

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

ESCUELA DE POSGRADO



**“EL USO DEL GAS NATURAL DEL PARQUE AUTOMOTOR
EN LAS ENFERMEDADES RESPIRATORIAS DE LA
POBLACIÓN DE HUÁNUCO”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: MEDIO AMBIENTE

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR EN MEDIO
AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

TESISTA: ROBERTO SIXTO PERALES FLORES

ASESOR: SANTOS SEVERINO JACOBO SALINAS

HUÁNUCO – PERÚ

2020

DEDICATORIA

A mi esposa Carmela, a mis hijos Roberto y Milka, por su inmenso amor y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ser el que siempre bendice y guía mi vida; pero, principalmente por ser el motor de ella; ya que, sin su presencia **ABSOLUTAMENTE** nadie sería.

A mi familia, por su amor, consejos y apoyo incondicional por ser la razón y mi fuerza a lo largo de mi vida y el haber estado a mi lado incondicionalmente.

A mi asesor, Ingeniero Santos Jacobo Salinas, por sus enseñanzas, dedicación, preocupación y tiempo brindado para el desarrollo de esta tesis.

RESUMEN

Esta tesis presenta el estudio de la reducción de los contaminantes atmosféricos (MP10, MP2.5, CO, SO₂ y NO_x) por el uso del gas natural; así como el impacto en el sector salud (reducción de enfermos por vías respiratorias), en el sector económico (reducción de costo de inasistencia laboral y costo por atención por salud), en Huánuco al 2040.

Se realizó un estudio detallado del parque automotor considerando el ingreso del gas natural en la matriz energética desde el año 2004, de enfermos por contaminación atmosférica, gastos asociados a la salud de las personas, luego se realizaron cálculos de emisiones mediante los factores de emisión como herramienta principal en este estudio y se realizaron los pronósticos mediante los cálculos estadísticos al 2040.

Se concluyó con una propuesta de inversión a la conversión del parque automotor hacia el gas natural consiguiendo favorablemente la reducción de enfermos por vías respiratorias, de costo por salud para el estado, y reducción de la contaminación atmosférica.

Palabras clave: contaminación atmosférica; enfermos; factores de emisión; salud; gas natural.

ABSTRACT

The progress of the study on the estimation and forecast of air pollution in Huánuco-Peru is presented and discussed. This work presents the study of the reduction of atmospheric pollutants (PM₁₀, MP_{2.5}, CO, SO₂ and NO_x), reduction of patients, cost reduction due to health, due to the use of natural gas in Huánuco by 2040.

A detailed study of the vehicle fleet considering the entry of natural gas into the energy matrix since 2004, of patients due to atmospheric pollution, expenses associated with people's health, then emission calculations were carried out using the emission factors as the main tool in this study and forecasts were made by statistical calculations to 2040.

It was concluded with an investment proposal to the conversion of the automotive fleet to natural gas getting favorably the reduction of patients, cost for health for the state, and reduction of air pollution.

Keywords: Air pollution; sick; emission factors; health; natural gas.

RESUMO

Esta tese apresenta o estudo da redução dos poluentes atmosféricos (PM10, PM2,5, CO, SO2 e NOx) pelo uso do gás natural; assim como o impacto no setor da saúde (redução das doenças respiratórias), no setor econômico (redução do custo das faltas ao trabalho e dos custos dos cuidados da saúde), em Huánuco até 2040.

Foi realizado um estudo detalhado da frota de veículos considerando a entrada do gás natural na matriz energética desde 2004, de pacientes devido à poluição do ar, gastos associados à saúde das pessoas, em seguida foram feitos cálculos de emissão utilizando fatores de emissão como principal ferramenta neste estudo e as previsões foram feitas através de cálculos estatísticos até 2040.

Concluiu-se com uma proposta de investimento para conversão da frota de veículos ao gás natural, conseguindo, favoravelmente, a redução das doenças respiratórias, dos gastos como saúde para o estado e da poluição atmosférica.

Palavras-chave: poluição do ar; doente; fatores de emissão; saúde; gás natural.

ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| DEDICATORIA | ii |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| RESUMEN | iv |
| ABSTRACT | v |
| RESUMO | vi |
| ÍNDICE | vii |
| INTRODUCCIÓN | ix |
| I. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION | |
| 1.1 Fundamentación del problema de investigación | 1 |
| 1.2 Justificación | 3 |
| 1.3 Importancia o propósito | 4 |
| 1.4 Limitaciones | 4 |
| 1.5 Formulación del problema de investigación general y específicos | 5 |
| 1.6 Formulación de objetivos generales y específicos | 5 |
| 1.7 Formulación de hipótesis generales y específicas | 6 |
| 1.8 Variables | 6 |
| 1.9 Operacionalización de variables | 7 |
| II. MARCO TEÓRICO | |
| 2.1 Antecedentes | 8 |
| 2.2 Bases teóricas | 11 |
| 2.3 Bases conceptuales | 14 |
| 2.4 Bases epistemológicas | 25 |
| III. METODOLOGÍA | |
| 3.1 Ámbito | 31 |
| 3.2 Población | 31 |
| 3.3 Muestra | 31 |
| 3.4 Nivel y tipo de estudio | 32 |
| 3.5 Diseño de investigación | 32 |
| 3.6 Técnicas e instrumentos | 32 |
| 3.7 Validación y confiabilidad del instrumento | 34 |
| 3.8 Procedimiento | 34 |

| | |
|---|-----|
| 3.9 Tabulación | 35 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | |
| 4.1 Análisis descriptivo | 48 |
| 4.2 Análisis inferencial y contrastación de hipótesis | 49 |
| 4.3 Discusión de resultados | 63 |
| 4.4 Aporte de la investigación | 70 |
| CONCLUSIONES | 75 |
| RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS | 76 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 77 |
| ANEXOS | 82 |
| NOTA BIOGRÁFICA | 106 |

INTRODUCCIÓN

La contaminación es uno de los problemas ambientales más importantes que afectan a nuestro mundo y surge cuando no existe un equilibrio, como resultado de la presencia en el aire de materiales nocivos producidos por el hombre, en cantidades grandes como para producir efectos perjudiciales para el medio ambiente como para el hombre. Dicho problema, está presente en todas las sociedades, independientemente del nivel de desarrollo socioeconómico, y constituye un fenómeno que tiene particular incidencia sobre la salud del hombre¹.

En el Perú, se estableció la Ley del Consejo Nacional del Ambiente. Según, esta ley el Consejo Nacional del Ambiente se encargaba de promover la conservación del ambiente a fin de coadyuvar el desarrollo integral de la persona humana sobre la base de garantizar una adecuada calidad de vida y propiciar el equilibrio entre el desarrollo socioeconómico, el uso sostenible de los recursos naturales y la conservación del ambiente². Actualmente, según el Ministerio del Ambiente³ los principales responsables de la contaminación se encuentran generados por el parque automotor (70%) y a la industria estacionaria (el porcentaje restante). Según, el Banco Mundial, para el 2009 Lima lideraba como la ciudad más contaminada con más de 80 ug/m³ de PM₁₀. Además, la Dirección de Salud V “DISA V”, manifiesta estadísticamente que la morbilidad en Huánuco en el año 2006 y 2007 se debe por afecciones respiratorias en un 25 %. Esto demuestra que tenemos una ciudad muy contaminada por el uso de los combustibles tradicionales. Por lo tanto, el estudio a realizar se justifica, de manera de proveer pronósticos de reducción de emisiones con el uso del gas como combustible y repercutiendo en el costo asociado que el estado gasta en salud por las afecciones respiratorias.

¹ROMERO PLACERES, Manuel, OLITE, Francisca y ÁLVAREZ, Mireya 2006 “La Contaminación del Aire: su repercusión como problema de salud”.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S156130032006000200008&script=sci_arttext

²MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS 1994 Ley N° 26410 “Ley de Creación del Consejo Nacional del Ambiente - CONAM”. 22 de diciembre.

³MINISTERIO DEL AMBIENTE 2012 “Parque Automotor ocasiona el 70% de la Contaminación del Perú”. Diario El Comercio.27/03.<http://elcomercio.pe/planeta/1388897/noticia-parque-automotor-ocasiona-70-contaminacion-Peru>

son en temas relacionados sobre la atmósfera al pronosticar la reducción de emisiones gaseosas y de Material Particulado en Huánuco y pronosticar la reducción del Dióxido de Carbono (CO₂) indirectamente que favorecerá disminuir el efecto de gases invernaderos que consecuentemente traen el impacto de cambio climático a través de estos 30 o 40 años; sobre la salud, pronosticar la reducción de enfermedades respiratorias en Huánuco (como infecciones, resfriados, sinusitis aguda, faringitis entre otras lo cual podría provocar a largo plazo cáncer por la constante inhalación de micro partículas PM_{2.5}); sobre la economía, pronosticar la reducción de los costos asociados por las enfermedades respiratorias causadas por la contaminación atmosférica producto de los gases de combustión y de Material Particulado (PM₁₀ y PM_{2.5}); y sobre la política gubernamental puede servir para la toma de decisiones de los entes encargados sobre la conservación del Medio Ambiente.

La tesis tiene como objetivo principal evaluar el impacto económico asociado a los costos generados por la reducción de emisiones gaseosas y material particulado; relacionados a la reducción en gastos que se ocasiona por dichos costos en el sector Salud en Huánuco debido al cambio de combustible de gasolina a gas natural en el parque automotor.

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Fundamentación del problema de investigación

La contaminación es uno de los problemas ambientales más importantes que afectan a nuestro mundo y surge cuando no existe un equilibrio, como resultado de la presencia en el aire de materiales nocivos producidos por el hombre, en cantidades grandes como para producir efectos perjudiciales para el medio ambiente como para el hombre. Dicho problema, está presente en todas las sociedades, independientemente del nivel de desarrollo socioeconómico, y constituye un fenómeno que tiene particular incidencia sobre la salud del hombre (ROMERO PLACERES; Manuel, OLITE, Francisca y ALVAREZ, Mireya *et al.* 2006).

La importancia que actualmente se concede a la contaminación ambiental es resultado de los problemas que ésta ha ocasionado en los últimos años, como por ejemplo, según un programa de monitoreo del aire, realizado en el Centro de Lima, desde Enero a Julio del 2010, de 183 mediciones que se hicieron 178 superaron los lineamientos recomendados en 1987 por la Organización Mundial de la Salud en cuanto a partículas inferiores a 10 micras, las cuales están compuestas por partículas finas que ingresan fácilmente por las vías respiratorias a los pulmones causando problemas de salud al ser humano; por ello, si no se cambia el uso de combustibles fósiles por otras fuentes de energía, pueden generarse catástrofes de mayor envergadura.

En el Perú, se estableció la Ley del Consejo Nacional del Ambiente. Según, esta ley el Consejo Nacional del Ambiente se encargaba de promover la conservación del ambiente a fin de coadyuvar el desarrollo integral de la persona humana sobre la base de garantizar una adecuada calidad de vida y propiciar el equilibrio entre el desarrollo socioeconómico, el uso sostenible de los recursos naturales y la conservación del ambiente (MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS 1994). Actualmente, según el Ministerio del Ambiente

(MINISTERIO DEL AMBIENTE 2012) los principales responsables de la contaminación se encuentran generados por el parque automotor (70%) y a la industria estacionaria (el porcentaje restante).

Según, el Banco Mundial, para el 2009 Lima lideraba como la ciudad más contaminada con más de 80 ug/m^3 de PM_{10} . Además, la Dirección de Salud V "DISA V", manifiesta estadísticamente que la morbilidad en el año 2006 y 2007 se debe por afecciones respiratorias en un 25 %. Esto demuestra que tenemos una ciudad muy contaminada por el uso de los combustibles tradicionales.

La contaminación del aire en Huánuco es producida, generalmente, por el tráfico de la ciudad causada por la combustión de combustibles fósiles, especialmente gasolina en vehículos de transporte de personas (motocars, automóviles, buses), y de transporte de carga (camiones, camionetas). Los motores de los vehículos emiten varios tipos de gases y partículas que contaminan el medio ambiente, los productos que se emiten en mayor proporción es el dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono, plomo, compuestos orgánicos volátiles.

Además, en las principales calles de la ciudad de Huánuco, en horas punta de la mañana y de la tarde, la circulación produce una alta concentración de gases tóxicos con contenido de plomo que pone en riesgo la salud de los transeúntes y las familias que viven en las calles céntricas, causando problemas respiratorios que en muchos casos se vuelven crónicos. Por lo tanto, el estudio a realizar se justifica, de manera de proveer pronósticos de reducción de emisiones con el uso del gas como combustible y repercutiendo en el costo asociado que las personas huanuqueñas gastan en salud por las afecciones respiratorias. La ejecución y culminación de esta investigación está garantizada pues hay que considerar que todo el estudio, pruebas, encuestas, campañas de concientización se realizará en la ciudad en la cual me encuentro presente; además, al ser docente de la universidad más representativa de Huánuco puedo solicitar apoyo de otras carreras universitarias si se requiere: Enfermería, Ciencias Agrarias, Psicología e

Ingeniería Industrial.

Por otro lado, al tener experiencia en el área de estadística se podrá realizar la base de datos de emisiones del parque automotor por contaminante y la cantidad de enfermos siendo una contribución directa a la población huanuqueña. Así como, por intermedio de la Universidad se solicitará a la Municipalidad de Huánuco toda la data de contaminación del aire y sus efectos que la produce; ya que, al ser un estudio de investigación y de importancia social se puede ofrecer a la Municipalidad la mejora de está data como contribución al apoyo brindado.



**Ilustración 1: Problemática de Investigación.
Elaboración Propia**

1.2. Justificación

La investigación se encuentra dentro del séptimo objetivo de milenio (Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente), del objetivo seis del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Ciencias del Medio Ambiente y de Hábitat), y del segundo objetivo del medio ambiente y desarrollo sostenible, que corresponde a la línea de investigación de la Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

El estudio a realizar se justifica, de manera de proveer pronósticos de reducción de emisiones con el uso del gas como combustible y repercutiendo

en el costo asociado que la municipalidad gasta en salud por las afecciones respiratorias; así como, el poblador que circula por la ciudad.

1.3. Importancia o Propósito

La importancia radica en los impactos positivos que se pueden lograr con la ejecución de esta tesis son en temas relacionados sobre la atmósfera al pronosticar la reducción de emisiones gaseosas y de Material Particulado en Huánuco y pronosticar la reducción del Dióxido de Carbono (CO₂) indirectamente que favorecerá disminuir el efecto de gases invernaderos que consecuentemente traen el impacto de cambio climático a través de estos 30 o 40 años.

Sobre la salud, pronosticar la reducción de enfermedades respiratorias en Huánuco (como infecciones, resfriados, sinusitis aguda, faringitis entre otras lo cual podría provocar a largo plazo cáncer por la constante inhalación de micro partículas PM_{2.5}).

Sobre la economía, pronosticar la reducción de los costos asociados por las enfermedades respiratorias causadas por la contaminación atmosférica producto de los gases de combustión y de Material Particulado (PM₁₀ y PM_{2.5}); y sobre la política gubernamental puede servir para la toma de decisiones de los entes encargados sobre la conservación del Medio Ambiente.

1.4. Limitaciones

Una de las limitaciones es que la ciudad de Huánuco no tiene una base de datos de registro de la emisión de contaminantes del parque automotor por cada tipo; por ello, en el estudio de investigación a desarrollar se presentará los resultados para de ese modo poder contribuir a que se tenga cierta información relacionado a la emisión de contaminantes del parque automotor.

Luego, los conductores no se encuentran muy concientizados sobre las ventajas de usar otro tipo de combustible que no sea la gasolina; entonces, se

propone trabajar junto con los alumnos de psicología, sociología o ciencias agrarias para realizar campañas de concientización contra el uso de la gasolina y sus efectos. Además, con la carrera de enfermería para evidenciar los efectos directos de las emisiones por el uso de los combustibles de enfermedades respiratorias (bronquitis, neumonía y asma).

1.5. Formulación del problema de investigación general y específicos

- **Formulación del problema general:**

¿Cuál es el efecto del uso del gas natural del parque automotor en las enfermedades respiratorias de la población de Huánuco en el año 2017?

- **Formulación del problema específico:**

1. ¿Cuál es el impacto de los vehículos mayores y menores que usan gas natural en la presencia de bronquitis?
2. ¿Cuál es el impacto de los vehículos mayores y menores que usan gas natural en la presencia de neumonía?
3. ¿Cuál es el impacto de los vehículos mayores y menores que usan gas natural en la presencia de asma?

1.6. Formulación del objetivo general y específicos

- **Formulación del objetivo general:**

Evaluar el efecto del uso del gas natural del parque automotor en las enfermedades respiratorias de la población de Huánuco.

- **Formulación del objetivo específico:**

1. Evaluar el impacto del uso del gas natural del parque automotor en la presencia de bronquitis.
2. Evaluar el impacto del uso del gas natural del parque automotor en la presencia de neumonía.
3. Evaluar el impacto del uso del gas natural del parque automotor en la presencia de asma

1.7. Formulación de hipótesis general y específica

- **Hipótesis General**

El uso del gas natural en el parque automotor reduce las enfermedades respiratorias de la población de Huánuco.

- **Hipótesis Específicas**

1. La presencia de vehículos mayores y menores del parque automotor que usan gas natural reduce la presencia de bronquitis.
2. La presencia de vehículos mayores y menores del parque automotor que usan gas natural reduce la presencia de neumonía.
3. La presencia de vehículos mayores y menores del parque automotor que usan gas natural reduce la presencia de asma.

1.8. Variables

- **Variable independiente**

El uso del gas natural

- **Variable dependiente**

Enfermedades respiratorias

- **Variable interviniente**

Condiciones climáticas

1.9. Operacionalización de variables

| Objetivo Específico | Variable | Dimensión | Indicador | Instrumento |
|--|---|--|---|-------------------------|
| Cuantificar el parque automotor en Huánuco y analizar su comportamiento. | <u>V. Independiente</u> Número natural que representa el año de observación. | Adecuado control de la contaminación por el parque automotor | Porcentaje de reducción de emisiones gaseosas y de material particulado. | Revisión documental |
| Cuantificar la población impactada en salud por la contaminación atmosférica. | Número de vehículos según tipo de combustible | Adecuadas prácticas en el tipo de combustible a usar | Porcentaje de reducción de enfermedades respiratorias en Huánuco (como infecciones, resfriados, sinusitis aguda, faringitis entre otras lo cual podría provocar a largo plazo cáncer por la constante inhalación de micro partículas PM _{2.5}). | Encuesta estructurada |
| Cuantificar las emisiones gaseosas y de material particulado en Huánuco mediante los factores de emisión. | Factores de emisión | | | Entrevista estructurada |
| | Distancia promedio de recorrido | | | |
| | <u>V. Dependiente</u> Cantidad de vehículos proyectados en Huánuco | Eficiente sistema de prevención y control | | Censos |
| Evaluar la reducción de emisiones por el uso del gas como combustible en el parque automotor. | Cantidad de vehículos a Gasolina. | | | |
| | Cantidad de vehículos a Diésel | | | |
| Evaluar la relación de reducción entre las emisiones por el uso del gas como combustible con la reducción de las enfermedades respiratorias. | Cantidad de vehículos a GLP | | | |
| | Cantidad de vehículos a GNV | | | |
| | Cantidad de emisiones por cada contaminante del parque automotor | | | |
| Analizar la viabilidad si conviene usar GNV y GLP de manera que reduzca el impacto por la salud. | Cantidad de enfermos por afecciones respiratorias | | | |

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

- **Internacionales:**

En un trabajo de investigación de modelamiento de emisiones vehiculares en las ciudades de China mencionan que las emisiones están relacionadas al tipo de vehículo y combustible usado en la ciudad. Menciona algo muy importante relacionado a que los factores de emisión por ciudad son diferentes y esto es debido a las características locales de tráfico en cada ciudad (Huo *et al.*, 2011). También, Wang, Chen, Huang, & Fu (2008) realizó un estudio similar en Shanghái-China, obteniendo que el tráfico vehicular es el más predominante en la contaminación atmosférica y obteniendo emisiones diferentes debido al uso de cada combustible y tipo de vehículo usado.

Parra, Jiménez, & Baldasano (2006) realizó un estudio de los episodios del ozono en California. Menciona que los inventarios de emisiones es una herramienta muy importante para el uso del modelo de transporte químico que necesitó para la modelación. Usó el modelo EMICAT2000. Saide, Zah, Osses, & Ossés de Eicker (2009) realizaron un estudio de inventario de emisiones con las algunas correcciones al método proxy usado para una red de carreteras, que en conclusión subestima los resultados de emisión. El método que propone es desagregación que usa dos tipos de datos, datos indirectos (densidad de la población, uso de los suelos) y datos directos (tráfico de vehículos, contador de tráfico, capacidad de carreteras, y modelos de transporte). Recomienda usar el contador de tráfico si esto está disponible.

La comunidad Europea utiliza el método CORINAIR que considera el modelo y la categoría del vehículo, esto permite que cada país de la

Comunidad Europea tenga su inventario de emisiones móviles los cuales son el punto de partida para realizar la modelación de la dispersión de contaminantes atmosféricos (Toll & Baldasano, 2000), estos inventarios son revisados y actualizados anualmente (Moreno, David, Ortiz, Vega, & Villa, 2006).

En Latinoamérica se tienen trabajos sobre el cálculo de emisiones vehiculares de contaminantes atmosféricos en la ciudad de Medellín – Colombia mediante factores de emisión CORINAIR (EMEP/CORINAIR, 2007) en la cual se realizó un inventario de emisiones de fuentes móviles. En la Habana Cuba, se realizó trabajos de modelación de la dispersión de contaminantes atmosféricos emitidos por el tráfico vehicular en una vía utilizando sistemas de cómputo, los resultados permitieron analizar estrategias con vistas a reducir las emisiones y afectaciones generadas por el tráfico de vehículos (Paz, 2005). En Ecuador ha avanzado en lo relacionado al uso del sistema WRF-Chem para la representación del comportamiento de calidad del aire de la zona del Distrito de Quito con un inventario de emisiones propio (Parra *et al.*, 2006). En Colombia desde 2001 la Universidad Pontificia Bolivariana ha desarrollado estudios para la generación de inventarios de emisiones y su influencia en la calidad del Aire de Medellín y el Valle de Aburra, aplicando técnicas de estimación como el modelo EUMAC zooming model (Moussiopoulou, 1995) por Toro *et al.* (2001), complementando sus resultados mediante la ejecución y evaluación del sistema de simulación de calidad del aire conformado por el modelo Regional Atmospheric Modeling System (Pielke *et al.*, 1992; Cotton *et al.*, 2003) acoplado al módulo de calidad del aire Comprehensive Air Quality Model with eXtensions (Environ, 2007) denominado RAMS-CAMx para gases y partículas (CIDI 2008). Aristizábal (2010) usó el modelo euleriano de Investigación Meteorológica (WRF) para representar la meteorología y el modelo CHIMERE (Rouil *et al.*, 2009) de transporte y fotoquímica, junto con la base de datos de emisiones EDGAR (The Emissions Database for Global Atmospheric Research -

<http://edgar.jrc.ec.europa.eu>, Olivier *et al.*, 1996, 1999), para la determinación de condiciones de frontera que pudiesen realimentar el modelo FVM-TAPOM. Saldarriaga (2013) trabajo en el estudio del efecto del incremento de la radiación solar global y de la temperatura superficial asociado al fenómeno de El Niño, o ciclo cálido de ENSO (El Niño-Southern Oscillation), en la concentración superficial de ozono (O₃) en Bogotá para febrero de 2009 (fase neutra) y febrero 2010 (fase cálida de El Niño).

- **Antecedentes nacionales**

En nuestro país en el año 2002 solo se realizaron trabajos de investigación sobre la contaminación ambiental generada por el tráfico de vehículos en forma conjunta por la Municipalidad Metropolitana de Lima, Asociación Peruana de Consumidores y Usuarios (ASPEC), Servicio Nacional de Adiestramiento en trabajo Industrial (SENATI)

-Lima y liderados por el Ministerio de Transportes, quienes han desarrollado el Proyecto Piloto Demostrativo Ambiental “Control de Gases Contaminantes de Vehículos Motorizados” (CGC), como parte del Proyecto Piloto Demostrativo Ambiental Generación de Tecnologías en Restauración de Áreas con Pastos Alto andinos en Zonas de Explotación Minera (APGEPSENREM)/USAID, cabe indicar que este trabajo se realizó sobre la muestra de 6555 vehículos del transporte público.

En este artículo se presentan y discuten los avances del estudio sobre la estimación y pronóstico de la contaminación atmosférica en Huánuco-Perú. Principalmente, se desarrolla un método de inventario de emisiones para determinar la contaminación atmosférica en la ciudad de Huánuco debido al parque automotor como la mayor influencia de la contaminación. Luego se realiza un estudio profundizado de las variables como número de vehículos por tipo de combustible, enfermos, costo por salud e ingreso del gas natural en la conversión del parque automotor. Es así que en búsqueda de reducir el impacto

ambiental, reducir el número de enfermos, reducir el costo por salud, se realiza los cálculos de emisiones y se propone una tasa de conversión de gas natural vehicular. Por lo tanto, el trabajo de investigación contribuirá primeramente a la literatura actual para ser usado en programas de modelación numérica, y a la comunidad política huanuqueña para tomas de decisiones ambientales para la aceleración de conversión vehicular a gas natural.

2.2. Bases teóricas

- **El estándar de calidad ambiental**

El Estándar de Calidad Ambiental (ECA) de aire es la medida que establece el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, que en su condición de cuerpo receptor no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni el ambiente.

En el cuadro siguiente se presenta el ECA Nacional establecido, correspondiente a las concentraciones de material particulado y contaminantes gaseosos que son medidos por SENAMHI.

| ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECAs) DE AIRE, SEGÚN CONTAMINANTES | | | |
|---|----------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| Microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | | |
| CONTAMINANTE | FRECUENCIA | ECA AIRE (8 Jun 2017 - a la fecha) | ECA AIRE (2001 - 7 Jun 2017) |
| Material Particulado menor de 10 micras - PM_{10} | 24 horas (día) | 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Material Particulado menor de 2,5 micras - $\text{PM}_{2,5}$ | 24 horas (día) | 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Dióxido de Azufre - SO_2 | 24 horas (día) | 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Dióxido de Nitrógeno - NO_2 | 1 hora | 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Ozono Superficial - O_3 | 8 horas | 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Monóxido de Carbono - CO | 1 hora | 30,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 30,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |

Fuente: D.S N° 003-2017-MINAM (vigente), D.S N° 003-2008-MINAM (derogado) y D.S N° 074-2001-PCM (derogado).

Ilustración 2: Estándares de Calidad Ambiental de Aire Fuente: D.S. N° 003-2017-MINAM

- **Método de Evaluación Rápida**

ESTIMACIÓN DE EMISIONES DEL PARQUE AUTOMOTOR – CASO APLICADO OBJETIVOS

Analizar el inventario de emisiones de fuentes móviles, utilizando a la técnica de evaluación rápida.

MATERIALES Y MÉTODOS

a) Materiales

- Datos de las características de emisiones del parque automotor.
- Tablas sobre factores de emisión.

b) Metodología

- Calcular las emisiones totales según la hoja de trabajo adjunta.
- Completar el cuadro de las emisiones totales de escape, para todos los vehículos

c) Información general para la preparación del inventario de emisiones de fuentes móviles de Santiago de Chile, empleando la técnica de evaluación rápida.

Definición del problema

En la zona metropolitana de Santiago de Chile, se han medido niveles de ozono, partículas, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno que superan los valores guía sobre calidad del aire de la OMS. También, se sabe que las emisiones del monóxido de carbono de los vehículos son excesivas. Utilizando la información proporcionada a continuación, determine las emisiones en el gran Santiago, en 1994, de los vehículos automotores (automóviles, motocicletas, taxis, camiones y autobuses) en relación con el total de las partículas en suspensión (TPS), dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COV) y plomo. Incluya las emisiones de los gases de escape y evaporables.

EJERCICIO DE EVALUACIÓN RÁPIDA DEL ESTUDIO DEL CASO DE SANTIAGO PREPARACIÓN DE EMISIONES DE FUENTES MOVILES EN SANTIAGO, EMPLEANDO LA TÉCNICA DE EVALUACIÓN RAPIDA PERIODO DE PRODUCCION, 1992-1994

Para PTS = # vehículos x D P A x Factor de Emisión

$$\text{PTS} = 11600\text{autos} \times 12000 \text{ km/a.año} \times 0.07 / 1000$$

$$\text{PTS} = 9744 \text{ Tn/año}$$

PTS = # vehículos x D P A x Factor de Emisión

$$\text{PTS} = 117100\text{autos} \times 12000 \text{ km/a.año}$$

$$\times 0.07 / 1000 \text{ PTS} = 98364 \text{ Tn/año}$$

PTS = # vehículos x D P A x Factor de Emisión

$$\text{PTS} = 11000\text{autos} \times 12000 \text{ km/a.año}$$

$$\times 0.07 / 1000 \text{ PTS} = 9240 \text{ Tn/año}$$

Para SO₂ = # vehículos x D P A x Factor de

Emisión x S/1000 SO₂ = 11600autos x

$$12000 \text{ km/a.año} \times 1.61 \times 0.1/1000 \text{ SO}_2 =$$

$$22411.2 \text{ Tn/año}$$

SO₂ = # vehículos x D P A x Factor de

Emisión x S/1000 SO₂ = 117100autos x

$$12000 \text{ km/a.año} \times 1.94 \times 0.1/1000 \text{ SO}_2 =$$

$$272608.8 \text{ Tn/año}$$

SO₂ = # vehículos x D P A x Factor de

Emisión x S/1000 SO₂ = 11000autos x

$$12000 \text{ km/a.año} \times 2.23 \times 0.1/1000 \text{ SO}_2 =$$

$$29436 \text{ Tn/año}$$

Para NO_x = # vehículos x D P A x Factor de

Emisión / 1000 NO_x = 11600autos x

$$12000 \text{ km/a.año} \times 0.2/1000 \text{ NO}_x =$$

$$27840 \text{ Tn/año}$$

NO_x = # vehículos x D P A x Factor de

Emisión / 1000 NO_x = 117100autos x

$$12000 \text{ km/a.año} \times 0.25 / 1000 \text{ NO}_x =$$

$$351300 \text{ Tn/año}$$

NO_x = # vehículos x D P A x Factor de

Emisión / 1000 NO_x = 11000autos x

12000 km/a.año x 0.25/1000 NOx =
33000Tn/año

Para CO = # vehículos x D P A x Factor de Emisión /1000
CO = 11600autos x 12000 km/a.año x 1.71 /1000 CO =
238032Tn/año

CO = # vehículos x D P A x Factor de Emisión /1000
CO = 117100autos x 12000 km/a.año x 1.49 /1000 CO = 2093748Tn/año

CO = # vehículos x D P A x Factor de Emisión /1000
CO = 11000autos x 12000 km/a.año x 1.49 /1000 CO =
196680Tn/año

| CC | N. AUTOS | TSP | SO2 | NOx | CO |
|---------------|-------------|------------|--------------|------------|-------------|
| <1400 | 11600 | 9744 | 22411. 2 | 2784 0 | 23803 2 |
| 1400- 2000 | 117100 | 9836 4 | 272608 .8 | 3513 00 | 20937 48 |
| >2000 | 11000 | 9240 | 29436 | 3300 0 | 19668 0 |
| TOTAL | 139700 | 1173 48 | 324456 | 4121 40 | 25284 60 |

2.3. Bases conceptuales

- **Contaminación ambiental**

La contaminación ambiental es la acción resultante de la actividad antropogénica, por el hombre, introduciendo contaminantes directa o indirectamente en el ambiente, superando las concentraciones y los patrones ambientales establecidos; o debido al tiempo de permanencia, hacen al cuerpo receptor adquirir características diferentes a las originales, perjudiciales o nocivas a la naturaleza o a la

salud (D.L.No. 019 – ITINCI). La contaminación ambiental es toda materia o energía que al incorporarse o al actuar en el ambiente degrada su calidad original a un nivel perjudicial para la salud, el bienestar humano o los ecosistemas (CARRANZA, R; 2001).

Por lo tanto, se denominará contaminación a la introducción de algún agente sea este físico (perturbaciones ocasionadas por la radioactividad, calor, ruido, efectos mecánicos), químico (compuestos provenientes de la industria química como los productos tóxicos minerales, ácidos, álcalis, los derivados del petróleo, detergentes) o biológicos (provocados por los desechos orgánicos que al descomponerse causan contaminación como el papel, sangre, desechos de cerveza), de cualquier composición natural de un medio indeseable o la incorporación de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas que sean o puedan ser nocivos para la salud (propagación de enfermedades en los seres vivos) o la higiene causando alguna inestabilidad, daño o malestar en la población, en la vida vegetal o animal.

- **Contaminación del aire**

La Organización Mundial de la Salud (estimaciones, año 20) define al aire puro como “mezcla de gases, vapor de agua y partículas sólidas y líquidas cuyo tamaño varía desde unos cuantos nanómetros hasta 0,5 milímetros” los cuales en su conjunto envuelven al globo terrestre. Los principales gases que conforman el aire son el Nitrógeno, el Oxígeno y el porcentaje restante (como el Argón) pertenece a otras sustancias. Otros gases que pertenecen a este grupo son el ozono (O₃), óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM).

En la tabla 01, se observa la composición del aire atmosférico y en qué porcentaje constituye cada componente.

Tabla 1: Composición del aire atmosférico (en porcentaje)

| CONSTITUYENTE | SÍMBOLO | PORCENTAJE (%) |
|--------------------|----------------|----------------|
| Nitrógeno | N ₂ | 78.08 |
| Oxígeno | O ₂ | 20.95 |
| Argón | Ar | 0.93 |
| Otros ⁴ | | 0.04 |

Fuente: Manual de Contaminación del Aire-2004

La calidad del aire es importante porque cada persona respira, en promedio, más de tres mil galones de aire al día, es decir más de dos galones por minuto. Por lo tanto, todos los componentes del aire deben encontrarse en equilibrio en la atmósfera de acuerdo a los porcentajes mencionados. Si se agrega alguna sustancia en cantidades mayores a las que normalmente posee, el aire se contamina representando un peligro para el medio ambiente o a la vida de las personas. Los gases raros son Helio (He), Neón (Ne), Kriptón (Kr), Xenón (Xe) y Radón (Rn). Además, la atmósfera contiene cantidades mínimas de metano, polvo, polen, cenizas volcánicas y vapor de agua.

Entonces, la contaminación del aire es la adición a nuestra atmósfera de cualquier material que tenga un efecto perjudicial en los seres vivos de nuestro planeta. Este material puede ser un hidrocarburo tóxico gaseoso que tenga un efecto perdurable en el organismo que lo inhale, o quizá una partícula irritante que pudiera ocasionar problemas semejantes. Un contaminante es algo que al ser introducido en la atmósfera a propósito o por alguna acción de la naturaleza, reduce el contenido del oxígeno o cambia en forma significativa la composición del aire. Las fuentes de contaminación del aire se pueden considerar de orígenes de transporte, calefacción doméstica, producción de energía eléctrica, incineración de desechos y combustión de las industrias y emisiones debidas a los procesos de las mismas. De todas estas fuentes de contaminación la que genera mayor porcentaje es el transporte (R.D.ROSS, 1974).

Según, Robert Alley, los problemas de calidad del aire están relacionados con diferentes factores, no solo geofísicos y meteorológicos, sino también con aquellos factores de carácter socioeconómico, pues las presiones que ejercen la economía y el crecimiento de la población a lo largo de los años han sido determinantes en el estado actual del aire (ROBERTS ALLEY & ASSOCIATES, 2000). Por lo tanto, la contaminación del aire se señala como uno de los principales fenómenos de la vida urbana ya que la capacidad natural del aire para diluir los contaminantes se ha sobrecargado con el incremento de contaminantes de origen antropogénico. Por ello, la rápida industrialización y el mayor número de vehículos en circulación en América Latina, constituido principalmente por automóviles y autobuses antiguos que utilizan combustible diésel de pésima calidad, ha producido el aumento de la quema de combustibles fósiles para satisfacer la demanda de energía (DEFENSORÍA DEL PUEBLO, INFORME DEFENSORIAL No. 116).

Los contaminantes más importantes derivados de los combustibles fósiles que se emiten a la atmósfera y resultan peligrosos para el medio ambiente y la salud son el material particulado (PM_{2.5} y PM₁₀), Dióxido de Azufre (SO₂), Óxidos de Nitrógeno (NO_x) y el Monóxido de Carbono (CO).

- **Parque automotor**

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (1988), el parque automotor está conformado por los vehículos que circulan por las vías de la ciudad diariamente, entre los que encontramos automóviles particulares, vehículos de transporte público y vehículos de transporte de carga.

El transporte urbano se caracteriza por ser deficiente, mal administrado, obsoleto y de alta congestión, con un número excesivo de pequeñas unidades de transporte, lo que genera la disminución drástica de la velocidad de desplazamiento vehicular, la cual en horas punta fluctúa entre 10 y 15 Km/h. Su incidencia ambiental está

representada en la contribución de contaminantes que emanan en el ambiente a causa de los tipos de combustible que utilizan dichos vehículos, siendo principalmente la gasolina y el diésel. El problema principal radica en el uso de estos recursos, en la forma de control y como los organismos reguladores plantean y fiscalizan la adecuada programación y percepción por parte de la sociedad.

En la actualidad, el parque automotor de Huánuco presenta varias deficiencias las cuales son causadas, principalmente, por el exceso de automóviles privados y de transporte público que superan la capacidad de la red vial, ocasionando gran congestión de tránsito en las principales vías e incremento de la contaminación ambiental pues la antigüedad promedio de estos vehículos supera los 14 años.

- **Combustibles del parque automotor**

En la actualidad, las principales fuentes para generar energía eléctrica son el petróleo, el carbón y el gas natural. Los dos primeros representan un grave problema ambiental ya que son altamente contaminantes para el ambiente, en cambio el gas natural es un combustible más limpio y representa la solución a los problemas energéticos en muchos países del mundo, a que se puede usar en las casa, oficinas, vehículos, industrias y plantas de generación de energía.

En el Perú, los combustibles que se usan con mayor frecuencia son diésel, gasolina, gas licuado de petróleo y el gas natural vehicular.

- **Diésel**

El Diésel es el combustible que más se consume en el país y es utilizado principalmente en el transporte, la industria y la generación eléctrica. Es un líquido de color blanco o verdoso y de densidad sobre 832 kg/m^3 , compuesto fundamentalmente por parafinas y utilizado principalmente como combustible en motores diésel y en calefacción. Su poder calorífico es de $45,10 \text{ MJ/Kg}$. En el Anexo 1, se muestra las especificaciones técnicas del combustible diésel, según PETROPERU.

Gasolina

La gasolina es una mezcla de hidrocarburos derivada del petróleo que se utiliza como combustible en motores de combustión interna con encendido a chispa. Tiene una densidad de 720 g/L (un 15% menos que el gasoil, que tiene 850 g/L). En el mercado peruano se puede producir y comercializar 4 tipos de gasolinas las cuales son de 84 octanos sin plomo, 90 octanos sin plomo, 95 octanos sin plomo y de 97 octanos sin plomo.

Gas Licuado de Petróleo

El GLP (Gas licuado de Petróleo), compuesto por una mezcla en diferentes porcentajes de Propano (C_3H_8) y Butano (C_4H_{10}), es un combustible que se obtiene del procesamiento de los líquidos extraídos del gas natural o de la refinación del petróleo crudo en las refinerías. El Gas Licuado de Petróleo se encuentra en estado gaseoso pudiendo pasar a estado líquido con una presión relativamente baja y es más pesado que el aire por lo que en caso de fuga este permanece sobre la superficie, disipándose solamente con la circulación de aire. Es importante señalar que el Gas Licuado de Petróleo es un tipo de combustible más limpio para el medio ambiente en comparación con la gasolina y el diésel ya que emite menos gases y partículas nocivas a la atmosfera sobre todo si lo comparamos con un vehículo a diésel, no contiene de azufre y plomo y disminuye el ruido en un 50%, reduciendo las emisiones en un 15%; además, de ser la alternativa más aceptable para el parque automotor. En el anexo 3 se muestra las especificaciones técnicas del combustible, según PETROPERU.

Gas Natural Vehicular

El GNV es la utilización del gas natural como combustible para vehículos. Puede utilizarse tanto en estado líquido (GNL) como gaseoso (comprimido, GNC).

Gas natural licuado es gas natural que ha sido procesado para ser

transportado y almacenado en fase líquida a presión atmosférica y a 160° C aproximadamente.

Gas natural comprimido es gas natural almacenado y transportado a altas presiones, habitualmente entre 200 y 250 bar. Se utiliza combustible para uso vehicular.

- **Contaminación del Aire ocasionado por los combustibles del parque automotor**

Entre los principales contaminantes que genera el parque automotor son el Dióxido de Azufre, Dióxido de Nitrógeno, Monóxido de Carbono, el Material Particulado PM_{2.5} y el Material Particulado PM₁₀, según el MINAM Ministerio del Ambiente. De los contaminantes que generan los gases nocivos del ambiente se encuentran el Dióxido de Azufre, Material Particulado (PM₁₀ y PM_{2.5}), Monóxido de Carbono y Dióxido de Carbono deben encontrarse en cantidades límites según los estándares nacionales de calidad de aire. Los principales contaminantes ocasionados por el parque automotor que se emana al aire son los siguientes:

Dióxido de Azufre (SO₂):

Gas denso, más pesado que el aire, o líquido incoloro, de olor picante. Soluble en agua, alcohol y éter. Tóxico por inhalación. Fuerte irritante. Contaminante del aire y constituyente del smog. Constituye el principal contaminante derivado del azufre presente en los combustibles. En ambientes con niveles de aproximadamente 25 mg/m³ durante exposiciones de 10 minutos se perjudica el funcionamiento del sistema respiratorio (GERARD KIELY, Ingeniería Ambiental. En ambientes con niveles de aproximadamente 25 mg/m³ durante exposiciones de 10 minutos se perjudica el funcionamiento del sistema respiratorio.

Dióxido de Nitrógeno (NO₂):

Principal óxido de gas nitrógeno el cual se disocia por acción

fotoquímica y produce una coloración gris amarillenta en las ciudades con elevado índice de contaminación. Se produce por la conversión del monóxido de nitrógeno cuando se oxida en el aire. Es de color rojizo y de olor desagradable. Además del parque automotor, los NOX pueden provenir de las emisiones de diferentes industrias, tales como cemento, vidrio, acero, entre otras. Gran parte del NO₂ atmosférico se convierte en ácido nítrico y sales de nitrato. Las sales de nitrato forman material particulado o se sedimentan o son arrastradas por la lluvia.

Óxidos de Nitrógeno (NO_x):

Productos de combustión del nitrógeno, de color pardo rojizo, presentan un carácter corrosivo, son oxidantes y actúan como catalizadores en la formación de “nieblas” (smog) al reaccionar con hidrocarburos en presencia de radiación solar. El dióxido de nitrógeno es el principal óxido de gas nitrógeno el cual se disocia por acción fotoquímica y produce una coloración gris amarillenta en las ciudades con elevado índice de contaminación las cuales provienen de las emisiones generadas por el parque automotor o de las diferentes industrias, tales como cemento, vidrio, acero, entre otras. Gran parte del NO₂ atmosférico se convierte en ácido nítrico y sales de nitrato. Las sales de nitrato forman material particulado o se sedimentan o son arrastradas por la lluvia.

Material Particulado

Es el principal responsable de la contaminación del aire ocasionada por las grandes cantidades de emisiones que genera el parque automotor, el cual consiste en sustancias sólidas o líquidas suspendidas en la atmósfera. Se encuentran las partículas de diámetro inferiores a 10 micrómetros (PM₁₀) y las partículas de diámetro inferiores a 2.5 micrómetro (PM_{2.5}). El Material Particulado menor a 10 micrómetros de diámetro (PM₁₀) corresponde de uno a dos tercios de las emisiones totales de Material Particulado (OMS, 2005). Los tipos

principales de partículas atmosféricas se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 2: Principales partículas en la atmósfera.

| DESCRIPCIÓN DEL GRUPO | COMPOSICIÓN | ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD | UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY |
|-----------------------|---|----------------------------------|---|
| Gruesas | Polvo, tierra y depósito | > 2,5 um | > 10 um |
| Finas | Aerosoles, partículas de combustión, vapores de compuestos orgánicos condensados y metales. | < 2,5 um | < 10 um |

Fuente: EPA - WWW.EPA.GOV

Las PM_{2.5} pueden penetrar en el pulmón muy profundamente y con mayor facilidad, causando inflamación, aumentando la mortalidad prematura y riesgo cancerígeno (PROTRANSPORTE, MUNICIPALIDAD DE LIMA, 2005).

Monóxido de Carbono:

Gas o líquido incoloro, casi inodoro, poco soluble en agua, soluble en alcohol y benceno. Muy tóxico por inhalación y muy inflamable. Los automóviles con motores de combustión interna son una de las principales fuentes de emisión de monóxido de carbono alrededor del 70%. Las chimeneas, los calentadores de agua, las calderas, estufas y otros aparatos domésticos que queman combustible,

también son fuentes importantes de CO y CO₂.

- **Enfermedades generadas por la contaminación del parque automotor** Según el Ministerio del Ambiente (“Parque automotor 2012), los contaminantes más comunes que generan los daños a la salud son los siguientes:

Dióxido de Azufre:

Provoca la bronco constricción o estrechamiento de las vías respiratorias (elimina o bloquea el flujo de aire), traqueítis o infección de la tráquea, que une laringe y bronquios. En ambientes con niveles de aproximadamente 25 mg/m³, durante exposiciones de 10 minutos se perjudica el funcionamiento del sistema respiratorio (GERARD, 1999).

Monóxido de Carbono:

Inhabilita el transporte de oxígeno hacia las células provocando mareos, dolor de cabeza, náuseas y estado de inconsciencia. Si el CO llega a ser inhalado en altas concentraciones sustituye al oxígeno en la sangre formando la Carboxihemoglobina (COHb); si esta llega a conformar más del 2% en la sangre, produce problemas en la salud de la persona.

Dióxido de Nitrógeno:

Provoca la irritación las vías respiratorias, causando bronquitis, así como de reducir la resistencia respiratoria de las infecciones (DEFENSORIA DEL PUEBLO 2006).

Material Particulado:

La principal afectación a la salud que puede producir el PM₁₀ es su acumulación a los pulmones y su contribución a la disminución de la función pulmonar, al crecimiento del asma y al daño en el tejido pulmonar y las partículas finas menores a 2.5 micrómetros (PM_{2.5}), ya que pueden por su pequeño tamaño penetrar en el pulmón muy profundamente y con mayor facilidad, causando inflamación,

aumentando la mortalidad prematura y riesgo cancerígeno. También, el material particulado podría inducir a la hiperreactividad bronquial e incrementar la virulencia de las afecciones respiratorias, con la consecuencia de un incremento en los índices de la mortalidad (DEFENSORIA DEL PUEBLO, 2006).

Por otro lado, según la Agencia de Protección Ambiental en los Estados Unidos (EPA) los efectos más comunes de la contaminación de aire son los siguientes:

- **Efectos respiratorios**

Síntomas: tos, flema, opresión en el pecho, respiración sibilante y falta de aire. Aumento de enfermedades y muerte prematura causada por asma, bronquitis (aguda o crónica), enfisema, neumonía y el envejecimiento prematuro de los pulmones.

- **Efectos cardiovasculares**

Síntomas: opresión en el pecho, dolor de pecho (angina de pecho), palpitaciones, falta de aire, fatiga inusual, aumento de enfermedades y muerte prematura causada por, enfermedad de las arterias coronarias, ritmos cardíacos anormales, insuficiencia cardíaca congestiva. Los contaminantes causan síntomas en el ser humano se da efectos en la función pulmonar (estrechamiento de las vías respiratorias (broncoconstricción) y reducción del flujo de aire), inflamación en las vías respiratorias (afluencia de los glóbulos rojos blancos, producción anormal de mucosidad, acumulación de líquido e hinchazón (edema) y muerte o eliminación de las células que revisten las vías respiratorias), mayor susceptibilidad a infecciones respiratorias, efectos en la función cardiovascular (baja oxigenación de los glóbulos rojos, ritmos cardiacos anormales, alteración de la actividad cardiaca controlada por el sistema nervioso autónomo) y la inflamación cardiovascular (mayor riesgo de formación de coágulos, estrechamiento de los vasos sanguíneos (vasoconstricción), mayor riesgo de ruptura de placa aterosclerótica).

2.4. Bases epistemológicas o Bases filosóficas o bases antropológicas

La filosofía de la investigación, según Santos (2017) dice es la reflexión acerca de la finalidad y fines de la ciencia y la producción del conocimiento científico con la aplicación del método científico. Por otro lado, la filosofía del ambiente como una rama de la filosofía, que estudian los fundamentos filosóficos que explican la concepción sobre el ambiente que se tiene y la aplicación de las teorías científicas, leyes, principios, postulados, categorías, conceptos, definiciones y la normatividad ambiental.

Entonces la filosofía de la investigación sobre la contaminación del aire y la salud de las personas se enmarca en la corriente filosófica positivista, por cuanto los hechos o fenómenos serán medidos y observados en determinados contextos; asimismo se encuentra en las ciencias fácticas naturales; ya que, se necesita de la observación y el experimento, además, verificar la hipótesis planteaas. Entre las ciencias fácticas que se utilizará serán la ciencia biológica (contaminación ambiental) y del aire (calidad del aire) según clasificación de las ciencias de Mario Bunge. Las grandes cuestiones de la filosofía del medio ambiente y desarrollo sostenible y del tema de investigación en particular son, la epistemología, la ontología y la axiología ambiental.

El Protocolo de Kioto es un protocolo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), y un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero (GEI). Este documento comprometió a los países industrializados signatarios a estabilizar las emisiones de GEI, y la Convención por su parte ha alentado a los países a hacerlo. Estructurado en función de los principios de la Convención, el protocolo establece metas vinculantes de reducción de las emisiones para 37 países y la Unión Europea (UE), reconociendo implícitamente que, en 1997 eran los principales responsables de los elevados niveles de emisiones de GEI en la atmósfera.

El Protocolo de Kyoto pone en funcionamiento la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático comprometiendo a los países industrializados a limitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de conformidad con las metas individuales acordadas. La propia Convención sólo pide a esos países que adopten políticas y medidas de mitigación y que informen periódicamente.

El Protocolo de Kyoto fue aprobado el 11 de diciembre de 1997. Debido a un complejo proceso de ratificación, entró en vigor el 16 de febrero de 2005. Actualmente, hay 192 Partes en el Protocolo de Kyoto.

Dicho protocolo ha pasado a ser jurídicamente vinculante para los 128 países que pertenecen al protocolo, entre ellos toda América Latina, incluyendo a los cinco países miembros de la Comunidad Andina.

El cambio climático está alterando los hábitats del planeta con devastadores efectos ecológicos y económicos. Ya los científicos han detectado señales concretas del calentamiento global como, por ejemplo, el aumento de la temperatura media o la elevación de los niveles del mar.

Dichas señales de calentamiento se han observado también en los países andinos: la agudización del Fenómeno de El Niño con mayores y más frecuentes inundaciones y sequías, así como el retroceso de los glaciares, lo que obliga a actuar de una manera decidida y sumar esfuerzos para mitigar los efectos negativos de uno de los problemas ambientales globales más importantes del Siglo XXI y que sin duda, agrava las condiciones de pobreza en las que vive un gran porcentaje de nuestras poblaciones.

Por ello, los países miembros de la CAN ratificaron el Protocolo y se han comprometido a elaborar en conjunto una Estrategia Andina como marco de política regional en el tema de cambio climático, siguiendo el exitoso ejemplo de la Estrategia Regional de Biodiversidad para los

Países del Trópico Andino, aprobada en el 2002.

Los cinco países, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, son megadiversos y presentan una amplia base de recursos energéticos y de agua. A sus enormes potencialidades, se unen unos ecosistemas frágiles y vulnerables ante cualquier alteración sustantiva de las variables climáticas esenciales, que provocan daños de gran magnitud a las poblaciones locales, a su desempeño económico y al medio ambiente.

Por todo ello, los cinco países andinos tienen ante sí un enorme desafío y requerirán establecer nuevas alianzas y metas más ambiciosas, como por ejemplo, fortalecer la cooperación entre ciudades, entre regiones, y fomentar el compromiso de las empresas para reducir las emisiones.

La tarea que surge a partir de la entrada en vigor del Protocolo de Kioto es urgente y prioritaria para nuestros países andinos. El destino del planeta, la preservación de la biodiversidad andina y el futuro de las nuevas generaciones dependerá de la rapidez y firmeza con que actuemos ahora.

El 21 de diciembre de 2012, el Secretario General de las Naciones Unidas, en su calidad de depositario, distribuyó la enmienda a todas las Partes en el Protocolo de Kyoto de conformidad con los artículos 20 y 21 del Protocolo.

Durante el primer período de compromiso, 37 países industrializados y la Comunidad Europea se comprometieron a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a un promedio del 5 % con respecto a los niveles de 1990. Durante el segundo período de compromiso, las Partes se comprometieron a reducir las emisiones de GEI al menos un 18 % con respecto a los niveles de 1990 en el período de ocho años comprendido entre 2013 y 2020.

- **Epistemología ambiental**

Las teorías científicas sobre medio ambiente y desarrollo sostenible son aún parcialmente conocidas, ya que data desde 1970 expresadas a través de tratados, conferencias internacionales y nacionales que, a diferencia de otras disciplinas y ciencias, puede considerarse un objeto de estudio parcialmente conocido, en una discusión que va del positivismo a la fenomenología, de lo cuantitativo a lo cualitativo, pasando por todas las variantes de ambas teorías.

La investigación se encuentra dentro del séptimo objetivo de milenio (Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente), del objetivo seis del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Ciencias del Medio Ambiente y de Hábitat), y del segundo objetivo del medio ambiente y desarrollo sostenible, que corresponde a la línea de investigación de la Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

En el séptimo objetivo de milenio (Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente), menciona que los recursos naturales básicos y los ecosistemas se deben gestionar de manera sostenible a fin de satisfacer la demanda alimentaria de la población y otras necesidades ambientales, sociales y económicas. El cambio climático, la creciente escasez de agua y los conflictos por el acceso a los recursos son todos ellos elementos que plantean desafíos a la sostenibilidad ambiental y la seguridad alimentaria.

El estudio a realizar se justifica, de manera de proveer pronósticos de reducción de emisiones con el uso del gas como combustible y repercutiendo en el costo asociado que la municipalidad gasta en salud por las afecciones respiratorias; así como, el poblador que circula por la ciudad.

Conocimientos sobre el medio ambiente y desarrollo sostenible

1. Conocimiento teórico científico del ambiente.

Este conocimiento es la descripción y explicación a través de las teorías científicas del ambiente como ciencia fáctica natural, biológica y de la tierra.

2. Conocimiento del ambiente por aplicación operativa o práctica.

Este conocimiento tiene como función llevar a cabo la aplicación de los principios, teorías, normas legales, etc. Este tipo de conocimiento corresponde exclusivamente a los operadores que participaran en la investigación (tesista, técnicos de estadísticas y personal de campo).

3. Conocimiento del ambiente y desarrollo sostenible por vivencia ordinaria.

Este conocimiento se deriva de la percepción que tienen los miembros de la sociedad (población en general) sobre la contaminación del aire, enfermedades respiratorias y su implicancia en el medio ambiente. Este conocimiento básico ordinario es percibido como una parte fundamental de la vida humana. Respecto al problema de investigación propuesto, corresponde indagar sobre los siguientes tipos de conocimientos:

- ✓ El conocimiento científico sobre el medio ambiente y desarrollo sostenible, vale decir, la descripción y explicación de la contaminación ambiental y del aire por las emisiones y las enfermedades respiratorias.
- ✓ La aplicación de la legislación ambiental y las políticas ambientales por parte de los responsables de la implementación de proyectos alternativos para resolver los problemas que ocasionan el uso de los combustibles sin criterios técnicos y científicos.
- ✓ El conocimiento de la contaminación ambiental y del aire por parte de la población; vale decir, cuál es la posición que tienen ellos frente a los programas de desarrollo alternativos (uso del gas natural vehicular como principal combustible del uso del parque automotor en Huánuco) y de casos concretos de la contaminación del aire y enfermedades respiratorias.

- **Ontología ambiental**

La ontología ambiental se encarga de fijar el ser, la naturaleza, el objeto de estudio del medio ambiente y desarrollo sostenible; es decir, reflexionar filosóficamente de los problemas ontológicos que tienen continuidad con los problemas científicos. En cuanto al problema de investigación, corresponde conceptualizar el tema de la contaminación ambiental y del aire; así como, las enfermedades respiratorias, siendo su naturaleza fáctica natural ambiental (ciencia biológica y del aire); ya que, son objetos reales que será materia de una reflexión filosófica respecto a la contaminación del aire y sus efectos con las enfermedades respiratorias y calidad del aire.

- **Axiología ambiental**

La axiología aborda el problema de los principios éticos de justicia, autonomía y benevolencia, en vista que la investigación involucra contaminación y aire que proporcionan información para el posterior tratamiento del problema ambiental; es decir, aplicar los valores y principios éticos ya que vulnerar la integridad de los involucrados sería una violación de los principios de la ética y la moral. Respecto al problema de investigación, corresponderá aplicar los principios éticos respecto al derecho de los participantes a estar informados del propósito de la investigación, solicitar permiso, observar y cumplir con las reglas medio ambientales y de respetar la decisión de aceptar o rechazar cuando se solicite los diversos análisis que se realizara durante la investigación, sin criterios de exclusión arbitraria con el fin de obtener información real y objetiva de los resultados y de ser el caso, proponer cambios sustanciales.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Ámbito

El presente estudio se realizará en la ciudad de Huánuco, ubicada en la parte norcentral del Perú, es la capital del Departamento de Huánuco. La ciudad tiene una población de 304.487 habitantes según los datos del Censo peruano de 2017, conocida como los Caballeros de León de Huánuco se ubica a los 1800 m.s.n.m en el valle formado por el río Huallaga. Está en la tierra templada o yungas de la vertiente oriental de los Andes centrales. La altura del territorio regional huanuqueño oscila entre los 250 y 6.632 metros de altitud, siendo los pueblos de menor altitud Tournavista y Yuyapichis (capitales del distrito del mismo nombre, en la provincia de Puerto Inca), en tanto que el pueblo de Yarumayo (capital del distrito de Yarumayo, provincia de Huánuco), está ubicado a 4.100 metros de altitud.

3.2. Población

La población está constituida por dos sub poblaciones: la primera que permitirá contabilizar la cantidad de vehículos que conforma el parque automotor de Huánuco para poder determinar la cantidad de emisiones de contaminantes que emiten al aire y la segunda la población huanuqueña para medir y evaluar el factor salud. Con respecto a la muestra se tendrá de dos tipos. La primera será la cantidad de motocars, automóviles y camiones que usan el gas natural y la segunda serán las personas que sufren de enfermedades respiratorias.

3.3. Muestra

El tipo de muestreo es **probabilístico**, porque cualquiera de los motocars, automóviles y camiones de las personas que sufren enfermedades respiratorias pueden formar parte de la muestra.

3.4. Nivel y tipo de estudio

Es una **investigación aplicada**, porque recurre a las Ciencias de la Salud y a la Petroquímica para solucionar el problema de las enfermedades respiratorias que sufre la población de Huánuco, sustentado en Sánchez (1998, 13-16) quien indica que la investigación aplicada se caracteriza por su interés en la aplicación de los conocimientos teóricos a determinada situación concreta y constituye el primer esfuerzo para transformar los conocimientos científicos y tecnológicos. Asimismo, según la clasificación de Corina Shcmelkes (1988) el estudio corresponde a un **nivel de investigación explicativa**, porque se relacionará el efecto del uso del gas natural en la reducción de las enfermedades respiratorias, sustentado en Hernández (2004:126) quien afirma que la investigación explicativa está dirigida a responder las causas de los eventos, sucesos y fenómenos físicos o sociales. Además, según Santos (2013:154) indica que la investigación de este nivel explica el comportamiento de una variable en función de otras, la relación de causa efecto, por lo tanto, requiere control y deben cumplir criterios de causalidad.

3.5. Diseño de investigación

Según Hernández el término de diseño se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea. El tipo de diseño para el estudio es **no experimental-causal**, porque se va a recurrir a la información estadística de la Municipalidad de Huánuco, Ministerio de Transporte y Centros de Salud de Huánuco, respecto al parque automotor y a las personas que sufren enfermedades respiratorias. La técnica estadística que se requerirá para el análisis será la **regresión lineal o múltiple** a un nivel de significancia del 5%. Para el procesamiento y análisis de los datos se usará el programa MINITAB 2013, para presentar y analizar en forma de gráficos de dispersión.

3.6. Técnicas e instrumentos

Según Santos (2013:193) las técnicas de recojo e

instrumentación es el conjunto de actividades que se realizan para obtener los datos conceptuales y empíricos para contrastar la hipótesis planteada.

Las técnicas e instrumento de recolección de información en la investigación a utilizar serán las siguientes:

- **Técnicas bibliográficas.**

Según Santos (2013:194-195), este tipo de investigación se puede realizar en forma personal en bibliotecas o por otros medios utilizando los servicios informáticos de base de datos. En el estudio, se realizará el análisis de contenido (la cual estudia y analiza la comunicación de una manera sistemática y cuantitativa) y el fichaje (para registrar aspectos esenciales de los materiales que leemos y que organizadas sistemáticamente nos sirven de valiosa fuente). Los instrumentos a utilizar en el análisis de contenido y el fichaje serán las fichas de investigación o de contenido, de resumen y comentario y las fichas de localización que contendrán el autor, año, título, revista, país, edición, volumen y página.

- **Técnicas de campo.**

Se realizará a través de la observación (para el contacto con el objeto de estudio) para el parque automotor las emisiones de los gases contaminantes; así como, la cantidad de enfermos a consecuencia de la contaminación. Esto permitirá entablar relaciones entre el análisis del parque automotor, a través del registro de los vehículos cuyos usuarios utilizan el gas natural y el análisis documental del historial clínico de las personas que sufren enfermedades respiratorias.

Otra técnica será la encuesta (es el levantamiento de información que se obtiene de la opinión, comportamiento, actuación o de cualquier otro razonamiento digno de evaluar). Este levantamiento de información será del uso de los combustibles en el parque automotor; así como, la cantidad de veces que se enferman de bronquitis, neumonía y asma.

Los instrumentos a utilizar en la observación serán los gráficos estadísticos y las fichas y en las encuestas serán los cuestionarios, guías de entrevistas y los test.

3.7. Validación y confiabilidad del instrumento

| Instrumento | Proceso de trabajo | Confiabilidad |
|------------------------|--|---|
| Encuestas | Digitalización e ingreso a un programa computarizado | No son muy confiables; ya que, está sujeta al grado de veracidad de repuesta de los encuestados |
| Observaciones | Digitalización de lo observado por el parque automotor de la población Huanuqueña. Ingreso de las imágenes a un programa computarizado | Si es confiable; ya que, se colocará lo realmente observado. |
| Revisión bibliográfica | Digitalización | Si es confiable; ya que, se revisará bibliografía confiable de autores reconocidos. |

3.8. Procedimientos

Para poder realizar el procedimiento de toda nuestra investigación se muestra de manera gráfica (Ilustración No 04), las etapas resumidas que se aplicará para lograr el objetivo de la tesis de determinar el impacto que se logra al convertir el parque automotor de gasolina a gas natural.

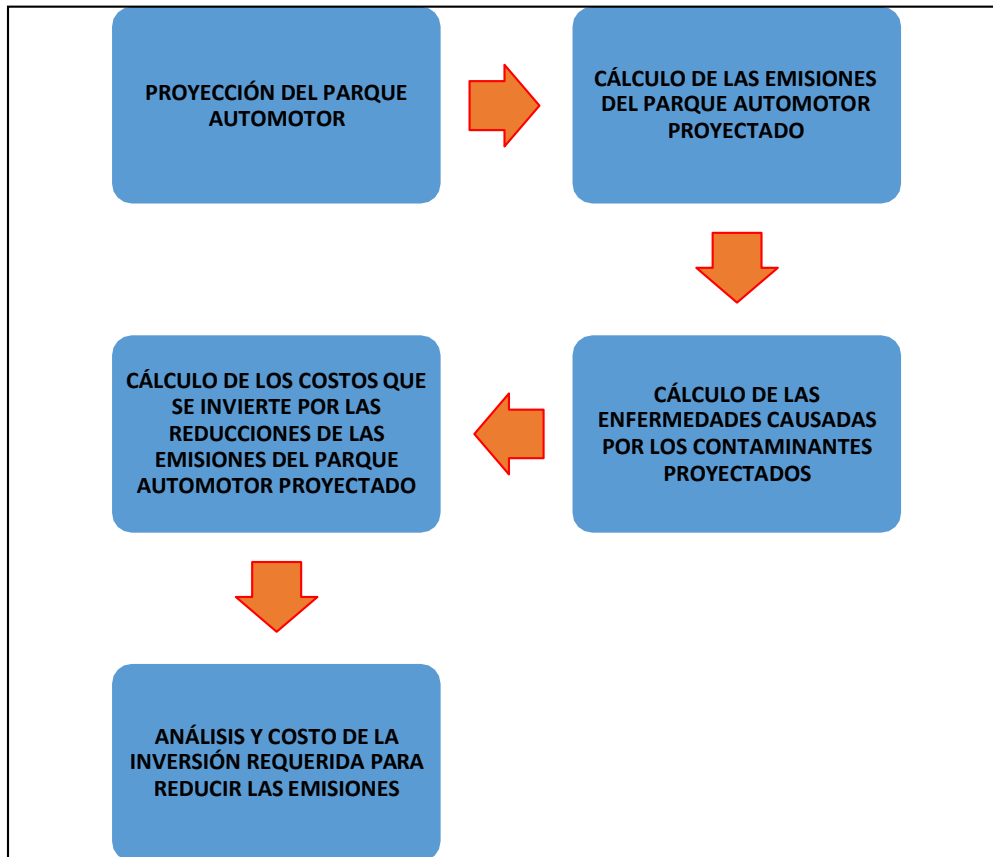


Ilustración 3: Etapas del estudio desarrollado.

Elaboración Propia.

3.9. Plan de tabulación y análisis de datos

Se analizará el comportamiento actual de cómo está constituido el parque automotor y agruparlo de acuerdo al tipo de combustible que usa cada auto.

Primero se clasificará de acuerdo al tipo de transporte según cada tipo de vehículo y luego una vez que se tenga agrupado se agrupará según al tipo de combustible que usa cada vehículo del parque automotor.

Segundo, se realizará un análisis actual de las emisiones que se generan en el medio ambiente producto de las emisiones generadas por el parque automotor por el uso de los combustibles (gasolina, diésel y gas natural vehicular).

Tercero, se realizará un análisis actual de la cantidad de personas enfermas por afecciones respiratorias producidas por las emisiones del parque automotor por el uso de los combustibles (gasolina, diésel y

gas natural vehicular).

Finalmente, se evaluará el costo originado por las afecciones respiratorias en lo que respecta costo por salud y el costo por inasistencia.

- **ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PARQUE AUTOMOTOR**

En los últimos años el parque automotor de las principales ciudades del país se ha ido incrementando significativamente, principalmente en Huánuco; ya que, tiene la alta concentración de vehículos en circulación⁵, siendo para el 2013 una concentración total de 1450804 vehículos. Otras de las razones, por la cual aumentó la flota vehicular es por el incremento poblacional que se experimenta año tras año y, las mayores necesidades y facilidades para adquirir vehículos como por ejemplo la facilidad a tener un mayor acceso al crédito y los menores precios⁶. Por ello, es necesario saber cuál es la cantidad de vehículos existentes hasta el presente año; ya que, con esos datos se podrá proyectar el tamaño de la flota vehicular para años futuros⁷ el cual se presentará en la tabla 3 la cual representará la data histórica de los valores reales con lo que se realizará el análisis.

Tabla 3: Cantidad de Vehículos en Huánuco (en unidades)

| AÑO | VEHÍCULOS |
|------------|------------------|
| 2001 | 802,748 |
| 2002 | 829,214 |
| 2003 | 851,360 |
| 2004 | 866,881 |
| 2005 | 885,636 |
| 2006 | 912,763 |
| 2007 | 957,368 |
| 2008 | 1,036,850 |
| 2009 | 1,106,444 |
| 2010 | 1,195,353 |

| | |
|------|-----------|
| 2011 | 1,287,454 |
| 2012 | 1,395,576 |
| 2013 | 1450804 |

Fuente: Perú en Cifras 2014

Luego, debemos determinar las razones por las cuales los vehículos se convierten en principales agentes de la contaminación del aire siendo las principales causas el uso intensivo de los vehículos en la cual la demanda está en función del crecimiento poblacional y la tabla 3 que está en aumento la cantidad de vehículos en Huánuco. Otro de los factores, por la cual se convierte en agente de contaminación es por la antigüedad de gran parte de la flota vehicular ya que no deben superar los 15 años de antigüedad según el Sistema Nacional de Información del Ambiente.

Tabla 4: Límite de antigüedad del transporte público

| ANO | LÍMITE DE ANTIGÜEDAD DEL TRANSPORTE PÚBLICO |
|------|---|
| 2008 | 35 años |
| 2009 | 26 años |
| 2010 | 24 años |
| 2011 | 22 años |
| 2012 | 15 años |

Fuente: Sistema Nacional de Información del Ambiente

Según la tabla 5, solo el 15% del parque automotor está dentro del rango y el 85% supera esta cantidad de años generando mayor proporción de contaminación por emisión de gases.

Tabla 5: Antigüedad de unidades autorizadas de transporte público por modalidad de servicio – al 28/05/2009

| ANTIGÜEDAD | ÓMNIBUS | MICROBÚS | CAMIONETA | TOTAL | % |
|-----------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| De 0 a 15 años | 521 | 1864 | 1315 | 3700 | 15% |
| De 16 a 20 años | 1038 | 3227 | 5008 | 9273 | 37% |
| De 21 a 34 años | 2049 | 5733 | 4001 | 11783 | 48% |
| TOTAL | 3608 | 10824 | 10324 | 24756 | 100% |

Fuente: Pérez Patricia -2010 – Elaboración Propia

Es necesario, tener en cuenta que el mayor usuario de la vialidad en la ciudad la tiene el taxi, estimada en 51%, frente al 12% del que hace el ómnibus y camioneta rural de forma conjunta. Desde los años 90 se ha visto un incremento masivo en el transporte individual como el taxi, el auto colectivo, la moto, taxis y el uso del auto privado.

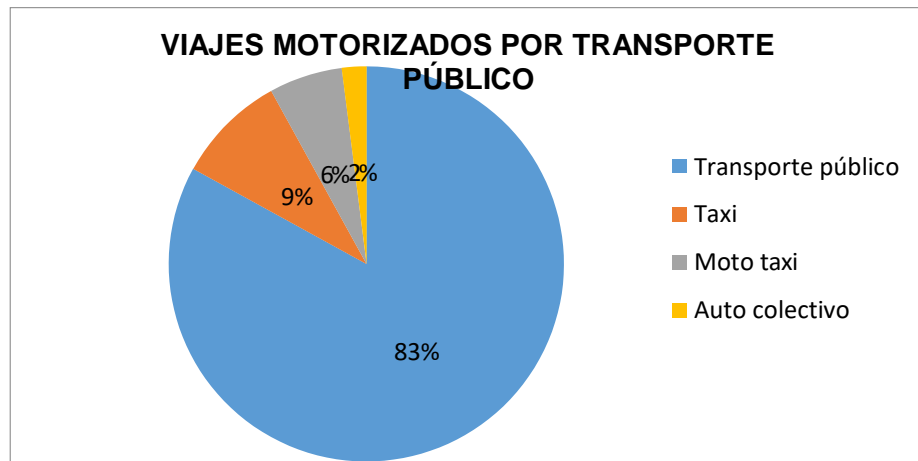


Gráfico 1: Viajes Motorizados Fuente: CIDATT-Elaboración Propia

Para poder determinar la cantidad de vehículos según el tipo de transporte se cuantificará el parque automotor según el tipo de vehículo (ver tabla 7) de la cantidad de vehículos (ver tabla 6).

- Parque automotor desde los años 2001-2013.

Tabla 6: Cantidad de Vehículos (en unidades)

| AÑO | VEHÍCULOS |
|------|-----------|
| 2001 | 802,748 |
| 2002 | 829,214 |

| | |
|------|-----------|
| 2003 | 851,360 |
| 2004 | 866,881 |
| 2005 | 885,636 |
| 2006 | 912,763 |
| 2007 | 957,368 |
| 2008 | 1,036,850 |
| 2009 | 1,106,444 |
| 2010 | 1,195,353 |
| 2011 | 1,287,454 |
| 2012 | 1,395,576 |
| 2013 | 1,450,804 |

Fuente: Perú en Números 2014

- **CLASIFICACIÓN DEL PARQUE AUTOMOTOR
POR TIPO DE TRANSPORTE:**

El parque automotor está conformado por los siguientes tipos de transporte:

Transporte Privado: conformado por automóviles y station wagon.

Transporte Público: conformado por vehículos de transporte público como el ómnibus y la camioneta rural.

Transporte de Carga: conformado por transporte pesado y/o carga y transporte en vehículos menores como lo son la camioneta panel, camioneta pick up, camión, remolcador, remolque y semi remolque.

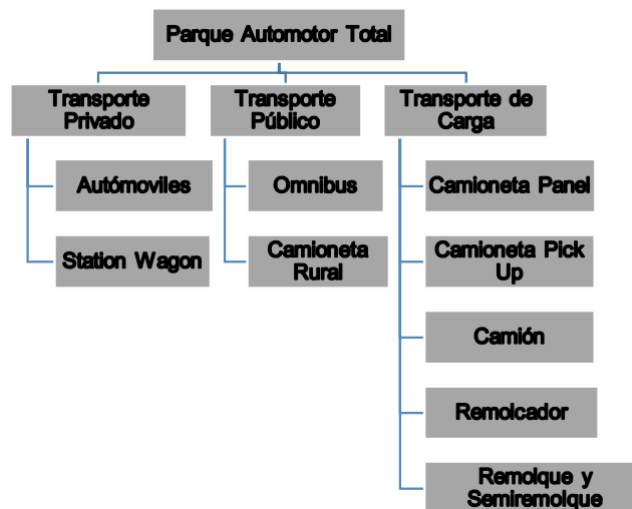


Gráfico 2: Clasificación del Parque Automotor por Tipo de Transporte

Fuente: Pérez Patricia -2010

Entonces, para poder determinar la cantidad de flota vehicular por tipo de transporte debemos saber la cantidad de cada tipo de vehículo que conforma cada clasificación y ello se puede observar en la tabla 7.

Tabla 7: Clasificación del Parque Automotor por Tipo de Vehículo (unidades)

| AÑO | Automóvil | Station Wagon | Ómnibus | Camioneta Rural | Camioneta Panel | Camioneta Pick Up | Camión | Remolcador | Remolque y Semiremolque |
|------|-----------|---------------|---------|-----------------|-----------------|-------------------|--------|------------|-------------------------|
| 2006 | 476,800 | 154,000 | 29,100 | 83,500 | 17,600 | 85,000 | 45,700 | 9,100 | 11,900 |
| 2007 | 490,800 | 164,000 | 29,700 | 91,700 | 18,500 | 90,700 | 47,900 | 10,600 | 13,400 |
| 2008 | 523,800 | 173,400 | 31,000 | 107,300 | 20,500 | 99,700 | 52,400 | 12,900 | 16,000 |
| 2009 | 551,300 | 184,200 | 32,500 | 121,800 | 21,700 | 106,900 | 56,600 | 13,900 | 17,600 |
| 2010 | 589,600 | 195,000 | 34,800 | 138,200 | 22,900 | 119,300 | 61,000 | 15,100 | 19,500 |
| 2011 | 629,200 | 198,800 | 36,700 | 163,300 | 24,300 | 129,400 | 67,500 | 16,700 | 21,600 |
| 2012 | 681,100 | 202,600 | 38,600 | 191,100 | 25,400 | 141,100 | 73,200 | 18,400 | 23,900 |
| 2013 | 708,300 | 200,500 | 39,300 | 208,400 | 25,900 | 148,100 | 75,800 | 19,200 | 25,300 |

Fuente: Perú en Cifras 2014.

Finalmente, la cantidad de parque automotor por tipo de transporte queda conformada de la siguiente manera tal como se muestra en la tabla 8. Se considerará que el tipo de transporte privado está conformado por dos tipos de vehículos tal como muestra en la ecuación 1; transporte público por dos tipos de vehículos tal como se muestra en la ecuación; y, finalmente, el transporte privado por cinco tipos de vehículos tal como se muestra en la ecuación tres.

$$\text{transporte privado} = \text{automóvil} + \text{station wagon} \quad (1)$$

$$\text{transporte público} = \text{omnibus} + \text{camioneta rural} \quad (2)$$

$$\text{transporte privado} = \text{camioneta panel} + \text{camioneta pick up} + \text{camión} + \text{remolcador} + \text{remolque y semiremolque} \quad (3)$$

Tabla 8: Parque Vehicular por Tipo de Transporte (unidades)

| Año | Transporte privado | Transporte público | Transporte de carga |
|------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 2005 | 615,200 | 107,000 | 163,300 |
| 2006 | 630,800 | 112,600 | 169,300 |
| 2007 | 654,800 | 121,400 | 181,100 |
| 2008 | 697,200 | 138,300 | 201,500 |
| 2009 | 735,500 | 154,300 | 216,700 |
| 2010 | 784,600 | 173,000 | 237,800 |
| 2011 | 828,000 | 200,000 | 259,500 |
| 2012 | 883,700 | 229,700 | 282,000 |
| 2013 | 908,800 | 247,700 | 294,300 |

Elaboración Propia

- **ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PARQUE AUTOMOTOR SEGÚN TIPO DE COMBUSTIBLE**

También, el parque automotor puede segmentarse según el uso de combustible que usan los cuales se agrupan en dos grupos la gasolina y el diésel.

Según, la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas en su informe de “Elaboración de Proyectos de Guías de Orientación Del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético Transporte”, para cada grupo pertenecen los siguientes tipos de vehículos:

gasolina = automóvil + station wagon (4)

diésel = omnibus + camioneta ruralcamioneta panel + camioneta pick up

+ camión + remolcador + remolque y semiremolque (5)

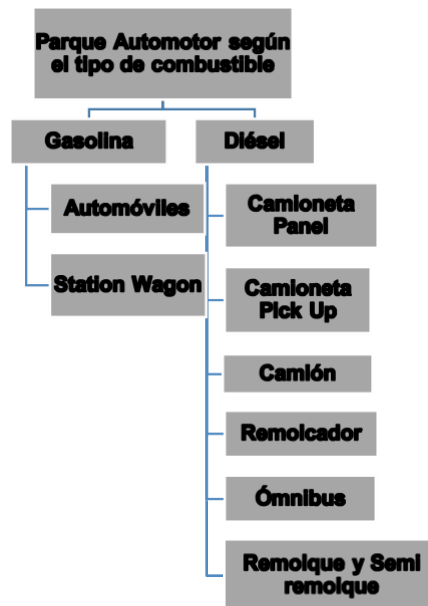


Gráfico 3: Clasificación del Parque Vehicular por el Uso de Combustible Fuente: Dirección General de Electricidad, Ministerio de Energía y Minas (Mayo, 2008)

Desde el año 2006, los automóviles se han convertido haciendo uso de otros tipos de combustible; según, la Cámara de Gas Natural, los vehículos que usan combustible de Gasolina al combustible de Gas Natural Vehicular y Gas Licuado de Petróleo. Entonces, la cantidad del parque vehicular, a partir del año 2006, por el tipo de combustible que usan es como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9: Parque Vehicular por el tipo de Combustible (en unidades)

| | GASOLINA(*) | DIESEL(*) | GLP (**) | GNV(**) |
|-------------|--------------------|------------------|-----------------|----------------|
| 2006 | 630,800 | 281,900 | 65,305 | 5,489 |
| 2007 | 654,800 | 302,500 | 99,139 | 23,958 |
| 2008 | 697,200 | 339,800 | 129,232 | 57,419 |
| 2009 | 735,500 | 371,000 | 126,332 | 81,029 |
| 2010 | 784,600 | 410,800 | 145,547 | 103,712 |
| 2011 | 828,000 | 459,500 | 166,279 | 125,519 |

Fuente: (*): Elaboración Propia

(**): Cámara Peruana de Gas Natural Vehicular

Por lo tanto, el comportamiento del parque vehicular, según el tipo de combustible que usan desde el año 2006 – 2011 cada vehículo muestra una tendencia de crecimiento a excepción del tipo de gasolina ya que desde el año 2006 empezaron a convertirse en Gas Natural Vehicular en mayor proporción como se puede visualizar en el gráfico 4.

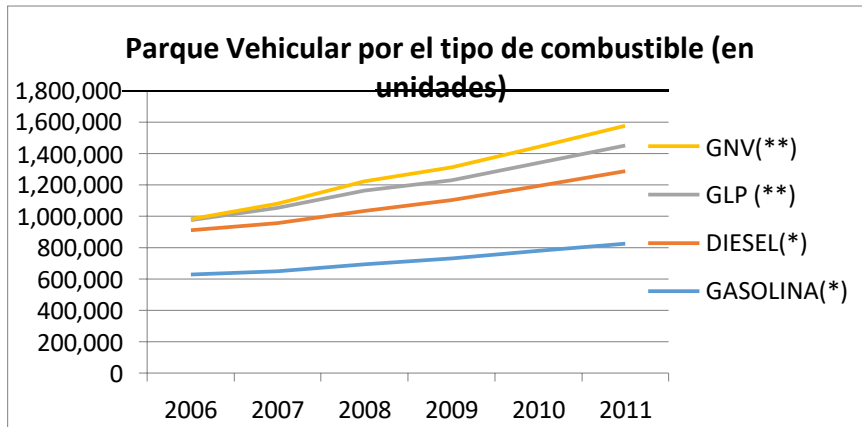


Gráfico 4: Parque Vehicular según tipo de combustible.

Elaboración Propia

- **ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS EMISIONES**

Según, el reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del aire (Decreto Supremo N° 074-2001-PCM) establece los estándares de concentración permitidos en el medio ambiente siendo el “Estándar de Calidad Ambiental (ECA)”, la que se encarga de establecer los niveles de concentración de los elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el aire y que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. De acuerdo, a los parámetros en particular a que se refiere, la concentración o grado por ser expresada en máximos, mínimos o rangos los que según el artículo 31° numeral 1° de la Ley General del Ambiente No. 28611, el principal contaminante del aire según los Estándares de Calidad Ambiental se muestra en la siguiente tabla 10:

Tabla 10: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire (ug/m3)

| CONTAMINANTE | PERIODO | FORMA DEL ESTÁNDAR VALOR (ug/m ³) |
|----------------------|----------|---|
| Dióxido de Azufre | Anual | 80 |
| | 24 horas | 365 |
| PM ₁₀ | Anual | 50 |
| | 24 horas | 150 |
| PM _{2.5} | Anual | 15 |
| | 24 horas | 65 |
| Monóxido de Carbono | 8 horas | 10000 |
| | 1 hora | 30000 |
| Dióxido de Nitrógeno | Anual | 100 |
| | 1 hora | 200 |

Fuente: D.S. 074-2001- PCM “Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad del Aire”

Es importante mencionar que en el año 2008 se modificó los estándares nacionales de calidad ambiental del aire, según lo señala el DS 003-2008-MINAM⁸ en la cuales los niveles estándares cambian en dos contaminantes los cuales son los que se muestran en la tabla 11.

Tabla 11: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire: D.S. 003-2008-MINAM

| Parámetro | Período | Valor ug/m ³ | Vigencia |
|---|----------|-------------------------|--------------------|
| Dióxido de azufre (SO ₂) | 24 horas | 80 | 1 de Enero de 2009 |
| | 24 horas | 20 | 1 de Enero de 2014 |
| Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM _{2.5}) | 24 horas | 50 | 1 de Enero de 2009 |
| | 24 horas | 25 | 1 de Enero de 2014 |

Fuente:

http://www.minam.gob.pe/dmdocuments/d.s_074-2001-pcm_eca_para_aire.pdf

Para estos tipos de contaminantes se deben evaluar la cantidad de emisión que se produce, verificar si se pasarán con los rangos y analizar de acuerdo a esa diferencia la dificultad del problema

determinando el rango de estado de alerta.

Esta comparación se debe realizar en base a la cantidad total resultante y compararlo con los límites establecidos según como se muestra en la tabla 12.

Tabla 12: Estados de Alerta

| TIPOS DE ALERTA | MATERIAL PARTICULADO(PM ₁₀) | DÍOXIDO DE AZUFRE (SO ₂) | MONÓXIDO DE CARBONO (CO) |
|-----------------|---|---|--|
| Cuidado | >250 ug/m ³ prom. aritmético 24 horas | >500 ug/m ³ prom. móvil 3 horas | >15 000 ug/m ³ prom. móvil 8 horas |
| Peligro | >350 ug/m ³ prom. aritmético 24 horas | >1 500 ug/m ³ prom. móvil 3 horas | >20 000 ug/m ³ prom. móvil 8 horas |
| Emergencia | >420 ug/m ³ prom. aritmético 24 horas | >2 500 ug/m ³ prom. móvil 3 horas | >35 000 ug/m ³ prom. móvil 8 horas |

Fuente: DS 012-2005-SA (DS 009-2003-SA)

Por otro lado, se debe señalar los Valores de Tránsito permitidos los cuales son los 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 de la calidad del aire según lo señalado en el artículo 12 del reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire según el DECRETO SUPREMO N° 074-2001-PCM presenten valores mayores a los contenidos en la tabla 13:

Tabla 13: Valores de Tránsito Permitido

| CONTAMINANTE | PERÍODO | PERÚ-ECA (mg/m ³) |
|-------------------|----------|-------------------------------|
| SO ₂ | Anual | 100 |
| PM ₁₀ | Anual | 80 |
| | 24 horas | 200 |
| PM _{2.5} | Anual | 15 |
| | 24 h | 65 |
| CO | 8 horas | 10000 |
| | 1 hora | 30000 |
| NO ₂ | 1h | 250 |

Fuente: Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire- DECRETO SUPREMO N° 074-2001-PCM

Por lo tanto, debemos analizar a estos cinco contaminantes que son los causantes principales de la contaminación del aire generada por la emisión de los gases del parque automotor los cuales podrían dañar a la salud humana.

Para el análisis de inventario de emisiones del parque automotor, se utilizará el método de la **evaluación rápida**⁹; para ello, se necesitará los datos del parque automotor según el tipo de combustible, los valores de los factores de emisión de los cinco contaminantes en estudio y la distancia promedio de recorrido.

- **ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS ENFERMEDADES CAUSADAS POR LOS CONTAMINANTES**

Para estimar el riesgo que un agente o sustancia puede representar para la salud, es preciso conocer el grado de exposición y las relaciones contaminantes/enfermos a ese mismo agente o sustancia. Como los niños tienen más años de vida futura, también tienen más tiempo para desarrollar aquellas enfermedades crónicas producto de la exposición a contaminantes ambientales¹⁰. La salud de los seres humanos depende de la capacidad de desarrollar una relación armoniosa con el medio ambiente. Por ello, no solo hay que tener en cuenta el efecto de ciertos agentes ambientales sobre la salud sino también las acciones necesarias para mantener la integridad de estos ambientes naturales. Los principales factores determinantes de la utilización contaminante del medio ambiente son tres los cuales son el crecimiento demográfico, el desarrollo económico y la concentración espacial de la población y su actividad económica. Siendo estas interdependientes no se puede afirmar que el crecimiento económico de un país siempre aumente el uso de los recursos naturales y tenga un impacto negativo sobre la calidad del medio ambiente. También, hay que señalar la relación entre las condiciones sociales, la pobreza, el desempleo y las desigualdades sociales con la salud humana.

El principal contaminante es el monóxido de carbono, cuyos índices

más altos se producen a las horas de mayor tránsito vehicular, especialmente del diésel, cuyas emisiones son más tóxicas que los del polvo natural. Otros contaminantes son los oxidantes fotoquímicos, las partículas de suspensión, el dióxido de azufre y el dióxido de nitrógeno. Entonces, la relación contaminante/enfermos la calcularemos en el capítulo 3; pero, necesitamos para su análisis la cantidad de enfermos actualmente los cuales se muestran en la tabla 14.

Tabla 14: Cantidad de afecciones respiratorias al año

| AÑO | AFECCIONES RESPIRATORIAS¹¹ |
|------------|--|
| 2006 | 3,330,185 |
| 2007 | 3,876,350 |
| 2008 | 3,902,028 |
| 2009 | 3,927,705 |
| 2010 | 4,176,790 |
| 2011 | 4,208,090 |

Fuente: INEI 2013

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis Descriptivo

Para poder determinar el impacto económico que se genera por el cambio de combustible en el parque automotor de Huánuco se seguirán seis etapas (mostradas en la sección de procedimientos) que permitirán encontrar la reducción de enfermedades respiratorias por la reducción de emisiones gaseosas y material particulado por el uso del gas natural vehicular en el parque automotor. Estas etapas son las siguientes:

Se realizará una proyección del parque automotor para poder saber la cantidad de vehículos que se tendrá hasta el año proyectado y luego se agrupará según el tipo de combustible (gasolina, diésel y gas natural vehicular). Con ello, se quiere lograr cuantificar el parque automotor en la ciudad de Huánuco. Para lograr ello, se revisará información estadística de los diferentes Ministerios e instituciones relacionadas a salud, transporte, contaminación y número de habitantes. El cálculo de las emisiones del parque automotor de la ciudad de Huánuco según el tipo de combustibles agrupados. Estas emisiones se obtendrán según la evaluación rápida (Estimación de emisiones del parque automotor de Santiago de Chile) que para su análisis considera la cantidad de vehículos, los factores de emisiones de los contaminantes en el recorrido promedio anual. Con ello, se quiere lograr cuantificar las emisiones gaseosas y de material particulado en la ciudad de Huánuco. Para lograr ello, se usará los informes estadísticos de los Ministerios de Transporte y Salud como datos iniciales y, como modelo de análisis, los valores de los factores de emisión para cuantificar la contaminación atmosférica referente al estado de referencia y a lo proyectado con el uso del gas como combustible.

Al conocer que las emisiones son una consecuencia negativa al aire y estos traen como consigo enfermedades respiratorias en los seres humanos se calculará las enfermedades causadas por los contaminantes logrando cuantificar la población impactada en salud por la contaminación atmosférica. Con estas cinco etapas se podrá tener conclusiones finales las cuales serían los resultados que indiquen reducción de enfermedades respiratorias en la ciudad de Huánuco, reducción de emisiones gaseosas y de Material Particulado en la ciudad de Huánuco, por el uso del gas como combustible y finalmente resultados que indiquen reducción del costo asociado por las enfermedades respiratorias sean estos por costos de salud y costos de inasistencia.

4.2. Análisis Inferencial y contratación de hipótesis

- **PROYECCIÓN DEL PARQUE AUTOMOTOR**

Para poder estimar la flota vehicular en el presente año se proyectará mediante un análisis de regresión a la cantidad de vehículos registrados desde el año 2001 hasta el año 2011 tal como se muestra en la tabla 6.

Para ello, se utilizará modelos de ecuaciones y se elegirá la mejor opción mediante el coeficiente de determinación para poder determinar la proyección futura del parque vehicular. La elección dependerá del coeficiente de determinación, denominado R^2 , que por definición es la medida de la proximidad del ajuste de la recta de regresión. Cuanto mayor sea el valor de R^2 , mejor será el ajuste y más útil la recta de regresión como instrumento de predicción¹².

Ecuación 1:

$$y = B_0 + B_1X$$

Ecuación 2:

$$y = B_0X^{B_1}$$

Ecuación 3:

$$y = B_0 e^{B_1 X}$$

- Donde “y” es la variable dependiente igual a la cantidad de vehículos totales
- Y la variable regresora “x”, es igual a un número natural que representa el año de observación.

El análisis no considera factores externos que podrían distorsionar la estimación, tales como el incremento del PBI, posible reducción o incremento significativo del precio del petróleo o una nueva crisis económica.

Para poder determinar la cantidad de vehículos hasta el año 2040 se requiere la data histórica del parque automotor el cual puede visualizarse en la tabla 6. Luego, evaluar según el análisis de la regresión, seleccionando el mejor coeficiente de determinación el cual es la regresión exponencial ($R^2=0.9517$).

Por lo tanto, la recta más útil para proyectar a la cantidad de automóviles será utilizando la línea de tendencia exponencial cuya ecuación es $y = 714755 \times e^{0.0513 \times X}$ y serán las cantidades hasta el año 2040, según la tabla 15.

Tabla 15: Cantidad de Vehículos proyectada hasta el 2040

| Año | Parque Automotor (unidades) |
|------|-----------------------------|
| 2014 | 1,465,776 |
| 2015 | 1,542,932 |
| 2016 | 1,624,150 |
| 2017 | 1,709,643 |
| 2018 | 1,799,636 |
| 2019 | 1,894,367 |
| 2020 | 1,994,084 |
| 2021 | 2,099,049 |
| 2022 | 2,209,540 |
| 2023 | 2,325,848 |
| 2024 | 2,448,277 |
| 2025 | 2,577,151 |
| 2026 | 2,712,809 |
| 2027 | 2,855,607 |

| | |
|------|-----------|
| 2028 | 3,005,923 |
| 2029 | 3,164,150 |
| 2030 | 3,330,707 |
| 2031 | 3,506,031 |
| 2032 | 3,690,583 |
| 2033 | 3,884,851 |
| 2034 | 4,089,344 |
| 2035 | 4,304,601 |
| 2036 | 4,531,190 |
| 2037 | 4,769,705 |
| 2038 | 5,020,776 |
| 2039 | 5,285,063 |
| 2040 | 5,563,262 |

Elaboración Propia.

- **PROYECCIÓN DEL PARQUE AUTOMOTOR SEGÚN TIPO DE COMBUSTIBLE.**

Para realizar la proyección de los vehículos según tipo de combustible se realizará un análisis de regresión a la cantidad de vehículos, según tipo de combustible, registrados desde el 2006 al 2011. Para ello, se analizará por separado cada proyección.

- **Gasolina**

Se analizará el flujo vehicular que usa el combustible de Gasolina siguiendo el mismo procedimiento como el que se utilizó para poder determinar el flujo vehicular, con los modelos de ecuaciones empleados anteriormente, los cuales son las ecuaciones lineales, exponenciales y potencial.

La tabla 16, se muestra la data histórica de los valores reales con los que se realizara el análisis.

TABLA 16: Cantidad de vehículos -Gasolina

| Año | Cantidad de Vehículos que usan Gasolina |
|------|---|
| 2006 | 630,800 |
| 2007 | 654,800 |
| 2008 | 697,200 |
| 2009 | 735,500 |
| 2010 | 784,600 |
| 2011 | 828,000 |

Elaboración Propia

Por lo tanto, según el coeficiente de determinación ($R^2 = 0.9919$), la ecuación

más útil para proyectar a la cantidad de automóviles será la de regresión lineal cuya ecuación es $y = 590858 \times e^{0.0559x}$ y será la proyección del año 2012 hasta el año 2040 tal como se muestra en la tabla 17.

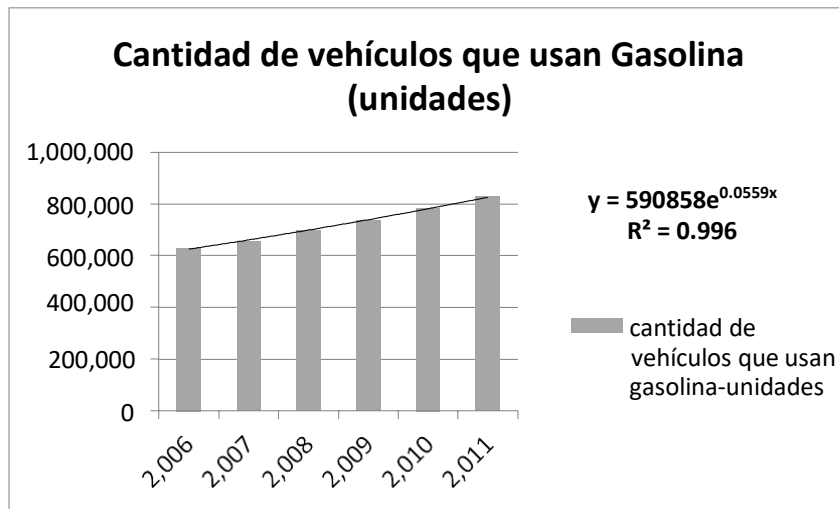


Gráfico 5: Parque Automotor – Gasolina
Fuente: Perú en Cifras 2012

Tabla 17: Cantidad de Vehículos que usan Gasolina en unidades (2012-2040)

| Año | Cantidad de Vehículos que usan Gasolina |
|------|---|
| 2012 | 1,155,601 |
| 2013 | 1,222,039 |
| 2014 | 1,292,296 |
| 2015 | 1,366,593 |
| 2016 | 1,445,161 |
| 2017 | 1,528,246 |
| 2018 | 1,616,107 |
| 2019 | 1,709,021 |
| 2020 | 1,807,275 |
| ... | ... |
| 2035 | 4,180,038 |
| 2036 | 4,420,357 |
| 2037 | 4,674,492 |
| 2038 | 4,943,237 |
| 2039 | 5,227,434 |
| 2040 | 5,527,969 |

Elaboración Propia

- **Diésel**

Se analizará el flujo vehicular que usa el combustible de Diésel, siguiendo el mismo procedimiento como el que se utilizó para poder

determinar el flujo vehicular, con los modelos de ecuaciones empleados anteriormente, los cuales son las ecuaciones lineales, exponenciales y potencial.

La tabla 18, muestra la data histórica de los valores reales con los que se realizará el análisis.

Tabla 18: Cantidad de Vehículos -Diésel (unidades)

| AÑO | DIÉSEL |
|------|---------|
| 2006 | 281,900 |
| 2007 | 302,500 |
| 2008 | 339,800 |
| 2009 | 371,000 |
| 2010 | 410,800 |
| 2011 | 459,500 |

Elaboración propia

Por lo tanto, según el coeficiente de determinación ($R^2 = 0.9967$), la ecuación más útil para proyectar a la cantidad de automóviles será la del tipo de regresión exponencial cuya ecuación es $y = 252023e^{0.09(X)}$ y será la proyección del año 2012 hasta el año 2040 tal como se muestra en la tabla 19.

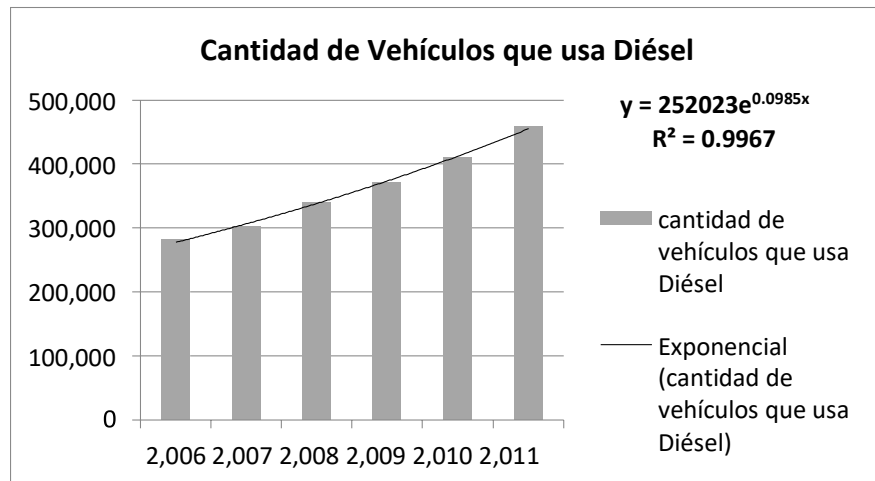


Gráfico 6: Parque Automotor – Diésel
Fuente: Perú en Cifras 2012

Tabla 19: Cantidad de Vehículos que usan Diésel en unidades (2012-2040)

| Año | Cantidad de Vehículos que usan Diésel |
|------|---------------------------------------|
| 2012 | 821,852 |
| 2013 | 906,925 |
| 2014 | 1,000,805 |
| 2015 | 1,104,403 |
| 2016 | 1,218,724 |
| 2017 | 1,344,880 |
| 2018 | 1,484,094 |
| 2019 | 1,637,720 |
| 2020 | 1,807,247 |
| ... | ... |
| 2035 | 7,919,315 |
| 2036 | 8,739,079 |
| 2037 | 9,643,699 |
| 2038 | 10,641,961 |
| 2039 | 11,743,557 |
| 2040 | 12,959,184 |

Elaboración propia

- **Gas Licuado de Petróleo**

Se analizará el flujo vehicular que usa el combustible de Gas Licuado de Petróleo, siguiendo el mismo procedimiento como el que se utilizó para poder determinar el flujo vehicular, con los modelos de ecuaciones empleados anteriormente, los cuales son las ecuaciones lineales, exponenciales y potencial.

La tabla 20, se muestra la data histórica de los valores reales con los que se realizara el análisis.

Tabla 20: Cantidad de Vehículos -GLP

| AÑO | GLP |
|------|---------|
| 2006 | 65,305 |
| 2007 | 99,139 |
| 2008 | 129,232 |
| 2009 | 126,332 |
| 2010 | 145,547 |
| 2011 | 166,279 |

Fuente: CPGNV

Por lo tanto, según el coeficiente de determinación ($R^2 = 0.9671$), la ecuación más útil para proyectar a la cantidad de automóviles será la del tipo de regresión potencial cuya ecuación es $y = 68020 \times X^{0.4942}$ y será la proyección del año 2012 hasta el año 2040, según la tabla 21.

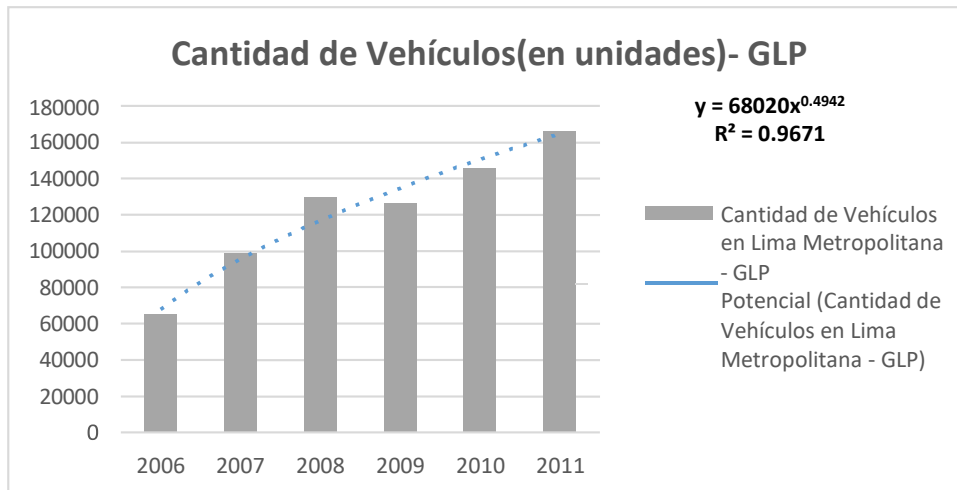


Gráfico 7 : Parque Automotor – Gas Licuado de Petróleo Fuente: Cámara Peruana de Gas Vehicular

Tabla 21: Cantidad de Vehículos que usan GLP en unidades (2012-2040)

| Año | Cantidad de Vehículos que usan GLP |
|------|------------------------------------|
| 2012 | 177,944 |
| 2013 | 190,083 |
| 2014 | 201,476 |
| 2015 | 212,245 |
| 2016 | 222,481 |
| 2017 | 232,257 |
| 2018 | 241,628 |
| 2019 | 250,642 |
| 2020 | 259,335 |
| ... | ... |
| 2035 | 365,283 |
| 2036 | 371,251 |
| 2037 | 377,122 |
| 2038 | 382,901 |
| 2039 | 388,592 |
| 2040 | 394,199 |

Elaboración Propia

- **Gas Natural Vehicular**

Se analizará el flujo vehicular que usa el combustible de Gas Natural

Vehicular, siguiendo el mismo procedimiento como el que se utilizó para poder determinar el flujo vehicular, con los modelos de ecuaciones empleados anteriormente, los cuales son las ecuaciones lineales, exponenciales y potencial.

La tabla 22, se muestra la data histórica de los valores reales con los que se realizara el análisis.

Tabla 22: Cantidad de Vehículos -GNV

| AÑO | GNV |
|------|---------|
| 2006 | 5,489 |
| 2007 | 23,958 |
| 2008 | 54,829 |
| 2009 | 81,029 |
| 2010 | 103,712 |
| 2011 | 126,519 |

Fuente: CPGNV

Por lo tanto, según el coeficiente de determinación ($R^2 = 0.995$), la recta más útil para proyectar a la cantidad de automóviles será utilizando la línea de regresión lineal cuya ecuación es $y = 24658X - 20115$ y será la proyección del año 2012 hasta el año 2040 tal como se muestra en la tabla 23.

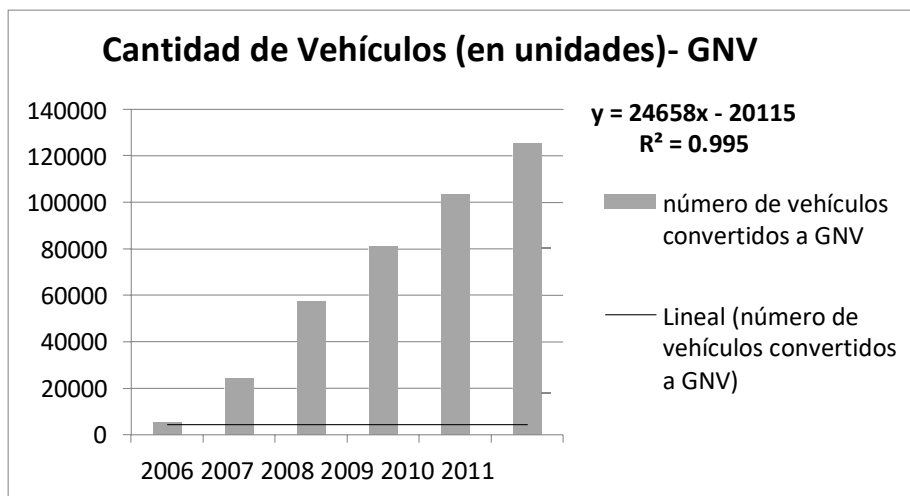


Gráfico 8: Parque Automotor – GNV Fuente: CPGNV – Elaboración propia

Tabla 23: Cantidad de Vehículos que usan GNV en unidades (2012-2040)

| Año | Cantidad de Vehículos que usan GNV |
|------|------------------------------------|
| 2012 | 152,491 |
| 2013 | 177,149 |
| 2014 | 201,807 |
| 2015 | 226,465 |
| 2016 | 251,123 |
| 2017 | 275,781 |
| 2018 | 300,439 |
| 2019 | 325,097 |
| 2020 | 349,755 |
| ... | ... |
| 2035 | 719,625 |
| 2036 | 744,283 |
| 2037 | 768,941 |
| 2038 | 793,599 |
| 2039 | 818,257 |
| 2040 | 842,915 |

Elaboración Propia

Finalmente, después de haber sacado todas las ecuaciones de proyección para los tipos de combustibles del parque automotor se podrá consolidar en una sola tabla el parque automotor según tipo de combustible, desde los años 2012 hasta el año 2040.

Tabla 24: Parque Automotor Proyectado en unidades (2012-2040)¹³

| Año | Gasolina | Diésel | GLP | GNV |
|------|-----------|------------|---------|---------|
| 2012 | 1,155,601 | 821,852 | 177,944 | 152,491 |
| 2013 | 1,222,039 | 906,925 | 190,083 | 177,149 |
| 2014 | 1,292,296 | 1,000,805 | 201,476 | 201,807 |
| 2015 | 1,366,593 | 1,104,403 | 212,245 | 226,465 |
| 2016 | 1,445,161 | 1,218,724 | 222,481 | 251,123 |
| 2017 | 1,528,246 | 1,344,880 | 232,257 | 275,781 |
| 2018 | 1,616,107 | 1,484,094 | 241,628 | 300,439 |
| 2019 | 1,709,021 | 1,637,720 | 250,642 | 325,097 |
| 2020 | 1,807,275 | 1,807,247 | 259,335 | 349,755 |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| 2035 | 4,180,038 | 7,919,315 | 365,283 | 719,625 |
| 2036 | 4,420,357 | 8,739,079 | 371,251 | 744,283 |
| 2037 | 4,674,492 | 9,643,699 | 377,122 | 768,941 |
| 2038 | 4,943,237 | 10,641,961 | 382,901 | 793,599 |
| 2039 | 5,227,434 | 11,743,557 | 388,592 | 818,257 |

| | | | | |
|------|-----------|------------|---------|---------|
| 2040 | 5,527,969 | 12,959,184 | 394,199 | 842,915 |
|------|-----------|------------|---------|---------|

Elaboración Propia

Luego, se puede analizar la tendencia del parque automotor según el tipo de combustible proyectado hasta el año 2040 tal como se muestra en el gráfico 9.

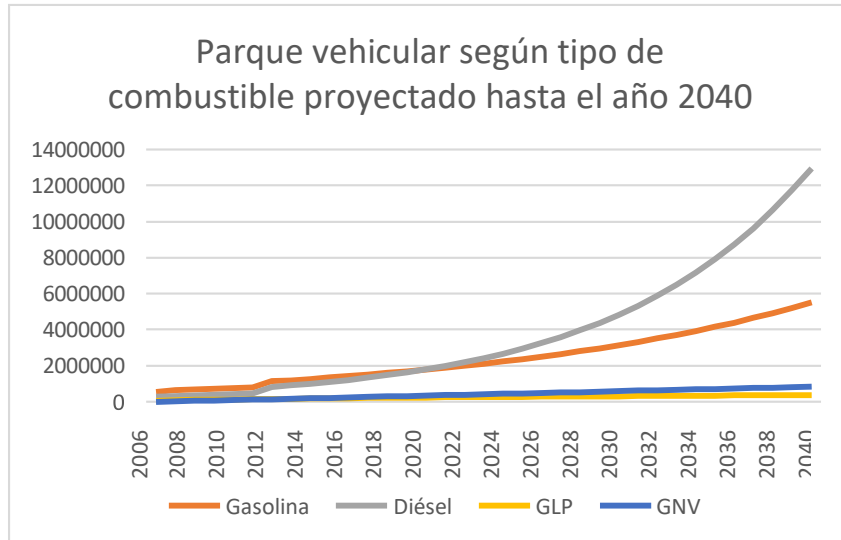


Gráfico 9: Parque Vehicular Proyectado según tipo de combustible
Elaboración propia

- **CÁLCULO DE LAS EMISIONES DEL PARQUE AUTOMOTOR.** Para el análisis de inventario de emisiones del parque automotor, se utilizará el método de la **evaluación rápida**¹⁴; para ello, se necesitará los datos del parque automotor según el tipo de combustible, los valores de los factores de emisión de los cinco contaminantes en estudio y la distancia promedio de recorrido.

- Datos del parque automotor según el tipo de combustibles. Según, el plan de referencia del uso eficiente de la energía 2009-2018, indica que el parque automotor que usan gasolina son los autos privados y los taxis. Los primeros representan el 19% de la cantidad de vehículos que usan gasolina. Por lo tanto, nuestro parque automotor queda conformado de la siguiente manera tal como se muestra en la tabla 25.

Tabla 25: Conformación del parque automotor por tipo de vehículos que usan gasolina

| AÑO | GASOLINA | | DIÉSEL | GNV |
|------|--------------|------------|------------|---------|
| | AUTO PRIVADO | TAXI NUEVO | | |
| 2012 | 156,782 | 668,384 | 821,852 | 152,491 |
| 2013 | 162,413 | 692,394 | 906,925 | 177,149 |
| 2014 | 168,912 | 720,101 | 1,000,805 | 201,807 |
| 2015 | 176,298 | 751,585 | 1,104,403 | 226,465 |
| 2016 | 184,596 | 786,961 | 1,218,724 | 251,123 |
| 2017 | 193,840 | 826,368 | 1,344,880 | 275,781 |
| 2018 | 204,068 | 869,972 | 1,484,094 | 300,439 |
| 2019 | 215,324 | 917,958 | 1,637,720 | 325,097 |
| 2020 | 227,655 | 970,530 | 1,807,247 | 349,755 |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| 2035 | 588,075 | 2,507,055 | 7,919,315 | 719,625 |
| 2036 | 627,916 | 2,676,907 | 8,739,079 | 744,283 |
| 2037 | 670,402 | 2,858,027 | 9,643,699 | 768,941 |
| 2038 | 715,680 | 3,051,057 | 10,641,961 | 793,599 |
| 2039 | 763,911 | 3,256,674 | 11,743,557 | 818,257 |
| 2040 | 815,262 | 3,475,593 | 12,959,184 | 842,915 |

Elaboración propia

- **Valores de los factores de emisión.**

En la tabla 26, se muestran los factores de emisión de los contaminantes en estudio los cuales son el monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, material particulado menor a 2.5 micra, material particulado mayor a 10 micra, materia particulado mayor a 2.5. y menor a 10 micras y el dióxido de azufre.

Tabla 26: Factores de Emisiones (kg/km)

| Sustancia | Gasolina | Diésel | GNV |
|-------------------------------------|------------|-----------|-------------|
| Monóxido de Carbono | 0.000984 | 0.0006104 | 0.0004465 |
| Óxidos de Nitrógeno | 0.0000513 | 0.000518 | 0.00002064 |
| Material Particulado menor a 2.5 um | 0.00000848 | 0.0000371 | 0.000007367 |
| Material Particulado mayor a 10 um | 0.000078 | 0.0000793 | 0.000078 |

| | | | |
|---|-------------|------------|-----------|
| Material Particulado mayor a 2.5 um y menor a 10 um | 0.00001355 | 0.00001594 | 0.0000134 |
| Dióxido de Azufre | 0.000006034 | 0.00000554 | 9.412E-07 |

Fuente: ECOIVENT 2008

- **Distancia promedio de recorrido.**

Para vehículos de taxi con combustible de diésel, gas licuado de petróleo y gas natral vehicular es igual a 62050 Km/año¹⁵.

Para vehículos de auto privado con combustible de gasolina es igual a 21900 Km/año¹⁶ por auto privado. Con esta información se podrá determinar la cantidad de emisiones por cada contaminante del parque automotor se calculará el total según la ecuación del factor de emisión que se muestra a continuación:

$$\text{EMISIONES} = \text{NÚMERO VEHÍCULOS SEGÚN TIPO DE COMBUSTIBLE} \\ \times \text{FACTOR DE EMISIÓN} \times \text{DISTANCIA PROMEDIO.}$$

Luego, de analizar la cantidad de contaminación generada por contaminante por los tipos de combustibles se tiene que el total de emisiones hasta el año 2040 tal como se muestra en la tabla 27.

Tabla 27: Total de Emisiones por Contaminante (Kg/año)¹⁷

| AÑO | CO | NO _x | MP < 2.5 | MP > 10 | MP > 2.5 y <10 | SO ₂ |
|------|-------------|-----------------|-----------|------------|----------------|-----------------|
| 2006 | 40,817,872 | 10,631,269 | 909,898 | 1,804,626 | 1,826,628 | 281,120 |
| 2007 | 40,594,146 | 11,238,029 | 952,701 | 1,900,475 | 1,996,509 | 279,986 |
| 2008 | 41,801,131 | 12,420,717 | 1,044,101 | 2,096,235 | 2,326,395 | 287,816 |
| 2009 | 44,578,921 | 13,502,890 | 1,134,836 | 2,282,358 | 2,607,158 | 305,696 |
| 2010 | 47,100,471 | 14,831,295 | 1,240,150 | 2,502,368 | 2,918,090 | 323,067 |
| 2011 | 49,595,277 | 16,426,938 | 1,362,626 | 2,760,766 | 3,263,900 | 341,364 |
| 2012 | 79,540,983 | 28,914,899 | 2,342,465 | 4,779,255 | 5,390,504 | 562,391 |
| 2013 | 85,033,606 | 31,763,639 | 2,563,259 | 5,240,222 | 5,950,311 | 602,809 |
| 2014 | 91,104,256 | 34,908,198 | 2,806,433 | 5,747,891 | 6,556,820 | 647,753 |
| 2015 | 97,792,740 | 38,378,132 | 3,074,131 | 6,306,817 | 7,214,586 | 697,570 |
| 2016 | 105,144,618 | 42,206,136 | 3,368,732 | 6,922,049 | 7,928,658 | 752,650 |
| 2017 | 113,211,272 | 46,428,435 | 3,391,184 | 7,578,684 | 8,585,293 | 768,626 |
| 2018 | 122,049,949 | 51,084,906 | 4,049,467 | 8,344,396 | 9,548,685 | 880,406 |
| 2019 | 131,724,195 | 56,219,711 | 4,441,734 | 9,164,511 | 10,467,640 | 954,110 |
| 2020 | 142,303,847 | 61,881,408 | 4,873,218 | 10,067,042 | 11,469,011 | 1,035,139 |
| 2021 | 153,866,157 | 68,123,742 | 5,347,842 | 9,171,520 | 11,060,303 | 1,124,151 |
| 2022 | 166,495,866 | 75,005,913 | 5,869,923 | 9,822,230 | 12,153,449 | 1,221,867 |

| | | | | | | |
|------|-------------|-------------|------------|------------|------------|-----------|
| 2023 | 180,285,995 | 82,593,257 | 6,444,224 | 10,521,903 | 13,356,582 | 1,329,081 |
| 2024 | 195,338,800 | 90,957,834 | 7,075,996 | 11,274,189 | 14,680,839 | 1,446,668 |
| 2025 | 211,766,297 | 100,179,094 | 7,771,026 | 12,083,057 | 16,138,497 | 1,575,587 |
| 2026 | 229,691,497 | 110,344,750 | 8,535,697 | 12,952,831 | 17,743,106 | 1,716,891 |
| 2027 | 249,249,351 | 121,551,494 | 9,377,045 | 13,888,225 | 19,509,597 | 1,871,740 |
| 2028 | 270,587,598 | 133,905,978 | 10,302,822 | 14,894,347 | 21,454,433 | 2,041,406 |
| 2029 | 293,868,676 | 147,525,876 | 11,321,581 | 15,976,785 | 23,595,777 | 2,227,289 |
| 2030 | 319,270,566 | 162,540,985 | 12,442,748 | 17,141,605 | 25,953,651 | 2,430,924 |
| 2031 | 346,988,405 | 179,094,425 | 13,676,711 | 18,395,402 | 28,550,132 | 2,654,001 |
| 2032 | 377,236,591 | 197,344,169 | 15,034,932 | 19,745,375 | 31,409,575 | 2,898,376 |
| 2033 | 410,250,101 | 217,464,375 | 16,530,038 | 21,199,345 | 34,558,827 | 3,166,089 |
| 2034 | 446,287,024 | 239,647,148 | 18,175,955 | 22,765,849 | 38,027,491 | 3,459,383 |
| 2035 | 485,630,586 | 264,104,518 | 19,988,040 | 24,484,235 | 41,848,235 | 3,780,724 |
| 2036 | 528,591,786 | 291,070,296 | 21,983,226 | 26,357,069 | 46,057,069 | 4,132,822 |
| 2037 | 575,511,986 | 320,802,350 | 24,180,176 | 28,469,703 | 50,693,703 | 4,518,659 |
| 2038 | 626,766,211 | 353,585,281 | 26,599,479 | 30,801,949 | 55,693,994 | 4,941,515 |
| 2039 | 682,766,422 | 389,732,948 | 29,263,835 | 33,364,117 | 61,057,453 | 5,404,994 |
| 2040 | 743,965,004 | 429,591,635 | 32,198,275 | 36,131,491 | 67,111,407 | 5,913,066 |

Entonces, el comportamiento del total de las emisiones es creciente anualmente por contaminante como se muestra en el gráfico 10.

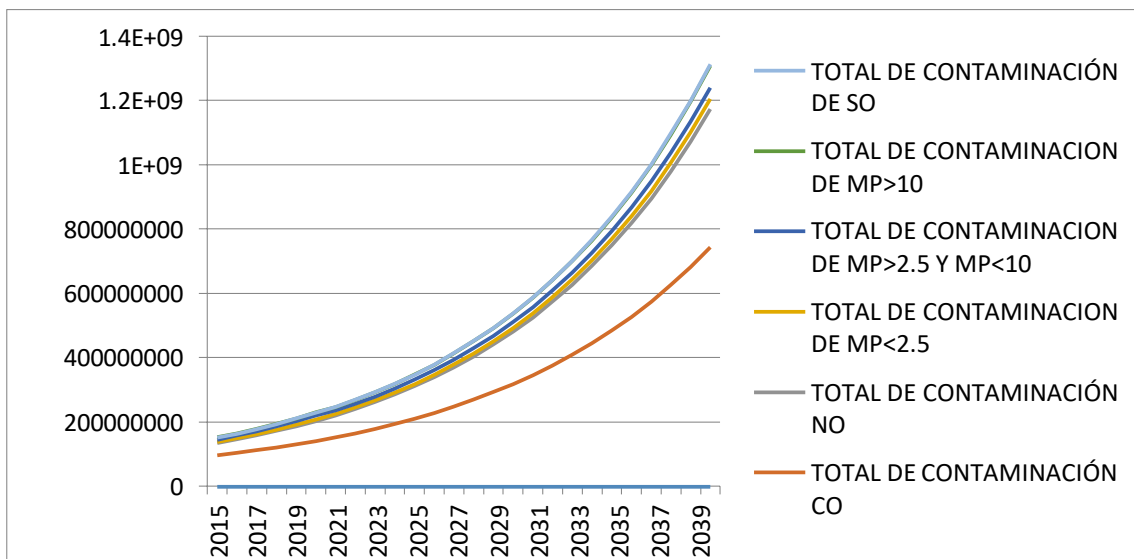


Gráfico 10: Total de Contaminación Proyectada al 2040
Elaboración Propia

- **CÁLCULO DE LAS ENFERMEDADES CAUSADAS POR LOS CONTAMINANTES PROYECTADOS**

Se analizará la proyección de la cantidad de enfermos siguiendo el mismo procedimiento de análisis de regresión realizado para los cálculos del parque automotor por tipo de combustible y de las emisiones.

La tabla 28 se muestra la data histórica de los valores reales con los que se realizará el análisis.

Tabla 28: Cantidad de Enfermo por afecciones respiratorias

| Año | Enfermos por afecciones respiratorias |
|------|---------------------------------------|
| 2006 | 3,330,185 |
| 2007 | 3,876,350 |
| 2008 | 3,902,028 |
| 2009 | 3,927,705 |
| 2010 | 4,176,790 |
| 2011 | 4,208,090 |

Fuente: INEI

Por lo tanto, según el coeficiente de determinación ($R^2= 0.9791$), la recta más útil para proyectar a la cantidad de enfermos será utilizando la línea de tendencia cuya ecuación es $y = 454821 * \ln(X) + 3000000$; siendo, para la proyección de la cantidad de enfermos por afecciones respiratorias hasta el año 2040, según la tabla 29.

Tabla 29: Cantidad de Personas con Afecciones Respiratorias¹⁸.

| AÑO | AFECCIONES RESPIRATORIAS |
|------|--------------------------|
| 2006 | 4,890,879 |
| 2007 | 5,042,779 |
| 2008 | 5,194,680 |
| 2009 | 5,346,581 |
| 2010 | 5,498,481 |
| 2011 | 5,650,382 |
| 2012 | 5,802,283 |
| 2013 | 5,954,183 |
| 2014 | 6,106,084 |
| 2015 | 6,257,984 |
| 2016 | 6,409,885 |
| 2017 | 6,561,786 |
| 2018 | 6,713,686 |
| 2019 | 6,865,587 |
| 2020 | 7,017,488 |
| 2021 | 7,169,388 |
| 2022 | 7,321,289 |
| 2023 | 7,473,189 |
| 2024 | 7,625,090 |
| 2025 | 7,776,991 |

| | |
|------|-----------|
| 2026 | 7,928,891 |
| 2027 | 8,080,792 |
| 2028 | 8,232,693 |
| 2029 | 8,384,593 |
| 2030 | 8,536,494 |
| 2031 | 8,688,394 |
| 2032 | 4,890,879 |
| 2033 | 5,042,779 |
| 2034 | 5,194,680 |
| 2035 | 5,346,581 |
| 2036 | 5,498,481 |
| 2037 | 5,650,382 |
| 2038 | 5,802,283 |
| 2039 | 5,954,183 |
| 2040 | 6,106,084 |

Elaboración Propia

Esta proyección tiene un comportamiento creciente; es decir, anualmente el número de personas con afecciones respiratorias aumenta en grandes cantidades.

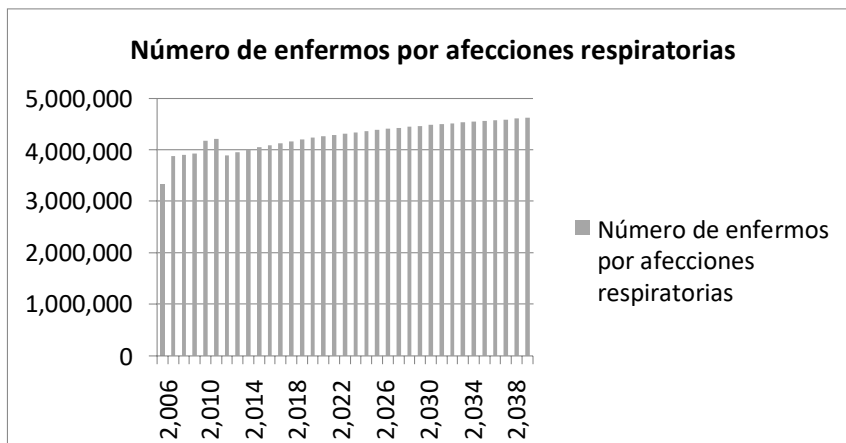


Gráfico 11: Cantidad de personas con afecciones respiratorias Elaboración Propia

4.3. Discusión de Resultados

Para lograr que la cantidad de enfermos por vías respiratorias disminuya se requiere primero reducir las emisiones y al no existir exposición de estos contaminantes se cumplirá nuestra meta. Por lo

tanto, dicha reducción de contaminación se logrará disminuyendo la cantidad de vehículos que emiten mayor cantidad de emisiones contaminantes al aire.

Uno de las maneras para poder reducir estos contaminantes es reducir el parque automotor y resultaría beneficioso para el medio ambiente y nuestra salud; sin embargo, esta reducción puede generar impactos negativos ya que disminuiría los ingresos en el sector transporte al no venderse autos ocasionando consecuencias negativas económicamente.

Se propone, entonces la conversión del parque automotor de gasolina a gas natural vehicular en una mayor tendencia a la actual; ya que, de esa forma reduciría la cantidad de emisiones por ser, actualmente, el combustible que emana mayor cantidad de contaminantes al aire y de esa forma poder lograr la reducción.

Tabla 30: Porcentaje de Conversión de Gasolina-Gas Natural Vehicular.

| Año | Porcentaje de Conversión (Gasolina-Gas Natural) |
|------------|--|
| 2006 | 0.810% |
| 2007 | 3.349% |
| 2008 | 7.525% |
| 2009 | 9.962% |
| 2010 | 12.538% |
| 2011 | 14.594% |

Fuente: Elaboración Propia

En primer lugar, podemos calcular el promedio de variación de dos años consecutivos del porcentaje de conversión de gasolina a gas natural vehicular el cual es, redondeando a un porcentaje entero, en 3%.

Entonces la propuesta es la de aumentar el volumen parque automotor convertido a gas natural en el doble con que se está incrementando actualmente; es decir, en un 3% adicional del comportamiento actual.

- **ANÁLISIS DEL PARQUE AUTOMOTOR CONVERTIDO-PROPUESTO.** Entonces, el parque automotor variaría en los automóviles que usan gasolina y los de gas natural vehicular ya que la conversión se daría del primero al segundo.

La variación de la gasolina quedaría de la siguiente manera:

autos con gasolina convertida

$$= \text{autos con gasolina actual} \times \text{porcentaje de conversión}$$

autos con combustible de gasolina total = gasolina actual – gasolina convertida

Tabla 31: Conversión del parque vehicular de gasolina – gas natural vehicular. (Unidades)¹⁹

| AÑO | AUTOS CON GASOLINA ACTUAL | AUTOS CON GASOLINA CONVERTIDA | AUTOS CON COMBUSTIBLE DE GASOLINA TOTAL |
|------|---------------------------|-------------------------------|---|
| 2006 | 560,006 | 0 | 560,006 |
| 2007 | 531,703 | 0 | 531,703 |
| 2008 | 510,549 | 0 | 510,549 |
| 2009 | 528,139 | 0 | 528,139 |
| 2010 | 535,341 | 0 | 535,341 |
| 2011 | 536,202 | 0 | 536,202 |
| 2012 | 825,166 | 0 | 825,166 |
| 2013 | 854,807 | 0 | 854,807 |
| 2014 | 889,013 | 0 | 889,013 |
| 2015 | 927,883 | 27,836 | 900,047 |
| 2016 | 971,557 | 29,147 | 942,410 |
| 2017 | 1,020,208 | 30,606 | 989,602 |
| 2018 | 1,074,040 | 32,221 | 1,041,819 |
| 2019 | 1,133,282 | 33,998 | 1,099,284 |
| 2020 | 1,198,185 | 35,946 | 1,162,239 |
| 2021 | 1,269,026 | 38,071 | 1,230,955 |
| 2022 | 1,346,103 | 40,383 | 1,305,720 |
| 2023 | 1,429,735 | 42,892 | 1,386,843 |
| 2024 | 1,520,267 | 45,608 | 1,474,659 |
| 2025 | 1,618,065 | 48,542 | 1,569,523 |
| 2026 | 1,723,520 | 51,706 | 1,671,814 |
| 2027 | 1,837,050 | 55,112 | 1,781,938 |
| 2028 | 1,959,094 | 58,773 | 1,900,321 |
| 2029 | 2,090,125 | 62,704 | 2,027,421 |
| 2030 | 2,230,641 | 66,919 | 2,163,722 |
| 2031 | 2,381,169 | 71,435 | 2,309,734 |
| 2032 | 2,542,271 | 76,268 | 2,466,003 |
| 2033 | 2,714,539 | 81,436 | 2,633,103 |

| | | | |
|------|-----------|---------|-----------|
| 2034 | 2,898,604 | 86,958 | 2,811,646 |
| 2035 | 3,095,130 | 92,854 | 3,002,276 |
| 2036 | 3,304,823 | 99,145 | 3,205,678 |
| 2037 | 3,528,429 | 105,853 | 3,422,576 |
| 2038 | 3,766,737 | 113,002 | 3,653,735 |
| 2039 | 4,020,585 | 120,618 | 3,899,967 |
| 2040 | 4,290,855 | 128,726 | 4,162,129 |

Elaboración Propia

Y la cantidad del parque vehicular convertido a gas vehicular sería el siguiente:

$$GNV \text{ convertido} = GNV \text{ actual} \times \text{porcentaje de conversión}$$

$$GNV \text{ total} = GNV \text{ actual} + \text{gasolina convertida}$$

Tabla 32: Conversión del parque automotor que se ha convertido de gasolina - gas natural vehicular²⁰.

| AÑO | GNV ACTUAL | AUTOS CON GASOLINA CONVERTIDA | GNV TOTAL |
|------|------------|-------------------------------|-----------|
| 2006 | 5,489 | 0 | 5,489 |
| 2007 | 23,958 | 0 | 23,958 |
| 2008 | 57,419 | 0 | 57,419 |
| 2009 | 81,029 | 0 | 81,029 |
| 2010 | 103,712 | 0 | 103,712 |
| 2011 | 125,519 | 0 | 125,519 |
| 2012 | 152,491 | 0 | 152,491 |
| 2013 | 177,149 | 0 | 177,149 |
| 2014 | 201,807 | 0 | 201,807 |
| 2015 | 226,465 | 27,836 | 254,301 |
| 2016 | 251,123 | 29,147 | 280,270 |
| 2017 | 275,781 | 30,606 | 306,387 |
| 2018 | 300,439 | 32,221 | 332,660 |
| 2019 | 325,097 | 33,998 | 359,095 |
| 2020 | 349,755 | 35,946 | 385,701 |
| 2021 | 374,413 | 38,071 | 412,484 |
| 2022 | 399,071 | 40,383 | 439,454 |
| 2023 | 423,729 | 42,892 | 466,621 |
| 2024 | 448,387 | 45,608 | 493,995 |
| 2025 | 473,045 | 48,542 | 521,587 |
| 2026 | 497,703 | 51,706 | 549,409 |
| 2027 | 522,361 | 55,112 | 577,473 |
| 2028 | 547,019 | 58,773 | 605,792 |
| 2029 | 571,677 | 62,704 | 634,381 |
| 2030 | 596,335 | 66,919 | 663,254 |
| 2031 | 620,993 | 71,435 | 692,428 |
| 2032 | 645,651 | 76,268 | 721,919 |

| | | | |
|------|---------|---------|---------|
| 2033 | 670,309 | 81,436 | 751,745 |
| 2034 | 694,967 | 86,958 | 781,925 |
| 2035 | 719,625 | 92,854 | 812,479 |
| 2036 | 744,283 | 99,145 | 843,428 |
| 2037 | 768,941 | 105,853 | 874,794 |
| 2038 | 793,599 | 113,002 | 906,601 |
| 2039 | 818,257 | 120,618 | 938,875 |
| 2040 | 842,915 | 128,726 | 971,641 |

Elaboración Propia

Por lo tanto, el parque automotor quedará conformado por las siguientes cantidades según el uso de combustible, según la tabla 33.

Tabla 33: Parque Automotor Total Propuesto (unidades)²¹

| AÑO | GASOLINA | DIÉSEL | GNV |
|------|-----------|------------|---------|
| 2019 | 1,099,284 | 1,637,720 | 359,095 |
| 2020 | 1,162,239 | 1,807,247 | 385,701 |
| 2021 | 1,230,955 | 1,994,323 | 412,484 |
| 2022 | 1,305,720 | 2,200,764 | 439,454 |
| 2023 | 1,386,843 | 2,428,575 | 466,621 |
| 2024 | 1,474,659 | 2,679,968 | 493,995 |
| 2025 | 1,569,523 | 2,957,383 | 521,587 |
| 2026 | 1,671,814 | 3,263,515 | 549,409 |
| 2027 | 1,781,938 | 3,601,336 | 577,473 |
| 2028 | 1,900,321 | 3,974,126 | 605,792 |
| 2029 | 2,027,421 | 4,385,505 | 634,381 |
| 2030 | 2,163,722 | 4,839,468 | 663,254 |
| 2031 | 2,309,734 | 5,340,422 | 692,428 |
| 2032 | 2,466,003 | 5,893,233 | 721,919 |
| 2033 | 2,633,103 | 6,503,268 | 751,745 |
| 2034 | 2,811,646 | 7,176,449 | 781,925 |
| 2035 | 3,002,276 | 7,919,315 | 812,479 |
| 2036 | 3,205,678 | 8,739,079 | 843,428 |
| 2037 | 3,422,576 | 9,643,699 | 874,794 |
| 2038 | 3,653,735 | 10,641,961 | 906,601 |
| 2039 | 3,899,967 | 11,743,557 | 938,875 |
| 2040 | 4,162,129 | 12,959,184 | 971,641 |

Elaboración Propia

- **ANÁLISIS DE LAS EMISIONES - PROPUESTO.**

Siguiendo la misma metodología empleada para el análisis de las emisiones del capítulo 5 se hallará el total de los contaminantes con

el cambio propuesto. (VER ANEXOS)

Entonces, el número total de emisiones por contaminante propuesto es el que se muestra en la tabla 34:

Tabla 34: Total de Emisiones por Contaminante - Propuesto (mil Kg/año)²²

| AÑO | CO | NO _x | MP < 2.5 | MP > 10 | MP > 2.5 y <10 | SO ₂ |
|------|-------------|-----------------|------------|------------|----------------|-----------------|
| 2016 | 101,752,667 | 42,024,529 | 3,345,865 | 11,144,543 | 2,097,057 | 728,601 |
| 2017 | 109,649,468 | 46,237,733 | 3,668,862 | 12,081,556 | 2,276,531 | 788,179 |
| 2018 | 118,300,204 | 50,884,143 | 4,024,188 | 13,103,792 | 2,472,562 | 853,820 |
| 2019 | 127,767,621 | 56,007,873 | 4,415,060 | 14,218,840 | 2,686,649 | 926,058 |
| 2020 | 138,120,680 | 61,657,439 | 4,845,017 | 15,435,042 | 2,920,443 | 1,005,480 |
| 2021 | 149,435,667 | 67,886,530 | 5,317,974 | 16,761,629 | 3,175,767 | 1,092,738 |
| 2022 | 161,796,280 | 74,754,294 | 5,838,241 | 18,208,742 | 3,454,628 | 1,188,546 |
| 2023 | 175,294,429 | 82,326,005 | 6,410,573 | 19,787,539 | 3,759,233 | 1,293,691 |
| 2024 | 190,031,164 | 90,673,660 | 7,040,214 | 21,510,300 | 4,092,011 | 1,409,037 |
| 2025 | 206,117,223 | 99,876,639 | 7,732,942 | 23,390,513 | 4,455,634 | 1,535,534 |
| 2026 | 223,674,253 | 110,022,583 | 8,495,131 | 25,443,021 | 4,853,042 | 1,674,228 |
| 2027 | 242,835,745 | 121,208,105 | 9,333,807 | 27,684,139 | 5,287,468 | 1,826,267 |
| 2028 | 263,747,906 | 133,539,776 | 10,256,712 | 30,131,785 | 5,762,465 | 1,992,912 |
| 2029 | 286,571,522 | 147,135,181 | 11,272,387 | 32,805,685 | 6,281,946 | 2,175,551 |
| 2030 | 311,482,834 | 162,124,024 | 12,390,246 | 35,727,513 | 6,850,212 | 2,375,708 |
| 2031 | 338,675,142 | 178,649,328 | 13,620,667 | 38,921,085 | 7,471,993 | 2,595,059 |
| 2032 | 368,360,880 | 196,868,958 | 14,975,096 | 42,412,621 | 8,152,496 | 2,835,446 |
| 2033 | 400,772,959 | 216,956,962 | 16,466,148 | 46,230,925 | 8,897,446 | 3,098,895 |
| 2034 | 436,167,265 | 239,105,329 | 18,107,732 | 50,407,691 | 9,713,143 | 3,387,633 |
| 2035 | 474,824,705 | 263,525,964 | 19,915,192 | 54,977,782 | 10,606,523 | 3,704,109 |
| 2036 | 517,053,814 | 290,452,546 | 21,905,442 | 59,979,547 | 11,585,214 | 4,051,016 |
| 2037 | 563,193,349 | 320,142,802 | 24,097,129 | 65,455,163 | 12,657,614 | 4,431,319 |
| 2038 | 613,615,580 | 352,881,188 | 26,948,842 | 71,451,057 | 13,832,965 | 4,848,275 |
| 2039 | 668,729,543 | 388,981,404 | 29,414,858 | 78,018,309 | 15,121,444 | 5,305,471 |
| 2040 | 728,984,545 | 428,789,572 | 32,501,888 | 85,213,126 | 16,534,250 | 5,806,852 |

Elaboración Propia

- **ANÁLISIS DE LA CANTIDAD DE ENFERMOS – PROPUESTO.**

Para poder determinar la cantidad de enfermos con el aumento de conversión del parque automotor a gas natural se va a utilizar la ecuación de la cantidad de enfermos en función del total de contaminación es la siguiente:

(NÚMERO DE ENFERMOS PROPUESTOS)

$$= \frac{((\text{CANTIDAD DE CONTAMINACIÓN ACTUAL}) \times \text{CANTIDAD DE CONTAMINACIÓN PROPUESTA})}{(\text{NÚMERO DE ENFERMOS ACTUAL})}$$

Por lo tanto, la cantidad de enfermos a consecuencia del aumento de conversión sería la que se muestra en la tabla 35.

Tabla 35: Cantidad de enfermos con el aumento de conversión a GNV²³

| Año | Cantidad de Enfermos |
|------------|-----------------------------|
| 2015 | 4,772,985 |
| 2016 | 4,925,197 |
| 2017 | 5,091,164 |
| 2018 | 5,229,343 |
| 2019 | 5,381,305 |
| 2020 | 5,533,213 |
| 2021 | 5,685,081 |
| 2022 | 5,836,923 |
| 2023 | 5,988,752 |
| 2024 | 6,140,580 |
| 2025 | 6,292,420 |
| ... | ... |
| 2031 | 7,204,197 |
| 2032 | 7,356,349 |
| 2033 | 7,508,568 |
| 2034 | 7,660,856 |
| 2035 | 7,813,216 |
| 2036 | 7,965,649 |
| 2037 | 8,118,157 |
| 2038 | 8,270,738 |
| 2039 | 8,423,393 |
| 2040 | 8,576,120 |

Elaboración Propia

Por lo tanto, de la tabla 29 y 35 se puede observar la disminución de la cantidad de enfermos que se generaría por el aumento de conversión del parque automotor a GNV año tras año desde el año 2015 hasta el 2040, siendo la reducción total del 4% en relación al comportamiento si se mantendría igual el escenario ambiental frente a la propuesta señalada. A consecuencia de esta reducción se generarán también reducciones con los costos de salud por gastos de enfermedad y en el costo de inasistencia ya que la cantidad total de enfermos disminuirá.

4.4. Aporte de la Investigación

Como se puede visualizar en la Tabla 36 se presenta el total de emisiones calculadas mediante los factores de emisión para el CO, NOx, PM2.5, PM10 y SO2. Se consideró un recorrido de: 1) para taxi de 62050 km/año y 2) para auto privado de 21900 km/año.

En la Tabla 36 se muestra la cantidad de personas con afecciones respiratorias (ne), costo de salud (Cs) y costo de inasistencia laboral (Ci) proyectadas al 2040, los costos de salud por enfermedad anual se calculan según la ecuación (3) y el costo de inasistencia laboral anual por enfermedad según la ecuación (4). Considerando el ingreso diario (id) =61 soles.

Tabla 36: Total de emisiones por contaminante (Kg/año)

| Año | CO | NOx | PM _{2.5} | PM ₁₀ | SO ₂ |
|------|-------------|-------------|-------------------|------------------|-----------------|
| 2008 | 41,801,131 | 12,420,717 | 1,044,101 | 2,326,395 | 287,816 |
| 2009 | 44,578,921 | 13,502,890 | 1,134,836 | 2,607,158 | 305,696 |
| 2010 | 47,100,471 | 14,831,295 | 1,240,150 | 2,918,090 | 323,067 |
| 2011 | 49,595,277 | 16,426,938 | 1,362,626 | 3,263,900 | 341,364 |
| 2012 | 79,540,983 | 28,914,899 | 2,342,465 | 5,390,504 | 562,391 |
| 2013 | 85,033,606 | 31,763,639 | 2,563,259 | 5,950,311 | 602,809 |
| 2014 | 91,104,256 | 34,908,198 | 2,806,433 | 6,556,820 | 647,753 |
| 2015 | 97,792,740 | 38,378,132 | 3,074,131 | 7,214,586 | 697,570 |
| 2016 | 105,144,618 | 42,206,136 | 3,368,732 | 7,928,658 | 752,650 |
| 2017 | 113,211,272 | 46,428,435 | 3,391,184 | 8,585,293 | 768,626 |
| 2018 | 122,049,949 | 51,084,906 | 4,049,467 | 9,548,685 | 880,406 |
| 2019 | 131,724,195 | 56,219,711 | 4,441,734 | 10,467,640 | 954,110 |
| 2020 | 142,303,847 | 61,881,408 | 4,873,218 | 11,469,011 | 1,035,139 |
| 2021 | 153,866,157 | 68,123,742 | 5,347,842 | 9,171,520 | 1,124,151 |
| 2022 | 166,495,866 | 75,005,913 | 5,869,923 | 9,822,230 | 1,221,867 |
| 2023 | 180,285,995 | 82,593,257 | 6,444,224 | 10,521,903 | 1,329,081 |
| 2024 | 195,338,800 | 90,957,834 | 7,075,996 | 11,274,189 | 1,446,668 |
| 2025 | 211,766,297 | 100,179,094 | 7,771,026 | 12,083,057 | 1,575,587 |
| 2026 | 229,691,497 | 110,344,750 | 8,535,697 | 12,952,831 | 1,716,891 |
| 2027 | 249,249,351 | 121,551,494 | 9,377,045 | 13,888,225 | 1,871,740 |
| 2028 | 270,587,598 | 133,905,978 | 10,302,822 | 14,894,347 | 2,041,406 |
| 2029 | 293,868,676 | 147,525,876 | 11,321,581 | 15,976,785 | 2,227,289 |
| 2030 | 319,270,566 | 162,540,985 | 12,442,748 | 17,141,605 | 2,430,924 |
| 2031 | 346,988,405 | 179,094,425 | 13,676,711 | 18,395,402 | 2,654,001 |
| 2032 | 377,236,591 | 197,344,169 | 15,034,932 | 19,745,375 | 2,898,376 |
| 2033 | 410,250,101 | 217,464,375 | 16,530,038 | 21,199,345 | 3,166,089 |
| 2034 | 446,287,024 | 239,647,148 | 18,175,955 | 22,765,849 | 3,459,383 |
| 2035 | 485,630,586 | 264,104,518 | 19,988,040 | 24,454,172 | 3,780,724 |
| 2036 | 528,591,786 | 291,070,296 | 21,983,226 | 26,274,444 | 4,132,822 |

| | | | | | |
|------|-------------|-------------|------------|------------|-----------|
| 2037 | 575,511,986 | 320,802,350 | 24,180,176 | 28,237,706 | 4,518,659 |
| 2038 | 626,766,211 | 353,585,281 | 26,599,479 | 30,355,994 | 4,941,515 |
| 2039 | 682,766,422 | 389,732,948 | 29,263,835 | 32,642,453 | 5,404,994 |
| 2040 | 743,965,004 | 429,591,635 | 32,198,275 | 35,111,407 | 5,913,066 |

Elaboración Propia

Para determinar el costo que genera el total de emisiones por contaminante se determinó la cantidad de personas con afecciones respiratorias hasta el 2040. La regresión es lineal con un coeficiente de determinación R^2 de 0.811678 (ecuación 2).

$$y = 151900.6286x - 301188887.8 \quad (2)$$

Luego se consideró determinar el costo por salud (ecuación 3) y otro por inasistencia (ecuación 4). Para determinar las veces que se enferma al año la población limeña se realizó una encuesta personal a la población por enfermarse por afecciones respiratorias anualmente (500 personas entrevistadas). Los resultados de esta encuesta lograron determinar que las personas huanuqueñas se enferman y dejan de asistir a su labor de trabajo un promedio de tres veces al año. Se consideró el gasto por salud promedio de 50 soles (situaciones de alergia, gripe y resfríos excepto las situaciones crónicas).

$$Cs = ne * gsp * vea \quad (3)$$

$$Ci = ne * id * vea \quad (4)$$

Donde “Cs” es el costo por salud, “Ci” es el costo por inasistencia, “ne” el número de enfermos, “gsp” el gasto de salud promedio, “vea” a las veces que se enferma al año, e “id” es el ingreso diario.

Tabla 37: Personas con afecciones respiratorias, costo de salud y costo de inasistencia laboral al 2040.

| Año | Afecciones respiratorias | Costo de salud (soles) | Costo de inasistencia laboral (soles) |
|------|--------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 2006 | 3,330,185 | | |
| 2007 | 3,876,350 | | |
| 2008 | 3,902,028 | | |
| 2009 | 3,927,705 | | |
| 2010 | 4,176,790 | | |
| 2011 | 4,208,090 | | |
| 2012 | 4,435,177 | | |
| 2013 | 4,587,077 | | |

| | | | |
|------|-----------|---------------|---------------|
| 2014 | 4,738,978 | | |
| 2015 | 4,890,879 | 733,631,813 | 901,002,575 |
| 2016 | 5,042,779 | 756,416,907 | 929,490,138 |
| 2017 | 5,194,680 | 779,202,001 | 958,008,082 |
| 2018 | 5,346,581 | 801,987,096 | 986,556,406 |
| 2019 | 5,498,481 | 824,772,190 | 1,015,135,110 |
| 2020 | 5,650,382 | 847,557,284 | 1,043,744,194 |
| 2021 | 5,802,283 | 870,342,379 | 1,072,383,658 |
| 2022 | 5,954,183 | 893,127,473 | 1,101,053,503 |
| 2023 | 6,106,084 | 915,912,567 | 1,129,753,727 |
| 2024 | 6,257,984 | 938,697,661 | 1,158,484,332 |
| 2025 | 6,409,885 | 961,482,756 | 1,187,245,317 |
| 2026 | 6,561,786 | 984,267,850 | 1,216,036,682 |
| 2027 | 6,713,686 | 1,007,052,944 | 1,244,858,427 |
| 2028 | 6,865,587 | 1,029,838,039 | 1,273,710,552 |
| 2029 | 7,017,488 | 1,052,623,133 | 1,302,593,057 |
| 2030 | 7,169,388 | 1,075,408,227 | 1,331,505,942 |
| 2031 | 7,321,289 | 1,098,193,321 | 1,360,449,208 |
| 2032 | 7,473,189 | 1,120,978,416 | 1,389,422,854 |
| 2033 | 7,625,090 | 1,143,763,510 | 1,418,426,879 |
| 2034 | 7,776,991 | 1,166,548,604 | 1,447,461,285 |
| 2035 | 7,928,891 | 1,189,333,699 | 1,476,526,071 |
| 2036 | 8,080,792 | 1,212,118,793 | 1,505,621,237 |
| 2037 | 8,232,693 | 1,234,903,887 | 1,534,746,784 |
| 2038 | 8,384,593 | 1,257,688,981 | 1,563,902,710 |
| 2039 | 8,536,494 | 1,280,474,076 | 1,593,089,017 |
| 2040 | 8,688,394 | 1,303,259,170 | 1,622,305,703 |

Elaboración Propia

Se propone, entonces la conversión del parque automotor de gasolina a gas natural vehicular en una mayor tendencia a la actual. La propuesta es la de aumentar el volumen del parque automotor convertido a gas natural en el doble del promedio de la variación del incremento actual (3%). Es decir, la propuesta es de incrementar en un 3% anual la conversión a gas natural. Y según la propuesta realizada se redujo la contaminación de CO, NOx, MP2.5, PTS, PM10 y SO2.

Tabla 38: Porcentaje de conversión de gasolina a gas natural vehicular actual.

| Año | Porcentaje de Conversión (Gasolina a Gas Natural) |
|------|--|
| 2006 | 0.810% |
| 2007 | 3.349% |
| 2008 | 7.525% |
| 2009 | 9.962% |

| | | |
|--------------------|------|---------|
| kg/año Millones | 2010 | 12.538% |
| | 2011 | 14.594% |

Elaboración Propia

Los resultados del trabajo concuerdan en los temas de salud con investigaciones desarrolladas por ejemplo de Placeres et al. (2006) sobre la influencia de la contaminación en la salud de las personas, en la india con la investigación de Knote et al. (2018) donde el PM2.5 contribuye sobre las enfermedades respiratorias y con estudios de Maji et al. (2016) sobre la morbilidad debido al PM10. También concuerdan en temas de emisiones con investigaciones de Zhang (2018) que el inventario de emisiones tiene que ser actualizado constantemente para realizar un buen pronóstico, con la investigación de Huo (2011) que las emisiones están relacionadas al tipo de vehículo y combustible.

Por otro lado, en temas de sectores predominantes de emisiones también concuerda que es el parque automotor quien predomina como mayor portador de las emisiones tal como lo mencionan Londoño et al. (2011) y otros investigadores como Wang et al. (2008). Si bien hay muchas similitudes con otras investigaciones al concluir que el inventario de emisiones es muy importante para pronósticos de calidad de aire, la diferencia está en que en este trabajo se presentan las relaciones con otras variables incorporando la estrategia de aumentar la conversión del parque automotor a gas natural, consiguiéndose una reducción de enfermos, reducción de costo por salud y además reducción de costos por inasistencia a una proyección al 2040.

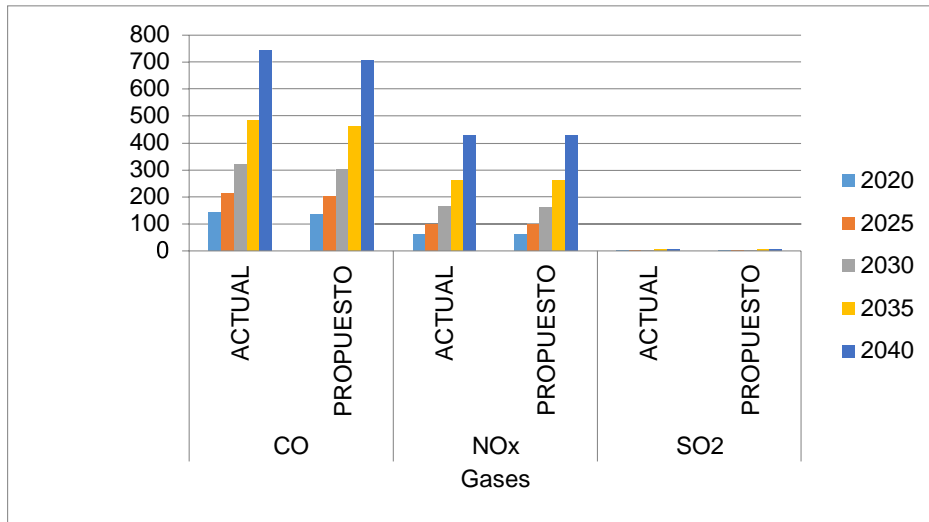


Ilustración 4: Reducción de gases contaminantes (CO, NOx, SO₂)

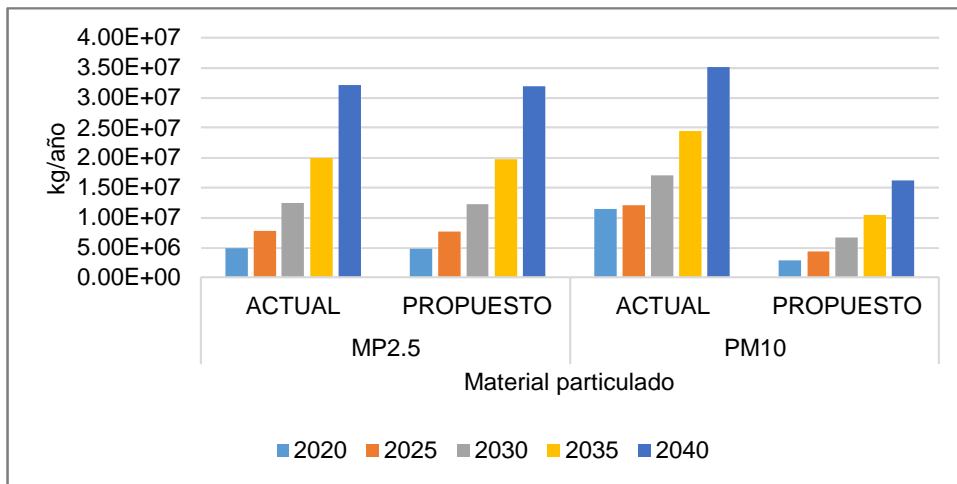


Ilustración 5: Reducción de PM_{2.5} y PM₁₀

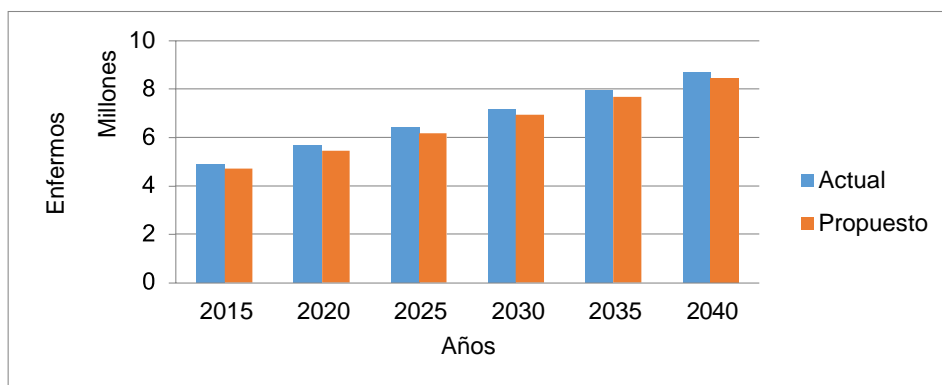


Ilustración 6: Reducción de enfermos

CONCLUSIONES

- El factor principal de la contaminación del aire es el parque automotor que representa el 70% del total, siendo los principales contaminantes el CO, NO_x, SO_x y material particulado (PM_{2.5} y PM₁₀).
- Dado el crecimiento estimado promedio anual del 7.6% del parque automotor, para el periodo en evaluación, existe una gran oportunidad de reducir las emisiones de contaminantes al medio ambiente, al realizar el cambio de combustible de los vehículos por gas natural.
- La tasa de crecimiento actual del cambio de combustible a gas natural es actualmente del 3% anual. En este proyecto se simula el efecto de un aumento, mínimo, de 3% adicional anual, lográndose reducir en un promedio también de 3%, la cantidad de emisiones gaseosas (CO, NO_x, SO₂) y 4% de material particulado (PM_{2.5} y PM₁₀).
- Como consecuencia de lo anterior, también se logra una reducción de la cantidad de personas con enfermedades en las vías respiratorias, en un 4%. Es importante señalar que en el estudio se asume que las causas de las enfermedades respiratorias están vinculadas a la contaminación ambiental.
- Paralelamente, se logra una reducción en los costos de salud (tratamiento de las enfermedades respiratorias) y los costos de inasistencia (por descanso médico) en un 2%.
- Finalmente, el Estado podría subvencionar sólo hasta el 13% de los costos de conversión de los vehículos, para lograr un equilibrio económico, de manera que los ahorros en costos de salud, compensen la inversión requerida, que es asumida mayoritariamente por los dueños de los vehículos.

RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS

- Se recomienda que tanto Huánuco; así como, el Gobierno Nacional le den una mayor importancia al tema del Medio Ambiente en especial énfasis a la Contaminación Ambiental del Aire ocasionada por el parque automotor, para ello se sugiere ofrecer programas de ayuda para las personas que renueven su flota con unidades de gas natural vehicular.
- Se recomienda la ampliación de las ofertas de financiamiento, para de esa manera poder hacer de mayor facilidad la conversión del parque automotor a gas natural vehicular, hacia los usuarios de transporte público y privado para de esa manera poder generar una tendencia de mayor crecimiento del parque automotor a gas natural vehicular y en consecuencia reducir la cantidad de emisiones y enfermos producto de la contaminación.
- Se recomienda que la provincia de Huánuco, formule una estrategia a nivel de provincia, para aumentar el uso del gas natural vehicular, para ello se sugiere estudios sobre políticas y contaminación del aire de otros países que han dado resultados positivos para de esa manera poder concientizar el tema y se le otorgue la importancia real que tiene para la población en referente a temas de salud principalmente.
- Se sugiere actualizar la base de datos de la cantidad de contaminantes por los combustibles emitidos del sector transporte y puedan ser conocidos a la población para poder tomar conciencia de las consecuencias y tener una actitud de cambio y mejora al medio ambiente.
- Se sugiere investigaciones que tengan la misma temática pero con otros combustibles, como por ejemplo el GLP.
- Debido al crecimiento del parque automotor con uso del gas natural vehicular y a los beneficios ambientales demostrados en el desarrollo de la investigación, el gobierno en conjunto con el Estado debería ofrecer facilidades para la importación de vehículos a gas natural.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE ESTADOS UNIDOS 2012 "Programa Ambiental de los EE.UU.-México, Frontera 2012". Red de Transferencia de Tecnología Centro de Información sobre Contaminación de Aire (CICA) para la frontera entre EE. UU. - México. Estados Unidos. Consulta: 21 de setiembre de 2012. <http://www.epa.gov/ttn/catc1/cica/indexs.html>
2. CARRANZA, Raymundo 2001 "Terminología Ambiental". UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO. "Medio Ambiente Problemas & Soluciones". Lima: Consultoría Carranza S.
3. CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ASESORIA DEL TRANSPORTE 2010 Es necesario construir una nueva agenda en relación al transporte urbano en la ciudad de Lima. 2010, de INFOTRANSPORTE Sitio web: Lima. <http://www.cidatt.com.pe/notas/agenda.pdf>
4. CONCHAN, Paúl "Bases Jurídicas para la Implementación de Políticas de Prevención y Seguridad Vital en El Perú".
5. CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE 2001 Estado del Ambiente 2001".
6. DEFENSORIA DEL PUEBLO 2006 "El aire y sus efectos en la salud" - "La calidad del aire en Lima y su impacto en la salud y la vida de sus habitantes". Lima: INFORME DEFENSORIAL No. 116
7. DIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRICIDAD - MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS 2008 Guía Número 15: "Elaboración de Proyectos de Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnósticos Energéticos Transporte- Dirección General de Electricidad".
8. EL PERUANO 24 de abril del 2005 "Reglamento de Estándares Nacional de Calidad del Aire". D.S. No.074-2001-PCM, 10 páginas.
9. EL PERUANO 1992 Decreto Legislativo 651 "Libre acceso a las rutas del servicio de transporte urbano e interurbano de pasajeros". Lima, 27 de Abril. Consulta 19 de Mayo de 2015.
10. EL PERUANO 1998 Decreto Legislativo 640 "Libertad de rutas y

permisos de operación en el transporte interprovincial de pasajeros”.
Lima, 27 de Mayo. Consulta 19 de Mayo de 2015.

11. EL PERUANO 2005 D.S. 074-2001- PCM “Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad del Aire”. Lima, 24 de Abril. Consulta 19 de Mayo de 2015.
12. EL PERUANO 2014 Decreto Supremo N° 015-94-MTC “Reducción de exigencias para licencia de conducir”. Lima, 24 de Abril. Consulta 19 de Mayo de 2015.
13. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTIA E INFORMÁTICA “Perú Compendio Estadístico 2011”. Perú: SISTEMA ESTADÍSTICO NACIONAL. TOMO N° 1.
14. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTIA E INFORMÁTICA “Perú Compendio Estadístico 2011”. Perú: SISTEMA ESTADÍSTICO NACIONAL. TOMO N° 2.
15. JACOBO,S.;GONZALES, F; PEREZ,E; ROJAS, R. (2010). Fundamentos teóricos y metodológicos para la investigación científica en Ciencias Agrarias". Huánuco: MERCURIO Marketing, Publicidad.
16. MAPFRE. (2017). "Bronquitis Crónica". noviembre 2017, de MAPFRE Sitio web: <http://www.mapfre.com/salud/es/cinformativo/bronquitis-cronica.shtml>
17. MAPFRE. (2017). "Asma". noviembre 2017, de MAPFRE Sitio web: <http://www.mapfre.com/salud/es/cinformativo/bronquitis-cronica.shtml>
18. MAPFRE. (2017). “Enfisema Pulmonar”.. noviembre 2017, de MAPFRE Sitio web: <Http://www.mapfre.com/salud/es/cinformativo/asma.shtml>
19. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS 2008 "Elaboración de Proyectos de Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnósticos Energéticos Transporte - Dirección General de Electricidad". Lima: Guía Número 15.
20. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS 1994 Ley N° 26410 “Ley de Creación del Consejo Nacional del Ambiente - CONAM”. 22 de diciembre.
21. MINISTERIO DEL AMBIENTE 2008 "Estándares Nacionales de

- Calidad Ambiental de Aire". D.S. 003-2008-MINAM. noviembre 2017, de MINISTERIO DEL AMBIENTE Sitio web: http://www.minam.gob.pe/dmdocuments/d.s_074-2001-pcm_eca_para_aire.pdf
22. MINISTERIO DEL AMBIENTE 2012 "Parque Automotor ocasiona el 70% de la Contaminación del Perú". Diario El Comercio. Fecha de Publicación: 27 de Marzo. Ciudad Lima. Consulta: 19 de setiembre de 2012. <http://elcomercio.pe/planeta/1388897/noticia-parque-automotor-ocasiona-70-contaminacion-peru>
 23. MINISTERIO DEL AMBIENTE 2012 "Vehículos por cada mil habitantes". SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN AMBIENTAL. Ciudad Lima. Consulta: 05 de Octubre del 2012. <http://sinia.minam.gob.pe/index.php?accion=verIndicador&idElementoInformacion=926&idformula=1&idTipoElemento=1&idTipoFuente=&verPor=tema&idfuelleinformacion=>
 24. MINISTERIO DEL AMBIENTE 2010 "Resumen Ambiental Nacional 2010". SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN AMBIENTAL. Ciudad Lima. Consulta: 05 de Octubre del 2012. <http://sinia.minam.gob.pe/index.php?accion=verIndicador&idElementoInformacion=926&idformula=1&idTipoElemento=1&idTipoFuente=&verPor=tema&idfuelleinformacion=>
 25. MIRANDA, Juan José 2006 "Impacto Económico en la Salud por Contaminación del Aire en Lima Metropolitana". Instituto de Estudios Peruanos. Fecha de Consulta: 08 de Octubre. <http://es.scribd.com/doc/28454453/Impacto-Economico-en-La-Salud-Por-Contaminacion-Del-Aire-en-Lima-Metropolitana>.
 26. NACIONES UNIDAS MIRANDA, Juan José 1998 "Protocolo de Kyoto de la Convención Mmarco de las Nnaciones Uunidas sobre el Ccambio Climático" Fecha de Consulta: 08 de Octubre. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
 27. NOEL DE NEVERS "Introducción al Control de la Contaminación del Aire". En PÉREZ, José. "Ingeniería de Control de la Contaminación del Aire". México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES S.A. de C.V.,PP. 9.

28. ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL 2011 “Evaluación Rápida del nivel del Ruido Ambiental en las Ciudades de Lima, Callao, Maynas, Coronel y Portillo, Huancayo, Huánuco, Cuzco y Tacna”.
29. PÉREZ, Patricia 2010 Propuesta de Conversión del Parque Automotor de Lima y Callao para el Uso de Gas Natural”.
30. PETROPERU 2015 Diésel B5 “Especificaciones Técnicas”. Lima. Fecha de consulta 12 de Mayo, 2015 www.petroperu.com.pe/portalweb/VentanasEmergentes.asp?IdVentana=15&Idioma=1
31. PETROPERU 2015 Gas Licuado de Petróleo “Especificaciones Técnicas”. Lima. Fecha de consulta 12 de Mayo, 2015. <http://www.petroperu.com.pe/portalweb/VentanasEmergentes.asp?IdVentana=&Idioma=1>
32. POSTIGO, Talia “Contaminación” [diapositivas]. Lima. Consulta: 17 de setiembre de 2012. <http://www.pucp.com.pe/intranet/documentos>
33. ROMERO PLACERES, Manuel, OLITE, Francisca y ÁLVAREZ, Mireya 2006 “La Contaminación del Aire: su repercusión como problema de salud”. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología. Ciudad de La Habana. Consulta: 19 de setiembre de 2012. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S156130032006000200008&script=sci_arttext
34. SEOÁNEZ, Mariano 1996 El Gran Diccionario del Medio Ambiente y de la Contaminación. Madrid, Barcelona y México: Coediciones Mundi-Prensa.
35. UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA. (2016). “Gas Natural – Propiedades y Uso – Proyectos presentes y Futuros”. FORO REGIONAL, 1, 15. noviembre 2017, De ESCUELA PROFESIONAL DE QUÍMICA - UNI - LIMA Base de datos.
36. WEBB, Richard y FERNÁNDEZ BACA, Graciela 2012 “Anuario Estadístico”. INSTITUTO Cuánto. “Perú en Números 2012”. Lima: Octubre del 2012.
37. ZEGARRA, Jorge, SULÉN, Félix Y BAUTISTA, Lily 2009 “Investigaciones Breves 30”. UNIVERSIDAD NACIONAL DE

TRUJILLO. "Conversión de Vehículos a Gas Licuado de Petróleo y Limpieza de Aire en el Centro de Trujillo". Lima: Octubre del 2012.

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

ESCUELA DE POST GRADO UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO
VALDIZÁN

Nombre del investigador. ROBERTO SIXTO PERALES FLORES

Título de la Investigación. EL USO DEL GAS NATURAL DEL PARQUE AUTOMOTOR EN LAS ENFERMEDADES RESPIRATORIAS DE LA POBLACIÓN DE HUÁNUCO

| FORMULACION DEL PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | INDICADORES |
|--|--|---|--|---|
| La contaminación es uno de los problemas ambientales más importantes que afectan a nuestro mundo y surge cuando no existe un equilibrio, como resultado de la presencia en el aire de materiales nocivos producidos por el hombre, en cantidades grandes como para producir efectos perjudiciales para el medio ambiente como para el hombre. Dicho problema, está presente en todas las sociedades, independientemente del nivel de desarrollo socioeconómico, y constituye un fenómeno que tiene particular incidencia sobre la salud del hombre ²⁴ . | Evaluar el impacto asociado a la reducción de emisiones gaseosas y material particulado relacionados a la reducción a la reducción de enfermedades respiratorias en el sector Salud en Huánuco debido al cambio de combustible de gasolina a gas natural y | Se reduciría la contaminación si la matriz energética con gas natural se incrementara | <u>V. Independiente</u> Número natural que representa el año de observación. Número de vehículos según tipo de combustible Factores de emisión | Porcentaje de reducción de emisiones gaseosas y de material particulado. Porcentaje de reducción de enfermedades respiratorias en Huánuco (como infecciones, resfriados, sinusitis aguda, faringitis entre otras lo cual podría provocar a largo plazo cáncer por la |

²⁴ ROMERO PLACERES, Manuel, OLITE, Francisca y ÁLVAREZ, Mireya

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| <p>La calidad del aire es importante porque cada persona respira, en promedio, más de tres mil galones de aire al día, es decir más de dos galones por minuto.</p> <p>El transporte urbano se caracteriza por ser deficiente, mal administrado, obsoleto y de alta congestión, con un número excesivo de pequeñas unidades de transporte, lo que genera la disminución drástica de la velocidad de desplazamiento vehicular. Su incidencia ambiental está representada en la contribución de contaminantes que emanan en el ambiente a causa de los tipos de combustible que utilizan dichos vehículos, siendo principalmente la gasolina y el diésel.</p> <p>En la actualidad, las principales fuentes para generar energía eléctrica son el petróleo, el carbón y el gas natural. Los dos primeros representan un grave problema ambiental ya que son altamente contaminantes para el ambiente, en cambio el gas natural es un combustible más limpio y representa la solución a los problemas energéticos en muchos</p> | <p>gas licuado de petróleo en el parque automotor.</p> | | <p>Distancia promedio de recorrido</p> <p><u>V. Dependiente</u></p> <p><i>Cantidad de vehículos proyectados en Huánuco</i></p> <p>Cantidad de vehículos a Gasolina.</p> <p>Cantidad de vehículos a Diésel</p> <p>Cantidad de vehículos a GLP</p> <p>Cantidad de vehículos a GNV</p> <p>Cantidad de emisiones por cada contaminante del parque automotor</p> | <p>constante inhalación de micro partículas PM_{2.5}).</p> |
|--|--|--|--|--|

2006 “La Contaminación del Aire: su repercusión como problema de salud”.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S156130032006000200008&script=sci_arttext

| <p>países del mundo, a que se puede usar en las casa, oficinas, vehículos, industrias y plantas de generación de energía. Los contaminantes que generan los gases nocivos del ambiente se encuentran el Dióxido de Azufre, Material Particulado (PM₁₀ y PM_{2.5}), Monóxido de Carbono y Dióxido de Carbono deben encontrarse en cantidades límites según los estándares nacionales de calidad de aire.</p> | | | <p>Cantidad de enfermos por afecciones respiratoria.</p> | |
|---|---|-------------------------------------|--|--|
| <p>Problemas específicos</p> | <p>Objetivos específicos</p> | <p>Hipótesis específicas</p> | <p>Sub variables</p> | <p>Sub indicadores</p> |
| <p>La contaminación ambiental es resultado de los problemas que ésta ha ocasionado en los últimos años, como por ejemplo, según un programa de monitoreo del aire, realizado en el Centro de Lima, desde Enero a Julio del 2010, de 183 mediciones que se hicieron 178 superaron los lineamientos recomendados en 1987 por la Organización Mundial de la Salud en cuanto a partículas inferiores a 10 micras, las cuales están compuestas por partículas finas que ingresan fácilmente por las vías respiratorias a los pulmones causando problemas de salud al ser humano; por ello, si no se cambia el uso de combustibles fósiles por otras fuentes de energía, pueden generarse catástrofes de mayor envergadura.</p> | <p>Cuantificar el parque automotor en Huánuco y analizar su comportamiento.</p> <p>Cuantificar la población impactada en salud por la contaminación atmosférica.</p> <p>Cuantificar las emisiones gaseosas y de material particulado en Huánuco</p> | | <p><u>V. Independiente</u></p> <p>Incremento del PBI, posible reducción o incremento significativo del precio del petróleo o una nueva crisis económica</p> | <p>Porcentaje de cambio del parque automotor de gasolina a gas natural.</p> <p>Porcentaje de reducción del dióxido de carbono (CO₂) emitido por el parque automotor.</p> <p>Porcentaje de reducción del dióxido de azufre (SO₂) emitido por el parque automotor.</p> |

| | | | | |
|---|---|--|--|---|
| <p>Actualmente, según el Ministerio del Ambiente los principales factores de contaminación en el Perú son el parque automotor en un 70% y el porcentaje restante la industria estacionaria. Además, la Dirección de Salud V, manifiesta que la morbilidad por afecciones respiratorias, en los años 2006 y 2007, es de 25%.</p> | <p>mediante los factores de emisión.</p> <p>Evaluar la reducción de emisiones por el uso del gas como combustible en el parque automotor.</p> <p>Evaluar la relación de reducción entre las emisiones por el uso del gas como combustible con la reducción de las enfermedades respiratorias.</p> <p>Analizar la viabilidad si conviene usar GNV y GLP de manera que reduzca el impacto por la salud.</p> | | | <p>Porcentaje de reducción del dióxido de nitrógeno (NO₂).</p> <p>Porcentaje de reducción del material particulado (PM₁₀, PM_{2.5})</p> |
|---|---|--|--|---|

| | | | | |
|--|--|--|---|--|
| | <p>gasolina y parque automotor que usan como combustible el gas natural vehicular.</p> <p>Tipo de muestreo</p> <p>Probabilístico cuantitativo estratificado</p> | | <p>emisión para cuantificar la contaminación atmosférica referente al estado de referencia y a lo proyectado con el uso del gas como combustible.</p> <p>Técnicas de campo</p> <p>Se realizará visitas de campo a los hospitales y centros de salud en Huánuco para obtener información referente a salud de enfermedades respiratorias.</p> | |
|--|--|--|---|--|

ANEXO 02: INSTRUMENTOS

- **ENCUESTA**

La siguiente encuesta tiene por finalidad las consecuencias que origina enfermarse por afecciones respiratorias. Por ello, requiero su apoyo en la resolución de esta encuesta, marcando o respondiendo de acuerdo a su vivencia. **Sólo debes llenar esta encuesta si te enfermas al menos una vez al año de afecciones respiratorias.**

- Tu edad:

- Empresa en la cual trabajas:

- Si te has enfermado de afecciones respiratorias en el tiempo que estás laborando

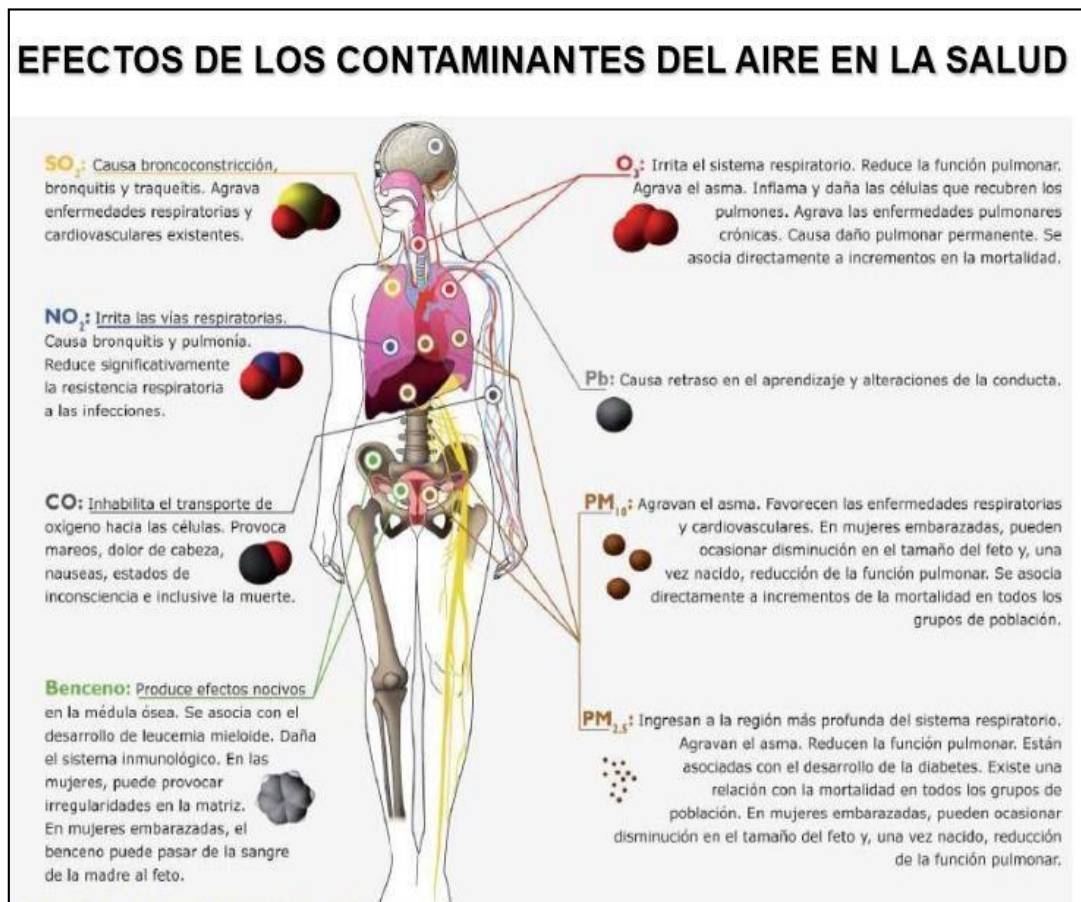
Cuántas veces al año.

- ¿Cuánto gastas en promedio curarte de las afecciones respiratorias?

- ¿Cuántos días como máximo sueles faltar a tu trabajo cuando estás enfermo?

- a) 1 vez
- b) De 2 a 3 veces
- c) De 4 a 6 veces
- d) De 7 a 10 veces
- e) Más de 10 veces

Efectos de los Contaminantes del Aire en la Salud



Fuente: Estudio de Saturación Lima Metropolitana y Callao, año 2011.DIGESA

- Principales Causas de Morbilidad

Tabla 39: DIEZ PRINCIPALES CAUSAS DE MORBILIDAD 2006-2007

| N° | Lista de Morbilidad | Frecuencia Absoluta | | Frecuencia Relativa | |
|----|--|---------------------|------------------|---------------------|---------------|
| | | 2006 | 2007 | 2006 | 2007 |
| 1 | Infecciones de vías respiratorias agudas | 493,920 | 477,349 | 26.31 | 25.36 |
| 2 | Afecciones dentales y periodontales | 165,352 | 161,347 | 8.81 | 8.57 |
| 3 | Enfermedad de la piel y del tejido subcutáneo | 99,391 | 94,361 | 5.29 | 5.01 |
| 4 | Otras enfermedades del aparato respiratorio | 84,205 | 93,096 | 4.48 | 4.95 |
| 5 | Enfermedades del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo | 78,361 | 83,715 | 4.17 | 4.45 |
| 6 | Enfermedades de otras partes del aparato digestivo | 76,194 | 79,619 | 4.06 | 4.23 |
| 7 | Enfermedades infecciosas intestinales | 78,406 | 71,771 | 4.18 | 3.81 |
| 8 | Enfermedades de los órganos genitales femeninos | 71,517 | 69,866 | 3.81 | 3.71 |
| 9 | Trastornos mentales y del comportamiento | 60,839 | 64,249 | 3.24 | 3.41 |
| 10 | Enfermedades del aparato urinario | 54,723 | 53,571 | 2.91 | 2.85 |
| 11 | Otras enfermedades infecciosas, parasitarias y secuelas infecciosas y parasitarias | 48,623 | 47,774 | 2.59 | 2.54 |
| 12 | Trastornos del ojo y sus anexos | 44,252 | 46,587 | 2.36 | 2.48 |
| 13 | Infecciones de transmisión sexual | 39,908 | 36,482 | 2.13 | 1.94 |
| 14 | Enfermedades de las glándulas endocrinas y metabólicas | 28,390 | 33,603 | 1.51 | 1.79 |
| 15 | Enfermedades de las vías respiratorias superiores | 32,239 | 33,265 | 1.72 | 1.77 |
| 16 | Enfermedades del oído y del apófisis mastoideas | 31,644 | 31,392 | 1.69 | 1.67 |
| 17 | Deficiencias de la nutrición | 36,689 | 30,936 | 1.95 | 1.64 |
| 18 | Enfermedades de la sangre de los órganos hematopoyéticos y de la inmunidad | 25,171 | 26,379 | 1.34 | 1.40 |
| 19 | Enfermedades del sistema nervioso | 23,727 | 26,146 | 1.26 | 1.39 |
| 20 | Enfermedad hipertensiva | 23,327 | 25,833 | 1.24 | 1.37 |
| | Otras enfermedades | 280,612 | 294,724 | 14.95 | 15.66 |
| | TOTAL | 1,877,490 | 1,882,065 | 100.00 | 100.00 |

Fuente: OITE – DISA V . OFICINA DE EPIDEMIOLOGÍA – UNIDAD DE ASIS

- Principales Causas de Morbilidad en consulta externa

Tabla 40: PRINCIPALES CAUSAS DE MORBILIDAD REGISTRADAS EN CONSULTA EXTERNA A NIVEL NACIONAL

| ORD | CAUSAS DE MORBILIDAD | TOTAL | | MASCULINO | | FEMENINO | | IGNORADO | |
|-----|---|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-----------|--------------|
| | | Nº | % | Nº | % | Nº | % | Nº | % |
| | TOTAL | 29,802,706 | 100.0 | 11,494,029 | 100.0 | 18,308,642 | 100.0 | 35 | 100.0 |
| 1 | INFECCIONES AGUDAS DE LAS VIAS RESPIRATORIAS SUPERIORES (J00 - J06) | 7,181,760 | 24.1 | 3,127,150 | 27.2 | 4,054,607 | 22.1 | 3 | 8.6 |
| 2 | ENFERMEDADES DE LA CAVIDAD BUCAL, DE LAS GLANDULAS SALIVALES Y DE LOS MAXILARES (K00 - K14) | 2,776,296 | 9.3 | 981,906 | 8.5 | 1,794,385 | 9.8 | 5 | 14.3 |
| 3 | ENFERMEDADES INFECCIOSAS INTESTINALES (A00 - A09) | 1,483,919 | 5.0 | 695,581 | 6.1 | 788,337 | 4.3 | 1 | 2.9 |
| 4 | OTRAS ENFERMEDADES DEL SISTEMA URINARIO (N30 - N39) | 1,006,375 | 3.4 | 189,094 | 1.6 | 817,280 | 4.5 | 1 | 2.9 |
| 5 | HELMINTIASIS (B65 - B83) | 887,449 | 3.0 | 402,091 | 3.5 | 485,358 | 2.7 | - | 0.0 |
| 6 | ENFERMEDADES DEL ESOFAGO, DEL ESTOMAGO Y DEL DUODENO (K20 - K31) | 859,739 | 2.9 | 253,116 | 2.2 | 606,623 | 3.3 | - | 0.0 |
| 7 | DORSOPATIAS (M40 - M54) | 795,000 | 2.7 | 286,683 | 2.5 | 508,317 | 2.8 | - | 0.0 |
| 8 | TRASTORNOS DE OTRAS GLANDULAS ENDOCRINAS (E20 - E35) | 776,369 | 2.6 | 376,550 | 3.3 | 399,819 | 2.2 | - | 0.0 |
| 9 | ENFERMEDADES CRONICAS DE LAS VIAS RESPIRATORIAS INFERIORES (J40 - J47) | 760,777 | 2.6 | 319,914 | 2.8 | 440,863 | 2.4 | - | 0.0 |
| 10 | OTRAS INFECCIONES AGUDAS DE LAS VIAS RESPIRATORIAS INFERIORES (J20 - J22) | 688,605 | 2.3 | 356,739 | 3.1 | 331,866 | 1.8 | - | 0.0 |
| 11 | DERMATITIS Y ECZEMA (L20 - L30) | 535,475 | 1.8 | 231,375 | 2.0 | 304,099 | 1.7 | 1 | 2.9 |
| 12 | OTROS TRASTORNOS MATERNO RELACIONADOS PRINCIPALMENTE CON EL EMBARAZO (O20 - O29) | 534,035 | 1.8 | - | 0.0 | 534,035 | 2.9 | - | 0.0 |
| 13 | MICOSIS (B35 - B49) | 478,234 | 1.6 | 182,012 | 1.6 | 296,222 | 1.6 | - | 0.0 |
| 14 | INFECCIONES DE LA PIEL Y DEL TEJIDO SUBCUTANEO (L00 - L08) | 457,836 | 1.5 | 221,337 | 1.9 | 236,499 | 1.3 | - | 0.0 |
| 15 | TRASTORNOS DE LA CONIUNTIVA (H10 - H13) | 456,293 | 1.5 | 201,587 | 1.8 | 254,705 | 1.4 | 1 | 2.9 |
| 16 | INFECCIONES CON MODO DE TRANSMISION PREDOMINANTEMENTE SEXUAL (A50 - A64) | 427,631 | 1.4 | 22,658 | 0.2 | 404,973 | 2.2 | - | 0.0 |
| 17 | OBESIDAD Y OTROS DE HIPERALIMENTACION (E65 - E68) | 388,487 | 1.3 | 109,582 | 1.0 | 278,904 | 1.5 | 1 | 2.9 |
| 18 | TRASTORNOS EPISODICOS Y PAROXISTICOS (G40 - G47) | 385,840 | 1.3 | 103,416 | 0.9 | 282,423 | 1.5 | 1 | 2.9 |
| 19 | DESNUTRICION (E40 - E46) | 373,183 | 1.3 | 178,372 | 1.6 | 194,790 | 1.1 | 1 | 2.9 |
| 20 | ARTROPATIAS (M00 - M25) | 354,826 | 1.2 | 105,561 | 0.9 | 249,265 | 1.4 | - | 0.0 |
| | SINTOMAS, SIGNOS Y HALLAZGOS ANORMALES CLINICOS Y DE LABORATORIO, NO CLASIFICADOS EN OTRA PARTE (R00-R99) | 1,456,113 | 4.9 | 608,255 | 5.3 | 847,857 | 4.6 | 1 | 2.9 |
| | LAS DEMAS CAUSAS | 6,738,484 | 22.6 | 2,541,050 | 22.1 | 4,197,415 | 22.9 | 19 | 54.3 |

FUENTE: MINISTERIO DE SALUD- OFICINA GENERAL DE ESTADÍSTICA E INFÓRMÁTICA

- Principales Causas de Morbilidad Infantil

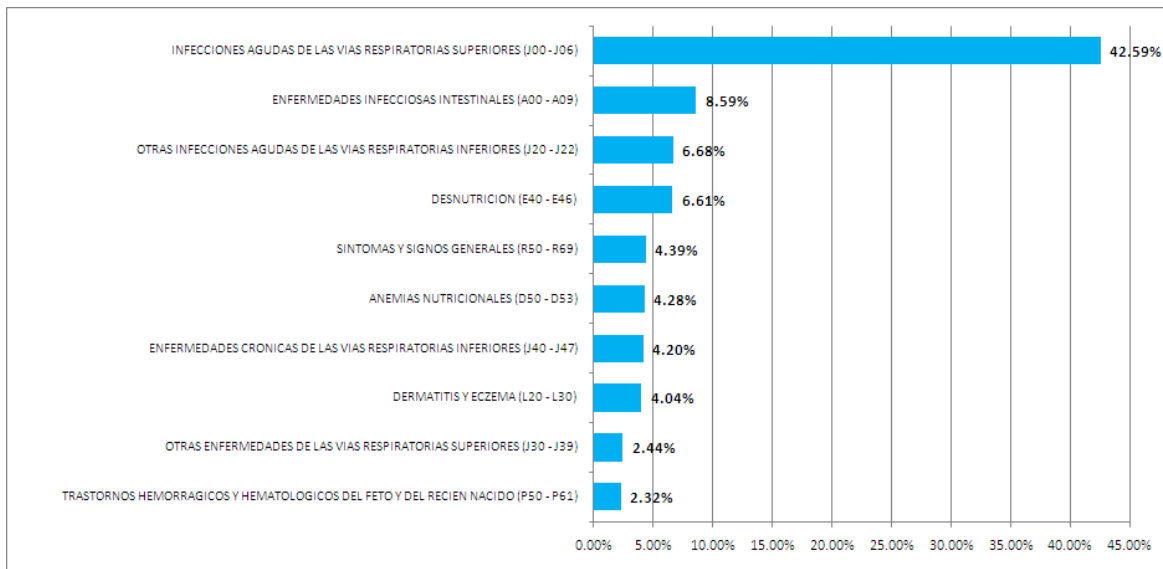


Gráfico 12: DIEZ PRINCIPALES CAUSAS DE MORBILIDAD INFANTIL

Fuente: MINISTERIO DE SALUD- OFICINA GENERAL DE ESTADÍSTICA E INFÓRMÁTICA

- Cantidad de Vehículos proyectada hasta el 2040

Tabla 41: Cantidad de Vehículos proyectada hasta el 2040

| Año | Parque Automotor (unidades) |
|------------|------------------------------------|
| 2014 | 1,465,776 |
| 2015 | 1,542,932 |
| 2016 | 1,624,150 |
| 2017 | 1,709,643 |
| 2018 | 1,799,636 |
| 2019 | 1,894,367 |
| 2020 | 1,994,084 |
| 2021 | 2,099,049 |
| 2022 | 2,209,540 |
| 2023 | 2,325,848 |
| 2024 | 2,448,277 |
| 2025 | 2,577,151 |
| 2026 | 2,712,809 |
| 2027 | 2,855,607 |
| 2028 | 3,005,923 |
| 2029 | 3,164,150 |
| 2030 | 3,330,707 |
| 2031 | 3,506,031 |
| 2032 | 3,690,583 |
| 2033 | 3,884,851 |
| 2034 | 4,089,344 |
| 2035 | 4,304,601 |
| 2036 | 4,531,190 |
| 2037 | 4,769,705 |
| 2038 | 5,020,776 |
| 2039 | 5,285,063 |
| 2040 | 5,563,262 |

Elaboración Propia.

- Parque Automotor Proyectado proyectada hasta el 2040 por tipo de combustible

Tabla 42: Parque Automotor Proyectado en unidades (2012-2040)

| Año | Gasolina | Diésel | GLP | Gas natural |
|------------|-----------------|---------------|------------|--------------------|
| 2012 | 1,155,601 | 821,852 | 177,944 | 152,491 |
| 2013 | 1,222,039 | 906,925 | 190,083 | 177,149 |
| 2014 | 1,292,296 | 1,000,805 | 201,476 | 201,807 |
| 2015 | 1,366,593 | 1,104,403 | 212,245 | 226,465 |
| 2016 | 1,445,161 | 1,218,724 | 222,481 | 251,123 |
| 2017 | 1,528,246 | 1,344,880 | 232,257 | 275,781 |
| 2018 | 1,616,107 | 1,484,094 | 241,628 | 300,439 |
| 2019 | 1,709,021 | 1,637,720 | 250,642 | 325,097 |
| 2020 | 1,807,275 | 1,807,247 | 259,335 | 349,755 |
| 2021 | 1,911,179 | 1,994,323 | 267,740 | 374,413 |
| 2022 | 2,021,057 | 2,200,764 | 275,883 | 399,071 |
| 2023 | 2,137,251 | 2,428,575 | 283,787 | 423,729 |
| 2024 | 2,260,126 | 2,679,968 | 291,472 | 448,387 |
| 2025 | 2,390,065 | 2,957,383 | 298,955 | 473,045 |
| 2026 | 2,527,474 | 3,263,515 | 306,251 | 497,703 |
| 2027 | 2,672,784 | 3,601,336 | 313,373 | 522,361 |
| 2028 | 2,826,447 | 3,974,126 | 320,334 | 547,019 |
| 2029 | 2,988,945 | 4,385,505 | 327,143 | 571,677 |
| 2030 | 3,160,785 | 4,839,468 | 333,809 | 596,335 |
| 2031 | 3,342,505 | 5,340,422 | 340,343 | 620,993 |
| 2032 | 3,534,672 | 5,893,233 | 346,750 | 645,651 |
| 2033 | 3,737,887 | 6,503,268 | 353,039 | 670,309 |
| 2034 | 3,952,785 | 7,176,449 | 359,214 | 694,967 |
| 2035 | 4,180,038 | 7,919,315 | 365,283 | 719,625 |
| 2036 | 4,420,357 | 8,739,079 | 371,251 | 744,283 |
| 2037 | 4,674,492 | 9,643,699 | 377,122 | 768,941 |
| 2038 | 4,943,237 | 10,641,961 | 382,901 | 793,599 |
| 2039 | 5,227,434 | 11,743,557 | 388,592 | 818,257 |
| 2040 | 5,527,969 | 12,959,184 | 394,199 | 842,915 |

Fuente: Elaboración propia

- Conformación del parque automotor por tipo de vehículos que usan gasolina.

Tabla 43: Conformación del parque automotor por tipo de vehículos que usan gasolina

| Año | Gasolina | | Diésel | GNV |
|------|--------------|-----------|------------|---------|
| | Auto Privado | Taxi | | |
| 2012 | 156,782 | 668,384 | 821,852 | 152,491 |
| 2013 | 162,413 | 692,394 | 906,925 | 177,149 |
| 2014 | 168,912 | 720,101 | 1,000,805 | 201,807 |
| 2015 | 176,298 | 751,585 | 1,104,403 | 226,465 |
| 2016 | 184,596 | 786,961 | 1,218,724 | 251,123 |
| 2017 | 193,840 | 826,368 | 1,344,880 | 275,781 |
| 2018 | 204,068 | 869,972 | 1,484,094 | 300,439 |
| 2019 | 215,324 | 917,958 | 1,637,720 | 325,097 |
| 2020 | 227,655 | 970,530 | 1,807,247 | 349,755 |
| 2021 | 241,115 | 1,027,911 | 1,994,323 | 374,413 |
| 2022 | 255,760 | 1,090,343 | 2,200,764 | 399,071 |
| 2023 | 271,650 | 1,158,085 | 2,428,575 | 423,729 |
| 2024 | 288,851 | 1,231,416 | 2,679,968 | 448,387 |
| 2025 | 307,432 | 1,310,633 | 2,957,383 | 473,045 |
| 2026 | 327,469 | 1,396,051 | 3,263,515 | 497,703 |
| 2027 | 349,040 | 1,488,011 | 3,601,336 | 522,361 |
| 2028 | 372,228 | 1,586,866 | 3,974,126 | 547,019 |
| 2029 | 397,124 | 1,693,001 | 4,385,505 | 571,677 |
| 2030 | 423,822 | 1,806,819 | 4,839,468 | 596,335 |
| 2031 | 452,422 | 1,928,747 | 5,340,422 | 620,993 |
| 2032 | 483,031 | 2,059,240 | 5,893,233 | 645,651 |
| 2033 | 515,762 | 2,198,777 | 6,503,268 | 670,309 |
| 2034 | 550,735 | 2,347,869 | 7,176,449 | 694,967 |
| 2035 | 588,075 | 2,507,055 | 7,919,315 | 719,625 |
| 2036 | 627,916 | 2,676,907 | 8,739,079 | 744,283 |
| 2037 | 670,402 | 2,858,027 | 9,643,699 | 768,941 |
| 2038 | 715,680 | 3,051,057 | 10,641,961 | 793,599 |
| 2039 | 763,911 | 3,256,674 | 11,743,557 | 818,257 |
| 2040 | 815,262 | 3,475,593 | 12,959,184 | 842,915 |

Fuente: Elaboración propia

- CONFORMACIÓN DEL PARQUE AUTOMOTOR PROPUESTO

Tabla 44: Conversión del parque automotor que se ha convertido de gasolina –GNV (unidades)

| AÑO | GASOLINA | DIÉSEL | GNV |
|------------|-----------------|---------------|------------|
| 2006 | 560,006 | 281,900 | 5,489 |
| 2007 | 531,703 | 302,500 | 23,958 |
| 2008 | 510,549 | 339,800 | 57,419 |
| 2009 | 528,139 | 371,000 | 81,029 |
| 2010 | 535,341 | 410,800 | 103,712 |
| 2011 | 536,202 | 459,500 | 125,519 |
| 2012 | 825,166 | 821,852 | 152,491 |
| 2013 | 854,807 | 906,925 | 177,149 |
| 2014 | 889,013 | 1,000,805 | 201,807 |
| 2015 | 900,047 | 1,104,403 | 254,301 |
| 2016 | 942,410 | 1,218,724 | 280,270 |
| 2017 | 989,602 | 1,344,880 | 306,387 |
| 2018 | 1,041,819 | 1,484,094 | 332,660 |
| 2019 | 1,099,284 | 1,637,720 | 359,095 |
| 2020 | 1,162,239 | 1,807,247 | 385,701 |
| 2021 | 1,230,955 | 1,994,323 | 412,484 |
| 2022 | 1,305,720 | 2,200,764 | 439,454 |
| 2023 | 1,386,843 | 2,428,575 | 466,621 |
| 2024 | 1,474,659 | 2,679,968 | 493,995 |
| 2025 | 1,569,523 | 2,957,383 | 521,587 |
| 2026 | 1,671,814 | 3,263,515 | 549,409 |
| 2027 | 1,781,938 | 3,601,336 | 577,473 |
| 2028 | 1,900,321 | 3,974,126 | 605,792 |
| 2029 | 2,027,421 | 4,385,505 | 634,381 |
| 2030 | 2,163,722 | 4,839,468 | 663,254 |
| 2031 | 2,309,734 | 5,340,422 | 692,428 |
| 2032 | 2,466,003 | 5,893,233 | 721,919 |
| 2033 | 2,633,103 | 6,503,268 | 751,745 |
| 2034 | 2,811,646 | 7,176,449 | 781,925 |
| 2035 | 3,002,276 | 7,919,315 | 812,479 |
| 2036 | 3,205,678 | 8,739,079 | 843,428 |
| 2037 | 3,422,576 | 9,643,699 | 874,794 |
| 2038 | 3,653,735 | 10,641,961 | 906,601 |
| 2039 | 3,899,967 | 11,743,557 | 938,875 |
| 2040 | 4,162,129 | 12,959,184 | 971,641 |

Fuente: Elaboración Propia

- Total de Emisiones por Contaminante-propuesto

Tabla 45: Total de Emisiones por Contaminante (Kg/año)

| AÑO | CO | NOx | MP < 2.5 | MP > 10 | MP > 2.5 y <10 | SO ₂ |
|------|-------------|-------------|------------|------------|----------------|-----------------|
| 2006 | 39,249,919 | 10,549,525 | 896,386 | 3,666,541 | 674,748 | 271,505 |
| 2007 | 39,105,438 | 11,160,416 | 939,872 | 3,743,432 | 690,700 | 270,857 |
| 2008 | 40,371,651 | 12,346,193 | 1,031,782 | 4,003,816 | 740,631 | 279,050 |
| 2009 | 43,100,192 | 13,425,798 | 1,122,092 | 4,342,371 | 803,414 | 296,628 |
| 2010 | 45,601,577 | 14,753,151 | 1,227,233 | 4,676,966 | 866,673 | 313,876 |
| 2011 | 48,093,972 | 16,348,669 | 1,349,688 | 5,025,605 | 933,574 | 332,158 |
| 2012 | 77,230,612 | 28,794,450 | 2,322,554 | 8,101,606 | 1,516,339 | 548,223 |
| 2013 | 82,640,244 | 31,638,863 | 2,542,633 | 8,758,800 | 1,641,700 | 588,132 |
| 2014 | 88,615,121 | 34,778,429 | 2,784,982 | 9,477,693 | 1,778,962 | 632,489 |
| 2015 | 94,553,265 | 38,204,689 | 3,052,292 | 10,285,909 | 1,932,787 | 674,601 |
| 2016 | 101,752,667 | 42,024,529 | 3,345,865 | 11,144,543 | 2,097,057 | 728,601 |
| 2017 | 109,649,468 | 46,237,733 | 3,668,862 | 12,081,556 | 2,276,531 | 788,179 |
| 2018 | 118,300,204 | 50,884,143 | 4,024,188 | 13,103,792 | 2,472,562 | 853,820 |
| 2019 | 127,767,621 | 56,007,873 | 4,415,060 | 14,218,840 | 2,686,649 | 926,058 |
| 2020 | 138,120,680 | 61,657,439 | 4,845,017 | 15,435,042 | 2,920,443 | 1,005,480 |
| 2021 | 149,435,667 | 67,886,530 | 5,317,974 | 16,761,629 | 3,175,767 | 1,092,738 |
| 2022 | 161,796,280 | 74,754,294 | 5,838,241 | 18,208,742 | 3,454,628 | 1,188,546 |
| 2023 | 175,294,429 | 82,326,005 | 6,410,573 | 19,787,539 | 3,759,233 | 1,293,691 |
| 2024 | 190,031,164 | 90,673,660 | 7,040,214 | 21,510,300 | 4,092,011 | 1,409,037 |
| 2025 | 206,117,223 | 99,876,639 | 7,732,942 | 23,390,513 | 4,455,634 | 1,535,534 |
| 2026 | 223,674,253 | 110,022,583 | 8,495,131 | 25,443,021 | 4,853,042 | 1,674,228 |
| 2027 | 242,835,745 | 121,208,105 | 9,333,807 | 27,684,139 | 5,287,468 | 1,826,267 |
| 2028 | 263,747,906 | 133,539,776 | 10,256,712 | 30,131,785 | 5,762,465 | 1,992,912 |
| 2029 | 286,571,522 | 147,135,181 | 11,272,387 | 32,805,685 | 6,281,946 | 2,175,551 |
| 2030 | 311,482,834 | 162,124,024 | 12,390,246 | 35,727,513 | 6,850,212 | 2,375,708 |
| 2031 | 338,675,142 | 178,649,328 | 13,620,667 | 38,921,085 | 7,471,993 | 2,595,059 |
| 2032 | 368,360,880 | 196,868,958 | 14,975,096 | 42,412,621 | 8,152,496 | 2,835,446 |
| 2033 | 400,772,959 | 216,956,962 | 16,466,148 | 46,230,925 | 8,897,446 | 3,098,895 |
| 2034 | 436,167,265 | 239,105,329 | 18,107,732 | 50,407,691 | 9,713,143 | 3,387,633 |
| 2035 | 474,824,705 | 263,525,964 | 19,915,192 | 54,977,782 | 10,606,523 | 3,704,109 |
| 2036 | 517,053,814 | 290,452,546 | 21,905,442 | 59,979,547 | 11,585,214 | 4,051,016 |
| 2037 | 563,193,349 | 320,142,802 | 24,097,129 | 65,455,163 | 12,657,614 | 4,431,319 |
| 2038 | 613,615,580 | 352,881,188 | 26,948,842 | 71,451,057 | 13,832,965 | 4,848,275 |
| 2039 | 668,729,543 | 388,981,404 | 29,414,858 | 78,018,309 | 15,121,444 | 5,305,471 |
| 2040 | 728,984,545 | 428,789,572 | 32,501,888 | 85,213,126 | 16,534,250 | 5,806,852 |

Fuente: Elaboración Propia

- Cantidad de Personas con Afecciones Respiratorias-propuesto

Tabla 46: Cantidad de Personas con Afecciones Respiratorias

| AÑO | AFECCIONES RESPIRATORIAS |
|------------|---------------------------------|
| 2015 | 4,772,985 |
| 2016 | 4,925,197 |
| 2017 | 5,091,164 |
| 2018 | 5,229,343 |
| 2019 | 5,381,305 |
| 2020 | 5,533,213 |
| 2021 | 5,685,081 |
| 2022 | 5,836,923 |
| 2023 | 5,988,752 |
| 2024 | 6,140,580 |
| 2025 | 6,292,420 |
| 2026 | 6,444,280 |
| 2027 | 6,596,171 |
| 2028 | 6,748,101 |
| 2029 | 6,900,078 |
| 2030 | 7,052,109 |
| 2031 | 7,204,197 |
| 2032 | 7,356,349 |
| 2033 | 7,508,568 |
| 2034 | 7,660,856 |
| 2035 | 7,813,216 |
| 2036 | 7,965,649 |
| 2037 | 8,118,157 |
| 2038 | 8,270,738 |
| 2039 | 8,423,393 |
| 2040 | 8,576,120 |

Fuente: Elaboración Propia

- Costo de salud en soles-propuesto

Tabla 47: Costo de Salud en soles

| Año | Costo (S/.) |
|------------|--------------------|
| 2015 | 715,947,779 |
| 2016 | 738,779,535 |
| 2017 | 763,674,618 |
| 2018 | 784,401,385 |
| 2019 | 807,195,741 |
| 2020 | 829,981,956 |
| 2021 | 852,762,173 |
| 2022 | 875,538,462 |
| 2023 | 898,312,813 |
| 2024 | 921,087,064 |
| 2025 | 943,862,933 |
| 2026 | 966,641,998 |
| 2027 | 989,425,665 |
| 2028 | 1,012,215,225 |
| 2029 | 1,035,011,771 |
| 2030 | 1,057,816,278 |
| 2031 | 1,080,629,576 |
| 2032 | 1,103,452,344 |
| 2033 | 1,126,285,143 |
| 2034 | 1,149,128,391 |
| 2035 | 1,171,982,415 |
| 2036 | 1,194,847,417 |
| 2037 | 1,217,723,502 |
| 2038 | 1,240,610,692 |
| 2039 | 1,263,508,911 |
| 2040 | 1,286,418,026 |

Fuente: Elaboración Propia

- Costo de INASISTENCIA en soles - propuesto

Tabla 48: Costo de Inasistencia en soles

| Año | Costo (S/.) |
|------------|--------------------|
| 2015 | 879,284,105 |
| 2016 | 907,817,218 |
| 2017 | 938,917,578 |
| 2018 | 964,923,520 |
| 2019 | 993,501,899 |
| 2020 | 1,022,100,646 |
| 2021 | 1,050,722,384 |
| 2022 | 1,079,369,653 |
| 2023 | 1,108,044,900 |
| 2024 | 1,136,750,389 |
| 2025 | 1,165,488,242 |
| 2026 | 1,194,260,412 |
| 2027 | 1,223,068,642 |
| 2028 | 1,251,914,538 |
| 2029 | 1,280,799,467 |
| 2030 | 1,309,724,646 |
| 2031 | 1,338,691,123 |
| 2032 | 1,367,699,755 |
| 2033 | 1,396,751,258 |
| 2034 | 1,425,846,169 |
| 2035 | 1,454,984,916 |
| 2036 | 1,484,167,770 |
| 2037 | 1,513,394,886 |
| 2038 | 1,542,666,313 |
| 2039 | 1,571,981,977 |
| 2040 | 1,601,341,735 |

Fuente: Elaboración Propia

- Cantidad reducida total de contaminación por combustible y material particulado

Tabla 49: Cantidad total reducida de contaminación por combustible y material particulado mil Kg/año

| AÑO | CANTIDAD DE VEHÍCULOS CONVERTIDOS | REDUCCIÓN DE CO | REDUCCIÓN DE NO | REDUCCIÓN DE MP<2.5 | REDUCCIÓN DE MP>2.5 Y MP<10 | REDUCCIÓN DE SO |
|------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|---------------------|-----------------------------|-----------------|
| 2015 | 27,836 | 3,239,474 | 173,444 | 21,839 | 5,281,800 | 22,968 |
| 2016 | 29,147 | 3,391,951 | 4,001,448 | 316,439 | 5,831,601 | 24,049 |
| 2017 | 30,606 | 3,561,804 | 8,223,746 | 338,891 | 6,308,762 | 20,447 |
| 2018 | 32,221 | 3,749,745 | 12,880,218 | 997,174 | 7,076,123 | 26,586 |
| 2019 | 33,998 | 3,956,574 | 18,015,022 | 1,389,441 | 7,780,991 | 28,053 |
| 2020 | 35,946 | 4,183,167 | 23,676,719 | 1,820,926 | 8,548,568 | 29,659 |
| 2021 | 38,071 | 4,430,491 | 29,919,053 | 2,295,550 | 5,995,752 | 31,413 |
| 2022 | 40,383 | 4,699,586 | 36,801,224 | 2,817,631 | 6,367,602 | 33,321 |
| 2023 | 42,892 | 4,991,566 | 44,388,568 | 3,391,931 | 6,762,670 | 35,391 |
| 2024 | 45,608 | 5,307,636 | 52,753,146 | 4,023,704 | 7,182,178 | 37,632 |
| 2025 | 48,542 | 5,649,074 | 61,974,405 | 4,718,733 | 7,627,423 | 40,053 |
| 2026 | 51,706 | 6,017,244 | 72,140,061 | 5,483,404 | 8,099,789 | 42,663 |
| 2027 | 55,112 | 6,413,606 | 83,346,805 | 6,324,752 | 8,600,757 | 45,473 |
| 2028 | 58,773 | 6,839,692 | 95,701,289 | 7,250,530 | 9,131,882 | 48,494 |
| 2029 | 62,704 | 7,297,155 | 109,321,187 | 8,269,288 | 9,694,839 | 51,738 |
| 2030 | 66,919 | 7,787,732 | 124,336,296 | 9,390,455 | 10,291,393 | 55,216 |
| 2031 | 71,435 | 8,313,263 | 140,889,737 | 10,624,419 | 10,923,409 | 58,942 |
| 2032 | 76,268 | 8,875,711 | 159,139,481 | 11,982,639 | 11,592,879 | 62,930 |
| 2033 | 81,436 | 9,477,142 | 179,259,686 | 13,477,746 | 12,301,899 | 67,194 |
| 2034 | 86,958 | 10,119,759 | 201,442,459 | 15,123,662 | 13,052,705 | 71,751 |
| 2035 | 92,854 | 10,805,881 | 225,899,829 | 16,935,748 | 13,847,649 | 76,615 |
| 2036 | 99,145 | 11,537,972 | 252,865,607 | 18,930,934 | 14,689,230 | 81,806 |
| 2037 | 105,853 | 12,318,638 | 282,597,661 | 21,127,883 | 15,580,092 | 87,341 |
| 2038 | 113,002 | 13,150,631 | 315,380,592 | 23,547,187 | 16,523,029 | 93,240 |
| 2039 | 120,618 | 14,036,879 | 351,528,259 | 26,211,542 | 17,521,009 | 99,523 |
| 2040 | 128,726 | 14,980,459 | 391,386,946 | 29,145,982 | 18,577,157 | 106,214 |

Fuente: Elaboración Propia

- Cantidad total reducida de enfermos

Tabla 50: Cantidad total reducida de enfermos (2015-2040)

| AÑO | ENFERMOS | | CANTIDAD REDUCIDA DE ENFERMOS |
|------|----------------|-------------------|-------------------------------|
| | TOTAL - ACTUAL | TOTAL - PROPUESTO | |
| 2015 | 4,890,879 | 4,772,985 | 117,894 |
| 2016 | 5,042,779 | 4,925,197 | 117,582 |
| 2017 | 5,194,680 | 5,091,164 | 103,516 |
| 2018 | 5,346,581 | 5,229,343 | 117,238 |
| 2019 | 5,498,481 | 5,381,305 | 117,176 |
| 2020 | 5,650,382 | 5,533,213 | 117,169 |
| 2021 | 5,802,283 | 5,685,081 | 117,201 |
| 2022 | 5,954,183 | 5,836,923 | 117,260 |
| 2023 | 6,106,084 | 5,988,752 | 117,332 |
| 2024 | 6,257,984 | 6,140,580 | 117,404 |
| 2025 | 6,409,885 | 6,292,420 | 117,465 |
| 2026 | 6,561,786 | 6,444,280 | 117,506 |
| 2027 | 6,713,686 | 6,596,171 | 117,515 |
| 2028 | 6,865,587 | 6,748,101 | 117,485 |
| 2029 | 7,017,488 | 6,900,078 | 117,409 |
| 2030 | 7,169,388 | 7,052,109 | 117,280 |
| 2031 | 7,321,289 | 7,204,197 | 117,092 |
| 2032 | 7,473,189 | 7,356,349 | 116,840 |
| 2033 | 7,625,090 | 7,508,568 | 116,522 |
| 2034 | 7,776,991 | 7,660,856 | 116,135 |
| 2035 | 7,928,891 | 7,813,216 | 115,675 |
| 2036 | 8,080,792 | 7,965,649 | 115,143 |
| 2037 | 8,232,693 | 8,118,157 | 114,536 |
| 2038 | 8,384,593 | 8,270,738 | 113,855 |
| 2039 | 8,536,494 | 8,423,393 | 113,101 |
| 2040 | 8,688,394 | 8,576,120 | 112,274 |

Fuente: Elaboración Propia



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
HUÁNUCO – PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO



VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO: CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DEL USO DEL GAS NATURAL DEL PARQUE AUTOMOTOR EN LAS ENFERMEDADES RESPIRATORIAS

Nombre del experto: Jorge Rubén Hilario Cárdenas

Especialidad: Dr. En Gestión Empresarial

“Calificar con 1, 2, 3 o 4 cada ítem respecto a los criterios de relevancia, coherencia, suficiencia y claridad”



| DIMENSIÓN | ÍTEM | RELEVANCIA | COHERENCIA | SUFICIENCIA | CLARIDAD |
|---|--|------------|------------|-------------|----------|
| Control de la contaminación por el parque automotor | Cantidad de vehículos | 4 | 4 | 3 | 4 |
| | Cantidad de emisiones por cada contaminante del parque automotor | 4 | 3 | 4 | 4 |
| | Cantidad de enfermos por afecciones respiratorias | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Prácticas en el tipo de combustible a usar | Cantidad de vehículos a Diésel | 4 | 3 | 4 | 4 |
| | Cantidad de vehículos a GLP | 4 | 4 | 3 | 4 |
| | Cantidad de vehículos a GNV | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Sistema de prevención y control | Número natural que representa el año de observación | 3 | 3 | 4 | 4 |
| | Número de vehículos según tipo de combustible | 4 | 4 | 3 | 4 |
| | Factores de emisión | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Distancia promedio de recorrido | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Controles de prevención de contaminación del medio ambiente | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Emisiones gaseosas y de material particulado | 4 | 4 | 4 | 4 |

¿Hay alguna dimensión o ítem que no fue evaluada? SI () NO (X) En caso de SI, ¿Qué dimensión o ítem falta? _____

DECISIÓN DEL EXPERTO: El instrumento debe ser aplicado: SI (X) NO ()

Dr. Jorge Rubén Hilario Cárdenas



**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
HUÁNUCO – PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO**



VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO: CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DEL USO DEL GAS NATURAL DEL PARQUE AUTOMOTOR EN LAS ENFERMEDADES RESPIRATORIAS

Nombre del experto: NERIDA DEL CARMEN PASTRANA DÍAZ Especialidad: INGENIERO INDUSTRIAL

“Calificar con 1, 2, 3 o 4 cada ítem respecto a los criterios de relevancia, coherencia, suficiencia y claridad”

| DIMENSIÓN | ÍTEM | RELEVANCIA | COHERENCIA | SUFICIENCIA | CLARIDAD |
|---|--|------------|------------|-------------|----------|
| Control de la contaminación por el parque automotor | Cantidad de vehículos | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Cantidad de emisiones por cada contaminante del parque automotor | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Cantidad de enfermos por afecciones respiratorias | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Prácticas en el tipo de combustible a usar | Cantidad de vehículos a Diésel | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Cantidad de vehículos a GLP | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Cantidad de vehículos a GNV | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Sistema de prevención y control | Número natural que representa el año de observación | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Número de vehículos según tipo de combustible | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Factores de emisión | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Distancia promedio de recorrido | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Controles de prevención de contaminación del medio ambiente | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Emisiones gaseosas y de material particulado | 4 | 4 | 4 | 4 |

¿Hay alguna dimensión o ítem que no fue evaluada? SI () NO (✓) En caso de SI, ¿Qué dimensión o ítem falta? _____

DECISIÓN DEL EXPERTO: El instrumento debe ser aplicado: SI (✓) NO ()



Firma y Sello del Experto



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
HUÁNUCO – PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO



VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO: CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DEL USO DEL GAS NATURAL DEL PARQUE AUTOMOTOR EN LAS ENFERMEDADES RESPIRATORIAS

Nombre del experto: Dr. Gerardo Garay Robles Especialidad: Investigación Científica

“Calificar con 1, 2, 3 o 4 cada ítem respecto a los criterios de relevancia, coherencia, suficiencia y claridad”

| DIMENSIÓN | ÍTEM | RELEVANCIA | COHERENCIA | SUFICIENCIA | CLARIDAD |
|---|--|------------|------------|-------------|----------|
| Control de la contaminación por el parque automotor | Cantidad de vehículos | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Cantidad de emisiones por cada contaminante del parque automotor | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Cantidad de enfermos por afecciones respiratorias | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Prácticas en el tipo de combustible a usar | Cantidad de vehículos a Diésel | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Cantidad de vehículos a GLP | 4 | 3 | 4 | 4 |
| | Cantidad de vehículos a GNV | 4 | 4 | 3 | 4 |
| Sistema de prevención y control | Número natural que representa el año de observación | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Número de vehículos según tipo de combustible | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Factores de emisión | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Distancia promedio de recorrido | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Controles de prevención de contaminación del medio ambiente | 4 | 4 | 3 | 4 |
| | Emisiones gaseosas y de material particulado | 4 | 4 | 4 | 4 |

¿Hay alguna dimensión o ítem que no fue evaluada? SI () NO () En caso de SI, ¿Qué dimensión o ítem falta? Ninguna

DECISIÓN DEL EXPERTO: El instrumento debe ser aplicado: SI () NO ()


 Dr. Gerardo Garay Robles
 DNI 22429490



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
HUÁNUCO – PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO



VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO: CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DEL USO DEL GAS NATURAL DEL PARQUE AUTOMOTOR EN LAS ENFERMEDADES RESPIRATORIAS

Nombre del experto: **Dr. Abimael Adam Francisco Paredes.**

Especialidad: **Ciencias**

“Calificar con 1, 2, 3 o 4 cada ítem respecto a los criterios de relevancia, coherencia, suficiencia y claridad”

| DIMENSIÓN | ÍTEM | RELEVANCIA | COHERENCIA | SUFICIENCIA | CLARIDAD |
|--|--|------------|------------|-------------|----------|
| Control de la contaminación por el parque automotor | Cantidad de vehículos | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Cantidad de emisiones por cada contaminante del parque automotor | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Cantidad de enfermos por afecciones respiratorias | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Prácticas en el tipo de combustible a usar | Cantidad de vehículos a Diésel | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Cantidad de vehículos a GLP | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Cantidad de vehículos a GNV | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Sistema de prevención y control | Número natural que representa el año de observación | 4 | 4 | 3 | 4 |
| | Número de vehículos según tipo de combustible | 4 | 4 | 3 | 4 |
| | Factores de emisión | 4 | 4 | 3 | 4 |
| | Distancia promedio de recorrido | 4 | 4 | 3 | 4 |
| | Controles de prevención de contaminación del medio ambiente | 4 | 4 | 3 | 4 |
| | Emisiones gaseosas y de material particulado | 4 | 4 | 3 | 4 |

¿Hay alguna dimensión o ítem que no fue evaluada? SI () NO (**X**) En caso de SI, ¿Qué dimensión o ítem falta? _____

DECISIÓN DEL EXPERTO: El instrumento debe ser aplicado: SI (**X**) NO () **CALIFICACIÓN PROMEDIO (4) ALTO NIVEL**

FRANCISCO

Firma y Sello del Experto

NOTA BIOGRÁFICA

Roberto S. Perales Flores, nació un 06 de abril de 1949, hijo de los profesores de Educación Primaria José Perales y Rosa Flores de Tomayquichua. Sus estudios de primaria y secundaria lo realizaron en la ciudad de Huánuco y sus estudios superiores en la Universidad Nacional de Ingeniería, logrando obtener el título de Ingeniero Electrónico. Además, es Magíster en Educación con mención en Gestión y Planeamiento Educativo. Otros, estudios realizados son:

- Magíster en Docencia en el nivel superior.
- Diplomado en Gestión por Procesos organizado por la EPG y la Oficina de Calidad
- Diplomado en Docencia Universitaria organizada por el Vice rectorado académico y la Dirección de Asuntos Académicos.

Docente a tiempo completo desde 1980, con más de 35 años de experiencia. Ha desempeñado cargos como:

- Vicerrector Administrativo (2003-2008)
- Decano de la Facultad de Ingeniería Civil.
- Decano de la Facultad de Ingeniería Industrial y Sistemas.
- Director de Proyección y Extensión Universitaria.
- Profesor y Director del Centro Pre Universitario de la UNHEVAL.
- Miembro del Consejo de Facultad, de Consejo Universitario, de Asamblea Universitaria.
- Secretario del Consejo de Facultad de Ingeniería Industrial.

Durante 38 años de servicios permanente en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán se han realizado buen número de trabajos de Proyección y Extensión Universitaria, trabajos de Investigación, publicaciones y artículos científicos.



Huánuco - Perú

ESCUELA DE POSGRADO

Campus Universitario Pabelión V "A" 2do. Piso - Cayhuayna
Teléfono 514760 -Pag Web: www.posgrado.unheval.edu.pe



ACTA DE DEFENSA DE TESIS DE DOCTOR

En la Plataforma Microsoft Teams de la Escuela de Posgrado; siendo las 16:00h. del día miércoles 16 DE DICIEMBRE DE 2020; el aspirante al Grado de Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Don Roberto Sixto PERALES FLORES, procedió al acto de Defensa de su Tesis titulado: "EL USO DEL GAS NATURAL DEL PARQUE AUTOMOTOR EN LAS ENFERMEDADES RESPIRATORIAS DE LA POBLACIÓN DE HUÁNUCO", ante los miembros del Jurado de Tesis señores:

| | |
|---|------------|
| Dr. Amancio Ricardo ROJAS COTRINA | Presidente |
| Dr. Jorge Ruben HILARIO CARDENAS | Secretario |
| Dra. Janeth Leynig TELLO CORNEJO | Vocal |
| Dr. Abimael Adam FRANCISCO PAREDES | Vocal |
| Dr. Marco Antonio VILLAVICENCIO CABRERA | Vocal |

Asesor de tesis: Dr. Santos Severino JACOBO SALINAS (Resolución N° 0938-2019-UNHEVAL/EPG-D)

Respondiendo las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y público asistente.

Concluido el acto de defensa, cada miembro del Jurado procedió a la evaluación del aspirante a Doctor, teniendo presente los criterios siguientes:






- Presentación personal.
- Exposición: el problema a resolver, hipótesis, objetivos, resultados, conclusiones, los aportes, contribución a la ciencia y solución a un problema social y recomendaciones.
- Grado de convicción y sustento bibliográfico utilizados para las respuestas a las interrogantes del Jurado y público asistente.
- Dicción y dominio de escenario.

Así mismo, el Jurado planteó a la tesis las observaciones siguientes:

.....
.....
.....

Obteniendo en consecuencia el Doctorando la Nota de Dieciocho (18)
Equivalente a Muy Bueno por lo que se declara Aprobado
(Aprobado ó desaprobado)

Los miembros del Jurado firman la presente ACTA en señal de conformidad, en Huánuco, siendo las 18:00 horas del 16 de diciembre de 2020.

| | | |
|--|--|--|
|  PRESIDENTE DNI N° <u>040256228</u> |  SECRETARIO DNI N° <u>09230761</u> | |
|  VOCAL DNI N° <u>32476856</u> |  VOCAL DNI N° <u>22498088</u> |  VOCAL DNI N° <u>22490808</u> |

Leyenda:
19 a 20: Excelente
17 a 18: Muy Bueno
14 a 16: Bueno

(Resolución N° 01847-2020-UNHEVAL/EPG-D)

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICA DE POSGRADO

1. IDENTIFICACIÓN PERSONAL

Apellidos y Nombres: Perales Flores, Roberto Sixto

DNI: 22419448

Correo electrónico: robbyperales@gmail.com

Teléfono de casa: 062621929

Celular: 971687397 **Oficina:**

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

| |
|---|
| POSGRADO |
| Doctorado: MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE |

Grado Académico obtenido:

Doctor

Título de la tesis:

EL USO DEL GAS NATURAL DEL PARQUE AUTOMOTOR EN LAS ENFERMEDADES RESPIRATORIAS DE LA POBLACIÓN DE HUÁNUCO

Tipo de acceso que autoriza el autor:

| Marcar "X" | Categoría de acceso | Descripción de acceso |
|------------|---------------------|---|
| X | PÚBLICO | Es público y accesible el documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio. |
| | RESTRINGIDO | Solo permite el acceso al registro del metadato con información básica, mas no al texto completo. |

Al elegir la opción "Público" a través de la presente autorizo de manera gratuita al Repositorio Institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el Portal Web repositorio.unheval.edu.pe, por un plazo indefinido, consintiendo que dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

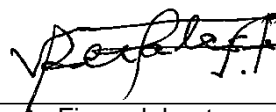
En caso haya marcado la opción "Restringido", por favor detallar las razones por las que se eligió este tipo de acceso:

Asimismo, pedimos indicar el periodo de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso restringido:

() 1 año () 2 años () 3 años () 4 años

Luego del periodo señalado por usted(es), automáticamente la tesis pasará a ser de acceso público.

Fecha de firma: 12 de febrero de 2021



Firma del autor