

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE
BIOLOGÍA**



Niveles de gases carbonados emitidos por las unidades
vehiculares motorizadas en el distrito de Ayacucho 2009.

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
BIÓLOGO

ESPECIALIDAD DE RECURSOS NATURALES Y ECOLOGÍA

PRESENTADO POR:

BACH. PAREDES CASTILLA, MARÍA CONSUELO

Ayacucho – Perú
2010

DEDICATORIA

*Con gratitud eterna a mis padres
quiénes me apoyan desde siempre.*

*A todos mis familiares y amigos que
hicieron posible la culminación de mi carrera*

*A mis abuelitos María Consuelo Arbaíza
Ramírez y Víctor Castilla Olivares y mis tíos
Arturo Sulca Arbaíza y Antonieta Paredes
Cáceres, por su apoyo incondicional.*

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, *alma máter*, forjadora de hombres de bien, que generosamente me acogió en sus aulas.
- A la Facultad de Ciencias Biológicas y a los docentes que contribuyeron con sus enseñanzas en mi formación profesional.
- Expreso mis agradecimientos a mis asesores MSc. Elmer Ávalos Pérez y Mg. Carlos Emilio Carrasco Badajoz.

ÍNDICE

RESUMEN.....	v
I. INTRODUCCION.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Fuentes móviles.....	4
2.2. Emisión e inmisión.....	5
2.3. Contaminantes emitidos por los vehículos motorizados.....	6
2.4. Gases de efecto invernadero.....	8
2.5. El parque automotor de la ciudad de Ayacucho.....	9
2.6. Motor de combustión interna.....	10
2.7. Analizador de gases.....	14
2.8. La opacidad.....	14
2.9. El gasómetro– opacómetro.....	17
2.10. Normas de emisión al aire.....	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	45
3.1. Descripción del área de estudio.....	26
3.2. Escala espacial del estudio.....	28
3.3. Pasos metodológicos.....	28
3.4. Diseño metodológico.....	29
3.5. Técnicas y procedimientos de análisis.....	37
IV. RESULTADOS.....	39
V. DISCUSIÓN.....	63
VI. CONCLUSIONES.....	87
VII. RECOMENDACIONES.....	89
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
ANEXOS.....	94

Título : Niveles de gases carbonados emitidos por las unidades
vehiculares motorizadas del distrito de Ayacucho 2009.
Autor : María Consuelo Paredes Castilla
Asesor : MS. Elmer Ávalos Pérez,
Coasesor : MC. Carlos Emilio Carrasco Badajoz

RESUMEN

Actualmente el parque automotor representa uno de los problemas trascendentales del distrito de Ayacucho, ya que la oferta vehicular motorizada viene incrementándose de manera desorganizada e ineficiente, elevando la cantidad de emisiones de gases carbonados como el monóxido de carbono (CO), los hidrocarburos no quemados y/o condensados (HC_x) y el dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera local. Los niveles de emisión por encima de los límites máximos permisibles generan riesgos en la salud pública y contribuyen en las alteraciones de la biósfera.

En este contexto, el presente trabajo de investigación tuvo por objetivo general determinar el nivel de gases carbonados emitidos por las unidades vehiculares motorizadas en el distrito de Ayacucho 2009.

La información estadística de la Sub Gerencia de Transporte Urbano de la Municipalidad Provincial de Huamanga y la Dirección Regional de Transportes registró un total de 5154 vehículos motorizados a partir del cual se determinó a través del cálculo probabilístico estratificado un tamaño muestral de 385 unidades, siendo el procedimiento de medición de gases establecido por la normativa del D.S. 047-2001-MTC.

Para la evaluación estadística se usó el diseño de investigación descriptivo correlacional conjuntamente con las pruebas de Correlación-Regresión, Kruskal-Wallis y U de Mann-Whitney.

Finalmente se demostró que el 41.8% de las unidades vehiculares del parque automotor utiliza como combustible a la gasolina y el restante (58.2%) diesel; asimismo, que existe relación estadísticamente significativa entre los niveles de emisión de gases carbonados y los factores de antigüedad, sistema de control de emisiones, tipo de motor y tipo de combustible en los vehículos gasolineros y; en los diesel solo existe con el factor antigüedad.

Palabras claves: Gas carbonado, unidad vehicular motorizada, combustible

I. INTRODUCCION

En las dos últimas décadas, la población de la ciudad de Ayacucho viene creciendo aceleradamente debido a la continua migración desde las áreas rurales a la zona urbana; generando una mayor demanda y oferta del servicio de transporte a través de los vehículos motorizados, cuya prestación se ha otorgado como transporte público y privado formal e informal; el incremento del parque automotor conjuntamente con el inadecuado mantenimiento y falta de un control ambiental, producen el aumento de los niveles de contaminación ambiental, derivándose trascendentalmente en alteraciones de la calidad del aire; siendo los gases carbonados uno de los componentes que se emiten por los tubos de escape de los vehículos motorizados y; los de mayor incidencia en ésta alteración, sobrepasando consecuentemente los límites máximos permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulan en la red vial. Los principales gases emanados por el tubo de escape de los vehículos motorizados son: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), bióxido de azufre (SO₂), compuestos de plomo (Pb_x), hidrocarburos no quemados (HC) y los temibles hidrocarburos policíclicos condensados (HPC), los cuales vienen produciendo efectos nocivos para la salud de las personas y; al sistema ecológico natural con el incremento de las concentraciones de los gases de

efecto invernadero, aceleración del cambio climático y la destrucción de la capa de ozono (URL1).

En el mundo las emisiones del sector transporte alcanzan los 1,300 millones de toneladas de dióxido de carbono, 120 millones de toneladas de monóxido de carbono, 35 millones de óxido de nitrógeno, 25 millones de hidrocarburos, 9 millones de partículas y 3 millones y medio de toneladas de óxido de azufre, constituyendo un grave problema de contaminación ambiental (URL3).

La Ley General del Ambiente N° 28611 es la norma ordenadora de la gestión ambiental nacional, precisa que la gestión ambiental y sus instrumentos tienen por objetivo asegurar la plena vigencia del derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida; y se guía por los principios de prevención, precautorio, internalización de costos y responsabilidad ambiental (URL1).

En este contexto nace el presente estudio para conocer los niveles de emisión de gases carbonados como el monóxido de carbono, dióxido de carbono e hidrocarburos, con relación a las características de las unidades vehiculares motorizadas del distrito de Ayacucho, calificándolos de acuerdo al Decreto Supremo N° 047-2001-MTC; asimismo, a fin de contribuir en el aspecto teórico, práctico, metodológico, social y jurídico para proponer alternativas de solución a través de un conjunto de conclusiones estratégicas que permitan formular políticas de minimización de emisiones de gases carbonados en los vehículos motorizados de la ciudad. Cabe señalar, que en la mayoría de los casos las medidas de control y monitoreo se toman sin haber realizado un estudio previo como la estimación de emisiones contaminantes que sirva como punto de partida ante la imposición de medidas restrictivas asociadas al tráfico.

Objetivo General:

1. Determinar el nivel de gases carbonados emitidos por las unidades vehiculares motorizadas en el distrito de Ayacucho durante el año 2009

Objetivos Específicos:

1. Determinar la relación existente entre los niveles de gases carbonados emitidos y la antigüedad de las unidades vehiculares motorizadas del parque automotor en el distrito de Ayacucho.
2. Determinar la relación existente entre los niveles de gases carbonados emitidos y el tipo de motor de las unidades vehiculares motorizadas del parque automotor en el distrito de Ayacucho.
3. Determinar la relación existente entre los niveles de gases carbonados emitidos y el tipo de combustible de las unidades vehiculares motorizadas del parque automotor en el distrito de Ayacucho.
4. Determinar la relación existente entre los niveles de gases carbonados emitidos y el sistema de control de emisiones de gases en las unidades vehiculares motorizadas del parque automotor en el distrito de Ayacucho.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Fuentes móviles

Las fuentes móviles de contaminación del aire son conocidas por todos e incluyen a los automóviles, autobuses, locomotoras, camiones y aviones. Estas fuentes emiten contaminantes criterio y otros contaminantes peligrosos.

La principal fuente móvil de contaminación del aire es el automóvil, pues produce grandes cantidades de monóxido de carbono y menores cantidades de óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles (COVs). Las emisiones de los automóviles también contienen plomo y algunos contaminantes peligrosos. Los requisitos para el control de emisiones de automóviles han reducido considerablemente la cantidad de contaminantes del aire (Organización Mundial de la Salud, 2004).

En el Perú, las mayores fuentes de contaminación atmosférica de origen antropogénico, las constituyen principalmente el parque automotor, el mismo que se encuentra dividido en vehículos a diesel y gasolina (URL5).

2.1.1. Contaminantes primarios: Son aquellos contaminantes emitidos directamente hacia la atmósfera por las fuentes que los genera, por ejemplo los gases de las chimeneas de las fábricas industriales, los gases emitidos por los tubos de escape de los vehículos, las partículas de polvo arrastradas por viento,

etc. Entre esos contaminantes figuran: monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂), óxido de nitrógeno (NO), amoníaco (NH₃) ácido sulfhídrico (H₂S), halógenos, etc. (URL5).

2.1.2. Contaminantes de referencia: Está conformada por el conjunto de contaminantes primarios y secundarios que típicamente se encuentran presentes en las zonas urbanas. Los contaminantes de referencia son los que concitan la mayor atención desde el punto de vista normativo, debido a su particular incidencia en las áreas más densamente pobladas. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) y las regulaciones de los Estados Unidos y la Unión Europea sobre la materia, este conjunto de contaminantes comprende al monóxido de carbono (CO), el dióxido de azufre (SO₂), el dióxido de nitrógeno (NO₂), el ozono (O₃), el material particulado (PM-₁₀) y el plomo (Pb). Las concentraciones de los contaminantes de referencia varían de una localidad a otra, dependiendo del tipo e intensidad de la actividad industrial, del tráfico vehicular y del grado de control ambiental existentes en cada una. Cabe señalar que existen cientos de otros contaminantes que se emiten a la atmósfera, pero que no son considerados de referencia. Usualmente, se trata de compuestos propios de un determinado tipo de industria y, por lo general, no es común encontrarlos en las áreas urbanas (URL5).

2.2. Emisión e inmisión

La regulación de la contaminación atmosférica se organiza sobre la base de dos conceptos fundamentales: la emisión y la inmisión de sustancias contaminantes. La emisión está referida a la liberación de contaminantes a la atmósfera, provenientes de fuentes móviles o fijas, mientras que la inmisión representa la presencia de contaminantes en la atmósfera en su calidad de cuerpo receptor.

En concordancia con estos dos conceptos, las normas jurídicas sobre contaminación atmosférica son de dos tipos: normas de inmisión o de calidad del aire y normas de emisión al aire (URL 9).

2.3. Contaminantes emitidos por los vehículos motorizados

En las últimas décadas, el vehículo motorizado ha aparecido de forma masiva en las ciudades, contribuyendo a incrementar los problemas de contaminación atmosférica como consecuencia de los gases contaminantes que se emiten por los tubos de escape. Los principales contaminantes lanzados por los vehículos motorizados son: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), hidrocarburos no quemados (HC), y compuestos de plomo.

No todos los vehículos lanzan los distintos tipos de contaminantes en las mismas proporciones; éstas dependerán del tipo de motor que se utilice. Los vehículos que emplean gasolina como carburante emiten principalmente monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y compuestos de plomo. La emisión de este último tipo de contaminante se debe a la presencia en algunos tipos de gasolina de tetra etilo de plomo, aditivo que se añade para aumentar su índice de octano.

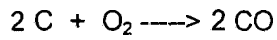
Los principales contaminantes emitidos por los vehículos que utilizan motores de ciclo diésel (camiones y autobuses, por ejemplo) son partículas sólidas en forma de hollín que da lugar a los humos negros, hidrocarburos no quemados, óxidos de nitrógeno y anhídrido sulfuroso procedente del azufre contenido en el combustible (URL6).

2.3.1. Principales contaminantes emitidos por los vehículos motorizados

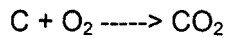
2.3.1.1. Monóxido de carbono.

El monóxido de carbono (CO) es un gas no irritante, incoloro, inodoro, insípido y tóxico que se produce por la combustión de materia orgánica como la madera, el

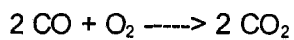
carbón o el petróleo, en una atmósfera con insuficiencia de oxígeno, donde ocurre la siguiente reacción:



Si la combustión del carbono se hace en una atmósfera con oxígeno se produce el dióxido de carbono:



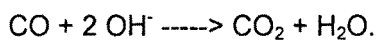
Y por oxidación del monóxido de carbono:



El CO tiene como fuente natural (en una baja proporción): gases volcánicos, gases emanados de los pantanos y de las minas de carbón, las tormentas eléctricas, la fotodisociación del CO₂ en la atmósfera superior, los incendios, así como el metabolismo de plantas y animales acuáticos y terrestres.

El CO químicamente es un agente reductor y su concentración promedio en la atmósfera es de 0.1 ppm. La mayor fuente de producción de CO es el motor de combustión interna (su concentración puede alcanzar hasta 115 ppm en embotellamientos de automóvil). Para abatir estas emisiones se ha optado por instalar los convertidores catalíticos en los automóviles, con lo que se reduce hasta un 90 % las emisiones de CO.

Una forma natural de consumo de CO es su reacción química con el radical hidroxilo ambiental:



El CO debe su toxicidad en los seres humanos a su capacidad para combinarse con la hemoglobina produciendo la carboxihemoglobina (COHb), la cual no puede transportar el oxígeno porque ^{el} la CO y el O₂ compiten por el mismo grupo funcional de la hemoglobina. Sin embargo, el CO se combina unas 10 veces menos que el oxígeno con la hemoglobina y se disocia unas 2200 veces menos que el oxígeno de la hemoglobina, lo que significa que la afinidad química de la

hemoglobina por el CO es 220 veces mayor que por el oxígeno (Organización Mundial de la Salud, 2004).

2.3.1.2 Hidrocarburos.

Las emisiones de hidrocarburos, HC, están asociadas a una mala combustión de derivados del petróleo, fundamentalmente. No se describen sus efectos sobre los seres vivos, salvo para el etileno (detiene el crecimiento de las plantas) y los hidrocarburos aromáticos (resultan cancerígenos). Contribuyen junto a los NO_x y la luz UV a la contaminación fotoquímica y al efecto invernadero. Las emisiones de metano y gas natural suponen alrededor de 500 GKg/año (Kirkwood) procedentes de descomposiciones anaerobias, extracciones mineras y escapes de instalaciones industriales y domésticas (Organización Mundial de la Salud, 2004).

2.3.1.3. Hidrocarburos policíclicos: Son compuestos químicos aromáticos, como naftaleno, benzopireno, antraceno y heterociclos con N, O y S, procedentes de la pirólisis de combustibles fósiles, motores de combustión interna, etc. Suelen estar presentes en fase vapor y adsorbidos a partículas de aerosoles. Afectan a la salud humana por ser cancerígenos (Organización Mundial de la Salud, 2004).

2.4. Gases de efecto invernadero:

Se denominan gases de efecto invernadero (GEI) o gases de invernadero a los gases cuya presencia en la atmósfera contribuye al efecto invernadero. Los más importantes están presentes en la atmósfera de manera natural, aunque su concentración puede verse modificada por la actividad humana, pero también entran en este concepto algunos gases artificiales, producto de la industria. Esos gases contribuyen más o menos de forma neta al efecto invernadero por la estructura de sus moléculas y, de forma sustancial, por la cantidad de moléculas del gas presentes en la atmósfera. Entre ellos tenemos:

2.4.1. Vapor de agua (H₂O): El vapor de agua es un gas que se obtiene por evaporación o ebullición del agua líquida o por sublimación del hielo. Es el que más contribuye al efecto invernadero debido a la absorción de los rayos infrarrojos. Es inodoro e incoloro y, a pesar de lo que pueda parecer, las nubes o el vaho blanco de una cacerola o un congelador, vulgarmente llamado "vapor", no son vapor de agua sino el resultado de minúsculas gotas de agua líquida o cristales de hielo (URL2).

2.4.2. Dióxido de carbono (CO₂): óxido de carbono (IV), también denominado dióxido de carbono, gas carbónico y anhídrido carbónico, es un gas cuyas moléculas están compuestas por dos átomos de oxígeno y uno de carbono. Su fórmula química es CO₂ (URL2)

2.5. El parque automotor de la ciudad de Ayacucho

El parque automotor, constituye sin lugar a dudas la principal fuente de emisión de contaminantes atmosféricos en la ciudad de Ayacucho, el mismo que se encuentra dividido en vehículos diesel y gasolineros (González, 2006).

Las emisiones gaseosas provenientes de los vehículos diesel, son inferiores en todos los parámetros, menos en lo que respecta a la emisión de partículas, cuyas concentraciones son brevemente mayores a las emisiones provenientes de los vehículos a gasolina. Por otro lado es muy importante tomar en cuenta el estado de mantenimiento del motor diesel, ya que cuando éste no se encuentra en las condiciones adecuadas de mantenimiento, como en el caso de nuestro país, son emisores de enormes cantidades de partículas, las cuales tienen la peculiaridad de originar un riesgo de efecto cancerígeno en las personas (González, 2006).

La calidad del aire en exteriores de la ciudad de Ayacucho se ha deteriorado en los últimos años. Una de las principales causas de este deterioro ha sido el crecimiento del parque automotor que actualmente excede la capacidad de la

infraestructura vial, es antiguo y de mala calidad. La oferta del transporte público sobrepasa la demanda, no se realizan revisiones técnicas y se usa gasolina con plomo y combustible diesel con alto contenido de azufre. Actualmente, no existe un inventario de emisiones del parque automotor en la ciudad de Ayacucho.

Hasta el año 2006, en la ciudad de Ayacucho se tenía registrado 5,154 vehículos; clasificados en interurbanos, 379 unidades, interdistritales, 420 unidades, mototaxis, 1462 unidades, automóviles privados, 2019 unidades y vehículos de carga, 874 unidades, además, existen 18 líneas de transporte urbano que hacen paso por el centro histórico de la ciudad de Ayacucho (González, 2006).

Las consecuencias de ésta problemática son cada vez más graves: congestión crónica en la ciudad, desgaste excesivo del sistema vial, degradación de áreas urbanas y rurales por impacto del tráfico, desperdicio de tiempo y combustible y; aumento de las emisiones ambientales como gases tóxicos en la atmósfera ayacuchana (González, 1996).

2.6. Motor de combustión interna

El motor de combustión interna es cualquier tipo de máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química producida por un combustible que arde dentro de una cámara de combustión, la parte principal de un motor. Se utilizan motores de combustión interna de cuatro tipos: el motor cíclico Otto, el motor diesel, el motor rotatorio y la turbina de combustión. El motor cíclico Otto, cuyo nombre proviene del técnico alemán que lo inventó, Nikolaus August Otto, es el motor convencional de gasolina que se emplea en automoción y aeronáutica. El motor diesel, llamado así en honor del ingeniero alemán Rudolf Diesel, funciona con un principio diferente y suele consumir gasóleo. Se emplea en instalaciones generadoras de electricidad, en sistemas de propulsión naval, en camiones, autobuses y algunos automóviles. Tanto los

motores Otto como los diesel se fabrican en modelos de dos y cuatro tiempos (De Nevers, 1998).

Los motores Otto y los diesel tienen los mismos elementos principales. La cámara de combustión es un cilindro, por lo general fijo, cerrado en un extremo y dentro del cual se desliza un pistón muy ajustado al interior. La posición hacia dentro y hacia fuera del pistón modifica el volumen que existe entre la cara interior del pistón y las paredes de la cámara. La cara exterior del pistón está unida por un eje al cigüeñal, que convierte en movimiento rotatorio el movimiento lineal del pistón.

El sistema de bombeo de combustible de un motor de combustión interna consta de un depósito, una bomba de combustible y un dispositivo que vaporiza o atomiza el combustible líquido. En la década de 1980, este sistema de alimentación de una mezcla de aire y combustible se ha visto desplazado por otros sistemas más elaborados ya utilizados en los motores diesel. Estos sistemas, controlados por computadora, aumentan el ahorro de combustible y reducen la emisión de gases tóxicos (Tolcachiek, 2000).

2.6.1. Clasificación de los motores de combustión interna

Según el tipo de motor, pueden clasificarse en:

2.6.1.1. El motor diesel: Este motor se basa en el principio de emplear la elevada temperatura que alcanza el aire comprimido como medio para encender una carga de vapor de aceite o gas. Los motores tenían una cámara de ignición separada conectada con el cilindro, Diesel (1858-1913) buscó alcanzar la eficiencia térmica más elevada impidiendo las pérdidas de calor. Nacido en París de padres alemanes, estudió ingeniería en Munich. Después de su doctorado, estudió termodinámica en Suiza con Sadi Carnot y ahí desarrolló sus teorías para aumentar la eficiencia de las máquinas de combustión interna. Ya existían varias patentes entre 1890 y 1892 referentes a la introducción gradual de

carburante en aire que había sido altamente comprimido de manera tal que su temperatura era lo suficientemente alta para encender, espontáneamente al ponerse en contacto. Un artículo de las teorías de Diesel publicado en 1893 fue recibido con entusiasmo por los ingenieros alemanes que dedicaron esfuerzos a ponerlos en práctica. Diesel experimentó con gasolina: la ignición fue tan violenta que el aparato que marcaba la presión del cilindro salió disparado pasando a pocos centímetros del inventor.

La primera máquina tenía una eficiencia mecánica de 34.2% superior a lo que había en el mercado. Los primeros usos industriales de los motores diesel fueron las áreas industrial, marina y el ferrocarril con muy pocos en las carreteras y el transporte aéreo. Sin embargo, la falta de gasolina en Alemania después de 1918 estimuló el desarrollo de las máquinas diesel, particularmente por la firma Daimler-Benz. Después de la segunda Guerra Mundial se incrementó notablemente el desarrollo de los motores en todos los países europeos. Los resultados de la investigación condujeron a producir máquinas de alta velocidad que compiten con los motores a gasolina. La velocidad de estas máquinas se incrementó a 1000 revoluciones por minuto de las 250-350 iniciales y más adelante se alcanzaron 3 000 revoluciones por minuto; otro punto importante fue que el peso de los automóviles oscilaban entre 9 y 15 libras por caballo de fuerza. Todo esto condujo a ampliar el transporte aéreo y terrestre con equipo de alta velocidad (URL10).

2.6.1.2. El motor a gasolina: Los principios básicos de las máquinas de combustión interna a gasolina son los mismos que los de los motores a gas y de aceite pesado que hemos descrito. Las diferencias importantes estriban en los sistemas de inyección e ignición del combustible. El primer motor a gasolina del alemán Gottlieb Daimler fue patentado en 1885 y consistía en una máquina de un solo cilindro vertical, refrigerada por aire y que funcionaba según el ciclo Otto.

La mezcla explosiva se preparaba haciendo pasar aire a través de la gasolina dentro de una cuba de nivel constante y se encendía por medio de un tubo calentado desde el exterior e inserto en la culata del cilindro. Al mismo tiempo, Karl Benz se dedicaba a la construcción de motores pensados especialmente para automóviles. El motor construido en 1885, con un solo cilindro, difería del anterior en que estaba situado en posición horizontal, disponía de un sistema eléctrico de ignición y era capaz de moverse a velocidades relativamente reducidas, luego el sistema de ignición se provoca por medio de una bobina eléctrica de inducción, alimentada por un acumulador. La chispa era producida por medio de una bujía desmontable. Más adelante aparece el carburador de flotador, inventado por W. Maybach en el cual el nivel de gasolina en la cuba se mantiene constante por medio de un flotador que mueve una válvula de aguja. La cuba de nivel constante comunica, a través de un surtidor muy fino, con el orificio de admisión del cilindro: la succión del cilindro hace que se inyecte en la toma de aire una lluvia extremadamente fina de gasolina, y la historia continua hasta el coche moderno no sin antes hablar brevemente de un motor concebido en 1816 por Robert Stirling. En su motor, el movimiento de los pistones no se debe a la combustión interna que es discontinua y generalmente incompleta, de la mezcla aire-combustible. Funcionaba a base de un fluido, que podía ser un gas como el helio, el hidrógeno o el aire, que se calienta mediante una fuente de calor externa al conjunto. Los cambios en la temperatura del gas activo generan variaciones en la presión que son las causantes del movimiento de los pistones. Del tiempo en que imperaba la unidad de un solo pistón con un carburador rudimentario y su mecanismo de inyección, pasamos a las actuales máquinas multicilíndricas y turbocargadas con complejos sistemas manejados por computadoras que controlan la inyección de carburante, el tiempo de ignición y

con aditamentos que limitan las emisiones nocivas de residuos a la atmósfera (URL10).

2.7. Analizador de gases

El analizador de gases es una máquina que mide los gases como monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), oxígeno (O₂), hidrocarburos (HC). La prueba de gases se realiza en crucero (a 2500 rpm) y en ralentí (a 900 rpm o en modo estacionario), cada una es de 30 segundos, durante los cuales, se toman los valores de HC, CO, CO₂, O₂; se van promediando, y al final de la prueba se guardan los valores tanto en crucero como en ralentí. Al vehículo se le colocan sondas de temperatura, de rpms, y una en el tubo de escape o exhosto, para determinar que se cumplen las condiciones para la prueba y para la toma de datos de gases. Para que un vehículo apruebe tiene que tener los valores de CO₂ por encima de 7 y el oxígeno O₂ por debajo de 5 y los hidrocarburos dependiente de los valores de norma (relacionados con el modelo del vehículo) deben estar por debajo al igual que los valores de monóxido de carbono (URL7). La medición de las emisiones gaseosas producidas por un vehículo se realizan a través del método de absorción infrarroja; la muestra absorbe la radiación en la región infrarroja del espectro; se mide la diferencia en la absorción. La tecnología se basa en que cada gas tiene su propia "huella digital" o espectro de absorción; el sensor de la EITF monitorea todo el espectro infrarrojo y lee las diferentes huellas digitales de los gases presentes. La función de la sonda Lambda consiste en medir el contenido en oxígeno de los gases de escape e informar de ello al calculador que corrige la cantidad de gasolina suministrada al motor para obtener una mezcla óptima (URL12).

2.8. La opacidad

Es la condición en la cual una materia impide parcial o totalmente el paso del haz de luz. Es una propiedad óptica de la materia, que tiene diversos grados y

propiedades. Los valores de los límites se deben de medir en porcentajes con una longitud óptica de referencia de cuatrocientos treinta milímetros

Generalmente, se dice que un material es opaco cuando bloquea el paso de la luz visible. Para aplicaciones técnicas, se estudia la opacidad a la radiación infrarroja, a la luz ultravioleta, a los rayos X, a los rayos gamma y en cada una de ellas se caracteriza su función de opacidad.

La función de opacidad generalmente envuelve tanto la frecuencia de la luz que interacciona con el objeto como la temperatura de dicho objeto, es importante recalcar que existen diferentes funciones de opacidad para diferentes objetos para diferentes condiciones físicas. Matemáticamente la función de opacidad se representa con $KV(T)$, implícitamente cada función lleva consigo el mecanismo físico que se quiere estudiar.

Según la mecánica cuántica, un material será opaco a cierta longitud de onda cuando en su esquema de niveles de energía haya alguna diferencia de energía que corresponda con esa longitud de onda. Así, los metales son opacos (y reflejan la luz) porque sus bandas de energía son tan anchas que cualquier color del espectro visible puede ser absorbido y remitido (URL12).

2.8.1. El opacímetro

Son analizadores de humos de cámara cerrada que funcionan bajo el procedimiento de muestreo de descargas parciales utilizados en los Programas de Verificación Vehicular y de acuerdo a lo indicado en la norma técnica vigente.

Tienen dos escalas de medición: Una de ellas en unidades de absorción de luz expresada en m^{-1} y la otra lineal de 0 % a 100 % de opacidad, ambas escalas de medición se extienden desde cero con el flujo total de luz hasta el valor máximo de la escala con obscurecimiento total.

El analizador de Emisiones de Vehículos Diésel, u Opacímetro, permite medir la cantidad de absorción de luz producida por los gases de escape.

Para este propósito, el analizador cuenta con una cámara por la que circulan los gases de escape, en cuyos extremos se colocan un emisor y un sensor de luz. El sensor permite medir la intensidad lumínica recibida, para calcular luego el índice de absorción de luz.

Además, la cámara posee un electro-válvula que permite o no el paso de los gases, dos ventiladores que se activan o no de acuerdo a la etapa de medición, y una resistencia calefactora para mantener la temperatura de la cámara a 100°C (URL 13).

2.8.2. Método de medición de la opacidad

El principio de medición es que la luz se transmite a través de una longitud específica del humo a ser medido, y la proporción de luz incidente que alcanza al receptor (el dispositivo fotoeléctrico) se usa para obtener las propiedades de oscurecimiento del medio.

La longitud de humo es una propiedad cuyo valor se utiliza dentro de la fórmula final para el cálculo de la opacidad, y corresponde al largo de la cámara por donde circulan los gases de escape. En los extremos de la misma, se encuentran la fuente de luz visible (verde, 550 nm) y el sensor fotoeléctrico.

El opacímetro mide el grado de opacidad que hay a la salida del exhosto de un vehículo a Diesel, consta de unos lentes que se están mirando frente a frente y un haz de luz, y al cual se le hace pasar el humo del vehículo y de esta forma se determina el grado de opacidad.

En la prueba de opacidad se realizan aceleraciones a la velocidad gobernada durante 4 segundos para tomar los datos de opacidad y se deja descansar el carro durante 15 segundos, entre cada ciclo de aceleración, el primer ciclo de aceleración se realiza para hacerle limpieza al sistema de escape del vehículo, los otros tres ciclos son los que se tienen en cuenta para la prueba. Para que un vehículo pase el análisis de opacidad, el valor debe ser menor a 40%.

Al igual que en el analizador de gases, para el opacímetro, se tienen sondas de temperatura, rpm y de muestra de humos, las dos primeras sirven para determinar la temperatura del vehículo si se encuentra dentro de los rangos de operación y las rpm para saber que tanto se esta acelerando el vehículo.

El principio del control no consiste en analizar los gases, sino en medir el nivel de contaminantes visibles en aceleraciones libres mediante un opacímetro.

En efecto, los vehículos Diesel son menos contaminantes en CO que los vehículos de gasolina, pero emiten contaminantes visibles que proceden de la combustión del gasóleo (URL13).

El método de medición se integra y clasifica en 02 sub-conjuntos, siendo los siguientes:

a.1. Opacidad: Método consistente en medir la absorción y dispersión de luz por el flujo total de gases de escape mediante una fuente luminosa y un sensor fotoeléctrico.

a.2. Opacidad en flujo parcial: Método consistente en medir la absorción y dispersión de la luz de una muestra de gases de escape mediante una fuente luminosa y un sensor fotoeléctrico.

2.9. El gasómetro - opacimetro:

Es un equipo integrado de medición automática con sensores automáticos. El uso de éste equipo se basa en experiencias de diferentes zonas geográficas del mundo en las cuales se determinaron factores de emisión específicos para el parque automotor de esas zonas. Se consideran para su funcionamiento los detalles siguientes:

- ✓ El procedimiento de medición de gases para vehículos motorizados es desarrollado en el marco del protocolo del D.S. 047-2001-MTC, clasificándose éste según el tipo de vehículo motorizado.

- ✓ De acuerdo al Decreto Supremo 047-2001-MTC el equipo es homologado y calibrado; la homologación y autorización lo realiza el Ministerio de Transportes.
- ✓ La calibración del equipo es semestral y lo realiza la empresa autorizada por el Ministerio de Transportes de acuerdo a lo estipulado en el Anexo Nro 03 del D.S. 047- 2001-MTC.
- ✓ El procedimiento de Pruebas y Análisis de Resultados de la medición está estipulado en el D.S. 047-2001 MTC.
- ✓ El equipo integrado mide: Monóxido de Carbono (CO), Hidrocarburos (HC), Dióxido de Carbono, (CO2) y Oxígeno (O2) y Lambda.
- ✓ Posee impresora interna y salida para impresora externa o computadora.
- ✓ Posee selector de Hidrocarburos (HC y GLP).
- ✓ Posee manual e idioma de pantalla en castellano.
- ✓ Posee pinza captadora de revoluciones del motor.
- ✓ Posee sensor de temperatura del aceite del motor.
- ✓ Mide Opacidad en factor K o porcentaje.
- ✓ Para la emisión de reportes de las mediciones efectuadas tanto en planta como en la vía pública, son necesarios los siguientes equipos informáticos de última generación:
 - Una computadora que será utilizada como Servidor
 - Una computadora para la emisión de reportes de mediciones
 - Una computadora para emisión de recibos de caja
 - Una impresora Láser Jet: una para jefatura y para la emisión de reportes
 - Una impresora matricial para emitir recibos caja
 - Software con base de datos, de amplia capacidad y que cuente con ventanas de admisión de vehículos, digitación de valores, registro de

datos, estadísticas de vehículos controlados en planta y en vía pública, caja, etc.

- Medidor de emisiones infrarrojo no dispersivo (NDIR), capaz de medir CO, HC, CO₂, y O₂, así como de registrar las revoluciones del motor y o/y temperatura del aceite de motor, como mínimo (URL16).

2.10. Normas de emisión al aire

Las normas de emisión al aire establecen, más bien, los límites máximos de contaminantes en las emisiones provenientes de una fuente móvil o fija. Estas normas definen las condiciones en las cuales se permite que una determinada actividad emita gases, material particulado y otros contaminantes al aire. En el Perú, las normas de emisión se dictan según el tipo de actividad que corresponda. Así, por ejemplo, existen normas para emisiones gaseosas exclusivamente aplicables a la actividad minero-metalúrgica, a la industria del papel, a la de generación eléctrica, etc. En otras latitudes, las normas de emisión pueden ser aún más específicas, llegando a establecer límites de emisión específicos para cada instalación individual (González, 2004).

2.10.1. Límites máximos permisibles

La Ley General del Ambiente – LGA (Ley N° 28611) define los LMP en su artículo 32° de la siguiente manera:

➤ Artículo 32.- Del Límite Máximo Permisible:

32.1 El Límite Máximo Permisible - LMP, es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por la respectiva autoridad competente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos.

32.2 El LMP guarda coherencia entre el nivel de protección ambiental establecido para una fuente determinada y los niveles generales que se establecen en los ECA. La implementación de estos instrumentos debe asegurar que no se exceda la capacidad de carga de los ecosistemas, de acuerdo con las normas sobre la materia.

2.10.1.1. Límites máximos permisibles de emisiones gaseosas

a. Límites máximos permisibles vigentes

Como mencionamos anteriormente, los LMP se establecen por tipo de actividad (por ejemplo, producción de cemento, minería, hidrocarburos) y para fuentes fijas y fuentes móviles. En materia de LMP para emisiones gaseosas y material particulado, se han aprobado hasta la fecha las normas que se comentan a continuación (González, 2004).

1) La Resolución Ministerial Nº 315-96-EM-VMM

Esta Resolución establece los niveles máximos permisibles (NMP) para emisiones de las actividades minero-metalúrgicas y es anterior a la introducción de la noción de LMP en nuestra legislación. Sin embargo, los NMP tienen la misma naturaleza que los LMP ya que están referidos a las descargas de emisiones gaseosas y material particulado producidas por una fuente determinada, y su cumplimiento es legalmente exigible al titular de la actividad que los genera. En realidad, se puede decir que ésta es una norma precursora de las aprobadas años más tarde en otros sectores económicos.

La Resolución Ministerial Nº 315-96-EM-VMM establece NMP para anhídrido sulfuroso (SO₂), partículas (PM), plomo (Pb) y arsénico (As) presentes en las emisiones gaseosas provenientes de operaciones mineras, refinerías y fundiciones.

2) El Decreto Supremo N° 003-2002-PRODUCE

Esta disposición establece los LMP para efluentes y emisiones de las actividades industriales manufactureras de cemento, cerveza, curtiembre y papel. En materia de emisiones, la norma establece los LMP para material particulado proveniente de los hornos de la industria cementera.

3) El Decreto Supremo 015-2006-EM

El Decreto Supremo 015-2006-EM, Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos, establece en su Anexo N° 4 los LMP provisionales aplicables a las emisiones atmosféricas provenientes de tales actividades. Estos LMP corresponden a los límites recomendados en la publicación del Banco Mundial "Pollution Prevention and Abatement Handbook" (Julio, 1998) y se aplican a las actividades de explotación en tierra y de refinación, en tanto se aprueben los LMP definitivos. Los contaminantes comprendidos en los LMP provisionales son: material particulado (PM), compuestos orgánicos volátiles (incluyendo benceno), sulfuro de hidrógeno (H₂S), óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x), níquel (Ni), vanadio (V), y olores.

4) El Decreto Supremo N° 047-2001-MTC

Esta norma establece los LMP de emisiones contaminantes para vehículos automotores referidos a hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), hidrocarburos totales (THC), hidrocarburos no-metánicos (NMHC), óxidos nitrosos (NO_x), material particulado (PM) y humo. Debemos advertir que algunos gobiernos locales han emitido normas sobre emisiones gaseosas en materia de transporte vehicular, las cuales no están comprendidas en este artículo debido a lo disperso de esa normatividad y lo restringido de su ámbito geográfico de aplicación.

“Límites máximos permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial”

El Presidente de la Republica mediante Decreto Supremo N° 047-2001-MTC establece los Límites Máximos Permisibles de Emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial y en texto destacan los artículos siguientes:

Artículo 1.- Establézcase en el ámbito nacional, los valores de los Límites Máximos Permisibles (LMPs) de Emisiones Contaminantes para vehículos automotores en circulación, vehículos automotores nuevos a ser importados o ensamblados en el país, y vehiculos automotores usados a ser importados, que como Anexo N° 1, forman parte del presente Decreto Supremo.

Artículo 2.- Precísese que los Límites Máximos Permisibles (LMPs) de Emisiones Contaminantes para vehículos automotores en circulación, vehículos automotores nuevos a ser importados o ensamblados en el país, y vehículos automotores usados a ser importados, a que se refiere el Reglamento Nacional de Vehículos, aprobado por Decreto Supremo N° 034-2001- MTC, son los establecidos en el presente Decreto Supremo.

Artículo 3.- Los procedimientos de prueba y análisis de resultados para el control de las emisiones de los vehículos automotores se establecen en el Anexo N° 2, el mismo que forma parte del presente Decreto Supremo.

Artículo 4.- Los equipos a utilizarse para el control oficial de los Límites Máximos Permisibles (LMPs), deberán ser homologados y autorizados por el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, a través de la Dirección General de Medio Ambiente, previo cumplimiento de los requisitos establecidos en el Anexo N° 3, el mismo que forma parte del presente Decreto Supremo.

Artículo 5.- Los vehículos automotores cuyas emisiones superen los Límites Máximos Permisibles (LMPs), serán sancionados conforme lo establece el Reglamento Nacional de Tránsito.

Artículo 6.- Los vehículos que tengan el tubo de escape deteriorado no podrán ser sometidos al control de emisiones, considerándose que no cumplen con los Límites Máximos Permisibles (LMPs) y se procederá a aplicar la sanción correspondiente por emisión de contaminantes, según lo dispuesto en la norma vigente.

Artículo 7.- Autorícese al Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción a través de la Dirección General de Medio Ambiente, a revisar y ajustar los Límites Máximos Permisibles (LMPs) establecidos en el Anexo N° 1 del presente Decreto Supremo antes de los cinco años establecidos en la Primera Disposición Complementaria del Decreto Supremo N° 044-98-PCM, exonerándose para este caso específico del cumplimiento de las etapas y procedimientos establecidos en dicha norma.

Artículo 8.- Para la aplicación de las disposiciones contenidas en el presente Decreto Supremo se tendrá en cuenta las definiciones que se consignan en el Anexo N° 4, el mismo que forma parte del presente Decreto Supremo.

Artículo 9.- Facúltese al Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, para que mediante Resolución Ministerial pueda complementar y modificar, en caso necesario, los Anexos N° 2, 3 y 4 del presente Decreto Supremo.

Artículo 10.- El Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, expedirá las disposiciones complementarias necesarias para la mejor aplicación del presente Decreto Supremo.”

b. Límites máximos permisibles en proceso de aprobación:

Es pertinente indicar que a marzo de 2008, existe un conjunto importante de LMP de emisiones gaseosas en proceso de aprobación. La relación de proyectos en trámite es la siguiente:

- LMP de emisiones gaseosas y partículas para el Sub-sector Hidrocarburos.
- LMP de emisiones gaseosas y partículas del Sub-sector Electricidad.
- LMP para emisiones atmosféricas de fuente puntual de las actividades minero-metalúrgicas.
- LMP de emisiones para las actividades industriales de papel y cemento, y para calderas de vapor de uso industrial.
- Modificación y actualización de LMP de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial.

2.10.2. Estándares de calidad ambiental y límites máximos permisibles internacionales.

La legislación ambiental peruana prevé la posibilidad de recurrir excepcionalmente a los parámetros aprobados por instituciones internacionales en los casos en que no exista en el país un ECA o LMP para determinado contaminante. La aplicación de ECA o LMP internacionales puede ser referencial u obligatoria.

El uso referencial de ECA y LMP internacionales está regulado en la Segunda Disposición Transitoria, Complementaria y Final de la LGA, la misma que establece que en tanto no se establezcan en el país, Estándares de Calidad Ambiental, Límites Máximos Permisibles y otros estándares o parámetros para el control y la protección ambiental, son de uso referencial los establecidos por instituciones de Derecho Internacional Público, como los de la Organización Mundial de la Salud (Organización Mundial de Salud, 2004).

La legislación peruana excepcionalmente autoriza a recurrir a la normatividad internacional o extranjera ante la ausencia de un ECA o LMP aprobado para un determinado parámetro, y dar carácter obligatorio a los estándares internacionales o de nivel internacional.

En este sentido, el artículo 66° del Decreto Supremo N° 008-2005-PCM dispone que en el caso específico que se requiera un ECA o LMP y éstos no hubieran sido aprobados en el país para la actividad correspondiente, el CONAM en coordinación con las entidades correspondientes autorizará el uso de un estándar internacional o de nivel internacional, debiendo dicha decisión ser publicada en el Diario Oficial El Peruano. Conforme al numeral 33.3 del artículo 33° de la LGA, el CONAM deberá además registrar la aplicación de tales estándares (González, 2004).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del área de estudio:

La evaluación se realizó en las vías de tránsito vehicular críticas del distrito de Ayacucho, que tiene una población de 100,935 hab. según el Censo Nacional 2007 XI de población y VI de vivienda y una densidad poblacional de 1,183.40 habitantes por kilómetro cuadrado (Municipalidad Provincial de Huamanga, 2009), desarrollándose entre los meses de marzo 2009 a noviembre del 2009.

3.1.1. Ubicación

La provincia de Huamanga, ubicada en la región de Ayacucho, posee 14 distritos, uno de los distritos, capital de la región del mismo nombre que se ubica en el fondo de un valle formado por uno de los afluentes del río Huarpa es Ayacucho; pertenece geográfica y políticamente a la jurisdicción de la Provincia de Huamanga, Región Ayacucho (Anexo1); las instancias administrativas ejecutivas y judiciales de las instituciones del Estado se encuentran jerárquicamente centralizadas en este distrito, teniendo dependencias en las otras provincias de la región (Municipalidad Provincial de Huamanga, 2009).

Se encuentra ubicado en la región Sur Central de los Andes, entre las coordenadas: Latitud Sur 13° 09' 26" y Longitud Oeste 74° 13' 22" del meridiano de Greenwich; a una altitud de 2,746 m.s.n.m. El ámbito territorial del distrito de Ayacucho tiene los siguientes límites: Por el Norte con el Distrito de Pacaycasa, Por el Sur con los Distritos de Carme Alto y San Juan Bautista. Por el Este con los Distritos de Jesús de Nazareno y Tambillo. Por el Oeste con los Distritos de San José de Ticllas y Socos.

El distrito ostenta y fue establecido por decreto supremo del 15 de enero de 1825, fundada el 25 de abril de 1540 y, obteniendo el título de ciudad a partir del 17 de mayo de 1544. creada por la Ley N° 13415 del 07 de abril de 1960 (Municipalidad Provincial de Huamanga, 2009).

3.1.2. Clima

Ayacucho, como sierra central comprende un rango altitudinal desde los 1000 m.s.n.m. hasta 3000 m.s.n.m, en correspondencia posee una temperatura en las estaciones de verano que puede alcanzar máximas de 26.1 °C durante el día y una temperatura promedio de 23.6 °C y; en la estación de invierno la temperatura diurna alcanza 22.9 °C pudiendo bajar en las noches más frías de 5 a 0°C, siendo la temperatura promedio anual de 15.3 °C y; la precipitación pluvial, como expresión del comportamiento de los fenómenos de la naturaleza se inicia en el mes de septiembre y concluye en el mes de abril, mostrándose en forma agresiva en los meses de enero, febrero y marzo, época donde incrementan el caudal de los ríos y riachuelos. La precipitación promedio mensual alcanza a 51.1 mm. y anual 610.39 mm., siendo el rango de precipitaciones entre los 500 y 1200 mm/año; el tipo de clima para la ciudad de Ayacucho es templado sub húmedo (Municipalidad Provincial de Huamanga, 2009).

El clima de Ayacucho, cuenca accidentada, sin un río importante, con predominio de escarpes y pendientes, es el más adecuado para la salud; una estación seca y otra lluviosa, con cambio moderados de temperatura, lluvias momentáneas que permiten que el sol seque al suelo inmediatamente (Municipalidad Provincial de Huamanga, 2009).

3.2. Escala espacial del estudio:

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en las diferentes vías públicas donde circulan la mayor cantidad de vehículos motorizados tanto gasolineros como a diesel, los cuales son denominados zonas críticas de tránsito vehicular del distrito de Ayacucho; destacando las siguientes: Jr. Tres Máscaras, Jr. San Martín, Jr. Asamblea, Av. Independencia, Jr. Callao, Jr. Lima, Jr. Sol, Jr. Libertad, Jr. Garcilazo de la Vega, Av. Mariscal Cáceres y Av. Mariscal Castilla donde se realizaron los operativos de control de humos y emisiones gaseosas tóxicas.

Asimismo, se consideraron como lugares de ejecución a la Municipalidad Provincial de Huamanga, Gerencia de Servicios Públicos - Sub Gerencia de Transportes y al Laboratorio de Control Ambiental de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

3.3. Pasos metodológicos:

El presente trabajo de investigación es un estudio descriptivo (observación analítica), transversal (en el tiempo) y correlacional (para las variables). Básicamente el estudio comprendió 03 etapas.

Primero, destinado a la recolección de información general, revisión rápida de estudios realizados, textos, publicaciones oficiales, informes estadísticos, búsquedas por Internet de publicaciones electrónicas, entrevistas con especialistas en la evolución, control y monitoreo de emisiones gaseosas de

vehículos motorizados de combustión interna, visita a bibliotecas de instituciones relacionadas con el tema.

Segundo, consistió en la preparación de materiales y equipos para la recopilación de datos en campo y la toma propiamente dicha de éstos. Además, el diseño y ubicación en el plano catastral de las vías de tránsito consideradas como zonas críticas, en coordinación con la Sub Gerencia de Transportes de la Municipalidad Provincial de Huamanga y el Laboratorio de Control Ambiental de la Facultad de Ciencias Biológicas-Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. La recopilación de los datos de campo se basó en una muestra representativa de la población objeto de estudio, previo cálculo probabilístico del tamaño de la muestra.

Tercero, consistió en el procesamiento e interpretación de los datos recopilados para identificar las acciones estratégicas a implementar en futuro planes de Control y Monitoreo de los Gases Carbonados Emitidos por las unidades vehiculares motorizadas. Principalmente aquí se evaluó el nivel de correlación entre las variables: niveles de gases carbonados y características de las unidades vehiculares motorizadas.

3.4. Diseño Metodológico:

3.4.1. Universo y muestra:

a.- Universo:

El universo para el presente estudio lo constituyeron todas las unidades vehiculares motorizadas de la provincia de Huamanga; dentro de éste, la población en estudio lo constituyó las unidades vehiculares motorizadas de transporte público y privado del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga. El marco muestral de la población lo proporcionó el registro estadístico de la Sub Gerencia de Transporte Urbano de la Municipalidad Provincial de Huamanga y la Dirección Regional de Transportes.

Las unidades de análisis constituyeron cada uno de los vehículos motorizados.

b.- Muestra:

Se estableció un muestreo probabilístico estratificado con un tamaño de muestra de 385 unidades vehiculares motorizadas de transporte urbano distribuidas proporcionalmente según la cantidad de cada tipo de vehículo motorizado.

Para este trabajo de investigación se determinó según la fórmula:

$$n = \frac{N.Z^2.p.q}{(N - 1).E^2 + Z^2.p.q}$$

Donde:

n = Cantidad de muestra.

Z = Límite de confianza requerida para generar resultados, 95%.

p = proporción de aciertos.

q = proporción de desaciertos.

E = nivel de precisión para generalizar los resultados, 5%.

N = Cantidad de población.

Cuadro Nº 01: Número total de unidades vehiculares motorizadas a muestrearse.

Nº	TIPOS DE VEHICULOS	TOTAL
1.0	INTER URBANO	63
1.1	OMNIBUS	46
1.2	CAMIONETA RURAL	17
2.0	INTER DISTRITALES	19
3.0	MOTOTAXIS	170
4.0	AUTOMOVILES PRIVADOS	102
5.0	DISTRIBUIDORA Y TAXICARGA	31
	TOTAL	385

En el presente ítem se debe tener en cuenta las consideraciones siguientes:

- Exactitud y precisión de la medición.
- Trazabilidad según normas meteorológicas.
- Completitud temporal (captación de datos).
- Representatividad y cobertura espacial.
- Consistencia (entre sitio y sitio y en el tiempo).
- Comparabilidad y armonización internacional.

Por lo que en el diseño de la red de muestreo se consideraron cuatro puntos de muestreo para cada uno de los tipos de unidades vehiculares motorizadas, pudiéndose traslaparse en varios puntos.

3.4.2. Técnicas y procedimientos de recolección de información:

a. Técnica:

Es una técnica de referencia de observación directa e indirecta

b. Instrumento:

Se utilizó un equipo integrado de medición automática como el Gasómetro - Opacímetro con sensores automáticos.

c. Procedimiento general:

El procedimiento de medición de gases para vehículos motorizados fue desarrollado en el marco del protocolo del D.S. 047-2001-MTC, clasificándose éste según el tipo de vehículo motorizado, comprendiendo los detalles siguientes:

1era. Etapa: Preparación de la estación móvil

- La estación móvil estuvo conformado por personal capacitado (técnicos automotrices) en el control de emisiones en la vía pública en numero de 03 trabajadores, adscritos a la Sub Gerencia de Transportes y Circulación Vial; personal de apoyo como policías de tránsito y personal de la fiscalía especializada en prevención y protección del medio ambiente; camioneta pick up doble cabina 4 x 2 en forma permanente para poder trasladar al personal técnico, personal de apoyo y; los equipos necesarios que se requieran para realizar los operativos de control de emisiones en la vía pública, destinándose a realizar el control de emisiones en forma selectiva en la vía pública de acuerdo a un plan de trabajo determinado.
- Los técnicos automotrices fueron con experiencia en inspecciones vehiculares, ejecución de actividades de apoyo técnico en la verificación y resultados de las pruebas de protocolo según el D.S. 047-2001-MTC.
- Para las mediciones de gases emitidos por el tubo de escape de los vehículos en la vía pública se utilizó 01 equipo integrado Gasómetro - Opacímetro para vehículos motorizados homologado y calibrado.

- Se dispuso de un Generador de Energía Eléctrica portátil con una capacidad de 1500 Watts de Potencia, una extensión de cable eléctrico bipolar Nro 14 AWG con aislamiento para intemperie y con tomacorriente doble.
- Para la emisión de reportes de las mediciones efectuadas en la vía pública, es necesario un equipo informático de última generación; con software actualizado con base de datos de los vehículos intervenidos e impresora incorporada (URL16).

2da. Etapa: Medición de gases en la vía pública

- Estas verificaciones de control de humos, emisiones tóxicas y/o emisiones gaseosas en la vía pública se realizó de lunes a viernes en el horario de 7:45 a 15:30 horas y; en horarios a determinarse previo acuerdo con la Sub Gerencia de Transportes y Circulación Vial, evitando horas punta.
- Se notificaron e internaron en el Depósito Municipal a los vehículos contaminantes, según lo determine la Ordenanza Municipal.
- Las verificaciones de humos, emisiones tóxicas y/o emisiones gaseosas se realizó en forma inopinada y los lugares de operación se determinó el mismo día. Sin embargo las zonas más comunes fueron las vías públicas por las que circulan la mayor cantidad de vehículos tanto gasolineros como petroleros; además, en los Terminales de las Empresas. Las zonas comunes son las siguientes:
 - Jr. Tres Máscaras.
 - Jr. San Martín.
 - Jr. Asamblea.
 - Av. Independencia.
 - Jr. Callao.
 - Jr. Lima.

- Jr. Sol.
 - Jr. Libertad.
 - Jr. Garcilazo de la Vega.
 - Av. Mariscal Cáceres.
 - Av. Mariscal Castilla
- Se aplicó el control estático; es un procedimiento de medición de las emisiones de los gases, a la salida del tubo de escape de los vehículos automotores equipados con motores de encendido por chispa que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos. En el caso de vehículos con sistemas duales que permita el uso de dos combustibles, se realizarán dos pruebas, una con el vehículo funcionando a gasolina y otra con el vehículo funcionando a gas. El control estático constó de una inspección visual, una prueba en marcha de crucero a revoluciones elevadas y una prueba en ralentí a revoluciones mínimas; las tres etapas del control deben tomar un tiempo aproximado de 3 minutos.
 - De la misma manera para vehículos de encendido por compresión que usan combustible diesel se desarrolló el método de control estático que consta de una inspección visual y pruebas de aceleración libre, para medir la opacidad del humo proveniente del tubo de escape. La medición de las emisiones de humo se realizará, acelerando el motor desde su régimen de velocidad ralentí hasta su velocidad máxima sin carga, registrándose la medición de la emisión de humo durante el periodo de aceleración del motor.
 - Para los vehículos motorizados menores (mototaxis) también se desarrollo el método de control estático, considerando para los vehículos con motores de encendido por chispa-ciclo Otto de dos y cuatro tiempos, el monóxido de carbono y los hidrocarburos como datos de evaluación y; en el caso de los

encendidos por compresión, de cuatro tiempos se verificó el humo a través de la opacidad (URL16).

3ra Etapa: Procedimiento de medición

a) Inspección visual

Al iniciar el procedimiento de control de emisiones, se realizó una inspección visual del vehículo para verificar la existencia y/o adecuado funcionamiento de los componentes directamente involucrados con el sistema de control de emisiones. Esta inspección visual comprobó que:

- El aceite del motor del vehículo se encuentre a temperatura normal de operación (70-80°C) y que esté en su nivel normal de acuerdo a la varilla o bayoneta de control de nivel de aceite.
- El selector de transmisiones automáticas se encuentre en posición de estacionamiento (P) o neutral y en transmisiones manuales o semiautomáticas, esté en neutral y con el embrague sin accionar.
- El escape del vehículo se encuentre en perfectas condiciones de funcionamiento y que no tenga ningún agujero que pudiera provocar una dilución de los gases del escape o una fuga de los mismos.
- No exista presencia abundante de humo por el escape.
- Los dispositivos del vehículo listados a continuación se encuentren en buen estado y operando adecuadamente: Filtro de aire, tapones de depósito de aceite y del tanque de combustible, bayoneta del nivel del aceite del cárter y sistema de ventilación del cárter (URL16).

b) Prueba en marcha de cruceo a revoluciones elevadas (solo para vehículos a gasolina)

Se conectó el tacómetro del equipo de medición al sistema de ignición del motor del vehículo y efectuó una aceleración a $2,500 \pm 250$ revoluciones por minuto,

manteniendo éste durante un mínimo de 30 segundos. Si se observa emisión de humo negro (exceso de combustible no quemado) o azul (presencia de aceite en el sistema de combustión) y éste se presenta de manera constante por más de 10 segundos, no se debe continuar con el procedimiento de medición y se deberán dar por rebasados los Límites Máximos Permisibles. De no observarse emisión de humo negro o azul, se procedió a insertar la sonda del equipo al tubo de escape y bajo estas condiciones de operación, se procedió a determinar las lecturas (URL16).

c) Prueba en aceleración libre (solo para vehículos a diesel)

Con el motor operando en ralentí y sin carga, se inserta la sonda en el tubo de escape y luego se acciona el acelerador a fondo por 2 a 3 segundos, hasta obtener la intervención del gobernador y se suelta el pedal hasta que el motor regrese a la velocidad de ralentí y el opacímetro se estabilice en condiciones mínimas de lectura. La operación descrita deberá efectuarse seis veces como mínimo. El equipo registrará los valores máximos obtenidos en cada una de las aceleraciones sucesivas hasta obtenerlos cuatro valores consecutivos que se sitúen en una banda. El coeficiente de absorción a registrar será el promedio aritmético de las lecturas (URL16).

d) Prueba en ralentí a revoluciones mínimas (solo para vehículos a gasolina)

Se procedió a desacelerar el motor del vehículo a las revoluciones mínimas especificadas por su fabricante (no mayor a 1000 revoluciones por minuto), manteniendo éstas durante un mínimo de 30 segundos. Una vez estabilizada la lectura, se procedió a imprimir los valores obtenidos, para luego proceder a su registro (URL16).

e) Procedimiento administrativo del operativo (en prueba):

El vehículo que se encuentre circulando por la Ciudad de Ayacucho y se perciba una Contaminación Evidente, se procede a la notificación respectiva con detención de la Tarjeta de Propiedad con un plazo de 15 días para que realice el mantenimiento al vehículo y se aproxime a la Estación Fija (Depósito Municipal - Local de Maravillas) para la verificación de los humos.

Si el chofer se niega a recibir la notificación se procede a realizar la verificación de la contaminación evidente en el acto con los equipos de control de emisiones vehiculares, luego de comprobar la contaminación se procederá a poner la multa correspondiente 10 % de la UIT con internamiento en el depósito municipal con retención de la Tarjeta de propiedad y luego tendrá un plazo máximo de 15 días para que pueda regularizar el estado del vehículo y someterse a una nueva verificación de emisiones en la Estación Fija (Depósito Municipal - Local de Maravillas) (URL16).

Si un vehículo intervenido al que se ha verificado la contaminación evidente, es reincidente el mismo año, se le aplicará una multa del 20% de la UIT con internamiento en el depósito municipal y retención de la tarjeta de propiedad y nuevamente será notificado para que en un plazo máximo de 15 días regularice el estado del vehículo y someterse a una prueba de control de emisiones en el Depósito Municipal - Local de Maravillas (URL16).

Los procedimientos de trabajo de las mediciones tanto en la estación Fija como en la Estación Móvil están estipulados en los diagramas de flujo presentados en el anexo 19 y 20.

3.5. Técnicas y procedimientos de análisis:

Los datos recopilados en campo se validaron aplicando criterios detallados y sistemáticos para su posterior procesamiento e interpretación, para ello se considerarán dos factores: nivel de medición de variables e hipótesis formuladas,

además de la normativa peruana en límites máximos permisibles de emisiones gaseosas por vehículos motorizados, todo lo cual derivó en realizar las agrupaciones respectivas a unidades de medida similares y transferir a una matriz de datos para efectuar el análisis estadístico descriptivo e inferencial; se utilizó el paquete computacional estadístico SPSS, el cual comprendió la prueba de Kruskal-Wallis y Prueba de Correlación para determinar el tipo e intensidad de la relación entre los niveles de emisión de gases carbonados de los vehículos y las características de éstos. Los resultados se presentarán en cuadros, gráficos y tablas.

IV. RESULTADOS

Cuadro N° 02.- Frecuencia de vehículos a gasolina y petróleo según diferentes características, examinados en el distrito de Ayacucho, 2009.

VEHÍCULOS A GASOLINA									
Características del vehículo inspeccionado		Año de fabricación						Total	
		Hasta 1995		De 1996 a 2002		De 2003 en adelante			
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Tamaño del motor	2 tiempos	0	0,0	85	70,2	36	29,8	121	75,2
	4 tiempos	0	0,0	25	86,2	4	13,8	29	18,0
	Limpieza 1 turismo	5	45,5	4	36,4	2	18,2	11	6,8
Sistema de control de emisiones	Catalizador	5	50,0	3	30,0	2	20,0	10	6,2
	No catalizador	0	0,0	111	73,5	40	26,5	151	93,8
Tipo de vehículo	Automóvil privado	3	42,9	3	42,9	1	14,3	7	4,3
	Interurbano-camioneta rural	0	0,0	1	50,0	1	50,0	2	1,2
	Interurbano-ómnibus	2	100,0	0	0,0	0	0,0	2	1,2
	Mototaxi	0	0,0	110	73,3	40	26,7	150	93,2
Antigüedad (años)	De 3 a 6	0	0,0	0	0,0	42	100,0	42	26,1
	De 7 a 10	0	0,0	112	100,0	0	0,0	112	69,6
	Más de 10	5	71,4	2	28,6	0	0,0	7	4,3
TOTAL		161 (41.8%)							
VEHÍCULOS A DIESEL									
Tamaño del motor	4 tiempos	0	0,0	15	75,0	5	25,0	20	8,9
	Limpieza 1 turismo	65	49,2	57	43,2	10	7,6	132	58,9
	Limpieza 2 pesado	40	81,6	4	8,2	5	10,2	49	21,9
	Turbo 2 pesado	18	78,3	4	17,4	1	4,3	23	10,3
Tamaño del motor	Liviano	65	42,8	72	47,4	15	9,9	152	67,9
	Mediano	40	81,6	4	8,2	5	10,2	49	21,9
	Pesado	18	78,3	4	17,4	1	4,3	23	10,3
Tipo de vehículo	Automóvil privado	45	47,4	45	47,4	5	5,3	95	42,4
	Distribuidor y carga	18	58,1	4	12,9	9	29,0	31	13,8
	Interdistritales	12	66,7	6	33,3	0	0,0	18	8,0
	Interurbano-camioneta rural	11	73,3	3	20,0	1	6,7	15	6,7
	Interurbano-omnibus	37	82,2	7	15,6	1	2,2	45	20,1
	Mototaxi	0	0,0	15	75,0	5	25,0	20	8,9
Antigüedad (años)	De 3 a 6	0	0,0	0	0,0	21	100,0	21	9,4
	De 7 a 10	0	0,0	31	100,0	0	0,0	31	13,8
	De 11 a 14	15	23,4	49	76,6	0	0,0	64	28,6
	De 15 a 18	53	100,0	0	0,0	0	0,0	53	23,7
	De 19 a 22	24	100,0	0	0,0	0	0,0	24	10,7
	Más de 22	31	x	0	0,0	0	0,0	31	13,8
TOTAL		224 (58.2%)							

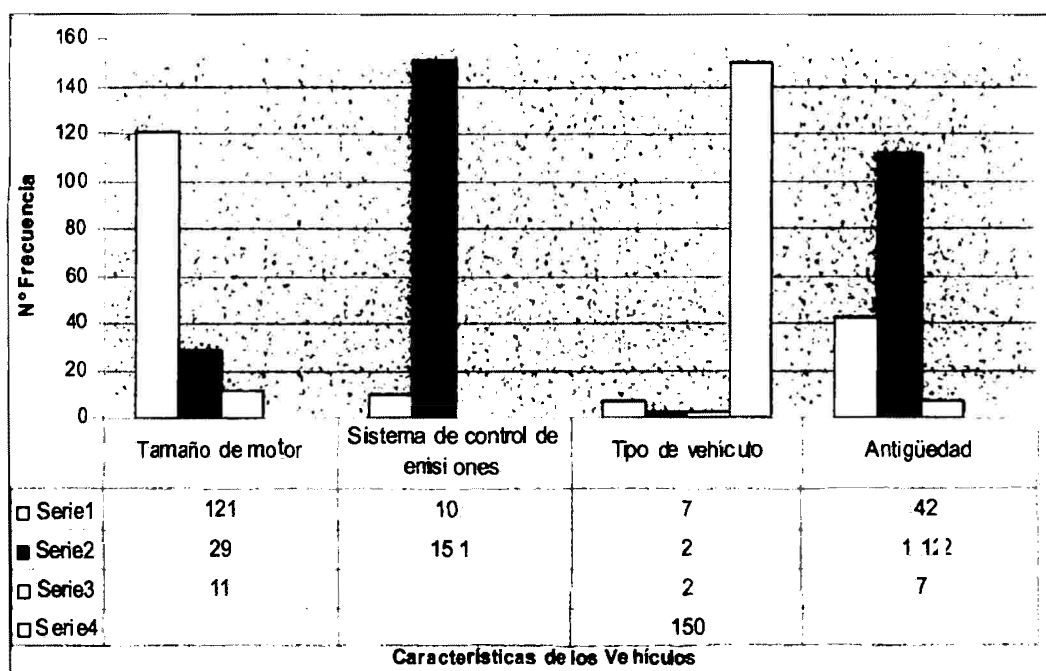


Gráfico 01.- Frecuencia de los vehículos gasolineros examinados según sus características, en el distrito de Ayacucho, 2009.

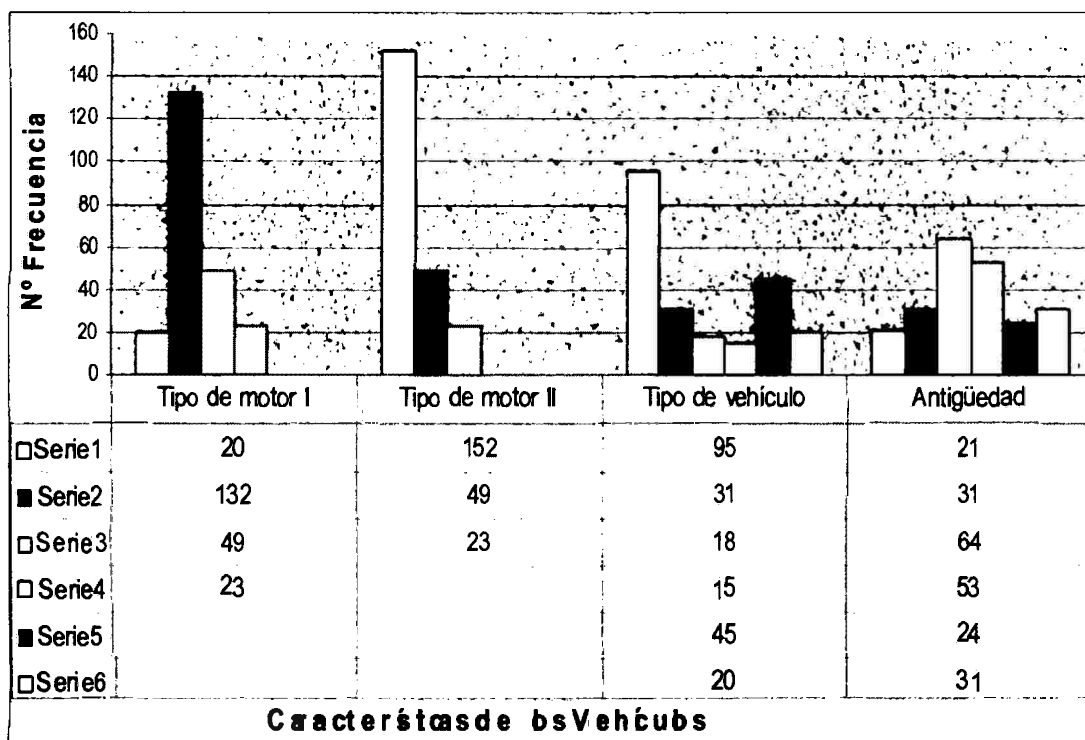
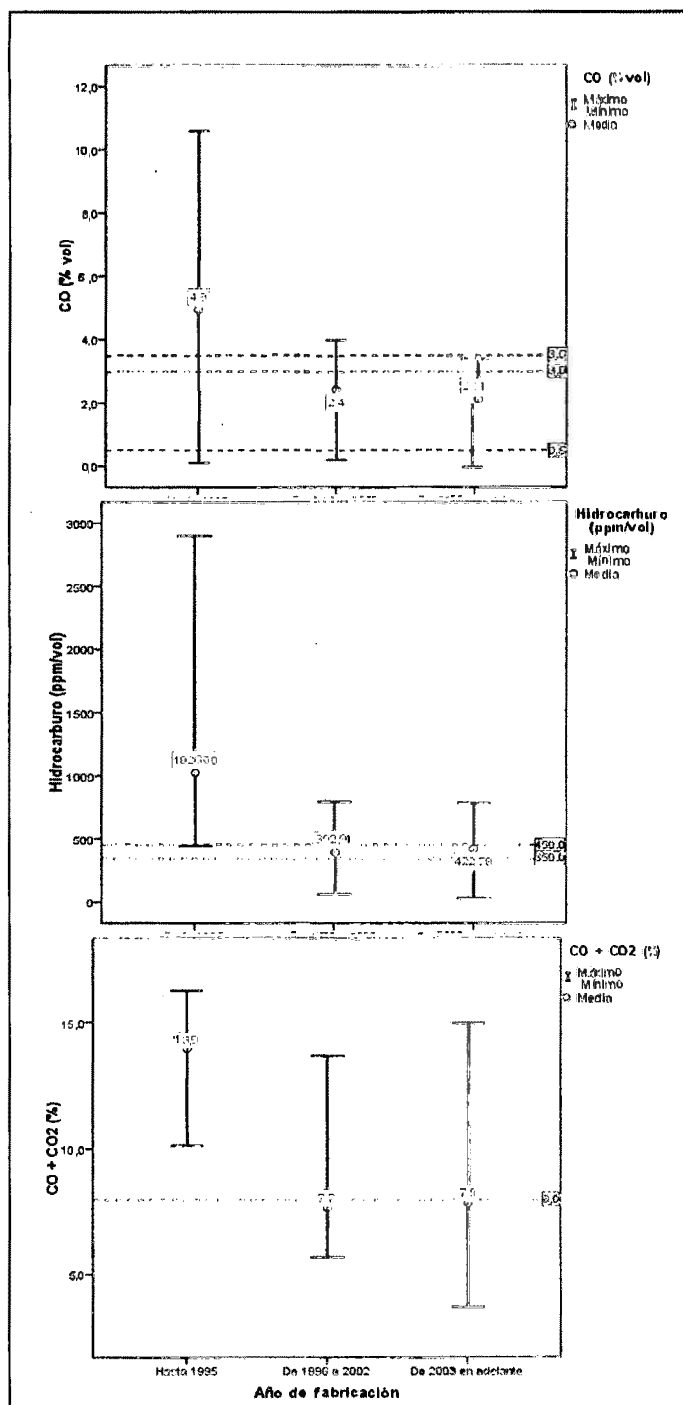


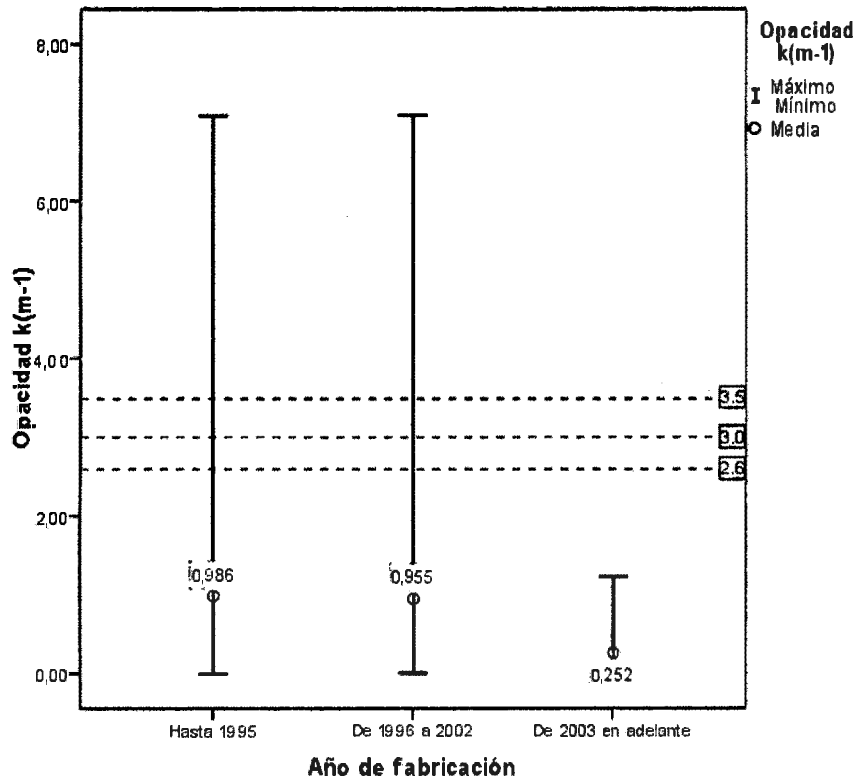
Gráfico 02.- Frecuencia de los vehículos a diesel examinados según sus características, en el distrito de Ayacucho, 2009.



—————: Límite máximo permisible para vehículos motorizados con año de fabricación hasta 1995 en adelante
 - - - - -: Límite máximo permisible para vehículos motorizados con año de fabricación de 1996 en adelante
: Límite máximo permisible para vehículos motorizados con año de fabricación de 2003 en adelante

CO (% vol) : $X^2 = 9,378$; GL=2; P = 0,009
 Hidrocarburo (ppm) : $X^2 = 10,636$; GL=2; P = 0,005
 CO + CO₂ (% mínimo) : $X^2 = 16,529$; GL=2; P = 0,000

Gráfico 03.- Niveles promedios de gases carbonados emitidos por las unidades vehiculares motorizadas a gasolina según antigüedad, distrito de Ayacucho 2009.



-----: Límite máximo permisible para vehículos motorizados con año de fabricación hasta 1995 en adelante
 -----: Límite máximo permisible para vehículos motorizados con año de fabricación de 1996 en adelante
 -----: Límite máximo permisible para vehículos motorizados con año de fabricación de 2003 en adelante

Opacidad (ppm) : $X^2 = 8,865$; GL=2: P=0,012

Gráfico 04.- Niveles promedios de opacidad emitidos por las unidades vehiculares motorizadas a diesel según año de fabricación, distrito de Ayacucho 2009.

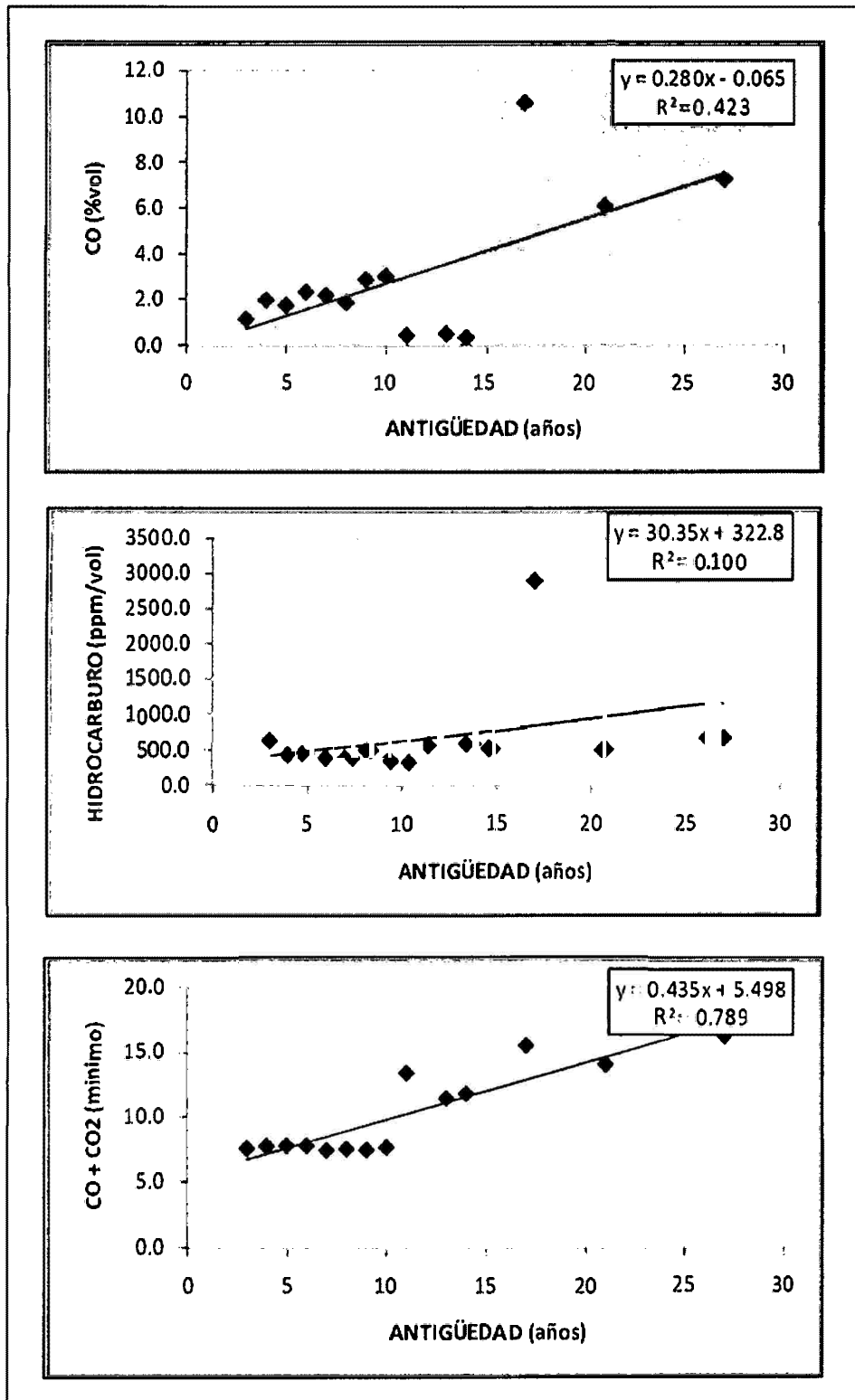


Gráfico 05.- Línea de regresión y coeficiente de determinación del nivel de gases carbonados emitidos por las unidades vehiculares motorizadas a gasolina según antigüedad, distrito de Ayacucho 2009.

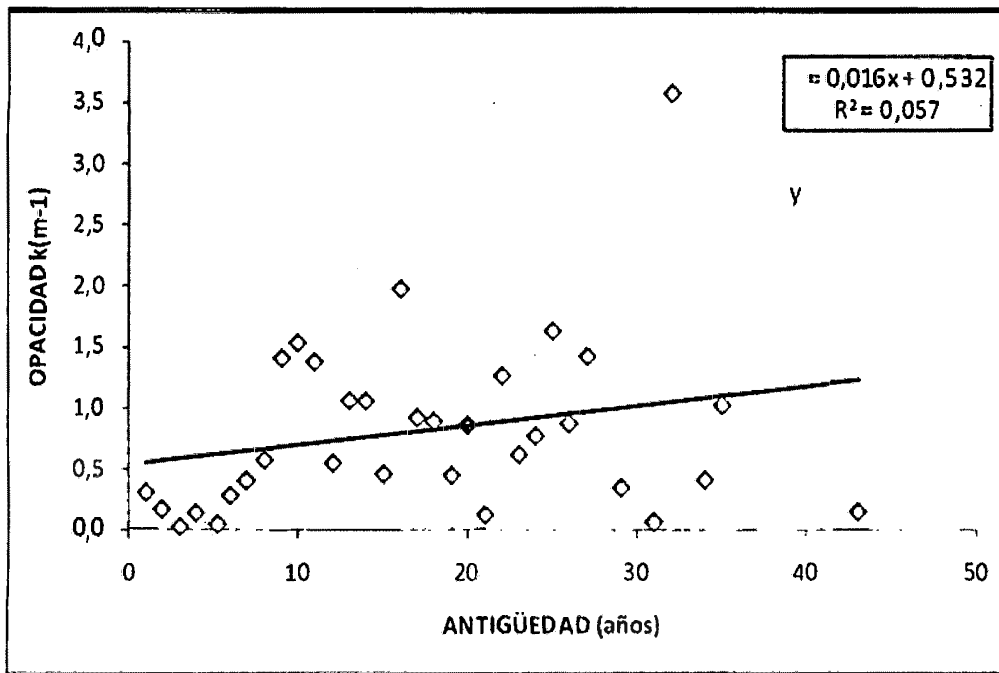
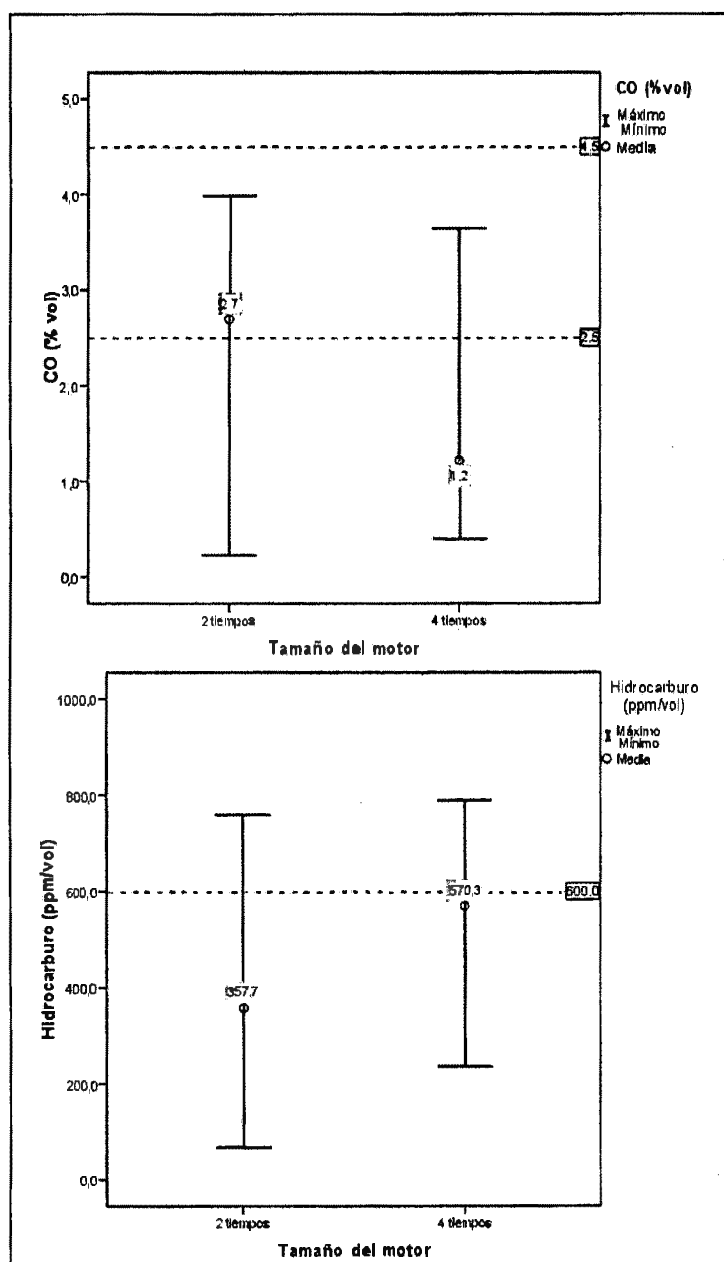


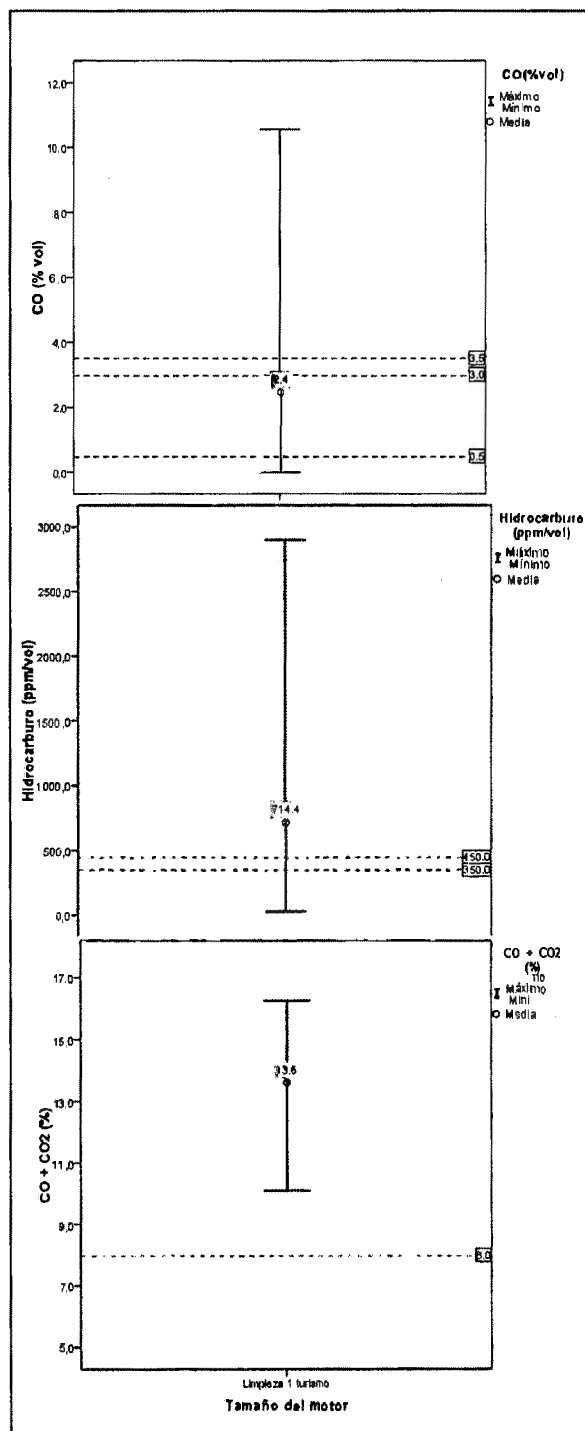
Gráfico 06.- Línea de regresión y coeficiente de determinación del nivel de gases carbonados emitidos por las unidades vehiculares motorizadas a diesel según antigüedad, distrito de Ayacucho 2009.



-----: Límite máximo permisible para mototaxis de cuatro tiempos
 - - - - -: Límite máximo permisible para mototaxis de dos tiempos

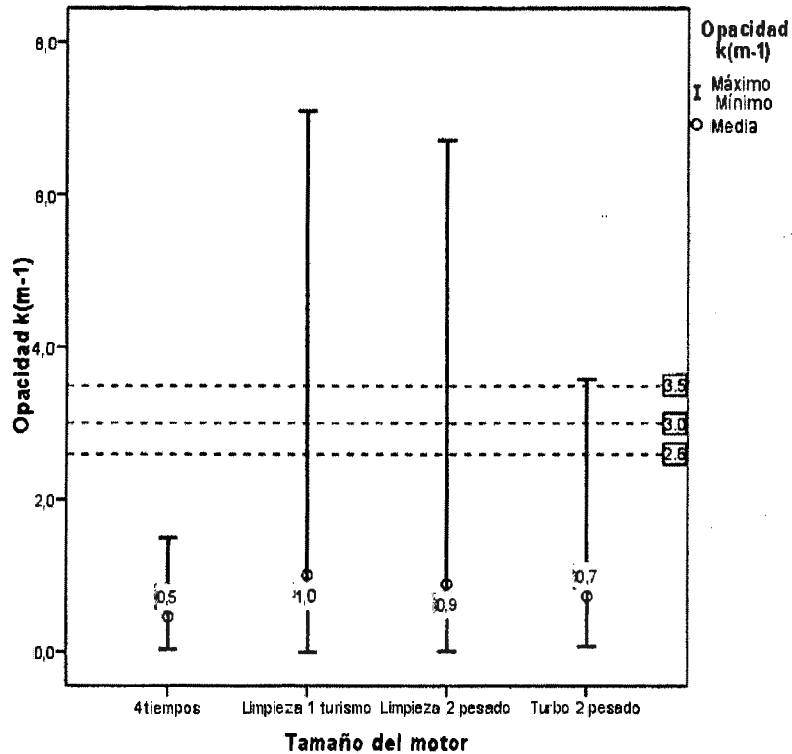
CO(%vol) : U=447,500; Z= -6,221; P= 0,000
 Hidrocarburo (ppm) : U=663,500; Z= -5,192; P=0,000

Gráfico 07.- Niveles promedios de monóxido de carbono e hidrocarburos emitidos por los vehículos menores mototaxis a gasolina según el tamaño del motor distrito de Ayacucho 2009.



- : Límite máximo permisible para vehículos motorizados con año de fabricación hasta 1995 en adelante.
- : Límite máximo permisible para vehículos motorizados con año de fabricación de 1996 en adelante.
- : Límite máximo permisible para vehículos motorizados con año de fabricación de 2003 en adelante

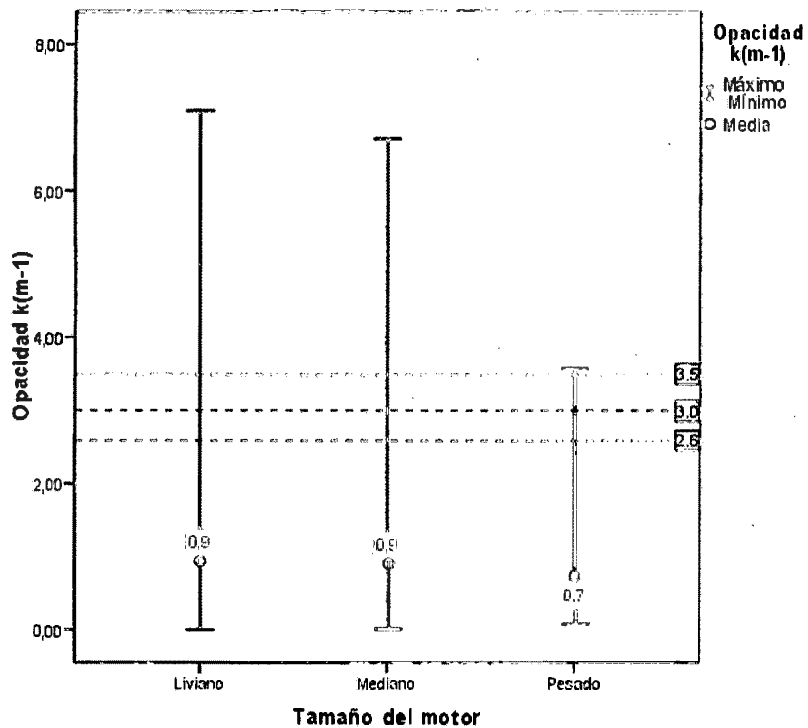
Gráfico 08.- Niveles promedios de monóxido de carbono, hidrocarburos monóxido carbono con dióxido de carbono emitidos por las unidades vehiculares motorizadas mayores a gasolina según el tamaño del motor limpieza 1 turismo, distrito de Ayacucho 2009.



- : Límite máximo permisible para vehículos motorizados con año de fabricación de 1996 en adelante.
- : Límite máximo permisible para vehículos motorizados con año de fabricación hasta 1995 en adelante.
- : Límite máximo permisible para vehículos motorizados con año de fabricación de 2003 en adelante.

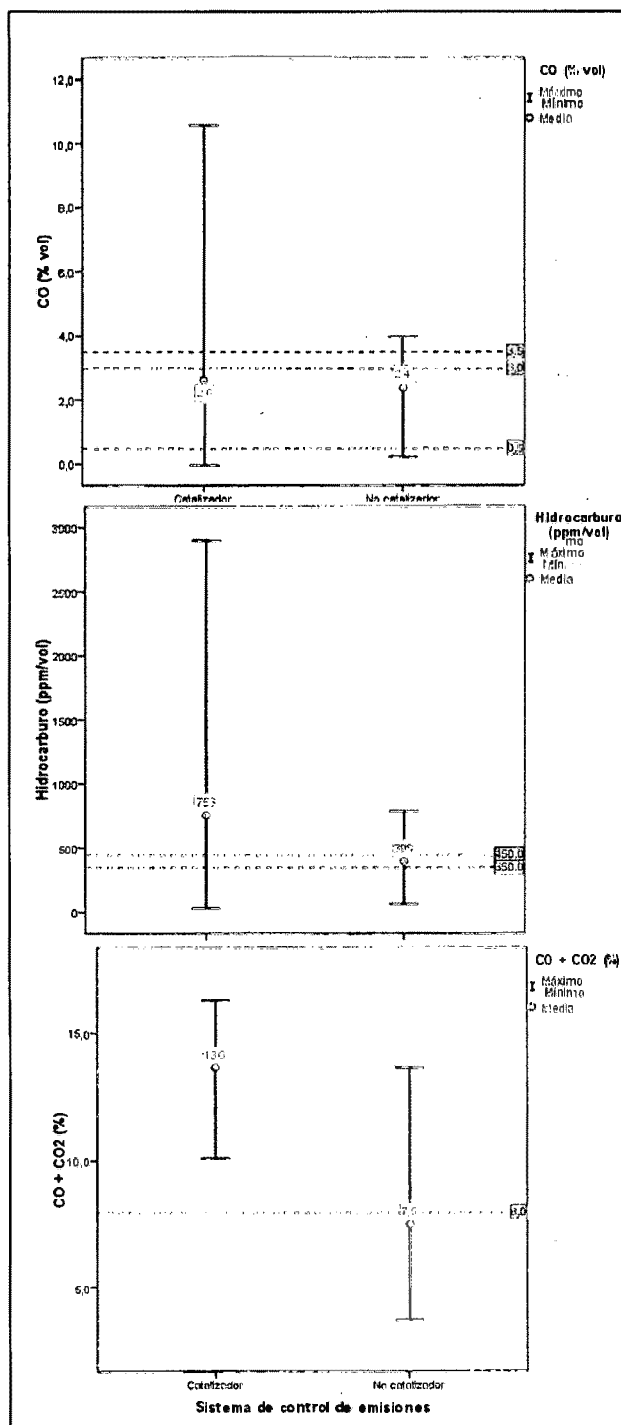
Opacidad (ppm) : $X^2 = 2,265$; GL=3: P=0,519

Gráfico 09.- Niveles promedios de opacidad emitidos por las unidades vehiculares motorizadas a diesel según el tamaño del motor clasificación I, distrito de Ayacucho 2009.



Opacidad (ppm) : $X^2 = 1,596$; GL=2: P=0,450

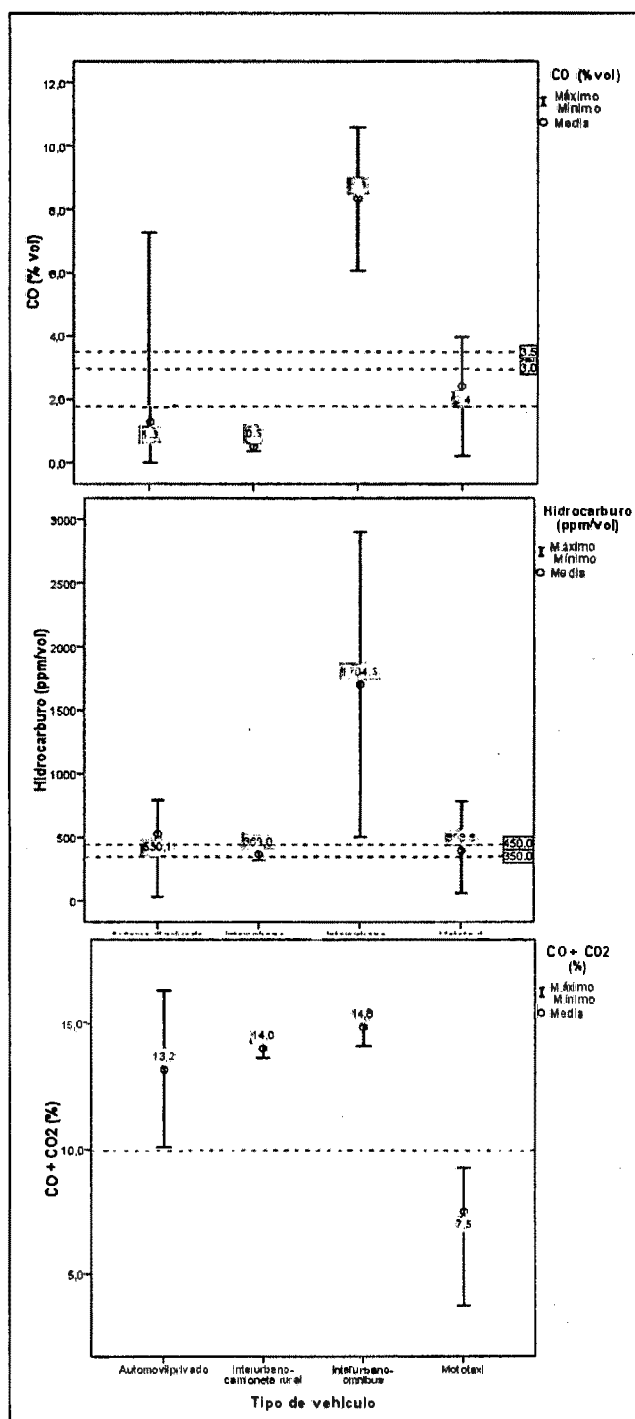
Gráfico 10.- Niveles promedios de opacidad emitidos por las unidades vehiculares motorizadas a diesel según el tamaño del motor clasificación II, distrito de Ayacucho 2009.



————: Limite máximo permisible para vehículos motorizados con año de fabricación hasta 1995 en adelante
 - - - - -: Limite máximo permisible para vehículos motorizados con año de fabricación de 1996 en adelante
 ······: Limite máximo permisible para vehículos motorizados con año de fabricación de 2003 en adelante

CO (% vol)	: U=471,000;	W = 526,000;	Z = -1,989;	P = 0,047
Hidrocarburo (ppm)	: U=353,000;	W = 11829,000;	Z = -2,816;	P = 0,005
CO+CO ₂ (% mínimo)	: U=5,000;	W = 11481,000;	Z = -5,254;	P = 0,000

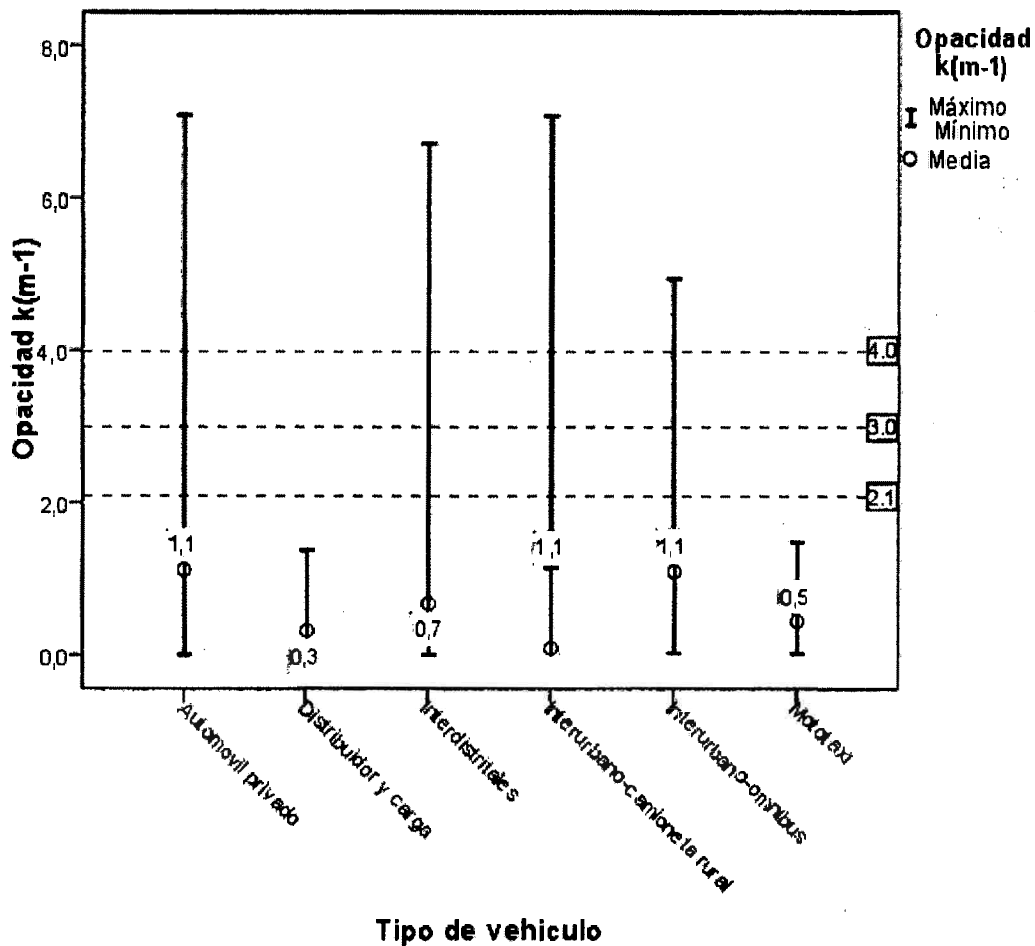
Gráfico 11.- Niveles promedios de monóxido de carbono, hidrocarburos monóxido carbono con dióxido de carbono emitidos por las unidades vehiculares motorizadas mayores a gasolina según el sistema de control de emisiones, distrito de Ayacucho 2009.



-----: Límite máximo permisible para vehículos motorizados con año de fabricación hasta 1995 en adelante
 -----: Límite máximo permisible para vehículos motorizados con año de fabricación de 1996 en adelante
 -----: Límite máximo permisible para vehículos motorizados con año de fabricación de 2003 en adelante

CO (% vol) : $X^2 = 19,549$; GL=3; P=0,000
 Hidrocarburo (ppm) : $X^2 = 9,277$; GL=3; P=0,026
 CO + CO₂ (% mínimo) : $X^2 = 30,574$; GL=3; P=0,000

Gráfico 12.- Niveles promedios de monóxido de carbono, hidrocarburos monóxido carbono con dióxido de carbono emitidos por las unidades vehiculares motorizadas mayores a gasolina según el tipo de vehículo, distrito de Ayacucho 2009.



-----: Límite máximo permisible para vehículos motorizados con año de fabricación hasta 1995 en adelante
 -----: Límite máximo permisible para vehículos motorizados con año de fabricación de 1996 en adelante
 -----: Límite máximo permisible para vehículos motorizados con año de fabricación de 2003 en adelante

Opacidad $k(m^{-1})$: $X^2 = 9,173$; GL = 5; $P = 0,102$

Gráfico 13.- Niveles promedios de opacidad emitidos por las unidades vehiculares motorizadas mayores a diesel según el tipo de vehículo, distrito de Ayacucho 2009.

Cuadro N° 03.- Frecuencia de unidades vehiculares mayores a gasolina de acuerdo a la calificación de los niveles de gases carbonados emitidos, distrito de Ayacucho 2009.

GASES CARBONADOS	CALIFICACIÓN	Año fabricación						Subtotal	
		Hasta 1995		De 1996 a 2002		De 2003 en adelante		N°	%
		N°	%	N°	%	N°	%		
CO(% vol)	Dentro del límite máximo permisible	2	40,0	4	100,0	2	100,0	8	72,7
	Fuera del límite máximo permisible	3	60,0	0	0,0	0	0,0	3	27,3
Hidrocarburo (ppm)	Dentro del límite máximo permisible	1	20,0	1	66,0	1	50,0	3	27,3
	Fuera del límite máximo permisible	4	80,0	3	34,0	1	50,0	8	72,7
CO+CO ₂ (%)	Dentro de límite máximo permisible	0	100,0	0	88,5	0	0,0	0	0,0
	Fuera del límite máximo permisible	5	0,0	4	11,5	2	100,0	11	100,0
TOTAL DE CALIFICACIONES								33	100,0
Dentro del límite max. Permisible								11	33,3
Fuera del límite max. Permisible								22	66,7

Cuadro N° 04.- Frecuencia de vehículos menores con motores de dos tiempos que usan gasolina-aceite como combustible, de acuerdo a la calificación de los niveles de gases carbonados emitidos, distrito de Ayacucho 2009.

GASES CARBONADOS	CALIFICACIÓN	FRECUENCIA	
		N°	%
CO (%vol)	Dentro del límite máximo permisible	49	40.5
	Fuera del límite máximo permisible	72	59.5
Hidrocarburo (ppm)	Dentro del límite máximo permisible	121	100
	Fuera del límite máximo permisible	0	0
TOTAL DE CALIFICACIONES		242	100
Dentro del límite max. Permisible		170	70.2
Fuera del límite max. Permisible		72	29.8

Cuadro N° 05.- Frecuencia de vehículos menores con motores de cuatro tiempos que usan gasolina como combustible, de acuerdo a la calificación de los niveles de gases carbonados emitidos, distrito de Ayacucho 2009.

GASES CARBONADOS	CALIFICACIÓN	FRECUENCIA	
		Nº	%
CO (%vol)	Dentro del límite máximo permisible	29	100
	Fuera del límite máximo permisible	0	0
Hidrocarburo (ppm)	Dentro del límite máximo permisible	15	51.7
	Fuera del límite máximo permisible	14	48.3
TOTAL DE CALIFICACIONES		58	100
Dentro del límite max. Permisible		44	75.9
Fuera del límite max. Permisible		14	24.1

Cuadro N° 06.- Frecuencia de unidades motorizadas a gasolina de acuerdo a la calificación de los niveles de gases carbonados emitidos, distrito de Ayacucho 2009.

GASES CARBONADOS	CALIFICACIÓN	Frecuencia	
		Nº	%
CO (%vol)	Dentro del límite máximo permisible	86	53.4
	Fuera del límite máximo permisible	75	46.6
Hidrocarburo (ppm)	Dentro del límite máximo permisible	139	86.3
	Fuera del límite máximo permisible	22	13.7
CO+ CO2 (%)	Dentro de límite máximo permisible	0	0.0
	Fuera del límite máximo permisible	11	100.0
TOTAL DE CALIFICACIONES		333	100.0
Dentro del límite max. Permisible		225	67.6
Fuera del límite max. Permisible		108	32.4

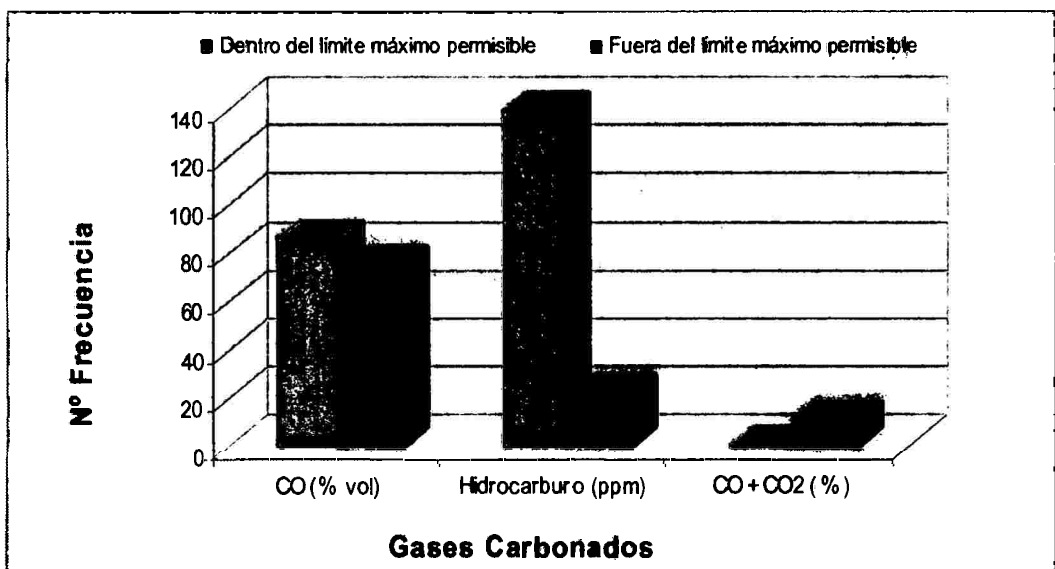


Gráfico 14.- Frecuencia de unidades motorizadas a gasolina según la calificación de los niveles de gases carbonados, distrito de Ayacucho 2009.

Cuadro N° 07.- Frecuencia de unidades vehiculares mayores a diesel de acuerdo a la calificación de los niveles de opacidad registrados, distrito de Ayacucho 2009.

GASES CARBONADOS	CALIFICACIÓN	Año fabricación						Subtotal	
		Hasta 1995		De 1996 a 2002		De 2003 en adelante		N°	%
		N°	%	N°	%	N°	%		
Opacidad K (m-1)	Dentro del límite máximo permisible	112	91.1	55	84.6	16	100	183	89.7
	Fuera del límite máximo permisible	11	8.9	10	15.4	0	0	21	10.3
TOTAL DE CALIFICACIONES								204	100
Dentro del límite max. Permisible								183	89.7
Fuera del límite max. Permisible								21	10.3

Cuadro N° 08.- Frecuencia de vehículos menores con motores de cuatro tiempo que usan diesel como combustible, de acuerdo a la calificación de los niveles de opacidad registrados, distrito de Ayacucho 2009.

GASES CARBONADOS	CALIFICACIÓN	FRECUENCIA	
		N°	%
Opacidad K (m-1)	Dentro del límite máximo permisible	20	100.0
	Fuera del límite máximo permisible	0	0.0
TOTAL DE CALIFICACIONES		20	100.0
Dentro del límite max. Permisible		20	100.0
Fuera del límite max. Permisible		0	0.0

Cuadro N° 09.- Frecuencia de unidades vehiculares motorizadas a diesel, de acuerdo a la calificación de los niveles de opacidad registrados, distrito de Ayacucho 2009.

GASES CARBONADOS	CALIFICACIÓN	Frecuencia	
		N°	%
Opacidad K (m-1)	Dentro del límite máximo permisible	203	90.6
	Fuera del límite máximo permisible	21	9.4
TOTAL DE CALIFICACIONES		224	100.0
Dentro del límite max. Permisible		203	90.6
Fuera del límite max. Permisible		21	9.4

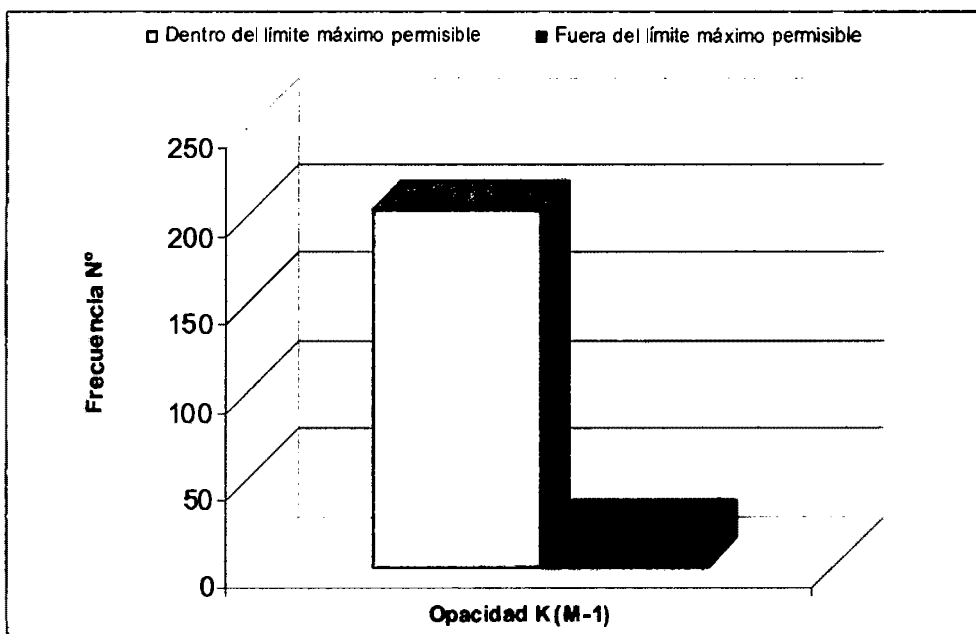


Gráfico 15.- Frecuencia de unidades vehiculares motorizadas a diesel según la calificación de los niveles de opacidad, distrito de Ayacucho 2009.

% posee mas de 10 años y en los a diesel el 76.8 % igualmente tiene más de 10 años; demostrando complementariamente a lo señalado anteriormente, que la contribución en el incremento de los niveles de contaminación atmosférica en el distrito de Ayacucho, en los vehículos gasolineros es debido al tipo de vehículo y motor, siendo este mototaxi de dos tiempos, que genera mayor grado de combustión incompleta y congestionamiento y; en los vehículos a diesel es debido a la antigüedad, no correspondiendo a la vida útil de 8 a 10 años recomendado por diversas instituciones; lo manifestado concuerda con Gusukuma, (2007) y Guzmán y Aguirre, (2001); quienes muestran resultados similares.

Complementando a lo expresado en el cuadro 02, se muestra el gráfico 01 y 02, de resultados similares a Guzmán y Aguirre, (2001) y Gusukuma, (2007); donde se demuestra la variabilidad ascendente o descendente de la distribución de frecuencias, avizorando en el primer gráfico, de vehículos a gasolina, cuya distribución de frecuencia es descendente con respecto al tamaño de motor una tendencia a la aparición de nuevas tecnologías de motor en correspondencia a la frecuencia ascendente, de las características vehiculares sistema de control de emisiones y tipo de vehículo, justificando el crecimiento de la importación tecnológica con sistemas automotrices variables y versátiles a los requerimientos del agente demandante; en el segundo gráfico, de vehículos a diesel, una distribución descendente de la frecuencia en las características vehiculares tamaño de motor 1 y 2 evidencian que la tecnología automotriz se circunscribe principalmente en el desarrollo del motor, generando una gama uniforme de motores comerciales y la disminución y/o desaparición de otros, concordante con la característica tipo de vehículo y la antigüedad, pero en éste último en menor grado, evidenciando una renovación medianamente significativa.

Los niveles promedios de los gases carbonados (monóxido de carbono, hidrocarburos y el complejo monóxido de carbono y dióxido de carbono) emitidos por los vehículos gasolineros, analizado según su antigüedad como se muestra en el gráfico 03 demostraron para el caso del monóxido de carbono una tendencia donde cuanto mas antigüedad tiene la unidad, la cantidad de monóxido de carbono (CO) emitido se incrementa, es así que aquellos que tienen un año de fabricación del 2003 en adelante muestran un promedio de 2.1 de CO (%vol), para el año de fabricación de 1996 a 2002 es de 2.4 (%vol) y aquellos de año de fabricación hasta 1995 es de 4.9 (%vol), sobrepasando esta media todos los límites máximos permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial establecido en el Decreto Supremo N° 047-2001-MTC. Al realizar la comparación estadística mediante el método de Kruskal –Wallis, se halló que existe diferencia significativa ($P < 0.05$) entre las tres categorías de antigüedad, siendo los vehículos con una antigüedad mayor a 10 años los que presentan los mayores valores. Esto se explica, como señala la literatura De Nevers, (1998); que existe una variación considerable en el patrón de las emisiones de gases carbonados por los vehículos a gasolina en relación a la antigüedad ya que se presenta la inadecuada captación de oxígeno generándose una combustión incompleta debido a la disminución de la eficiencia del motor, disminución de la eficiencia del vehículo en general como la limpieza de las emisiones; por lo que se viene estableciéndose a nivel mundial el programa de mejora de la calidad del aire urbano a través del retiro de las unidades de transporte público con más de 20 años de antigüedad.

Para los niveles de hidrocarburos (HC), la tendencia es la misma que en el caso anterior, es mayor la emisión de la unidad vehicular cuanto mayor es la antigüedad. Las unidades vehiculares con año de fabricación del 2003 en adelante muestran un promedio de 422.8 ppm/vol, de 1996 al 2002 es de 389.6

ppm/vol y aquellos con año de fabricación hasta 1995 sobrepasan los límites máximos permisibles contemplados. El análisis de Kruskal –Wallis determinó la existencia de significancia estadística ($P < 0.05$), lo que evidencia que existe diferencia entre las tres categorías de antigüedad (año de fabricación), donde los de fabricación hasta 1995 presentan los mayores valores. Gerard (1999) presenta resultados similares manifestando que la presencia de los hidrocarburos se señala en las emisiones gaseosas vehiculares van en forma ascendente a lo largo de su vida útil, no obstante ser mantenidas, produciendo al termino de éste, en los vehículos reparados (antiguos), componentes incombustibles en la mezcla o reacciones intermedias del proceso de combustión en el sistema de alimentación de aire y combustible; esta característica llega a tener un costo-beneficio mayor que todo el programa de reformulación de gasolinas y adición de oxigenados, si bien estos últimos, al sustituir a los aromáticos, tienen efecto benéfico pero la antigüedad y/o afinamiento para obtener más potencia se convierten en grandes contaminadores.

Para los niveles en conjunto de monóxido de carbono y dióxido de carbono ($\text{CO} + \text{CO}_2$, % mínimo), la tendencia de emisión es semejante, mayor cuanto mas antigüedad tiene el vehículo motorizado, con un promedio mínimo de 7.85 %vol para los vehículos con año de fabricación del 2003 para adelante y con un máximo de 13.52 (%vol, mínimo) para aquellos con año de fabricación hasta 1995, sobrepasando éste último el límite máximo permisible establecido en la normativa Decreto Supremo N° 047-2001-MTC. Al realizar la prueba de Kruskal-Wallis se halló que existe diferencia estadística ($P < 0.05$), siendo los vehículos con año de fabricación hasta 1995 los que mayores valores de CO y CO_2 presentan. Siendo un complejo unido para fines metodológicos de la norma, la tendencia de su comportamiento es idéntico a los gases señalados en párrafos

anteriores, ratificando que el incremento de la producción de monóxido de carbono se debe al desequilibrio de la relación aire-combustible, inadecuado grado de mezclado aire-combustible y la variación de las temperaturas en las paredes del cilindro de combustión. En cuanto al dióxido de carbono es el producto normal de la combustión de todos los compuestos orgánicos contenidos en la gasolina, cuanto mayor se produzca sea la cantidad de oxígeno y la mezcla uniforme mayor será la producción de este gas. El motor funciona correctamente cuando el CO_2 está a su nivel más alto, este valor porcentual se ubica entre el 12 al 15 %; es un excelente indicador de la eficiencia de la combustión, todo lo manifestado es concordante con lo precisado por Calvimontes, (2003).

En los niveles promedios de opacidad generados por las unidades vehiculares motorizadas a diesel según el año de fabricación, como observa en el gráfico 04, destaca el hecho de que las unidades con año de fabricación del 2003 en adelante muestran los valores mínimos con un promedio de $0.252 \text{ km (m}^{-1}\text{)}$ incrementándose para mayores antigüedades, habiéndose obtenido el máximo valor de 0.986 para vehículos con año de fabricación hasta 1995. Según la prueba de Kruskal-Wallis existe diferencia estadística significativa ($P < 0.05$); sin embargo, en el marco de la normativa Decreto Supremo N° 047-2001-MTC ninguno de los valores obtenidos sobrepasa los límites máximos permisibles.

La opacidad está directamente relacionada a una magnitud derivada de la transmitancia del humo y/o contaminantes emitidos por los tubos de escape de los vehículos a diesel; en la evaluación, los instrumentos de medición diseñados para medir la opacidad, establecen lecturas de escala a partir de una relación entre la intensidad de radiación transmitida por un material absorbente y la intensidad de radiación proveniente de una fuente de radiación visible; asimismo la emisión del humo es producto de la combustión incompleta, generándose

principalmente hidrocarburos no quemados, dióxido de carbono y monóxido de carbono como se señala en la referencia bibliográfica URL7; entonces los vehículos inspeccionados si bien es cierto que muestran una correlación con la antigüedad, sin embargo, mantienen los límites máximos permisibles debido a que su periodo de vida útil es vigente, además del adecuado mantenimiento y conservación del vehículo; la contribución en las emisiones atmosféricas contaminantes no es significativa con respecto a la antigüedad.

Al realizar el análisis de regresión correlación de los niveles de gases carbonados emitidos por las unidades vehiculares motorizadas a gasolina según la antigüedad, como se muestra en el gráfico 05, se halló significativas relaciones directas para dos de los tres parámetros de evaluación establecidos en la normativa Decreto Supremo N° 047-2001-MTC como son los gases monóxido de carbono y el complejo monóxido de carbono más dióxido de carbono; como se puede apreciar para el CO, la mayor antigüedad genera mayor cantidad de emisión de dicho gas, con un coeficiente de determinación de 0.423 que en cierta forma nos indica que existe una relación regular de asociación entre variables con respecto a la regla de correlación lineal directa perfecta entre las dos variables que prevé un coeficiente de $R=1$ como señala Wayne, (2001); demostrándose que la antigüedad del parque automotor de la ciudad contribuye en la generación de monóxido de carbono con una intensidad de correlación superior al 50% y; que el proceso de combustión eficiente y completa se asocia también con esta variable.

Para el nivel de hidrocarburo emitido, se puede observar que existe una mínima relación directa con la antigüedad del vehículo, mostrando un coeficiente de determinación de 0.100; evidenciando que la emisión de hidrocarburos por el parque automotor de la ciudad de Ayacucho no depende exclusivamente de la variable antigüedad, mas aun su contribución es alrededor de 32% con respecto

a la intensidad de correlación y; que el proceso de combustión incompleta emite hidrocarburos debido a diversos factores, siendo uno de ellos la variable antigüedad como señala Calvimontes, (2003).

Para el conjunto de monóxido y dióxido de carbono, se puede observar que existe una buena relación directa con la antigüedad del vehículo, es así que el coeficiente de determinación de 0.789 se halla cercano a la unidad, indicando una relación directa y perfecta entre las dos variables. Evidenciando que en el proceso de combustión la producción del complejo monóxido de carbono-dióxido de carbono tiene como factor preponderante la variable antigüedad y; consiguientemente el parque automotor es el mayor generador de éstos gases cuanto más transcurre su vida útil, no obstante su mantenimiento como señala Calvimontes, (2003).

En los promedios de CO emitidos por los vehículos en función del tamaño de motor (2 y 4 tiempos) como se muestra en el gráfico 07, destaca el hecho que los vehículos mototaxis con un tamaño de motor 2 tiempos sobrepasan los límites máximos permisibles de 2.5 (%vol.), puesto que en promedio tiene 2.7 (% vol.); mientras que los vehículos mototaxis de tamaño de motor de cuatro tiempos no sobrepasan el límite máximo permisible de 4.5 (%vol.), alcanzando un valor de 1.2 (%vol.), un poco más del doble del valor promedio obtenido por los vehículos de tamaño de motor de 02 tiempos. Este hecho evidencia lo que teóricamente se precisa en De Nevers, (1998) que el proceso de combustión en los motores de dos tiempos es menos eficiente debido a la presencia combinante de gasolina más aceite de dos tiempos a diferencia del motor de cuatro tiempos donde se utiliza exclusivamente gasolina, generando un poder calorífico adecuado para alcanzar el proceso de combustión completa.

Mackenzie y Masten, (2005) manifiestan que la eficiencia de los motores Otto se ve limitada por varios factores, entre otros los que destaca la pérdida de energía

por la fricción y la refrigeración que es diferenciada entre ambos tipos motor a razón de la mezcla aire – combustible - aceite. Además el nombre lo recibe por el ciclo de combustión que en el de cuatro tiempos comprende admisión, compresión, potencia y expulsión mientras en el de dos tiempos la admisión y expulsión son simultáneas, la potencia es tenue además de la compresión.

En los niveles de hidrocarburo, se observa que los vehículos mototaxis con un tamaño de motor de 2 tiempos alcanza un valor de 357.70 (ppm/vol.) sin sobrepasar el límite máximo permisible en forma semejante que el de tamaño de motor de 4 tiempos cuyo valor es 570.30 (ppm/vol.). La emisión de hidrocarburos por los tubos de escape de los vehículos gasolineros se da alrededor del 50% del total que emite por otros medios del mismo vehículo, ello complementario al adecuado estado de conservación y/o funcionamiento constituye la razón por el cual no sobrepasa los límites máximos permisibles. El valor promedio emitido en hidrocarburos por los motores de cuatro tiempos de 570.3 (ppm/vol.) es superior al de dos tiempos de 357.7 (ppm/vol.) a razón de que el proceso de combustión en el primero es el resultado de la extinción de la llama donde se genera los componentes incombustibles de la mezcla; los lubricantes normales de hidrocarburos de motor no pueden soportar temperaturas muy arriba de 121-149°C, durante largos periodos de tiempo, descomponiéndose o existen reacciones intermedias de proceso de combustión, las cuales son también responsables de la producción de aldehídos y fenoles, mientras en el segundo la combustión es ineficiente generando una combustión con gran cantidad emisiones por el tubo de escape en la forma de monóxido de carbono, todo lo cual confirma lo manifestado por Mackenzie y Masten, (2005). Asimismo, en general al realizar la prueba estadística de Mann-Whitney y de Wilcoxon existe diferencia significativa entre los dos grupos de tipos de motor

demostrando que cada motor es un nivel de tecnología que genera emisiones de gases carbonados característicos a su proceso de combustión.

Como se observa en el gráfico 08, los niveles promedios de monóxido de carbono con respecto al tamaño de motor limpieza 1 turismo alcanza un valor medio de 2.4 (%vol.), sobrepasando el límite máximo permisible de la normativa establecido para vehículos con año de fabricación del 2003 en adelante; el valor cuantitativo del hidrocarburo con respecto al tamaño de motor limpieza 1 turismo alcanza 714.4 (ppm/vol.), por debajo de los límites máximos permisibles (450.00 ppm/vol y 350 ppm/vol.) y en cuanto al complejo CO+CO₂ (%vol.) el valor promedio de 13.6 (%vol.) supera el límite máximo permisible. En este gráfico se manifiesta resultados similares a los encontrados por Corp y col., (2003); donde se evidencia con respecto al monóxido de carbono que los motores 1 turismo presentan niveles ligeros de ineficiencia en el proceso de combustión, superando el primer eslabón de límite máximo permisible, en lo que es hidrocarburos por la propia naturaleza de los vehículos gasolineras complementado al adecuado estado de conservación y funcionamiento se mantiene en un valor promedio por debajo del límite máximo permisible y finalmente en el complejo monóxido de carbono más dióxido de carbono se demuestra que el motor limpieza1turismo contribuye a los niveles de contaminación elevados, debido principalmente al segundo gas, observable al contrarrestar con el valor promedio del primer gas (2.4 %vol.), por el proceso de combustión eficiente para la producción de CO₂, pero con elevado consumo del combustible que se produce generalmente por el tránsito pesado donde se arranca y se frena frecuentemente , alterando el sistema de dosificación del combustible por el vehículo.

En los valores medios de la opacidad emitidos por las unidades vehiculares motorizadas a diesel según el tamaño del motor clasificación I como se observa en el gráfico 09 resalta el hecho de que el promedio mínimo de la opacidad se

emisiones contaminantes para vehículos fabricados desde 1996 (3.0 %vol.) hasta el año 2003 (0.5 %vol.), estando por debajo del rango menor y sobrepasando al rango mayor; lo que a su vez demuestra un sistema de control de emisiones con retraso tecnológico aproximado de 12 años. Asimismo, la OMS (2004) precisa que los convertidores catalíticos son dispositivos que se colocan en la tubería de escape con lo que se pretende convertir varias emisiones tóxicas en menos perjudiciales. Entre los elementos usados como catalizadores se incluyen platino, paladio y rodio. Los convertidores catalizadores han sido mejorados constantemente con los años. Estos hacen una mejora significativa, además de práctica, en el método de la reducción de las emisiones de los gases de escape.

El comportamiento del nivel de hidrocarburos muestra que el promedio de la categoría catalizador es de 753 (ppm/vol.), un poco menos del doble de la categoría no catalizador que alcanza el valor de 398 (ppm/vol.); con respecto a la normatividad de los límites máximos permisibles, el valor promedio de la categoría catalizador supera todos los límite máximos permisibles establecidos y en cuanto a la categoría no catalizador sobrepasa el límite máximo permisible establecido para los vehículos con año de fabricación de 1996 en adelante. En cuanto a la prueba de Mann-Whitney y Wilcoxon se evidencia que existe diferencia estadística ($P < 0.05$) entre los promedios de las dos categorías. En cuanto a la emisión de hidrocarburos, el parque automotor presenta también un deterioro de su tecnología de catalización, el tiempo de vida media de un convertidor catalítico es de unos 150 000 km, pero varía con el mantenimiento y la gasolina utilizada; además del escape de los gases a la conversión del catalizador en los dos minutos después de encender el vehículo motorizado debido a la costumbre hacer viajes frecuentes y cortos en que el motor está frío, contamina como si no tuviera convertidor catalítico, siendo por ello mayor en

cuanto a los vehículos que si poseen esta tecnología, asimismo, los vehículos que carecen de catalizador presentan un nivel de emisiones comparativo con el nivel tecnológico del sistema de control de emisiones de los unidades motorizadas fabricados desde 1995 (450 ppm/vol.) hasta el año 1996 (350 ppm/vol.), sobrepasando al rango menor y estando por debajo del rango mayor; lo que evidencia un sistema de control de emisiones con retraso tecnológico aproximado de 12 años, siendo todo ello concordante con lo manifestado por la Organización Mundial de la Salud (2004).

En el complejo monóxido de carbono y dióxido de carbono (%vol.), el valor promedio de la categoría catalizador alcanza 13.6 (%vol.) un poco menos del doble de la categoría no catalizador de valor 7.5 (%vol.), asimismo, la categoría catalizador supera el límite máximo permisible establecido de 8 (% vol.). En cuanto a la prueba de Mann-Whitney y Wilcoxon se evidencia que existe diferencia estadística ($P < 0.05$) entre los promedios de las dos categorías, determinándose una influencia debido a la incorporación de ésta tecnología en el nivel de emisión de gases carbonados. Cabe señalar que continúa una tendencia semejante a los gases anteriores, siendo estos resultados concordantes a lo manifestado por Gusukuma, (2007); mostrándose en el complejo monóxido de carbono-dióxido de carbono, el incremento del dióxido de carbono que contribuye a la elevación del valor promedio, sobrepasando el límite máximo permisible establecido, por lo que el parque automotor con catalizadores presenta un deterioro de su tecnología de control de emisiones, además, de un inadecuado estado de conservación y funcionamiento del vehículo, demostrándose en el acelerado proceso de combustión con elevadas emisiones de dióxido de carbono y correspondiente mayor consumo de combustible a diferencia del parque automotor sin catalizador, no obstante carecer de ésta tecnología, se encuentra en buenas condición operativa, mostrando valores de

emisión de contaminantes ambientales por debajo del permitido en la normatividad vigente.

Los niveles promedios de monóxido de carbono, hidrocarburos y el complejo monóxido de carbono con dióxido de carbono, emitidos por las unidades vehiculares motorizadas mayores a gasolina según el tipo de vehículo, como se observa en el gráfico 12 evidencian para los niveles de CO que el valor 0.5 (% vol.) es el promedio mínimo y se halla en los vehículos tipo interurbano camioneta rural mientras que el valor máximo de 8.3 (% vol) se halla en los interurbanos ómnibus; siendo éste máximo el que sobrepasa los límites máximos permisibles. El análisis de Kruskal-Wallis determinó la existencia de significancia estadística $p < 0.05$, lo que evidencia que existe diferencia en las cuatro categorías de tipos de vehículos. El parque automotor posee un promedio mínimo de emisión de monóxido de carbono, representado por el tipo interurbano camioneta rural debido a su reciente introducción como vehículo de transporte público denominado comúnmente "combi"; consiguientemente es la incorporación de una tecnología mejorada con un nivel de emisión menor de contaminantes ambientales; con respecto al valor promedio máximo presente en los interurbanos ómnibus evidencia que estos vehículos destinados también al transporte pública se encuentran en inadecuado estado de conservación y funcionamiento, con una antigüedad que supera los 14 años, en correspondencia de ello sobrepasa el límite máximo permisible para los vehículos de año de fabricación hasta 1995, cabe señalar que un valor promedio que también destaca es la emisión de monóxido de carbono por las unidades motorizados mototaxi y automóvil privado que sobrepasa el nivel de emisión para vehículos con año de fabricación a partir del año 2003 donde se deduce que su tecnología posee un retraso de aproximado de 12 años con respecto a la

conservación del ambiente, concordando con lo mencionado por Corp y col., (2003).

En los hidrocarburos, el valor promedio mínimo 369.0 (ppm/vol) se halla también en el tipo de vehículo camioneta rural y el máximo valor (1704.5 ppm/vol) se halla en el interurbano ómnibus; sobrepasan todos los límites máximos permisibles el valor promedio 530 (ppm/vol) de la categoría automóvil privado y el valor promedio 1704.5 (ppm/vol) interurbano ómnibus, mientras que el mototaxi sobrepasa el límite máximo permisible establecido para vehículos con año de fabricación de 1996 en adelante. El análisis de Kruskal-Wallis determinó la existencia de significancia estadística $p < 0.05$, lo que evidencia que existe diferencia en las cuatro categorías de tipos de vehículos. El parque automotor posee un promedio mínimo de emisión de hidrocarburos, representado por el tipo de vehículo interurbano camioneta rural debido también a su reciente introducción como unidad de transporte público denominado comúnmente "combi"; consiguientemente es la incorporación de una tecnología mejorada con un nivel de emisión menor de contaminantes ambientales; con respecto al valor promedio máximo presente en los interurbanos ómnibus evidencia que estos vehículos destinados también al transporte público se encuentran en inadecuado estado de conservación y funcionamiento, con una antigüedad que supera los 14 años, en correspondencia de ello sobrepasa el límite máximo permisible para los vehículos de año de fabricación hasta 1995, además, demostrando una obsolescencia tecnológica para la conservación del ambiente, concordando con lo señalado por Corp y col., (2003); cabe señalar que un valor promedio que también destaca es la emisión de monóxido de carbono por los automóviles privados evidenciando un inadecuado estado de conservación y funcionamiento y; de los mototaxi que sobrepasan el límite de fabricación de 1996 en adelante y, no obstante su presencia responde a la última década.

En el complejo monóxido de carbono y dióxido de carbono destaca que la categoría mototaxi presenta el valor promedio mínimo de 7.5 (% vol) y el valor promedio máximo de 14.8 (% vol) presenta la categoría interurbano ómnibus, asimismo los valores promedios 13.2(%vol), 14.0 (% vol) y 14.8 (% vol) de las categorías automóvil privado, interurbano camioneta rural e interurbano ómnibus respectivamente sobrepasan el límite máximo permisible normado, siendo el único por debajo de éste la categoría mototaxi. El análisis de Kruskal-Wallis determinó la existencia de significancia estadística $p < 0.05$, lo que evidencia que existe diferencia en las cuatro categorías de tipos de vehículos. los niveles de emisión de éstos dos gases carbonados en forma acumulativa tuvo su contribución en los niveles de emisión de dióxido de carbono incrementado los valores promedios incluso encima del límite máximo permisible establecido; el valor promedio mínimo que presentan los mototaxi a gasolina evidencia que se encuentran en un adecuado estado de conservación y funcionamiento para la emisión de contaminantes ambientales, no obstante siendo una normativa de límites máximos permisibles establecido para los vehículos mayores, asimismo por ser un vehículo menor con proceso de combustión generalmente incompleta por la mezcla de combustible y aceite donde la mayor emisión es el monóxido de carbono; mientras que los vehículos mayores por el acelerado proceso de combustión y consiguiente consumo de combustible han aumentado su nivel de emisión evidenciando un inadecuado funcionamiento del motor; con respecto al valor promedio máximo presente en los interurbanos ómnibus evidencia que estos vehículos destinados también al transporte público se encuentran en inadecuado estado de conservación y funcionamiento, con una antigüedad que supera los 14 años, en correspondencia de ello sobrepasa el límite máximo permisible para los vehículos de año de fabricación hasta 1995, además,

demostrando una obsolescencia tecnológica para la conservación del ambiente, confirmando lo manifestado por Corp y col., (2003).

En los valores medios de opacidad según el tipo de vehículo, como se muestra en el gráfico 13, en términos generales se halló que la categoría tipo de vehículo distribuidor y carga presenta el valor mínimo de $0.3 \text{ k (m}^{-1}\text{)}$ y el valor máximo de $1.1 \text{ k (m}^{-1}\text{)}$ está distribuido en las categorías automóvil privado, interurbano-camioneta rural e interurbano ómnibus; asimismo, se evidencia que todos los valores promedios de las 06 categorías no sobrepasan el límite máximo permisible. La prueba de Kruskal–Wallis determinó la ausencia de significancia estadística ($P < 0.05$). El parque automotor de vehículos a diesel posee un promedio mínimo de opacidad, representado por el tipo distribuidor y carga debido también a su reciente introducción por la actividad comercial, cabe señalar que su control es responsabilidad de la Dirección Regional de Transporte y Comunicaciones; consiguientemente es la incorporación de vehículos nuevos con un nivel de opacidad menor así como la generación de contaminantes ambientales; con respecto al valor promedio máximo presente en los interurbanos ómnibus, interurbano-camioneta rural y automóvil privado evidencia que estos vehículos destinados también al transporte público como privado presentan un proceso de combustión incompleta generando hidrocarburos no quemados, gases tóxicos y demás contaminantes ambientales representados en el humo que es el residuo resultante de la combustión del diesel, donde cuanto mayor es la reducción de visibilidad mayor es la opacidad; en correspondencia a la valoración estadística su diferenciación en las cantidades promedios no está condicionado al tipo de vehículo y/o tecnología mecánica empleada, sustentan otros factores, lo que permite predecir que cualquiera de éstos vehículos pueden alcanzar valores de opacidad máximos, permisibles, no permisibles y/o mínimos. Estos valores promedios en los seis (6) grupos de tipo de vehículo no

sobrepasan el valor límite establecido en la normatividad vigente debido a que se encuentran en adecuado estado de conservación y funcionamiento desarrollando un proceso de compresión-combustión donde el nivel de contaminantes visibles es aceptable y no es dañino a la salud pública y al ecosistema circundante, siendo estos resultados similares a los señalados por Mackenzie y Masten, (2005).

En la frecuencia de unidades vehiculares mayores a gasolina de acuerdo a la calificación de los niveles de gases carbonados que emiten en el marco del Decreto Supremo N° 047-2001-MTC, como se observa en el cuadro 03, destaca que el 72.7 % de los vehículos examinados han registrado niveles de emisión de monóxido de carbono dentro de los límites máximos permisibles y el 27.3 sobrepasan los valores permitidos; para el caso de los hidrocarburos se ha podido determinar que el 27.3 % de los vehículos examinados han registrado niveles de emisión dentro de los límites máximos permisibles, cumpliendo con la referida norma y el 72.7 % sobrepasan los límites de los valores permitidos, incumpliendo dicha norma y; para el caso del complejo monóxido de carbono y dióxido de carbono se evidenció que el 100% de los vehículos inspeccionados registraron niveles de emisión fuera del límite máximo permisible; en forma general se registro que el 33.3 % de los vehículos inspeccionados realizan emisiones gaseosas contaminantes dentro de los límites máximos permisibles y el 66.7 % no cumplen con la normatividad mencionada. La estadística mencionada, en concordancia a los señalado por González, (2006); demuestra que el parque automotor de unidades vehiculares mayores a gasolina destaca con respecto a la emisión de hidrocarburos y el complejo monóxido de carbono más dióxido de carbono en vista que no se cumple con la normatividad en más del 75 % lo que se correlaciona con las alteraciones del sistema mecánico de combustión que genera procesos incompletos y acelerados con residuos de

hidrocarburos no quemados y; cantidades significativas de dióxido de carbono que incrementan el complejo en mención, caracterizándose finalmente en un parque automotor con ineficiencia en el consumo de gasolina. Asimismo, se evidencia que el 66.7 % de los vehículos sobrepasan las tres (3) categorías de gases carbonados, lo que significa que de cada diez (10) vehículos, seis (6) afectan el ambiente y la salud pública.

En la frecuencia de vehículos menores (mototaxis) con motores de dos tiempos que usan gasolina – aceite como combustible, de acuerdo a la calificación de los niveles de gases carbonados en concordancia al Decreto Supremo N° 047-2001-MTC, de las inspecciones vehiculares registradas, como se observa en el cuadro 04, destaca que el monóxido de carbono se halla en un 40.5% dentro del límite máximo permisible frente al 100% registrado en el nivel de hidrocarburos; asimismo, en el registro de las 242 inspecciones totales se evidencia que el 70.2 % se halla dentro del valor promedio máximo, cumpliendo consiguientemente con la normatividad y; el 29.8 % se encuentra fuera del límite máximo permisible. La estadística demuestra que un poco menos de las tres cuartas partes del parque automotor del rubro mototaxi se encuentra en adecuado estado de conservación y funcionamiento, encontrándose sólo el 29.8 % fuera del límite máximo permisible; asimismo, en el detalle de las categorías de gases carbonados destaca que el monóxido de carbono alcanza niveles no permisibles en un poca más del 50%, correlacionándose con un proceso de combustión incompleta e ineficiente debido a la combinación gasolina aceite, finalmente este tipo de unidades motorizadas sería uno de los responsables de las alteraciones en la salud pública debido a la formación de carboxihemoglobina, sustancia toxica que afecta la oxigenación de la sangre , lo que se correlaciona con la referencia bibliográfica URL 1.

En la frecuencia de los vehículos menores (mototaxis) con motores de cuatro tiempos que usan gasolina como combustible, según el calificativo de niveles máximos permisibles del Decreto Supremo N°047-2001-MTC para gases carbonados, como se observa en el cuadro 05, resalta que el 100% de las verificaciones vehiculares en monóxido de carbono registraron valores dentro de los límites máximos permisibles y con respecto a la frecuencia de hidrocarburos el 51.7% se halla dentro de los valores de la normatividad mientras que el 48.3% se encuentra fuera del límite máximo permisible, además, en el total de calificaciones o inspecciones vehiculares el 75.9% registraron valores por debajo de los límites máximos permisibles y sólo el 24.1% se halló fuera de los límites establecidos. La presente estadística evidencia que los mototaxis de cuatro tiempos que usan gasolina como combustible presentan un eficiente proceso de combustión, llegando a una emisión de monóxido de carbono de 100% dentro de los límites máximos permisibles, pero con una producción de hidrocarburos no quemados en un poco menos del 50%, siendo éste el contaminante visible; en términos generales un poco menos del 25% se halla fuera de los límites establecidos, es decir, de cada diez (10) vehículos, siete (7) no afectan a la salud pública y ambiente, considerando el aire de emisión y tres (3) si generan efectos nocivos, dichos resultados confirman lo expresado por Calvimontes (2003).

En el resumen general acumulado de los cuadros 03,04 y 05, expresado en el cuadro 06 y el gráfico 14, donde se establece las frecuencias totales de los vehículos motorizados a gasolina y la calificación de los niveles de gases carbonados de acuerdo a la normativa ya señalada, destaca que el 53.4% de las emisiones de monóxido de carbono están dentro de los límites máximos permisibles frente al 46.6% que no se halla en estos límites; con respecto a la emisión de hidrocarburos el 86.3% se halla dentro del valor máximo establecido frente a un solo 13.7% que no se encuentra en este límite y, en la sumatoria de

emisiones monóxido de carbono más dióxido de carbono se evidencia que el 100% se halla fuera del límite máximo permisible; finalmente resumiéndose en un 67.6% dentro de los límites máximos permisibles y 32.4 % fuera estos límites. Los vehículos gasolineros presentan con mayor frecuencia procesos de combustión incompleta como se evidencia que un poco menos del 50 % se halla fuera del límite máximo permisible, asimismo, las emisiones de hidrocarburos, alcanzan un 86.3% dentro del límite máximo permisible, correlacionándose con la ausencia de componentes incombustibles en la mezcla o a las reacciones intermedias del proceso de combustión, además, la emisión de este tipo de gas es mínima en los vehículos a gasolina a comparación de los vehículos ciclo diesel; cabe señalar que existe un grupo de vehículos gasolineros que presentan niveles eficientes de combustión como se deduce del complejo monóxido de carbono –dióxido de carbono que se halla al 100% dentro del límite aceptado y; en términos generales se muestra que de cada diez (10) vehículos tres (3) tienen efectos nocivos con el ecosistema urbano y siete (7) no generan alteraciones en éste, concordando con Calvimontes (2003).

En la frecuencia de unidades vehiculares mayores a diesel de acuerdo a la calificación de los niveles de opacidad en el marco del Decreto Supremo N° 047-2001-MTC, como se muestra en el cuadro 07, destaca el hecho que el 89.7% de las inspecciones vehiculares presentan valores por debajo de los límites máximos permisibles y solo el 10.3 % se halla por encima de éstos límites; asimismo, destaca entre las 3 categorías de año de fabricación que los vehículos producidos del 2003 en adelante muestran un 100% del cumplimiento de la normatividad de límites permisibles. Los niveles de opacidad en los vehículos mayores a diesel varían conforme el año de fabricación debido a la introducción de tecnologías mejoradas en cuanto a la emisión de contaminantes visibles, por lo que sólo un poco más del 10% presenta niveles de emisión de gases

carbonados fuera del límite máximo permisible, evidenciando que estos vehículos contribuyen ligeramente al efecto nocivo del parque automotor, constituyendo una alternativa de transporte público previa evaluación del sistema vial. Asimismo, en términos generales, de cada diez (10) vehículos, nueve (9) se encuentran en un adecuado estado de conservación y uno (1) es defectuoso. (URL16).

En la frecuencia de vehículos menores (mototaxis) con motores de cuatro tiempos que usan diesel, de acuerdo a la calificación de los niveles de opacidad, como se observa en el cuadro 08, destaca que el 100% de los registros vehiculares se hallan dentro límite máximo permisible. Este tipo de vehículos tienen un efecto contaminante “nulo” con respecto al aire de emisión desde el punto de vista de concentración de contaminantes; como evidencia en la estadística, el 100% de los vehículos alcanzan un nivel de opacidad dentro del límite máximo permisible por lo que estos vehículos menores constituirían una alternativa de transporte público conforme la evaluación técnico administrativa y legal del sistema vial (URL 15).

En la síntesis de las frecuencias de unidades vehiculares motorizadas a diesel, de acuerdo a la calificación de los niveles de opacidad registrados en el marco del Decreto Supremo N° 047-2001-MTC, como se resume en el cuadro 09 y gráfico 15 destaca que del total de vehículos a diesel, el 90.6% se halla dentro de los límites máximos permisibles y sólo el 9.4 % se encuentra fuera de los límites; por lo que existe una mayoría de vehículos a diesel que dan cumplimiento de la norma. En concordancia a lo manifestado por Iturregui, 1996 podemos precisar que el parque automotor en el rubro de los vehículos a diesel muestra un adecuado estado de conservación y funcionamiento, ya que solo un poco menos del 10% se halla fuera de los valores límites, consiguientemente su participación en la contaminación del ecosistema urbano es mínimo,

evidenciando que de cada diez (10) vehículos, todos o en su defecto nueve (9) generan contaminantes visibles mínimos, teniendo un efecto “nulo en el aire de emisión”, por lo se debe promover el transporte a través de éstas unidades motorizadas previa evaluación del sistema vial integrando las características tecnológicas mejores que poseen actualmente en comparación a los gasolineros.

VI. CONCLUSIONES

1. En el marco del Decreto Supremo N° 047-2001-MTC, se demostró para los vehículos a gasolina que el 53.4% de emisiones de monóxido de carbono están dentro de los límites máximos permisibles, el 20% de las emisiones de hidrocarburos cumple con la norma y el 100% de las emisiones del complejo monóxido de carbono-dióxido de carbono se halla dentro del límite máximo permisible y; en los vehículos a diesel, el 90.6% registran niveles de opacidad dentro de los límites máximos permisibles.
2. Los niveles de gases carbonados emitidos por las unidades vehiculares motorizadas presentan mayores valores en los vehículos de mayor antigüedad, disminuyendo en los de reciente fabricación ($p < 0.05$); existiendo una mayor asociación con el nivel de emisión del complejo monóxido de carbono más dióxido de carbono ($R^2 = 0.789$).
3. Los niveles de emisión de gases carbonados en los vehículos a gasolina, según el tipo de motor demostró diferencia estadística ($p < 0.05$); para el caso del monóxido de carbono, hidrocarburos y el complejo monóxido de carbono - dióxido de carbono y; en los vehículos a diesel no existe variabilidad estadística entre las categorías de motor ($p > 0.05$).

4. En los niveles de gases carbonados emitidos por las unidades vehiculares motorizadas según el sistema de control de emisiones, basado en la posesión del convertidor catalítico, se halló diferencia estadística ($p < 0.05$); siendo los vehículos con catalizador los que presentan mayores valores de emisión de gases carbonados.
5. Los niveles de emisión de gases carbonados según el tipo de combustible demostraron indirectamente, en función del tipo de vehículo, diferencia estadística ($p < 0.05$) sólo en la categoría de los vehículos gasolineros más no en los vehículos diesel.

•
•
•
•
•

VII. RECOMENDACIONES

Las conclusiones presentadas permiten dar las recomendaciones siguientes:

1. La información del transporte público y privado del distrito de Ayacucho se halla desorganizada y no se cuentan con estudios cuantitativos para los trabajos de investigación científica, por lo que es trascendental implementar una oficina orgánica de naturaleza municipal y regional, responsable de compilar y mantener actualizada dicha información.
2. Promover la cultura ambiental en la ciudadanía y población en general para la aceptación y sostenibilidad de los programas municipales de control de las emisiones gaseosas en las unidades vehiculares motorizadas.
3. Para dinamizar y economizar el tiempo en el control de emisiones gaseosas carbonadas de los vehículos automotores se debe incrementar los recursos logísticos de la Estación Móvil, guardando correspondencia con el tamaño del parque automotor del distrito de Ayacucho.
4. Se recomienda a la Escuela de Formación Profesional de Biología ampliar esta investigación preliminar para enfocar la complejidad integral del sistema de transporte con trabajos de académicos que vayan de lo básico a lo aplicativo, conjugando los recursos ambientales, la legislación ambiental y el contexto socioeconómico.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

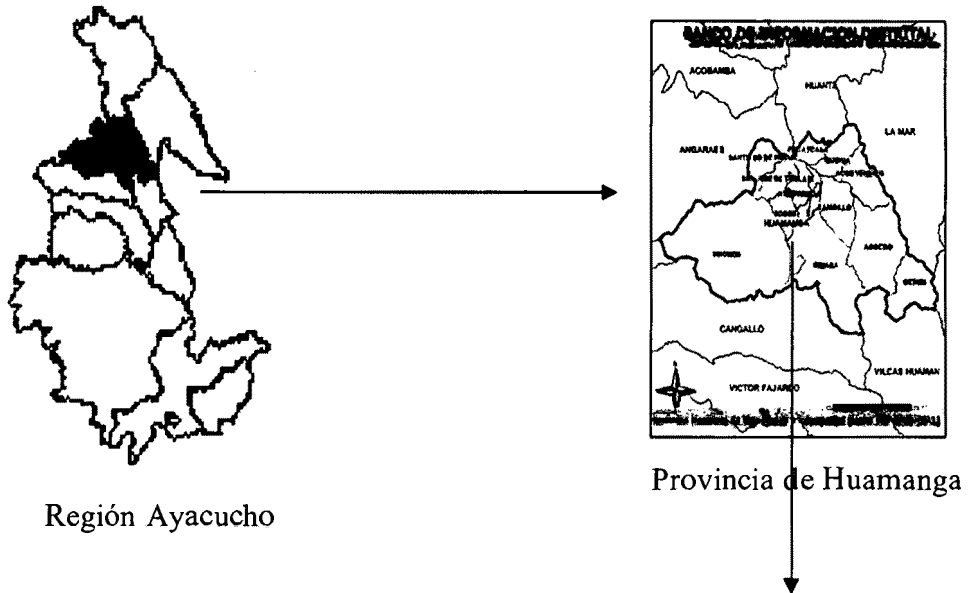
1. **Calvimontes, W.** 2003. "Verificación y Cuantificación de Gases Contaminantes Producidos por Automóviles en la Ceja de Alto. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad Técnica-Carrera de Mecánica Automotriz. La Paz – Bolivia.
2. **Corp, M., Figari, A. y Pareja, J.** 2003. Diagnóstico de las Emisiones del Parque Automotor del Área Metropolitana de Lima y Callao. Trabajo de Investigación Científica - XXVII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). Lima-Perú.
3. **De Nevers, N.**1998. Ingeniería de Control de la Contaminación del Aire. México.
4. **Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción.** Decreto Supremo Nº 047-2001-MTC, Límites Máximos Permisibles de Emisiones Contaminantes para Vehículos Automotores que circulen en la Red Vial.
5. **Gerard, K.** 1999. "Ingeniería Ambiental: Fundamentos, Entornos, Tecnologías y Sistemas de Gestión". Madrid- España.
6. **González, J.** 2006. Contaminación Urbana, Participación Ciudadana, Gobiernos Locales y Regionales. Lima.
7. **González, J.** 2004. Normas sobre Contaminación Atmosférica. Lecturas sobre Derecho del Medio Ambiente. Tomo V. Universidad Externado de Colombia. Bogotá.
8. **Gusukuma, A.** 2007. El Mercado Automotriz en el Perú. Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú.

9. **Guzmán, C. y Aguirre, R.** 2001. Aplicación de la Metodología para el Diseño de una Red Automática de Monitoreo Atmosférico. México.
10. **Iturregui, P.** 1996. "Problemas Ambientales de Lima: Algunas Propuestas y la Necesidad de una Agenda 21 Local. Lima: Fundación Friedrich Ebert.
11. **Mackenzie, D; Masten, S.** 2005. Ingeniería y Ciencias Ambientales". México.
12. **Municipalidad Provincial de Huamanga,** Plan de Desarrollo Concertado de la Provincia de Huamanga, 2009-2021. Ayacucho 2009.
13. **Organización Mundial de la Salud,** 2004. Guías para la Calidad del Aire. Traducción Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS/OPS), Agencia Especializada de la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS).
14. **Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.** 2004. Primer Plan Integral de Saneamiento Atmosférico para Lima – Callao PISA L-C 2005-2010. Comité de Gestión Iniciativa Aire Limpio Lima Callao. Perú.
15. **Quispe, V.** 2007. "Tratamiento de Contaminantes Atmosféricos". Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho-Perú.
16. **Tolcachiek, A.** 2000. Medicina Ambiental, Libro Virtual.
17. **Wayne, D.** 2001."Bioestadística: Bases para el Análisis de las Ciencias de la Salud". México.
18. URL 1: <http://www.conam.gob.pe/aire/abc/index.html>.
19. URL 2: <http://www.esi.unav.es/asignaturas/ecologia/hipertexto/10Ctm1>
20. URL 3: <http://www.digesa.sld.pe/aire/pdf/oema.pdf>. Origen y Efectos del Medio Ambiente. Dirección General de Salud Ambiental.
21. URL 4: <http://www.digesa.sld.pe/aire/pdf/eas.pdf>. Efectos Adversos en la Salud de la Contaminación Atmosférica.
22. URL 5: <http://calderon.presidencia.gob.mx/prensa/semarnat/contenido=39>

23. URL 6: <http://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/investigacion/gese>.
24. URL 7: <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsaidis/impactos/vi-105.pdf>.
25. URL 8: <http://www.ideam.gov.co/biblio/paginaabierta/Soporte%20tecnico>.
26. URL 9: <http://www.mtc.gob.pe/estadisticas>.
27. URL 10: <http://www.greenfacts.es/contaminación-aire>.
28. URL 11: <http://www.sagan-gea.org/hojared/>.
29. URL 12: <http://www.cise.com/epea/magazine/3.htm>.
30. URL 13: http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/normas/cont_at/.
31. URL 14: <http://www.content4reprint.com/view/spanish-43742.htm>.
32. URL 15: http://www.airesaludable.org/doc_folletos/Boletin1.pdf.
33. URL 16: <http://www.conam.gob.pe/modulos/home/calidaddel aire.asp>.
34. URL 17: <http://www.epa.gov/nscep>.
35. URL 18: <http://mts.es/insht/EncOIT/pdf/tomo2/55.pdf>.

ANEXOS

Anexo N° 01: Localización del distrito de Ayacucho en la Región de Ayacucho.



Región Ayacucho

Provincia de Huamanga



Anexo N° 02

Cuadro N°10.- Análisis de Kruskal-Wallis para los niveles promedios de gases carbonados emitidos por las unidades vehiculares motorizadas a gasolina según antigüedad.

Estadísticos de contraste^{a,b}

	CO (% vol)	Hidrocarburo (ppm/vol)	CO + CO ₂ (%)
Chi-cuadrado	9,378	10,636	16,529
gl	2	2	2
Sig. asintót.	,009	,005	,000

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Año de fabricación

Anexo N° 03

Cuadro N° 11.- Análisis de Kruskal-Wallis para los niveles promedios de opacidad emitidos por las unidades vehiculares motorizadas a diesel según año de fabricación.

Estadísticos de contraste ^{a,b}	
	Opacidad k(m-1)
Chi-cuadrado	8,865
gl	2
Sig. asintót.	,012

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Año de fabricación

Anexo N° 04

Cuadro N° 12.- Análisis U de Mann-Whitney para los niveles promedios de monóxido de carbono e hidrocarburos emitidos por los vehículos menores mototaxis a gasolina según el tamaño del motor.

	CO (% vol)	Hidrocarburo (ppm)
U de Mann-Whitney	447,500	663,500
W de Wilcoxon	882,500	8044,500
Z	-6,221	-5,192
Sig. asintót. (bilateral)	,000	,000

Anexo N° 05

Cuadro N° 13.- Análisis de Kruskal-Wallis para los niveles promedios de monóxido de carbono, hidrocarburos monóxido carbono - dióxido de carbono emitidos por las unidades vehiculares motorizadas a gasolina según el tamaño de motor, distrito de Ayacucho 2009.

Estadísticos de contraste(a,b)

	Chi-cuadrado	gl	Sig. asintót.
CO (% vol)	39,629	2	,000
Hidrocarburo (ppm/vol)	33,185	2	,000
CO + CO2 (%)	30,684	2	,000

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Tamaño del motor

Anexo N° 06

Cuadro N° 14.- Análisis de Kruskal-Wallis para los niveles promedios de opacidad emitidos por las unidades vehiculares motorizadas a diesel según el tamaño del motor clasificación I.

Estadísticos de contraste ^{a,b}	
	Opacidad k(m-1)
Chi-cuadrado	2,265
gl	3
Sig. asintót.	,519

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Tamaño del motor

Anexo N° 07

Cuadro N° 15.- Análisis de Kruskal-Wallis para los niveles promedios de opacidad emitidos por las unidades vehiculares motorizadas a diesel según el tamaño del motor clasificación II.

Estadísticos de contraste^{a,b}

	Opacidad k(m-1)
Chi-cuadrado	1,596
gl	2
Sig. asintót.	,450

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Tamaño del motor

Anexo N° 08

Cuadro N° 16.- Análisis U de Mann-Whitney para los niveles promedios de monóxido de carbono, hidrocarburos y el complejo monóxido carbono con dióxido de carbono emitidos por las unidades vehiculares motorizadas mayores a gasolina según el sistema de control de emisiones.

Estadísticos de contraste^a

	CO (% vol)	Hidrocarburo (ppm/vol)	CO + CO ₂ (%)
U de Mann-Whitney	471,000	353,000	5,000
W de Wilcoxon	526,000	11829,000	11481,000
Z	-1,989	-2,816	-5,254
Sig. asintót. (bilateral)	,047	,005	,000

a. Variable de agrupación: Sistema de control de emisiones

Anexo N° 09

Cuadro N° 17.- Análisis de Kruskal-Wallis para los niveles promedios de monóxido de carbono, hidrocarburos monóxido carbono con dióxido de carbono emitidos por las unidades vehiculares motorizadas mayores a gasolina según el tipo de vehículo.

Estadísticos de contraste^{a,b}

	CO (% vol)	Hidrocarburo (ppm/vol)	CO + CO ₂ (%)
Chi-cuadrado	19,549	9,277	30,574
Gl	3	3	3
Sig. asintót.	,000	,026	,000

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Tipo de vehículo

Anexo N° 10

Cuadro N° 18.- Análisis de Kruskal-Wallis para los niveles promedios de opacidad emitidos por las unidades vehiculares motorizadas mayores a diesel según el tipo de vehículo.

Estadísticos de contraste^{a,b}

	Opacidad k(m-1)
Chi-cuadrado	9,173
gl	5
Sig. asintót.	,102

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Tipo de vehículo

Anexo N° 11

Cuadro N° 19.- Límites Máximos Permisibles para Vehículos en Circulación a Nivel Nacional.

VEHÍCULOS MAYORES A GASOLINA, GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL	
(livianos, medianos y pesados)	

AÑO DE FABRICACION	CO % de Volumen	HC (ppm) (4)	CO + CO ₂ % (mínimo)
Hasta 1995	3,0	400	10
1996 en adelante	3,5	300	10
2003 en adelante	0,5	100	12

(4) Para Vehículos a Gasolina: Únicamente para controles en carretera o vía pública, que se realicen a más de 1800 m.s.n.m., se aceptarán los siguientes valores sólo para HC: modelos hasta 1995, HC 450 ppm y 8% CO + CO₂, modelos 1996 en adelante, HC 350 ppm y 8% CO + CO₂.

VEHICULOS MENORES CON MOTORES DE DOS TIEMPOS QUE USAN MEZCLA DE GASOLINA- ACEITE COMO COMBUSTIBLE		
Volumen desplazamiento nominal cc	CO % de volumen	HC ppm
Mayores de 50 cc (3)	2,5	8000

VEHICULOS MENORES CON MOTORES DE CUATRO TIEMPOS QUE USAN GASOLINA COMO COMBUSTIBLE		
Volumen desplazamiento nominal cc	CO % de volumen	HC ppm
Mayores de 50 cc (3)	4,5	600

VEHICULOS MENORES CON MOTORES DE CUATRO TIEMPOS QUE USAN DIESEL COMO COMBUSTIBLE		
Volumen desplazamiento nominal cc	Opacidad : k(m ⁻¹)	Opacidad en %
Mayores de 50 cc (3)	2,1	60

(3) Vehículos menores de 50 cc no requieren prueba de emisiones.

VEHICULOS MAYORES A DIESEL		
(livianos, medianos y pesados)		
AÑO DE FABRICACION	Opacidad : k(m ⁻¹) (5)	Opacidad en %
Antes de 1995	3,0	72
1996 en adelante	2,5	65
2003 en adelante	2,1	60

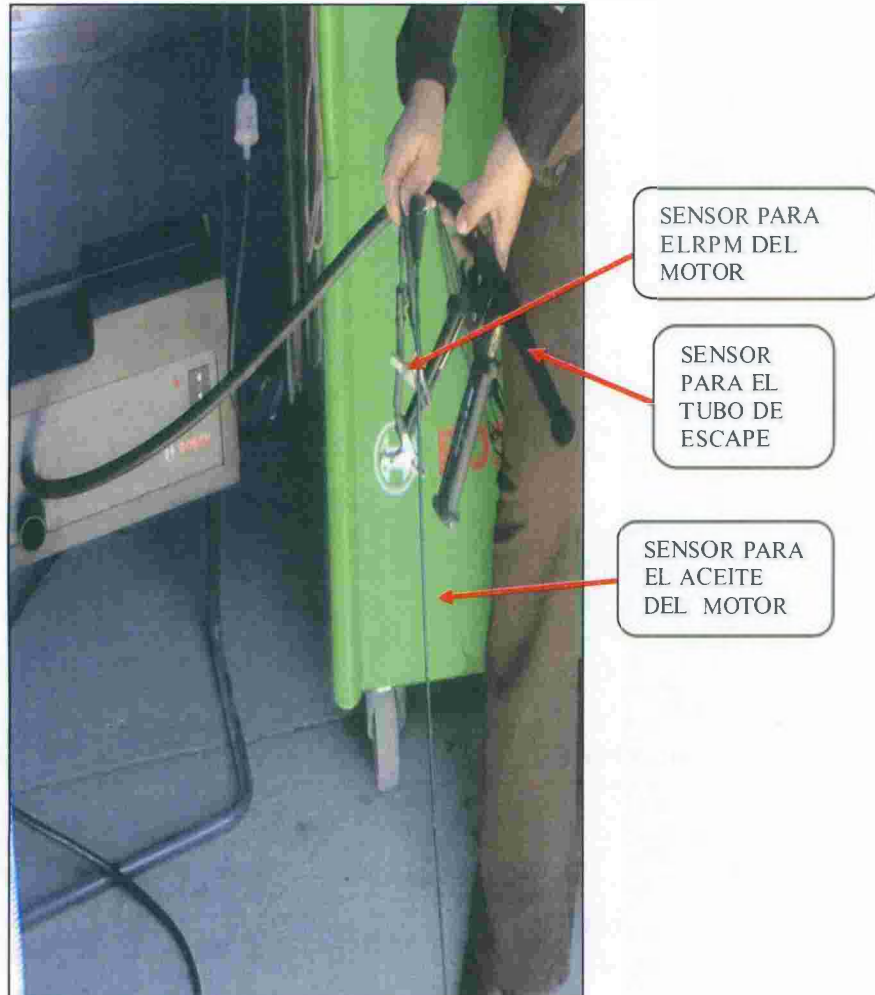
(5) Únicamente para controles en carretera o vía pública, que se realicen a más de 1000 m.s.n.m., se aceptará una corrección por altura de 0,25 k(m⁻¹) por cada 1000 m.s.n.m. adicionales, hasta un máximo de 0,75 k(m⁻¹)

Anexo Nº 12



Fotografía Nº 01: Equipo integrado Gasómetro – Opacímetro para la medición de emisiones gaseosas de las unidades vehiculares motorizadas.

Anexo N° 13



Fotografía N° 02: Sensores para el control estático del aceite de motor, revoluciones del motor y emisiones de gases carbonados del tubo de escape de la unidad vehicular.

Anexo N° 14

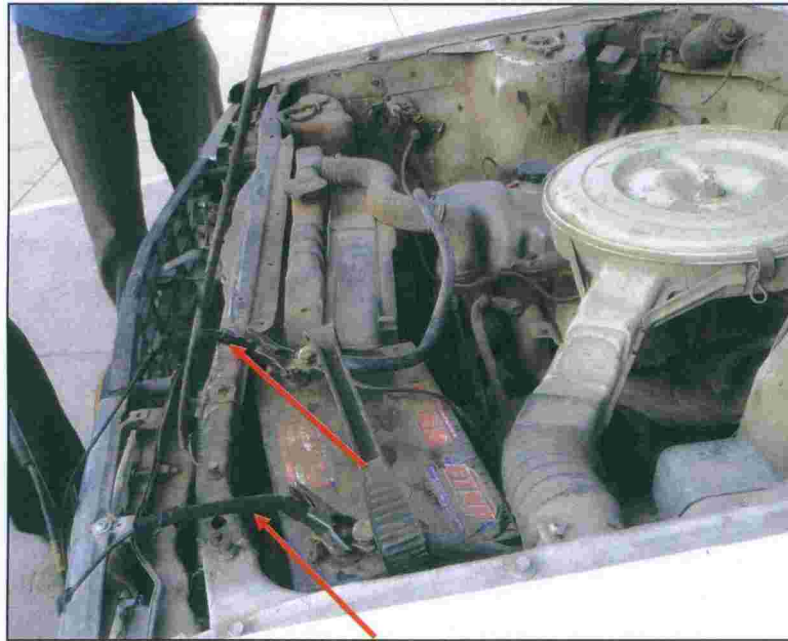


Fotografía N° 03: Medición de las revoluciones por minuto por el sensor del motor en los vehículos a diesel.

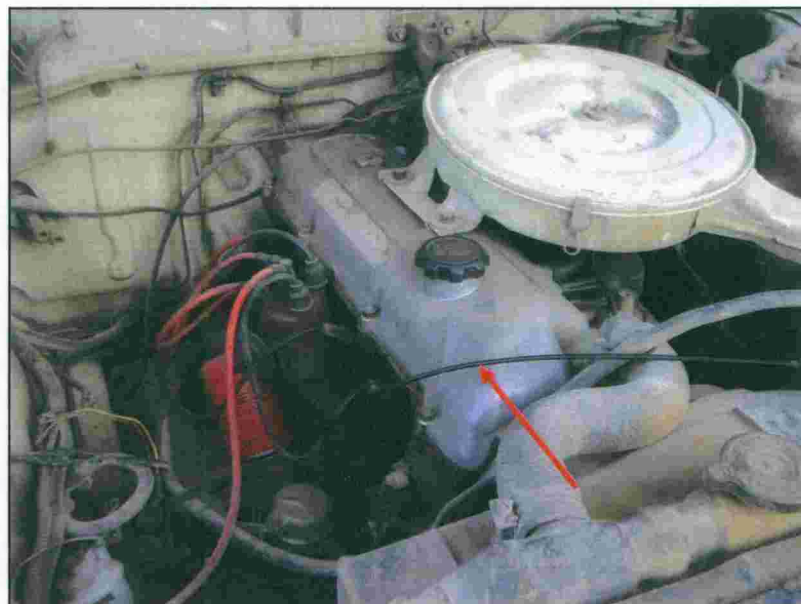


Fotografía N° 04: Medición de la temperatura del aceite por el sensor de aceite de motor en los vehículos a diesel

Anexo N° 15



Fotografía N° 05: Medición de las revoluciones por minuto por el sensor del motor en los vehículos gasolineros.

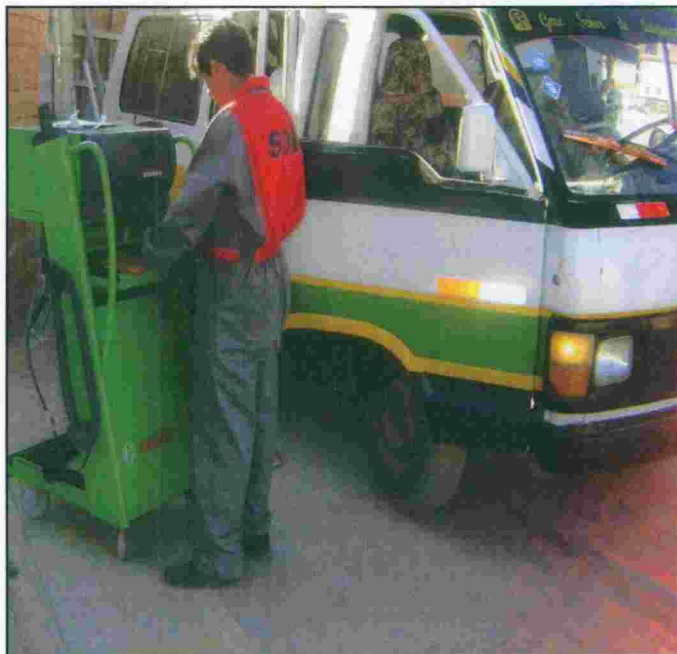


Fotografía N° 06: Medición de la temperatura del aceite por el sensor de aceite de motor en los vehículos gasolineros.

Anexo N° 16



Fotografía N° 07: Medición del sensor de emisiones gaseosas en el tubo de escape de la unidad vehicular a diesel.



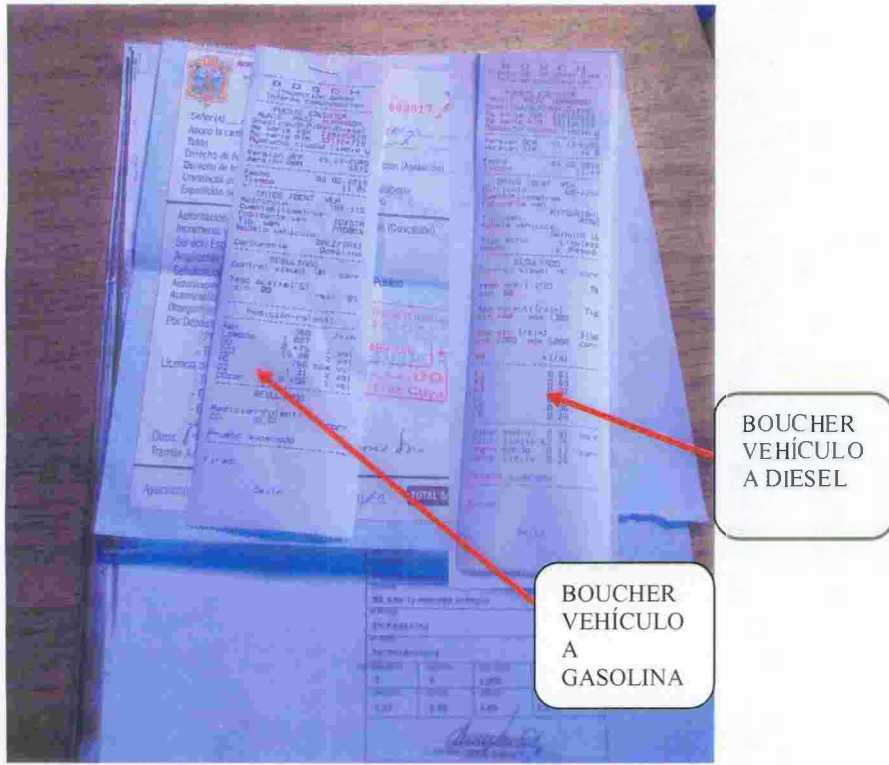
Fotografía N° 08: Procesamiento de la información obtenida de los sensores instalados en la unidad vehicular.

Anexo N° 17

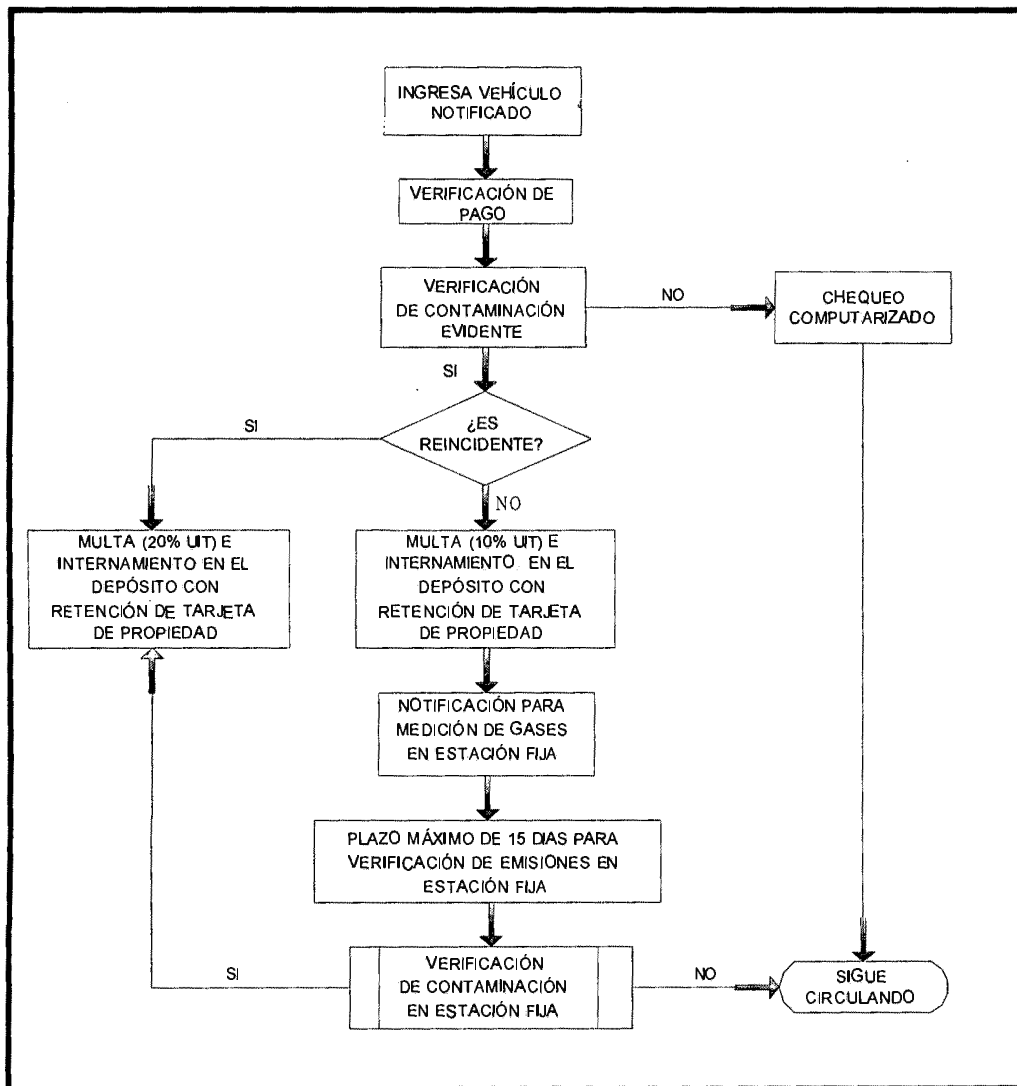


Fotografía N° 09: Impresión del registro de niveles de emisiones gaseosas obtenidas en las mediciones efectuadas a la unidad

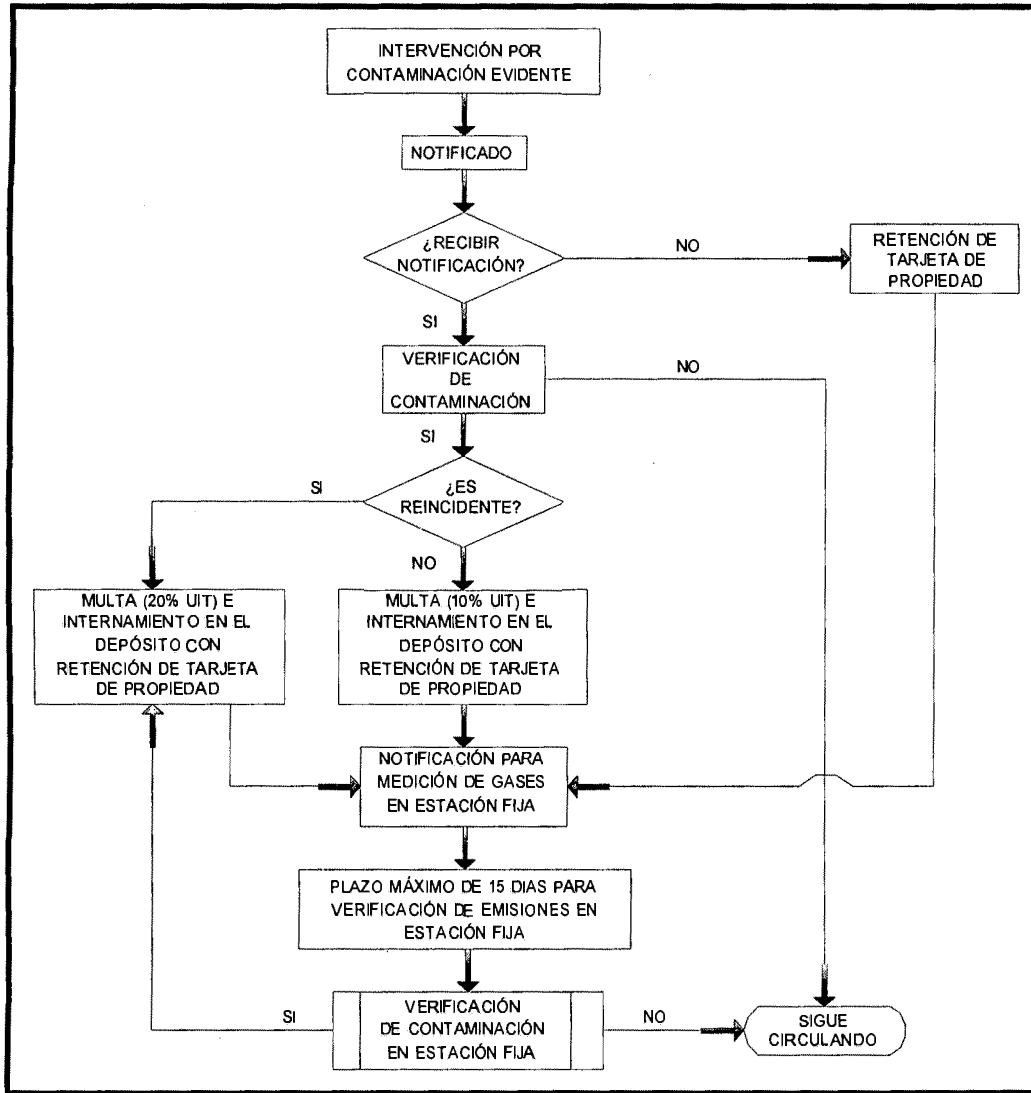
Anexo N° 18



Fotografía N° 10: Reporte y/o registro emitido del vehículo a gasolina y a diesel inspeccionado, adjuntado a los documentos administrativos



Anexo N° 19: Diagrama flujo para la medición de emisiones contaminantes vehiculares en estación fija.



Anexo N° 20: Diagrama de flujo para la medición de emisiones contaminantes vehiculares en estación móvil.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVO	MARCO TEÓRICO	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>"Niveles de gases carbonados emitidos por las unidades vehiculares motorizadas en el Distrito de Ayacucho".</p>	<p>¿Cuál es el nivel de gases carbonados emitidos por las unidades vehiculares motorizadas en el distrito de Ayacucho 2009?</p>	<p>GENERAL Determinar el nivel de gases carbonados emitidos por las unidades vehiculares motorizadas en el distrito de Ayacucho - 2009.</p> <p>ESPECÍFICOS - Determinar la relación existente entre el nivel de gases carbonados emitidos y la antigüedad de las unidades vehiculares motorizadas. - Determinar la relación existente entre el nivel de gases carbonados emitidos y el tipo de motor de las unidades vehiculares motorizadas. - Determinar la relación existente entre el nivel de gases carbonados emitidos y el tipo de combustible de las unidades vehiculares motorizadas. - Determinar la relación existente entre el nivel de gases carbonados emitidos y el sistema de control de emisión de gases en las unidades vehiculares motorizadas.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los Contaminantes Atmosféricos 2. Emisión e Inmisión 3. Contaminantes Emitidos por los Vehículos Motorizados 4. Gases de Efecto Invernadero 5. La Contaminación Atmosférica en la Ciudad de Ayacucho 6. El Parque Automotor de la Ciudad de Ayacucho 7. Motor de Combustión Interna 8. Clasificación del Parque Automotor 9. Estado Actual del Problema de Contaminación Ambiental por Emisiones Gaseosas. 10. Analizadores de Gases 11. La Opacidad 12. Normas de Calidad del Aire y Normas de Emisión al Aire 	<p>VARIABLES E INDICADORES:</p> <p>VARIABLE INDEPENDIENTE Características de las unidades vehiculares motorizadas.</p> <p>INDICADORES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Antigüedad de las unidades vehiculares motorizadas. • Tipo de motor. • Tipo de combustible. • Sistema de control de emisiones. <p>VARIABLE DEPENDIENTE Nivel de emisión de gases carbonados.</p> <p>INDICADORES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monóxido de carbono. • Dióxido de carbono. • Hidrocarburos. 	<p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Investigación Descriptiva.</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN: Investigación científica aplicada.</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Observacional analítico y de campo.</p> <p>POBLACIÓN: Constituyen las unidades vehiculares motorizadas del distrito del Ayacucho.</p> <p>MUESTRA: La unidad de análisis constituye cada una de uno de los vehículos motorizados. Se establecerá un muestreo probabilístico estratificado con un tamaño de muestra de 384.</p> <p>TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Técnica: Es una técnica de referencia de observación directa e indirecta b. Instrumento: Se utilizarán un equipo integrado Gasómetro - Opacímetro con sensores automáticos. c. Procedimiento General: 1era. Etapa: Preparación de la estación móvil 2da. Etapa: Medición de gases en la vía pública 3era. Etapa: Procedimiento de medición. <p>TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se sistematizará los datos para realizar las respectivas conversiones a unidades de medida similares. - Se efectuará el análisis estadístico a través de la Prueba de Correlación-Regresión, la Prueba de Kruskal-Wallis y Prueba U de Mann-Whitney. - Los resultados se presentarán en cuadros, gráficos y tablas

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
R.D. 170- 2010- FCB- D
Bach. María Consuelo Paredes Castilla

En la ciudad de Ayacucho, a los veintidos días del mes de octubre del dos mil diez, a las cuatro y quince de la tarde, en el auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas, se reunieron los miembros del jurado calificador, integrado por el MSc. Elmer Ávalos Pérez (Presidente-Asesor); Bigo. Adrián Ramírez Quispe (Miembro); Mg. Edgar Cárdenas Landeo (Miembro); Mg. Edwin Portal Quicaña (Miembro); actuando como Secretaria la docente Mg. Maricela López Sierralta; para la sustentación de la tesis titulada "**Niveles de gases carbonados emitidos por las unidades vehiculares motorizadas en el distrito de Ayacucho-2009**" presentado por la **Bach. María Consuelo Paredes Castilla** para optar el Título Profesional de Bióloga en la Especialidad de Ecología y Recursos Naturales.

Luego de dar lectura a los documentos, el presidente invita a la sustentante a iniciar con la exposición del trabajo de tesis.

Concluida la exposición, el presidente invita a los miembros del jurado calificador para que realicen las preguntas y/o observaciones que consideren pertinentes.

Culminada la participación de los miembros del jurado calificador, el presidente invita a la sustentante y el público asistente a abandonar temporalmente el auditorio, para que los jurados puedan deliberar y evaluar, de la cual se desprende las calificaciones siguientes:

<u>Miembros del Jurado</u>	<u>Exposición</u>	<u>Rpta.Pqtas.</u>	<u>Promedio</u>
MSc. Elmer Avalos Pérez	17.0	17.0	17.0
Bigo. Adrián Ramírez Quispe.	16.0	15.0	16.0
Mg. Edgar Cárdenas Landeo	16.0	16.0	16.0
Mg. Edwin Portal Quicaña	16.0	16.0	16.0

Promedio Final: 16.0

Como resultado de la evaluación, la sustentante obtiene la nota promedio de dieciseis (16), del cual dan fe los miembros del jurado calificador, estampando sus firma al final de la presente acta.

Finaliza el presente acto académico de sustentación de tesis, siendo las 19.00 hrs. p.m.



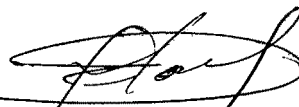
MSc. Elmer Ávalos Pérez
(Presidente - Asesor)



Bigo. Adrián Ramírez Quispe
(Miembro)



Mg. Edgar Cárdenas Landeo
(Miembro)



Mg. Edwin Portal Quicaña
(Miembro)



Mg. Maricela López Sierralta
(Secretaria - Docente)