

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Escuela de Posgrado

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE

**VALORACIÓN DE CONTAMINANTES DEL AIRE GENERADA
POR FUENTES MÓVILES PARA LA GESTIÓN DE LA
CALIDAD DEL AIRE EN EL CERCADO DE
TACNA, 2011-2012**

TESIS

Presentada por:

ING. MARISOL MENDOZA AQUINO

Para optar el Grado Académico de:

**MAESTRO EN CIENCIAS (MAGÍSTER SCIENTIAE)
CON MENCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO
SOSTENIBLE**

**TACNA – PERÚ
2014**

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE

**Valoración de los contaminantes del aire generada por fuentes móviles
para la gestión de la Calidad del Aire en el Cercado de Tacna, 2011-2012**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 18 DE JUNIO DEL 2014 ESTANDO EL
JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:

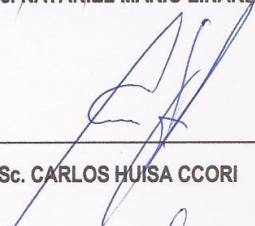
PRESIDENTE: _____


Dr. ALBERTO BACILIO QUISPE COHAILA

SECRETARIO: _____


M.Sc. NATANIEL MARIO LINARES GUTIERREZ

MIEMBRO : _____


M.Sc. CARLOS HUISA CCORI

ASESOR : _____


Dra. RINA MARIA ALVAREZ BECERRA

AGRADECIMIENTO

*A los maestros de la Escuela de Posgrado por sus
sabias enseñanzas y dedicación constante*

*A mi familia por su apoyo incondicional para la
concreción de la tesis de maestría*

DEDICATORIA

A Dios, por sus bendiciones y bondad incommensurable, sin cuyo amparo no me hubiera sido posible llegar a cumplir mis aspiraciones.

A mis padres Francisco y Eleuteria, por ser mi fuente constante de esfuerzo y dedicación para lograr alcanzar mis metas en la vida

A mis hermanos: Vilma, Leonidas, Carlos, Oscar y Rosendo; y sobrinos, por su aliento, confianza, amistad y fuerza, para continuar esforzándome en la tarea investigativa.

CONTENIDO

CARÁTULA.....	i
PÁGINA DEL JURADO.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
CONTENIDO	v
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGÚRAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	01

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	03
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	04
1.2.1. Problema General.....	04
1.2.2. Problema Específico	04
1.3. OBJETIVOS	05
1.3.1. Objetivo General	05
1.3.2. Objetivos Específicos	05
1.4. HIPÓTESIS	05
1.4.1. Hipótesis General	05
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	06
1.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	07

1.7. FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	08
---	----

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	09
2.2. PLANTEAMIENTOS TEÓRICOS	13
2.2.1. Agentes Contaminantes.....	15
2.2.1.1 Clasificación de los contaminantes	15
2.2.2. PRINCIPALES CONTAMINANTES DEL AIRE	16
2.2.2.1 Óxidos de Nitrógeno	17
2.2.2.2 Óxidos de Azufre.....	18
2.2.2.3 Monóxido de Carbono.....	19
2.2.2.4 Partículas	19
2.2.3. PROCESOS DE EMISIÓN EN LOS VEHÍCULOS QUE CIRCULAN POR CARRETERA.....	21
2.2.3.1 Tipos de procesos de emisiones evaporativas.....	22
2.2.3.1.1 Emisiones evaporativas de motor caliente	22
2.2.3.1.2 Emisiones evaporativas de operación.....	22
2.2.3.1.3 Emisiones evaporativas durante la recarga de combustible.....	22
2.2.3.1.4 Emisiones diurnas.....	23
2.2.3.1.5 Emisiones evaporativas en reposo	23
2.2.4. TIPOS DE VEHÍCULOS EN LA CIUDAD DE TACNA.....	24
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	27
2.4. MARCO LEGAL	29

**CAPÍTULO III
METODOLOGÍA**

3.1. CLASIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	31
3.2. TIPO DE ESTUDIO.....	32
3.3. ÁMBITO DE ESTUDIO	33
3.4. POBLACIÓN DE ESTUDIO	34
3.4.1 Población muestra problema	35
3.4.2 Estratificación y tamaño de la muestra.....	37
3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES DE ESTUDIO.....	44
3.6. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	45
3.6.1 Producción y registro de datos	45
3.6.2 Ficha de cotejo para medir la variable: valoración de contaminantes atmosféricos de la ciudad de Tacna.....	45
3.6.3 Valoración de contaminantes atmosféricos de la ciudad de Tacna.....	46

**CAPÍTULO IV
RESULTADOS**

4.1. EMISIONES CALCULADAS DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS INCLUIDOS Y NO INCLUIDOS EN EL D.S. 07-2001-PCM, PARA FUENTES MOVILES EN LA CIUDAD DE TACNA	49
4.2. EMISIONES CALCULADAS DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS PARA FUENTES MÓVILES,	

COMPARATIVOS POR PARÁMETRO TON/DIA Y TON/AÑO; INCLUIDO EN EL D.S.074-2001-PCM	51
4.3. EMISIONES CALCULADAS DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS PARA FUENTES MÓVILES COMPARATIVOS POR PARÁMETRO TON/DIA Y TON/AÑO; NO INCLUIDO EN EL D.S.074-2001-PCM.....	53
4.4. EMISIONES CALCULADAS DE PARQUE AUTOMOTOR, POR TIPO DE VEHÍCULO EN LA CUENCA ATMOSFÉRICA DE LA DE LA CIUDAD DE TACNA	55
4.5. RESULTADOS COMPARATIVOS DE ESTUDIOS DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES DE FUENTES MOVILES EN LA CIUDAD DE TACNA (2009-2011-12).....	59
4.6. ESTIMACIÓN DE DEMANDA DE USO POR TIPO DE COMBUSTIBLE EN UNIDADES VEHICULARES, SEGÚN INSCRIPCIÓN EN SUNARP (PERIODO 2009-2013).....	62
4.7. ESTIMACIÓN DE DEMANDA PROMEDIO DE VENTA POR TIPO DE COMBUSTIBLE EN GRIFOS Y LUBRICENTROS (PERIODO 2012).....	63
4.8. ESTIMACIÓN DE EMISIONES EN BASE AL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE PARQUE AUTOMOTOR, SEGÚN DEMANDA EN GRIFOS Y SERVICENTROS DE LA CIUDAD DE TACNA, SEGÚN (PERIODO 2012).....	65
4.9. HIPOTESIS ESTADÍSTICA	69
4.10. PROPUESTA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA CIUDAD DE TACNA.....	70

CAPÍTULO V
DISCUSIÓN

DISCUSIÓN	74
CONCLUSIONES	77
RECOMENDACIONES.....	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
ANEXOS	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	7
Tabla 2.	CLASIFICACIÓN DE CONTAMINANTES POR FORMA Y TIPO	20
Tabla 3.	CLASIFICACIÓN VEHICULAR	25
Tabla 4.	DENSIDAD DE LA POBLACIÓN DE LA CUENCA ATMOSFÉRICA DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE TACNA.....	35
Tabla 5.	POBLACIÓN DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES POR CATEGORIA.....	36
Tabla 6.	CÁLCULO Y SELECCIÓN DE MUESTRA REPRESENTATIVA.....	42
Tabla 7.	VARIABLES DE ESTUDIO	44
Tabla 8.	EMISIONES CALCULADAS ANUALES POR TIPO DE CONTAMINANTE ATMOSFÉRICO	49
Tabla 9.	EMISIONES DE FUENTES MÓVILES EN LA CUENCA ATMOSFÉRICA CIUDAD DE TACNA, INCLUIDO EN D.S. 074-2001-PCM.....	51
Tabla 10.	EMISIONES DE FUENTES MÓVILES EN LA CUENCA ATMOSFÉRICA CIUDAD DE TACNA, NO INCLUIDO EN EL D.S. 074-2001-PCM	53
Tabla 11.	MUESTRA PROBLEMA POR TIPO DE VEHÍCULO	55
Tabla 12.	EMISIONES CALCULADA POR TIPO DE VEHÍCULO	56
Tabla 13.	COMPARATIVO DE EMISIONES DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS	60
Tabla 14.	CÁLCULO DE EMISIONES EN BASE A CONSUMO DE COMBUSTIBLE - TACNA.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	EMISIONES PRESENTES EN LOS VEHICULOS	21
Figura 2.	NÚMERO DE UNIDADES VEHICULARES INSCRITAS EN SUNARP POR AÑO, SEGÚN UNIDADES REACONDICIONADAS Y NUEVAS.....	27
Figura 3.	MAPA DE CUENCA ATMOSFÉRICA DE LA ZONA METROPOLITANA DE CIUDAD DE TACNA Y SU ENTORNO	34
Figura 4.	POBLACIÓN DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES POR CATEGORÍA	37
Figura 5.	MUESTRA EMPLEADA PARA ENCUESTA POR TIPO DE UNIDAD	43
Figura 6.	EMISIONES CALCULADAS POR TIPO DE CONTAMINANTE (TON/AÑO)	50
Figura 7.	PORCENTAJE DE EMISIONES POR TIPO DE CONTAMINANTE	50
Figura 8.	EMISIONES DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICO POR PARÁMETRO, INCLUIDOS EN EL D.S. 074-2001.PCM	52
Figura 9.	EMISIONES DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS POR PARÁMETRO, NO INCLUIDOS EN EL D.S. 074-2001.PCM	54
Figura 10.	EMISIONES CALCULADAS POR TIPO DE VEHICULO, PARA SO ₂ , CO Y Pb, INCLUIDOS EN EN EL D.S. 074-2001.PCM	57

Figura 11.	EMISIONES CALCULADA POR TIPO DE VEHÍULO, PARA NO _x , PTS, COV; NO INCLUIDOS EN EL D.S. 074-2001.PCM	58
Figura 12.	COMPARATIVO DE EMISIONES DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS	61
Figura 13.	NÚMERO DE VEHÍCULOS INSCRITOS POR TIPO DE COMBUSTIBLES	62
Figura 14.	VENTA DE COMBUSTIBLE EN GRIFOS Y LUBRICENTROS, TACNA 2012	64
Figura 15.	CÁLCULO DE EMISIONES EN BASE A CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN GRIFOS Y SERVICENTROS - TACNA	67
Figura 16.	PORCENTAJE DE EMISIONES EN BASE A CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN GRIFOS Y SERVICENTROS - TACNA	68

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1:	FICHA DE COTEJO PARA LA VALORACIÓN EMISIONES DE CONTAMINANTES	90
ANEXO 2:	FACTORES DE EMISIÓN PARA VEHÍCULOS	92
ANEXO 3:	FACTORES DE EMISIÓN EN PARQUE AUTOMOTOR.....	95
ANEXO 4:	D.S. 074-2001-PCM, ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AIRE	97

RESUMEN

El objetivo del estudio se centró en valorar las emisiones generadas por fuentes móviles en la cuenca atmosférica del Cercado de Tacna en los años 2011-2012. El diseño fue no experimental, transversal, prospectivo; se aplicó encuestas según fuentes de emisión móvil y para la valoración de emisiones se aplicó el factor de emisión según Guía sobre Técnicas para el inventario rápido de fuentes y su uso en la formulación de Estrategia de Contaminación Ambiental. Los resultados indican que las emisiones producidas no implican por sí solas, valores, que incidan directa o significativamente sobre la calidad del aire, es necesario una evaluación integral de la calidad del aire; por tanto las emisiones generadas es de 796, 17 ton/año, para los componentes listados en el D.S. 074-2001-PCM.

Palabras clave: Contaminación atmosférica / fuentes móviles / concentración de emisiones

ABSTRACT

The objective of the study was focused on give a value to the emissions generated by movable sources at the atmospheric basin from the center of Tacna from 2011 to 2012. The design was not experimental, transverse, and prospective; we applied questionnaires according to movable sources and to value emissions, we applied the factor of emission according to the guide on Techniques for the fast inventory of sources and its uses in the formulation of the Environmental Contamination strategies. The results suggest that the emissions do not imply by itself values that affect direct or significantly on the quality of air, a comprehensive evaluation of the quality of air is necessary; Therefore the emissions generated are 796, 17 ton per year, for the components listed in the D.S. 074-2001 PCM.

Key words: Atmospheric contamination, movable sources, concentration of

INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental afecta el aire que respiramos, el agua que bebemos y los alimentos que consumimos; la calidad general de nuestro ambiente circundante podría poner en riesgo nuestra salud y bienestar. La contaminación del aire podría tener impactos negativos sobre la salud pública cuando su concentración alcanza niveles significativos, por lo que se hace compleja la mezcla de miles de fuentes de contaminación atmosférica desde chimeneas industriales a vehículos automotores.

El control de la contaminación ambiental se hace necesario en casi todas las ciudades y países; para proteger la salud de la población y el ambiente, por lo que es importante responder qué contaminantes se deben controlar, cómo y hasta qué punto.

El objetivo de estudiar la calidad del aire en la Cuenca atmosférica de la Ciudad de Tacna, permite valorar las emisiones de fuentes móviles de vehículos automotores en circulación, los mismos que de manera significativa participan en la emisión de contaminantes atmosféricos como: dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2), partículas

totales en suspensión (PTS), partículas sedimentables (PS), compuestos orgánicos volátiles (COV); cabe mencionar que las estimaciones en vehículos automotores son manejados de manera independiente a otras fuentes de área.

Finalmente, el estudio se estructuró en cuatro capítulos: el primero presenta la descripción de la problemática; el segundo capítulo contiene el marco teórico, en el tercer capítulo damos a conocer la metodología y finalmente en el cuarto capítulo se dan a conocer los resultados de la interpretación y se hace referencia a la discusión de resultados.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los efectos adversos de la contaminación atmosférica producida por el rápido crecimiento industrial y demográfico, por el incremento del parque automotor combinado con el mejoramiento de los niveles económicos de vida están produciendo alteraciones en la calidad del aire lo que afecta a la salud de las personas y el ambiente; se ha establecido estrecha relación de la contaminación atmosférica con alteraciones de la función respiratoria, con el transporte de oxígeno al cuerpo, como las enfermedades respiratorias cardiovasculares y dermatológicas, entre otros.

De acuerdo al D.S. N° 074-2001-PCM, Reglamento de Estándares Nacionales de la Calidad del Aire, norma que tiene por objetivo principal proteger la salud de la población a través de estrategias nacionales a fin de alcanzar los estándares de calidad progresivamente indica que el diagnóstico de línea base constituye

uno de los elementos del proceso de aplicación de los estándares y tiene por finalidad evaluar de manera integral la calidad del aire en una zona y sus impactos sobre la salud y el ambiente, a través de estudios específicos como el monitoreo de la calidad del aire, inventario de emisiones de fuentes - fijas y móviles- y estudios epidemiológicos, siendo así la base para la toma de decisiones correspondientes a la elaboración de los Planes de Acción y manejo de la Calidad del Aire a nivel local; en tal sentido el presente estudio de investigación permite realizar la valorización de contaminantes del aire generada por fuentes móviles en el mercado de Tacna, durante los años 2011-2012.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

¿Cuál es la valoración de emisiones de contaminación de aire generada por fuentes móviles en el Mercado de la Ciudad de Tacna, 2011-2012?

1.2.2. Problemas Específicos

a) ¿Qué tipo de contaminantes se deben controlar, cómo y hasta qué punto?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Determinar la valoración de emisiones de contaminación de aire generada por fuentes móviles en el Cercado de Tacna, 2011-2012.

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Identificar los tipos de fuente de emisión móvil generada por el parque automotor en la cuenca atmosférica del cercado de la Ciudad de Tacna.
2. Identificar los tipos de contaminantes generados por fuentes móviles en el área de estudio.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis General

La valoración de contaminantes atmosféricos en toneladas/año en la ciudad de Tacna para el periodo 2009 difiere significativamente de la valoración de contaminantes atmosféricos en el año 2012.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La contaminación de la atmósfera es un problema global y regional, dado que la contaminación de la atmósfera está definida por la presencia de sustancias extrañas, como ser compuestos inorgánicos y sustancias sólidas, que puedan alterar física, química y biológicamente la atmósfera.(SANCHEZ,1982).

Debido a la naturaleza compleja de la contaminación del aire se requiere planes regionales detallados para identificar las fuentes de emisión, así como el desarrollo de métodos para reducir el impacto sobre la salud ocasionados por la intensidad y composición de los contaminantes, cantidad, tiempo de permanencia en la atmósfera y el tiempo de exposición, los que podrían provocar efectos nocivos sobre la salud de los seres vivos, ambiente y bienes materiales. La investigación se justifica en que el estudio nos permitirá realizar una valorización e identificación de emisiones de fuentes móviles generada por vehículos automotores, resultados que servirá como instrumento de gestión de estrategias de mejora y control de la calidad del aire por parte de las autoridades. Es importante señalar que en la actualidad tenemos poca información y/o estudios referentes a esta problemática

ambiental relacionada a la calidad del aire desarrollado en la Ciudad de Tacna.

1.6. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

- **Variable 1:** Valoración de emisiones de contaminación del aire en el Cercado de la Ciudad de Tacna
- **Variable 2:** Identificación del tipo de contaminante

Tabla 1:

Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD/CATEGORÍA	ESCALA
<p>Variable Dependiente</p> <p>Valoración de emisiones de contaminación del aire en el cercado de Tacna.</p>	CALIDAD AMBIENTAL / CONTAMINACIÓN	Tipo de fuente emisión: Móviles	- Tipo actividad :parque automotor - Tipo combustible utilizado por unidades vehiculares	Nominal Nominal
<p>Variable Independiente</p> <p>Identificación del tipo de contaminante.</p>	CALIDAD AMBIENTAL / CONTAMINACIÓN	Tipo de emisión de contaminante: CO _x , NO _x , SO _x , Pb, PTS	Emisión contaminante ton/año: Calculo factor de emisión- Metodología CEPIS-OMS	Razón

1.7. FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La ficha de recolección de datos tuvo como propósito recolectar los datos sobre las siguientes características del parque automotor:

- a) Tipo de vehículo (*ítem cerrado*)
- b) Año de fabricación (*ítem abierto*)
- c) Cilindrada (*ítem abierto*)
- d) Tipo de servicio que realiza (*ítem cerrado*)
- e) Distancia recorrida (*ítem abierto*)
- f) Combustible usado (*ítem cerrado*)
- g) Tipo de alimentación en caso de ser gasolinero (*ítem cerrado*)
- h) Frecuencia de consumo de combustible (*ítem abierto*)
- i) Tipo de motor (*ítem cerrado*)
- j) Observaciones adicionales

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Se encontró experiencias prácticas (las cuales se han tomado como referencia) desarrolladas dentro del ámbito nacional: Arequipa, Ilo, Cuzco y otras, en el ámbito internacional Chile y México que ha desarrollado trabajos especializados en este tema, a continuación se explica brevemente cada una de estas experiencias.

A nivel Internacional

Título: Actualización del inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos en la Región Metropolitana, Chile. 2007

Autor: División de Ingeniería Química y Bioprocesos, Área soluciones Ambientales; Filial Pontificia Universidad Católica de Chile

La investigación determina la actualización de inventario de emisiones atmosféricas de MP_{10} , $MP_{2.5}$, CO, NO_x , SO_2 , documento que permite actualizar datos referente al estado de calidad del aire en el desarrollo de inventarios y recopilar factores de emisión más actualizados disponibles.

Título: Inventario de emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, México. 2007

Autor: Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica, Gobierno del Estado de México.

La investigación identifica las diversas fuentes que emiten contaminantes a la atmosfera, la aplicación de métodos confiables que permitan estimar los contaminantes en su entorno. El inventario es un instrumento estratégico para la gestión de la calidad del aire, ya que a partir de este se pueden establecer políticas y estrategias para el control y reducción de emisiones contaminantes.

A nivel Nacional

Título: Inventario de emisiones cuenca atmosférica de la ciudad de Arequipa, Arequipa. 2005

Autor: Dirección General de Salud Ambiental – Dirección Ejecutiva de Ecología y Protección del Ambiente

La investigación constituye la identificación de las fuentes que emiten los contaminantes a la atmósfera de los diferentes giros industriales, sectores comerciales y de servicios, así como de transportes; por tanto es un proceso complejo y de constante actualización, por lo tanto es dinámico.

A nivel Local

Título: Estudio de la Calidad del Aire en Ciudad de Tacna, enero 1999.

Autor: Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA)

El estudio de la Calidad del Aire realizado en la Ciudad de Tacna, se realizó con la finalidad de identificar y ubicar puntos de muestreo de estación fija, se realizó un monitoreo de saturación en el que se utilizó muestreadores activos y pasivos, considerando la realización de mediciones meteorológicas. Los parámetros evaluados son dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), partículas totales en suspensión (PTS), partículas sedimentables (PS) y metales pesados. La evaluación de la calidad del aire en la Ciudad de Tacna da a conocer por vez primera los niveles de

contaminación atmosférica, de resultados, se observa que para los parámetros dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂) los valores registrados se encuentran por debajo de lineamiento de la Organización Mundial de Salud (OMS); y para el parámetro partículas totales en suspensión (PTS), partículas sedimentables (PS) de la totalidad de valores registrados se encuentra que el 36% de valores se encuentran por encima del lineamiento de la OMS – de 120 µg/m³; y para los parámetros de metales pesados (cadmio, plomo, cobre, manganeso, fierro y zinc) se ha obtenido valores inferiores al límite de detección del equipo.

Título: Mejoramiento del sistema para la determinación de Alertas Atmosféricas en la Ciudad de Tacna, provincia de Tacna – Tacna”

Autor: Municipalidad Provincial de Tacna, bajo la asistencia técnica de SENAMHI y Dirección Regional de Salud Tacna – Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental; Año 2010.

El propósito del Proyecto, a fin de minimizar el riesgo que representa la contaminación del aire para la salud humana, fue desarrollar la Delimitación de la Cuenca Atmosférica de la Zona Metropolitana de Tacna, Diagnóstico de Línea de Base Ambiental

de la contaminación del Aire y el Inventario de Agentes Contaminantes; resultado de este trabajo es que las emisiones calculadas por parte de fuentes fijas de 11% (1841.77 ton/año) y por fuentes móviles 89% (208.44 ton/año), evidenciándose que el problema de contaminación atmosférica es por vehículos automotores.

2.2. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

La contaminación del medio ambiente, ya sea la contaminación del aire, de las aguas, o la disposición de desechos sólidos, tiene considerables efectos sobre el ser humano. Los problemas relacionados con la contaminación pueden tener tanto efectos de corto y mediano plazo, como también de largo plazo, en general la polución tiene efectos inmediatos sobre la salud del hombre, ya que ocasiona una degradación de la calidad de vida y trae consigo efectos negativos sobre su productividad, incrementando los costos sobre el cuidado de la salud. (PASCO & QUEVEDO, 1999)

El creciente interés de generar estimaciones de emisiones en la contribución de los vehículos automotores en circulación tales

como autos, camiones, autobuses y otros; en la mayoría de las áreas urbanas, los vehículos automotores participan de manera significativa en la emisión de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x), material particulado (PM), Gases tóxicos y reductores de la visibilidad. Cabe mencionar que no se ha considerado las fuentes móviles que no circulan por carreteras incluyen a los vehículos diseñados para ser utilizados fuera de caminos públicos (p.e. aeronaves, locomotoras, embarcaciones, equipos de construcción, etc.) donde estas fuentes de emisión se consideran en los Inventarios de Fuentes de Área. (RADIAN INTERNATIONAL, 1997)

Contaminación Atmosférica

Contaminación atmosférica es la presencia en la atmósfera de agentes químicos, biológicos y físicos, en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, seguridad y bienestar de la población; perjudiciales para la vida animal y vegetal o impidan el goce de propiedades y lugares de recreación.

2.2.1. AGENTES CONTAMINANTES

Se denominan agentes contaminantes aquellas sustancias químicas, energía física y microorganismos que debido a su concentración en el aire, pueden alterar y/o dañar la salud de las personas, dañar los animales, las plantas y los materiales.

2.2.1.1 Clasificación de los contaminantes (1)

Los agentes contaminantes se clasifican en:

- Agentes químicos: Polvos, humos, neblinas, gases y vapores.

Características

Concentración: Cantidad del agente contaminante presente en el medio por unidad de volumen o área.

Persistencia: Característica que tiene el contaminante de perdurar en el ambiente.

- Agentes físicos: ruidos, radiaciones ionizantes y no ionizantes, etc.
- Agentes biológicos: Hongos, bacterias, polen.
- Interacción de contaminantes:

Sinergismo: Aumento de los efectos de un contaminante, a causa de la introducción o presencia de otro (ej. Partículas y dióxido de azufre)

Antagonismo: La presencia de un contaminante reduce parcialmente el efecto el otro.

2.2.2 PRINCIPALES CONTAMINANTES DEL AIRE

Resulta muy útil diferenciar los contaminantes en dos grandes grupos, si han sido emitidos directamente a la atmósfera por fuentes de emisión, como los automóviles, las chimeneas de la industria, entre otros, o si se han formado en la atmósfera. Así tenemos:

Contaminantes primarios.- Aquellos procedentes directamente de las fuentes de emisión, por ejemplo: plomo(Pb), monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SOx), óxidos de nitrógeno (NOx), Hidrocarburos (HC), material particulado, entre otros.

Contaminantes secundarios:- Aquellos originados en el aire por la interacción entre dos o más contaminantes primarios, o por sus reacciones con los componentes naturales de la atmósfera. Por ejemplo: ozono (O_3), hidrocarburos (HC), sulfatos (SO_4), nitratos (NO_3), ácido sulfúrico (H_2SO_4), material particulado (PM), entre otros.

También hay especies contaminantes que pueden ser emitidas directamente y/o se forman durante su transporte aéreo, por ejemplo: los hidrocarburos, el material particulado y otros. A continuación se hará una descripción teórica de cada uno de los contaminantes que se estudian en la presente investigación.

2.2.2.1 Óxidos de nitrógeno (NO_x)

Este parámetro es un contaminante primario (NO_x) que en la tropósfera se convierte rápidamente en NO_2 (Manahan, 1984); compuesto de mayor interés por sus efectos en la salud, el dióxido de nitrógeno es un gas que varía de color amarillo café a rojo café, de un olor fuerte

y asfixiante similar al cloro, cuya emisión proviene principalmente de fuentes antropogénicas como el parque automotor.

2.2.2.2 Óxidos de azufre (SO_x)

Óxidos de azufre es un término general que se refiere al dióxido de azufre (SO₂), es considerado un contaminante primario y se forma al quemar carburantes que contienen azufre, como el carbón, la leña y el petróleo y sus derivados. La presencia de SO₂ en la atmósfera tiene efectos en el sistema respiratorio, produciendo irritación y disminución de la oxigenación, especialmente en personas con asma. Otro de los efectos es la corrosión de edificios y esculturas, debido a la lluvia ácida formada por la combinación de SO₂ y vapor de agua (Manahan, 1994). Según estudios realizados por la OMS y CEPIS (2000), el SO₂ causa enfermedades pulmonares y cardíacas (Korc, 1999).

2.2.2.3 Monóxido de carbono (CO)

El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro e inodoro que resulta de la combustión incompleta de los combustibles fósiles. Una cantidad significativa del CO emitido en áreas urbanas es producida por parques automotores, a niveles superiores a estos la carboxihemoglobina se eleva causando afectos adversos en el sistema nervioso y en el cardiovascular.

2.2.2.4 Partículas (PTS)

El término partículas se refiere a cualquier sustancia en fase sólida o líquida que encuentre en el aire, puede ser hollín, polvos, aerosoles, humos o neblinas. Algunas clasificaciones de las partículas incluyen a las partículas totales; partículas primarias y secundarias, partículas suspendidas totales, partículas suspendidas (PS) PM_{10} y $PM_{2.5}$. El pequeño tamaño de partículas de diámetro aerodinámico de $10\mu m$ les permite entrar fácilmente en los alveolos pulmonares

donde se pueden depositar causando efectos adversos sobre la salud.

El presente estudio valoró estos contaminantes de acuerdo a metodología aplicada por CEPIS, en el periodo 2011-2012.

Tabla 2:
Clasificación de contaminantes por forma y tipo

Contaminante	Símbolo	Forma Física	Tipo
Monóxido de carbono	CO	Gas	Primario
Dióxido de azufre	SO ₂	Gas	Primario
Ozono	O ₃	Gas	Secundario
Hidrocarburos	HC	Gas	Primario
Partículas	PTS,PM ₁₀ ,PM _{2,5}	Sólido, líquido	Primario y secundario
Plomo	Pb	Sólido	Primario

Fuente: DIGESA- Programa de Vigilancia Sanitaria de la Calidad del Aire

2.2.3 PROCESOS DE EMISIÓN EN LOS VEHÍCULOS QUE CIRCULAN EN CARRETERA

Las emisiones de vehículos automotores están integradas por un gran número de contaminantes que provienen de muchos procesos diferentes



Figura 1:

Emisiones presentes en los vehículos

Las más comúnmente consideradas son las emisiones del escape, que resultan de la combustión del combustible y que son liberadas por el escape del vehículo. Los contaminantes de interés son compuestos orgánicos

volátiles (COV), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x), material particulado, (PM).

2.2.3.1 TIPOS DE PROCESOS DE EMISIONES EVAPORATIVAS

2.2.3.1.1 Emisiones evaporativas del motor caliente: Son aquellas que se presentan debido a la volatilización del combustible en el sistema de alimentación después de que el motor se ha apagado. El calor residual del motor volatiliza el combustible.

2.2.3.1.2 Emisiones evaporativas de operación: Son las emisiones ocasionadas por las fugas de combustible, como líquido o vapor, que se presentan mientras que el motor está en funcionamiento.

2.2.3.1.3 Emisiones evaporativas durante la recarga de combustible: Son las emisiones evaporativas desplazadas del tanque de combustible del

vehículo durante la recarga. Estas pueden ocurrir mientras el vehículo está en reposo y en puntos conocido como las gasolineras. Las mismas que se estiman en inventario de fuentes de área.

2.2.3.1.4 Emisiones diurnas: Son las emisiones del tanque de combustible del vehículo debidas a una mayor temperatura del combustible y a la presión del vapor del mismo. Estas emisiones se deben al incremento de la temperatura ambiente ocasionado por el sistema de escape del vehículo o por el calor reflejado en la superficie del camino.

2.2.3.1.5 Emisiones evaporativas en reposo: Son las emisiones evaporativas que se presentan cuando el motor no está en funcionamiento; las pérdidas en reposo se deben principalmente a fugas de combustible y de la permeación del vapor a través de las líneas de alimentación del combustible.

2.2.4 TIPOS DE VEHÍCULOS EN LA CIUDAD DE TACNA

El gran número de vehículos automotores en la Ciudad de Tacna es bien variable, por lo que el elevado número de esta causa que una medición individual de las emisiones de vehículos automotores en la carretera sea impráctica. Por esta razón, el método para realizar el inventario de vehículos automotores consiste en clasificar los vehículos en categorías con características de emisión similares y cuantificar las emisiones por categoría. En la Tabla 3, se muestra la clasificación de vehículos según el Reglamento Nacional de vehículos del Ministerio de Transporte y comunicaciones.

Tabla 3:

Clasificación vehicular

Categoría	Tipo unidad vehicular
L	Vehículos automotores con menos de cuatro ruedas
M	Vehículos automotores de cuatro ruedas o mas diseñados y construidos para el transporte de cuatro pasajeros
N	Vehículos automotores de cuatro ruedas o mas diseñados y construidos para el transporte de mercancía
O	Remolques, incluidos semirremolques

Fuente: Clasificación de vehículos según Reglamento Nacional del MTYC

Las emisiones de los diferentes vehículos automotores pueden variar dependiendo de diversos factores; particularmente, el nivel de tecnología de control de emisiones en un vehículo, tiene un impacto directo en sobre el tamaño de las emisiones, y este control es determinado por las normas de emisión aplicables al vehículo. La flota vehicular para una determinada ciudad está integrada por un conjunto de muchos modelos y años, y las tecnologías para el control de emisiones de los mismos varían significativamente dentro de toda la flota en operación en un

momento determinado. Cada vehículo es conducido de manera individual bajo diferentes patrones de manejo (diferentes velocidades, cargas, etc.). Adicionalmente los vehículos están sujetos a niveles variables de mantenimiento y alteraciones (ej. desconexión de los sistemas de control de emisiones). Todos estos elementos pueden tener un impacto significativo en las características de emisión de vehículo, que se reflejarán en los resultados. (MANUAL DEL PROGRAMA DE INVENTARIO,1997)

Para la realización del cálculo de densidad de unidades vehiculares automotores en la Ciudad de Tacna, se consultó la información de la Superintendencia Nacional de Registros Públicos (SUNARP- Tacna) sobre las características generales y número de fuentes móviles existentes en la ciudad de Tacna, teniendo en consideración el número de unidades vehiculares inscritas por año.

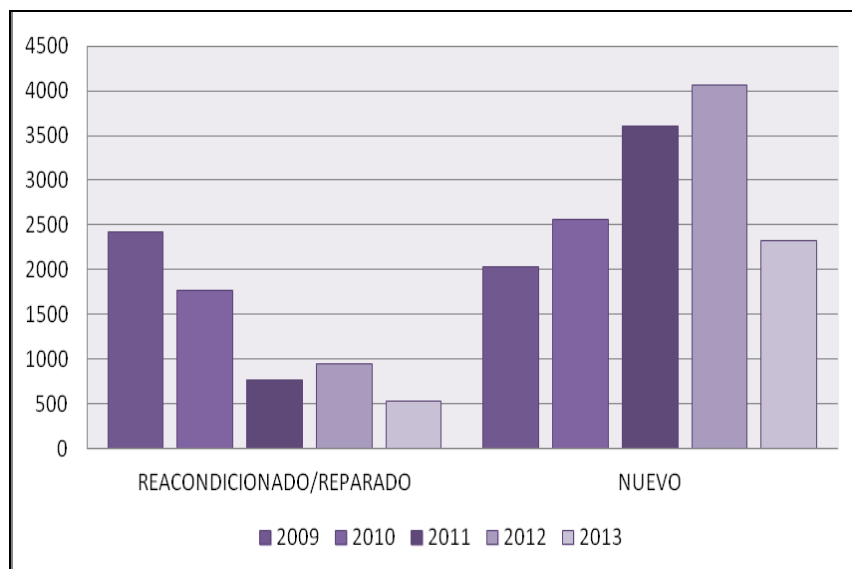


Figura 2:

Número de unidades vehiculares inscritas en SUNARP por año, según unidades reacondicionadas y nuevas

Fuente : Reporte SUNARP 2013

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Cuenca Atmosférica: Es una porción geográfica tridimensional, continente-atmósfera, con efecto oceánico y drenaje de aire frío desde las altas vertientes; se encuentra delimitada por obstáculos topográficos de origen natural como zonas de intercuencas hidrográficas, cadenas montañosas, líneas costeras, o toda la troposfera que descansa sobre la superficie.

Dentro de la cuenca atmosférica, el campo de vientos locales característico es responsable del transporte y dispersión o acumulación de los contaminantes atmosféricos y/o deposición de los cuerpos receptores.

Zona de atención prioritaria: Son aquellas ciudades y centros poblados con poblaciones mayores de 250 000 habitantes o áreas del territorio nacional que cuenten con una densidad poblacional por hectárea que justifique su atención prioritaria o con presencia de actividades socioeconómicas con influencia significativa sobre la calidad del aire.

Factores de emisión: Son las relaciones entre la cantidad de un contaminante emitido y una sola actividad; la actividad puede consistir es datos basados en procesos (fuentes de área) o datos basados en número de unidades (población vehicular)

2.4 MARCO LEGAL

Los criterios para la valoración de contaminantes atmosféricos en la ciudad de Tacna, están dados por dos tipos de instrumentos legales:

- a. Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), que proporcionan los criterios de calidad que se aplican al aire ambiental en su condición de cuerpo receptor de contaminantes atmosféricos (i.e. emisiones gaseosas o de material particulado).

- b. La Guía de Evaluación de Fuentes de contaminación del Aire- Técnicas para el inventario rápido de la contaminación ambiental recomendado por CEPS/OMS, los mismos que están definidos por las siguientes normas:

2.4.1 Decreto Supremo N°074-2001-PCM Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire

El objetivo de la presente norma es para proteger la salud, norma que establece los estándares nacionales

de la calidad ambiental del aire y los lineamientos de estrategia para alcanzarlos progresivamente.

Además, tenemos las siguientes leyes y normas de nivel nacional que sirven de marco jurídico para el desarrollo de la presente propuesta:

- Constitución Política del Perú, año 1993
- Ley General de Salud, Ley N° 26842.
- Ley General del Ambiente, Ley N° 28611
- D.S. N° 003-2008 Estándares de Calidad Ambiental para aire.
- D.S. N° 009-2003-S.A. su modificatoria y Directiva, Reglamento de Niveles de Estados de Alerta Nacional de Contaminantes del Aire.
- R.D. N° 1404/2005/DIGEDA, Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos.
- D.S. N° 058-2003-MTC, Reglamento Nacional de Vehículos.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. CLASIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se clasifica a partir de los siguientes criterios:

- Por el tipo de conocimiento : científica
- Por el método de estudio de las variables : cuantitativa
- Por el ambiente en que se realiza : de campo
- Por la fuente de datos que se emplean : primaria
- Por el enfoque utilitario predominante : pragmática

De acuerdo con Dankhe (1986), las investigaciones de carácter científico se dividen en exploratorias, descriptivas, correlacionales y explicativas. Según Hernández, Fernández y Baptista (2000, 58), en la práctica, cualquier estudio puede incluir elementos de más de una de éstas cuatro clases de investigación. El tipo de investigación para la presente tesis, es no experimental descriptiva ya que aquí se estiman el tipo y concentración de contaminantes

atmosféricos, dado que es instrumento estratégico para la gestión de la Calidad del Aire, por lo que apartar de este se pueden establecer políticas y estrategias para el control y reducción de emisiones contaminantes.

3.2. TIPO DE ESTUDIO

Es **no experimental, transeccional, descriptivo racional**, dado que el investigador no manipula las variables de estudio, se desarrolló una metodología descriptiva. (Hernández, Fernández y Baptista (2000). Los diseños transeccionales descriptivos tienen como objetivo indagar la incidencia y los valores en que se manifiesta una o más variables en tal sentido se recoge los datos aplicación de encuestas, “en un solo momento, en un tiempo único” y según Murillo (2007) se trata de un estudio de carácter descriptivo ya que “mediante este tipo de investigación, que utiliza el método de análisis, se logra caracterizar un objeto de estudio o una situación concreta, señalar sus características y propiedades” y prospectivo según la temporalidad; porque el estudio pretende describir las variables valoración de emisiones de contaminación de aire generada por fuentes móviles y determinar el tipo de

concentración de contaminantes atmosféricos en la ciudad de Tacna.

3.3. ÁMBITO DE ESTUDIO

El área de estudio del presente trabajo de investigación se desarrolló en la Cuenca atmosférica de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Tacna y su entorno, la misma que se localiza en el extremo meridional del territorio peruano, entre las coordenadas geográficas de 16° 30' 00" y 18° 21' 03" de latitud sur y 69° 29' 30" y 71° 10' 00" de longitud oeste.

La Cuenca Atmosférica de Tacna, está experimentado un continuo proceso de deterioro de la calidad del aire, siendo dispersado por las persistentes brisas marinas provenientes. Cabe mencionar que las actividades socioeconómicas dentro de la Cuenca se desarrollan bajo un clima de permanente aridez, debido a la influencia del Anticiclón del Pacífico Sur y su interacción con la Cordillera de los Andes, la presencia de la Corriente fría de Humboldt que establece el fenómeno de inversión térmica por subsidencia. (Municipalidad Provincial de Tacna, estudio – 2009)

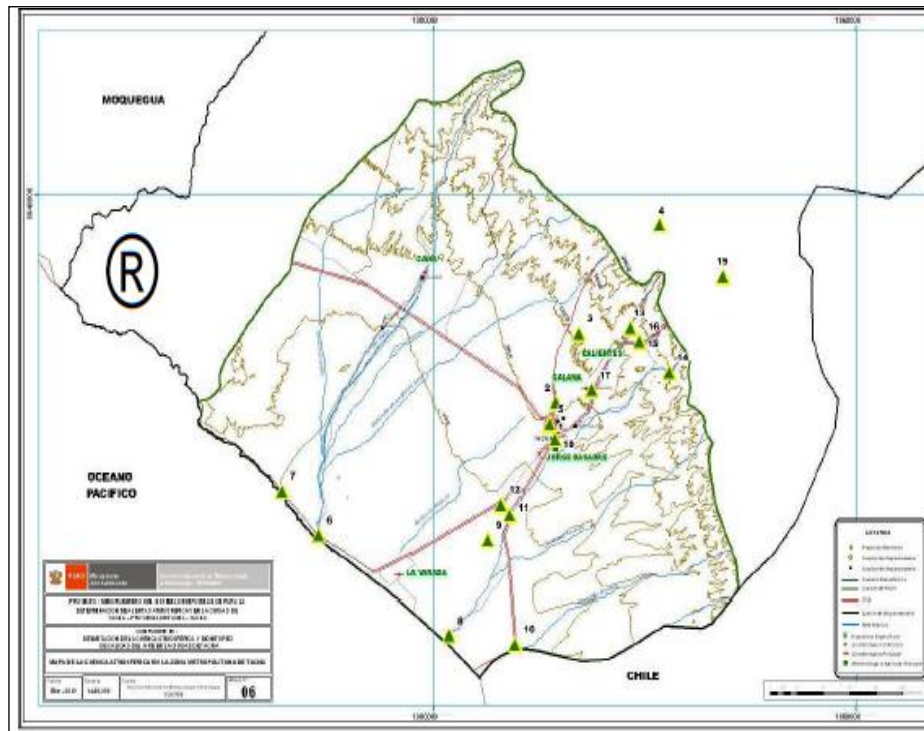


Figura 3:
 Mapa de Cuenca Atmosférica de la zona metropolitana de la Tacna y su entorno

Fuente: SENAMHI

3.4. POBLACIÓN DE ESTUDIO

La población de estudio estuvo representada por la densidad poblacional que reside en la ciudad de Tacna, provincia de Tacna. La población examinada, estuvo constituida por 250,200 habitantes, proyectado por el (INEI)

Tabla 4:

Densidad de población de la Cuenca Atmosférica de la zona metropolitana de la Ciudad de Tacna

Localidad	Población
Tacna	94,428
Alto de la Alianza	35,439
Ciudad Nueva	34,231
Pocollay	17,113
Gregorio Albarracín Lanchipa	68,989
Total	250,200

Fuente: INEI (2007). Censo Nacional de población; Dirección Técnica de Demografía.

Cabe mencionar que según el D.S. N° 074-2001-PCM, es la protección de la salud de la población, en ese sentido el presente estudio pretende realizar una valorización de contaminantes atmosféricos generados por unidades vehiculares.

3.4.1 Población – muestra problema: La población de muestra problema está representado por el número de unidades vehiculares automotores que circula por las vías de transporte de la cuenca atmosférica de la ciudad de Tacna; por lo que la información que fue consultada a

la Superintendencia Nacional de Registros Públicos (SUNARP – Tacna) sobre las características generales y número de vehículos registrados por categoría desde año 2009 a 2013 del parque automotor de la Ciudad de Tacna, según se muestra en la Tabla N° 5

Tabla 5:

Población de vehículos automotores por categoría

Nº	Fuentes móviles por categoría	Población
1	AUTOMÓVIL	4662
2	STATION WAGON	2477
3	CAMIONETA PICK UP	1112
4	CAMIONETA RURAL	2386
5	CAMIONETA PANEL	349
6	CAMIÓN	1607
7	ÓMNIBUS	440
8	REMOLCADOR	89
9	SEMIREMOLQUE	245
10	VEH. AUT. MENOR	7638
TOTAL		21005

Fuente: SUNARP, año 2009 al 2013

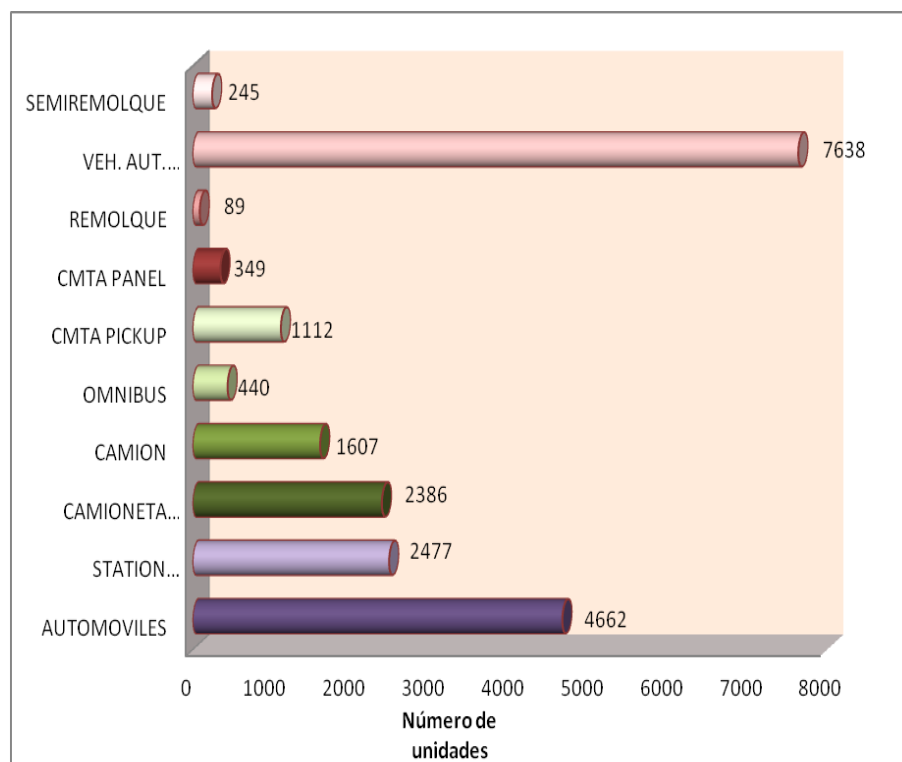


Figura 4:

Población de vehículos automotores por categoría

Fuente: SUNARP, año 2009 al 2013

3.4.2 Estratificación y tamaño de la muestra

De la información proporcionada por Superintendencia Nacional de Registros Públicos (SUNARP – Tacna) referidas a la densidad de unidades vehiculares se ha agrupado por categorías a fin de estimar el aporte de

emisiones de contaminantes atmosféricos de cada tipo de unidades vehiculares

a. Tamaño de muestra:

Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó el procedimiento específico para la estimación de proporciones, considerando la población como finita. El muestreo correspondiente al inventario de fuentes móviles es el Muestreo Aleatorio Estratificado, donde la determinación de estratos para estimar la aportación en emisiones de cada tipo de unidad vehicular automotor; se preparó un cuadro de distribución de los tipos de vehículos. Los estratos corresponden a la descripción por CIU (código internacional industrial uniforme), considerando la descripción a los 4 dígitos.

Para calcular el tamaño de la muestra de los diferentes estratos se considera la aplicación de las fórmulas siguientes:

1) Determinación del tamaño de muestra inicial (n_0)

Para determinar el tamaño de muestra inicial (n_0) de los diferentes estratos, se aplicará el muestreo aleatorio estratificado a fin de caracterizar el universo,

$$n_0 = \frac{Z^2_{(1-\alpha/2)} \times \rho \times q}{\xi^2}$$

2) Aplicación de regla de decisión

$$\frac{n_0}{N} < 0,05 \Rightarrow n = n_0 \quad \text{ó} \quad \frac{n_0}{N} \geq 0,05 \Rightarrow n = n$$

3) Determinación del tamaño muestral óptimo (n)

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

Dónde:

n_0 = Tamaño de muestra inicial

N = Tamaño de muestra óptimo

n = universo (conocido)

E = error relativo

$(1 - \alpha)$ = nivel de confianza

Cv = Coeficiente de variación

Z : Nivel de confianza deseado

Para estandarizar el espacio muestral se considera

los siguientes parámetros:

$E = 0.05$ (5%)

$(1 - \alpha) = 95\%$

$Z_{(1 - \alpha)} = 1,96$

$Cv = 0,5$

El resultado de la aplicación de este procedimiento nos permite calcular una muestra representativa, con un intervalo de confianza de 97,5% y asumiendo un error muestral de 5% y un éxito de población de muestreo de 0,5

b. Tipo de muestreo

Se eligió el muestreo aleatorio por estrato, a fin de reducir el error muestral para un tamaño dado de la muestra, y así poder estimar la aportación de emisiones fuente de emisión por categoría o tipo de unidad vehicular.

Para la determinación de los diferentes estratos se optó por una afijación proporcional, en función del peso (tamaño) de la población en cada estrato (Grande, Abascal, 2009, 268). El significado de la expresión afijación es el de “distribución de la muestra total en cada uno de los estratos” (Núñez Del Prado, 1992). Es decir, que la afijación, alude al proceso que permite distribuir un tamaño de muestra dado (n) entre los estratos. Se calculó el total del universo (n) dividiendo el tamaño de muestra inicial y tamaño de muestra óptimo.

Finalmente, el tamaño de muestra en cada estrato estuvo dado por:

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

Tabla 6:

Cálculo y selección de muestra representativa

Nº	FUENTES MOVILES POR CATEGORIA	POBLACION (n ₀)	PONDERACION (p)	MUESTRA OPTIMA (N)	MUESTRA REAL (n)
1	AUTÓMOVIL	4662	0,2219	85,4497	85
2	STATION WAGON	2477	0,1179	45,4009	45
3	CAMIONETA PICK UP	1112	0,0529	20,3818	20
4	CAMIONETA RURAL	2386	0,1136	43,7329	44
5	CAMIONETA PANEL	349	0,0166	6,3968	6
6	CAMIÓN	1607	0,0765	29,4547	29
7	OMNIBUS	440	0,0209	8,0647	8
8	REMOLCADOR	89	0,0042	1,6313	2
9	SEMIREMOLQUE	245	0,0117	4,4906	5
10	VEH. AUT. MENOR	7638	0,3636	139,9967	140
	TOTAL	21005	1,0000	385	384

Fuente: SUNARP, año 2009 al 2013

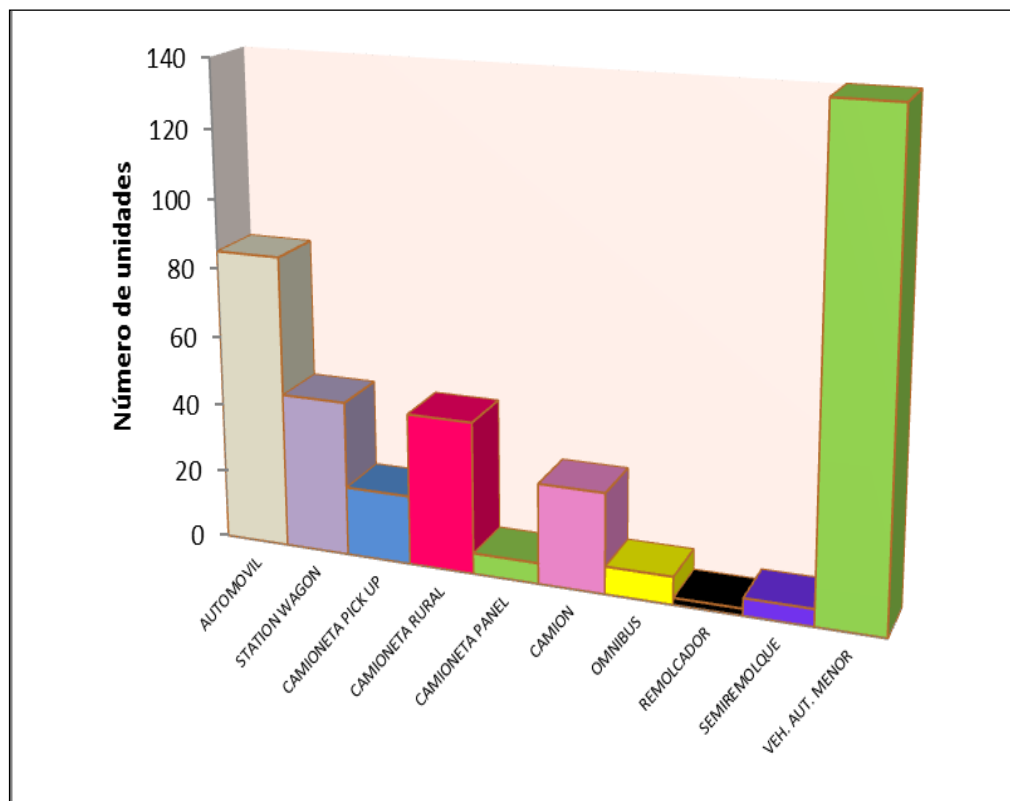


Figura 5:
Muestra empleada para encuesta

Fuente: SUNARP, año 2009 al 2013

3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES DE ESTUDIO

a) Identificación de las variables de estudio

Tabla 7:

Variables de estudio

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD/ CATEGORÍA	ESCALA
<u>Variable Dependiente</u>	Calidad ambiental/ contaminación	Tipo de fuente emisión: Móviles	- Tipo actividad :parque automotor	Nominal
Valoración de emisiones de contaminación del aire en el cercado de Tacna.			- Tipo combustible utilizado por unidades vehiculares	Nominal
<u>Variable Independiente</u>	Calidad ambiental/ contaminación	Tipo de emisión de contaminante: CO _x , NO _x , SO _x , Pb, PTS	Emisión contaminante ton/año: Calculo factor de emisión- Metodología CEPIS-OMS	Razón
Identificación del tipo de contaminante.				

Fuente: Operacionalización de variables, estimada por el investigador

3.6. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

3.6.1. Producción y registro de datos

Antes de iniciar el proceso de recolección de datos, se hizo necesario solicitar información a la Superintendencia Nacional de Registros Públicos (SUNARP), sobre las características generales y número de unidades existentes en la ciudad de Tacna. Para el registro de datos de longitud de recorrido, cantidad de consumo de combustible, se aplicó la Ficha de cotejo o encuestas para la ejecución del trabajo de campo a desarrollarse en la ciudad de Tacna.

3.6.2. Ficha de cotejo para medir la variable Valoración de contaminantes atmosféricos en la Ciudad de Tacna

Para la variable “*valoración de contaminantes*”, se aplicó una Ficha de cotejo o cuestionario diseñado por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) del Ministerio de Salud; el cuestionario aplicado permite implementar la información de interés que tiene que ver con el tipo de combustible, tiempo de recorrido promedio, antigüedad de los vehículos, tamaño de motor (cilindrada), entre otras

características necesarias; que nos permite hacer los cálculos para la obtención de niveles de emisiones por tipo de contaminante atmosférico.

a) Ficha técnica de cotejo

Autor: Dirección General de Salud Ambiental -DIGESA

Ámbito de aplicación: población vehicular automotor.

Forma de administración: El cotejo la realiza el experto: individual.

Tipo de instrumento: Cuestionario estructurado

Áreas que explora: Categoría o tipo de vehículo, tipo de combustible, consumo de combustible, tiempo de recorrido, año de fabricación, cilindrada, entre otros características necesarias para la obtención de factores de emisión.

3.6.3. Valoración de contaminantes atmosféricos en la ciudad de Tacna

Para la valoración de tipo de contaminantes atmosféricos se aplicara la metodología principal (recomendada por DIGESA-MINSA); que se basa en la metodología aplicada según indica la Guía de Evaluación de Fuentes de

contaminación del Aire- Técnicas para el inventario rápido de la contaminación ambiental (P. Economopoulos - 2002); de la cual se extrajo los factores de emisión característicos para cada tipo de vehículo.

Con estos factores de emisión y con las características de los vehículos (tipo de combustible, motor, kilómetros de recorrido), se procede con los cálculos de emisiones para cada contaminante y para cada vehículo.

La fórmula de cálculo generalizada es la siguiente:

$$E_x = (\text{Factor}_{CIUU}) * U$$

Donde

E_x : Emisión de contaminante “x”, en kg/año

(Factor $_{CIUU}$) : factor CIUU, en kg por unidad U

U : Unidad para el caso de vehículos U=1000 km de recorrido

Con la información levantada mediante las consideraciones técnicas y el instrumento señalado, se procesa los datos y son presentados en cuadros estadísticos y gráficos, teniendo

en cuenta el factor de emisión por tipo de contaminante, cilindrada y recorrido de cada vehículo en (Km)

Para el análisis e interpretación de los resultados de estimación de cálculo de emisiones de contaminantes atmosféricos por tipo de unidad vehicular, donde se muestra los niveles de emisión en t/año, para los contaminantes incluidos y no incluidos en el D.S, 074-2001-PCM.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. EMISIONES CALCULADAS DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS INCLUIDOS Y NO INCLUIDOS EN EL D.S. 074-2001-PCM, PARA FUENTES MÓVILES EN LA CIUDAD DE TACNA

A continuación en la Tabla 8, se muestra la estimación de cálculos basados en la información proporcionada por SUNARP- Tacna, de parque automotor en la cuenca atmosférica de la ciudad de Tacna.

Tabla 8:
Emisión calculada anual por tipo de contaminante atmosférica

PARQUE AUTOMOTOR	TONELADAS POR AÑO (Ton/año)					
	SOx	CO	Pb	NOx	PTS	COV
	Incluidos en DS 074-2001			No incluidos en DS 074-2001		
21005 Vehículos	9,27	367,10	1,37	75,53	124,29	218,61

Fuente: Encuesta de valoración de contaminantes atmosféricos

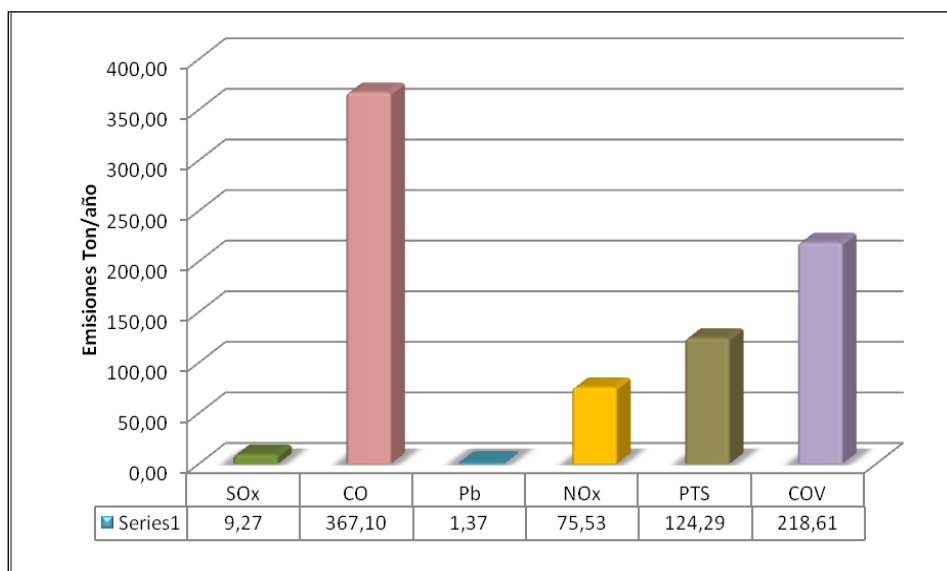


Figura 6:
Emisiones calculadas por tipo de contaminante (ton/año)

Fuente: Encuesta de valoración de contaminantes atmosféricos

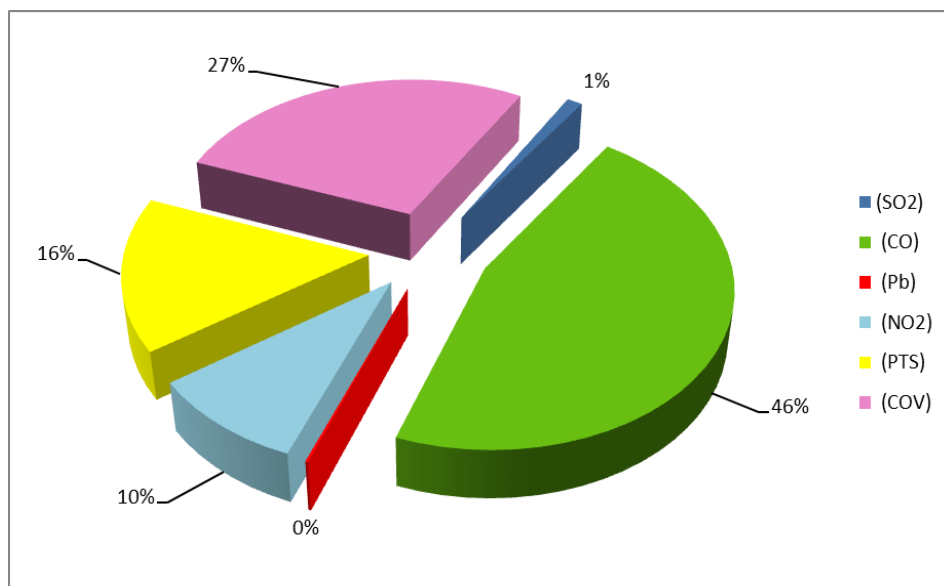


Figura 7:
Porcentaje de emisiones por tipo de contaminante

Fuente: Encuesta de valoración de contaminantes atmosféricos

La Tabla 8 y Figuras 6 y 7 muestra, las emisiones calculadas anuales para cada parámetro de control de contaminación atmosférica; donde se observa que el parámetro monóxido de carbono (CO) alcanza el valor mayor de concentración siendo de 367,10 ton/año de CO, seguido del parámetro compuestos orgánicos volátiles (COV) alcanzando un valor de 218,61 t/año COV.

4.2. EMISIONES CALCULADAS DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS PARA FUENTES MÓVILES, COMPARATIVOS POR PARAMETRO TON/DIA Y TON/AÑO, INCLUIDO EN EL D.S. 074-2001-PCM

Tabla 9:

Emisiones de fuentes móviles en Cuenca Atmosférica Ciudad de Tacna, contaminante incluido en el D.S. 074-2001-PCM

Fuente móvil	SO₂	CO (t/d)	Pb	SO₂	CO (t/año)	Pb
Vehículos automotores	0,025	1,006	0,004	9,27	367,10	1,37

Fuente: Encuesta de valoración de contaminantes atmosféricos

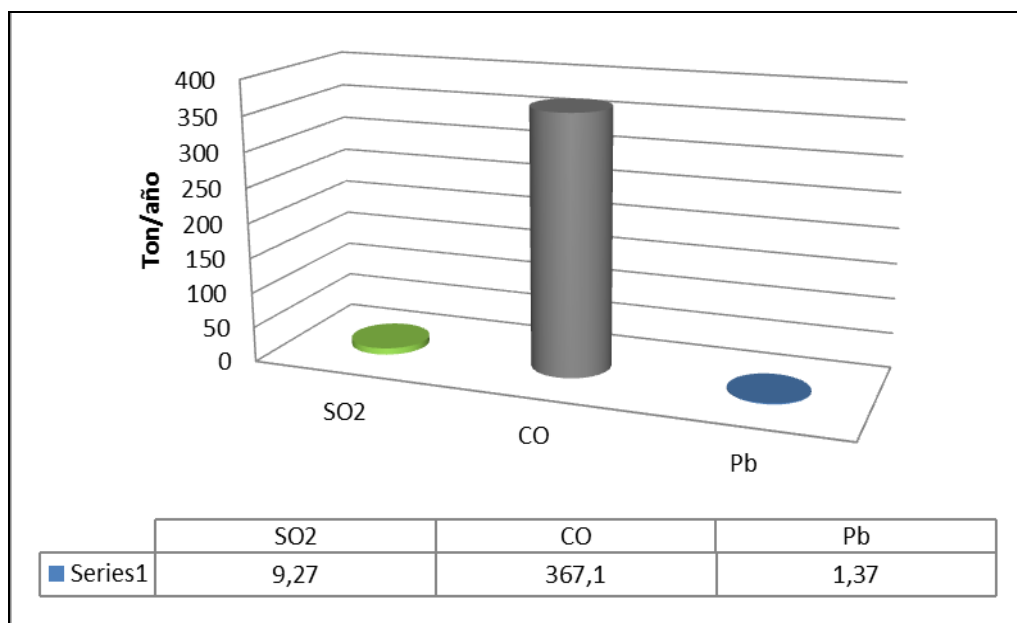


Figura 8:

Emisiones de contaminantes atmosférico por parámetro, incluidos en el D.S. N° 074-2001.PCM

Fuente: Encuesta de valoración de contaminantes atmosféricos

La Tabla 9 y Figura 8 muestra las emisiones calculadas para contaminantes que se encuentran incluidos en el D.S. N° 074-2001-PCM, donde se observa que el parámetro que genera mayor contaminación es el monóxido de carbono que alcanza un valor de 1,006 ton/día y 367,10 ton/año, seguido del parámetro dióxido de azufre.

4.3. EMISIONES CALCULADAS DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS PARA FUENTES MÓVILES, COMPARATIVOS POR PARÁMETRO TON/DIA Y TON/AÑO, NO INCLUIDO EN EL D.S. 074-2001-PCM

Tabla 10:

Emisiones de fuentes móviles en Cuenca Atmosférica Ciudad de Tacna, contaminante no incluido en el D.S. Nº 074-2001-PCM

Fuente móvil	PTS	NOx	COV	PTS	NOx	COV
	(t/d)			(t/año)		
Vehículos automotores	0,341	0,207	0,599	124,29	75,53	218,61

Fuente: Encuesta de valoración de contaminantes atmosféricos

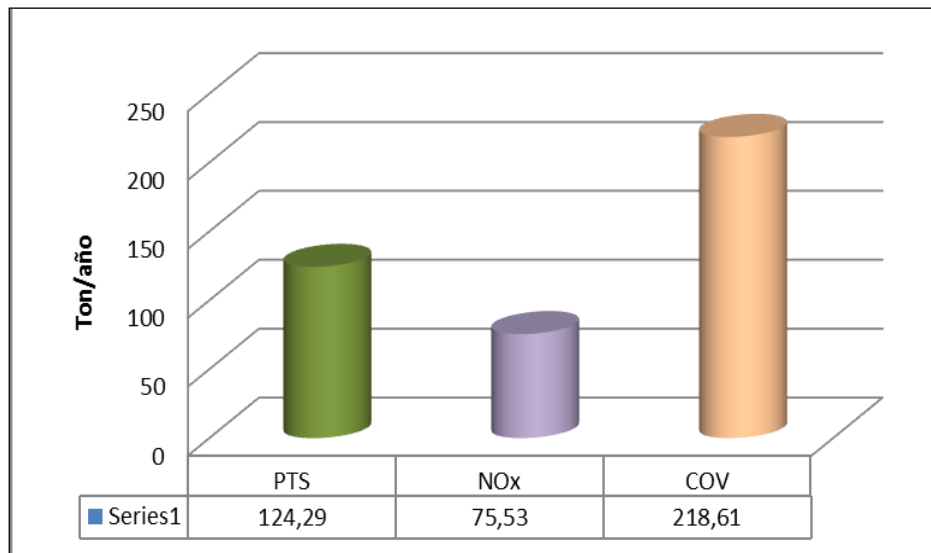


Figura 9:

Emisiones de contaminantes atmosférico por parámetro, no incluidos en el D.S. N° 074-2001.PCM

Fuente: encuesta de valoración de contaminantes atmosféricos

La Tabla 10 y Figura 9 muestra, las emisiones calculadas para contaminantes que no se encuentran incluidos en el D.S. N° 074-2001-PCM, donde se observa que el parámetro que genera mayor contaminación son los compuestos orgánicos volátiles (COV), que alcanza un valor de 0,599 ton/día y 218,61 ton/año, seguido del parámetro partículas totales en suspensión.

4.4. EMISIONES CALCULADAS DEL PARQUE AUTOMOTOR , POR TIPO DE VEHÍCULO EN LA CUENCA ATMOSFÉRICA DE LA CIUDAD DE TACNA

A continuación se muestra en la siguiente Tabla 12 de población de unidades vehiculares por tipo categoría información proporcionada por SUNARP- Tacna, para el periodo 2009 al 2013.

Tabla 11:

Muestra problema por tipo de vehículo

Nº	Fuentes móviles por categoría	Población
1	AUTOMÓVIL	4662
2	STATION WAGON	2477
3	CAMIONETA PICK UP	1112
4	CAMIONETA RURAL	2386
5	CAMIONETA PANEL	349
6	CAMIÓN	1607
7	ÓMNIBUS	440
8	REMOLCADOR	89
9	SEMIREMOLQUE	245
10	VEH. AUT. MENOR	7638
TOTAL		21005

Según los datos proporcionados de densidad de unidades vehiculares por tipo de categoría y comparados con los factores de emisión según la metodología recomendada por CEPIS-OMS, es

que se muestra los resultados de estimación de cálculos basados en la información proporcionada por SUNARP- Tacna.

Tabla 12:

Emisiones calculadas por tipo de vehículo

TIPO DE VEHÍCULO	TONELADAS POR AÑO (Ton/año)					
	SO ₂	CO	Pb	NOx	PTS	COV
	<u>Incluidos en DS 074-2001</u>			<u>No incluidos en DS 074-2001</u>		
AUTOMÓVIL	0,46	123,94	0,07	19,09	0,88	17,29
STATION WAGON	0,29	54,20	0,02	12,29	0,48	5,83
CAMIONETA PICK UP	0,01	5,74	0,01	0,67	6,02	0,64
CAMIONETA RURAL	0,09	16,82	0,01	2,60	0,12	4,70
CAMIONETA PANEL	0,00	1,85	0,00	0,14	0,22	0,20
CAMIÓN	0,14	25,69	0,04	20,56	83,16	5,05
ÓMNIBUS	0,19	10,68	0,02	1,50	33,42	2,20
REMOLCADOR		1,16	0,00	0,06		0,18
SEMIREMOLQUE		4,14	0,00	0,04		0,08
VEH. AUT. MENOR	8,09	122,88	1,20	18,58		182,44
Total	9,27	367,10	1,37	75,53	124,29	218,61

Fuente: Encuesta de valoración de contaminantes atmosféricos

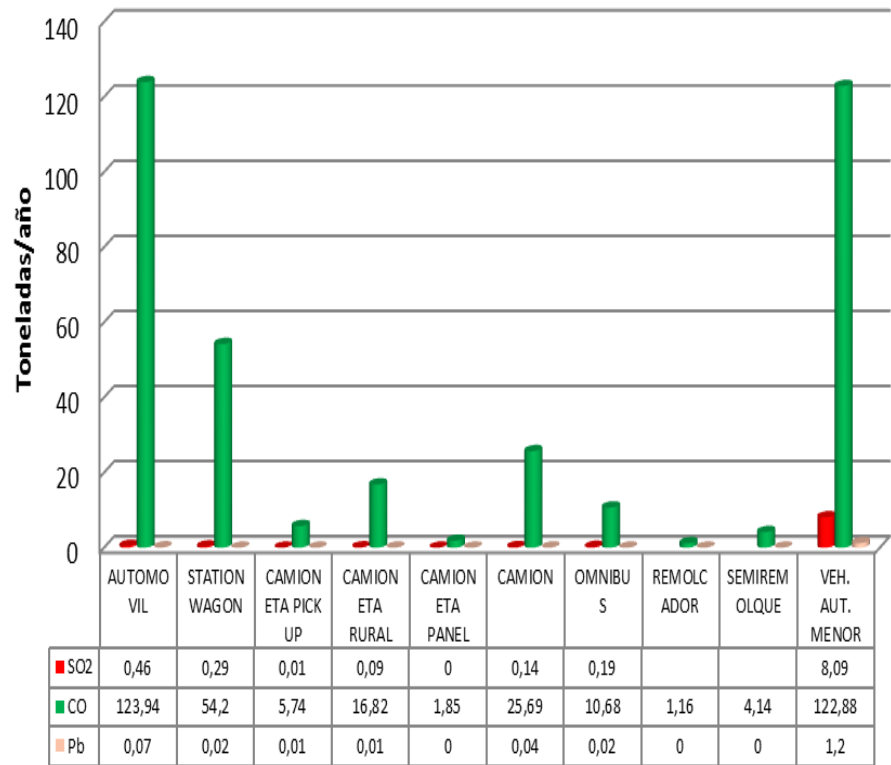


Figura 10:
Emisiones calculada por tipo de vehículo, para SO2, CO y Pb,
incluidos en el DS N° 074-2001-PCM

Fuente: Encuesta de valoración de contaminantes atmosféricos

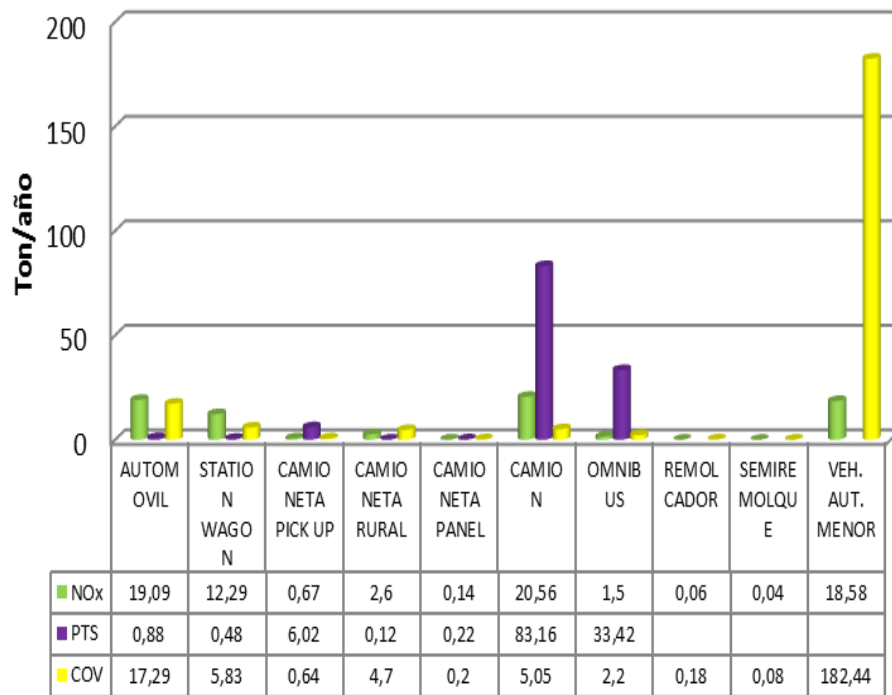


Figura 11:

Emisiones calculada por tipo de vehículo, para NOx, PTS y COV, no incluidos en el DS N° 074-2001-PCM

Fuente: Encuesta de valoración de contaminantes atmosféricos

La Tabla 12 y Figura 10 muestra, las emisiones calculadas para contaminantes por tipo de vehículo, donde el “automóvil” presenta un valor de 124,47 ton/año, seguido de vehículos menores

alcanzando un valor de 132,17 ton/año referido a los contaminantes incluidos en el D.S. N° 074-2001-PCM.

De los contaminantes que no se encuentran incluidos en D.S. N° 074-2001-PCM., según Figura 11, se observa que los vehículos menores son los que generan mayor contaminación para el parámetro compuestos orgánicos volátiles (COV), que alcanza un valor de 201,02 ton/año, seguido de unidades vehiculares como camiones que alcanza un valor de 108.77 ton/año.

4.5. RESULTADOS COMPARATIVOS DE ESTUDIO DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES DE FUENTES MÓVILES EN LA CIUDAD DE TACNA, (2009, 2011-2012)

Se ha realizado una evaluación comparativa de resultados de los estudios de emisión de contaminantes atmosféricos de:

- 1) Mejoramiento de sistemas de información de Alertas Atmosféricas en la Ciudad de Tacna 2009; y
- 2) Valoración de contaminantes del aire generada por fuentes móviles, para la Gestión de la Calidad del Aire en el cercado de Tacna 2011-2012

Tabla 13:

Comparativo de emisiones de contaminantes atmosféricos

TIPO DE CONTAMINANTE	Ton/año	
	2009*	2012**
<u>Incluidos en DS 074-2001</u>		
Dióxido de Azufre (SO ₂)	3,11	9,27
Monóxido de Carbono (CO)	1310,93	367,10
Plomo (Pb)	27,48	1,37
<u>No incluidos en DS 074-2001</u>		
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	116,78	75,53
Polvo sedimentable (PTS)	5,44	124,29
Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)	169,99	218,61
Total	1630,73	796,17

Fuente: Comparativo de resultados de valoración de contaminantes atmosféricos 2009 - 2012

*Mejoramiento de sistemas de información de Alertas Atmosféricas en la Ciudad de Tacna 2009

** Valoración de contaminantes del aire generada por fuentes móviles, para la Gestión de la Calidad del Aire en el cercado de Tacna 2011-2012

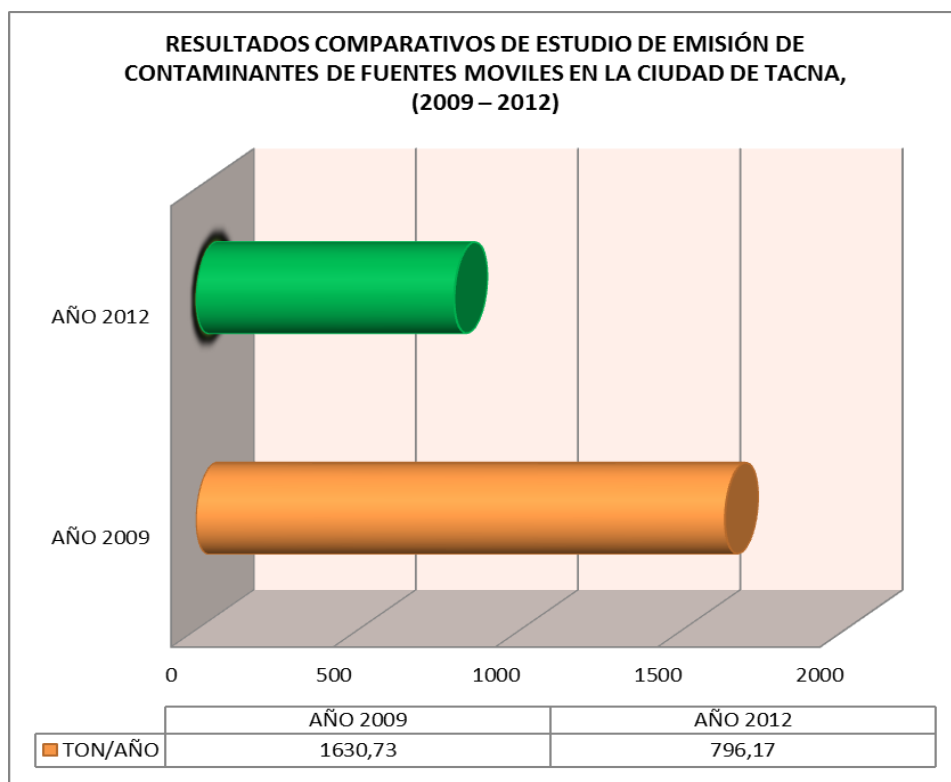


Figura 12:

Comparativo de emisiones de contaminantes atmosféricos

Fuente: Comparativo de resultados de valoración de contaminantes atmosféricos 2009 - 2012

*Mejoramiento de sistemas de información de Alertas Atmosféricas en la Ciudad de Tacna 2009

** Valoración de contaminantes del aire generada por fuentes móviles, para la Gestión de la Calidad del Aire en el cercado de Tacna 2011-2012

La Tabla 13 y Figura 12 muestra, una evaluación comparativa estudios de emisiones de contaminantes generadas por unidades vehiculares realizados en los periodos del 2009 y 2011-2012; donde se observa que en el año 2009 se estimado que hay una

generación de 1630,73 ton/año de contaminantes atmosféricos, y que para los cálculos del estudio (2) del año 2011-2012 se ha estimado un valor de 796,17 ton/año de contaminantes atmosféricos generados por parque automotor, lo que representa una reducción de emisiones aproximadamente un 48,88 % del total de emisiones calculadas.

4.6. ESTIMACIÓN DE DEMANDA DE USO POR TIPO DE COMBUSTIBLE EN UNIDADES VEHICULARES, SEGÚN INSCRIPCIÓN EN SUNARP (PERIODO 2009 – 2013)

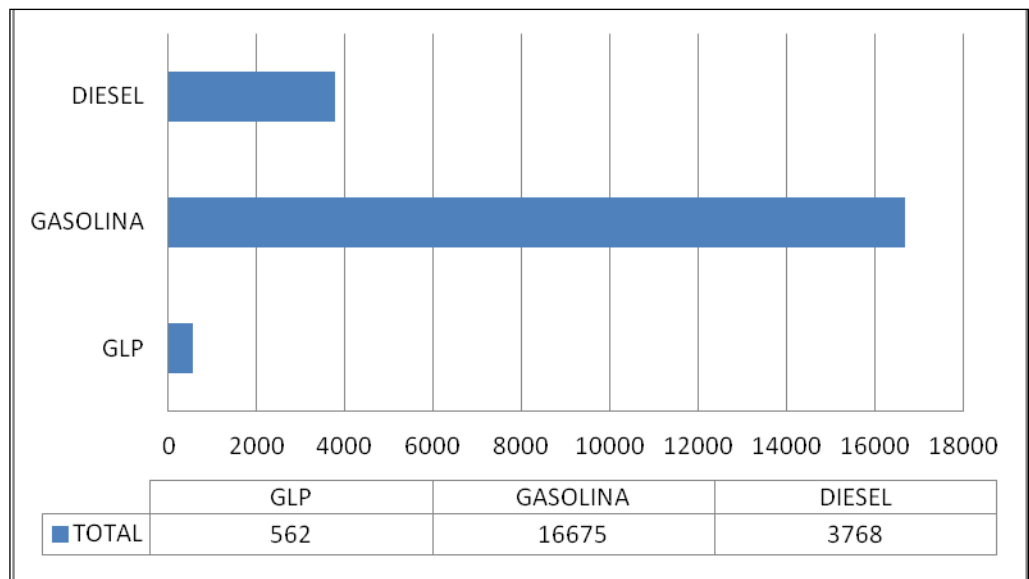


Figura 13:

Número de vehículos por tipo de combustible

Fuente: SUNARP – 2009-2012

En la Figura 13, se observa que de acuerdo al reporte de SUNARP, de vehículos automotores inscritos se estima que la demanda de mayor uso de combustible por unidad vehicular es la gasolina que se estima que el consumo de este sería adquirido por 16 675 unidades, seguido de Diesel que alcanza un valor de 3 768 y GLP 562 unidades vehiculares. Por tanto, nos permite analizar, si hablamos de combustible el más contaminante por su calidad y composición sería el Diesel; seguido de la gasolina y luego el GLP que es más reducido.

4.7. ESTIMACIÓN DE DEMANDA PROMEDIO DE VENTA POR TIPO DE COMBUSTIBLE EN GRIFOS Y LUBRICENTROS DE LA CIUDAD DE TACNA, (PERIODO 2012)

Para la estimación de demanda promedio de venta de combustible en Tacna, se contó con información de la Dirección Regional de Energía y Minas de Tacna, según registros para el periodo 2012.

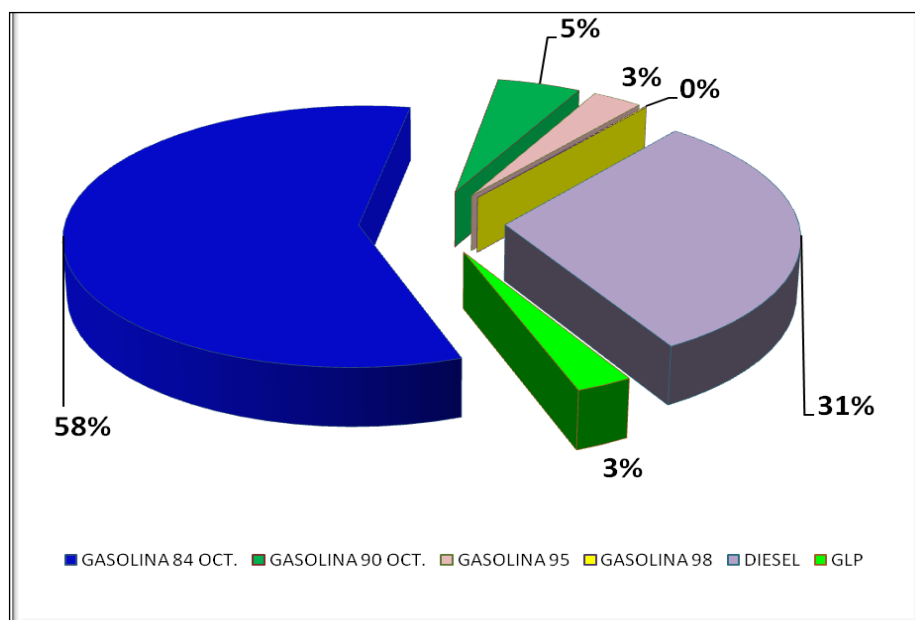


Figura 14:
Venta de combustible en Grifos y Lubricentros de Tacna,
2012

Fuente: DREM-2012

En la Figura 14, se observa la demanda promedio de venta por tipo de combustibles realizado por Servicentros y Lubricentros, donde se observa que el combustible de mayor demanda sería la Gasolina 84 octanos alcanzando un 58%, seguido de Diesel que alcanza un valor de 31%, de la venta total para el periodo 2012.

4.8. ESTIMACIÓN DE EMISIONES EN BASE AL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE PARQUE AUTOMOTOR, SEGÚN DEMANDA EN GRIFOS Y SERVICENTROS DE LA CIUDAD DE TACNA, (PERIODO 2012)

Para el cálculo de emisiones de contaminante atmosférico esta basado en el expendio de combustible en grifos en Tacna; no precisa si el combustible es proporcionado solo al consumo por unidades vehiculares. Se considera esta valoración en caso de que el combustible expendido sea empleado en el parque automotor; para conocer estas cantidades se utilizó información de la Dirección Regional de Energía y Minas de Tacna, periodo 2012.

Tabla 14:**Cálculo de emisiones en base al consumo de combustible de Tacna**

TIPO DE COMBUSTIBLE	Consumo Combustible -Tacna		SO ₂	CO (t/año) Incluidos DS 074-2001-PCM	Pb	PTS (t/año) No Incluidos DS 074-2001-PCM	NO _x	COV
	Gal/año	Ton/año						
	DIESEL	4647273						
GASOLINA 84	8823875	25572	10,7	5134,3	6,9	18	582,3	729,0
GASOLINA 90	769144	2229	0,9	456,8	0,60	2	50,1	64,9
GASOLINA 95	461788	1338	0,6	274,2	0,36	1	30,1	38,9
GASOLINA 98	16699	48	0,0	9,9	0,01	0,03	1,1	1,4
TOTAL	14718779	44138	18,5	6423,4	7,9	77	1062,3	1083,2

Fuente: DREM-2012

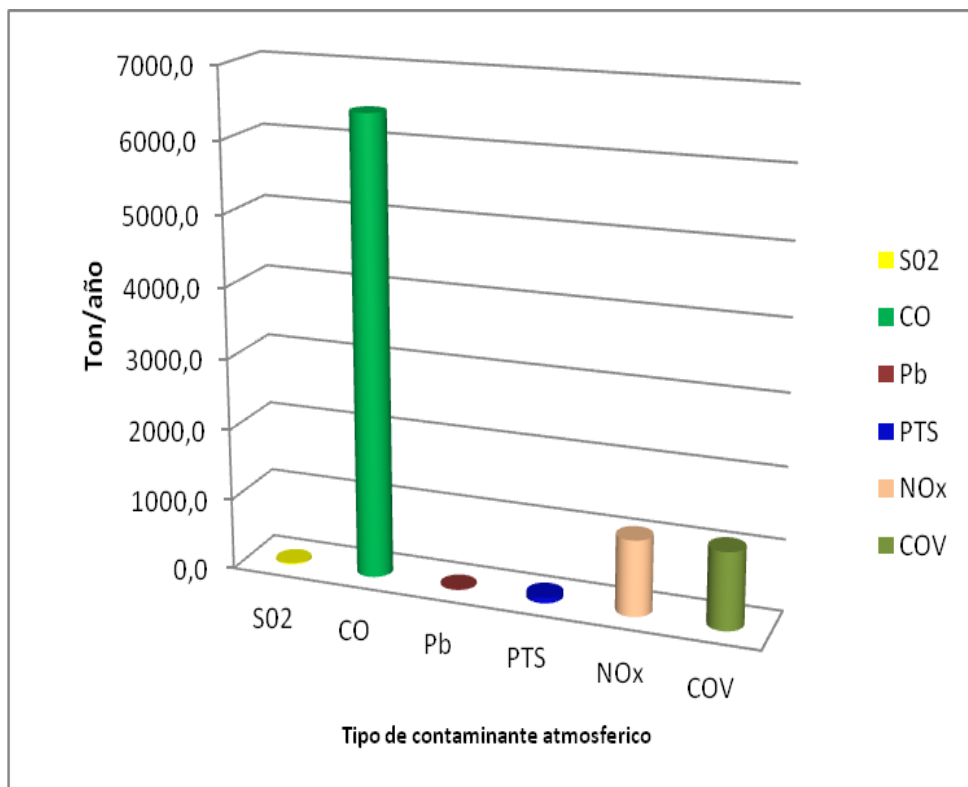


Figura 15:
Cálculo de emisiones en base a consumo de combustible en
Grifos y Servicentros – Tacna

Fuente: DREM-2012

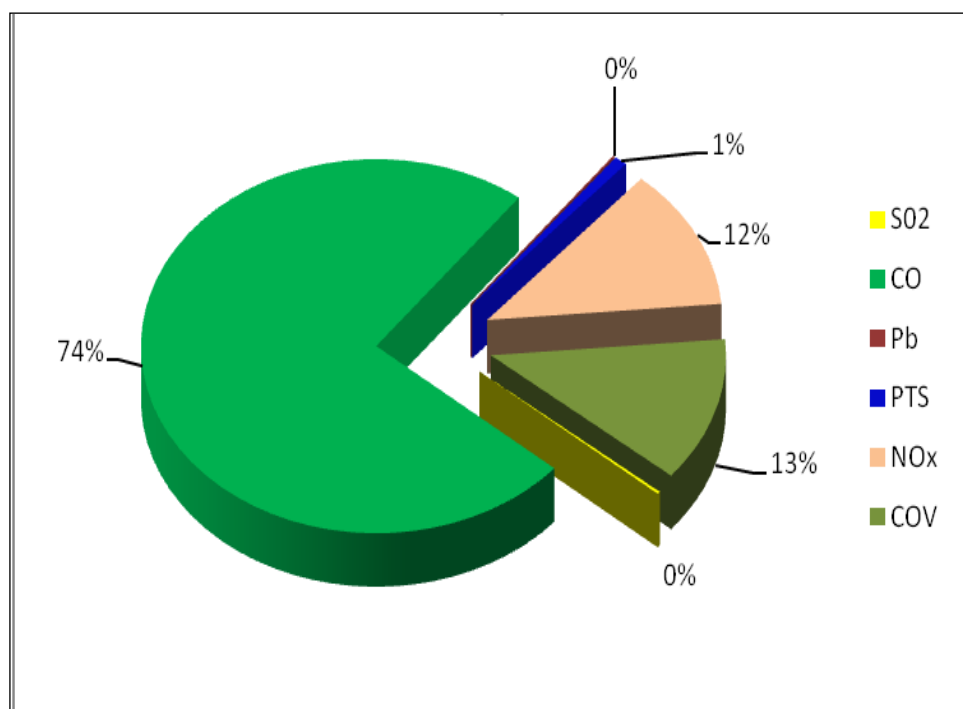


Figura 16: Porcentaje de emisiones en base a consumo de combustible en Grifos y Servicentros - Tacna

Fuente: DREM-2012

En la Tabla 14 y Figura 15 y 16, se observa el cálculo de emisiones en base a consumo de combustible por parque automotor, se observa que el mayor contaminante atmosférico es el monóxido de carbono (CO) y alcanza un valor 6423,4 ton/año que representa un 74%, seguido de compuestos orgánicos volátiles (COV) que representa un 13% seguido de óxidos de nitrógeno (NOx) que representa un 12%, seguido de los diversos contaminantes.

4.9. HIPÓTESIS ESTADÍSTICA

$$H_0 = \mu_{2009} = \mu_{2012}$$

$$H_a = \mu_{2009} \neq \mu_{2012}$$

Medias muestrales = 1630,73 y 796,17

Desviaciones estándar muestrales = 1,0 y 1,0

Tamaños de muestra = 384 y 384

Intervalos de confianza del 95.0% para la diferencia entre medias:

$$834.56 \pm 0.141448 \quad [834.419, 834.701]$$

Hipótesis Nula: diferencia entre medias = 0.0

Alternativa: no igual

Estadístico t calculado = 11564,0

Valor-P = 0,0

Rechazar la hipótesis nula para alfa = 0,05.

Este análisis muestra los resultados de realizar una prueba de hipótesis relativa a la diferencia entre dos medias ($\mu_1 - \mu_2$) de muestras provenientes de distribuciones normales. Las dos hipótesis a ser evaluadas aquí son:

Hipótesis nula: $\mu_1 - \mu_2 = 0.0$

Hipótesis alterna: $\mu_1 - \mu_2 \neq 0.0$

Dada una muestra de 384 observaciones con una media de 1630,73 y una desviación estándar de 1,0 y una segunda muestra de 384 observaciones con una media de 796,17 y una desviación estándar de 1,0, el estadístico t calculado es igual a 11564,0. Puesto que el valor-P para la prueba es menor que 0,05, puede rechazarse la hipótesis nula con un 95 % de nivel de confianza. El intervalo de confianza muestra que los valores de $\mu_1 - \mu_2$ soportados por los datos caen entre 834,419 y 834,701.

4.10. PROPUESTA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA CIUDAD DE TACNA

1. OBJETIVOS Y DESCRIPCIÓN

- Objetivo General

Promover la implementación de un Plan de Mejora de la Calidad del Aire en la Ciudad de Tacna, el mismo que contempla medidas concretas para reducir las emisiones de

gases y partículas de las principales fuentes de contaminación del aire.

- Objetivos específicos :
 - a) Diseño de propuesta de medidas para aplicar ordenanzas que regulen el parque automotor
 - b) Promover la creación de un sistema de transporte público masivo
 - c) Aplicación de revisiones técnicas vehiculares.
 - d) Sensibilizar a la población en la mejora de la calidad de aire generada por unidades vehiculares

2. LINEAMIENTOS

Lineamiento 1. Diseño de propuesta de medidas para aplicar ordenanzas que regulen y detectar vehículos en circulación que emiten contaminantes que exceden los LMP. Elaboración de propuesta de dispositivos legales en el que se defina el control de emisiones a fin de reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos excesivos producidas por fuentes móviles en circulación, siempre con una visión de proteger la salud de la población.

Lineamiento 2. Promover la creación de un sistema de transporte público masivo. Se promoverá dialogo con representantes de empresa de transporte urbano a fin de lograr la creación de un sistema integrado de transporte y promover el ordenamiento vehicular dado que se concentra en el cercado de la Ciudad de Tacna.

Lineamiento 3. Aplicación de revisiones técnicas vehiculares. La importancia de este componente es que se requiere hacer un control de límites máximos permisibles para vehículos en circulación; donde las inspecciones son desarrolladas por talleres autorizados, por tanto que se requiere buenos conocimientos técnicos y una población altamente sensibilizada sobre los problemas ambientales y no incurrir en actos ilícitos.

Lineamiento 4. Sensibilizar a la población en la mejora de la calidad de aire generada por unidades vehiculares; para este ítem se propone fomentar la participación de las empresas de radio y televisión para la difusión de conocimientos actualizados sobre la contaminación atmosférica, así como

de campañas enfocadas a la modificación de actitudes que proporcionen una mayor conciencia y convoquen a la población al cambio de hábitos y comportamientos que contribuyen a un ambiente saludable

3. COSTO Y FINANCIAMIENTO

El costo total de la operación será de aproximadamente US\$ 35 000, de los cuales el financiamiento debe ser compartido por actores involucrados en el tema como es gobierno central, gobierno local y promover la búsqueda de financiamiento de cooperación internacional.

4. IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES

Por su naturaleza, los componentes financiados en esta propuesta de Mejora de la Gestión de la Calidad del aire, este es uno de los componentes del referido Plan en el que se propone una serie de medidas y acciones enfocadas a reducir o prevenir la contaminación atmosférica con el fin de proteger la salud de la población y el ambiente.

CAPITULO V

DISCUSIÓN

El presente estudio, presenta los resultados obtenidos de los cálculos de valorización en función de la metodología aplicada, lo que ha permitido cuantificar el tipo de emisiones por contaminante atmosférico y características de las fuentes de emisión móvil de la ciudad de Tacna, así mismo podríamos indicar que las áreas de mayor emisión de contaminantes atmosféricos por fuente vehicular sería en algunos sectores de casco urbano y en horas de tránsito vehicular de mayor afluencia.

De las emisiones totales de fuentes móviles generado por unidades vehiculares, el monóxido de carbono que representa (CO 46%), y los compuestos orgánicos volátiles que representa un (27% COV), son los principales contaminantes emitidos al ambiente, seguido de los demás contaminantes que ellos presentan valores 16% PTS, 10% NO₂, 1% SO₂ y Pb 0,001%, según proporción.

Del análisis comparativo de resultados de estudios realizados (1) Mejoramiento de sistemas de información de Alertas Atmosféricas en la Ciudad de Tacna 2009 y (2) Valoración de contaminantes del aire generada por fuentes móviles, para la Gestión de la Calidad del Aire en el cercado de Tacna 2011-12; se observa que para el año 2009 la generación total de contaminantes al ambiente alcanza un valor 1630,73 ton/año y según el estudio realizado para el periodo 2011-12 se obtiene un valor de 796,17 ton/año de contaminantes generados por fuentes móviles, lo que indica que un lapso de tres años del total de emisiones existe una reducción de emisión de contaminantes alcanzando un valor 48% generados por unidades vehiculares.

Cabe indicar que estos valores de reducción de contaminantes estarían relacionados de manera indirecta por dos determinantes claves 1) No está permitido la importación de unidades vehiculares de segundo uso y 2) renovación de parque automotor y está relacionado a que la población usuaria de unidades vehiculares ha adquirido unidades vehiculares nuevas en la ciudad de Tacna; por lo que se justifica la reducción de

contaminantes atmosféricos en la cuenca atmosférica de la ciudad de Tacna.

La presente investigación ha identificado que el principal contaminante emitido por parque automotor es el monóxido de Carbono (CO), por lo que se recomienda incrementar las áreas verdes sobre todo en casco urbano y promover un ordenamiento de flujo vehicular en casco urbano, específicamente en el cercado-

Este tipo de estudios son instrumentos sumamente importantes en la gestión de la calidad del aire en una ciudad, dado que sirve como instrumento para la implementación de redes de monitoreo de calidad del aire.

CONCLUSIONES

Primera

Este estudio determinó que el principal contaminante emitido en la cuenca atmosférica de la ciudad de Tacna para el periodo 2011-2012, generado por unidades vehiculares es el monóxido de carbono (CO) que alcanza un valor de 367,10 ton/año y representa un 46%, seguido del contaminante compuestos orgánicos volátiles (COV) que alcanza un valor de 218,61 ton/año y representa un 27%, seguido en orden los contaminantes PTS, NO_x, Pb y SO₂

Segunda

Del análisis comparativo de emisiones de contaminantes atmosféricos generados por el parque automotor de estudios realizados (1) Mejoramiento de sistemas de información de Alertas Atmosféricas en la Ciudad de Tacna 2009 y (2) la Valoración de contaminantes del aire generada por fuentes móviles, para la Gestión de la Calidad del Aire en el cercado de Tacna 2011-2012; se puede concluir que en el año 2009 se ha emitido contaminantes atmosféricos en 1630,73 ton/año y que para el periodo 2011-2012 se ha emitido 796,17 ton/año de contaminantes

atmosférico, lo que indica que en un lapso de tres años se reduciría en un 48% del total de emisiones.

Tercera

Las unidades vehiculares que generan mayor cantidad de óxido de azufre son los vehículos automotores que alcanza un 82% de SO₂, seguido de los automóviles que alcanza un porcentaje de 5 % para SO₂; seguido de las demás unidades en menor proporción, con la consideración que estos circulan en plena zona urbana y con emisiones de cercanas al nivel del suelo; contaminante atmosférico incluido en el D.S. 074-2001-PCM

Cuarta

La estimación de emisiones de contaminantes atmosféricos en base a consumo de combustible por parque automotor, el de mayor proporción es el monóxido de carbono (74% CO), seguido del contaminante atmosférico compuestos orgánicos volátiles (13%COV), seguido de óxidos de nitrógeno (12% NO_x); seguido de los demás contaminantes en menor proporción.

RECOMENDACIONES

Primera

A Gobierno Local, se sugiere impulsar y promover la renovación de parque automotor en la ciudad de Tacna, en todos los niveles, a fin de disminuir la contaminación de atmosférica generada por fuentes móviles.

Segunda

A Gobierno local, debe promover la sustitución y chatarrización de unidades vehiculares, a fin de renovar el parque automotor para promover una mayor reducción en las emisiones de vehículos y transportes.

Tercera

A Ministerio de Energía y Minas, debe promover la reducción del azufre en los hidrocarburos líquidos, para la mejora de la calidad de los combustibles.

Cuarta

Se recomienda al Gobierno Local, provincial y distrital promover e impulsar acciones relacionadas con la infraestructura vial y corredores de transporte público, así como el incremento de transporte público de alta capacidad.

Quinta

A Gobierno Local, debe promover la fiscalización de cumplimiento de límites máximos permisibles de emisiones vehiculares en unidades vehiculares en circulación, así mismo continuar con las revisiones técnicas.

Sexta

Ministerio de Salud, Ministerio del Ambiente, Gobierno Regional y Local, debe promover el desarrollo de promoción de campañas de uso de la bicicleta, y la caminata, ya que son acciones importantes porque no solamente se promueve un medio de transporte no contaminante, sino que además genera una conciencia de participación ciudadana para lograr un mejor ambiente.

Séptima

A Gobierno Local, se recomienda la realización de estudios costo-beneficio y de percepción de la población sobre los posibles cambios en el uso de transporte, estudios donde se considere los costos en tarifas y combustibles.

Octava

A Ministerio de Transportes y Comunicaciones, debe fomentar la participación de las empresas de radio y televisión para la difusión de conocimientos actualizados sobre la contaminación atmosférica, así como de campañas enfocadas a la modificación de actitudes que proporcionen una mayor conciencia y convoquen a la población al cambio de hábitos y comportamientos que contribuyen a un ambiente saludable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDER P. ECONOMOPOULOS (2002): *Guía de Evaluación de fuentes de contaminación del Aire – Técnicas para el inventario rápido de la contaminación ambiental; Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria – Organización Mundial de la Salud.*

ASIF FAIZ, CHRISTOPHER WEAVER, MICHAEL WALSH: Air pollution from motor vehicles, The World Bank, 1996.

ARAPER, (1999). Importación de vehículos usados por CETICOS, Análisis descriptivo sobre irregularidades y sus efectos, algunas recomendaciones,

ALLEN & HAMILTON BOOZ (1988), Reducción de contaminación por tránsito vehicular.

Comité de Aseguramiento de Calidad, Mejoramiento del Programa del Inventario de Emisiones y Corporación Radian (1995), *Quality Assurance Procedures for the Emission Inventory Improvement Program, external draft..* Research Triangle Park, North Carolina. EIIP. Volume VI. October 1995

COMPILATION OF AIR POLLUTANT EMISSION FACTORS. Vol 1:
Stationary Point and Area Sources. AP-42 USEPA. 1985.

CUADERNO DE TRABAJO PARA LA CAPACITACIÓN AVANZADA EN
LA METODOLOGÍA PARA EL PROYECTO DEL INVENTARIO
DE EMISIONES DE MÉXICO. Elaborado para la Asociación de
Gobernadores del Oeste Denver – Colorado y el Comité Asesor
Binacional. Radian International. 1997.

DAWIDOWSKI Laura, GOMEZ Dario, REICH Silvia, (1997) *Guía
metodológica para la evaluación del Impacto Ambiental
Atmosférico*, 10ma edición, Edit. ESIC, Madrid. P.268

ECO/OPS, (1990) Guías de calidad del aire para Europa, Traducción
parcial del documento 1987 – *Organización Mundial de la Salud*.

HANDBOOK for Criteria Pollutant Inventory Development: A Beginner's
Guide for Point and Area Sources. Office of Air Quality. United
States Environmental Protection Agency.

INVENTARIO DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA. Zona Metropolitana del Valle de México 2000. Secretaría de Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal.

LERNER (2008) *El principio de Precaución Ambiental*, Editora SRL 2008

MARCELO E. CORC, (1999) *Conceptos Básicos sobre meteorología de contaminación del Aire Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria – Organización Mundial de la Salud.*

MARCELO J. COUSILLAS, (1994) *Evaluación del Impacto Ambiental*, Montevideo, Instituto de Estudios Empresariales de Montevideo.

MANUALES DEL PROGRAMA DE INVENTARIOS DE EMISIONES DE MÉXICO. Volumen II – Fundamentos de Inventarios de Emisiones. Elaborado para la Asociación de Gobernadores del Oeste Denver – Colorado y el Comité Asesor Binacional. Radian International. 1997.

NEVERS, NOEL de. 1995. *Air Pollution Control Engineering*. McGraw-Hill, New York, New York.

NUÑEZ DEL PRADO BENAVENTE Arturo (1992) *Estadística básica para planificación*, 16 ava edición, Edit. Siglo XXI, Madrid.

SÁNCHEZ, VICENTE, (1982) Glosario de términos sobre el medio ambiente, Mexico.

SEMARNAP. 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-086-ECOL-1994.

SWISSCONTACT, (2001) *Manual de Laboratorio – Monitoreo del Aire*.

U.S. EPA, 1983. Guidelines for Assessing and Reporting Data Quality for Environmental Measurements.

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS

DIGESA – Dirección General de Salud Ambiental (2005), *Resultados del inventario de emisiones de fuentes fijas cuenca atmosférica de la Ciudad de Lima y Callao* [en línea] Disponible en http://www.andina.sld.pe/pw_deepa/inventario_/fuentes_fijas/Informe%20Inventario%20FUENTES%20FIJAS%20Lima-Callao1.pdf. [Consulta 2011.01.10].

PARADA IBAÑEZ, JAIME, *Inventarios de emisiones – Consejo Nacional del Medio Ambiente (CONAM) - Perú. Año 2000* [en línea] Disponible en <http://www.ctlc-st.gob.pe/>, [Consulta 2.12.12].

PROGRAMA DE INVENTARIOS DE EMISIONES DE MEXICO (1997)
Desarrollo de inventarios de emisiones de vehículos automotores, RADIAN INTERNATIONAL, Sacramento [en línea] Disponible en http://www.ine.gob.mx/dgicur/calair/descargas/inem_vol4.pdf, [Consulta 2011.01.10].

PROGRAMA DE INVENTARIOS DE EMISIONES DE MEXICO (1997)
Desarrollo de inventarios de emisiones de fuentes de área final,

RADIAN INTERNATIONAL, Marzo 31, 1997 [en línea] Disponible en http://www.ine.gob.mx/dgicur/calaire/descargas/inem_vol5.pdf, [Consulta 2011.01.10].

SUH Y. LEE, EPA N° 68- D4-2005 ARCADIS (2005) *Emisiones de los aparatos de cocina de los vendedores ambulantes (Asadores al carbón)* [en línea] Disponible en <http://www.epa.gov./ttn/catc/dir1/spanrep3.pdf> [Consulta 2011.01.10].

ANEXOS

ANEXO 01:

FICHA DE COTEJO PARA LA VALORACIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES ATMOSFERICOS

ENCUESTA DEL PARQUE AUTOMOTOR
Inventario de fuentes móviles

Fecha:

Encuestador:..... Institución:

Encuestado:..... Placa:.....

TIPO DE VEHÍCULO

- Automóvil ()
- Station wagon ()
- Pick up ()
- Camioneta rural ()
- Camioneta panel ()
- Camión 3-6 Ton ()
- Camión > 5 ton. ()
- Remolcador ()
- Omnibus <= 24 asientos ()
- Ómnibus >= 24 asientos ()
- Motocicleta 2T ()
- Motocicleta 4 T ()
- Otros ()

Año de fabricación :..... Cilindrada :..... cc

Tipo de servicio

Particular () Transporte público () Taxi () Comercial () Transporte de carga () Interprovincial () Internacional ()

DISTANCIA RECORRIDA

Distancia recorrida diario:..... Km

COMBUSTIBLE USADO

Diesel D2 () Gasolina 84 () Gasolina 90 () Gasolina 95 () Gasolina 97 () GLP () Gasolina/ GLP () GN () GN/Gasolina ()

TIPO DE ALIMENTACION EN CASO DE SER GASOLINERO

Con carburador () Con inyección ()

CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Consumo diario de combustible () gln. Consumo diario de combustible ()soles otros ()

TIPO DE MOTOR Nº MOTOR

Motor original () Motor cambiado en que año: ()

OBSERVACIONES:

ANEXO 02:

**FACTORES DE EMISIÓN PARA VEHICULOS
AUTOMOTORES**

FACTORES DE EMISIÓN- CEPIS-OMS

CIUU 711- Transporte Terrestre

Proceso	Unidad	U	PTS	Factores de Emisión (Kg/U)				
				SO ₂	NO _x	CO	COV	Pb
<i>Transporte terrestre</i>								
<i>Vehículos ligeros con motor de Gasolina < 3,5 t</i>								
<i>Emisiones de tubo de escape ⁷³</i>								
<i>Periodo de producción de vehículos < 1971</i>								
<i>Circulación en zonas urbanas</i>	<1400	1000 Km	0,07	1,90 S	1,64	45,6	3,88	0,13 P
		t combustible	0,74	20,00 S	17,2	480,6	40,6	1,35 P
	1400-2000	1000 Km	0,07	2,22 S	1,87	45,6	3,88	0,15 P
		t combustible	0,63	20,00 S	16,687	411,6	34,65	1,35 P
	>2000	1000 Km	0,07	2,74 S	2,25	45,6	3,88	0,19 P
		t combustible	0,51	20,00 S	16,42	332,8	26,17	1,35 P
<i>Periodo de producción de vehículos 1972 a 1977</i>								
<i>Circulación en zonas urbanas</i>	<1400	1000 Km	0,07	1,66 S	1,64	33,42	3,07	0,11 P
		t combustible	0,64	20,00 S	19,75	402,4	36,95	1,35 P
	1400-2000	1000 Km	0,07	1,92 S	1,87	33,42	3,07	0,13 P
		t combustible	0,73	20,00 S	19,43	347,5	31,9	1,35 P
	>2000	1000 Km	0,07	2,20 S	2,25	33,42	3,07	0,15 P
		t combustible	0,64	20,00 S	20,42	303,3	27,65	1,35 P
<i>Periodo de producción de vehículos 1978 a 1980</i>								
<i>Circulación en zonas urbanas</i>	<1400	1000 Km	0,07	1,39 S	1,50	28,44	2,84	0,09 P
		t combustible	1,00	20,00 S	21,65	410,00	40,93	1,35 P
	1400-2000	1000 Km	0,07	1,68 S	1,72	28,44	2,84	0,11 P
		t combustible	0,83	20,00 S	20,47	337,60	33,70	1,35 P
	>2000	1000 Km	0,07	2,13 S	1,97	28,44	2,84	0,14 P
		t combustible	0,66	20,00 S	18,48	266,50	26,61	1,35 P
<i>Periodo de producción de vehículos 1981 a 1984</i>								
<i>Circulación en zonas urbanas</i>	<1400	1000 Km	0,07	1,39 S	1,58	23,40	2,84	0,09 P
		t combustible	1,00	20,00 S	22,74	337,30	40,03	1,35 P
	1400-2000	1000 Km	0,07	1,68 S	1,92	23,40	2,84	0,11 P
		t combustible	0,83	20,00 S	22,7	277,80	33,70	1,35 P
	>2000	1000 Km	0,07	2,13 S	2,57	23,40	2,84	0,14 P
		t combustible	0,66	20,00 S	24,12	219,30	26,61	1,35 P
<i>Periodo de producción de vehículos 1985 a 1992</i>								
<i>Circulación en zonas urbanas</i>	<1400	1000 Km	0,07	1,27 S	1,50	15,73	2,23	0,90 P
		t combustible	1,10	20,00 S	23,75	248,30	35,25	1,35 P
	1400-2000	1000 Km	0,07	1,62 S	1,78	15,73	2,23	0,11 P
		t combustible	0,86	20,00 S	22,02	104,70	27,65	1,35 P
	>2000	1000 Km	0,07	1,85 S	2,51	15,73	2,23	0,13 P
		t combustible	0,76	20,00 S	27,11	160,70	24,00	1,35 P

<i>Periodo de producción de vehículos >1992</i>								
<i>Circulación en zonas urbanas</i>								
<1400	1000 Km	0.07	1.27 S	1.50	15.73	2.23	0.90 P	
	t combustible	0.80	20.00 S	23.75	248.30	35.25	1.35 P	
1400-2000	1000 Km	0.07	1.62 S	1.78	15.73	2.23	0.11 P	
	t combustible	0.68	20.00 S	22.02	104.70	27.65	1.35 P	
>2000	1000 Km	0.07	1.85 S	2.51	15.73	2.23	0.13 P	
	t combustible	0.60	20.00 S	27.11	169.70	24.09	1.35 P	
<i>Vehículos con convertidores catalíticos de tres vías no controlados⁴</i>								
<i>Circulación en zonas urbanas</i>								
<1400	1000 Km	0.07	1.74 S	1.31	10.24	1.29		
	t combustible	0.80	20.00 S	15.13	118.00	14.83		
1400-2000	1000 Km	0.07	2.05 S	1.13	6.48	0.60		
	t combustible	0.68	20.00 S	10.97	62.00	5.85		
>2000	1000 Km	0.07	2.35 S	1.13	6.48	0.60		
	t combustible	0.60	20.00 S	9.48	54.00	5.10		

Basado en Guía de Evaluación rápida – CEPSE-OMS

ANEXO 03
FACTORES DE EMISIÓN EN PARQUE
AUTOMOTOR

FACTORES DE EMISIÓN EN PARQUE AUTOMOTOR

Vehículos de transporte	U	PTS (kg/U)	SO ₂ (kg/U)	Pb (kg/U)	NO ₂ (kg/U)	CO (kg/U)	COV (kg/U)
Gasolina 90,95	t combustible	0,70	20.0 S	1,35 P	22.47	204.92	29.0
Gasolina 84	t combustible	0,29	20.0 S	1,35 P	22.77	200.78	28,51

Basado en Guía de Evaluación rápida – CEPSE-OMS

ANEXO 4

REGLAMENTO DE ESTANDARES

NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL

AIRE - D.S. N 074-2001-PCM

Aprueban el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire

DECRETO SUPREMO Nº 074-2001-PCM

CONCORDANCIAS: D.S. Nº 009-2003-SA, Primera Disposición Complementaria.
EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el Artículo 2 inciso 22) de la Constitución Política del Perú establece que es deber primordial del Estado garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;

Que, el Artículo 67 de la Constitución Política del Perú señala que el Estado determina la política nacional del ambiente y promueve el uso sostenible de los cursos naturales;
Que, la Ley Nº 26821, Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales, establece la responsabilidad del Estado de promover el aprovechamiento sostenible de la atmósfera y su manejo racional, teniendo en cuenta su capacidad de renovación;

Que, el Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, en su Título Preliminar, Artículo I establece que es obligación de todos la conservación del ambiente y consagra la obligación del Estado de prevenir y controlar cualquier proceso de deterioro o depredación de los recursos naturales que puedan interferir con el normal desarrollo de toda forma de vida y de la sociedad;

Que, siendo los Estándares de Calidad Ambiental del Aire, un instrumento de gestión ambiental prioritario para prevenir y planificar el control de la contaminación del aire sobre la base de una estrategia destinada a proteger la salud, mejorar la competitividad del país y promover el desarrollo sostenible;

Que, de conformidad con el Reglamento Nacional para la Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles, Decreto Supremo Nº 044-98-PCM, se aprobó el Programa Anual 1999, para Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles, conformándose el Grupo de Estudio Técnico Ambiental "Estándares de Calidad del Aire" - GESTA AIRE, con la participación de 20 instituciones públicas y privadas que ha cumplido con proponer los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire bajo la coordinación del Consejo Nacional del Ambiente;

Que, con fecha 8 de diciembre de 1999, fue publicada en El Peruano la Resolución Presidencial Nº 078-99-CONAM-PCD, conteniendo el proyecto de Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, acompañada de la justificación correspondiente. Como consecuencia de esta Consulta Pública, se recibieron observaciones y sugerencias las que se han incorporado dentro del proyecto definitivo, el que fue remitido a la Presidencia de Consejo de Ministros;

Que, el presente Reglamento ha sido consultado con el sector privado y la sociedad civil por mas de dos años, desde su formulación técnica hasta su aprobación político - institucional con el objeto de lograr el consenso de los sectores empresariales pesqueros, mineros e industriales, incluyendo a las organizaciones no gubernamentales especializadas en medio ambiente, así como las instituciones públicas vinculadas a la calidad del aire, lográndose así el equilibrio entre los objetivos de protección de la salud como el de tener reglas claras para la inversión privada en el mediano y largo plazo;

Que, la Comisión Ambiental Transectorial ha analizado a profundidad el contenido del presente reglamento en sus aspectos técnico-ambientales, competencias institucionales y estrategia de aplicación, habiendo aprobado por consenso su contenido y recomienda que el Consejo de Ministros apruebe la presente norma;

De conformidad con lo dispuesto en el inciso 8) del Artículo 118 de la Constitución Política del Perú y el inciso 2) del Artículo 3 Decreto Legislativo N° 560, Ley del Poder Ejecutivo; y,

Con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros;

SE DECRETA:

Artículo 1.- Apruébese el “Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del aire” el cual consta de 5 títulos, 28 artículos, nueve disposiciones complementarias, tres disposiciones transitorias y 5 anexos, los cuales forman parte del presente Decreto Supremo.

Artículo 2.- Quedan derogadas todas las normas que se opongan al presente Decreto Supremo.

Artículo 3.- El presente Decreto Supremo será refrendado por el Presidente del Consejo de Ministros.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veintidós días del mes de junio del año dos mil uno.

VALENTIN PANIAGUA CORAZAO
Presidente Constitucional de la República

JUAN INCHAUSTEGUI VARGAS
Ministro de Industria, Turismo, Integración
y Negociaciones Comerciales Internacionales
Encargado de la Presidencia del Consejo
de Ministros

REGLAMENTO DE ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AIRE

TITULO I

Objetivo, Principios y Definiciones

Artículo 1.- Objetivo.- Para proteger la salud, la presente norma establece los estándares nacionales de calidad ambiental del aire y los lineamientos de estrategia para alcanzarlos progresivamente.

Artículo 2.- Principios.- Con el propósito de promover que las políticas públicas e inversiones públicas y privadas contribuyan al mejoramiento de la calidad del aire se tomarán en cuenta las disposiciones del Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, así como los siguientes principios generales:

- a) La protección de la calidad del aire es obligación de todos
- b) Las medidas de mejoramiento de la calidad del aire se basan en análisis costo - beneficio
- c) La información y educación a la población respecto de las prácticas que mejoran o deterioran la calidad del aire serán constantes, confiables y oportunas.

Artículo 3.- Definiciones.- Para los efectos de la presente norma se considera:

- a) Análisis costo - beneficio.- Estudio que establece los beneficios y costos de la implementación de las medidas que integrarían los Planes de Acción. Dicho estudio considerará los aspectos de salud, socio-económicos y ambientales.
- b) Contaminante del aire.- Sustancia o elemento que en determinados niveles de concentración en el aire genera riesgos a la salud y al bienestar humanos.
- c) Estándares de Calidad del Aire.- Aquellos que consideran los niveles de concentración máxima de contaminantes del aire que en su condición de cuerpo receptor es recomendable no exceder para evitar riesgo a la salud humana, los que deberán alcanzarse a través de mecanismos y plazos detallados en la presente norma. Como estos Estándares protegen la salud, son considerados estándares primarios.
- d) Forma del Estándar.- Descripción de la manera como se formulan los valores medidos mediante la metodología de monitoreo aprobada durante los períodos de medición establecidos.
- e) Gesta Zonal de Aire.- Grupo de Estudio Técnico Ambiental de la Calidad del Aire encargado de formular y evaluar los planes de acción para el mejoramiento de la calidad del aire en una Zona de Atención Prioritaria.
- f) Valores Referenciales.- Nivel de concentración de un contaminante del aire que debe ser monitoreado obligatoriamente, para el establecimiento de los estándares nacionales de calidad ambiental del aire. Los contaminantes con valores referenciales podrán ser incorporados al Anexo 1 antes del plazo establecido en el Artículo 22 del presente reglamento, debiendo cumplirse con el procedimiento establecido en el Decreto Supremo N° 044-98-PCM.
- g) Valores de Tránsito.- Niveles de concentración de contaminantes en el aire establecidos temporalmente como parte del proceso progresivo de implementación de los estándares de calidad del aire. Se aplicarán a las ciudades o zonas que luego de realizado el monitoreo previsto en el Artículo 12 de este reglamento, presenten valores mayores a los contenidos en el Anexo 2.
- h) Zonas de Atención Prioritaria.- Son aquellas que cuenten con centros poblados o poblaciones mayores a 250,000 habitantes o una densidad poblacional por hectárea que justifiquen su atención prioritaria o con presencia de actividades socioeconómicas con influencia significativa sobre la calidad del aire.

TITULO II

De los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire

Capítulo 1 Estándares Primarios de Calidad del Aire

Artículo 4.- Estándares Primarios de Calidad del Aire.- Los estándares primarios de calidad del aire consideran los niveles de concentración máxima de los siguientes contaminantes del aire:

- a) Dióxido de Azufre (SO₂)
- b) Material Particulado con diámetro menor o igual a 10 micrómetros (PM-10)
- c) Monóxido de Carbono (CO)
- d) Dióxido de Nitrógeno (NO₂)
- e) Ozono (O₃)
- f) Plomo (Pb)
- g) Sulfuro de Hidrógeno (H₂S)

Deberá realizarse el monitoreo periódico del Material Particulado con diámetro menor o igual a 2.5 micrómetros (PM-2.5) con el objeto de establecer su correlación con el PM10. Asimismo, deberán realizarse estudios semestrales de especiación del PM10 para determinar su composición química, enfocando el estudio en partículas de carbono, nitratos, sulfatos y metales pesados. Para tal efecto se considerarán las variaciones estacionales.

Al menos cada dos años se realizará una evaluación de las redes de monitoreo.

Artículo 5.- Determinación de estándares.- Los estándares nacionales de calidad ambiental del aire son los establecidos por el Anexo 1 del presente Reglamento.

El valor del estándar nacional de calidad de aire para plomo (promedio anual), así como para sulfuro de hidrógeno (24 horas) serán establecidos en el período de 15 meses de publicada la presente norma, en base a estudios epidemiológicos y monitoreos continuos, conforme a los términos de referencia propuestos por el GESTA y aprobados por la Comisión Ambiental Transectorial, de acuerdo a lo establecido por el D.S. 044-98-PCM.

Artículo 6.- Instrumentos y Medidas.- Sin perjuicio de los instrumentos de gestión ambiental establecidos por las autoridades con competencias ambientales para alcanzar los estándares primarios de calidad del aire, se aplicarán los siguientes instrumentos y medidas:

- a) Límites Máximos Permisibles de emisiones gaseosas y material particulado
- b) Planes de acción de mejoramiento de la calidad del aire
- c) El uso del régimen tributario y otros instrumentos económicos, para promocionar el desarrollo sostenible
- d) Monitoreo de la calidad del aire
- e) Evaluación de Impacto Ambiental.

Estos instrumentos y medidas, una vez aprobados son legalmente exigibles.

Artículo 7.- Plazos.- Los planes de acción de mejoramiento de la calidad del aire considerando la situación de salud, ambiental y socio-económica de cada zona, podrán definir en plazos distintos la manera de alcanzar gradualmente los estándares primarios de calidad del aire, salvo lo establecido en la séptima disposición complementaria de la presente norma.

Artículo 8.- Exigibilidad.- Los estándares nacionales de calidad ambiental del aire son referencia obligatoria en el diseño y aplicación de las políticas ambientales y de las políticas, planes y programas públicos en general. Las autoridades competentes deben aplicar las medidas contenidas en la legislación vigente, considerando los instrumentos señalados en el Artículo 6 del presente reglamento, con el fin de que se alcancen o se mantengan los Estándares Nacionales de Calidad de Aire, bajo responsabilidad. El CONAM velará por la efectiva aplicación de estas disposiciones. Ninguna autoridad

judicial o administrativa podrá hacer uso de los estándares nacionales de calidad ambiental del aire, con el objeto de sancionar bajo forma alguna a personas jurídicas o naturales.

TITULO III

Del Proceso de Aplicación de los Estándares Nacionales de Calidad del Aire

Capítulo 1

Planes de Acción para el Mejoramiento de la Calidad del Aire

Artículo 9.- Planes de Acción.- Los planes de acción para el mejoramiento de la calidad del aire tienen por objeto establecer la estrategia, las políticas y medidas necesarias para que una zona de atención prioritaria alcance los estándares primarios de calidad del aire en un plazo determinado. Para tal efecto el plan deberá tomar en cuenta el desarrollo de nuevas actividades de manera conjunta con las actividades en curso.

Artículo 10.- Lineamientos Generales.- Los planes de acción se elaborarán sobre la base de los principios establecidos en el Artículo 2, los resultados de los estudios de diagnóstico de línea de base, así como los siguientes lineamientos generales:

- a) Mejora continua de la calidad de los combustibles
- b) Promoción de la mejor tecnología disponible para una industria y vehículos limpios
- c) Racionalización del transporte, incluyendo la promoción de transporte alternativo
- d) Planificación urbana y rural
- e) Promoción de compromisos voluntarios para la reducción de contaminantes del aire
- f) Desarrollo del entorno ecológico y áreas verdes
- g) Disposición y gestión adecuada de los residuos.

Artículo 11.- Diagnóstico de Línea Base.- El diagnóstico de línea base tiene por objeto evaluar de manera integral la calidad del aire en una zona y sus impactos sobre la salud y el ambiente. Este diagnóstico servirá para la toma de decisiones correspondientes a la elaboración de los Planes de Acción y de manejo de la calidad del aire. Los diagnósticos de línea de base serán elaborados por el Ministerio de Salud, a través de la Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA, en coordinación con otras entidades públicas sectoriales, regionales y locales así como las entidades privadas correspondientes, sobre la base de los siguientes estudios, que serán elaborados de conformidad con lo dispuesto en Artículos 12, 13, 14 y 15 de esta norma:

- a) Monitoreo
- b) Inventario de emisiones
- c) Estudios epidemiológicos

Artículo 12.- Del monitoreo.- El monitoreo de la calidad del aire y la evaluación de los resultados en el ámbito nacional es una actividad de carácter permanente, a cargo del Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), quien podrá encargar a instituciones públicas o privadas dichas labores. Los resultados del monitoreo de la calidad del aire forman parte del Diagnóstico de Línea Base, y deberán estar a disposición del público.

Adicionalmente a los contaminantes del aire indicados en el Artículo 4, con el propósito de recoger información para elaborar los estándares de calidad de aire correspondientes, se realizarán mediciones y monitoreos respecto al material particulado con diámetro menor o igual a 2.5 micrómetros (PM-2.5) Para tal fin se considerarán los valores de referencia mencionados en el Anexo 3 de la presente norma.

Artículo 13.- Del inventario de emisiones.- El inventario de emisiones es responsabilidad del Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), el que se realizará en coordinación con las autoridades sectoriales, regionales y locales

correspondientes. El inventario podrá encargarse a una institución pública o privada especializada.

Artículo 14.- De los estudios epidemiológicos.- Los estudios epidemiológicos serán realizados por el Ministerio de Salud, quien podrá encargar a terceros, debidamente calificados, la realización de dichos estudios debiendo supervisarlos permanentemente.

Artículo 15.- Programas de Vigilancia Epidemiológica y Ambiental.- Complementariamente a lo señalado en los Artículos 11 al 14 del presente Reglamento, la DIGESA establecerá, en aquellas zonas donde la diferencia entre los estándares nacionales de calidad ambiental del aire y los valores encontrados así lo justifique, programas de vigilancia epidemiológica y ambiental, a fin de evitar riesgos a la población, contando para ello con la participación de las entidades públicas y privadas correspondientes.

Artículo 16.- Del proceso de elaboración de los planes de acción.- La elaboración de los planes de acción de mejoramiento de la calidad del aire se basará en los resultados del estudio de Diagnóstico de Línea de Base y se sujetará al siguiente proceso:

- a) elaboración de una estrategia preliminar de reducción de emisiones, prevención del deterioro de la calidad del aire y protección de población vulnerable
- b) análisis costo-beneficio de la estrategia y de los instrumentos de gestión necesarios para su aplicación
- c) diálogo político para exponer resultados del diagnóstico y medidas posibles
- d) propuesta de plan de acción y consulta pública
- e) aprobación del plan de acción

Artículo 17.- Aprobación de los planes de acción.- Los planes de acción de mejoramiento de la calidad del aire serán aprobados por el Consejo Nacional del Ambiente a propuesta del GESTA Zonal de Aire respectivo. Los GESTA Zonales de Aire privilegian el consenso como mecanismo para elaborar la propuesta del plan de acción. Los planes serán aprobados según las directrices que al efecto dictará el CONAM. Dichas directrices serán publicadas dentro del plazo de 90 días de aprobada la presente norma.

CONCORDANCIA: R.PRES. N° 022-2002-CONAM-PCD

Artículo 18.- Plazo de cumplimiento.- El Plan de Acción de Mejoramiento de la Calidad del Aire considerará expresamente el plazo que la zona requerirá para alcanzar los estándares primarios de calidad del aire contenidos en el Anexo 1, o de ser el caso los valores contenidos en el Anexo 2, así como las acciones y estrategias que permitan cumplir con dicho plazo.

Artículo 19.- Plazos para la aprobación de los planes de acción.- El Plan de acción deberá aprobarse en un plazo no mayor de 30 meses de instalado el GESTA Zonal de Aire correspondiente. El Plan podrá seguir el cronograma de preparación contenido en el Anexo 5 del presente Reglamento.

Capítulo 2

De las Zonas de Atención Prioritaria

Artículo 20.- Zonas de Atención Prioritaria.- Son Zonas de Atención Prioritaria aquellas que por su concentración o densidad poblacional o por sus características particulares, como la concentración o desarrollo intensivo de actividades socioeconómicas, presentan impactos negativos sobre la calidad del aire. Adicionalmente a las señaladas en el anexo 4, el Consejo Directivo del CONAM podrá determinar, por propia iniciativa o a solicitud de autoridades sectoriales, regionales o locales, la calificación de nuevas Zonas de Atención Prioritaria.

En toda Zona de Atención Prioritaria se establecerá un Gesta Zonal de Aire encargado de la elaboración del Plan de Acción para el mejoramiento de la Calidad del Aire, sin

perjuicio de las medidas y los otros instrumentos de gestión ambiental que puedan aplicarse en las otras zonas del país no declaradas como de atención prioritaria.

Artículo 21.- Ámbito del plan de acción en Zonas ambientales de atención prioritaria.- Los planes de acción que se elaboren para el mejoramiento de la calidad del aire en las zonas señaladas en el artículo anterior, definirán el ámbito geográfico de la cuenca atmosférica y, por tanto, su ámbito de aplicación.

Capítulo 3

Revisión de los Estándares Nacionales de Calidad del Aire

Artículo 22.- La revisión de los estándares nacionales de calidad ambiental del aire se realizará de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 6 y Primera Disposición Complementaria del Decreto Supremo N° 044-98-PCM.

TÍTULO IV

De los Estados de Alerta

Artículo 23.- Estados de alerta.- La declaración de los estados de alerta tiene por objeto activar en forma inmediata un conjunto de medidas destinadas a prevenir el riesgo a la salud y evitar la exposición excesiva de la población a los contaminantes del aire que pudieran generar daños a la salud humana. El Ministerio de Salud es la autoridad competente para declarar los estados de alerta, cuando se exceda o se pronostique exceder severamente la concentración de contaminantes del aire, así como para establecer y verificar el cumplimiento de las medidas inmediatas que deberán aplicarse, de conformidad con la legislación vigente y el inciso c) del Art. 25 del presente reglamento. Producido un estado de alerta, se hará de conocimiento público y se activarán las medidas previstas con el propósito de disminuir el riesgo a la salud.

El Ministerio de Salud propone a la Presidencia del Consejo de Ministros los Niveles de Estado de Alerta Nacionales, los que serán aprobados mediante Decreto Supremo. CONCORDANCIAS. D.S. N° 009-2003-SA

TITULO V

De las Competencias Administrativas

Artículo 24.- Del Consejo Nacional del Ambiente.- El CONAM sin perjuicio de las funciones legalmente asignadas, tiene a su cargo las siguientes:

- a) Promover y supervisar el cumplimiento de políticas ambientales sectoriales orientadas a alcanzar y mantener los estándares primarios de calidad del aire, coordinando para tal fin, con los sectores competentes la fijación, revisión y adecuación de los Límites Máximos Permisibles;
- b) Promover y aprobar los GESTAS Zonales de Aire, así como supervisar su funcionamiento;
- c) Aprobar las directrices para la elaboración de los planes de acción de mejoramiento de la calidad del aire;
- d) Aprobar los planes de acción y las medidas de alerta a través de las Comisiones Ambientales Regionales. Para ello, deberán considerar las consultas locales necesarias que se realizarán en coordinación con la Municipalidad Provincial respectiva;
- e) Supervisar la ejecución de los planes mencionados en el inciso anterior.

Artículo 25.- Del Ministerio de Salud.- El Ministerio de Salud sin perjuicio de las funciones legalmente asignadas, tiene las siguientes:

- a) elaborar los estudios de diagnóstico de línea de base
- b) proponer los niveles de estado de alerta nacionales a que se refiere el Artículo 23 del presente reglamento
- c) declarar los estados de alerta a que se refiere el Artículo 23 del presente reglamento
- d) establecer o validar criterios y metodologías para la realización de las actividades contenidas en el Artículo 11 del presente reglamento.

Artículo 26.- Del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.

El SENAMHI generará y suministrará los informes meteorológicos necesarios para la elaboración de los diagnósticos de línea de base que se requieran en aplicación de la presente norma.

Artículo 27.- De las funciones del GESTA Zonal de Aire.- A efectos de la presente norma, son funciones del GESTA Zonal de Aire, las cuales se ejecutarán buscándose el consenso:

- a) Supervisar los diagnósticos de línea base;
- b) Formular los planes de acción para el mejoramiento de la calidad del aire y someterlo a la aprobación del CONAM, y
- c) Proponer las medidas inmediatas que deban realizarse en los estados de alerta, considerando los lineamientos que al respecto dicte el CONAM.

CONCORDANCIAS: D.S. N° 009-2003-SA, Tercera Disposición Complementaria.

Artículo 28.- Composición del GESTA Zonal de Aire.- El Consejo Directivo del CONAM, a propuesta de las Municipalidades Provinciales de la cuenca atmosférica correspondiente, designará a las instituciones integrantes del GESTA Zonal de Aire. Para garantizar el funcionamiento eficiente del GESTA Zonal del Aire éste se constituirá con no menos de 11 ni más de 20 representantes de las instituciones señaladas a continuación:

- a) Consejo Nacional del Ambiente
- b) Ministerio de Salud
- c) Cada Municipalidad Provincial involucrada
- d) Organizaciones no gubernamentales
- e) Organizaciones sociales de base
- f) Comunidad universitaria
- g) Sector empresarial privado por cada actividad económica
- h) Ministerio de Educación
- i) Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)
- j) Sector público por cada actividad económica
- k) Consejo Regional respectivo del Colegio Médico del Perú

Cada Gesta Zonal del Aire tendrá un Presidente, cuyo rol será el de convocar a las sesiones y presidirlas, y una Secretaría Técnica que tendrá la función de facilitar y sistematizar las propuestas del GESTA. Actuará como Presidente en forma rotativa aquel representante elegido entre los miembros del GESTA Zonal del Aire. La Secretaría Técnica será ejercida por un representante del CONAM.

En calidad de observadores o asesores podrán participar los especialistas que el GESTA Zonal de Aire juzgue conveniente.

En caso no exista en la zona un representante regional de alguna de las instituciones antes señaladas, la sede central de la misma deberá nominar a un representante antes de la fecha designada para la primera reunión del GESTA.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS

Primera.- Para el caso de Lima-Callao, el Comité de Gestión de la Iniciativa del Aire Limpio creado por R.S. N° 768-98-PCM, asumirá las funciones que en la presente norma se otorga al GESTA Zonal de Aire.

Segunda.- Las autoridades ambientales sectoriales propondrán los Límites Máximos Permisibles, o la propuesta de adecuación de los Límites Máximos Permisibles existentes, para alcanzar los Estándares Nacionales de Calidad de Aire; los que se aprobarán en concordancia con lo previsto en el D.S. N° 044-98-PCM, Reglamento Nacional para la Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles.

Las actividades existentes a la fecha de entrada en vigencia de los Límites Máximos Permisibles se adecuarán a los mismos de acuerdo con lo previsto por el D.S. N° 044-98-PCM, Reglamento Nacional para la Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles.

Tercera.- La elaboración e implementación de los planes para el mejoramiento de la Calidad del Aire, así como la aplicación de los nuevos Límites Máximos Permisibles deben respetar los compromisos y responsabilidades vigentes asumidos por las diferentes autoridades ambientales sectoriales y las empresas ya sea mediante los Contratos de Estabilidad Ambiental, Programas de Adecuación Ambiental (PAMAs), Evaluaciones de Impacto Ambiental, u otros instrumentos de gestión ambiental, según corresponda.

Cuarta.- El Ministerio de Educación coordinará y ejecutará acciones en materia de educación ambiental con el CONAM y con la Dirección General de Salud Ambiental, que resulten en mejoras de la calidad del aire, sin perjuicio de las iniciativas que cualquier institución pública o privada pueda desarrollar sobre esta materia.

Quinta.- Las ciudades o zonas que luego de realizado el monitoreo previsto en el Artículo 12 del presente reglamento, presenten valores por debajo de los contenidos en el Anexo 1, establecerán en sus Planes de Acción, medidas destinadas que no excedan los valores contenidos en dicho Anexo.

Sexta.- Las ciudades o zonas que luego de realizado el monitoreo previsto en el Artículo 12 del presente reglamento presenten valores por encima de los contenidos en el Anexo 1 y debajo de los valores establecidos en el Anexo 2, establecerán en sus Planes de Acción medidas destinadas a no exceder los valores establecidos en el Anexo 1 en el plazo definido por el GESTA zonal.

Sétima.- Las ciudades o zonas que luego de realizado el monitoreo previsto en el Artículo 12 del presente reglamento, presenten valores por encima de los establecidos en el Anexo 2, establecerán en sus Planes de Acción medidas destinadas a no exceder los valores establecidos en el Anexo 2 en un plazo no mayor de 5 años de aprobado el Plan de Acción, y alcanzarán los valores contenidos en el Anexo 1 en los plazos definidos por el GESTA Zonal.

Octava.- Una vez publicado el estándar nacional de calidad ambiental del aire para el sulfuro de hidrógeno, el Ministerio de Pesquería propondrá los límites máximos permisibles para dicho contaminante, de acuerdo con lo previsto en el Reglamento para la aprobación de ECAs y LMPs según lo dispuesto por el Decreto Supremo N° 044-98-PCM. Para tal efecto, y a partir de la publicación del presente reglamento, los titulares de las actividades que puedan ser fuentes generadoras de este contaminante deberán iniciar la medición de sus emisiones de sulfuro de hidrógeno a fin de generar la información necesaria para formular los valores de los límites máximos permisibles correspondientes. Dicha información será sistematizada por el Sector Pesquería.

Novena.- Las autoridades competentes deben tomar las medidas necesarias para asegurar la obtención de los recursos que garanticen la ejecución de las actividades, planes y programas previstos por el presente Reglamento.

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

Primera.- En tanto el Ministerio de Salud no emita las directivas y normas que regulen el monitoreo, se utilizará la versión que oficialice el CONAM en idioma castellano de las directrices vigentes de "Garantía de la Calidad para los Sistemas de Medición de la Contaminación del Aire" publicadas por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos de Norteamérica. Asimismo, para el Sulfuro de Hidrógeno se utilizarán las directrices del Consejo de Recursos de Aire del Estado de California - Estados Unidos de Norteamérica.

Segunda.- El valor del estándar nacional de calidad ambiental del aire de dióxido de azufre (24 horas) y plomo (promedio mensual) establecidos en la presente norma serán revisados, en el período que se requiera de detectarse que tienen un impacto negativo sobre la salud en base a estudios y evaluaciones continuas

Tercera.- El CONAM dictará las normas de creación de los GESTA Zonal de Aire para las zonas incluidas en el Anexo 4 en un plazo no mayor de 90 días de publicado el presente reglamento.

Anexo 1- Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire

(Todos los valores son concentraciones en microgramos por metro cúbico. NE significa no exceder)

CONTAMINANTES PERIODO FORMA DEL ESTANDAR METODO DE ANÁLISIS1
VALOR FORMATO

Dióxido de Azufre Anual 80 Media aritmética anual Fluorescencia UV (método automático)

24 horas 365 NE más de 1 vez al año

PM-10 Anual 50 Media aritmética anual Separación inercia/ filtración (Gravimetría)

24 horas 150 NE más de 3 veces/año

Monóxido de Carbono 8 horas 10000 Promedio móvil Infrarrojo no dispersivo (NDIR)

(Método automático)

1 hora 30000 NE más de 1 vez/año

Dióxido de Nitrógeno Anual 100 Promedio aritmético anual Quimiluminiscencia

(Método automático)

1 hora 200 NE más de 24 veces/ año

Ozono 8 horas 120 NE más de 24 veces/ año Fotometría UV

(Método automático)

Plomo Anual2 Método para PM10

(Espectrofotometría de absorción atómica)

Mensual 1.5 NE más de 4 veces/año

Sulfuro de Hidrógeno 24 horas2 Fluorescencia UV

(método automático)

1 O método equivalente aprobado

2 A determinarse según lo establecido en el Artículo 5 del presente reglamento

(*) De conformidad con el Artículo 1 del Decreto Supremo N° 069-2003-PCM, publicado el 15-07-2003, se adiciona el valor anual de concentración de plomo, expresado en microgramos por metro cúbico (ug/m3), quedando el estándar para este contaminante en la forma siguiente:

CONTAMINANTE Período Forma del Estándar Método de

Valor Formato Análisis (ug/m3)

Plomo Anual 0,5 Promedio Método para PM10 aritmético de los (Espectrofotometría de valores mensuales absorción atómica)

Anexo 2 Valores de tránsito

CONTAMINANTES PERIODO FORMA DEL ESTANDAR METODO DE ANÁLISIS
VALOR FORMATO

Dióxido de Azufre Anual 100 Media aritmética anual Fluorescencia UV

(método automático)

PM-10 Anual 80 Media aritmética anual Separación inercia/ filtración (Gravimetría)

24 horas 200 NE más de 3 veces/año

Dióxido de Nitrógeno 1 hora 250 NE más de 24 veces/ año Quimiluminiscencia
(Método automático)

Ozono 8 horas 160 NE más de 24 veces/ año Fotometría UV
(Método automático)

(*) De conformidad con el Artículo 2 del Decreto Supremo N° 069-2003-PCM, publicado el 15-07-2003, se adiciona el valor de tránsito anual de concentración de plomo, expresado en microgramos por metro cúbico (ug/m3), en la forma siguiente:

CONTAMINANTE Período Forma del Estándar Método de
Valor Formato Análisis
(ug/m3)

Plomo Anual 1,0 Promedio Método para PM10
aritmético de los (Espectrofotometría de
valores mensuales absorción atómica)

El mismo que se aplicará conforme a los artículos pertinentes para valores de tránsito del Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire aprobado por el presente Decreto Supremo.

Anexo 3

Valores Referenciales

CONTAMINANTES PERIODO FORMA DEL ESTÁNDAR
VALOR METODO DE ANÁLISIS

PM-2.5 Anual 15 Separación inercia/ filtración (Gravimetría)
24 horas 65

Anexo 4

Zonas de Atención Prioritaria

1. Arequipa
2. Chiclayo
3. Chimbote
4. Cusco
5. Huancayo
6. Ilo
7. Iquitos
8. La Oroya
9. Lima-Callao
10. Pisco
11. Piura
12. Trujillo
13. Cerro de Pasco

Anexo 5

Cronograma de preparación de Planes de Acción

1. Conformar Gestas Zonales de aire en cada zona de atención prioritaria: Mes 1-3
2. Términos de referencia para la capacitación en el uso del equipo de monitoreo del aire, estudios epidemiológicos y la elaboración de inventarios de emisiones: Mes 2
3. Selección de los contratistas para el monitoreo, capacitación en equipos e inventarios: Mes 3
4. Empezar identificando las áreas potenciales para desarrollar las estrategias de control:

	Meses 4-7
5. Selección de entidad para estudios epidemiológicos:	Mes 4
6. Llevar a cabo la capacitación en equipos e inventarios de emisiones:	Mes 5
7. Participar en capacitación para la elaboración de inventarios de emisiones:	Mes 5
8. Contribuir a establecer la red local de monitoreo del aire:	Mes 6
9. Supervisar el trabajo de elaboración del inventario de emisiones en el área:	Meses 6-14
10. Monitoreo de la operatividad de las redes, en todas las áreas:	Mes 7
11. Seleccionar las categorías prioritarias para las medidas de control:	Meses 7-11
12. Inicio de los estudios epidemiológicos y de los inventarios de emisiones, en todas las áreas:	Mes 7
13. Términos de referencia para el análisis costo-beneficio:	Mes 9
14. Selección entidad especializada para el análisis costo-beneficio:	Mes 11
15. Revisar los resultados de los inventarios de emisiones y los datos de la calidad del aire:	Meses 13-15
16. Finalización de los inventarios de emisiones:	Mes 13
17. Datos preliminares sobre la calidad del aire:	Mes 13
18. Inicio del estudio costo-beneficio:	Mes 13
19. Aplicar los datos locales a las estrategias potenciales para determinar la efectividad en la reducción de las emisiones:	Meses 15-19
20. Términos de referencia para la elaboración del modelo de dispersión:	Mes 15
21. Selección de entidad especializada para ejecutar el modelo de dispersión:	Mes 17
22. Iniciar la ejecución del modelo de dispersión (dependiente de la identificación de estrategias de los Gestas Zonales de los Planes de Acción):	Mes 19
23. Finalización de toda la recopilación de datos de monitoreo del aire:	Mes 19
24. Probar varias opciones de control con un modelo simple de dispersión de entidad especializada	Meses 19-21
25. Finalización del estudio costo-beneficio:	Mes 22
26. Aplicar los resultados de los análisis costo-beneficio a las estrategias de control que resulten posibles:	Meses 22-23
27. Mesa redonda o conversatorio sobre posibles estrategias con las partes interesadas:	Mes 24
28. Finalización del modelo de dispersión:	Mes 24
29. Propuesta preliminar de Plan de Acción (incluyendo las fechas Recomendadas para el logro de los ECA por contaminante)	Mes 25
30. Taller Público sobre el Plan de Acción propuesto:	Mes 26
31. Revisión de todos los comentarios al plan propuesto y demás aspectos que así lo requieran:	Meses 27-28
32. Finalización de estudios epidemiológicos:	Mes 29
33. Adopción del Plan de Acción:	Mes 29
34. Revisión y aprobación:	Mes 30
