campo se ha recurrido a fuentes de información actualizada: Dirección de Planeamiento Urbano, Dirección de Turismo del I. Municipio de Montecristi, además de encuestas en los sectores a los líderes comunitarios.

#### **4.1.2.2 Elementos etnológicos e históricos.**

Montecristi se extiende a las faldas del cerro de su propio nombre, fue fundada en 1741 y en junio de 1824 fue elevada a la categoría de cabecera cantonal. En esta población nació Eloy Alfaro, el caudillo que inició y consolidó la revolución liberal del Ecuador, después de muchas batallas y derrotas.

La ciudad ha sido escenario natural en el cual se desarrollaron prósperas culturas precolombinas. Durante la época republicana, se constituyó en un centro importante en la economía de la región.

Montecristi tiene un microclima temperado y algo frío por la influencia determinante de la montaña, conjugando un singular paisaje ecológico en el que se destaca la vegetación arbustiva y arbórea, donde se puede encontrar guayacanes, ceibos, algarrobos, cactus y otras especies nativas.

Conocido internacionalmente por ser el principal lugar de fabricación de los sombreros de paja Toquilla, además por ser cuna de agricultores, pescadores y artesanos que conservan la tradición centenaria de elaborar artesanías de diferente tipo: tejidos de mimbre, sombreros de mocora, hamacas de cabuya, bolsos, cestos; piezas de arcilla que son réplicas de objetos precolombinos y también hermosos adornos tallados de tagua o marfil vegetal, conchas marinas y otros materiales de origen natural.

Uno de los principales atractivos de Montecristi es el Complejo Ciudad Alfaro, sede de la Asamblea Nacional Constituyente. Ubicado la Ciudad Alfaro, en el cerro conocido como El Centinela, desde donde se puede observar la ciudad de Montecristi, además los cantones Manta y Jaramijó.

El complejo arquitectónico lo componen tres inmuebles principales: Mausoleo General Eloy Alfaro Delgado, Edificio Multipropósito y el Edificio de apoyo Luis

Vargas Torres, donde funciona la sede de planificación de la Regional 4 Pacífico para Manabí y Esmeraldas.

Los turistas que llegan a Ciudad Alfaro, se encuentran con un paisaje diferente, ya que a un costado del edificio se levanta el milenario cerro Montecristi, que deja observar de cerca su flora y fauna autóctonas que lo convierten en un gran atractivo.

#### **4.1.2.3 Contemplación del paisaje.**

La contemplación del paisaje, es un sentimiento de emoción en la que el hombre participa de forma interactiva con la naturaleza, más aún cuando se trata de actuar en él. Cualquier diseño, composición y escenografía de un paisaje modificado por el hombre, resulta transformar a corto o mediano plazo el entorno ecológico, psíquico y social del individuo y por ende de la comunidad; por esto la inclusión del análisis del estado del paisaje traduce el grado de respeto que tiene el hombre para proteger, conservar o modificar su entorno.

#### **4.1.2.4 Hidrología**

En la zona donde está instalada La Fabril S.A presenta características de lluvias moderadas y sin afectar la estabilidad del sector. No se determinaron presencia de ríos en las cercanías de las instalaciones, siendo las afectaciones principales las originadas por las lluvias según la estación del año, ocurriendo los de mayor valor en épocas no cíclicas como las del Fenómeno del Niño.

#### **4.1.2.5 Clima**

En lo que respecta al clima es variable, los datos han sido tomados del INAMHI y cuyas cifras relevantes se presentan a continuación<sup>7</sup>:

Temperatura máxima	35.5°C
Temperatura mínima	15.1°C
Temperatura media	25.6 °C

---

<sup>7</sup>Datos corresponden al año 2010

Precipitación		418 mm
Humedad relativa del aire anual		75%
Evaporación máxima anual		1872.8 mm
Evaporación mínima anual		1406.0 mm
Evaporación media anual		1575.0 mm
Nubosidad promedio		6 octas
Heliofanía media mensual		120 horas
Vientos:	Velocidad media anual	3.60 m/s
	Velocidad máxima anual	5.15 m/s
	Velocidad mínima anual	2.60 m/s

#### 4.1.2.6 Ecosistema y vegetación

El entorno donde está ubicada La Fabril S.A es consolidado, y se identifican asentamientos poblacionales varios como industrias y en las zonas cercanas viviendas; es decir, ésta se encuentra ubicada en una zona netamente industrial, con terrenos intervenidos con proyecciones de construcción de industrias.

**Flora:** Dado que La Fabril S.A se encuentra ubicada en un área intervenida, es decir, un sector que hace ya mucho tiempo fue deforestado debido al crecimiento de la ciudad, la flora predominante en el sector corresponde a especies pioneras y de rápido crecimiento, pastura, matorrales y pequeños arbustos dispersos, mismos que no representan a grupos de vegetación nativa en peligro de extinción.

Cabe recalcar que, debido a que la Fabril S.A se encuentra ubicado en un área amplia y agresivamente intervenida por actividades industriales, asentamientos de casas y de servicios, no se consideró necesario efectuar una caracterización de flora.

**Fauna:** No se consideró necesario efectuar una caracterización de fauna, dado que La Fabril S.A se encuentra ubicada en un área intervenida desde hace ya mucho tiempo, debido especialmente al crecimiento demográfico de la ciudad, y en

menor grado, a actividades industriales, razón por la que, la fauna predominante en el sector corresponde a especies comunes de aves, insectos, anfibios, reptiles y roedores, mismos que no representan a grupos de fauna endémica en peligro de extinción, sino más bien, de fauna característica de ciudad y con una alta capacidad de adaptación a medios intervenidos.

#### **4.1.2.7 Atmósfera.**

No se determinan zonas con problemas de contaminación del aire ya que la zona es amplia y existe suficiente ventilación para disipar la generación de gases, la velocidad del viento es alta y limpia el aire rápidamente.

#### **4.1.2.8 Actividad económica.**

Montecristi al estar ubicado cerca del cantón Manta uno de los puertos marítimos más importantes del Ecuador. El dinamismo de esta ciudad se lo debe a su industria pesquera, con su producto estandarte el atún. Otras de las industrias que se vienen desarrollando son las oleaginosas y manufacturera.

La industria manufacturera y oleaginosa genera gran cantidad de plazas de trabajo, en especial en la rama alimenticia, bebidas y tabaco. Entre los productos que se pueden citar están: aceites, grasas vegetales, pescado procesado, alcoholes, fideos, galletas, harina de pescado. También se han establecido industrias textiles, muebles, sustancias químicas, industria gráfica, de tubos de cemento (sistema de alcantarillado) y metal mecánica.

En la actualidad Montecristi cuenta con una población económicamente activa de 70.294 habitantes distribuidos de la siguiente manera:

Tabla # 5: Población de Montecristi

<b>Cantón</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Total</b>
Montecristi	35.304	34.990	70.294

Fuente: [www.inec.gob.ec](http://www.inec.gob.ec), censo 2010

### **4.1.3 Residuales**

Las aguas producto de los procesos productivos de La Fabril S.A son diferenciadas, las aguas grises de las aguas industriales.

Aguas grises consideradas aguas servidas son recolectadas en la parte posterior de la empresa y tratada con bacterias para luego ser descargadas al sistema de alcantarillado cumpliendo con la normativa ambiental vigente.

Las aguas de procesos son tratadas en la parte interna de la empresa con tecnología de Ultrafiltración para luego ser pasadas por el proceso de osmosis inversa y finalmente reutilizarla en los sistemas de enfriamiento de La fabril S.A

### **4.1.4 Atención primaria y médica a la salud**

La atención en salud pública en el cantón Montecristi se encuentra a cargo del Ministerio de Salud Pública.

Existen centros y sub-centros de salud, además en casos emergentes y de mayor gravedad son trasladados al hospital Rodríguez Zambrano de Manta, IESS o clínicas privadas, que existen en gran número en el vecino cantón.

## **4.2 Análisis de los Resultados**

### **4.2.1 Combustión de Fuel Oil.**

Para las fuentes de combustión externa se utiliza el combustible Fuel Oil el cual se encuentra en dos categorías: los combustibles destilados y los residuales.

Estos combustibles se diferencian más a fondo por el grado del combustible, por ejemplo los combustibles destilados se distinguen con No. 1 y No. 2 y los combustibles residuales se identifican con el No. 5 y 6, los combustibles destilados como la gasolina el diesel y el queroseno son más volátiles y menos viscosos que los combustibles residuales como son el combustóleo (Bunker) y el crudo. Los primeros tienen un contenido insignificante de nitrógeno y ceniza y contienen generalmente menos de 0.3 por ciento en peso de azufre. Los combustibles destilados se utilizan principalmente en usos comerciales y domésticos. Siendo más viscosos y menos volátiles que los combustibles

destilados, los Combustibles residuales más pesados (No. 5 y 6) pueden necesitar ser calentados para facilitar la atomización apropiada. Estos contienen cantidades significativas de ceniza, nitrógeno, y de sulfuro. Los combustibles residuales se utilizan principalmente en los usos comerciales y grandes industrias.

Los Factores de emisión (FE) para los combustibles líquidos se aplican a hornos y calderas que lo consumen y su selección se fundamenta en la cantidad de energía que estos producen, por lo tanto es necesario conocer el consumo del combustible y la calidad del mismo para realizar los análisis e interpretación de los resultados del presente trabajo.

Tabla # 6: Análisis Fuel Oíl # 6 (Bunker) del día 03/09/2013

Parámetro	Unidad	Especificaciones.	Resultado
Punto de Inflamación	°C	Min. 60	110
Agua por Destilación	% v	Max. 1	0.05
Viscosidad Redwood 37.8 °C	SRWD	3820-5030	4590
Contenido de Azufre	% p	Max. 2.3	1.38
Viscosidad Saybolt Furol 50°c	SSF	188.8-241	222
Gravedad API 15 °C	API	Reporte	16.1

**Fuente: PETROECUADOR**

#### **4.2.2 Impacto Ambiental producido por La Fabril S.A.**

La Fabril S.A ha sido un pilar fundamental en la economía de los cantones de Manta y Montecristi durante muchos años, ello ha traído consigo la distribución de esta empresa por gran parte del territorio nacional, trayendo consigo la generación de grandes fuentes de empleos. Los impactos ambientales que esta industria provoca tiene incidencia directa en la población ya sea por la emisión de partículas, gases contaminantes y residuales sólidos y líquidos emitidos que

dificultan el saneamiento ambiental de los asentamientos, provocados fundamentalmente, por el atraso tecnológico y la escasa cultura ambiental de los colaboradores y la población en general.

En los cantones de Manta y Montecristi existen dos empresa dedicadas a la refinación del aceite vegetal que utilizan combustibles fósiles para la generación de vapor por lo que se hace necesario prestar un gran interés al impacto ambiental que están provocando desde la fase agrícola.

La fase agrícola, propiamente dicha no está caracterizada por la formación de residuos, sin embargo, desde la siembra de la palma ya comienza la afectación al medio ambiente debido a que estas plantaciones son de ciclo largo y esto imposibilita el uso de estas tierras para otros cultivos e inhiben el desarrollo de ciertas especies que son controladores biológicos y ayudan a la eliminación de plagas, las labores realizadas en esta etapa, como aplicación de plaguicidas, herbicidas, la fertilización química y el mal uso del suelo puede traer consigo afectaciones ambientales graves.

En la etapa de la extracción del aceite de palma se producen una cantidad importante de residuos, en este sentido la descargas al medio ambiente procedente de la industria o de la combustión que se lleva a cabo en otros lugares, así como el polvo y la partículas del bagazo quemado y no quemados, son agentes contaminantes de la atmosfera, los cuales enrarecen el aire. Estas emisiones, unidas a las residuales líquidas y sólidas, si no se manejan adecuadamente pueden afectar la estabilidad del medio ambiente y con ello la salud del hombre.

Además el crecimiento no planificado de los núcleos poblacionales ubicados en los alrededores de esta industria, la escasa educación ambiental en general, así como la falta de estrategias empresariales dirigidas a la implementación de producción más limpia aumentan los impactos, agravando los ya existentes en estas comunidades.

### **4.2.3 Medir la concentración de los principales contaminantes atmosféricos en las instalaciones de la Fabril S.A.**

Los combustibles fósiles, formados por una mezcla de diferentes hidrocarburos, luego del proceso de combustión generan principalmente CO<sub>2</sub> y vapor de agua. Sin embargo, el funcionamiento de los motores es complejo y por varios factores, la combustión no se desarrolla en su totalidad. Entre las causas más importantes se destacan la potencial falta de oxígeno y la variabilidad de la mezcla oxígeno/combustible (A/C), la baja temperatura cuando los motores inician su funcionamiento, los tiempos de residencia cortos de la mezcla A/C en la cámara de combustión. Como consecuencia, se producen emisiones de CO, a más de hidrocarburos sin oxidar o parcialmente oxidados.

Adicionalmente, y debido a las altas temperaturas en la cámara de combustión cuando el motor alcanza su estabilidad térmica, se produce la combinación de N<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>, formando NO<sub>x</sub>. Un segundo mecanismo de la formación de NO<sub>x</sub> comprende la oxidación del N contenido en los propios combustibles, pero la cantidad es muy inferior en comparación al primer mecanismo (US-EPA, 2004).

El azufre forma parte de las impurezas que contienen los combustibles fósiles, lo cual se constituye en un verdadero problema para las industrias en lo que se refiere al cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

Su oxidación produce la formación y emisión de SO<sub>2</sub>. Interfiere directamente en la eficiencia de los catalizadores, cuyo uso sólo es viable con combustibles con muy bajo contenido de azufre.

La emisión de partículas se produce por la combustión de polvo. Las partículas que dan un color blanco al humo de las chimeneas, se asocian a condiciones frías de los motores, en tanto que humos de color azulado y negro se asocian a la combustión incompleta de mezclas que pueden contener lubricante.

Tabla # 7: Análisis a calderos 500 BHP

<b>Fecha / Análisis</b>	<b>04/10/13</b>	<b>11/10/13</b>	<b>18/10/13</b>	<b>25/11/13</b>	<b>Legislación Aplicable</b>
<b>CO</b> mg/Nm <sup>3</sup>	1.00	1.25	2.00	2.19	-
<b>Partículas</b> mg/Nm <sup>3</sup>	17.10	16.20	16.8	16.3	335
<b>NOx</b> mg/Nm <sup>3</sup>	512.00	555.05	525.00	536.00	700
<b>SO<sub>2</sub></b> mg/Nm <sup>3</sup>	1420.00	1567.28	1480.05	1542.00	1650

Fuente: La Fabril S.A

Tabla # 8: Análisis a calderos 750 BHP

<b>Fecha / Análisis</b>	<b>04/10/13</b>	<b>11/10/13</b>	<b>18/10/13</b>	<b>25/11/13</b>	<b>Legislación Aplicable</b>
<b>CO</b> mg/Nm <sup>3</sup>	3.00	0.00	0.00	1.00	-
<b>Partículas</b> mg/Nm <sup>3</sup>	16.50	16.10	16.90	15.80	<b>335</b>
<b>NOx</b> mg/Nm <sup>3</sup>	542.00	535.05	535.00	526.00	<b>700</b>
<b>SO<sub>2</sub></b> mg/Nm <sup>3</sup>	1650.00	1567.28	1490.06	1523.00	<b>1650</b>

Fuente: La Fabril S.A

Tabla # 9: Análisis a calderos 800 (1) BHP

<b>Fecha</b> <b>Análisis</b>	<b>04/10/13</b>	<b>11/10/13</b>	<b>18/10/13</b>	<b>25/11/13</b>	<b>Legislación Aplicable</b>
<b>CO</b> mg/Nm <sup>3</sup>	1.00	1.00	1.25	1.25	-
<b>Partículas</b> mg/Nm <sup>3</sup>	15.50	15.90	16.80	15.70	335
<b>NOx</b> mg/Nm <sup>3</sup>	512.00	519.55	479.70	486.85	700
<b>SO<sub>2</sub></b> mg/Nm <sup>3</sup>	1590.00	1490.00	1631.68	1633.16	1650

**Fuente: La Fabril S.A**

Tabla # 10: Análisis a calderos 800 (2) BHP

<b>Fecha</b> <b>Análisis</b>	<b>04/10/13</b>	<b>11/10/13</b>	<b>18/10/13</b>	<b>25/11/13</b>	<b>Legislación Aplicable</b>
<b>CO</b> mg/Nm <sup>3</sup>	3.75	1.25	5.00	2.50	-
<b>Partículas</b> mg/Nm <sup>3</sup>	16.50	16.50	15.90	16.20	335
<b>NOx</b> mg/Nm <sup>3</sup>	489.95	557.60	592.45	574.00	700
<b>SO<sub>2</sub></b> mg/Nm <sup>3</sup>	1387.10	1595.80	1627.00	1636.00	1650

**Fuente: La Fabril S.A**

#### **4.2.3.1 Conclusiones parciales de las mediciones realizadas a los Calderos de La Fabril S.A.**

**El monóxido de carbono:** El CO es un gas incoloro, inodoro y venenoso que se forma cuando los combustibles no se oxidan por completo, en las zonas urbanas, un porcentaje muy alto de la presencia de CO se debe normalmente a las emisiones por el tráfico vehicular, otra fuente importante son los procesos industriales de combustión.

Como se puede apreciar en cada uno de los calderos a los cuales se les realizaron las mediciones la concentración de CO es baja es decir la combustión de los equipos se está desarrollando de una manera muy eficiente, el CO es un parámetro muy importante a considerar ya que tiene mucha afinidad por la hemoglobina. Cuando el oxígeno es desplazado por el CO puede haber efectos negativos, que van desde alteraciones en el flujo sanguíneo y del ritmo cardíaco, perturbaciones visuales, dolores de cabeza reducción de la capacidad laboral, reducción de la destreza manual, vomito, desmayo, convulsiones hasta la muerte por asfixia.

**Partículas:** en lo que respecta al material particulado no se reportaron concentraciones elevadas en relación con la normativa legal en el momento de realizar los análisis, sin embargo en visita realizada al sector se recibieron queja de los habitantes de que en ocasiones existe la presencia de cenizas en la atmosfera, situación que resulta un problema de mucho interés ya que las partículas causan irritación en la nariz, ojos y garganta. Las partículas más grandes (diámetro  $\geq 10 \mu\text{m}$ ) Pueden ingresar hasta la nariz y garganta, sin embargo las partícula más pequeñas pueden entrar hasta los pulmones y desde allí ser absorbidas directamente al torrente sanguíneo estas partículas suelen tener un diámetro menor  $<10 \mu\text{m}$ .

Según estudios realizados en los Estados Unidos, se demuestra un incremento de muertes a causa de enfermedades de tipo respiratorio y cardiovascular cuando ha habido mayor inhalación de  $\text{MP}_{10}$ .

**Los óxidos de nitrógeno:** El óxido de nitrógeno es otro de los compuestos que se reporta en el límite de las especificaciones establecidas, es un gas incoloro que se genera por la reacción entre el N<sub>2</sub> y el O<sub>2</sub> durante el proceso de combustión, así como por la oxidación del nitrógeno que forma parte de los combustibles, en elevadas concentraciones pueden irritar los alvéolos e incrementar el riesgo de infecciones pulmonares.

Los NO<sub>x</sub> se hidratan en la atmósfera y forman ácido nítrico HNO<sub>3</sub>. Compuesto que se arrastra con la lluvia o se deposita a gravedad, formando parte de la denominada lluvia o deposición ácida.

**Dióxido de azufre:** Como se puede apreciar el SO<sub>2</sub> es el contaminante atmosférico que se encuentra en el límite de las concentraciones establecidas para el cumplimiento legal, esto se debe principalmente a que el combustible que se utiliza en la generación de vapor contiene una concentración elevada de azufre por tanto esto se ve reflejado en los análisis que se realizaron a cada una de las calderas de La Fabril S.A.

El SO<sub>2</sub> se forma fundamentalmente por la combustión de combustibles fósiles que contienen azufre, y durante el procesamiento de minerales que contienen azufre (como en la extracción del plomo, cobre, zinc y níquel).

El SO<sub>2</sub> es un gas incoloro, no inflamable y no explosivo que produce una sensación gustatoria a concentraciones de 260 a 860 µg m<sup>-3</sup> en el aire. Es un gas irritante a concentraciones mayores de 860 µg m<sup>-3</sup> que provoca alteraciones en las mucosas de los ojos y de las vías respiratorias. Afecta las defensas del sistema respiratorio y agrava el padecimiento de las enfermedades vasculares.

En contacto con la humedad del aire, forma ácido sulfúrico H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> que se arrastra con las precipitaciones o se deposita provocando la acidificación de los suelos, lagos y ríos, con efectos negativos en la vegetación.

#### **4.2.3.2 Estimar la concentración de emisiones emitido a la atmósfera por las fuentes fijas de La Fabril S.A**

Un Factor de Emisión es un valor representativo que relaciona la emisión del contaminante con la actividad contaminadora. Los factores usualmente son expresados como el peso del contaminante dividido por unidades de peso o volumen de materia prima o producto, también se utilizan otros como la relación entre el contaminante emitido por la distancia o duración de la actividad contaminadora.

Tales factores facilitan la estimación de emisiones de varios contaminantes atmosféricos. La fuente más completa de factores de emisión específicos para los contaminantes criterios es la publicación AP-42 Compilation of Air Pollution Emission Factors (U.S EPA, 2004).

Los Factores de Emisión (FE) permiten la realización de inventarios de fuentes como parte de un estudio de contaminación del aire en una zona específica, además sirve para la obtención de densidades de emisión lo cual contribuye al señalamiento de zonas críticas y de manejo especial; también son usados en modelos de dispersión para la estimación de la emisión de diversas fuentes, en análisis ambientales y en el desarrollo de estrategias de control de emisión.

Los factores no son aplicables en la evaluación del cumplimiento de la normatividad ambiental referente a emisiones atmosféricas, ya que al tratarse de un promedio, de la emisión real de un contaminante, en un momento determinado, puede estar por debajo o por encima de la emisión hallada con el factor, sin embargo, debido a la dificultad o imposibilidad de realizar muestreos en todas las fuentes fijas, los factores de emisión son en muchas ocasiones el mejor o el único método disponible para la estimación de emisiones, sin importar la incertidumbre que proporcionen.

#### 4.2.3.3 Factor de emisión para combustión de Bunker.

Los factores de emisión seleccionados para la combustión del Bunker en las industrias provienen de los factores de emisión AP-42 de la US-EPA (2004).

Tabla # 11: Factor de emisión por consumo de bunker en (g/GJ)

Contaminante	Factor de emisión
NO <sub>x</sub>	147.89
CO	15.73
SO <sub>2</sub>	389.8
PM <sub>10</sub>	56.01
PM <sub>2.5</sub>	38.14

**Fuente: US-EPA 2004**

**Modelo de Emisiones:** Las emisiones anuales por combustión de bunker FUEL OIL # 6, se calcularon mediante el modelo de la Ecuación 1:

$$\text{Ecuación \# 1. } E_j^i = EF_j * \text{ConBUNKER} / 1000000$$

Parámetro:

i: industria  
j: contaminante.

Término:

$E_j^i$ : Emisión anual de la contaminante j producida por la industria i (ta<sup>-1</sup>)

Datos:

FE<sub>j</sub>: factor de emisión del contaminante j (g/GJ).

Con BUNKER: Consumo de Bunker (GJ a<sup>-1</sup>).

El consumo de bunker para la presente investigación está dado en galones, por lo tanto es necesario transformar las unidades, de la siguiente manera.

## Consumo de Bunker En la Fabril S.A

Consumo de Bunker 2011.

$$2636984.2 \frac{\text{gal}}{\text{año}} \times 3.785 \frac{\text{l}}{\text{gal}} \times \frac{\text{m}^3}{1000 \text{l}} \times 0.94 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} \times \frac{1000\text{kg}}{1 \text{ ton}} \times 40452 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \times \frac{\text{Gj}}{10^6 \text{j}}$$
$$7. = 379525.76 \frac{\text{Gj}}{\text{año}}$$

Consumo de Bunker 2012.

$$2567085.9 \frac{\text{gal}}{\text{año}} \times 3.785 \frac{\text{l}}{\text{gal}} \times \frac{\text{m}^3}{1000 \text{l}} \times 0.94 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} \times \frac{1000\text{kg}}{1 \text{ ton}} \times 40452 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$
$$\times \frac{\text{Gj}}{10^6 \text{j}}$$
$$= 369465.71 \frac{\text{Gj}}{\text{año}}$$

Consumo de Bunker hasta Julio del 2013.

$$1624977.4 \frac{\text{gal}}{\text{año}} \times 3.785 \frac{\text{l}}{\text{gal}} \times \frac{\text{m}^3}{1000 \text{l}} \times 0.94 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} \times \frac{1000\text{kg}}{1 \text{ ton}} \times 40452 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$
$$\times \frac{\text{Gj}}{10^6 \text{j}}$$
$$= 233873.52 \frac{\text{Gj}}{\text{año}}$$

De donde:

1 galón tiene 3.785 L (litros)

1 Metro cubico tiene 1000 L

Densidad del bunker (fue oíl # 6) 0.94<sup>8</sup> ton/m<sup>3</sup>

1 tonelada tiene 1000 kg

Poder calorífico del bunker 40452 KJ/kg.

---

<sup>8</sup> Libro ASTM 1250-80

- El múltiplo de Gj equivale a  $10^6$  Kj

Los cálculos para realizar el inventario de emisiones producidas por el consumo de Bunker de La Fabril S.A se desarrollaran con la ecuación n° 1, de tal manera que obtendremos lo siguiente:

Cálculo de las emisiones de NOx desde el año 2011 hasta julio del 2013.

$$E_{NoX}^{Fabril} = \frac{147.89 \frac{g}{Gj} \times 379525.76 \frac{Gj}{año}}{1000000} = 56.13 \frac{ton NOx}{año}$$

$$E_{NoX}^{Fabril} = \frac{147.89 \frac{g}{Gj} \times 369465.71 \frac{Gj}{año}}{1000000} = 54.64 \frac{ton NOx}{año}$$

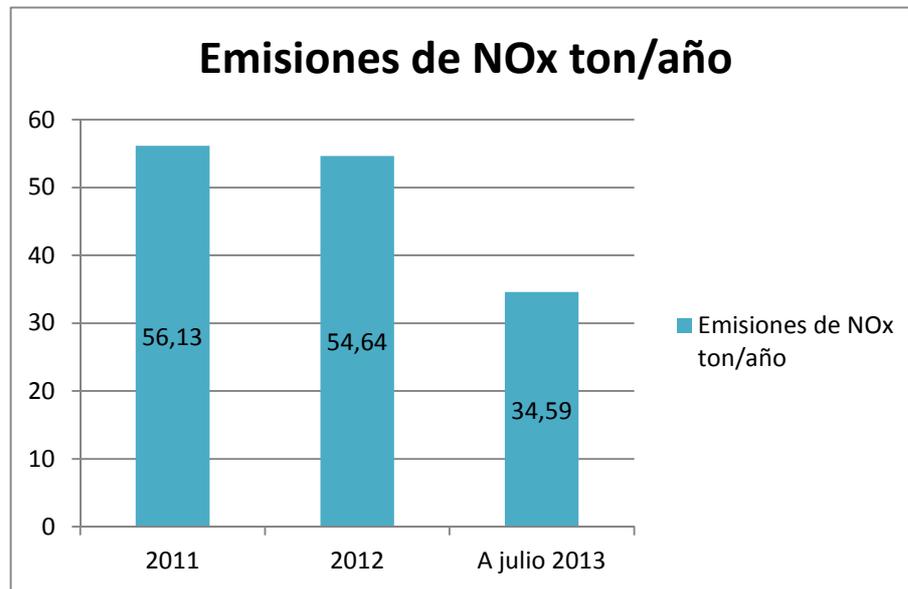
$$E_{NoX}^{Fabril} = \frac{147.89 \frac{g}{Gj} \times 233873.52 \frac{Gj}{año}}{1000000} = 34.59 \frac{ton NOx_2}{año}$$

Tabla # 12: Emisión de NOx a partir de fuentes fijas por consumo de bunker.

Año	consumo de Bunker gal/año	consumo de bunker Gj/año	Factor de emisión de NOx para bunker g/Gj	Emisiones de NOx ton/año
2011	2636984.2	379525.76	147.89	56.13
2012	2567085.9	369465.71	147.89	54.64
A julio 2013	1624977.4	233873.52	147.89	34.59

**Fuente:** Metodología de cálculo de factores de emisión EPA.

Grafico # 11: Emisión de NOx a partir de fuentes fijas por combustión de bunker



Fuente: Carlos Moreira.

Emisiones de CO desde el año 2011 hasta julio del 2013.

$$E_{CO}^{Fabril} = \frac{15.73 \frac{g}{Gj} \times 379525.76 \frac{Gj}{año}}{1000000} = 5.97 \frac{ton CO}{año}$$

$$E_{CO}^{Fabril} = \frac{15.73 \frac{g}{Gj} \times 369465.71 \frac{Gj}{año}}{1000000} = 5.81 \frac{ton CO}{año}$$

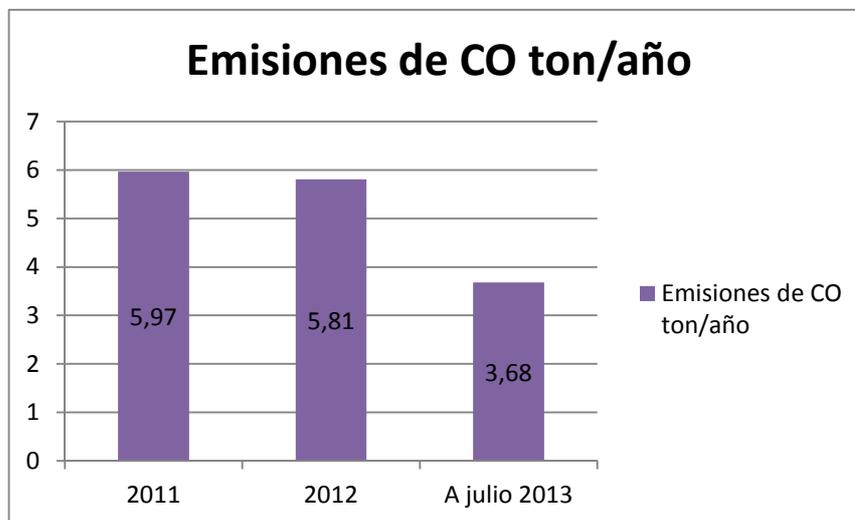
$$E_{CO}^{Fabril} = \frac{15.73 \frac{g}{Gj} \times 233873.52 \frac{Gj}{año}}{1000000} = 3.68 \frac{ton CO}{año}$$

Tabla # 13: Emisión de CO a partir de fuentes fijas por consumo de bunker.

Año	Consumo de Bunker gal/año	Consumo de bunker Gj/año	Factor de emisión de CO para bunker g/Gj	Emisiones de CO ton/año
2011	2636984.2	379525.76	15.73	5.97
2012	2567085.9	369465.71	15.73	5.81
A julio 2013	1624977.4	233873.52	15.73	3.68

Fuente: Metodología de cálculo de factores de emisión EPA.

Grafico # 12: Emisión de CO a partir de fuentes fijas por combustión de bunker



Fuente: Carlos Moreira.

Emisiones de SO<sub>2</sub> desde el año 2011 hasta julio del 2013

$$E_{SO_2}^{Fabril} = \frac{389.8 \frac{g}{Gj} \times 379525.76 \frac{Gj}{año}}{1000000} = 151.35 \frac{ton SO_2}{año}$$

$$E_{SO_2}^{Fabril} = \frac{389.8 \frac{g}{Gj} \times 369465.71 \frac{Gj}{año}}{1000000} = 144.02 \frac{ton SO_2}{año}$$

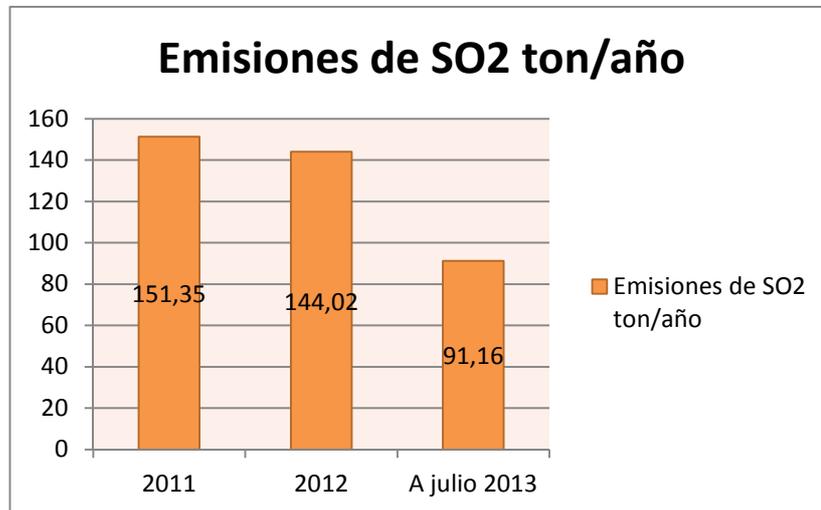
$$E_{SO_2}^{Fabril} = \frac{389.8 \frac{g}{Gj} \times 233873.52 \frac{Gj}{año}}{1000000} = 91.16 \frac{ton SO_2}{año}$$

Tabla # 14: Emisión de SO<sub>2</sub> a partir de fuentes fijas por consumo de bunker.

Año	Consumo de Bunker gal/año	Consumo de bunker Gj/año	Factor de emisión de SO <sub>2</sub> para bunker g/Gj	Emisiones de SO <sub>2</sub> ton/año
2011	2636984.2	379525.76	389.8	151.35
2012	2567085.9	369465.71	389.8	144.02
A julio 2013	1624977.4	233873.52	389.8	91.16

**Fuente:** Metodología de cálculo de factores de emisión EPA.

Grafico #13: Emisión de SO2 a partir de fuentes fijas por Combustión del bunker



Fuente: Carlos Moreira.

Emisiones de MP10 desde el año 2011 hasta julio del 2013

$$E_{MP_{10}}^{Fabril} = \frac{56.01 \frac{g}{Gj} \times 379525.76 \frac{Gj}{año}}{1000000} = 21.25 \frac{ton MP_{10}}{año}$$

$$E_{MP_{10}}^{Fabril} = \frac{56.01 \frac{g}{Gj} \times 369465.71 \frac{Gj}{año}}{1000000} = 20.69 \frac{ton MP_{10}}{año}$$

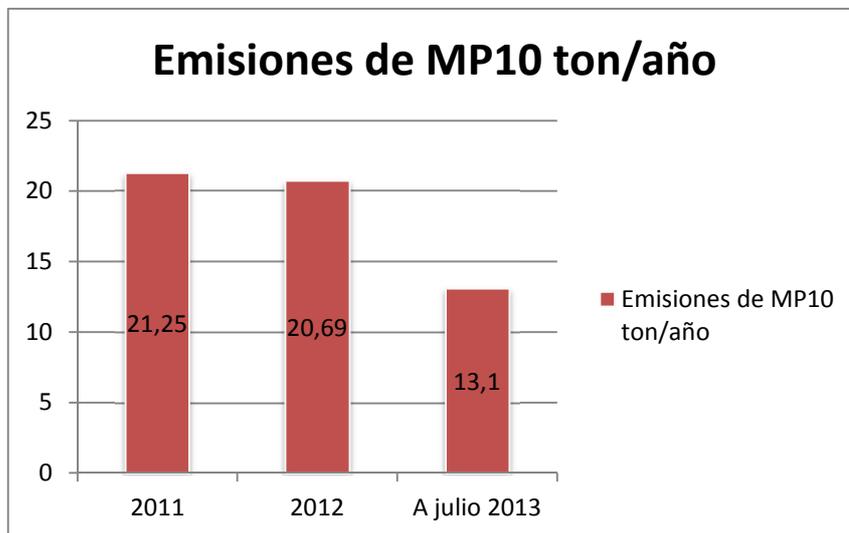
$$E_{MP_{10}}^{Fabril} = \frac{56.01 \frac{g}{Gj} \times 233873.52 \frac{Gj}{año}}{1000000} = 13.10 \frac{ton MP_{10}}{año}$$

Tabla # 15: Emisión de MP10 a partir de fuentes fijas por consumo de bunker.

Año	Consumo de Bunker gal/año	Consumo de bunker Gj/año	Factor de emisión de MP10 para bunker g/Gj	Emisiones de MP10 ton/año
2011	2636984.2	379525.76	389.8	21.25
2012	2567085.9	369465.71	389.8	20.69
A julio 2013	1624977.4	233873.52	389.8	13.10

**Fuente:** Metodología de cálculo de factores de emisión EPA.

Grafico # 14: Emisión de MP10 a partir de fuentes fijas por Combustión del bunker



**Fuente:** Carlos Moreira.

Emisiones de MP2.5 desde el año 2011 hasta julio del 2013

$$E_{MP2.5}^{La\ Fabril} = \frac{38.14 \frac{g}{Gj} \times 379525.76 \frac{Gj}{año}}{1000000} = 14.48 \frac{ton\ MP_{2.5}}{año}$$

$$E_{MP2.5}^{La\ Fabril} = \frac{38.14 \frac{g}{Gj} \times 369465.71 \frac{Gj}{año}}{1000000} = 14.09 \frac{ton\ MP_{2.5}}{año}$$

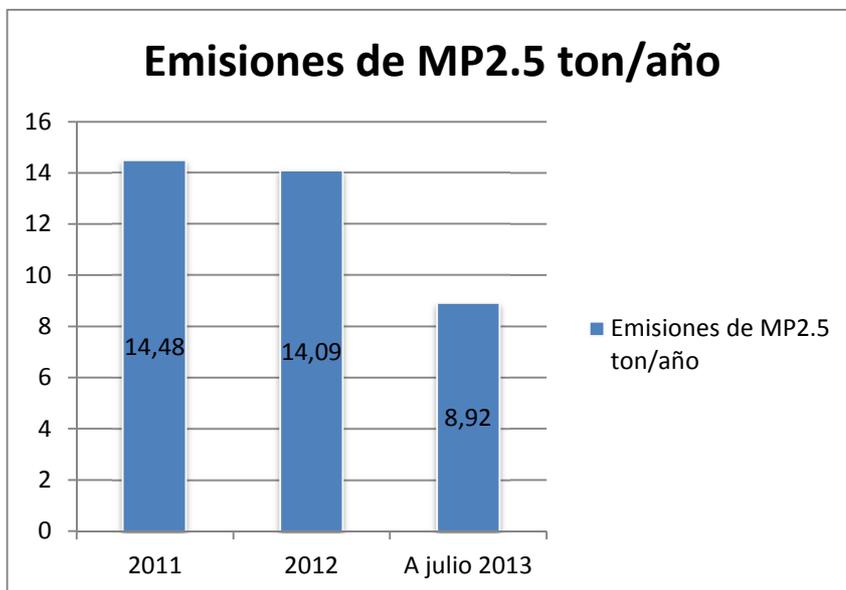
$$E_{MP2.5}^{La\ Fabril} = \frac{38.14 \frac{g}{Gj} \times 233873.52 \frac{Gj}{año}}{1000000} = 8.92 \frac{ton\ MP_{2.5}}{año}$$

Tabla # 16: Emisión de MP 2.5 a partir de fuentes fijas por consumo de bunker.

Año	Consumo de Bunker gal/año	Consumo de bunker Gj/año	Factor de emisión de MP2.5 para bunker g/Gj	Emisiones de MP2.5 ton/año
2011	2636984.2	379525.76	38.14	14.48
2012	2567085.9	369465.71	38.14	14.09
A julio 2013	1624977.4	233873.52	38.14	8.92

**Fuente:** Metodología de cálculo de factores de emisión EPA.

Grafico # 15: Emisión de MP2.5 a partir de fuentes fijas por Combustión del bunker.



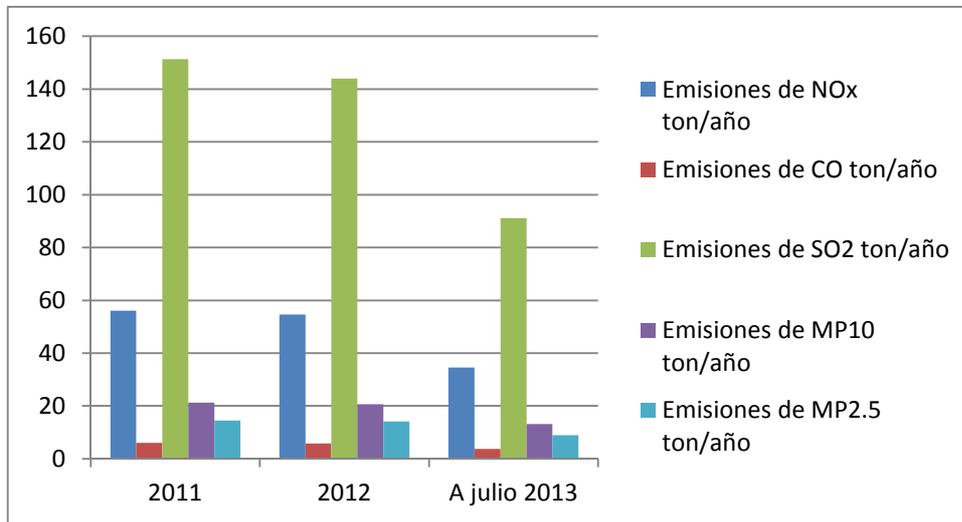
**Fuente:** Carlos Moreira.

Tabla # 17: Total de emisiones de fuentes fijas producto de la combustión del bunker generadas desde el 2011 hasta julio del 2013 por La Fabril S.A.

Año	Emisiones de NOx ton/año	Emisiones de CO ton/año	Emisiones de SO2 ton/año	Emisiones de MP10 ton/año	Emisiones de MP2.5 ton/año
2011	56,13	5,97	151,35	21,25	14,48
2012	54,64	5,81	144,02	20,69	14,09
A julio 2013	34,59	3,68	91,16	13,1	8,92
Total	145,36	15,46	386,53	55,04	37,49

**Fuente:** Metodología de cálculo de factores de emisión EPA.

Grafico # 16: Grafico comparativo de las emisiones de fuentes fijas producto de la combustión del Bunker



**Fuente:** Carlos Moreira.

Analizando las cantidades globales de contaminantes se obtiene la distribución mostrada en la figura 16 en la cual se distingue que el contaminante con mayor emisión es el SO<sub>2</sub> aportando 386.53 ton/2.5 años representando el 60.4% del total de las emisiones seguido por el NO<sub>x</sub> con un valor de 145.36 ton/2.5 años que equivale al 22.7 %, muy cerca está el MP10 con 55.04 ton/2.5 años y este tiene una participación del 8.6 %. El total de las emisiones 633.88 ton/2.5 años.

#### 4.2.3.4 Factor de emisión para combustión de Diesel.

La Fabril S.A utiliza el diesel # 2 para la generación de vapor en los sistemas de vacío de la empresa, por tal razón se consideró de vital importancia realizar el inventario de las emisiones producto de la combustión del diesel para tener referencia de las emisiones emitidas a la atmosfera y así o poder proponer técnicas que contribuyan a minimizar los gases emitidos a la atmosfera.

Los factores de emisión seleccionados para la combustión del diesel en las industrias, provienen de los factores de emisión AP-42 de la US-EPA (2004).

Tabla # 18: Factor de emisión por consumo de diesel en (lb/1000)

Contaminante	Factor de emisión
NO <sub>x</sub>	24
CO	5
SO <sub>2</sub>	63.9
PM <sub>10</sub>	2.3
PM <sub>2.5</sub>	1.55

**Fuente:** US-EPA 2004

**Modelo de Emisiones:** Las emisiones anuales por combustión de Diesel # 2, se calcularon mediante el modelo de la Ecuación 2:

$$\text{Ecuación \# 2. } E_j^i = EF_j * \text{ConDie} / 2204000$$

Parámetro:

i: industria  
j: contaminante.

Término:

$E_j^i$ : Emisión anual de la contaminante j producida por la industria i (ta<sup>-1</sup>)

Datos:

FE<sub>j</sub>: factor de emisión del contaminante j (lb/1000 galones).  
ConDie: Consumo de Diesel (gal a<sup>-1</sup>).

➤ **Emisiones de NOx desde el año 2011 hasta julio del 2013.**

$$E_{NoX}^{Fabril} = \frac{24 \frac{lb}{1000gal} \times 533375.0 \frac{gal}{año}}{2204000} = 5.81 \frac{ton NOx}{año}$$

$$E_{NoX}^{Fabril} = \frac{24 \frac{lb}{1000 gl} \times 534637.0 \frac{gal}{año}}{2204000} = 5.82 \frac{ton NOx}{año}$$

$$E_{NoX}^{Fabril} = \frac{24 \frac{lb}{1000gal} \times 352216.0 \frac{gal}{año}}{2204000} = 3.84 \frac{ton NOx}{año}$$

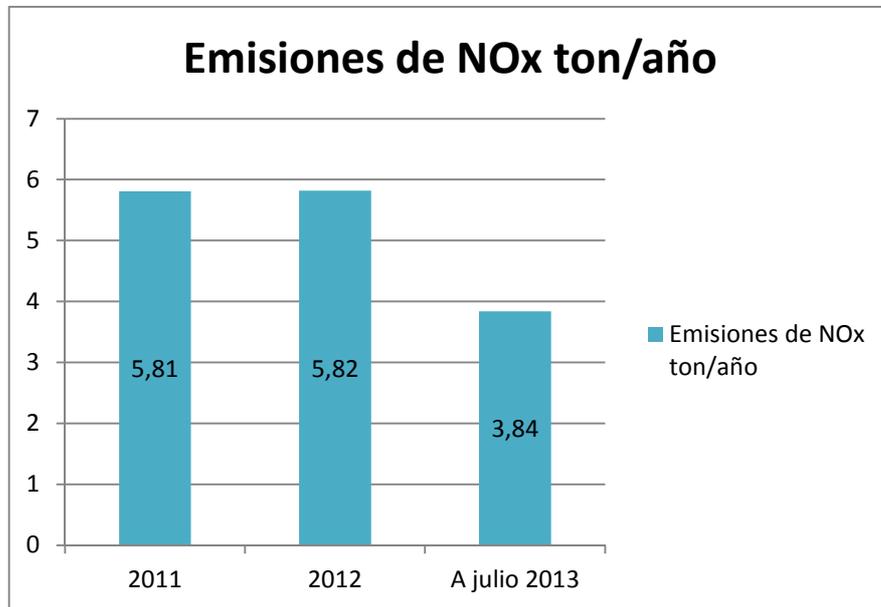
Tabla # 19: Emisión de NOx a partir de fuentes fijas por consumo de Diesel 2.

<b>Año</b>	<b>Consumo de diesel gal/año</b>	<b>Factor de emisión de NOx para diesel lb/1000gal</b>	<b>Emisiones de NOx ton/año</b>
2011	533375.0	24	5.81
2012	534637.0	24	5.82
A julio 2013	352216.0	24	3.84

**Fuente:** Metodología de cálculo de factores de emisión EPA.

Grafico # 17: Emisión de NOx a partir de fuentes fijas por Combustión del Diesel

2.



**Fuente:** Carlos Moreira.

Emisiones de CO desde el año 2011 hasta julio del 2013.

$$E_{CO}^{Fabril} = \frac{5 \frac{lb}{1000 gal} \times 533375.0 \frac{gal}{año}}{2204000} = 1.21 \frac{ton CO}{año}$$

$$E_{CO}^{Fabril} = \frac{5 \frac{lb}{10000 gal} \times 534637.0 \frac{gal}{año}}{2204000} = 1.22 \frac{ton CO}{año}$$

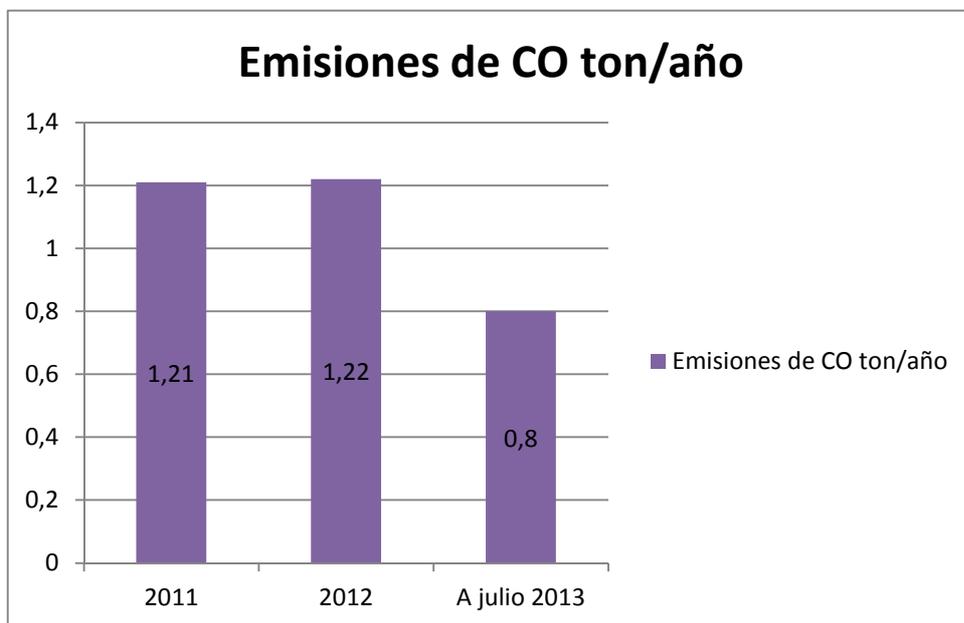
$$E_{CO}^{Fabril} = \frac{5 \frac{lb}{1000 gal} \times 352216 \frac{gal}{año}}{2204000} = 0.80 \frac{ton CO}{año}$$

Tabla # 20: Emisión de CO a partir de fuentes fijas por consumo de Diesel 2.

Año	Consumo de diesel gal/año	Factor de emisión de CO para diesel lb/1000gal	Emisiones de CO ton/año
2011	533375.0	5	1.21
2012	534637.0	5	1.22
A julio 2013	352216.0	5	0.80

**Fuente:** Metodología de cálculo de factores de emisión EPA.

Grafico # 18: Emisión de CO a partir de fuentes fijas por Combustión del Diesel 2.



**Fuente:** Carlos Moreira.

➤ Emisiones de SO2 desde el año 2011 hasta julio del 2013

$$E_{SO_2}^{Fabril} = \frac{63.9 \frac{lb}{1000 \text{ gal}} \times 533375.0 \frac{gal}{año}}{2204000} = 15.46 \frac{ton \text{ SO}_2}{año}$$

$$E_{SO_2}^{Fabril} = \frac{63.9 \frac{lb}{1000 \text{ gal}} \times 534637.0 \frac{gal}{año}}{2204000} = 15.50 \frac{ton \text{ SO}_2}{año}$$

$$E_{SO_2}^{Fabril} = \frac{63.9 \frac{lb}{1000 \text{ gal}} \times 352216.0 \frac{gal}{año}}{2204000} = 10.21 \frac{ton \text{ SO}_2}{año}$$

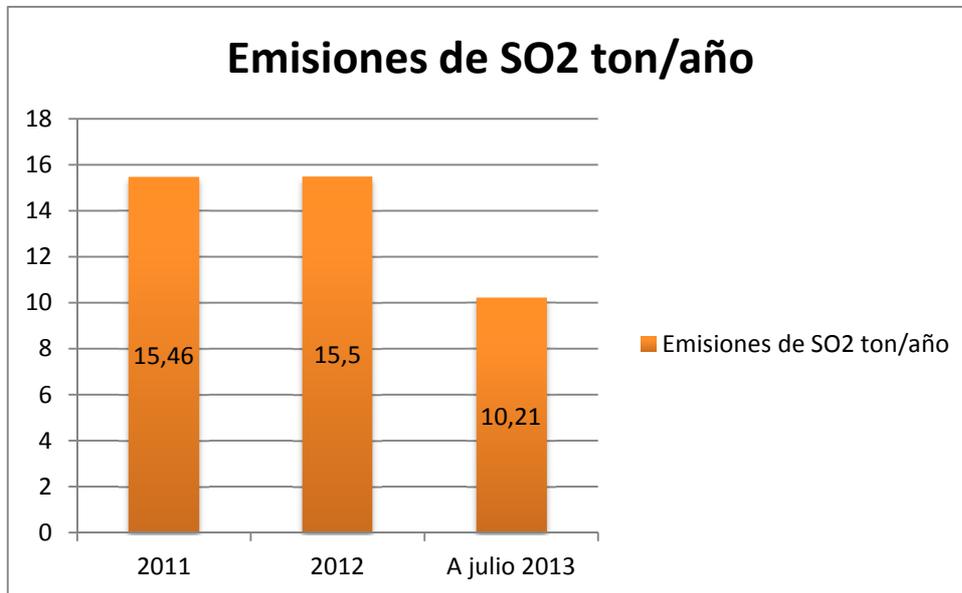
Tabla # 21: Emisión de SO<sub>2</sub>a partir de fuentes fijas por consumo de Diesel 2.

<b>Año</b>	<b>Consumo de diesel gal/año</b>	<b>Factor de emisión de SO<sub>2</sub> para diesel lb/1000gal</b>	<b>Emisiones de SO<sub>2</sub> ton/año</b>
2011	533375.0	63.9	15.46
2012	534637.0	63.9	15.50
A julio 2013	352216.0	63.9	10.21

Fuente: Metodología de cálculo de factores de emisión EPA.

Grafico # 19: Emisión de SO2 a partir de fuentes fijas por Combustión del Diesel

2.



Fuente: Carlos Moreira.

Emisiones de MP10 desde el año 2011 hasta julio del 2013

$$E_{MP_{10}}^{Fabril} = \frac{2.3 \frac{lb}{1000gal} \times 533375.0 \frac{gal}{año}}{2204000} = 0.56 \frac{ton MP_{10}}{año}$$

$$E_{MP_{10}}^{Fabril} = \frac{2.3 \frac{lb}{1000gal} \times 534637.0 \frac{gal}{año}}{2204000} = 0.56 \frac{ton MP_{10}}{año}$$

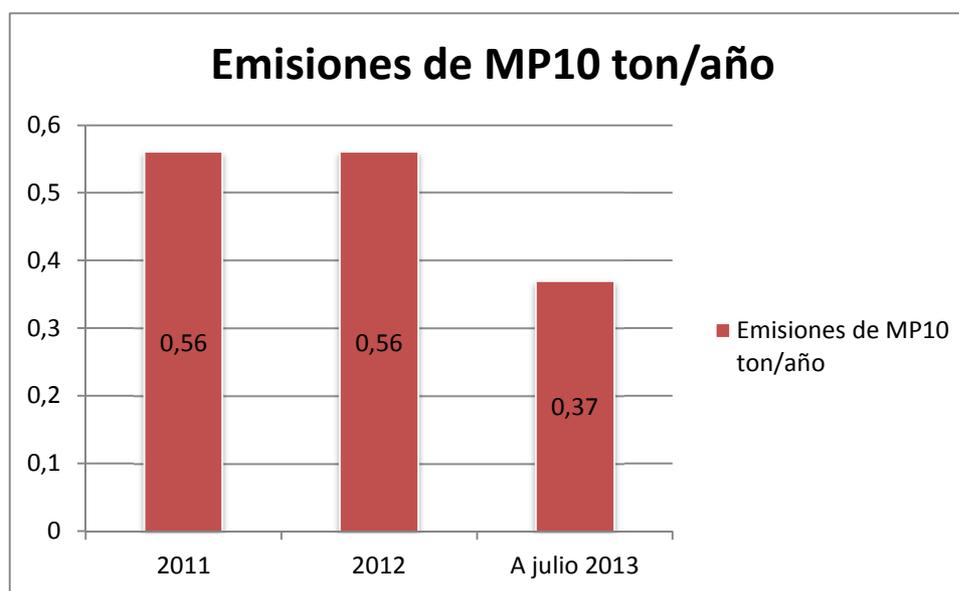
$$E_{MP_{10}}^{Fabril} = \frac{2.3 \frac{lb}{1000gal} \times 352216.0 \frac{gal}{año}}{2204000} = 0.37 \frac{ton MP_{10}}{año}$$

Tabla # 22: Emisión de MP10 a partir de fuentes fijas por consumo de Diesel.

Año	Consumo de diesel gal/año	Factor de emisión de MP10 para diesel lb/1000gal	Emisiones de MP10 ton/año
2011	533375.0	2.3	0.56
2012	534637.0	2.3	0.56
A julio 2013	352216.0	2.3	0.37

Fuente: Metodología de cálculo de factores de emisión EPA.

Grafico # 20: Emisión de MP10 a partir de fuentes fijas por Combustión del Diesel



Fuente: Carlos Moreira.

Emisiones de MP2.5 desde el año 2011 hasta julio del 2013.

$$E_{MP2.5}^{La\ Fabril} = \frac{1.55 \frac{lb}{1000\ gal} \times 533375.0 \frac{gal}{año}}{2204000} = 0.38 \frac{ton\ MP_{2.5}}{año}$$

$$E_{MP2.5}^{La\ Fabril} = \frac{1.55 \frac{lb}{1000\ gal} \times 533375.0 \frac{gal}{año}}{2204000} = 0.38 \frac{ton\ MP_{2.5}}{año}$$

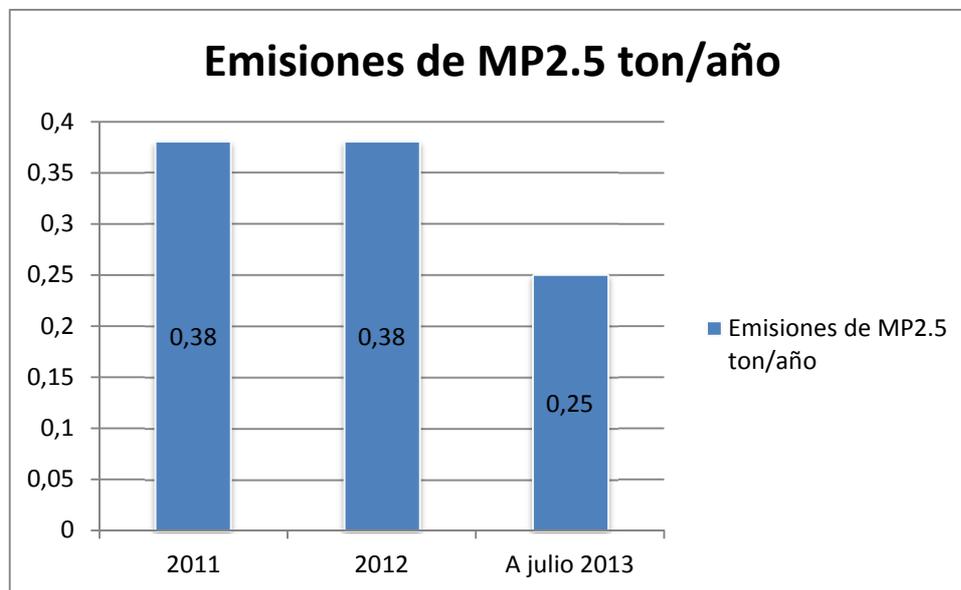
$$E_{MP2.5}^{La\ Fabril} = \frac{1.55 \frac{lb}{1000\ gal} \times 352216.0 \frac{gal}{año}}{2204000} = 0.25 \frac{ton\ MP_{2.5}}{año}$$

Tabla # 22: Emisión de MP2.5 a partir de fuentes fijas por consumo de Diesel 2.

Año	Consumo de diesel gal/año	Factor de emisión de MP10 para diesel lb/1000gal	Emisiones de MP2.5 ton/año
2011	533375.0	1.55	0.38
2012	534637.0	1.55	0.38
A julio 2013	352216.0	1.55	0.25

**Fuente:** Metodología de cálculo de factores de emisión EPA.

Grafico # 21: Emisión de MP2.5 a partir de fuentes fijas por Combustión del Diesel 2



Fuente: Carlos Moreira.

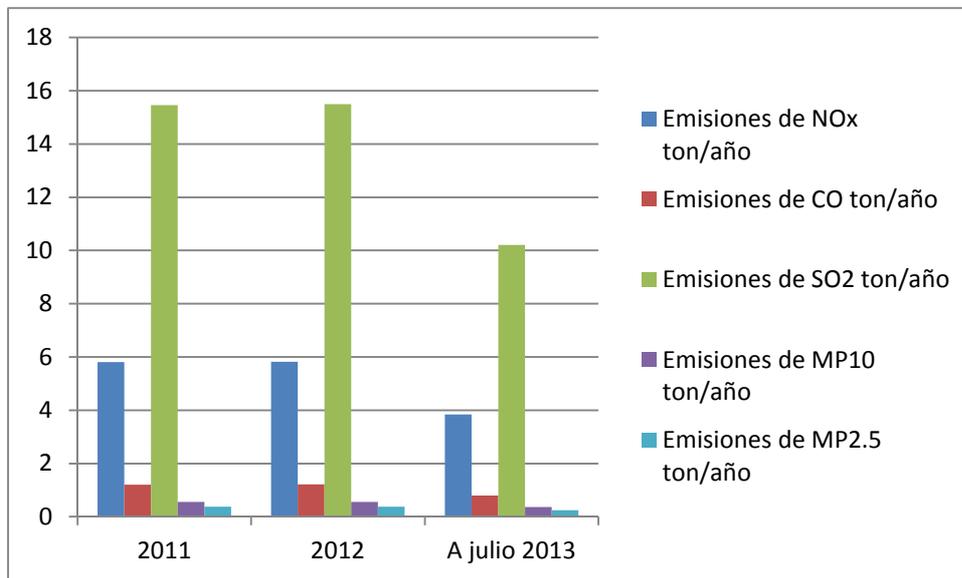
Total de emisiones emitidas a la atmósfera en el periodo 2011 al 2013

Tabla # 24: Total de emisiones de fuentes fijas producto de la combustión del Diesel generadas desde el 2011 hasta julio del 2013 por La Fabril S.A.

Año	Emisiones de NOx ton/año	Emisiones de CO ton/año	Emisiones de SO2 ton/año	Emisiones de MP10 ton/año	Emisiones de MP2.5 ton/año
2011	5,81	1,21	15,46	0,56	0,38
2012	5,82	1,22	15,5	0,56	0,38
A julio 2013	3,84	0,8	10,21	0,37	0,25
<b>Total</b>	<b>15,47</b>	<b>3,23</b>	<b>41,17</b>	<b>1,49</b>	<b>1,01</b>

Fuente: Metodología de cálculo de factores de emisión EPA.

Grafico # 22: Grafico comparativo de las emisiones de fuentes fijas producto de la combustión de Diesel.



**Fuente:** Carlos Moreira.

Analizando las cantidades globales de contaminantes se obtiene la distribución mostrada en la figura 16 en la cual se distingue que el contaminante con mayor emisión es el SO<sub>2</sub> aportando 386.53 ton/2.5 años representando el 60.4% del total de las emisiones seguido por el NO<sub>x</sub> con un valor de 145.36 ton/2.5 años que equivale al 22.7 %, muy cerca está el MP10 con 55.04 ton/2.5 años y este tiene una participación del 8.6 %. El total de las emisiones 633.88 ton/2.5 años.

La Fabril S.A durante el 2011 a julio del 2013 ha emitido a la atmosfera 160.83 ton de NO<sub>x</sub> de las cuales el 90.38 % se atribuye a la combustión del bunker.

Las fuentes fijas de la Fabril durante este mismo periodo emitieron un total de 18.69 toneladas de CO a la atmosfera producto de la quema de combustibles fósiles de los cuales el 82.78 % representa a la combustión del Fuel Oil # 6.

Las emisiones de SO<sub>2</sub> y MP son considerables debido a la calidad y cantidad de combustible que utiliza la Fabril S.A en la generación de vapor Para cada uno de los procesos productivos.

#### **4.2.3.5 Comprobación de la hipótesis.**

**Hipótesis:** Si se utiliza una mezcla de combustibles fósiles del 50 % de diesel y el 50 % de bunker para la generación de vapor en la Fabril S.A, se disminuirá la concentración de emisiones emitidas a la atmosfera en la ciudad de Montecristi.

Para la comprobación de la hipótesis se debe considerar los contaminantes emitidos a la atmosfera por la combustión del bunker y del diesel ya que esta comparación nos permitirá establecer el grado de contaminación que cada uno de estos combustibles aporta a la localidad de los Ángeles de la ciudad de Montecristi, En base a los resultados obtenidos en la presente investigación en la combustión de los dos tipos de combustibles, se puede determinar que al ser el diesel menos contaminante que el bunker, y que al tener un mayor poder calorífico la concentración de contaminante emitida a la atmosfera es inferior con respecto a la contaminación que se produce por la combustión del bunker.

En el grafico # 16 se puede observar claramente que existen diferencias significativas en la emisión de contaminantes emitidas a la atmosfera durante 2.5 años, por la Fabril S.A.

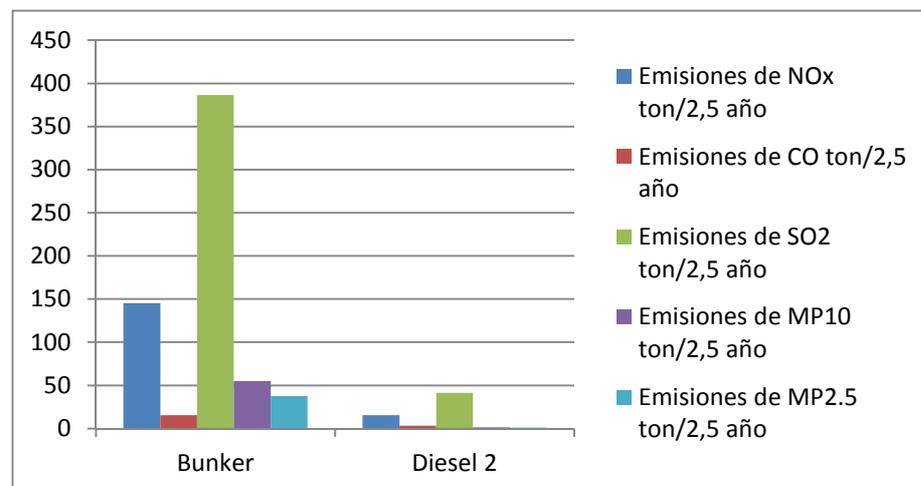
Con este análisis **se comprueba la hipótesis planteada** en la investigación es decir si se realiza un mezcla de diesel y de Bunker se disminuirá la concentración de contaminante emitidos a la atmosfera.

Tabla # 25: Cuadro comparativo de las emisiones de fuentes fijas producto de la combustión del Diesel vs el Fuel Oil # 6 Generadas durante el 2011 hasta el 2013.

Combustible	Emisiones de NOx ton/2,5 año	Emisiones de CO ton/2,5 año	Emisiones de SO2 ton/2,5 año	Emisiones de MP10 ton/2,5 año	Emisiones de MP2.5 ton/2,5 año
Bunker	145,36	15,46	386,53	55,04	37,49
Diesel 2	15,47	3,23	41,17	1,49	1,01
Total	160,83	18,69	427,7	56,53	38,5

**Fuente:** Metodología de cálculo de factores de emisión EPA.

Grafico # 23: Grafico comparativo de las emisiones de fuentes fijas producto de la combustión de Diesel vs Fuel Oil # 6.



**Fuente:** Carlos Moreira.

#### 4.2.3.6 Validación de los resultados obtenidos.

Se valida la efectividad de los resultados obtenidos en las mediciones que se realizaron con el equipo Testo 350s, comparando los resultados obtenidos con los que realizó el Laboratorio Acreditado Elicrom S.A, según Informe realizado.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones:

- De los resultados obtenidos en la investigación, se puede determinar que las emisiones emitidas a la atmósfera producto de la combustión del Fuel Oil # 6, en el parámetro de SO<sub>2</sub> se encuentra al límite de las especificaciones establecidas para el cumplimiento legal, y las chimeneas no mantienen trampa para retener el material particulado que se generan en el arranque y en paradas de emergencias de los equipos.
- Se pudo describir apropiadamente el área a estudiarse siendo La Fabril S.A, el punto de análisis para la recepción del trabajo conociendo sus aspectos físicos; sin embargo, se determinó que el área donde se encuentra ubicada La Fabril S.A, es un área intervenida desde hace mucho tiempo, razón por la cual no existirá una mayor afectación al medio biótico, pero si puede presentarse afectación a la salud de la población.
- Se concluyó además, que la quema del fuel Oil # 6 es una práctica ambigua debido a la mala calidad del combustible, con chimeneas que no incluyen modificaciones del ducto, lo que provoca contaminación atmosférica por material particulado.
- Durante la evaluación, se pudo determinar que el impacto ambiental producido por la combustión del Fuel Oil # 6 es significativo, debido a las horas de producción de la fábrica y a la eficiencia que se considera que es aprovechada por cada uno de los calderos.
- Después de haber realizado un inventario de emisiones para el consumo del Combustible Fuel Oil # 6 y el diesel, se determinó que se puede realizar una mezcla de ambos combustibles para generar vapor, y así poder reducir la concentración de SO<sub>2</sub> emitidas a la atmosfera.

## Recomendaciones

- Que esta investigación constituya una herramienta metodológica que aporte a la gestión ambiental adecuada en la industria, para que exista una responsabilidad social con la comunidad y las autoridades competentes.
- Se debe realizar un inventario de emisiones de fuentes fijas y móviles en el cantón Montecristi, para mejorar la calidad del aire que están respirando los habitantes de estas comunidades, ya que al existir varias industrias en el sector, se está produciendo un desequilibrio en el ambiente.
- Se debe dar a conocer a los habitantes de la Parroquia Leónidas Proaño, los peligros que significa la emisión de los contaminantes emitidos a la atmósfera de fuentes fijas y móviles, a partir de la combustión de combustibles fósiles.
- Las industrias debe implementar y aplicar una política de gestión ambiental de mejora permanente y continua, que vaya más allá del cumplimiento de la legislación ambiental vigente. Para reducir las emisiones, los sistemas de gestión, deben incluir metas y objetivos relacionados con la eficiencia energética, la implantación de procesos productivos limpios (producción más limpia) y el uso de combustibles menos contaminantes.

## VI. PROPUESTA.

Mejorar la calidad del combustible que utiliza La Fabril S.A en la generación de vapor, realizando una mezcla de combustible del 50 % de Bunker y el 50 % de diesel # 2.

### 1. JUSTIFICACIÓN.

La contaminación atmosférica es el fenómeno de acumulación o concentración de contaminantes en el aire en un tiempo determinado, como resultado de las actividades humanas o procesos naturales, que causan molestias o daños para la salud de las personas y otros seres vivos; por otra parte, la calidad del aire es un indicador de qué tan contaminado está el aire y, por lo tanto, qué tan apto está para respirarlo.

Existen registros de contaminaciones atmosféricas graves que se han presentado a nivel mundial, causando graves daños. Como por ejemplo, en diciembre de 1930 en una región altamente industrial del Valle del Mosa, en Bélgica, se cubrió durante tres días de una espesa niebla, por lo que cientos de personas enfermaron y 60 murieron. Poco después una espesa niebla cubrió el área de Manchester y Salford en Inglaterra durante nueve días.

En enero de 1984, en Donora, Pensilvania, un pequeño pueblo donde había plantas químicas y acerías, se cubrió por una espesa niebla durante cuatro días, y enfermó casi la mitad de sus 14.000 habitantes (murieron 20 personas). En 1873, una niebla cubrió Londres y causó 268 muertos por bronquitis.

Todos los sucesos anteriores se caracterizaron por presentarse durante una inversión térmica<sup>9</sup>, donde se vieron involucrados contaminantes como dióxidos de azufre, material particulado y fluoruro.

En la mayoría de las industrias que se encuentran ubicadas entre los cantones de Manta, Montecristi y Jaramijó, para la generación de vapor utilizan el Fuel Oil #

---

<sup>9</sup>**Inversión térmica** básicamente es la situación en la que el aire de las capas inferiores de la atmósfera es más frío que el de la capa inmediatamente superior.

6, que se caracteriza por ser un combustible de bajo costo en el mercado y un alto contenido de azufre.

Bajo este lineamiento es indispensable proponer medidas que ayuden a disminuir la concentración de emisiones de fuentes fija en un área geográficamente definida.

## **2. FUNDAMENTACIÓN**

### **2.1. Combustión.**

La combustión es un proceso químico de oxidación rápida, que va acompañado de desprendimiento de energía en forma de calor y luz. Para que este proceso se dé, es necesaria la presencia de un combustible, un comburente y calor.

#### **2.1.1. Combustibles.**

El material que es capaz de arder y que se combina con el oxígeno, se conoce como combustible. En la combustión ordinaria, el combustible es una sustancia compuesta, como lo son los hidrocarburos (gas de petróleo, gasolina, kerosene, parafina etc.). Existen otros compuestos como el hidrogeno el azufre, el papel, la madera etc. que también son utilizados como combustibles.

En la práctica, la totalidad de los combustibles usados industrialmente hoy en día son de tipo orgánicos, donde el carbono e hidrogeno son los elementos predominantes en su composición.

Se clasifican según el estado físico en que se los encuentra, la razón de esta clasificación se debe a que la técnica y equipos a utilizar, que depende específicamente del combustible a utilizar.

En los calderos y hornos industriales, se puede usar una amplia gama de combustibles ya sean líquidos sólidos y gaseosos, dependiendo la actividad de la industria,

Tabla # 26: Clasificación de los Combustibles.

Sólidos.	Naturales	Madera y residuos
	Artificiales	Carbón
Líquidos	Alcoholes	Naturales
		Artificiales
	Residuales	Legías Negras
	Derivados del Petróleo	Gasóleos
Fuelóleos		
Gaseosos.	Residuales	Fuel-Gas
	Gas Natural	Diferentes familias
	Cas Licuado de Petróleo (GLP)	Propano y Butano

**Fuente:** <http://www.educar-argentina.com.ar/ENE2011/educ284.htm>

## 2.2. Bunker.

El fuel oíl es una fracción del petróleo que se obtiene como residuo luego de la destilación topping, desde el cual se obtiene entre un 30% y un 50% de este producto.

A la presión atmosférica, es el combustible más pesado que se pueda destilar. La composición química de estas fracciones la conforman grandes moléculas con ciclos de doble enlace, pobres en hidrógeno que se oxidan fácilmente, con tendencia a formar resinas y asfáltenos, de ahí que este producto contenga en gran cantidad compuestos oxigenados, compuestos con azufre y nitrógeno. Las resinas y compuestos asfálticos le confieren el color negro y su viscosidad alta.

El fuel oíl se usa como combustible para plantas de energía eléctrica, calderas y hornos. Para cumplir las diferentes especificaciones de los fuel-oíl comerciales, es necesario diluir estos residuos con hidrocarburos más ligeros, tales como el queroseno, diesel, etc.

Los fuel-oíl resultan de complejas mezclas de compuestos de carbono e hidrógeno, los cuales no pueden clasificarse rígidamente por fórmulas químicas o propiedades físicas definidas, debido a la gran variedad de fuel-oíl, la clasificación o división más aceptada es en función de su viscosidad y contenido en azufre.

Tabla # 27: Propiedades Físicas del Fuel Oíl # 6.

REQUISITOS	UNIDA D	TIPO		METODO DE ENSAYO
		No 6		
		Mín	Máx	
Densidad API	°API	Reportar		NTE INEN 2 319
Densidad a 15,6°C	kg/m <sup>3</sup>	Reportar		ASTM D 1 298
Punto de inflamación	°C	60	-	NTE INEN 1 493
Punto de escurrimiento	°C	-	15	NTE INEN 1 982
Contenido de cenizas	%P	-	0,2	NTE INEN 1 492
Viscosidad cinemática a 50°C	cSt	510	600	NTE INEN 810
Viscosidad Redwood No 1 a 37,78°C	RW1	5030	6020	NTE INEN 1 981
Viscosidad Saybolt Furol a 50°C	SSF	241	283	NTE INEN 1 981
Contenido de azufre	% P	-	2,5	NTE INEN 1 049

Fuente: Norma INEN

### 2.3. Diesel.

El diesel llamado también Fuel Oíl # 2, es un combustible derivado del petróleo de uso industrial para motores de combustión. Este combustible está considerado en la categoría de los productos destilados del petróleo, como un destilado mediano.

Entre las principales características del producto tenemos:

- Sus componentes son hidrocarburos que se destilan entre los 200 y 300 °C, siendo los más importantes que entran en la composición química: los

paranínicos, izoparafínicos, aromáticos (Monociclos y biciclos), nafténicos y estructuras mixtas naftenos-aromáticos.

- Presenta una buena combustión, con llama blanca amarillenta, la apariencia del producto es blanca transparente y la acidez orgánica no sobrepasa de 1.4 %, la cual evita la acción corrosiva sobre los metales.

Tabla # 28: Propiedades Físicas del diesel.

REQUISITOS	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
Punto de inflamación	°C	51	-	NTE INEN 1 047
Agua y sedimento	% en volumen	-	0,05	NTE INEN 1 494
Residuo carbonoso sobre el 10% del residuo de la destilación	% en peso	-	0,15	NTE INEN 1 491
Cenizas	% en peso	-	0,01	NTE INEN 1 492
Temperatura de destilación del 90%	°C	-	360	NTE INEN 926
Viscosidad cinemática a 37,8°C	cSt	2,5	6,0	NTE INEN 810
Azufre	% en peso	-	0,7	NTE INEN 1 490
Corrosión a la lámina de cobre	-	-	No.3	NTE INEN 927
Índice de cetano calculado	-	45		NTE INEN 1 495

Fuente: Norma INEN 1489-4R.

### 3. OBJETIVOS.

#### 3.1. Objetivo general.

Mejorar la calidad del combustible que utilizan las calderas de la fabril S.A en la generación de vapor.

#### 3.2. Objetivos específicos.

- Realizar mediciones de los gases de combustión que se generan a partir de la mezcla de combustibles diesel y Fuel Oil # 6.
- Establecer un sistema para minimizar la concentración de Material Particulado que se emite a la atmosfera en la combustión de combustibles fósiles.

- Realizar un análisis técnico y económico de la propuesta.

#### **4. IMPORTANCIA.**

El principio básico de la política de protección del medio ambiente es el de prevención. Este principio de salvaguardar la calidad del aire, en minimizar las emisiones a la atmósfera de sustancias contaminantes. También se considera como la estrategia de reducción en la fuente. Se trata de abandonar la actitud tradicional de reaccionar ante los problemas de la contaminación después de que hayan salido y sustituirla por la de prevenir estos problemas y evitar que se produzcan.

Las ventajas de este enfoque son bastante evidentes y se transforman además de un ahorro de recursos en evitar los daños que, en algunos supuestos, pueden tener incluso carácter irreversible. La adopción de medidas preventivas y la racionalización del uso de los recursos pueden hacer compatibles estas dos aspiraciones de la sociedad humana.

Las medidas de prevención de la contaminación atmosférica se basan fundamentalmente en:

Tener un conocimiento científico y técnico correcto sobre la problemática de la contaminación atmosférica desde todos los puntos de vista: sustancias contaminantes, focos emisores, procesos, técnicas industriales y efectos de los contaminantes.

Debido que el fuel Oil # 6 es un combustible de bajo costo en el mercado las industrias los seguirán consumiendo, para la generación de vapor por tal motivo es de vital importancia proponer medidas que ayuden a mejorar la calidad del combustible que se utiliza, para garantizar una mejor combustión y así poder minimizar las emisiones que se emiten a la atmosfera producto de esta actividad industrial.

## **5. UBICACIÓN SECTORIAL.**

La presente propuesta resultante del trabajo investigativo se lo realizará dentro de los predios de la Empresa La Fabril S.A. la cual se encuentra ubicada en el:

**Continente:** Americano (América del Sur)

**País:** Ecuador

**Provincia:** Manabí.

**Cantón:** Montecristi, parroquia Leónidas Proaño, Km 5 ½ vía Manta Montecristi.

**Altitud Promedio:** 21,21 m. sobre el nivel del mar

## **6. FACTIBILIDAD**

La factibilidad es un proceso por el cual se analizan las variables que intervienen en la propuesta, de esta forma y con datos concretos, se tomará la decisión para continuar con la implementación de la propuesta.

- Factibilidad técnica.
- Factibilidad operativa.
- Factibilidad económica.

La factibilidad técnica se fundamenta en la sustitución del bunker puro, por la mezcla del bunker con el diesel, realizando la evaluación técnica y según la información proporcionada por empresas reconocidas en este campo, se considera que los equipos y accesorios de las calderas no serán sustituidos y se trabajarán con los que se mantienen actualmente, ya que éstos están diseñados para trabajar tanto con diesel como con bunker.

En lo que respecta a la parte operativa, se presentarán problemas en la calibración y estabilización del equipo por la combustión de esta mezcla, los cuales no se pueden ignorar, ya que esto puede causar errores y fallas, Este problema no se presenta en el proyecto, pues al consultar y explicar el tema al personal operativo, ven de forma positiva la utilización de esta mezcla como combustible, ya que es más fácil de manipular.

En la parte económica no existirá una inversión inicial, ya que todos los equipos están adecuados para trabajar con este sistema; sin embargo, existirá una inversión semanal que se proyecta serán recuperados durante el tiempo de producción de la fábrica, ya que debido a esta mezcla mejorará la calidad del combustible y no se tendrán paros de producción prolongados por mantenimiento de los calderos como se lo realiza en la actualidad. Además existirá un ahorro en energía, ya que para la combustión del bunker se utilizaba energía adicional para precalentar el bunker y mantenerlo en estado líquido antes que ingrese a cada uno de los calderos.

## **7. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.**

La presente propuesta consiste en realizar una mezcla al 50% de diesel más el 50 % de bunker, para utilizarlo en la generación de vapor en La Fabril S.A.

El objetivo de la propuesta consiste en obtener un combustible con un bajo contenido en azufre, para que al momento de entrar en el proceso de combustión, disminuya la concentración de SO<sub>2</sub> emitidas a las atmósfera por las fuentes fijas de combustión, ya que al utilizar bunker (Fuel Oíl # 6) que contiene elevadas concentraciones de azufre, se emiten a la atmósfera elevadas concentraciones de este gas, permaneciendo al límite máximo estipulado por la Legislación Ambiental.

En lo que respecta al material particulado, para evitar la emisión de éste, en situaciones anormales o de emergencias se propone adecuar las chimeneas, colocando una trampa para material particulado y así retenerlos en la planta y no permitir que salgan de la empresa para evitar molestias en la comunidad

## **8. DESCRIPCIÓN DE LOS BENEFICIARIOS.**

Los principales beneficiarios de este proyecto serán la Fabril S.A., la comunidad de la parroquia Leónidas Proaño, la comunidad del sector Los Ángeles, en particular, a través de la disminución de los contaminantes atmosféricos emitidos a la atmósfera. Adicionalmente, el Ministerio del Medio Ambiente, por medio de su departamento de Medio Ambiente del cantón Montecristi, que será el ente

regulador para la verificación del cumplimiento ambiental, ya que con esta propuesta contarán con datos específicos para lograr una correcta gestión ambiental en el cantón.

## **9. PLAN DE ACCIÓN.**

Cuando las medidas preventivas no se pueden llevar a cabo o su aplicación no es posible desde el punto de vista económico, para limitar la descarga de contaminantes a la atmósfera, se recurre a acciones correctivas que pueden ser de dos tipos:

- Concentrar y retener los contaminantes con equipos adecuados de depuración, que producen residuos sólidos o líquidos que contaminarán los suelos y el agua si no se planifica un tratamiento adecuado de estos residuos y, además, con el inconveniente de que estos equipos depuradores consumen recursos naturales y energía.
- Expulsar los contaminantes por medio de chimeneas suficientemente altas para que la dilución evite concentraciones elevadas a nivel del suelo. Este procedimiento, si bien atenúa los problemas de contaminación desde el punto de vista local, puede producir problemas en lugares alejados de las fuentes de emisión.

Adicionalmente, en el plan de acción se debería de tomar en cuenta la participación del municipio en colaboración con la empresa en cuestión, tratando los siguientes temas.

### **9.1. Reducción de la contaminación atmosférica en la industria.**

- Revisión de la normativa al respecto y control del cumplimiento de la misma, teniendo en cuenta los niveles de emisión industriales. Asegurándose de que en esta empresa y en todas las empresas en general, se incorporen filtros y medidas que eviten las emisiones.

- Inspección, control y seguimiento especial de las empresas que han sido sancionadas por emisión de contaminantes y de aquellas que por su dedicación sean susceptibles de contaminar.
- Informar de las mejores técnicas disponibles para reducir la contaminación atmosférica, así como de las posibles líneas de crédito y ayudas que ofrecen determinados organismos para modernizar las empresas en este sentido.

## **9.2. Ampliar el conocimiento del fenómeno de la contaminación Atmosférica en el municipio:**

- Realizar un estudio pormenorizado de la contaminación atmosférica en el cantón Montecristi. (Posible inventario de emisiones y principales fuentes de emisión de contaminantes).
- Solicitar la instalación de estaciones de medición de contaminación atmosférica.
- Difusión a la población del valor del índice de calidad del aire y su significado, así como los límites establecidos por la ley para cada contaminante y los riesgos y peligros que conlleva sobrepasar dichos límites.

## **10. ADMINISTRACIÓN.**

La administración de la propuesta estará a cargo de las autoridades de la Fabril S.A, por conocer técnicamente el proceso de investigación con la vigilancia del equipo de trabajo que se encuentra a cargo de la operación de los calderos.

Este proceso se lo realizará con la ayuda del equipo Testo t350 y el equipo de trabajo preparado técnicamente, para cumplir con todas las expectativas que se merece esta investigación y funcionamiento de lo propuesto.

## 11. FINANCIAMIENTO.

La Fabril S.A en busca de la mejora continua en cada uno de los procesos, a fin de tener una responsabilidad social acorde a su capacidad de producción, será la responsable del financiamiento de la propuesta en cuestión.

## 12. PRESUPUESTO.

El presupuesto se lo realizará en base al consumo de bunker y diesel que se ocupe en la generación de vapor en la planta durante la semana para obtener el valor en \$/mes, y la diferencia entre el consumo de combustible actual y el consumo futuro, será el valor del presupuesto asignado para la realización de la propuesta.

Tabla # 29: Costo del consumo de Fuel Oíl #6.

Materiales.	Consumo gal/semas	Costo unitario gal	Costo Total. \$/sema
Bunker	60000	0.740	44.400

Fuente: Departamento de Mantenimiento y Servicio.

El consumo de Fuel Oíl # 6 en la fabril S.A, en la actualidad se encuentra en alrededor de 60.000 galones por semana, representando un costo de cuarenta y cuatro mil cuatrocientos dólares por semana.

Con la mezcla de bunker y diesel se estima consumir 50000 galones de combustible, esto debido a la mayor capacidad calorífica que tiene el diesel como combustible.

Tabla # 30: Costo del consumo de Fuel Oil #6 y Fuel Oil # 2.

Materiales.	Consumo gal/semas	Costo unitario gal	Costo Total. \$/sema
Bunker	25.000	0.740	18.500
Diesel	25.000	0.927	23.175
Total	50000		41.675

Fuente: Departamento de Mantenimiento y Servicio.

El costo de operación de la generación de vapor a partir de la combustión de la mezcla de Fuel Oil # 6 y el Fuel Oil # 2 es de 2.725 \$/semanales, gastos que serán cubiertos por la empresa con el fin de disminuir la concentración de contaminantes atmosféricos emitidos a la atmosfera, entrando en el proceso de Producción Más Limpia.

### 13. EVALUACIÓN.

Una vez realizada la mezcla de combustibles, se procedió a calibrar las calderas para poder realizar el proceso de combustión adecuadamente, en los cuales se puede observar que se disminuyó la concentración de SO<sub>2</sub> emitido a la atmósfera en aproximadamente un 60 % de los valores que se obtenían por la combustión del Bunker.

Tabla # 31: Análisis Realizados a los calderos con la mezcla bunker y diesel

Fecha / Análisis	500 BHP	800 BHP	800 (1) BHP	800 (2) BHP	Legislación Aplicable
CO mg/Nm <sup>3</sup>	0	0	0	3.75	-
NO <sub>x</sub> mg/Nm <sup>3</sup>	250.1	262.4	194.75	219.35	700
SO <sub>2</sub> mg/Nm <sup>3</sup>	406.12	408.98	371.8	503.36	1650

Fuente: La Fabril S.A

## VII BIBLIOGRAFÍA

### Referencias bibliográficas.

Avendaño, P. (2006). *Introducción a la investigación bioantropológica, en actividad física, deporte y salud*. Caracas: UCU.

Ayovi, D. (. *Manual de Gestión Y control Medioambiental*.

BuenDía, M. P. (2002). *La evaluación de impacto ambiental y social para el siglo XXI*. Caracas: Fundamentos.

Calvo, M. (1998). *Ingeniería Medioambiental aplicada a la reconversión industrial y a la restauración de paisajes industriales degradados*. . Madrid-Barcelona: Mundi-Prensa.

Caselli, M. (2000). *La contaminación atmosférica*. Mexico D.F: S.A.D. C.V.

Cisnero, B. E. (2005). *La contaminación ambiental en México causa-efecto y tecnologías apropiadas* . Mexico D.F: Limusa S.A.

Corvit, R. ;*Manual de referencia de la Ingeniería Medioambiental*.

Eduardo A.J, L. Z. *Evaluación de Impacto Ambiental y Diversidad Biológica*. Del Puerto.

Favio Gerardo, R. L. *Daños a la salud por contaminación atmosférica*. Mexico.

Gomez, O. J. (1995). *Evaluación de Impacto Ambiental*. España: Barcelona.

Orea, D. G. (2007). *Evaluación Ambiental Estratégica*. Mexico D.F: Mundi-Prensa.

Perker, A. (1983). *Contaminación del aire por la industria*. Reverter.

Sastre, H., Bueno, L. J., & A.G. (1997). *Contaminación e Ingeniería Ambiental*. Oviedo: F.I.C.Y.T.

Seoáenz, C. M. (2000). *Manual de Gestion de los recursos en funcion del medio ambiente*. Barcelona: Mundi-Persa.

Spedding, D. (1981). *"Contaminacion Atmosferica"*. Barcelona : Reverte.

### **Linkografia.**

<http://manuelgross.bligoo.com/conozca-3-tipos-de-investigacion-descriptiva-exploratoria-y-explicativa>

[http://www.uam.es/personal\\_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Curso\\_10/Experimental.pdf](http://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Curso_10/Experimental.pdf)

<http://definicion.de/metodo-inductivo/>

<http://cfpub.epa.gov/airnow/index.cfm?action=topics>

NCAR. The National Center for Atmospheric Research.  
<http://www.ncar.ucar.edu/>, 2011.

INEC. Instituto Nacional de Estadística y Censos, <http://www.inec.gob.ec>, 2011.

<http://www.ipcc.nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.htm>, 2011.

<http://www.ipcc.nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.htm>, 2008.

### **Trabajos Citados.**

Environmental Protection Agency EPA, —Compilation of Air Pollutant Emission Factors, USA 2005

Fundación Natura, —El programa Calidad del Aire Ecuador: Una Utopía hecha realidad, Ecuador, 2009

Fundación Natura, —Inventario de emisiones atmosféricas del cantón Cuenca 2007, Ecuador, 2008

Fundación Natura, —La calidad del aire en Ecuador, Conferencia Interamericana, Ecuador, 2008

CEPAL, —Contaminación atmosférica y conciencia ciudadana, Santiago de Chile, 2009

Constitución de La República del Ecuador 2008

CORPAIRE. (2006). Inventario de Emisiones del Distrito Metropolitano de Quito 2003. Quito-Ecuador,

CORPAIRE. (2006). Inventario de Emisiones del Distrito Metropolitano de Quito 2003. Quito-Ecuador,

IPCC (1996). Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventory.

IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories,

Ley de Gestión Ambiental por Temas Codificación #9

Ley de prevención y Control de la Contaminación Ambiental

Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión Libro VI Anexo 3

## ANEXOS

Anexo A: Equipo Testo 350 para medición de gases.



Anexo A1 Chimeneas para emisión de gases de combustión,



**Anexo B:** Medición de gases por Laboratorio Externo ELICROM S.A



*DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES EN  
FUENTES FIJAS DE COMBUSTIÓN*



**“LA FABRIL”  
PLANTA MANTA**

**UBICACIÓN: MANTA - KM 5½ VIA MANTA - MONTECRISTI  
INFORME DE ENSAYO N° IEM-1731-13**

**TÉCNICOS RESPONSABLES  
ING. JOSÉ CARLOS CARRANZA  
TÉC. GABRIEL SELLÁN**

**(Guayaquil – Ecuador)**

**AGOSTO 2013**

**Autorizado por: Ing. Shirley Saenz,  
Elicrom Cia. Ltda.**

	<b>INFORME N° IEM-1731-13</b> <b>DETERMINACIÓN DE PARTICULAS TOTALES</b> <b>EN FUENTES FIJAS DE COMBUSTIÓN</b> <b>"LA FABRIL - PLANTA MANTA"</b>	 <small>LABORATORIO DE ANÁLISIS Y CONTROL</small>
---	---	---

## 1. INTRODUCCIÓN

"LA FABRIL"-PLANTA MANTA, dentro de su sistema de gestión ambiental requiere realizar la determinación de partículas totales en las fuentes fijas de combustión, con los equipos detallados en el numeral 6 de este informe, para lo que ELICROM Cia. Ltda. presenta una propuesta técnica económica, la cual fue aprobada generando una orden de trabajo No. OT-0514-13.

La ejecución de esta orden de trabajo es asignada por la Ing. Shirley Sáenz, Coordinadora Técnica del Laboratorio de Medio Ambiente de ELICROM, al Ing. José Carlos Carranza, Técnico del Laboratorio de Medio Ambiente quien en adelante lidera todas las operaciones de coordinación, preparación, muestreo y análisis.

Las mediciones son llevadas el 07 de Agosto del 2013 con el respectivo apoyo y supervisión del Ing. Carlos Saltos.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO ANALIZADO

Se monitoreo las Chimeneas de los siguientes equipos:

1.- CALDERO800-1  
 Marca: CLEAVER BROOKS  
 Modelo: CB400-800-200  
 Número de serie: OLO99807  
 Diámetro de la chimenea [m]: 0.59  
 Tipo de combustible: BUNKER.  
 Año: 2000

2.- CALDERO800-2  
 Marca: CLEAVER BROOKS  
 Modelo: CB600-800  
 Número de serie: L-86648  
 Diámetro de la chimenea [m]: 0.59  
 Tipo de combustible: BUNKER.  
 Año: <2003

3.- CALDERO750  
 Marca: KEWANEE  
 Modelo: N/E  
 Número de serie: N/E  
 Diámetro de la chimenea [m]: 0.77  
 Tipo de combustible: BUNKER.  
 Año: <2003

	<b>INFORME N° IEM-1731-13</b> <b>DETERMINACIÓN DE PARTICULAS TOTALES</b> <b>EN FUENTES FIJAS DE COMBUSTION</b> <b>"LA FABRIL - PLANTA MANTA"</b>	
---	---	---

4.- CALDERO 500  
 Marca: YORK SHIPLEY  
 Modelo: SPH5005FAH63453  
 Número de serie: 7510303H63453  
 Diámetro de la chimenea [m]: 0.74  
 Tipo de combustible: BUNKER.  
 Año: 1975

### 3. UBICACIÓN DE LA FUENTE FIJA ANALIZADA

La fuente analizada se encuentra ubicada en la Ciudad de Manta km 5½ Vía Manta - Montecristi, las coordenadas geográficas UTM 17S son: latitud 0623810 y longitud 9752717.



"LA FABRIL" PLANTA MANTA - KM 5½ VÍA MANTA -MONTECRISTI

### 4. CONDICIONES OPERACIONALES DE LA FUENTE FIJA

Las condiciones operacionales de las fuentes fijas analizadas fueron:

- Tipo de combustible: BUNKER
- Condiciones: normal de funcionamiento



**INFORME N° IEM-1731-13**  
**DETERMINACION DE PARTICULAS TOTALES**  
**EN FUENTES FIJAS DE COMBUSTION**  
**"LA FABRIL - PLANTA MANTA"**



## 5. MARCO LEGAL

### Valores máximos permisibles de emisión

Los valores de emisión máxima permitida, para fuentes fijas de combustión existentes son los establecidos en las tablas 1 y 2 de la Norma de Emisiones al Aire desde Fuentes Fijas de Combustión, libro VI anexo 3 del Texto Unificado de Legislación Ambiental.

**TABLA 1. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIONES AL AIRE PARA FUENTES FIJAS DE COMBUSTION. NORMA PARA FUENTES EN OPERACIÓN ANTES DE ENERO DE 2003**

Contaminante emitido	Combustible Utilizado	Valor	Unidades <sup>(1)</sup>
Partículas Totales	Sólido	355	mg/Nm <sup>3</sup>
	Líquido <sup>(2)</sup>	355	mg/Nm <sup>3</sup>
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable
Óxidos de Nitrógeno	Sólido	1 100	mg/Nm <sup>3</sup>
	Líquido <sup>(2)</sup>	700	mg/Nm <sup>3</sup>
	Gaseoso	500	mg/Nm <sup>3</sup>
Dióxido de Azufre	Sólido	1 650	mg/Nm <sup>3</sup>
	Líquido <sup>(2)</sup>	1 650	mg/Nm <sup>3</sup>
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable

Notas:  
<sup>(1)</sup> mg/Nm<sup>3</sup>: miligramos por metro cúbico de gas, a condiciones normales, a 1013 milibares de presión (1 (10.13 mbars) y temperatura de 0 °C, en base seca y corregidos al 7% de oxígeno. <sup>(2)</sup> combustibles líquidos comprenden los combustibles fósiles líquidos, tales como diesel, keroseno, bitumen C, petróleo crudo, nafta. Los valores de emisión máxima permitida, para fuentes fijas de combustión nuevas, son los establecidos en la tabla 2 de esta Norma.

**TABLA 2. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIONES AL AIRE PARA FUENTES FIJAS DE COMBUSTION. NORMA PARA FUENTES EN OPERACIÓN A PARTIR DE ENERO DE 2003**

Contaminante emitido	Combustible Utilizado	Valor	Unidades <sup>(1)</sup>
Partículas Totales	Sólido	150	mg/Nm <sup>3</sup>
	Líquido <sup>(2)</sup>	150	mg/Nm <sup>3</sup>
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable
Óxidos de Nitrógeno	Sólido	850	mg/Nm <sup>3</sup>
	Líquido <sup>(2)</sup>	550	mg/Nm <sup>3</sup>
	Gaseoso	400	mg/Nm <sup>3</sup>
Dióxido de Azufre	Sólido	1 650	mg/Nm <sup>3</sup>
	Líquido <sup>(2)</sup>	1 650	mg/Nm <sup>3</sup>
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable

Notas:  
<sup>(1)</sup> mg/Nm<sup>3</sup>: miligramos por metro cúbico de gas, a condiciones normales, de mil trescientos milibares de presión (1 (10.13 mbars) y temperatura de 0 °C, en base seca y corregidos al 7% de oxígeno. <sup>(2)</sup> combustibles líquidos comprenden los combustibles fósiles líquidos, tales como diesel, keroseno, bitumen C, petróleo crudo, nafta.

	<b>INFORME N° IEM-1731-13</b> <b>DETERMINACIÓN DE PARTICULAS TOTALES</b> <b>EN FUENTES FIJAS DE COMBUSTIÓN</b> <b>"LA FABRIL - PLANTA MANTA"</b>	 <small>LABORATORIO ODC ORGANISMO DE CONTAMINACIÓN DEL AMBIENTE</small>
---	---	---

## 6. EQUIPOS UTILIZADOS

### 6.1 Balanza analítica.

- Marca: Kern
- Modelo: AES 120-4
- Serie: 101873013
- Calibrado: 22 de Septiembre del 2012
- Vigente: Septiembre del 2013

### 6.2 Analizador de Gases.

- Código Interno: EL.EM.055
- Marca: Testo
- Modelo: 350
- Serie: 02555648
- Calibrado: 12 de Junio del 2013
- Vigente: Junio del 2014

### 6.3 Tren de Muestreo Isocinético.

- Marca: Millenium Instruments
- Modelo: 32-4MU-IIM2
- Serie: 2082
- Calibrado: Octubre del 2012
- Vigente: Octubre del 2013

## 7. PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS

La determinación de partículas totales se realizó según el procedimiento específico PEE.EL.02 cumpliendo con el método EPA 5 (Determination of particulate matter emissions from stationary sources)

La determinación gases de combustión se realizó según el procedimiento específico PEE.EL.03 cumpliendo con el método CTM30 (Determination of Nitrogen Oxides, Carbon Monoxide, and Oxygen Emissions from Natural Gas-Fired Engines, Boilers and Process Heaters Using Portable Analyzers).

## 8. CONDICIONES AMBIENTALES

Las condiciones ambientales del día de monitoreo, en el sitio de realización del ensayo fueron:

- 7 de Agosto del 2013 - Temperatura Media. 32,4°C, Humedad Relativa 56,8%hr.



INFORME N° IEM-1731-13  
DETERMINACIÓN DE PARTICULAS TOTALES  
EN FUENTES FIJAS DE COMBUSTIÓN  
"LA FABRIL - PLANTA MANTA"



## 9. DESVIACIONES DEL PROCEDIMIENTO

No existieron desviaciones al método utilizado.

## 10. NÚMERO DE PUNTOS DE MEDICIÓN

Se determinaron de acuerdo al método EPA 1 estableciéndose los siguientes puntos de muestreo en las distintas profundidades:

### CALDERO 800 -1

Medición No	Eje	Profundidad %D	Diámetro cm	Profundidad cm
1	1	2,1%	50	1
2		6,7%	50	4
3		11,8%	50	7
4		17,7%	50	10
5		25,0%	50	15
6		35,6%	50	21
7		64,4%	50	38
8		75,0%	50	44
9		82,3%	50	49
10		88,2%	50	52
11		93,3%	50	55
12		97,9%	50	58

### CALDERO 800 -2

Medición No	Eje	Profundidad %D	Diámetro cm	Profundidad cm
1	1	2,1%	50	1
2		6,7%	50	4
3		11,8%	50	7
4		17,7%	50	10
5		25,0%	50	15
6		35,6%	50	21
7		64,4%	50	38
8		75,0%	50	44
9		82,3%	50	49
10		88,2%	50	52
11		93,3%	50	55
12		97,9%	50	58



**INFORME N° IEM-1731-13**  
**DETERMINACIÓN DE PARTICULAS TOTALES**  
**EN FUENTES FIJAS DE COMBUSTION**  
**"LA FABRIL - PLANTA MANTA"**



CALDERO 750

Medición No	Eje	Profundidad	Diámetro	Profundidad
		%D	cm	cm
1	1	2,1%	77	2
2		6,7%	77	5
3		11,8%	77	9
4		17,7%	77	14
5		25,0%	77	19
6		35,6%	77	27
7		64,4%	77	50
8		75,0%	77	58
9		82,3%	77	63
10		88,2%	77	68
11		93,3%	77	72
12		97,9%	77	75

## 11. RESULTADOS

CALDERO 806-1 7 DE AGOSTO DEL 2013				
Parámetro	Valor Encontrado	Valor Encontrado*	Incertidumbre (mg)	Máximo Permitido**
Partículas Totales		15,5 mg/Nm <sup>3</sup>	±0,71	355
Isocentrismo%		100,0		90 - 110
NOx	256PPM	512mg/Nm <sup>3</sup>	±9,49	700
SO <sub>2</sub>	616PPM	1720 mg/Nm <sup>3</sup>	±29,43	1650
Temperatura °C		188,6		
Velocidad m/s ***		11,44		
O <sub>2</sub> % ***		6,87		
CO	0PPM	0 mg/Nm <sup>3</sup>	±1,63	
CO <sub>2</sub> % ***		10,79		

\* A condiciones normales de presión y temperatura, en base seca y corregido al 3% de oxígeno.  
 \*\* Máximo permitido por la Norma de Emisiones al Aire desde Fuentes Fijas de Combustión, para fuentes en operación antes de enero de 2013, Anexo 3, página 1, tabla 1.  
 \*\*\* Los valores encontrados con (\*\*\*) en ceros indicados en el abanico de acreditación.

CALDERO 806-2 7 DE ENERO DEL 2013				
Parámetro	Valor Encontrado	Valor Encontrado*	Incertidumbre (mg)	Máximo Permitido**
Partículas Totales		24,8 mg/Nm <sup>3</sup>	±1,21	355
Isocentrismo%		99,2		90 - 110
NOx	304 PPM	560 mg/Nm <sup>3</sup>	±11,23	700
SO <sub>2</sub>	670 PPM	1725 mg/Nm <sup>3</sup>	±31,98	1650
Temperatura °C		203,6		
Velocidad m/s ***		11,63		
O <sub>2</sub> % ***		5,48		
CO	6 PPM	7 mg/Nm <sup>3</sup>	±1,65	
CO <sub>2</sub> % ***		11,70		

\* A condiciones normales de presión y temperatura, en base seca y corregido al 3% de oxígeno.  
 \*\* Máximo permitido por la Norma de Emisiones al Aire desde Fuentes Fijas de Combustión, para fuentes en operación antes de enero de 2013, Anexo 3, página 1, tabla 1.  
 \*\*\* Los valores encontrados con (\*\*\*) en ceros indicados en el abanico de acreditación.

IEM-1731-13

Página 8 de 14

PO.FEELI2-04 Rev. 04

Dirección: Cda. Guayaquil Calle Iam Solar 10 frente al Mall del Sol; Pbc: 220207; Cel: 091809565, 097448710; jcarrazza@eliorom.com  
 GUAYAQUIL - ECUADOR

	<b>INFORME N° IEM.1731-13</b> <b>DETERMINACIÓN DE PARTICULAS TOTALES</b> <b>EN FUENTES FIJAS DE COMBUSTION</b> <b>"LA FABRIL - PLANTA MANTA"</b>	 <small>LABORATORIO DE ANÁLISIS Y CONTROL DE CALIDAD</small>
---	---	--

CALDERO 750				
7 DE AGOSTO DEL 2013				
Parámetro	Valor Encontrado	Valor Encontrado*	Incertidumbres (mg)	Máximo Permitido**
Partículas Totales		16,5 mg/Nm <sup>3</sup>	±0,08	355
Isocinetismo%		99,1		90 - 110
NO <sub>x</sub>	254 PPM	591 mg/Nm <sup>3</sup>	±9,42	700
SO <sub>2</sub>	469 PPM	1523 mg/Nm <sup>3</sup>	±22,48	1650
Temperatura °C		206,6		
Velocidad m/s ***		10,44		
O <sub>2</sub> % ***		8,66		
CO	4 PPM	3 mg/Nm <sup>3</sup>	±1,64	
CO <sub>2</sub> % ***		8,85		

\* A condiciones normales de presión y temperatura, en base seca y corregido al 7% de oxígeno.  
\*\* Máximo permitido por la Norma de Emisiones al Aire desde Fuentes Fijas de Combustión, para fuentes no operadas antes de marzo de 2013, Anexo 1, página 1 tabla 1.  
\*\*\* Los valores marcados con \*\*\* se están incluyendo en el alcance de acreditación.

Este informe no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio ELICROM MEDIO AMBIENTE. El presente informe se refiere solamente al equipo descrito en el numeral 2 de este informe en las condiciones operacionales descritas al momento del ensayo en el numeral 4.

Atentamente,

Ing. José Carlos Carranza  
Elicrom Cia Ltda.

## Anexo C: Certificado de calibración de Equipo Testo 350.



PRODUCTOS Y SERVICIOS  
INDUSTRIALES C.LTDA.

# REPORTE DE CALIBRACIÓN

<b>Certificado N°:</b>	C-LF8001-13
<b>Fecha de calibración:</b>	28 de enero de 2013
<b>Procedimiento:</b>	PEC/LAB-PSI/09

<b>DATOS DE SOLICITANTE DE CALIBRACIÓN</b>	
<b>Empresa:</b>	LAFABRIL
<b>Dirección:</b>	Km 5.5 Vía Montecristi – Mantua, Provincia de Manabí
<b>Persona Contacto:</b>	Santiago Aguayo

<b>DATOS DEL EQUIPO A CALIBRAR</b>	
<b>Tipo:</b>	Equipo portátil de medición de gases: CO, NOx (NO y NO <sub>2</sub> ) y SO <sub>2</sub>
<b>Marca:</b>	TESTO
<b>Modelo:</b>	350XL
<b>Serie:</b>	01806068
<b>Código de identificación:</b>	MASMI042AG01
<b>Rango de lecturas:</b>	CO: 0 – 10000 ppm; NO: 0 – 3000 ppm; SO <sub>2</sub> : 0 – 5000 ppm
<b>Resolución:</b>	CO: 1 ppm; NO: 1 ppm; SO <sub>2</sub> : 1 ppm

<b>DATOS DEL PATRÓN DE CALIBRACIÓN UTILIZADO</b>	
<b>Patrón N°2:</b>	Rango alto
<b>Descripción:</b>	Mezcla de gases protocolo EPA contenido en cilindro de aluminio de 150A
<b>Serie:</b>	CC341832
<b>Concentraciones:</b>	CO: 352 ppm; NOx: 350 ppm; SO <sub>2</sub> : 328 ppm
<b>Fecha de expiración:</b>	21 de febrero de 2013

<b>DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD</b>	
De acuerdo a los resultados obtenidos, y que se expresan en las páginas 2 y 3 del presente certificado, el equipo anteriormente descrito presentó valores de CO, NOx y SO <sub>2</sub> dentro de los límites de los errores máximos permitidos (especificados por el fabricante del equipo), para el Patrón N°2: rango alto.	

<ul style="list-style-type: none"><li>- El presente no constituye un certificado de aptitud para el uso del equipo</li><li>- Este documento no significa certificación de calidad</li><li>- El presente certificado relaciona únicamente al instrumento arriba descrito al momento del ensayo</li><li>- Se recomienda calibrar el equipo anualmente</li></ul>	
---	--

  
Ing. Hector Murzi  
Director Técnico  
LAB-PSI

Guayaquil, 28 de enero de 2013



LABORATORIO  
EMISIONES – AIRE AMBIENTE –  
RUIDO – SALUD OCUPACIONAL

HOJA DE RESULTADOS. CALIBRACIÓN / VERIFICACIÓN. ANALIZADOR DE GASES DE  
COMBUSTIÓN

Condiciones de Calibración	
Fecha	26/12/2013
Temp. Amb.	23
Humedad	47
Placamiento	PEC-LAB-PS-006

Equipos utilizados:	
Serie	T23090
Gas # CA	01406055
Gas # CA	341833
Pres. cil. de gas (psi)	1000

Calibración/ Verificación realizada por:	
HECTOR MURZI	

Calibración/ Verificación interna #:	
C-LF001-013-BA	

Parámetro	Unidades	Concentración de la mezcla estándar	Promedio de medición	Diferencia	Error máximo permitido +/-	Porcentaje de error	Incertidumbre
CO	ppm	552.0	547.0	-5.0	18.0	1.4	2.4
NOx	ppm	350.0	353.3	3.3	18.0	1.0	2.7
SO2	ppm	328.0	326.3	-1.7	17.0	0.5	2.3

Equipo Calibrado/ Verificado por: H.M.P.

Revisado por: [Firma]

Errores máximos permitidos

Parámetro	Rango	E. máximo permitido
CO	0 - 20.0 ppm	±1.2 ppm
	50 - 500 ppm	±1.5% del cm.
NOx	0 - 20.0 ppm	±1.2 ppm
	50 - 500 ppm	±1.5% del cm.
SO2	0 - 20.0 ppm	±1.2 ppm
	50 - 500 ppm	±1.5% del cm.

 <small>PROBACIONES Y SERVICIOS INDUSTRIALES S.A.S.</small>	<b>HOJA DE TRABAJO RESULTADOS IMPRESOS ANALIZADORES DE GASES DE COMBUSTIÓN</b>	<b>LABORATORIO EMISIONES - AIRE AMBIENTE - RUIDO - SALUD OCUPACIONAL</b>
---	--	--

<b>Cliente:</b> LA FABRIL	<b>RG-LABPSI- L - M00001-15</b>
<b>Equipo / Marca:</b> Analizador de gases TESTO	
<b>Modelo:</b> 350 XL	<b>Serie:</b> 75401071
<b>Fecha / Hora:</b> 01/28/13 11:42	<b>Temperatura:</b> 21.9C
<b>Procedimiento:</b> FEL/LAB-PSI/PT	
<b>Fuente de emisiones:</b> 46341652	

```

-----
Testo 350 XL
Testo 350 XL
SN: 01807065 /USA
-----
LA FABRIL
SCM INDUSTRIALES
M IDUARTE
-----
01/28/13 11:17:26

Sensor information

CO :
Sensor ser. # 08606071
Cal gas val. ----- %
sensor val. ----- %
test date: -----

CO :
Sensor ser. # 15481003
Cal gas val. 352 ppm
sensor val. 352 ppm
Calibr. date: 01/28/13

NO :
Sensor ser. # 15598774
Cal gas val. 350 ppm
sensor val. 350 ppm
Calibr. date: 01/28/13

CO2:
Sensor ser. # 01764533
Cal gas val. 17.10 %
sensor val. 17.34 %
test date: 01/13/10

NOx :
Sensor ser. # 15351597
Cal gas val. 38.8 ppm
sensor val. 39.5 ppm
Calibr. date: 03/10/10

SO2 :
Sensor ser. # 08581261
Cal gas val. 308 ppm
sensor val. 317 ppm
Calibr. date: 01/28/13

```

<b>Datos de la medición</b> <b>Responsable de medición:</b> <i>Walter Rojas</i>
--

**Anexo D.** Informe de calibración de calderas para consumo de mezcla de combustible.

<b>JUVAX S.A</b> <b>Ing Washington Lupera</b> <small>Auditorías, Diseño, Planificación, Construcción e Instalación de control contaminación</small> <small>Sommar IV Mz. 412 Local 6</small> <small>Teléfono: 2215959 – 2215955 – 0988086459</small> <small>Email: <a href="mailto:juvax@yahoo.com">juvax@yahoo.com</a> Web: <a href="http://www.juvaxsa.uv">www.juvaxsa.uv</a></small>	<b>REPORTE DE CALIBRACION</b>  <b>FABRIL-RC-13-012</b>
--	--

**DATOS DEL CLIENTE**

CLIENTE (razon social)	LA FABRIL	MONTECRISTI
DIRECCIÓN	Km 5.5 Vía Manta-Montecristi	
ATENCIÓN A	Ing. CANARTE	
CÓDIGO CIU DE LA EMPRESA		TELÉFONOS 52920091
FECHA DE INICIO DE PRUEBAS	29-Oct-13	FECHA DE TERMINO DE PRUEBAS 29-Oct-13

**INFORMACIÓN ESPECIFICA**

NOMBRE DEL EQUIPO	CALDERO YORK SHIPLEY
No. DE SERIE	
DIÁMETRO DE LA CHIMENEA	
TIPO DE COMBUSTIBLE	50% BUNKER 50% DIESEL, TEMPERATURA 60° Centígrados

**DATOS**

TIPO DE PRUEBA	Calibración de combustión
EQUIPO A UTILIZAR	IMR 1400C, SERIE B5104K78
ULTIMA CALIBRACION DEL EQUIPO	19 DE SEPTEMBER, 2012
TÉCNICO DE CALIBRACIÓN	IMR Environmental Equipment, Inc., CAL. SEBASTIAN SZAFIARSKI, QC STEVE SIMMS
TÉCNICOS	WASHINGTON LUPERA, MSC

**CONDICIONES AMBIENTALES**

TEMPERATURA AMBIENTE	30° Centígrados	Ref. O2 7%
----------------------	-----------------	------------

PARÁMETRO	Unidades	PUNTO DE LEVA			TULA
		BAJO	MEDIO	ALTO	
NUMERO DE HUMO		1	1		
PORCENTAJE DE O <sub>2</sub>	%	4,8	4,7		
CO	mg/m <sup>3</sup>	53	55		
NOx	mg/m <sup>3</sup>	275	300		700
SO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	341	563		1650
TEMP. DE LOS GASES A LA SALIDA	°C	172	181		300
PORCENTAJE DE CO <sub>2</sub>	%	12,9	12,9		
EFICIENCIA DE COMBUSTIÓN	%	93,3	92,9		
EXCESO DE AIRE	%	31	31		
EFICIENCIA DEL CALDERO	%	88,64	88,26		

OBSERVACIONES: NO SE PUEDE SUBIR A LEVA ALTO PORQUE SE APAGA EL CALDERO POR NIVEL DE AGUA

TECNICO INSTRUMENTISTA

AUTORIZADO POR:  
MSc. Washington Lupera N.

RECIBI CONFORME  
CLIENTE

<b>JUVAX S.A</b> <b>Ing Washington Lupera</b> <small>Auditorías, Diseño, Planificación, Construcción e Instalación de control contaminación</small> <small>Samones IV Mz. 412 Local 6</small> <small>Teléfono: 2215959 - 2215955 - 0988086459</small> <small>Email: <a href="mailto:juvax@yahoo.com">juvax@yahoo.com</a> Web: <a href="http://www.juvaxsa.us">www.juvaxsa.us</a></small>	<b>REPORTE DE CALIBRACION</b>  <b>FABRIL-RC-13-011</b>
---	--

**DATOS DEL CLIENTE**

CLIENTE (razon social)	LA FABRIL	MONTECRISTI
DIRECCIÓN	Km 5.5 Vía Manta-Montecristi	
ATENCIÓN A	Ing. CANARTE	
CÓDIGO CIU DE LA EMPRESA	TELÉFONOS	52920091
FECHA DE INICIO DE PRUEBAS	29-Oct-13	FECHA DE TERMINO DE PRUEBAS: 29-Oct-13

**INFORMACION ESPECIFICA**

NOMBRE DEL EQUIPO	CALDERO KEWANEE
No. DE SERIE	
DIÁMETRO DE LA CHIMENEA	
TIPO DE COMBUSTIBLE	50% BUNKER 50% DIESEL, TEMPERATURA 60° Centígrados

**DATOS**

TIPO DE PRUEBA	Calibración de combustión
EQUIPO A UTILIZAR	IMR 1400C, SERIE B5104K78
ULTIMA CALIBRACION DEL EQUIPO	19 DE SEPTEMBER, 2012
TÉCNICO DE CALIBRACIÓN	IMR Environmental Equipment, Inc., CAL SEBASTIAN SZAFLARSKI, QC STEVE SIMMS
TÉCNICOS	WASHINGTON LUPERA, MSC

**CONDICIONES AMBIENTALES**

TEMPERATURA AMBIENTE	29° Centígrados	Ref. O2	7%
----------------------	-----------------	---------	----

PARÁMETRO	Unidades	PUNTO DE LEVA			TULA
		BAJO	MEDIO	ALTO	
NUMERO DE HUMO		1	1	1	
PORCENTAJE DE O <sub>2</sub>	%	8,9	7,5	7	
CO	mg/m <sup>3</sup>	85	103	111	
NOx	mg/m <sup>3</sup>	296	321	351	700
SO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	543	602	638	1650
TEMP. DE LOS GASES A LA SALIDA	°C	190	221	229	300
PORCENTAJE DE CO <sub>2</sub>	%	9,8	10,8	11	
EFICIENCIA DE COMBUSTIÓN	%	89,3	89	89,1	
EXCESO DE AIRE	%	75	55	51	
EFICIENCIA DEL CALDERO	%	84,84	84,55	84,65	

OBSERVACIONES: EXISTE FUGA ENTRE EL QUEMADOR Y EL HOGAR SE ESCAPA GASES DE COMBUSTION

TECNICO INSTRUMENTISTA

AUTORIZADO POR:  
MSc. Washington Lupera N.

RECIBI CONFORME  
CLIENTE

<b>JUVAX S.A</b> <b>Ing Washington Lupera</b> <small>Auditorías, Diseños, Planificación, Construcción e Instalación de control contaminación</small> <small>Sumanas IV Mz. 412 Local 6</small> <small>Teléfono: 2215959 - 2215955 - 098006459</small> <small>Email: juvax@yahoo.com Web: www.juvaxsa.us</small>	<b>REPORTE DE CALIBRACION</b>  <b>FABRIL-RC-13-10</b>
--	---

**DATOS DEL CLIENTE**

CLIENTE (razon social)	LA FABRIL	MONTECRISTI
DIRECCIÓN	Km 5.5 Vía Manta-Montecristi	
ATENCIÓN A	Ing. CANARTE	
CÓDIGO CIUJ DE LA EMPRESA		TELÉFONOS 52920091
FECHA DE INICIO DE PRUEBAS	29-Oct-13	FECHA DE TERMINO DE PRUEBAS 29-Oct-13

**INFORMACIÓN ESPECIFICA**

NOMBRE DEL EQUIPO	CALDERO CLEAVER
No. DE SERIE	L-86648
DIÁMETRO DE LA CHIMENEA	
TIPO DE COMBUSTIBLE	50% BUNKER 50% DIESEL, TEMPERATURA 60° Centígrados

**DATOS**

TIPO DE PRUEBA	Calibración de combustión
EQUIPO A UTILIZAR	IMR 1400C, SERIE B5104K78
ULTIMA CALIBRACION DEL EQUIPO	19 DE SEPTEMBER, 2012
TÉCNICO DE CALIBRACIÓN	IMR Environmental Equipment, Inc., CAL. SEBASTIAN SZAFIARSKI, QC STEVE SIMMS
TECNICOS	WASHINGTON LUPERA, MSC

**CONDICIONES AMBIENTALES**

TEMPERATURA AMBIENTE	31° Centígrados	Ref. O2	7%
----------------------	-----------------	---------	----

PARÁMETRO	Unidades	PUNTO DE LEVA			TULA
		BAJO	MEDIO	ALTO	
NUMERO DE HUMO		1	1	1	
PORCENTAJE DE O <sub>2</sub>	%	6,7	6	4,3	
CO	mg/m <sup>3</sup>	99	101	181	
NOx	mg/m <sup>3</sup>	232	271	333	700
SO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	517	600	699	1650
TEMP. DE LOS GASES A LA SALIDA	°C	156	184	194	300
PORCENTAJE DE CO <sub>2</sub>	%	11,3	11,9	12,9	
EFICIENCIA DE COMBUSTIÓN	%	93,1	92	92,4	
EXCESO DE AIRE	%	48	39	28	
EFICIENCIA DEL CALDERO	%	88,45	87,40	87,78	

OBSERVACIONES: EL PRISIONERO #1 DE LA BARRA LEVA TIENE DANADO EL EXAGONO Y NO SE PUEDE CALIBRAR ADECUADAMENTE

TECNICO INSTRUMENTISTA

AUTORIZADO POR:  
MSc. Washington Lupera N.

RECIBI CONFORME  
CLIENTE

<b>JUVAX S.A</b> <b>Ing Washington Lupera</b> <small>Auditorías, Diseño, Planificación, Construcción e Instalación de control contaminación</small> <small>Samana IV Mz. 412 Local 6</small> <small>Teléfono: 2215939 - 2215935 - 0988086439</small> <small>Email: <a href="mailto:juvax@juvax.com">juvax@juvax.com</a> Web: <a href="http://www.juvax.us">www.juvax.us</a></small>	<b>REPORTE DE CALIBRACION</b>  <b>FABRIL-RC-13-09</b>
--	---

**DATOS DEL CLIENTE**

CLIENTE (razon social)	LA FABRIL	MONTECRISTI
DIRECCIÓN	Km 5.5 Vía Manta-Montecristi	
ATENCIÓN A	Ing. CANARTE	
CÓDIGO CIU DE LA EMPRESA		TELÉFONOS 52920091
FECHA DE INICIO DE PRUEBAS	29-Oct-13	FECHA DE TERMINO DE PRUEBAS 29-Oct-13

**INFORMACIÓN ESPECIFICA**

NOMBRE DEL EQUIPO	CALDERO CB 600-600
No. DE SERIE	OLO99807
DIÁMETRO DE LA CHIMENEA	
TIPO DE COMBUSTIBLE	50% BUNKER 50% DIESEL, TEMPERATURA 60° Centígrados

**DATOS**

TIPO DE PRUEBA	Calibración de combustión
EQUIPO A UTILIZAR	IMR 1400C, SERIE B5104K78
ULTIMA CALIBRACIÓN DEL EQUIPO	19 DE SEPTEMBER, 2012
TÉCNICO DE CALIBRACIÓN	IMR Environmental Equipment, Inc., CAL SEBASTIAN SZAFIARSKI, QC STEVE SIMMS
TÉCNICOS	WASHINGTON LUPERA, MSC

**CONDICIONES AMBIENTALES**

TEMPERATURA AMBIENTE	30° Centígrados	Ref. O2 7%
----------------------	-----------------	------------

PARÁMETRO	Unidades	PUNTO DE LEVA			TULA
		BAJO	MEDIO	ALTO	
NUMERO DE HUMO		1	1	1	
PORCENTAJE DE O <sub>2</sub>	%	5,1	4,9	5,2	
CO	mg/m <sup>3</sup>	98	113	100	
NOx	mg/m <sup>3</sup>	302	404	314	700
SO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	543	620	571	1650
TEMP. DE LOS GASES A LA SALIDA	°C	187	190	201	300
PORCENTAJE DE CO <sub>2</sub>	%	12,6	12,9	12,5	
EFICIENCIA DE COMBUSTIÓN	%	92,7	92,5	92,8	
EXCESO DE AJRE	%	33	35	34	
EFICIENCIA DEL CALDERO	%	88,07	87,88	88,16	

OBSERVACIONES:

TECNICO INSTRUMENTISTA \_\_\_\_\_  
 AUTORIZADO POR: MSc. Washington Lupera N.  
 RECIBI CONFORME CLIENTE \_\_\_\_\_

**Anexo E:** Formato para evaluación Ambiental

<b>IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA</b>		
<b>1. DATOS GENERALES.</b>		
<b>NOMBRE DE LA EMPRESA:</b> ..... ..... ..... ..... .....	<b>DIRECCIÓN:</b> ..... ..... <b>LOCALIDAD:</b> ..... .....	
<b>SITUACIÓN</b> Casco urbano: <input type="checkbox"/> Polígono Industrial: <input type="checkbox"/> Aislada: <input type="checkbox"/>	<b>CARÁCTER</b> Multinacional <input type="checkbox"/> Varios Accionistas: <input type="checkbox"/> Familiar <input type="checkbox"/>	
<b>NUMERO DE TRABAJADORES.</b> En 2010..... En 2011..... En 2012..... En 2013.....	Facturación..... % De exportación..... ..... Países..... .....	
<b>2. PRODUCCIÓN</b>		
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PRINCIPALES ACTIVIDADES DE LA EMPRESA:</b> ..... ..... ..... .....		
<b>TIPO DE ACTIVIDAD:</b> Artesanal <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/>  La tecnología se adquirió	<b>TIPO DE PRODUCCIÓN</b> Continua <input type="checkbox"/> Estacional <input type="checkbox"/> Periodo..... .....	<b>AMPLIACIONES PREVISTAS</b> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>  Producción

<b>Hace.</b>	.....	<b>Instalaciones</b>
Más de 15 años. <input type="checkbox"/>	<b>Numero de turnos</b>	<b>Otras.....</b>
De 5 a 15 años. <input type="checkbox"/>	.....	.....
Menos de 5 años. <input type="checkbox"/>	<b># de trabajadores/turnos</b>	.....
	<b>Mañana.....</b>	.....
	<b>Tarde.....</b>	
	<b>Noche.....</b>	

<b>CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA</b>	
<b>EMISIONES DIRECTAS:</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE GASES Y HUMOS</b>	
Altura(s) de la(s) chimenea(s).....	
¿Existe algún sistema de depuración de gases?    Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
Fechas y resultados de las últimas modificaciones de este sistema. .....	
<b>Comentarios.</b> ..... .....	
<b>PROCEDENCIA DE LAS EMISIONES (puede marcar más de una)</b>	
<input type="checkbox"/> Hornos.....	
<input type="checkbox"/> Cisternas o depósitos.....	
<input type="checkbox"/> Calderas.....	
<input type="checkbox"/> Ventilación interior.....	
<input type="checkbox"/> Equipos de refrigeración.....	
<input type="checkbox"/> Producción de energía.....	
<input type="checkbox"/> Reactor.....	
<input type="checkbox"/> Otros.....	
<b>DATOS SOBRE LAS EMISIONES</b>	
¿Se miden las emisiones atmosféricas?                    Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
¿Qué sustancias se están emitiendo?	
CO <input type="checkbox"/>	SO <sub>2</sub> <input type="checkbox"/>

<b>CO<sub>2</sub></b> <input type="checkbox"/>	<b>CH<sub>4</sub></b> <input type="checkbox"/>
<b>NO<sub>x</sub></b> <input type="checkbox"/>	
<b>Partículas de Polvo</b> .....	
<b>Otros</b> .....	
.....	
<b>Comentario sobre las emisiones</b> .....	
.....	
<b>¿Qué tipo de combustible usan?</b>	
.....	
.....	
<b>¿Preocupa este tema en la empresa?</b> <b>Sí</b> <input type="checkbox"/> <b>No</b> <input type="checkbox"/>	
.....	
<b>¿Ha realizado alguna inspección la administración?</b> <b>Sí</b> <input type="checkbox"/> <b>No</b> <input type="checkbox"/>	
.....	

**Anexo F:** Encuesta a la población del área de influencia.

**Encuesta de conocimiento actitudes y práctica de la población.**

Estimado señores se está llevando a cabo una investigación con la finalidad de conocer la posible relación entre la contaminación atmosférica y la afectación a la salud de los habitantes de la ciudadela los Ángeles, deseamos nos facilite la información solicitada en el presente cuestionario.

**1.- ¿Sabe Ud. Cuáles son las principales actividades de la industria La Fabril S.A?**

**Sí.**

**No.**

**2.- ¿Qué nivel de conocimiento tiene Ud.? Sobre los contaminantes emitidos a la atmosfera por la industria la Fabril S.A producto de la quema de combustible.**

**Poco.**

**Bastante.**

**Suficiente**

**3.- ¿Sabe Ud.? Que enfermedades producen en las personas los contaminantes atmosféricos**

**Sí.**

**No.**

**4.- ¿Ha presentado alguna enfermedad o infecciones respiratorias en los últimos dos años?**

**Sí.**

**No.**

**5.- ¿Qué impacto económico considera Ud.Existe con la presencia de la Fabril S.A en el sector de Los Ángeles?**

**Alto.**

**Medio.**

**Bajo.**