

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**“EMISIONES DE GASES VEHICULARES EN LA AVENIDA NICOLÁS
AYLLÓN DEL DISTRITO DE ATE”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR EL BACHILLER

CERRON HUAMANI, SARA BEATRIZ

ASESOR

GAMARRA CHAVARRY, LUIS FELIPE

Villa El Salvador

2019

DEDICATORIA

No ha sido fácil, pero el sólo tenerte a mi lado hace que lo difícil se vuelva un reto, mamá eres maravillosa eres el regalo más bello y soy afortunada por tenerte y por la familia en la que me acogiste.

AGRADECIMIENTOS

Al Eterno por permitirme llegar a este día, a mi madre por la fuerza y constancia, a mi asesor y revisores que me acompañaron en el proceso de desarrollo del trabajo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	x
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Descripción de la realidad problemática	1
1.2. Justificación del problema	3
1.3. Delimitación del proyecto	4
1.3.1. Teórica	4
1.3.2. Temporal.....	4
1.3.3. Espacial.....	5
1.4. Formulación del problema	5
1.4.1. Problema general.....	5
1.4.2. Problemas específicos	5
1.5. Objetivos	5
1.5.1. Objetivo general	5
1.5.2. Objetivos específicos.	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes	7
2.2. Bases teóricas	19
2.2.1. Contaminación atmosférica.....	19
2.2.2. Emisiones de gases vehiculares	23
2.2.3. Parque automotor	27
2.2.4. Combustible	32
2.2.5. Motores a Gasolina	36
2.2.6. Motores a diésel.....	36
2.2.7. Combustión	36
2.2.8. Estándares de calidad ambiental	37
2.2.9. Límites máximos permisibles-LMP.....	37
2.3. Definición de términos básicos	38
CAPITULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	42
3.1. Modelo de solución propuesto	42
3.1.1. Identificación del punto de monitoreo.....	42

3.1.2.	Selección de Procedimiento de Prueba	43
3.1.3.	Ámbito de estudio	43
3.1.4.	Ubicación Geográfica	43
3.1.5.	Equipo	44
3.1.6.	Selección de Parámetros a evaluar	47
3.1.7.	Procedimiento del monitoreo de emisiones vehiculares.....	48
3.1.7.1.	Fecha y lugar de monitoreo	48
3.1.7.2.	Procedimientos	48
3.2.	Resultados	58
CONCLUSIONES.....		74
RECOMENDACIONES.....		75
BIBLIOGRAFÍA.....		76
ANEXOS.....		79
ANEXO 1 Datos vehiculares.....		80
ANEXO 2 Resultados - Certificado de Inspección Técnica Vehicular		82
ANEXO 3 Resultados – Analizador gases.....		84
ANEXO 4 Resultados - Certificado de Inspección Técnica Vehicular		86
ANEXO 5 Panel Fotográfico		87

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1	Emisiones de CO ₂ en transporte 2016	20
Figura 2	Ingreso de material particulado por vía respiratoria.....	22
Figura 3	Gases de escape.....	23
Figura 4	Procesos de emisión en vehículos	25
Figura 5	Evolución del parque automotor, estimaciones 2016-2018.....	30
Figura 6	Parque vehicular del servicio de transporte de pasajeros 2008-2017.....	31
Figura 7	Ubicación del punto de monitoreo.	43
Figura 8	Esquema de analizador.....	45
Figura 9	Esquema de analizador.....	45
Figura 10	Filtro manguera	46
Figura 11	Accesorios y equipos.....	47
Figura 12	Procedimiento	49
Figura 13	Accesorios y equipos.....	50
Figura 14	Requerimientos de vehículo	51
Figura 15	Información de emisiones según CITV.....	53
Figura 16	Fase de activación del equipo y accesorios.	55
Figura 17	Prueba de software.	56
Figura 18	Lectura de emisión in-situ.....	56
Figura 19	Lectura de emisión in-situ % CO	61
Figura 20	Lectura de emisión in-situ HC (PPM)	62
Figura 21	Lectura de emisión in-situ CO+CO ₂ %.....	63
Figura 22	Lectura de emisión in-situ %CO	64
Figura 23	Lectura de emisión in-situ HC (PPM)	64
Figura 24	Lectura de emisión in-situ CO + CO%.....	65
Figura 25	Emisión in-situ %CO vol.	67
Figura 26	Emisión in-situ HC (PPM).....	68
Figura 27	Emisión de CO + CO ₂ % Vol.....	68
Figura 28	Emisión de CO% Vol.	69

Figura 29 Emisión de HC (PPM).	70
Figura 30 Emisión de CO + CO2 % Vol.....	70
Figura 31 Aprobación según clase	71
Figura 32 Aprobación %	71
Figura 33 Cumplen con el CITV	72
Figura 34 CITV Vs Cumplimiento	73
Figura 35 Evaluación cumplimiento/ Sistema.	73

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1	Límites máximos permisibles para vehículos en circulación	17
Tabla 2	Estándares de Calidad Ambiental para Aire	18
Tabla 3	Impactos ambientales	21
Tabla 4	Clasificación según fuente de emisión	26
Tabla 5	Clasificación vehicular Ligera.....	28
Tabla 6	Clasificación de vehículos pesados	28
Tabla 7	Clasificación vehicular según clase o combinación	29
Tabla 8	Coordenadas	43
Tabla 9	Parámetros de monitoreo.....	47
Tabla 10	Límites máximos permisibles - LMP.....	48
Tabla 11	Punto de inspección aleatoria en vía pública	48
Tabla 12	Datos vehiculares I.....	52
Tabla 13	Datos vehiculares II.....	53
Tabla 14	Datos emisiones del CITV I.....	54
Tabla 15	Lecturas de medición 07-02-2019.....	57
Tabla 16	Lecturas de medición 07-02-2019.....	58
Tabla 17	Límites máximos permisibles - LMP.....	58
Tabla 18	Lectura de medición.....	59
Tabla 19	Límites máximos permisibles - LMP.....	60
Tabla 20	Lectura de medición – Gasolina.....	60
Tabla 21	Contraste LMP Vs Monitoreo	61
Tabla 22	Contraste HC LMP Vs Monitoreo.....	61
Tabla 23	Contraste CO + CO2% LMP Vs Monitoreo	62
Tabla 24	Lectura de medición.....	63
Tabla 25	Lectura de medición.....	65
Tabla 26	LMP – Consideraciones	66
Tabla 27	Lectura de emisiones – GNV (1).....	66
Tabla 28	Lectura de emisiones – GNV (2).....	69

Tabla 29 Evaluación febrero - LMP.....	71
Tabla 30 Evaluación febrero - CITV.....	72
Tabla 31 CITV Vs Cumplimiento de LMP	72
Tabla 32 Evaluación/Sistema.....	73

INTRODUCCIÓN

En el Perú uno de los principales problemas de la contaminación del aire, es el parque automotor, en los últimos años el uso de transporte particular o público han presentado un incremento en la demanda del servicio, debido a que se encuentra relacionado al uso de combustibles fósiles y la infraestructura vial y por ende repercusión en las emisiones de gases contaminantes.

En muchos casos el problema de la contaminación atmosférica se debe al estado obsoleto de una sección de la flota vehicular y la calidad del combustible usado; que en muchos casos la de mayor representatividad es el diésel. Otro aspecto que se menciona es el tránsito vehicular y congestión que se encuentra regulada por el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Gobierno Regional y Gobierno local. En marco al proceso de descentralización a fin de implementar las acciones de supervisión y fiscalización.

Durante la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP21) hasta el 2015, el Perú, fue responsable del 0.3% de la contaminación global. Ocupando el sexto lugar en las emisiones de gases contaminantes de Sudamérica, con sesenta y cinco millones de toneladas de CO₂ emitidas, según la Dirección de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente durante el periodo 2016, la fuente principal es el parque automotor además de ser como una de las fuentes más peligrosas reconocida por el Ministerio de Salud (Espinoza, 2017).

La contaminación del aire implica la presencia de agentes externos generado por diversas actividades económicas que se desarrollan en escalas diferenciadas en concentraciones definidas en determinados espacios y tiempo que incrementa el factor de riesgo a la salud y/o en su defecto interferencia en el confort de la vida, salud, propiedad y ejercicio de actividades diarias en la

vida de las personas, así como la de los animales y plantas (Sánchez & Ordóñez, 2016).

Sin embargo, uno de los aspectos preocupantes a considerar es el transporte, sector económico que se encuentra con mayor representatividad entre las respuestas al cambio climático. De los cuales el parque automotor es una de las fuentes principales de emisiones de Gases de Efecto Invernadero, en las cuales el CO₂ es “El GEI más abundante y que representa alrededor de dos tercios de todos los tipos de GEI, es el dióxido de carbono (CO₂), resultado de la quema de combustibles fósiles” (OCDE, 2015).

En el presente trabajo de investigación se evalúa las emisiones de gases vehiculares circundantes en el distrito de Ate a través del analizador de gases AVL DiTEST-1000, la cual contrasta los resultados con los Límites Máximos Permisibles. Mediante el análisis de los parámetros de CO, HC y CO + CO₂, dichos resultados tendrán un tratamiento estadístico en función a los parámetros de la muestra evaluada en cuatro puntos estratégicos.

Los resultados permitirán determinar diversos aspectos: Determinar la cantidad de emisiones de gases vehiculares, cumplimiento de la normativa y responsabilidad ambiental.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

El Perú es uno de los países más vulnerables a los efectos del cambio climático debido a su geografía y características climáticas, durante el presente año se ha registrado incrementos de temperatura llegando a resultar superior a la normal.

De por si el incremento de la temperatura ya viene causando estragos en la capital de Lima y otras ciudades en el interior del País. Dichas condiciones conllevan acelerar la pérdida de los glaciares, extinción de especies de flora y fauna, y de no frenar el calentamiento global repercute en: “Desaparición de cultivos vulnerables a las variaciones de la temperatura, destrucción de la infraestructura vial, escasez de agua potable, aumento de incendios forestales y la expansión de plagas agrícolas, entre otras amenazas” (Diario El Peruano, 2019, párrafo 6).

Las emisiones de Gases de Efecto Invernadero al año 2009, en el Perú fueron de ciento treinta y ocho millones de toneladas de COe, siendo el sector transporte el de mayor consumo energético de las cuales el 28% corresponde al sector energético y ello se encuentra relacionado al incremento del parque automotor (MINAM, 2013, párr. 3).

En el Perú, el sector que representa mayor consumo energético es el transporte, que representa el 41% del consumo nacional, durante el periodo 2003 – 2013 presentó un incremento de consumo del 115% (CEPAL & OCDE, 2016).

En la actualidad los problemas de contaminación ambiental dependen de diversos factores y la magnitud de ello. Frente a ello los estados han venido desarrollando políticas e implementando mecanismos y/o programas a fin de controlar las fuentes de emisión.

En Lima y Callao, el deterioro de la calidad de aire se encuentra relacionado al parque automotor y las fuentes fijas (industrial, grifos, pollerías, etc.). Sin dejar de lado que en los últimos años se ha generado un crecimiento del parque automotor, un aspecto importante a señalar es que un porcentaje de la flota de vehículos en el Perú es obsoleta y se suma a ello el inadecuado mantenimiento de los mismo, que ha generado un incremento en los niveles de contaminación, un claro ejemplo es el caso de emisión de CO, emisiones correspondientes a los automóviles con un 83,79% de los cuales el 48,9% corresponde a los taxis (OCDE, 2015).

De acuerdo al reporte de World Air Quality, el Perú se encuentra en el puesto veintidós a nivel mundial, en la lista de países con mayor grado de contaminación y presenta el octavo puesto a Lima como una de las ciudades más contaminadas en Latinoamérica, además de encontrarse en el tercer lugar como la una de las ciudades con mayor congestión vehicular (Gestión, 2019).

En la actualidad el Distrito de Ate presente uno de los escenarios más críticos en referencia al problema de contaminación de aire de los cuales se encuentra como uno de los distritos más contaminado en la ciudad de Lima, este problema tiene una gran relevancia en la salud, debido a que las sustancias de las emisiones vehiculares se encuentran relacionadas a la probabilidad de provocar enfermedades respiratorias; siendo los principales: nitrógeno, ozono, oxidantes fotoquímicos, bióxido de azufre y las partículas (Romero et al., 2006).

En la actualidad se estima que existen una gran cantidad de vehículos antiguos que superan los 20 años, que se encuentran en circulación, por lo cual se relaciona que son un factor que influye en la contaminación atmosférica, a partir de ello el estado ha venido desarrollando normativas de regulación; a fin de, establecer acciones minimización y control sin embargo no ha sido suficiente (Diario Gestión, 2019)

1.2. Justificación del problema

El distrito de Ate está conformado por diferentes vías arteriales que se conectan con la carretera de central, convirtiéndose en una de las vías principales de la afluencia vehicular. Sin embargo, en lo últimos años el incremento del parque automotor, así como la migración poblacional han ido incrementado.

En lo que respecta el Distrito de Ate, según el Censo Nacional 2017 XII de población, VII de vivienda y III de comunidades indígenas. La comunidad contaba con 599,196 habitantes (INEI, 2018) sin dejar de lado el incremento en sus actividades comerciales, industriales, minería, construcción de inmobiliarias y aumento del parque automotor.

En enero de 2019 se sumó el proyecto de la continuidad de la construcción de la red de tren eléctrico “la Línea 02”, Metro de Lima y Callao. Dicha actividad repercutió en el cierre de carriles de la carretera central, acción que ha generado menor flujo vehicular, que conlleva a agudizar el problema de congestión vehicular. Y por ende incremento de los tiempos de viaje; demanda de combustible y pérdidas de horas de trabajo de motor, que repercute en mayor cantidad de emisiones vehiculares: CO, NOx, SOx, HC, MP, entre otros de los factores que contribuye al incremento de contaminación atmosférica (OCDE, 2015)

El presente trabajo de investigación de evaluación de emisiones de gases vehiculares en el Distrito de Ate, parte de la necesidad de establecer medidas de control y/o regulación que permitan ejercer acciones frente a la problemática de contaminación del aire en el distrito.

1.3. Delimitación del proyecto

1.3.1. Teórica

El presente trabajo pretende medir las emisiones de gases vehiculares de categoría ligera en el distrito de Ate en contraste a los Límites Máximos Permisibles. A fin de generar información significativa para la implementación de medidas de control y/o minimización en referencia a los problemas de contaminación atmosférica en el distrito de Ate.

1.3.2. Temporal

El trabajo de investigación se desarrolló en el mes de febrero de 2019

1.3.3. Espacial

El estudio se desarrolló en el distrito de Ate en el km 11 de la avenida Nicolás Ayllón.

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general

¿Cuáles fueron las emisiones de gases vehiculares en la avenida Nicolás Ayllón en el distrito de Ate?

1.4.2. Problemas específicos

¿Cuáles fueron las emisiones de gases vehiculares de categoría ligera del mes de febrero de 2019 en el distrito de Ate?

¿Cuál es el contraste entre las emisiones registradas de gases vehiculares de categoría ligera con los límites máximos permisibles durante el mes de febrero de 2019 en el distrito de Ate?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Evaluar las emisiones de gases vehiculares en la avenida Nicolás Ayllón en el distrito de Ate

1.5.2. Objetivos específicos.

Medir las emisiones de gases vehiculares de categoría ligera del mes de febrero de 2019 en el distrito de Ate.

Contrastar las emisiones registradas de gases vehiculares de categoría ligera con los límites máximos permisibles del mes de febrero de 2019 en el distrito de Ate.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Beltran (2019) menciona que los problemas de contaminación se encuentran relaciones principalmente al uso de combustibles fósiles, sin embargo, un factor que interviene en las prácticas de uso es la economía y el comportamiento de la sociedad. En el caso de Ecuador por factores económicos en el alza de precios de combustible un sector de la flota vehicular a reemplazado la gasolina súper por extra. En base a este comportamiento se desarrolló la investigación con el objetivo de medir el grado de contaminación en función a tres aspectos gasolina extra, gasolina súper y aditivos de combustible. La investigación se desarrolló en un taller de automotriz, el estudio en mención utilizo la metodología de campo en la cual se trabajó con un analizador de gases y un sistema canister, a fin de brindar condiciones necesarias para la investigación.

De los cuales los resultados demostraron permitió determinar la gasolina menos contaminante; siendo la gasolina extra mezclada con ganador de octanaje de marca Qualco R1, siendo los niveles de contaminación menor a los de la gasolina Súper con respecto al CO%. Con respecto a ello se concluyó el

estado mecánico y la puesta del motor influye en la emisión de gases vehiculares. Además de ello en muchos casos la mezcla de combustibles a fin de abaratar costos es una práctica que genera contaminación al ambiente (Beltran, 2019).

Cedeño et al., (2018) manifiesta en su investigación que, en el Estado de Ecuador, en el Distrito Metropolitano de Quito, el impacto de la contaminación atmosférica tiene un impacto significativo en la salud de las personas siendo las más representativas las emisiones de hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx) y monóxido de carbono (CO), debido a que las emisiones tienden a mayores concentraciones en los meses de menor temperatura. El objetivo de la investigación era evaluar el factor de emisión de tres combustibles de uso principal del sector de transporte de vehículos livianos en el Ecuador: gasolina Ecopaís (biocombustible), gasolina Súper (93 octanos) y gasolina Extra (87 octanos), en la cual se consideró dos componentes adicionales para el estudio: estación on-board, ruta de carretera y altura, a fin de evaluar el comportamiento de cada combustible.

La metodología empleada se realizó utilizando un equipo on-board de marca Axion modelo OEM-2100AX, equipo de registro de concentraciones volumétricas, dichos resultados se emplearon como base del análisis de las emisiones además de verificar la distancia de recorrido, tiempo y velocidad. Obteniendo como resultado que el factor de mayor porcentaje de emisión corresponde al CO₂ y CO, estando alrededor de: CO₂ = 54% - 71.73 % y el CO = 31.58 % - 44.9 %. Demostrando que la gasolina Extra presenta un mejor comportamiento en emisiones de CO, sin embargo, la gasolina Súper presente menor variación de contaminantes entre el inicio y final de la prueba (Cedeño et al., 2018).

De Luque & Gonzales (2015) desarrollaron un estudio de huella de carbono de los gases de emisión vehicular en muestra de 50 automóviles de

los 952 del parque automotor de la Policía Nacional en Bogotá a fin de verificar el cumplimiento de la normativa del sector y constatar los beneficios ambientales del cambio de combustible a un sector de la flota en mención. El objetivo principal fue desarrollar el cálculo de la huella de carbono del parque automotor de la Policía Nacional seccional Bogotá. El trabajo se desarrolló en base a un método de investigación descriptivo en base a un análisis cuantitativo y cualitativo de los vehículos y el tipo de combustible a fin de determinar la validez y eficacia de una medida implementada como acción específica de la Policía Nacional Seccional de Bogotá con respecto a las metas de mitigar los gases de efecto invernadero de una sección de la flota vehicular en actividad. Los indicadores de medición se basan en las mediciones con un analizador de gases para posterior someter a un tratamiento los datos obtenidos en un programa de cálculo de libre acceso Carbon Footprint Calculator Software y Colombia 2050, para el cálculo de la huella de carbono.

Londoño et al. (2011), estimaron las emisiones de agentes contaminantes atmosféricos provenientes de la flota vehicular, muestra de estudio que se desarrolló en la ciudad de Envigado, las evaluaciones en mención se desarrollaron en función a el CO, NOx, SO2, PM10 y COV, empleando como metodología de estimación el Modelo International Vehicle Emissiones - IVE. Para el desarrollo de la estimación con el modelo señalado fue necesario trazar más variables para el control del sistema: aforo vehicular, tipo de combustible, tipo de vehículo, kilometraje promedio de recorrido, control de la relación aire/combustible, uso de aire acondicionado, sistema de control de emisiones y la edad o modelo. De los cuales se estimó que los automóviles lideran en las emisiones de CO, seguido de los camiones. Además de ser necesario mencionar que tiene representatividad significativa en las emisiones de VOC, NOx y SO2 según el escenario evaluado puede llegar a alcanzar a 435 kg/día de CO.

Pariona (2018), en la investigación denominada “Características de los vehículos y las emisiones contaminantes en la planta de revisiones técnicas de San Antonio de Jicamarca - 2018”, realizó el estudio en una muestra estratificada de 235 unidades vehiculares de forma aleatoria. La metodología empleada se desarrolló en bases a recolección de información y tratamiento estadístico en la cual se utilizó el programa SPSS, para la primera etapa se empleó un analizador de gases Modelo HGA-404 GR abarcando un periodo de 03 meses condicionando el escenario para la toma de muestra.

De los resultados obtenidos determinó que la emisión de contaminantes, depende del tipo de combustible que utiliza el vehículo sin depender las características del vehículo.

Valencia (2017), en el distrito de Villa el Salvador, en el sector 2 se desarrolló una evaluación de las medidas de reducción administrativas de las emisiones de contaminantes de las fuentes móviles, en la cual realiza la estimación en base a tres actividades:

- a) Medición en campo en función a: tipo de vehículo, servicio, distancia, velocidad, consumo de combustible, entre otros (Valencia, 2017).
- b) Estimación de inventario de emisiones aplicando el IVE MODEL (Valencia, 2017).
- c) La toma de muestra se realizó en base al promedio de ingreso de vehículo a la semana limitándose el ámbito de estudio a 4 horas por día (Valencia, 2017).

El alcance del estudio se desarrolló a las tres categorías del parque automotor. Obteniendo como resultados que los automóviles, moto taxis y ómnibus emiten mayores concentraciones de monóxido de carbono (CO). Sin embargo, es preciso señalar que los resultados demostraron que los

automóviles emiten mayor cantidad de emisiones CO, VOC, VOC_{evap}, NO_x y SO_x.

Flores (2017), declara que los problemas de calidad de aire en el Perú, están relacionados a las emisiones del parque automotor que en los últimos años ha desarrollado un incremento y todo ello presenta una relación de incremento entre las emisiones y las emisiones. En el estudio desarrollado en Puno al parque automotor desarrolló como el objetivo principal la determinación del nivel de la contaminación del dióxido de carbono en dicha ciudad, en los parámetros de CO₂ y CO en % volumen en vehículos de combustible a petróleo y gasolina; para dicha investigación se empleó como metodología el método estadístico de análisis de varianza (ANDEVA), cuadros y gráficos para representar los niveles de contaminación generados en cada uno de los puntos de monitoreo de la intersección de las vías en estudio. Sin embargo, previo a ello se desarrolló una fase de recolección de información en la cual se trabajó con fichas de registro y un analizador de gases a fin de obtener la información necesaria a tratar. Obteniendo entre los resultados valores máximos en concentración de CO₂ con 18.7% y mínimo de 1.10% en el distrito.

Hilario (2017), en el estudio de emisiones contaminantes de vehículos del distrito de Huancayo, evaluó una muestra de 61504 unidades registradas, con el objetivo de estimar la cantidad de emisiones vehiculares empleando el modelo Internacional de Emisiones Vehiculares (IVE); la metodología de estimación se realizó en función a etapas: recolección de datos, en la cual se utilizó diversas técnicas entre encuestas, fichas de registro de información a fin de obtener información necesaria para emplear en el programa IVE, al finalizar la investigación se concluyó que la fuente con mayor emisión de gases vehiculares fue la de categoría de automóviles alcanzando 25 046.3 toneladas, otro aspecto a detallar es que durante el periodo 2016 el parámetro de mayor emisión fue el de monóxido de carbono con 36 348,4 Tm/año representando el 81.66% del total de emisiones vehiculares.

Saavedra (2014) afirma que el problema de las emisiones vehiculares es un tema de preocupación en los últimos años, en función a ello en la ciudad de Lima se desarrolló una estimación de emisiones de gases vehiculares siendo el ámbito de estudio una sección de 1.41 km, siendo la metodología el Modelo de Emisiones Vehiculares, MODEM (2010), empleada para el escenario en investigación por la similitud del comportamiento del parque automotor chileno al peruano. El objetivo de la investigación señalada fue analizar los diferentes escenarios de emisión de contaminantes generados en un ambiente de congestión vehicular y sin congestión en la avenida Javier Prado Oeste, variando los parámetros de velocidad, tipo de combustible entre otros y comparar las emisiones estimadas en uno libre de congestión. En las conclusiones de determinó que en periodos de congestión vehicular las emisiones de vehiculares totales disminuye, otro aspecto interesante es que las emisiones de contaminantes atmosféricos en un escenario sin congestión vehicular logran alcanzar 17 504.7 kg/año en emisiones teniendo solo una diferencia en 5.15% menos que un escenario de congestión (Saavedra, 2014)

De acuerdo a los datos de la Organización Mundial de Salud, nueve de cada 10 personas respiran aire con altos niveles de contaminante. Sin embargo las cifras anuales arrojan que 7 millones de personas mueren por contaminación del aire externo e interno siendo la población más afectada en su mayoría mujeres y niños “por la exposición a partículas finas en el aire que penetra profundamente en los pulmones y el sistema cardiovascular, causando enfermedades como accidentes cerebro-vasculares, enfermedades cardíacas, cáncer de pulmón, enfermedades pulmonares obstructivas crónicas e infecciones respiratorias, incluida la neumonía” (Organización Mundial de la Salud, 2018)

Según el informe de Evaluación de desempeño ambiental, el transporte presenta los mayores niveles de consumo energético y emisiones sectoriales

por combustión, y su crecimiento ha ido a la par del PIB (CEPAL & OCDE, 2016).

Considerando lo señalado entre el periodo 2003-2012, la circulación de motorizados ha generado un incremento significativo de 7% anual en el margen de los cinco años evaluados, de los cuales por cada 1.000 habitantes aumentó en un 42% el flujo vehicular, de 50 a 71, “cifra muy lejana de la existente en los países de la OCDE” (CEPAL & OCDE, 2016).

Según Valencia (2017) en Latinoamérica, el mayor avance en la normatividad con respecto a la mitigación de la contaminación atmosférica en referencia a las fuentes móviles ha venido siendo desempeñado por Colombia.

Con respecto al marco regulatorio, en el Perú desde el 2003 se viene implementando medidas de regulación respecto a los sectores de hidrocarburos, pesquería, cemento, minero metalúrgico y transporte vehicular ya cuentan con límites máximos permisibles - LMP (OCDE, 2015).

En referencia a ello cada sector se responsabiliza de la aprobación de sus instrumentos de gestión ambiental según el ámbito de competencia en referencia a las actividades económicas (OCDE, 2015).

Desde el año 2000, la institucionalidad ambiental del País se ha venido fortaleciendo a través de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente y la posterior creación del Ministerio del Ambiente - MINAM. Sin embargo, el ejercicio de regulación de la norma de protección se ha venido desarrollando de forma descentralizada según las actividades económicas, como es el caso de la Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades. Que desde el 2003 se tipifica en el artículo 80 la competencia de Fiscalizar y realizar labores de control respecto de la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente (OCDE, 2015).

Sin embargo, la competencia de fiscalización no tiene alcance a todos los sectores de transporte, en el caso de los gobiernos locales solo tiene competencia lo que es respecto a vehículos ligeros que ofrecen algún servicio los cuales son: taxis y mototaxis. Según el informe de la Tercera Comunicación Nacional del Perú, El Perú y el Cambio Climático; hacia el año 2013 llegó a 2,22 millones de automóviles, de los cuales el 65 % se encontraba en Lima. Además de que en función a los datos mencionados el 42% correspondía a los automóviles, desde el año 2000 se ha venido duplicando y la edad promedio de la flota vehicular es de 14 años teniendo en consideración, este dato importante tiene repercusión en altos niveles de emisiones de gases contaminantes y gases de efecto invernadero (MINAM, 2016). Además de ello el sector transporte esta consideraro como una de las principales fuentes de gases de efecto invernadero (OCDE, 2015).

Ademas de lo mencionado en el párrafo anterior, de acuerdo a las estimaciones de emisión de contaminantes atmosfericos, coincide en que el origen principal es el parque automotor. En referencia a ello se logro estimar las siguientes parámetros: monóxido de carbono(CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno(NOx), material particulado menores a 10 micras (PM10) (OCDE, 2015).

En el caso de las emisiones de monóxido de carbono (CO), el 83,79 % corresponde a los automóviles de los cuales el 48.94% de los resultados señalados corresponde a los taxis; en referencia a los HC el 72,97 % corresponde a los automoviles de los cuales el 40.71 % son de los taxis; en caso de los óxidos de nitrógeno y PM 10 los responsables de las emisiones son los buses de transporte publico y camionetas rurales (OCDE, 2015).

Según el Estudio de desempeño ambiental – ESDA, “las políticas de gobierno de los años noventa propiciaron el incremento desmesurado de la

importación de vehículos usados, principalmente a diésel, y en su gran mayoría para realizar servicios de transporte público” (OCDE, 2015)

El Perú desde el año 2002 ha venido desarrollando un proceso de descentralización e impulsando políticas a partir de la ratificación del País a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático en 1993, con el objetivo de sentar las bases para un desarrollo sostenible, inclusivo, bajo en carbono y resiliente al clima. En referencia a ello el Ministerio del Ambiente es la encargada de direccionar y gestionar las acciones frente al cambio climático. En marco al escenario en mención se aprobó la Política Energética Nacional del Perú 2010-204, a fin de satisfacer “la demanda nacional de energía de manera confiable, regular, continua y eficiente” (MINAM, 2016).

La norma de mayor impacto sobre el tema ambiental fue en el año 1996 con el Decreto Legislativo N° 757, Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada, a través del cual se dispone establecer regulaciones de desempeño ambiental por Ministerios del Estado y Organismos fiscalizadores.

En marco a los compromisos asumidos se han venido desarrollando cambios en el sector transporte; dentro de ello se encuentra las acciones de reducción de gases de efecto invernadero en función a ello ha venido impulsando las siguientes iniciativas la Red Básica del Metro de Lima, el Corredor Segregado de Alta Capacidad, COFIGAS vehicular y el Programa de Chatarreo (MINAM, 2016), dichas medidas estan orientadas hacia los objetivos de un desarrollo nacional bajo en emisiones.

Además de ello en el Estado se han venido implementando normativas que regulan las emisiones de contaminación atmosférica:

En el año 2001 con el Decreto Supremo N° 074-2001-PCM, se Reglamenta los estándares nacionales de calidad ambiental del Aire con el objetivo de proteger la salud entre los cuales se señala: Dióxido de Azufre,

Monóxido de Carbono, PM-10, Dióxido de Nitrógeno, Sulfuro de Hidrógeno, Ozono y Plomo (Diario Oficial El Peruano, 2001)

Con Decreto Supremo N° 007-2002-MTC, establecen procedimientos para la homologación y autorización de equipos a utilizarse en el control oficial de LMP de emisión de contaminantes para vehículos automotores (Diario Oficial El Peruano, 2002).

En febrero de 2006, con la Ley N° 28694: Ley que regula el contenido de azufre en el combustible diésel, se implementa la regulación de los niveles de azufre contenidos en el combustible diésel, a fin de salvaguardar la calidad del aire y la salud pública. En función a ello otra medida que se norma es la prohibición de comercialización de combustible diésel cuyo contenido sea superior a las 50 partes por millón, medida que entra en vigencia a partir de enero de 2020 (Diario Oficial El Peruano, 2006)

Hacia el año 2008 con Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM, se establece estándares de calidad ambiental para el aire: SO₂, Benceno, Hidrocarburos totales (HT), material particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM_{2.5}) e hidrógeno sulfurado (H₂S). De los estándares aprobados se regula un solo compuesto orgánico volátil que es el benceno (Diario Oficial El Peruano, 2008)

En el año 2013 con Decreto Supremo N° 006-2013-MINAM, Aprueba disposiciones complementarias para la aplicación del estándar de Calidad Ambiental(ECA) de aire para Dióxido de Azufre con respecto al Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM (Diario Oficial El Peruano, 2013).

Posterior a ello con Decreto Supremo N°016-2009-MTC, se aprueba el Reglamento Nacional de tránsito y sus modificatorias D.S. N°022-2009-MTC, D.S. N°025-2009-MTC y D.S. N°029-2009-MTC, se establece la tipificación de

multas y medidas preventivas aplicables a las infracciones al tránsito terrestre. En la cual se regula el uso de las vías públicas terrestres, aplicables a los desplazamientos de personas, vehículos y animales y a las actividades vinculadas con el transporte y el medio ambiente, en cuanto se relacionan con el tránsito. Dentro de las cuales prohíbe la circulación de vehículos que descarguen o emitan gases, humos o cualquier otra sustancia contaminante (Diario Oficial El Peruano, 2009).

Además de ello con la modificatoria D.S. N°010-2017-MINAM del Decreto Supremo N°047-2001-MTC, establecen límites máximos permisibles de emisiones de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial, en función al tipo de combustible Diésel, Gasolina, Gas Natural Vehicular y Gas Licuado de Petróleo; para categorías vehiculares de tipo M y N (Diario Oficial El Peruano, 2017).

En referente a ello se detalla en la tabla 1 los aspectos a considerar:

Tabla 1

Límites máximos permisibles para vehículos en circulación

II.4. Vehículos de categorías M y N con motor de encendido por chispa a gasolina, GLP o GNV como combustible u otros combustibles alternos				
Año de fabricación(*)	Altitud [msnm]	CO [% - v/v]	HC [ppm]	CO + CO2 [% - v/v] mínimo
Hasta 1995	0 a 1800	3,0	400	10 [8(1)]
1996 a 2002	0 a 1800	2,5	300	10 [8(1)]
2003 en adelante	a cualquier altitud	0,5	100	12[8(1)]

(1) Solamente para GLP/GNV

Fuente: D.S N°010-2017-MINAM

Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, se aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones

Complementarias, en vista a la necesidad de actualizar y unificar la normatividad vigente que regula los ECA para Aire.

Tabla 2
Estándares de Calidad Ambiental para Aire

Parámetros	Período	Valor [µg/m ³]	Criterios de evaluación	Método de análisis [1]
Benceno (C ₆ H ₆)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO ₂)	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (Método automático)
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})	Anual	100	Media aritmética anual	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	Anual	25	Media aritmética anual	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	
Mercurio Gaseoso Total (Hg) [2]	24 horas	2	No exceder	Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CVAAS)
				o
				Espectrometría de fluorescencia atómica de vapor frío (CVAFS)
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Espectrometría de absorción atómica Zeeman. (Métodos automáticos)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
Ozono (O ₃)	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Plomo (Pb) en PM ₁₀	Mensual	1.5	NE más de 4 veces al año	Método para PM ₁₀ (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0.5	Media aritmética de los valores mensuales	

Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
---	----------	-----	------------------	--

Fuente: D. S. N° 003-2017-MINAM

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Contaminación atmosférica

Se denomina contaminación del aire, a la presencia de agentes externos en las cuales en determinadas concentraciones y tiempos determinados expuestos al ambiente en contacto con un organismo vivo puede generar repercusiones nocivas para la salud y/o perturbar el confort socio-ambiental para el ejercicio de sus actividades diarias.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la contaminación atmosférica se clasifica en dos: contaminación atmosférica urbana y contaminación del aire en interiores. En referencia a ello la contaminación atmosférica urbana se desarrolla en la urbe de las ciudades y es esta la que puede inferir en la contaminación del aire en interiores. Ello está principalmente relacionado con la combustión ineficiente de los combustibles fósiles; así mismo menciona que las principales fuentes de contaminación urbana son las fuentes móviles, como es el caso de los automóviles a través de los gases de escape de los vehículos automotores y la otra fuente son las estacionarias que se representan como columnas de humo. Según la ciudad, el transporte causa entre un 25% y un 70% de la contaminación atmosférica urbana (OMS, 2019).

a) Agentes contaminantes

En lo que respecta a los contaminantes provenientes del sector transporte, para la operatividad de las unidades vehiculares, gran parte de la flota obtiene la energía a través de la combustión de diversos productos. En el transcurso del proceso de la combustión interna emite diversas fuentes de

agentes a la atmosfera, siendo los más principales: los vehículos los más representativos son:

- Hidrocarburos (HC)
- Monóxido de carbono(CO)
- Óxido de nitrógeno(NOx)
- Dióxido de azufre (SO₂)
- Material Particulado Respirable (PM₁₀)
- Material Particulado Respirable Fino (PM_{2.5})
- Plomo y derivados

Los vehículos también emiten dióxido de carbono (CO₂), concentraciones que interactúan con la radiación solar, las cuales en grandes cantidades conforma una película gaseosa en la atmosfera que impide la salida de la radiación solar hacia el espacio, generando un incremento en la temperatura, este fenómeno se conoce como efecto invernadero. En este aspecto por la concentración desmedida se ha venido generando el problema del calentamiento global. Según la Agencia Europea de Medio Ambiente, en el año 2016 el sector transporte emite el 72% de emisiones de CO₂

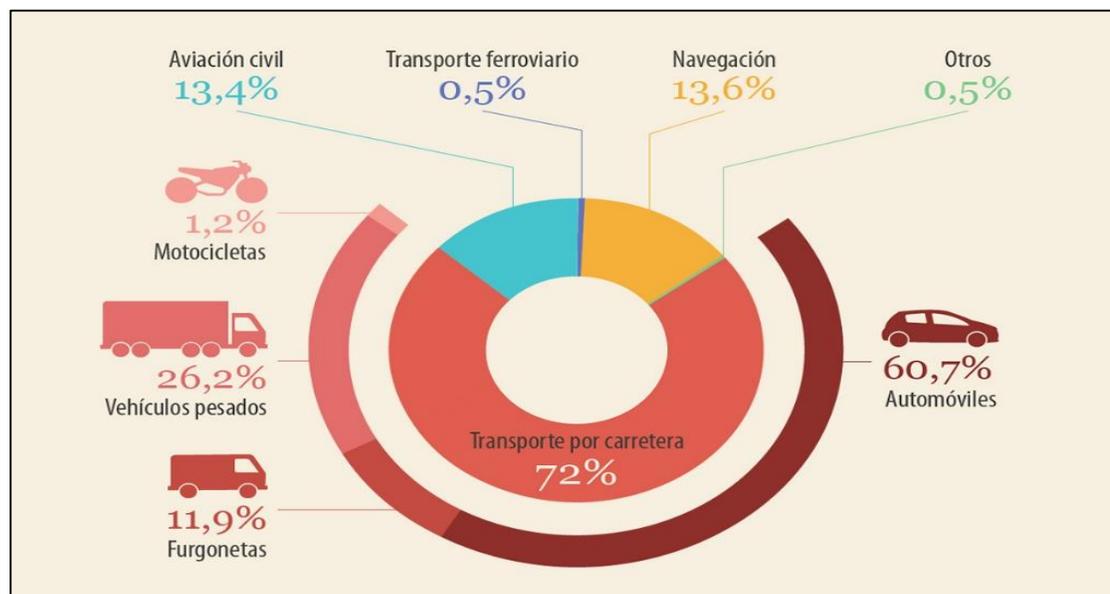


Figura 1. Emisiones de CO₂ en transporte 2016
Fuente: Agencia Europea de Medio Ambiente (2016)

Además de ello también se encuentra material particulado, aldehídos, plomo y derivados. la concentración y tipo de agente contaminante depende de la clasificación del vehículo empleado, condiciones del motor, tipo de combustible y tiempo de circulación.

Las emisiones atmosféricas contaminantes producidas por los automóviles se localizan fundamentalmente en las emanaciones de vapores generados en: la combustión del motor, el depósito de combustible y, principalmente, los gases de escape que contribuyen en más de un 70% sobre el resto. (Rodrigo, 2009).

b) Impactos de la contaminación atmosférica.

Respecto a las repercusiones de la contaminación está asociada a diversos aspectos entre los cuales se detalla a continuación:

Tabla 3
Impactos ambientales

Aspecto	Actividad	Impacto
Consumo de combustible	Explotación de los recursos naturales	Alteración del ecosistema
Operación continua de la unidad.	Emisión de material particulado, gases evaporativas y residuales, ruido.	A) Problemas de salud en las personas. B) Contaminación del aire (polución, incremento de los gases de efecto invernadero, etc)
Apagado de la unidad	Emisión de gases evaporativas, gases residuales.	
Mantenimiento inadecuado	Emisión de gases evaporativas, gases residuales, material particulado	
Prácticas inadecuadas de uso	Consumo excesivo de combustible, emisiones de gases y partículas	A) Congestión vehicular B) Contaminación ambiental.

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en consideración lo señalado en la tabla 3, uno de los problemas más preocupantes es el tema de la salud pública. En las últimas investigaciones desarrolladas por la Subdirección de Evaluación del Ambiente Atmosférico del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, SENAMHI, afirma que las concentraciones de material particulado (PM10 y PM 2.5) guardan una estrecha relación con el parque automotor incidiendo en los índices de mayor actividad vehicular (SENAMHI, 2018).

SENAMHI (2018), menciona que, en los muestreos de periodo diario en la zona de Lima Este, zona en la cual se encuentra Ate, se determinó “la presencia de gran cantidad de partículas de hollín con tamaños menores a 5 micrómetros (μm) y un aspecto racimoso” (SENAMHI, párr. 3, 2018).

Resultado que ha generado preocupación debido a que las partículas en mención son treinta veces más pequeñas que el diámetro de un cabello humano, condición que representa mayor probabilidad de ingresar al sistema respiratorio y por ende generar problemas de salud en las personas (SENAMHI, 2018).

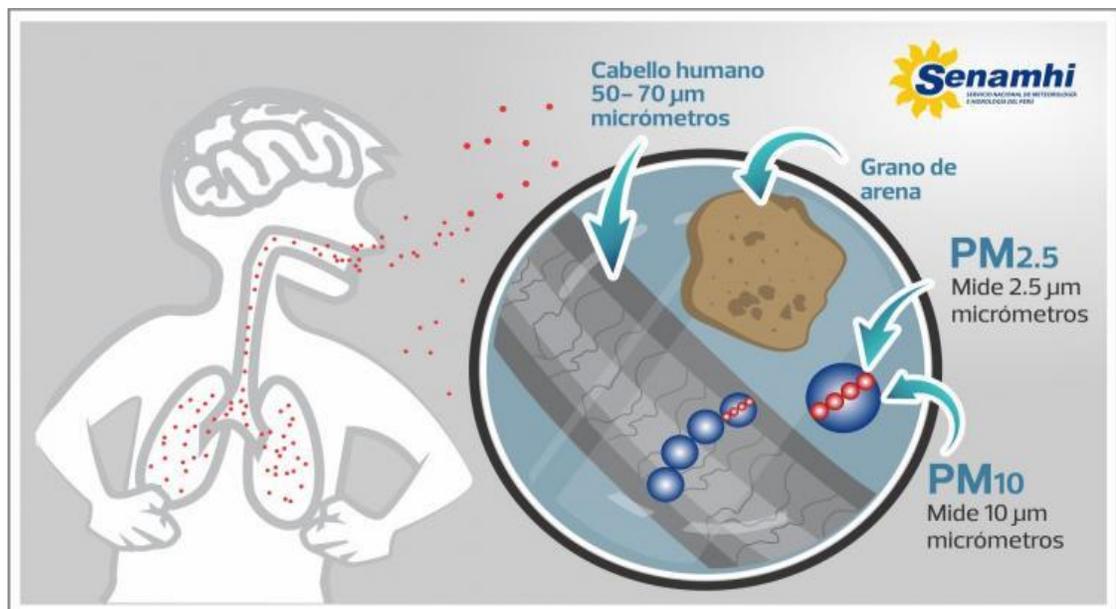


Figura 2 Ingreso de material particulado por vía respiratoria
Fuente: SENAMHI, 2018

2.2.2. Emisiones de gases vehiculares

Una de las causas de contaminación atmosférica es el parque automotor, solo entre el período 2003-2012, el parque automotor aumentó de 50 a 71 vehículos por cada 1000 habitantes entre los cuales el incremento de vehículos se centró entre los departamentos de Lima-Callao y Tacna, teniendo en consideración lo señalado y a eso se suma el inadecuado mantenimiento de los vehículos, todo ello ha repercutido en un incremento en los niveles de contaminación ambiental (Hilario, 2017).

Las emisiones de gases vehiculares son el resultado del funcionamiento vehicular. Siendo la mayor parte emitida por el tubo de escape. Otro de los aspectos que influyen en la emisión de gases vehiculares es el tipo de motor y combustible para la operación del vehículo.

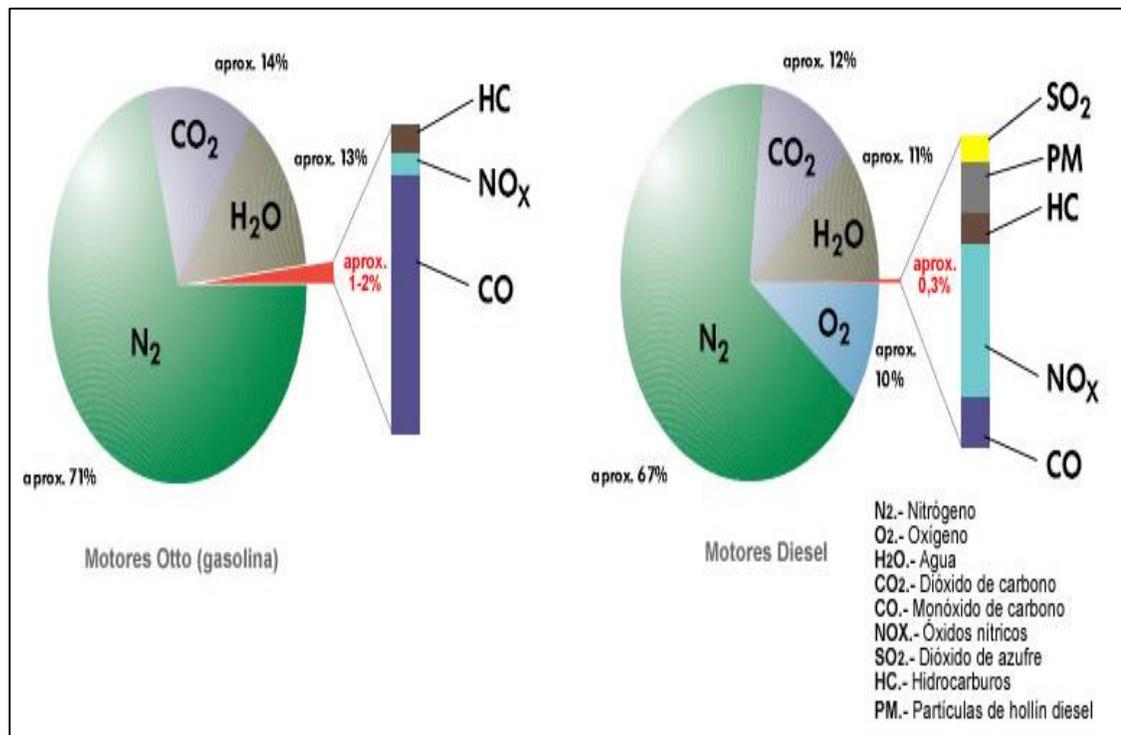


Figura 3 Gases de escape
Fuente: Cursos de mecánica (2019)

Calla & Pérez (2018), mencionan que los tipos de emisión proveniente de los vehículos por el proceso de combustión interna son principalmente dos:

a) Emisiones evaporativas

En la presente categoría involucra cuando el vehículo está estacionado o en circulación; el alcance de las emisiones de este tipo depende de las características del vehículo, temperatura, presión de vapor de combustible, además de los factores geográficos y meteorológicos. Entre ellas se incluye:

- Emisiones diurnas: resultado del cambio de temperatura y provienen del tanque de combustible, el proceso se encuentra sujeto a la presión de vapor del combustible empleado y a la temperatura del ambiente en un periodo de 24 horas.
- Emisiones evaporativas en circulación: resultado de fugas de combustible mientras el motor está en funcionamiento en condiciones estables.
- Emisiones evaporativas en proceso de recarga: resultado de la fuga de vapores del tanque de combustible, en la fase de recarga.

- Emisiones evaporativas de motor en caliente: resultado del calor residual del sistema de alimentación del vehículo, en condiciones de motor apagado, debido a la volatilización del combustible residual.

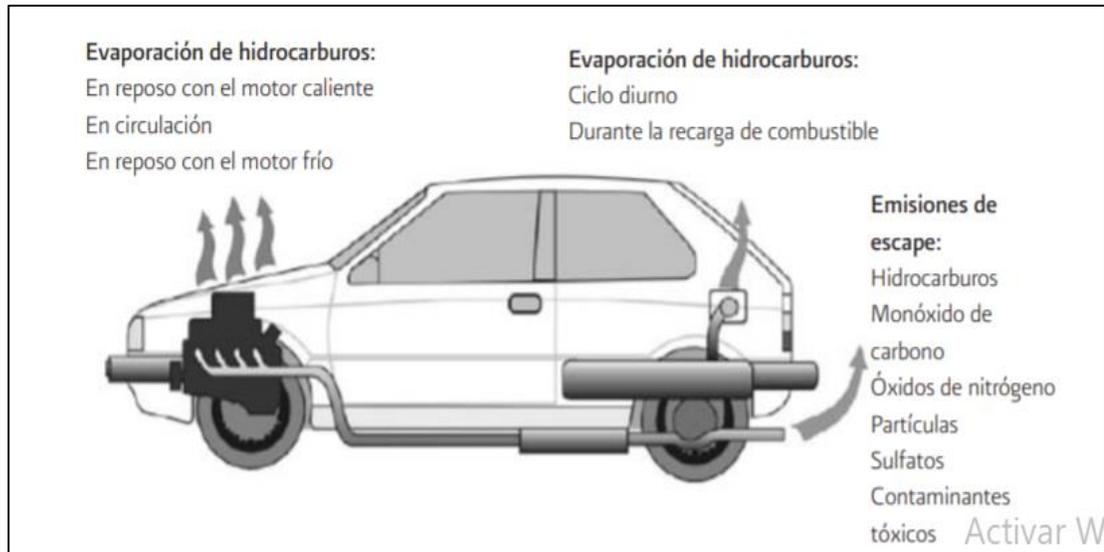


Figura 4 Procesos de emisión en vehículos
Fuente: RADIAN INTERNATIONAL (1997)

b) Emisiones del tubo de escape: emisiones de gases y partículas

Las emisiones provenientes del tubo de escape, son el resultado de la quema de combustible; ello varía según el tipo de combustible empleado, ello depende de las características del vehículo y la tecnología, el sistema de control de emisión y los convertidores catalíticos (Calla & Pérez, 2018).

El diésel y la gasolina, son mezclas de hidrocarburos, que interviene en procesos de combustión. Ello por las características y el proceso generan una combustión incompleta por lo que los vehículos emiten diversos gases y materia suspendida a la atmosfera (Calla & Pérez, 2018).

El estado de mantenimiento del vehículo, las características del combustible (como el contenido de azufre), la intensidad y frecuencia de las aceleraciones tienen influencia en las emisiones de escape (Calla & Pérez, 2018).

Tabla 4
Clasificación según fuente de emisión

Tipo de emisión	Emisiones
Tubo de escape	Hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno partículas, dióxido de carbono, dióxido de azufre, plomo (sólo en el caso de gasolinas con plomo), amoniaco y metano
Evaporativas	Hidrocarburos

Fuente: Calla & Pérez (2018)

Los gases vehiculares que representan mayor grado de repercusión en la contaminación ambiental fueron regulados a través de los estándares de calidad de aire, de los cuales a fin de implementar medidas de control se aprobaron los límites máximos permisibles como medidas de control de emisión, en marco a ello el sector de transporte ha venido desarrollando medidas de regulación.

Según el Informe de Desempeño Ambiental, los gases de emisión de contaminación ambiental se encuentran regulados por un marco legal que establece el cumplimiento de LMP. Dicha norma “proporciona los criterios de calidad exigidos para las fuentes puntuales de emisión de contaminantes atmosféricos, con la finalidad de prevenir riesgos a la salud y el ambiente” (OCDE, 2016) En lo que se refiere al parque automotor se identificaron 04 parámetros: CO, HC, NOx y PM10.

Según el Diario citado en el trabajo de investigación “Características de los vehículos y las emisiones contaminantes en la planta de revisiones técnicas de San Antonio de Jicamarca, 2018” (Pariona, 2018); dichos parámetros regulados son debido a lo siguiente:

- Dióxido de azufre (SO₂), repercute en problemas respiratorios y cardiovasculares (Pariona, 2018).

- Monóxido de carbono (CO), inhabilita el transporte de oxígeno hacia las células, causa mareos, dolor de cabeza, náuseas y estado de inconciencia (Pariona, 2018).
- Dióxido de Nitrógeno (NO₂), repercute en infecciones respiratorias incluso llega a irritar las vías. Causando bronquitis y pulmonía (Pariona, 2018).
- Material particulado: ante una exposición prolongada incrementa el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares (OMS, 2019).

2.2.3. Parque automotor

Dentro del parque automotor está constituido por todas las unidades vehiculares que circulan en la vía terrestre, para el servicio de transporte de pasajeros y servicio de carga (mercadería, entre otros).

El parque automotor es la fuente de mayor emisión de agentes contaminantes a la atmosfera, que adiciona problemáticas de contaminación acústica, además de ello el problema de congestión vehicular derivada del inadecuado diseño e infraestructura vial, crecimiento urbano acelerado en las urbes de la capital por la centralización de las actividades económicas derivado de las migraciones internas, que es el caso de la capital Lima.

Las emisiones atmosféricas derivadas del parque automotor, depende de diversas particularidades que presenta:

- Condiciones técnicas del vehículo.
- Demanda de consumo fuente de energía según tipo de combustible.

Según la Cámara de comercio, se estima que en Lima Metropolitana existen unos 43000 vehículos que prestan un servicio de transporte informal. De ese total, más de 3000 lo hacen a nivel interprovincial (Posada, 2018)

De acuerdo al Decreto Supremo N°058-2003-MTC, y sus modificaciones aprueba el Reglamento Nacional de Vehículos, contempla 05 categorías de clasificación vehicular. Según la Resolución Directoral N°03-2018-MTC/14, se considera vehículos ligeros aquellos que se encuentran dentro de las categorías L y M1:

Tabla 5
Clasificación vehicular Ligera

Categoría	Descripción
L	Vehículos automotores con menos de cuatro ruedas
M1	Vehículos automotores de cuatro ruedas diseñados para el transporte de pasajeros con ocho asientos o menos, sin contar el asiento del conductor

Fuente: R.D. N°03-2018-MTC/14

En cuanto a los vehículos de carga pesada, se consideran aquellos que corresponden a las categorías M, N, O y S:

Tabla 6
Clasificación de vehículos pesados

Categoría	Descripción
M	Vehículos automotores de cuatro ruedas diseñados para el transporte de pasajeros, excepto la M1.
N	Vehículos automotores de cuatro ruedas o más, diseñados y construidos para el transporte de mercancías.
O	Remolques y Semirremolques.
S	Combinaciones especiales de los M, N y O.

Fuente: R.D. N°03-2018-MTC/14

Sin embargo, de acuerdo a la clasificación vehicular según características vehiculares normada con Decreto Supremo N°058-2003-MTC, y sus modificaciones es la siguiente:

Tabla 7
Clasificación vehicular según clase o combinación

Categoría	Descripción	
L	Vehículos automotores con menos de cuatro ruedas	L1, L2, L3, L4, L5
M	Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y contruidos para el transporte de pasajeros.	M1, M2, M3
N	Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y contruidos para el transporte de mercancías.	N1, N2, N3
O	Remolques (incluidos semirremolques)	O1, O2, O3, O4
S	Combinaciones especiales, los vehículos de las categorías M, N u O para el transporte de pasajeros o mercancías que realizan una función específica, para la cual requieren carrocerías y/o equipos especiales	SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG

Fuente: R.D. N°4848-2006-MTC/15

Existe una marcada diferencia entre el destino de uso de las unidades vehiculares, de acuerdo al Ministerio de Transporte y Comunicaciones en lo que respecto al servicio de transporte terrestre por carretera difiere en el tipo de servicio:

- a) Servicio de pasajeros
- b) Servicio de carga

- a) Servicio de pasajeros

Concierne en lo referente al alcance del servicio de traslado de las personas en distintos puntos de manera colectiva o individual. Se clasifica según alcance de intervención en: nacional e internacional, ello se encuentra sujeto al ámbito y modalidad del servicio. En el año 2018 el Ministerio de Transporte y Comunicaciones publicó el Boletín estadístico del II semestre, en la cual estima que en el Perú existían 3194 empresas formales dedicadas al

servicio de transporte terrestre vehicular por carreteras. Cifra que corresponde a 14986 vehículos a diciembre del 2018 (MTC, 2018).

b) Servicio de cargas

Se refiere a sección del parque automotor que se dedica al servicio de traslado de mercadería, tiene como rol principal aportar funcionalidad al comercio de bienes, puesto que permite la recolección, movilización, almacenaje y entrega de los productos.

Durante el periodo 2018, se registró 123746 empresas dedicadas al servicio de transporte de carga, que corresponde 305795 unidades vehiculares. Cifra de las cuales 177545 circulan en el departamento de Lima, de las cuales más de 30000 unidades del servicio de carga superan los treinta años de antigüedad (MTC, 2018)



Figura 5 Evolución del parque automotor, estimaciones 2016-2018
Fuente: boletín estadístico II semestre (MTC,2018)

El Ministerio de Transporte, con la publicación del “Anuario Estadístico 2017”, afirma que en los últimos diez años el incremento de unidades vehiculares de tipo camionetas rurales en el servicio de transporte regular y no regular de pasajeros ha registrado un incremento en más de nueve veces al año 2017 (MTC, 2018).

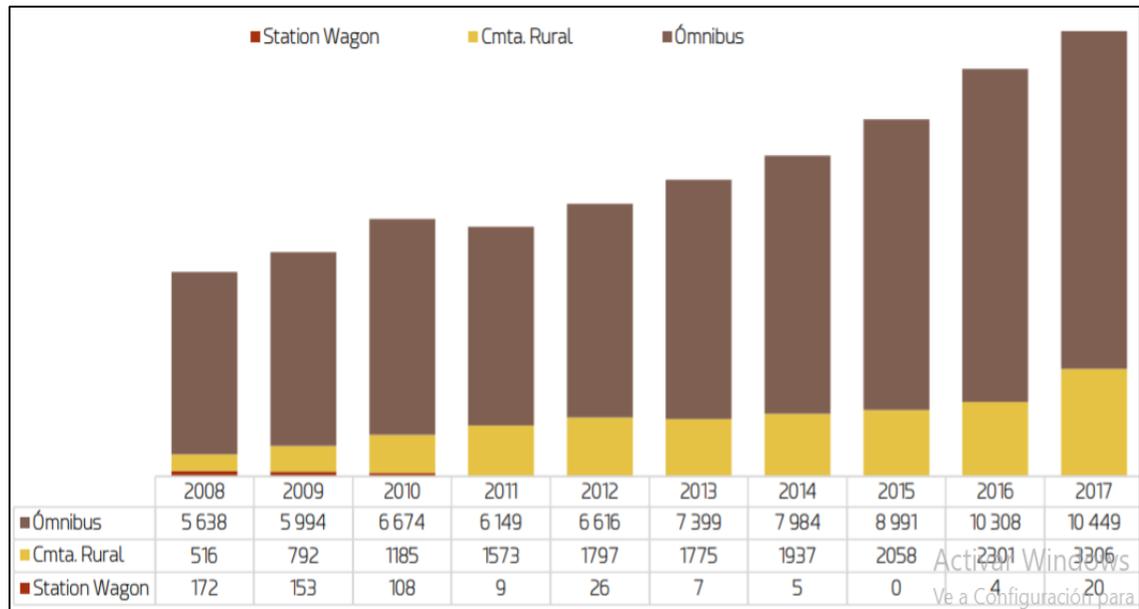


Figura 6 Parque vehicular del servicio de transporte de pasajeros 2008-2017
Fuente: Anuario Estadístico (MTC, 2017)

c) De las condiciones técnicas del equipo.

Influye en gran medida en el funcionamiento adecuado de los vehículos de transporte terrestre, un buen funcionamiento y mantenimiento del vehículo garantiza la seguridad del transporte, tránsito terrestre y condiciones ambientales saludables (D.S. N°025-2008-MTC, 2008).

d) Del tipo de combustible

La calidad de los combustibles en el Perú es variada según la fuente energética a emplear, uno de los casos representativos es el de la gasolina que además del contenido alto de azufre que está en su composición entre otros.

2.2.4. Combustible

Las combustibles son sustancias ya sea natural o procesada (artificial), en estado líquido, sólido o gaseoso, que tiene la capacidad de arder en presencia de un comburente (como el caso del oxígeno) a través de una energía de activación (chispa) a fin de liberar la energía calorífica.

En el Perú existe variedad de combustible ofertada en el mercado: el diésel, la gasolina, el gas natural y el gas licuado de petróleo (GLP) y otros. Dicho aspecto influye en las emisiones de gases vehiculares debido a que está sujeta la calidad del combustible, las adecuadas prácticas de mantenimiento vehicular y uso de la unidad.

En el mercado nacional se encuentra una variedad de combustibles en el mercado energético, la selección de la fuente de energía está en función a la actividad económica del servicio a prestar. En el caso del parque automotor los de mayor empleo son el de gasolina, diésel y gasoholes para vehículos automotores además de gas licuado de petróleo y el gas natural (OSINERGMIN, 2016).

Los hidrocarburos como fuente energética agrupa los combustibles en dos grupos: combustibles líquidos (diésel, gasolina, etc.) y combustibles gaseosos (Gas licuado de petróleo y gas natural seco) (OSINERGMIN, 2016).

Entre ellos los más empleados por el parque automotor son:

a) Gas Licuado de Petróleo (GLP)

Hidrocarburo que, a condición normal de presión y temperatura (20°C), se encuentra en estado gaseoso, pero a temperatura normal y moderadamente alta presión, es licuable. El GLP es una mezcla de hidrocarburos principalmente

entre propano y butano. Al combinar con el aire en una proporción menor al 10%; es altamente inflamable, tiene una combustión rápida, limpia y eficiente, sin formación de humos, hollín o cenizas, por lo que genera reducidas emisiones atmosféricas. Su octanaje supera los 100 octanos y tiene un elevado poder calorífico. El GLP en estado gaseoso es más denso que el aire, presenta ventajas económicas (OSINERGMIN, 2016).

Es empleado en vehículos de transporte de mediana y larga distancia como el caso de automóviles, tractores, ómnibus y camiones (PETROPERÚ, 2019).

b) Gasolina

Hidrocarburo derivado del petróleo entre los 26 a 204 °C, empleado en motores de combustión interna de encendido por chispa. Se obtiene a partir de la destilación directa y es la fracción más ligera del petróleo. Por lo cual la densidad del carburante es menor que la del diésel. Una de las características principales es el octanaje, medida de resistencia a la ignición de la gasolina sin la ayuda de una bujía. Un mayor octanaje implica menor resistencia a la ignición, por tanto, una combustión más efectiva.

En el mercado se oferta la gasolina con aditivos que permiten mejorar el octanaje entre ellos se destaca:

- Gasolina Súper Plus 97
- Gasolina Súper Plus 95
- Gasolina Súper Plus 90
- Gasolina Súper Plus 84

Con respecto a su uso se encuentra restringido, son comercializadas en los departamentos de Amazonas, Loreto, Madre de Dios, San Martín y Ucayali (PETROPERÚ, 2019)

Un claro ejemplo de empleo de la gasolina como carburante se encuentra relacionado a las emisiones principalmente de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos (Valencia, 2017).

En el caso de los NO_x, la preocupación radica en la reacción de estos compuestos con los compuestos orgánicos volátiles (COV) de la atmósfera para producir el smog, los efectos están relacionados con problemas ambientales (lluvia ácida), y los efectos a la salud por el incremento de riesgo de enfermedades respiratorias como la bronquitis, el enfisema pulmonar y el asma.

c) Diésel

Compuesto obtenido del refinado del petróleo o mezcla de destilados con aceite residual proveniente del uso de los vehículos automóviles. A diferencia de la gasolina el diésel se caracteriza por su poder de autoignición, otro aspecto importante es que el punto de ebullición es mucho más alto que la gasolina. (PETROPERÚ, 2019).

Mientras en la gasolina el punto de mayor relevancia radicaba en su número de octanaje (medida de la capacidad anti-detonante) en el diésel se evalúa el índice de cetano: indicativo de la capacidad o facilidad de ignición, relación entre la inyección de combustible e inicio de combustión en un determinado tiempo.

El objetivo principal radica en que el combustible se queme de manera rápida, debido a que en los motores diésel el combustible no se inflama por chispa sino por el contacto con el aire. En el caso del Perú, el problema radica en el alto contenido de azufre en este tipo de combustible (PETROPERÚ, 2019).

En caso de que el contenido de azufre supere a 50 partes por millón (ppm), se genera una mayor emisión de material particulado (PM2.5), hidrocarburos no quemados, óxidos de nitrógeno y anhídridos sulfurosos procedente del azufre contenido en el combustible (Valencia, 2017).

Entre los productos conocidos encontramos:

- El Diésel B5 S-50 es un combustible constituido por una mezcla de Diésel N.º 2 S-50 y 5% en volumen de biodiésel (B100) (PETROPERÚ, 2019).
- Diésel N.º 2 S-50: combustible derivado de hidrocarburos y obtenido de procesos de refinación, presenta un contenido de azufre máximo de 50 partes por millón (PETROPERÚ, 2019).
- Biodiesel (B100): combustible diésel derivado de recursos renovables que puede ser obtenido a partir de aceites vegetales o de grasas animales. Prácticamente no contiene azufre (PETROPERÚ, 2019).

d) Gas Natural Vehicular (GNV o GNC)

Combustible vehicular que se encuentre sometido a altas presiones (200 bar), llegando a alcanzar los 120 octanos. Su composición es principalmente metano entre 70 – 90 %, es más liviano que el aire, presenta una combustión más completa que los combustibles líquidos, por ende, disminuye significativamente el nivel de partículas y gases: como hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono (CO) y gases efecto invernadero. Sin embargo, el rendimiento del motor disminuye en las alturas, debido a que el poder calorífico es menor que la gasolina (PETROPERÚ, 2019).

2.2.5. Motores a Gasolina

Máquina termodinámica que convierte la energía de la ignición, en energía mecánica a fin de producir desplazamiento del vehículo. Se caracterizan por ser motores a explosión, requieren de una chispa para encender el combustible, con la intervención de una bujía.

2.2.6. Motores a diésel

Máquina de combustión interna con autoencendido debido a las altas temperaturas de la compresión del aire en el cilindro. Respecto a ello la dimensión de un motor diésel es mayor al de la gasolina. El uso depende de los que requieren mayor potencia, el sistema cuenta con bujías incandescentes que elevan la temperatura de la cámara de combustión con el objeto de encender la mezcla de aire y gasóleo a través de la presión. Generando la expulsión de los gases quemados a la atmosfera

2.2.7. Combustión

El combustible utilizado en los procesos de combustión proviene de la cadena de hidrocarburos, la combustión es el resultado de las reacciones químicas con el oxígeno en la cual libera energía calorífica. Ello se produce cuando se brinda las siguientes condiciones para converger a fin de obtener fuerza automotriz.

Como resultado del funcionamiento del motor de la reacción química de la combustión no se produce tan perfecta, emite una serie de gases nocivos. (Valencia, 2017)

Para brindar las condiciones de combustión, liberar la energía calorífica se necesita lo siguiente:

- Combustible: sustancia con la capacidad de arder en presencia de un comburente.
- Comburente: agente encargado de oxidar el combustible bajo ciertas condiciones de temperatura y concentración en determinado espacio.
- Energía de activación: aporte extra de energía para superar el nivel de activación por chispa o calor, derivado del proceso de compresión.

2.2.8. Estándares de calidad ambiental

Los estándares de calidad ambiental en el Perú abarcan 05 aspectos: aire, agua, suelo, ruido y radiaciones no-ionizantes.

Respecto a ello dicho indicador mide la concentración de sustancias, agentes o elementos con el objeto de evaluar la calidad ambiental, el objetivo del indicador es brindar seguimiento a las políticas implementadas a fin de prevenir la afectación de la contaminación en el ambiente y la salud.

2.2.9. Límites máximos permisibles-LMP

En el caso de los LMP, es un instrumento normativo que regula y sanciona. Por tanto, es fiscalizable y de carácter obligatorio y se encuentra descentralizado en función al sector correspondiente.

El LMP, establece un límite a las emisiones y efluentes que se descarga o emiten al ambiente. Y ello está sujeto a la actividad económica que se desarrolla.

2.3. Definición de términos básicos

- Analizador de gases: Medidor de emisiones infrarrojo no dispersivo (NDIR), capaz de medir CO, HC, CO₂, y O₂, así como de registrar las revoluciones del motor y la temperatura del aceite de motor, como mínimo.
- Aforo vehicular: es el conteo de vehículos en un periodo de tiempo.
- Bujía: dispositivo de un motor de combustión interna donde se produce la chispa eléctrica
- Calibración: proceso de establecer y registrar el error de medición al que está sujeto el dispositivo terminado
- Categorías vehiculares: se reconocen como autos, taxis, buses, camiones y motos de cuatro tiempos (mototaxis).
- Cetano: fracción de petróleo cuyo punto de ebullición se encuentra por debajo de los 350°C y que en su formulación encontramos entre 10 y 20 carbonos, termino relacionado al combustible diésel.
- CO: Monóxido de carbono, gas contaminante emitido por los motores de combustión interna (D.S N° 047-2001-MTC, 2001).
- CO₂: Dióxido de carbono, gas contaminante emitido por los motores de combustión interna (D.S N° 047-2001-MTC, 2001).
- Combustibles Líquidos – CL: Mezcla de Hidrocarburos utilizada para generar energía por medio de combustión y que cumple con las NTP, como la gasolina, diéseles, kerosene entre otros.
- Control estático: 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 (D.S N° 047-2001-MTC, 2001).

- Contaminante: cualquier sustancia química que no pertenece a la naturaleza del suelo y cuya concentración excede la del nivel de fondo, susceptible de causar efectos nocivos para la salud de las personas o el ambiente.
- Emisiones de Escape: Emisiones de hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO) y óxido de nitrógeno (NOx), así como otros compuestos, partículas y materias específicas liberadas a la atmósfera a través del escape de los motores de combustión interna (D.S N° 047-2001-MTC, 2001).
- Gases contaminantes: Gases, partículas o ruidos producidos por un vehículo automotor, capaces de modificar los constituyentes naturales de la atmósfera, cuya concentración y permanencia en la misma puede generar efectos nocivos para la salud de las personas y el ambiente en general (D.S N° 047-2001-MTC, 2001).
- Hidrocarburo: compuesto orgánico, gaseoso, líquido o sólido, que consiste principalmente de carbono e hidrógeno.
- Punto de ignición: punto de inflamación de un combustible que en ciertas condiciones (temperatura, presión, etc) permita liberar energía calorífica sin una fuente de calor externa.
- Muestra: un subconjunto de casos o individuos de una población que se extrae para determinado estudio.
- Octanaje: capacidad anti detonante de la gasolina en el momento que se comprime en el pistón (el combustible solo debe encender en el momento

que caiga la chispa). La eficacia del motor aumenta con altos índices de compresión. Y por ende define la calidad del combustible.

- Octano: fracción de petróleo que entra en ebullición por debajo de 200°C y que en su formulación encontramos menos de 12 carbonos. Término relacionado al empleo de la gasolina.
- Opacidad: Grado de interferencia en el paso de un rayo de luz a través de las emisiones provenientes del escape de un vehículo. Se expresa en unidades absolutas como coeficiente de absorción o en porcentaje (grado de opacidad del humo)
- Prueba estática:método para medir los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores que usan diesel como combustible. Consiste en un control estático del vehículo acelerando el motor, desde su régimen de velocidad de ralentí hasta su velocidad máxima sin carga. La medición de las emisiones de humo se realizará durante el período de aceleración del motor. El control constará de una inspección visual y pruebas en aceleración libre (D.S. N°047-2001-MTC)
- PM: Particulados, emisiones en forma de partículas que son generados en el proceso de combustión interna en los motores.
- PPM (ppm): Partes por millón, concentración de contaminantes sólidos en los gases de combustión.
- Ralentí: Régimen de revoluciones del motor sin carga, sin presionar el acelerador y el vehículo detenido, cuya especificación es establecida por el fabricante.
- Remolque: Soporta por sí mismo toda la carga que transporta, tiene como mínimo 4 neumáticos o 2 ejes vehiculares.

- Semirremolque: no sostiene toda la carga que transporta sobre sus propias ruedas, tiene entre uno y tres ejes vehiculares.
- Vehículo automotor: Vehículo de más de dos ruedas que tiene motor y tracción propia.
- HC – Hidrocarburo: restos no quemados del combustible, derivado de una combustión incompleta.
- Plomo (Pb) y otros aditivos metálicos: empleado como antidetonante en la gasolina anteriormente.
- Metano (CH₄): El metano es también un gas de efecto invernadero generado durante los procesos de combustión en los vehículos.

CAPITULO III

DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

3.1. Modelo de solución propuesto

3.1.1. Identificación del punto de monitoreo:

Para la identificación del punto de monitoreo de emisiones (gases vehiculares) se empleó como medida de selección: la información secundaria, recolectada del Plan de desarrollo local concertado Ate 2017-2021. Respecto a las vías de transporte identificadas en el distrito se priorizó la avenida Nicolás Ayllón, por las siguientes características:

- Categoría : vía arterial (carretera central)
- Cantidad de carriles : 02 carriles
- Flujo vehicular : continuo

La movilización de la población del distrito de Ate depende directa y principalmente de la carretera centra, vía que conecta a Lima con el interior del País. Además de constituir la fuente de acceso al Sur de Lima.

3.1.2. Selección de Procedimiento de Prueba

Procedimiento de prueba estática para la toma de muestra de los vehículos seleccionados de manera aleatoria en la vía pública.

3.1.3. Ámbito de estudio

Las mediciones se realizarán para los vehículos de encendido por chispa, en revoluciones mínimas, vehículos que corresponde a la categoría M1, automóviles de cuatro ruedas para el servicio de transporte de personas. Se consideró el límite de nueve asientos incluyendo el conductor.

3.1.4. Ubicación Geográfica:

El punto de monitoreo se desarrolló en la avenida Nicolás Ayllón kilómetro 11.3, en la zona de Santa Clara del distrito de Ate.

Tabla 8
Coordenadas

Vía	UTM Este X	UTM Norte Y
Av. Nicolás Ayllón km 11.3	294850	8671153

Fuente: elaboración propia



Figura 7 Ubicación del punto de monitoreo.

Fuente: Google Eart, 2019

3.1.5. Equipo

a) Analizador de Gases

El monitoreo de emisión se desarrolló con el empleo de un analizador de gases, el equipo se empleó en la secuencia de medición, solo en automóviles en modo encendido por chispa que usen gasolina, gas licuado de petróleo o gas natural vehicular (D.S N°009-2012-MINAM, 2012).

El equipo es un medidor de emisiones infrarrojo no dispersivo (NDIR), capaz de medir CO, HC, CO₂, y O₂, calibrado y previamente autorizado por el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (D.S N°009-2012-MINAM, 2012).

b) Especificaciones técnicas del analizador

En el caso del analizador de gases empleado tiene procedencia de la Comunidad Europea, con certificado de calibración LMQ-36-2018.

- Equipo : Analizador de gases
- Marca : AVL DiTEST
- Modelo : Gas 1000

El equipo cuenta con un software de comunicación con la PC para las mediciones en campo. Además de los accesorios que lo complementan:

- Manquera de desfogue
- Fuente de poder externa
- Sonda de tuve de escape
- Cable de conexión USB



Figura 8 Esquema de analizador

Fuente: Elaboración propia

c) Suministro de energía

- Grupo electrógeno
- Gasolina



Figura 9 Esquema de analizador

Fuente: Elaboración propia

d) Bienes secundarios

- Filtro tipo manguera modelo NGA6000 QGO-A017



Figura 10 filtro manguera
Fuente: Elaboración propia

e) accesorios adicionales

- Cámara fotográfica
- Laptop
- Soporte metálico de equipo.
- GPS
- Guante térmico
- Cono señalética
- Tablero (lapicero, formato de recolección de datos).



Figura 11 accesorios y equipos
 Fuente: Elaboración propia

3.1.6. Selección de Parámetros a evaluar

Para el monitoreo de emisiones vehiculares se tomará en cuenta el D.S N°009-2012-MINAM, 2012.

Tabla 9
 Parámetros de monitoreo

Gas	Unidades de medición
CO	Monóxido de carbono (% volumen)
HC	Hidrocarburos (ppm)
CO ₂	Dióxido de carbono (% volumen)
O ₂	Oxígeno (% volumen)

Fuente: D.S N°009-2012-MINAM, 2012.

Tabla 10
Límites máximos permisibles - LMP

II.4. Vehículos de categorías M y N con motor de encendido por chispa a gasolina, GLP o GNV como combustible u otros combustibles alternos				
Año de fabricación(*)	Altitud (msnm)	CO (% - v/v)	HC (ppm)	CO + CO₂ (% - v/v) mínimo
Hasta 1995	0 a 1800	3	400	10 [8(1)]
1996 a 2002	0 a 1800	2.5	300	10 [8(1)]
2003 en adelante	a cualquier altitud	0.5	100	12[8(1)]

(1) Solamente para GLP/GNV
Fuente: D.S N°010-2017-MINAM

3.1.7. Procedimiento del monitoreo de emisiones vehiculares

3.1.7.1. Fecha y lugar de monitoreo

Para el desarrollo del monitoreo de emisiones se coordinó previamente con las Municipalidades de Ate y Lima Metropolitana, para la fecha 07 de febrero de 2019 en un horario de 10:00 a 13:30 horas.

Tabla 11
Punto de inspección aleatoria en vía pública

Punto de inspección	Ubicación	Coordenadas (UTM)		Fecha	Hora
		Este	Norte		
EM-S	Av. Nicolás Ayllón km 11.3	294850	8671153	07/02/2019	10:00 – 13:30

Fuente: elaboración propia, 2019

3.1.7.2. Procedimientos

Para el procedimiento de inspección vehicular aleatoria se consideró los criterios establecidos en el Anexo 2 del D.S. N°009-2012-MINAM “Procedimiento de prueba y análisis de resultados”.

A fin de desarrollar las mediciones en campo y posterior tratamiento de los datos se dividió el proceso en secuencias de intervención:

a) Secuencia previa a la medición.

La etapa consiste en la intervención de manera conjunta del monitor e inspector municipal de transporte a las unidades vehiculares de categoría M1, vehículos de transporte de pasajeros: taxis y vehículos particulares. En esta fase se trabajó con la Municipalidad de Ate y Municipalidad Metropolitana de Lima. El inspector de tránsito selecciona al azar el vehículo próximo, por lo cual el conductor reduce la velocidad, posterior a ello se da pase al monitor de apoyo que desarrolla un chequeo visual a fin de constatar que el tubo de escape este intacto y se encuentre en funcionamiento.



Figura 12 Procedimiento
Fuente: Elaboración propia

Una vez verificado y constatado las condiciones se informa al conductor del procedimiento a realizar, el inspector y un técnico de apoyo intervienen en la unidad para recolección de datos in-situ del conductor con respecto a las características de la unidad vehicular para ello se solicita el certificado de inspección técnica vehicular – CITV. En esta etapa se asegura condiciones mínimas para la toma de muestra por lo cual se trabaja al paralelo con la colaboración del conductor, debido a que es necesario tener los accesorios eléctricos del vehículo apagado además de que el embrague del vehículo de transmisión semiautomática o manual se encuentre neutral o sin accionar, en la cual el motor disminuye las revoluciones. Siendo un aspecto importante a considerar a fin de asegurar condiciones estables para el desarrollo de la lectura de la medición que se realiza en el monitoreo.

b) Secuencia de toma de datos

Esta fase se desarrolla en paralela con la medición por lo cual se trabajó con dos grupos, uno dedicado a la recolección de datos y el segundo grupo encargado de la medición.



Figura 13 accesorios y equipos
Fuente: *Elaboración propia*

Para esta fase se trabajó con un formato estándar de recolección de datos (Anexo 1), información a considerar para la evaluación en cuanto al cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles.

En la etapa en mención se trabajó de manera coordinada con la Municipalidad de Ate y Municipalidad de Lima para las siguientes funciones:

- Recolección de datos vehiculares
- Recolección de datos de emisión del certificado de revisiones de inspección técnica – CITV

Se considera necesario la presencia del sector transporte debido a la competencia como gobierno local, facilitando la intervención y acceso al conductor, posterior a ello interviene el técnico de apoyo para el vaciado de datos.

En la secuencia se consideró las variables siguientes para el caso de los datos vehiculares:

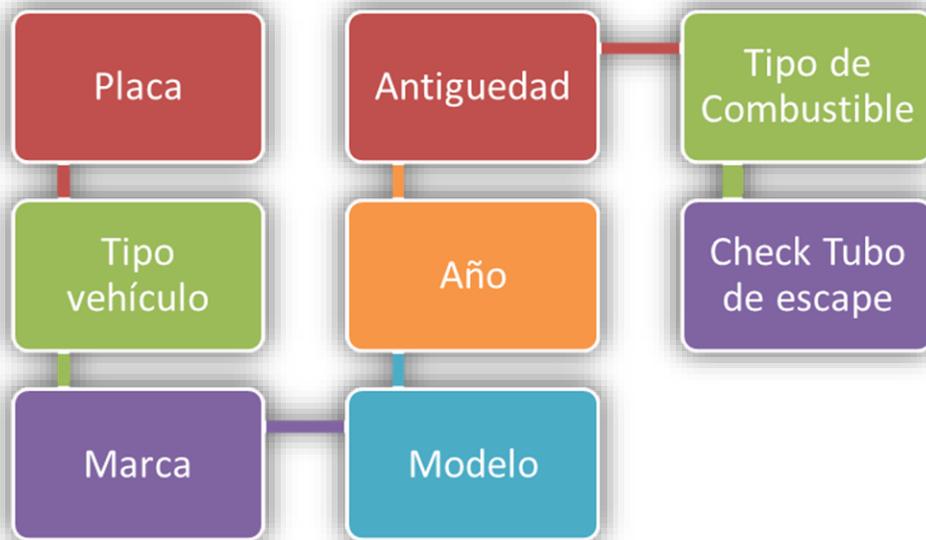


Figura 14 Requerimientos de vehículo
Fuente: Elaboración propia

Tabla 12
Datos vehiculares I

Muestra	Placa	Tipo	Año	Antigüedad	Combustible	Tubo escape
M - 01	W3R693	Taxi	2003	16	GNV	OK
M - 02	C0H414	Taxi	2008	11	GNV	OK
M - 03	B4J626	Taxi	2009	10	GNV	OK
M - 04	F3D394	Particular	2013	6	GNV	OK
M - 05	F3R198	Taxi	2003	16	GNV	OK
M - 06	C6Z590	Taxi	2006	13	GNV	OK
M - 07	F2A426	Particular	2013	6	GNV	OK
M - 08	A1Z611	Taxi	2005	14	GNV	OK
M - 09	A4T619	Taxi	2003	16	GNV	OK
M - 10	A8B607	Taxi	2005	14	GNV	OK
M - 11	A5X699	Taxi	2005	14	GNV	OK
M - 12	C6E621	Particular	2016	3	GNV	OK
M - 13	A9V536	Particular	2010	9	GNV	OK
M - 14	ADC222	Taxi	2009	10	GNV	OK
M - 15	D3Z564	Taxi	2008	11	GNV	OK
M - 16	F1X277	Particular	2013	6	GNV	OK
M - 17	D5W571	Particular	2012	7	GNV	OK
M - 18	A2P611	Taxi	2009	10	Gasolina	OK
M - 19	ABH373	Taxi	2003	16	GNV	OK
M - 20	F5B048	Taxi	2003	16	GNV	OK
M - 21	Z2T055	Taxi	2003	16	GLP	OK
M - 22	F0Z453	Particular	2014	5	Gasolina	OK
M - 23	A2X551	Particular	2017	2	GNV	OK
M - 24	AJM037	Particular	2015	4	GLP	OK
M - 25	C7I494	Taxi	2002	17	GNV	OK
M - 26	D0T628	Taxi	2002	17	GNV	OK
M - 27	A4K237	Taxi	2006	13	GNV	OK

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13
Datos vehiculares II

Muestra	Placa	Tipo	Año	Antigüedad	Combustible	Tubo escape
M - 28	B9D690	Taxi	2000	19	GNV	OK
M - 29	B6U642	Particular	2010	9	Gasolina	OK
M - 30	BBK110	Particular	2017	2	GNV	OK
M - 31	A7A657	Taxi	2004	15	GNV	OK
M - 32	D8C617	Taxi	2001	18	GNV	OK
M - 33	K1N650	Taxi	2005	14	Gasolina	OK
M - 34	A1Y662	Taxi	2009	10	GNV	OK
M - 35	U1A580	Particular	2011	8	Gasolina	OK
M - 36	D7K641	Taxi	2011	8	GNV	OK
M - 37	D8W635	Particular	2011	8	GNV	OK

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenido la información de las características vehiculares se procede a la recolección de datos de las emisiones del certificado de inspección técnica de la móvil – CITV

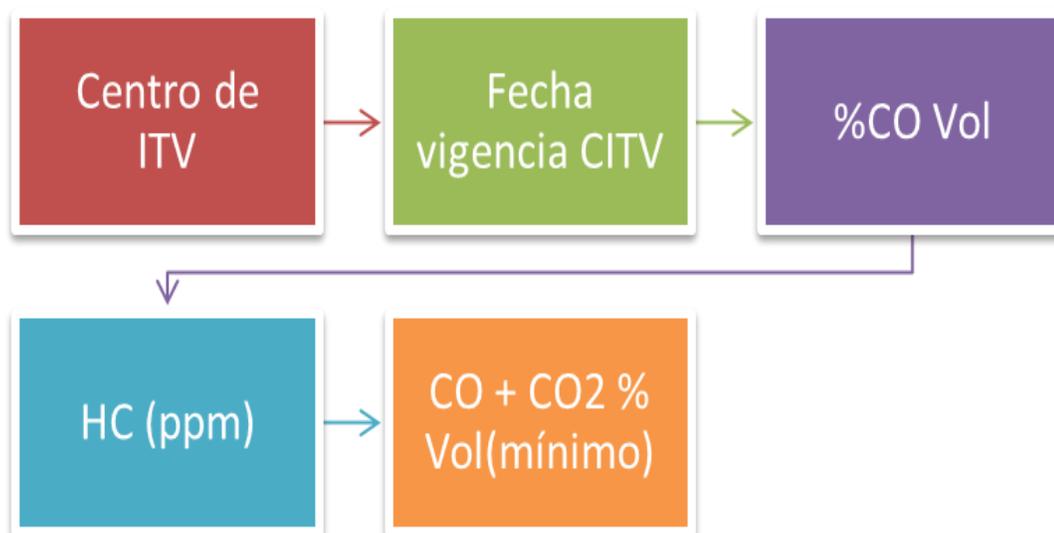


Figura 15 Información de emisiones según CITV.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 14
Datos emisiones del CITV I

Muestra	Centro de ITV	Fecha CITV vigencia	% CO Vol.	HC (ppm)	CO+CO2% (minimo)
M - 01	FMR	7/07/2019	0.5	99	14.99
M - 02	LIDERCON	16/04/2019	0.39	80	12.8
M - 03	RTP	19/06/2019	0.33	63	14.26
M - 04	FARENET	23/05/2019	0.03	46	10
M - 05	CEDITEN	30/04/2019	0.37	78	12.37
M - 06	I & C SAC	14/02/2019	0.33	56	12.3
M - 07	FARENET	10/03/2019	0.16	71	13.33
M - 08	CEDITEN	14/02/2019	0.35	72	12.49
M - 09	LIDERCON	10/04/2019	0.37	35	12.52
M - 10	LIDERCON	27/06/2019	0.4	39	12
M - 11	CEDITEN	1/02/2019	0.47	87	12.47
M - 12	RTP	16/05/2019	0.36	86	12
M - 13	RTP	18/07/2019	0.33	57	12
M - 14	FARENET	8/02/2019	0.13	10	9.24
M - 15	LIDERCON	8/04/2019	0.15	29	12.88
M - 16	FMR	25/03/2019	0.04	7	12.23
M - 17	I & C SAC	22/06/2019	0.18	57	13.2
M - 18	FARENET	29/05/2019	0.28	44	9.57
M - 19	FARENET	1/05/2019	0.08	34	9.18
M - 20	RTP	12/04/2019	0.5	100	12.3
M - 21	FARENET	19/03/2019	0.05	16	13.66
M - 22	RTP	1/04/2019	0.2	89	13
M - 23		SIN REVISIÓN			
M - 24	RTP	27/02/2019	0.25	62	15.63
M - 25	RTP	14/05/2019	0.8	152	10.2
M - 26	LIDERCON	28/05/2019	0.54	201	9.99
M - 27	FARENET	28/05/2019	0.46	15	8.85
M - 28	FMR	20/06/2019	2.23	267	16.46
M - 29	LIDERCON	20/03/2019	0.26	45	14.46
M - 30		SIN REVISIÓN			
M - 31	FARENET	26/03/2019	0.04	10.45	24.33
M - 32	RTP	30/05/2019	2.36	256	12.2
M - 33	RTP	4/04/2019	0.3	62	13.2
M - 34	RTP	26/06/2019	0.5	99	12.05
M - 35	RTP	3/04/2019	0.42	85	13

M - 36	FARENET	22/05/2019	0.14	9.26	9.25
M - 37	FARENET	14/07/2019	0.08	23	14.53

Fuente: Elaboración propia

c) Secuencia: fase de medición

La etapa se desarrolla al paralelo con la recolección de datos, en ella se emplea el equipo de medición: analizador de gases.

➤ Primera etapa.

Para el desarrollo del monitoreo de manera continua en la vía pública se arma la secuencia de activación del equipo para ello se hace uso de un grupo electrógeno a fin de brindar suministro de energía para la operatividad del equipo y se conecta el equipo a la laptop para acceder al programa de medición de parámetros de emisiones de gases

Además de ello se debe asegurar introducir en la sonda de tubo de escape el filtro del analizador.



Figura 16 Fase de activación del equipo y accesorios.

Fuente: Elaboración propia

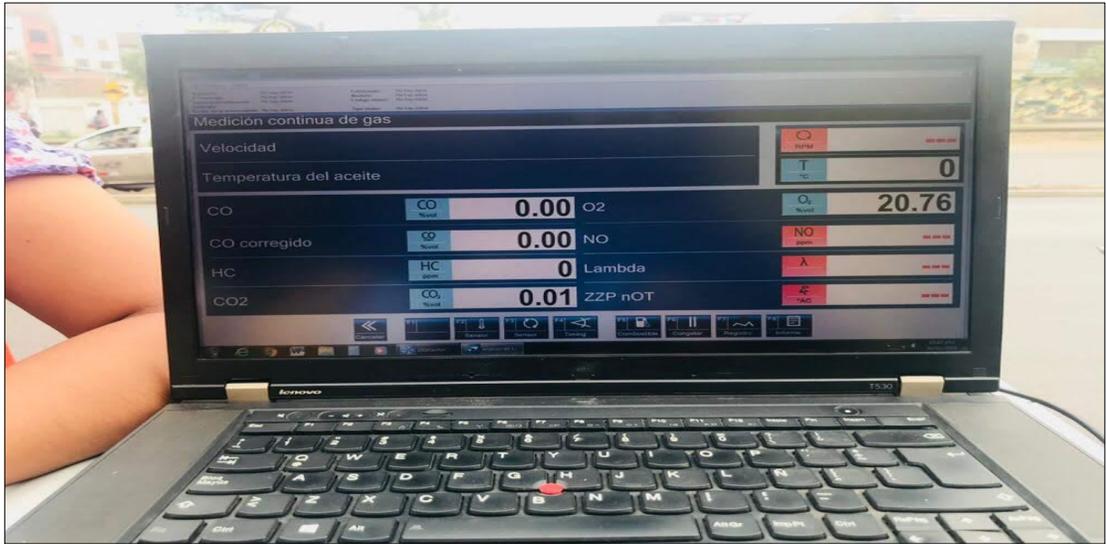


Figura 17 Prueba de software.
Fuente: Elaboración propia

➤ Segunda etapa

En esta etapa se realiza la intervención con la identificación del tubo de escape del vehículo, una vez localizado se inserta la sonda de tubo de escape para la lectura de la emisión en fuente vehicular insitu por un periodo de 1 minuto.



Figura 18 Lectura de emisión in-situ
Fuente: Elaboración propia

d) Toma de datos in-situ y medición.

Posterior a la lectura realizada se procede a guardar los cambios en el software para el posterior vaciado y registro de las mediciones y analizarlos en gabinete. Que consiste en registro de % CO Volumen, % CO₂ Volumen, HC (ppm) y CO+CO₂% (mínimo).

Tabla 15

Lecturas de medición 07-02-2019

Muestra	% CO Vol.	% CO₂ Vol.	HC (ppm)	CO+CO₂% (mínimo)
M - 01	0.65	9.13	105	9.78
M - 02	0.01	10.92	143	10.93
M - 03	0.61	12.11	668	12.72
M - 04	0.03	10.94	208	10.97
M - 05	0.09	8.22	232	8.31
M - 06	0.04	8.51	140	8.55
M - 07	0.03	0.09	19	8.6
M - 08	1.76	8.75	109	10.51
M - 09	0.37	8.25	189	8.62
M - 10	0.06	5.77	235	5.83
M - 11	0.44	8.74	291	9.18
M - 12	1.14	8.04	1107	9.18
M - 13	0.08	11.18	99	11.26
M - 14	0.01	11.28	76	11.29
M - 15	0.81	9.78	97	10.59
M - 16	0.09	7.83	795	7.92
M - 17	0.26	7.82	84	8.08
M - 18	1.76	8.75	109	10.51
M - 19	5.9	7.01	290	12.91
M - 20	1.36	2.34	183	3.7
M - 21	6.02	8.54	1477	14.56
M - 22	0.02	0.45	22	12.3
M - 23	0.01	11.02	20	11.03
M - 24	0.01	13.08	429	13.09
M - 25	0.1	10.43	171	10.53
M - 26	0.07	8.56	95	8.63

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16*Lecturas de medición 07-02-2019*

Muestra	% CO Vol.	% CO2 Vol.	HC (ppm)	CO+CO2% (mínimo)
M - 27	2.47	5.83	1369	8.3
M - 28	0.33	4.3	836	4.63
M - 29	1.23	11.12	115	11.14
M - 30	1.52	8.1	242	9.62
M - 31	4.16	10.64	459	14.8
M - 32	3.6	6.43	641	10.03
M - 33	1.41	7.64	163	9.05
M - 34	1.34	8.62	226	9.96
M - 35	1.15	10.9	102	10.91
M - 36	1.09	8.66	472	9.75
M - 37	0.18	10.26	137	10.44

Fuente: Elaboración propia

3.2. Resultados

Una vez concluido la etapa de campo, con la información recolectada de las lecturas registradas se procedió a contrastar los resultados con los Límites Máximos Permisibles sujetos al D.S. 047-2001-MTC y sus modificatorias además de ello se realizó una verificación de los datos vehiculares recabando información significativa para la interpretación de datos:

Tabla 17*Límites máximos permisibles - LMP*

II.4. Vehículos de categorías M y N con motor de encendido por chispa a gasolina, GLP o GNV como combustible u otros combustibles alternos				
Año de fabricación(*)	Altitud (msnm)	CO (% - v/v)	HC (ppm)	CO + CO2 (% - v/v) mínimo
Hasta 1995	0 a 1800	3	400	10 [8(1)]
1996 a 2002	0 a 1800	2.5	300	10 [8(1)]
2003 en adelante	a cualquier altitud	0.5	100	12[8(1)]

*(1) Solamente para GLP/GNV**Fuente: D.S N°010-2017-MINAM*

➤ Medición de emisiones de categoría ligera- febrero

Tabla 18

Lectura de medición

Mediciones						
Código	Hora	Sistema	% CO Vol.	% CO2 Vol.	HC (ppm)	CO+CO2% (mínimo)
M - 01	10:05:00	GNV	0.65	9.13	105	9.78
M - 02	10:10:00	GNV	0.01	10.92	143	10.93
M - 03	10:13	GNV	0.61	12.11	668	12.72
M - 04	10:18	GNV	0.03	10.94	208	10.97
M - 05	10:23	GNV	0.09	8.22	232	8.31
M - 06	10:28	GNV	0.04	8.51	140	8.55
M - 07	10:35	GNV	0.03	0.09	19	0.12
M - 08	10:41	GNV	1.76	8.75	109	10.51
M - 09	10:46	GNV	0.37	8.25	189	8.62
M - 010	10:51	GNV	0.06	5.77	235	5.83
M - 011	10:58	GNV	0.44	8.74	291	9.18
M - 012	11:06	GNV	1.14	8.04	1107	9.18
M - 013	11:15	GNV	0.08	11.18	99	11.26
M - 014	11:19	GNV	0.01	11.28	76	11.29
M - 015	11:27	GNV	0.81	9.78	97	10.59
M - 016	11:32	GNV	0.09	7.83	795	7.92
M - 017	11:40	GNV	0.26	7.82	84	8.08
M - 018	11:48	GASOLINA	1.76	8.75	109	10.51
M - 019	11:54	GNV	5.9	7.01	290	12.91
M - 020	11:59	GNV	1.36	2.34	183	3.7
M - 021	12:08	GLP	6.02	8.54	1477	14.56
M - 022	12:15	GASOLINA	0.02	0.45	22	0.47
M - 023	12:19	GNV	0.01	11.02	20	11.03
M - 024	12:25	GLP	0.01	13.08	429	13.09
M - 025	12:29	GNV	0.1	10.43	171	10.53
M - 026	12:34	GNV	0.07	8.56	95	8.63
M - 027	12:39	GNV	2.47	5.83	1369	8.3
M - 028	12:45	GNV	0.33	4.3	836	4.63
M - 029	12:49	GASOLINA	1.23	11.12	115	11.14
M - 030	12:53	GNV	1.52	8.1	242	9.62
M - 031	12:58	GNV	4.16	10.64	459	14.8
M - 032	13:03	GNV	3.6	6.43	641	10.03
M - 033	13:08	GASOLINA	1.41	7.64	163	9.05
M - 034	13:12	GNV	1.34	8.62	226	9.96
M - 035	13:15	GASOLINA	1.15	10.9	102	10.91
M - 036	13:19	GNV	1.09	8.66	472	9.75
M - 037	13:23	GNV	0.18	10.26	137	10.44

Fuente: Elaboración propia

La lectura emitió los resultados sin embargo para la interpretación es necesario clasificar debido a que en la muestra evaluada existen tres sistemas.

➤ Emisiones vehiculares a gasolina

Consideraciones previas

Tabla 19

Límites máximos permisibles - LMP

Tipo	% CO Vol.	HC (ppm)	CO+CO2% (mínimo)
GASOLINA	0.5	100	10

Fuente: Modificaciones D.S 47-2001-MTC

Tabla 20

Lectura de medición – Gasolina

Código	Hora	LMP			Lectura			
		% CO Vol.	HC (ppm)	CO+CO2% (mínimo)	% CO Vol.	% CO2 Vol.	HC (ppm)	CO+CO2% (mínimo)
M-18	11:48	0.5	100	10	1.76	8.75	109	10.51
M-22	12:15	0.5	100	10	0.02	0.45	22	12.3
0-29	12:49	0.5	100	10	1.23	11.12	115	11.14
M-33	13:08	0.5	100	10	1.41	7.64	163	9.05
M-35	13:15	0.5	100	10	1.15	10.9	65	10.91

Fuente: Elaboración propia

De las 05 unidades evaluadas solo una cumple con la normativa y la diferencia supera los LMP.

Tabla 21
Contraste LMP Vs Monitoreo

% CO VOLUMEN			
N°	MUESTRA	LMP	MONITOREO
1	M-18	0.5	1.76
2	M-22	0.5	0.02
3	M-29	0.5	1.23
4	M-33	0.5	1.41
5	M-35	0.5	1.15

Fuente: Elaboración propia

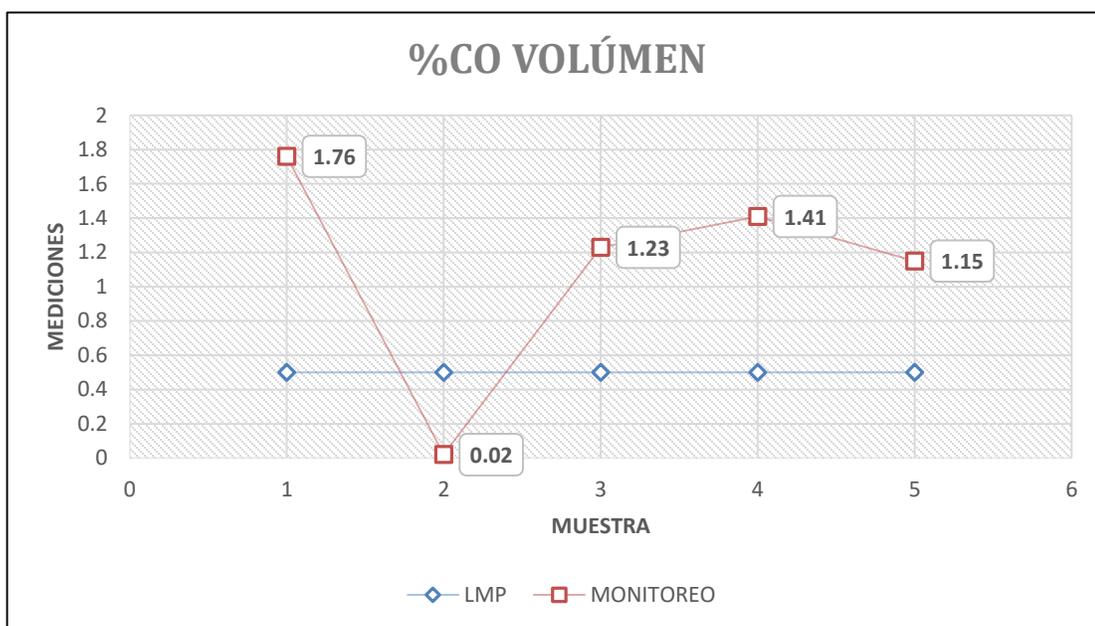


Figura 19 *Lectura de emisión in-situ % CO*

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22
Contraste HC LMP Vs Monitoreo

HC (PPM)			
N°	MUESTRA	LMP	MONITOREO
1	M-18	100	109
2	M-22	100	22
3	0-29	100	115
4	M-33	100	163
5	M-35	100	102

Fuente: Elaboración propia

En el caso del parámetro HC, 04 unidades superan los LMP en emisiones de hidrocarburos.

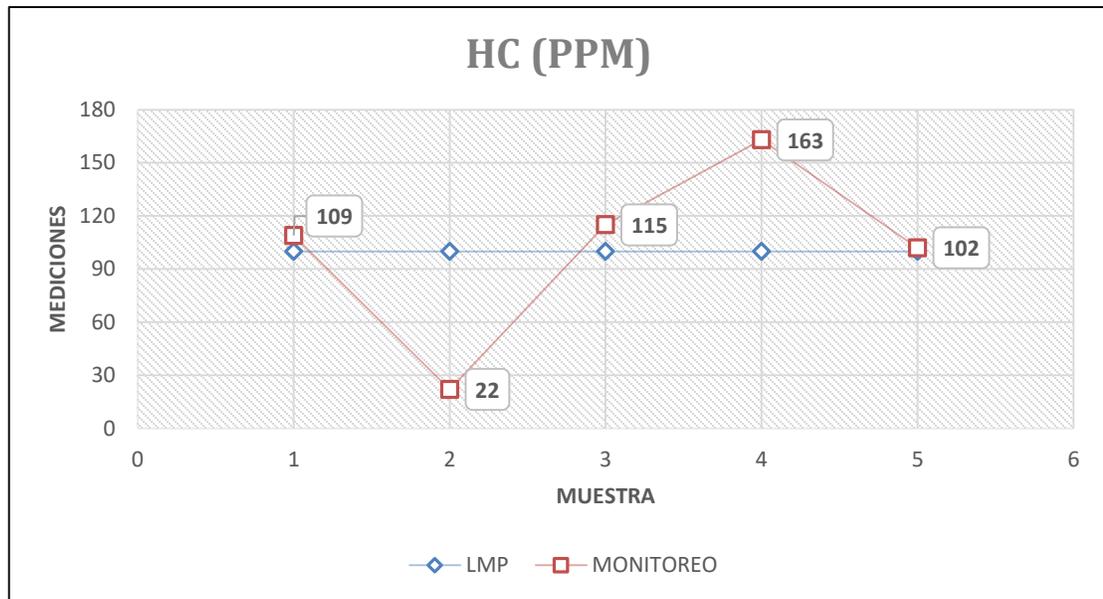


Figura 20 Lectura de emisión in-situ HC (PPM)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23

Contraste CO + CO2% LMP Vs Monitoreo

CO+CO2% (mínimo)			
N°	MUESTRA	LMP	MONITOREO
1	M-18	10	10.51
2	M-22	10	12.3
3	0-29	10	11.14
4	M-33	10	9.05
5	M-35	10	10.91

Fuente: Elaboración propia

Respecto al parámetro señalado 03 unidades superan el % mínimo de sumatoria de Volumen disponible en los LMP.

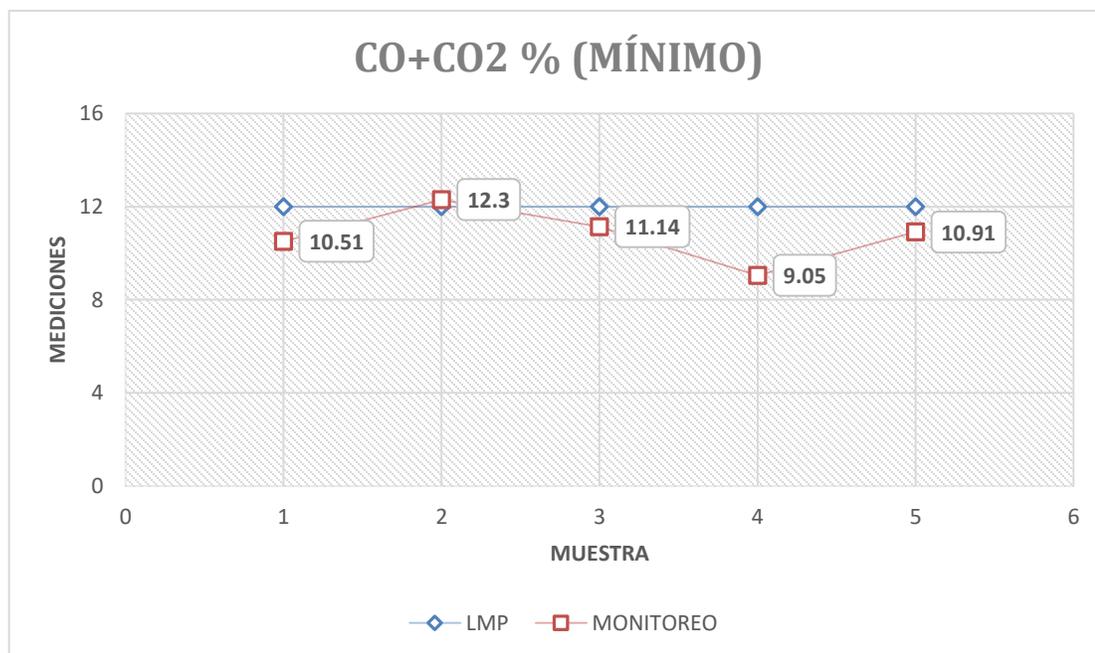


Figura 21 Lectura de emisión in-situ CO+CO2%
Fuente: Elaboración propia

➤ Emisiones vehiculares de GLP

Tabla 24
Lectura de medición

Código	Hora	LMP			MONITOREO			
		% CO Vol.	HC (ppm)	CO+CO2% (mínimo)	% CO Vol.	% CO2 Vol.	HC (ppm)	CO+CO2% (mínimo)
M-21	12:08	0.5	100	8	6.02	8.54	1477	14.56
M-24	12:25	0.5	100	8	0.01	13.08	429	13.09

Fuente: Elaboración propia

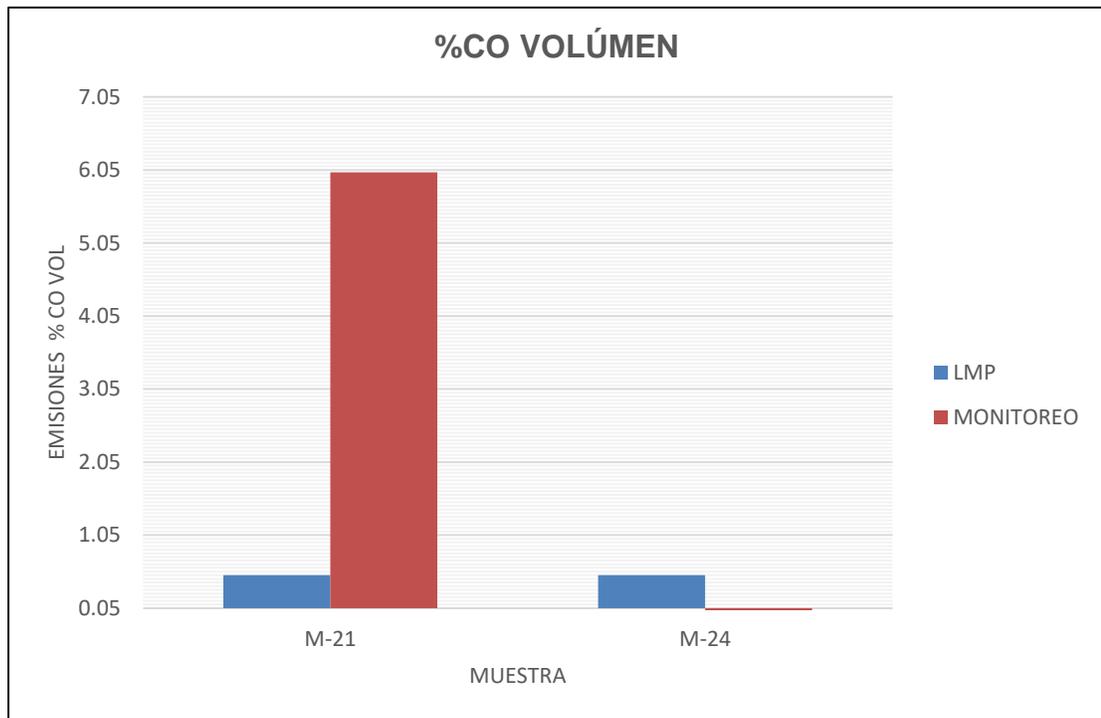


Figura 22 Lectura de emisión in-situ %CO
 Fuente: Elaboración propia

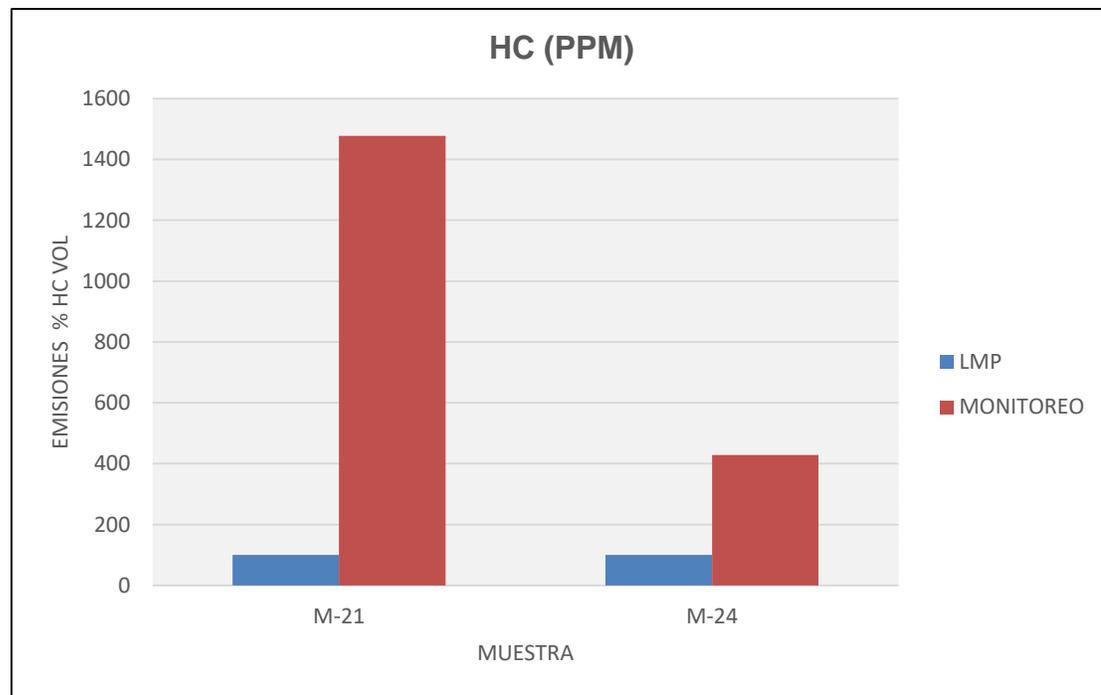


Figura 23 Lectura de emisión in-situ HC (PPM)
 Fuente: Elaboración propia

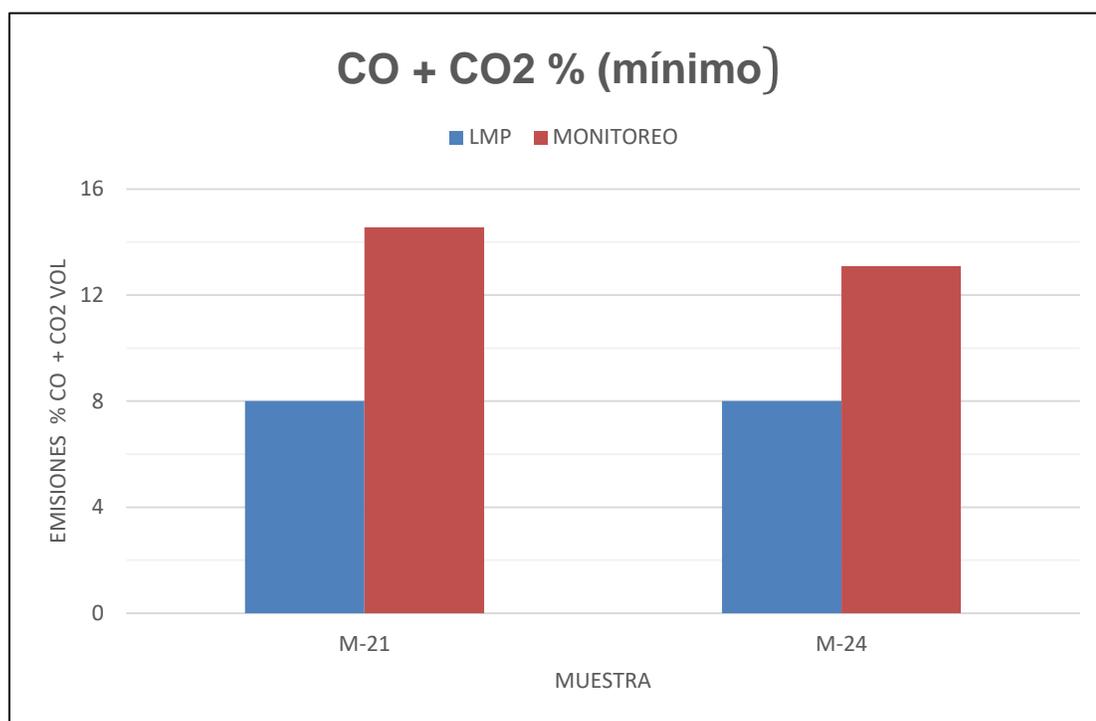


Figura 24 Lectura de emisión in-situ CO + CO₂
Fuente: Elaboración propia

➤ Emisiones vehiculares de GNV

Tabla 25
Lectura de medición

MONITOREO					
Código	Hora	% CO Vol.	% CO ₂ Vol.	HC (ppm)	CO+CO ₂ % (mínimo)
M-01	10:05	0.65	9.13	105	9.78
M-02	10:10	0.01	10.92	143	10.93
M-03	10:13	0.61	12.11	668	12.72
M-04	10:18	0.03	10.94	208	10.97
M-05	10:23	0.09	8.22	232	8.31
M-06	10:28	0.04	8.51	140	8.55
M-07	10:35	0.03	0.09	19	8.6
M-08	10:41	1.76	8.75	109	10.51
M-09	10:46	0.37	8.25	189	8.62
M-10	10:51	0.06	5.77	235	5.83
M-11	10:58	0.44	8.74	291	9.18
M-12	11:06	1.14	8.04	1107	9.18
M-13	11:15	0.08	11.18	99	11.26
M-14	11:19	0.01	11.28	76	11.29
M-15	11:27	0.81	9.78	97	10.59

M-16	11:32	0.09	7.83	795	7.92
M-17	11:40	0.26	7.82	84	8.08
M-19	11:54	5.9	7.01	290	12.91
M-20	11:59	1.36	2.34	183	3.7
M-23	12:19	0.01	11.02	20	11.03
M-25	12:29	0.1	10.43	171	10.53
M-26	12:34	0.07	8.56	95	8.63
M-27	12:39	2.47	5.83	1369	8.3
M-28	12:45	0.33	4.3	836	4.63
M-30	12:53	1.52	8.1	242	9.62
M-31	12:58	4.16	10.64	459	14.8
M-32	13:03	3.6	6.43	641	10.03
M-34	13:12	1.34	8.62	226	9.96
M-36	13:19	1.09	8.66	472	9.75
M-37	13:23	0.18	10.26	137	10.44

Fuente: Elaboración propia

En el caso de los vehículos a Gas Natural, para la evaluación se tomó en cuenta la antigüedad de la unidad a fin de contrastar con los LMP.

Tabla 26

LMP – Consideraciones

Tipo	% CO Vol.	HC (ppm)	CO+CO2% (mínimo)
GNV	2.5	300	8
	0.5	100	8

(1) Solamente para GLP/GNV

Fuente: D.S N°010-2017-MINAM

Tabla 27

Lectura de emisiones – GNV (1)

Código	LMP			MONITOREO		
	% CO Vol.	HC (ppm)	CO+CO2% (mínimo)	% CO Vol.	HC (ppm)	CO+CO2% (mínimo)
M-01	0.5	100	8	0.65	105	9.78
M-02	0.5	100	8	0.01	143	10.93
M-03	0.5	100	8	0.61	668	12.72
M-04	0.5	100	8	0.03	208	10.97
M-05	0.5	100	8	0.09	232	8.31
M-06	0.5	100	8	0.04	140	8.55
M-07	0.5	100	8	0.03	19	8.6
M-08	0.5	100	8	1.76	109	10.51
M-09	0.5	100	8	0.37	189	8.62

M-10	0.5	100	8	0.06	235	5.83
M-11	0.5	100	8	0.44	291	9.18
M-12	0.5	100	8	1.14	1107	9.18
M-13	0.5	100	8	0.08	99	11.26
M-14	0.5	100	8	0.01	76	11.29
M-15	0.5	100	8	0.81	97	10.59
M-16	0.5	100	8	0.09	795	7.92
M-17	0.5	100	8	0.26	84	8.08
M-19	0.5	100	8	5.9	290	12.91
M-20	0.5	100	8	1.36	183	3.7
M-23	0.5	100	8	0.01	20	11.03
M-27	0.5	100	8	2.47	1369	8.3
M-30	0.5	100	8	1.52	242	9.62
M-31	0.5	100	8	4.16	459	14.8
M-34	0.5	100	8	1.34	226	9.96
M-36	0.5	100	8	1.09	472	9.75
M-37	0.5	100	8	0.18	137	10.44

Fuente: Elaboración propia

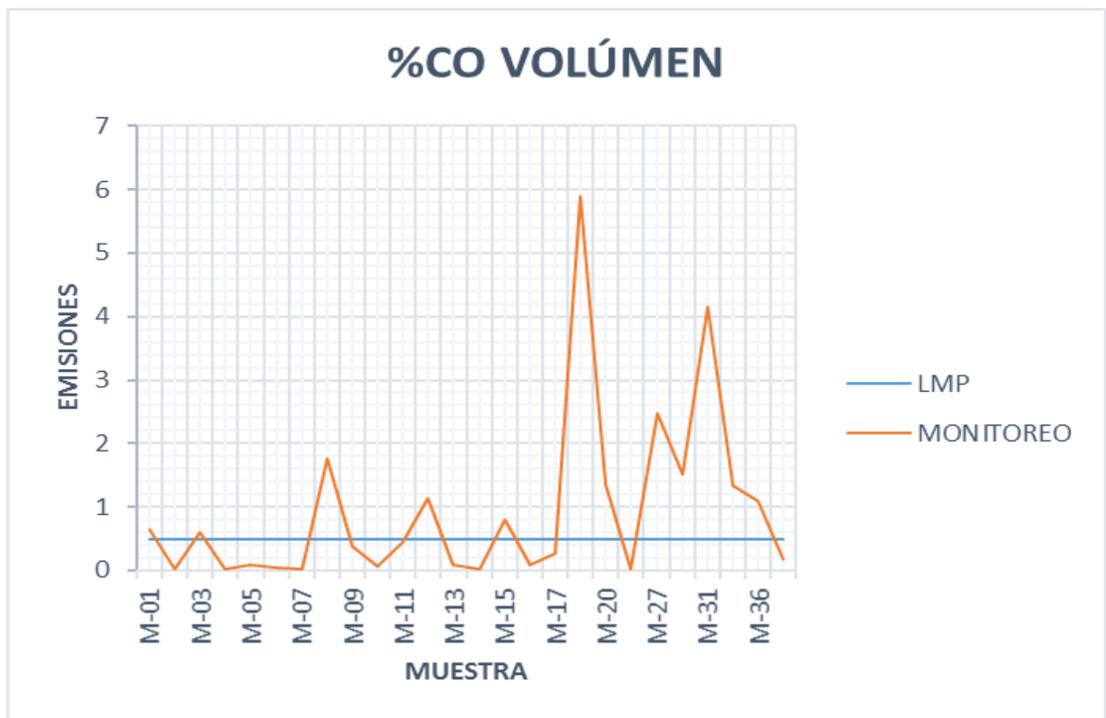


Figura 25 Emisión in-situ %CO vol.

Fuente: Elaboración propia

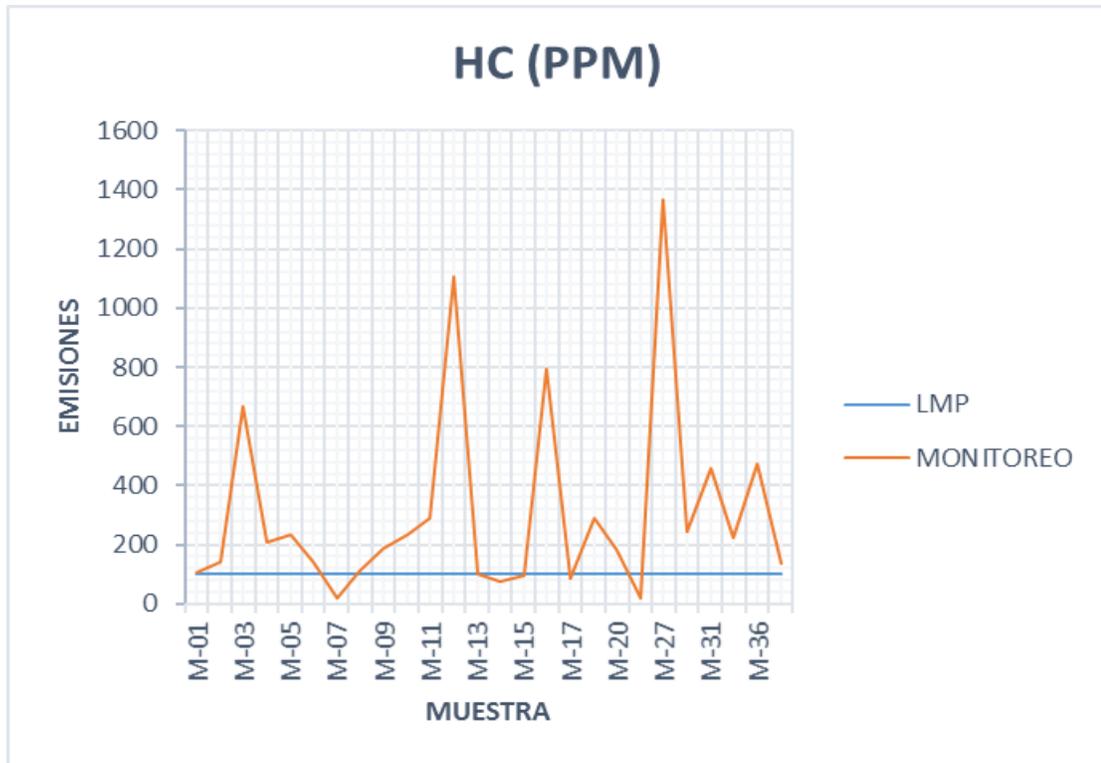


Figura 26 Emisión in-situ HC (PPM).
 Fuente: Elaboración propia

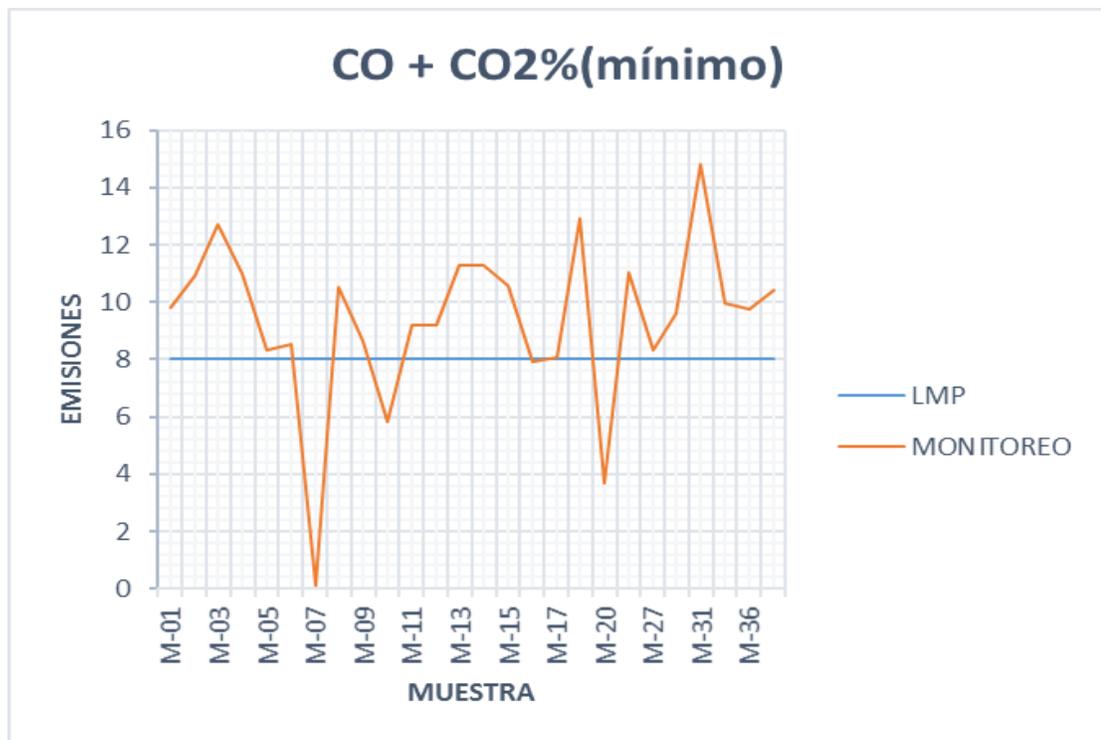


Figura 27 Emisión de CO + CO2 % Vol.
 Fuente: Elaboración propia

Tabla 28
Lectura de emisiones – GNV (2)

Código	Límites Máximos Permisibles			Mediciones			
	% CO Vol.	HC (ppm)	CO+CO ₂ % (mínimo)	% CO Vol.	% CO ₂ Vol.	HC (ppm)	CO+CO ₂ % (mínimo)
M - 025	2.5	300	8	0.1	10.43	171	10.53
M - 026	2.5	300	8	0.07	8.56	95	8.63
M - 028	2.5	300	8	0.33	4.3	836	4.63
M - 032	2.5	300	8	3.6	6.43	641	10.03

Fuente: Elaboración propia

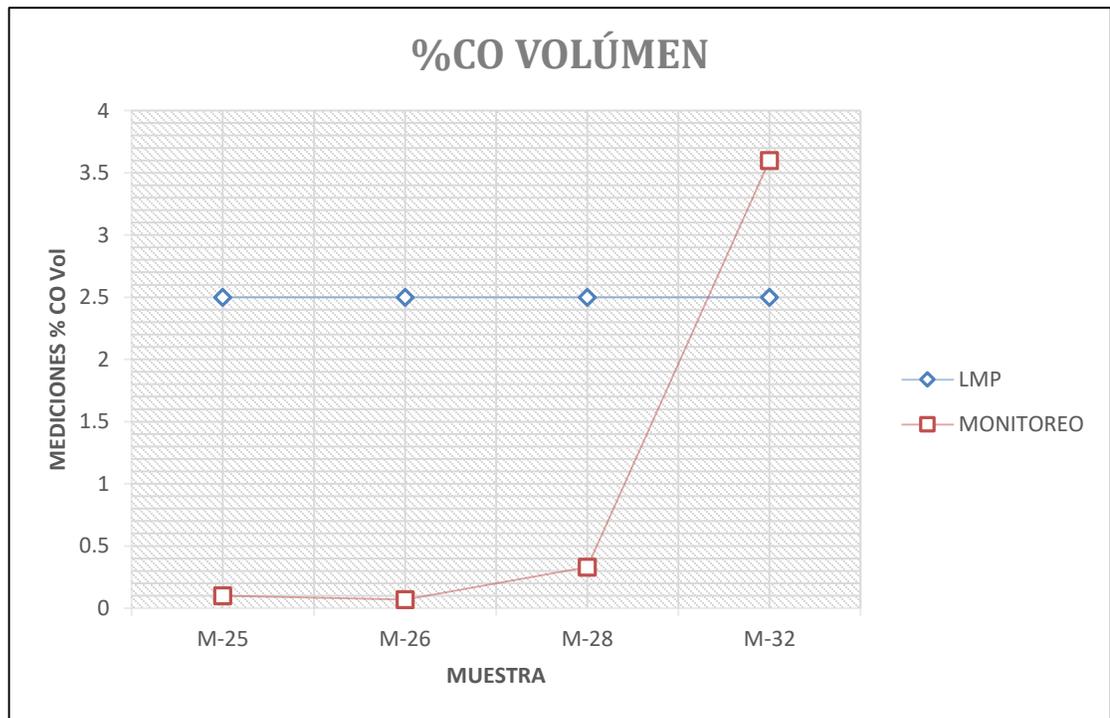


Figura 28 Emisión de CO% Vol.
Fuente: Elaboración propia

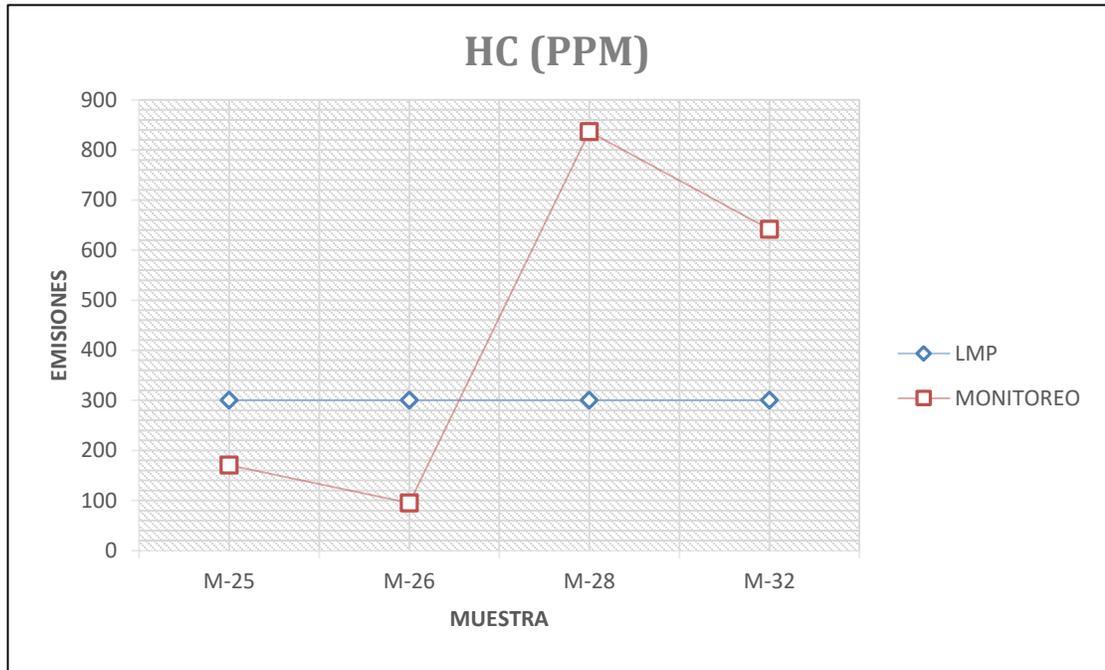


Figura 29 Emisión de HC (PPM).
Fuente: Elaboración propia

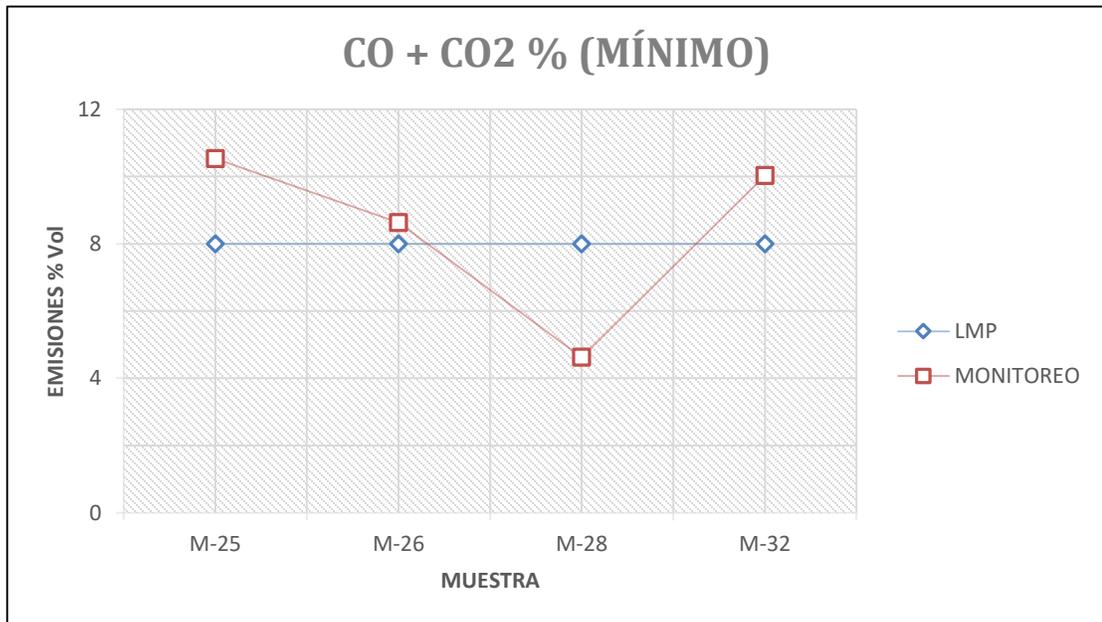


Figura 30 Emisión de CO + CO2 % Vol.
Fuente: Elaboración propia

- Evaluación – cumplimiento de normativa en vehículos de categoría M1, en el mes de febrero:

Tabla 29
Evaluación febrero - LMP

Evaluación de Cumplimiento de D.S. N°10-2017-MINAM				
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES				
Tipo Vehículo	Aprobado	Desaprobado	Total	%
Taxi	3	21	24	65%
Particular	4	9	13	35%
Total	7	30	37	100%

Fuente: Elaboración propia

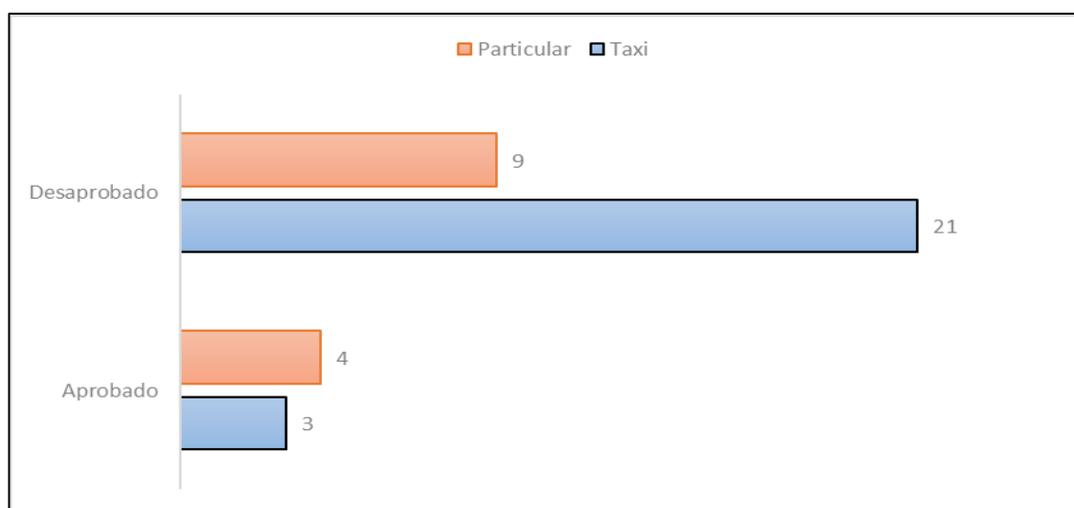


Figura 31 Aprobación según clase
Fuente: Elaboración propia

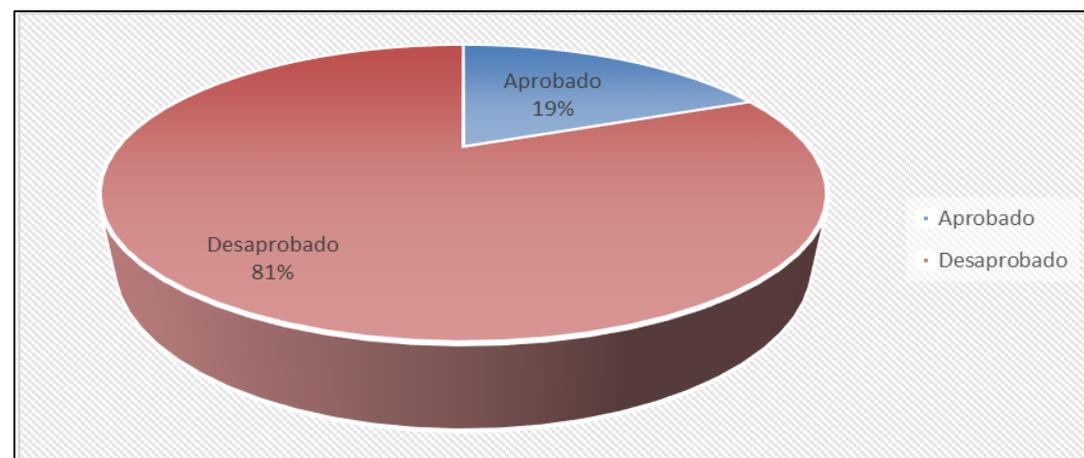


Figura 32 Aprobación %
Fuente: Elaboración propia

➤ Evaluación cumplimiento CITV

Tabla 30

Evaluación febrero - CITV

Cumplimiento de Certificación de Inspección Técnica Vehicular - CITV				
Tipo de Vehículo	CITV vigente	CITV caducado	Sin Revisión	Total
Taxi	23	1	0	24
Particular	11	0	2	13
Total	34	1	2	37

Fuente: Elaboración propia

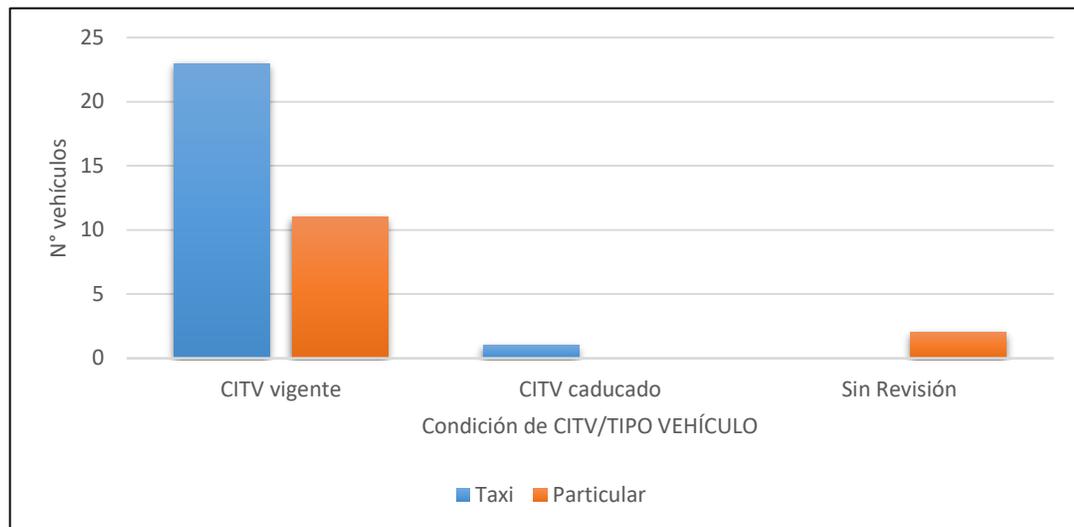


Figura 33 Cumplen con el CITV

Fuente: Elaboración propia

➤ Evaluación cumplimiento CITV Vs Monitoreo

Tabla 31

CITV Vs Cumplimiento de LMP

Evaluación de CITV a posteriori(muestreo) vs Monitoreo				
Centro de inspección técnica	CITV vigente	Conforme	No Conforme	Sin Revisión
CEDITEN	3	0	3	
FARENET	10	2	8	
FMR	3	0	3	
I & C S.A.C	2	1	1	
LIDERCON	6	1	5	
RTP	11	3	8	
Total	35	7	28	2

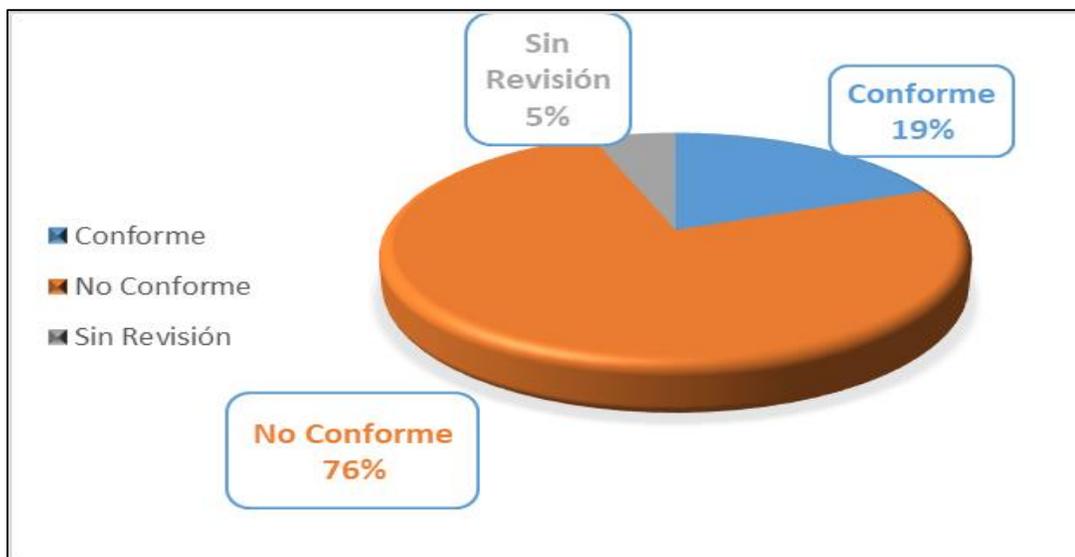


Figura 34 CITV Vs Cumplimiento

Fuente: Elaboración propia

➤ Evaluación de cumplimiento según sistema

Tabla 32 Evaluación/Sistema

Sistema	Cumple	Supera
GNV	6	24
GLP	0	2
GASOLINA	1	4

Fuente: Elaboración propia

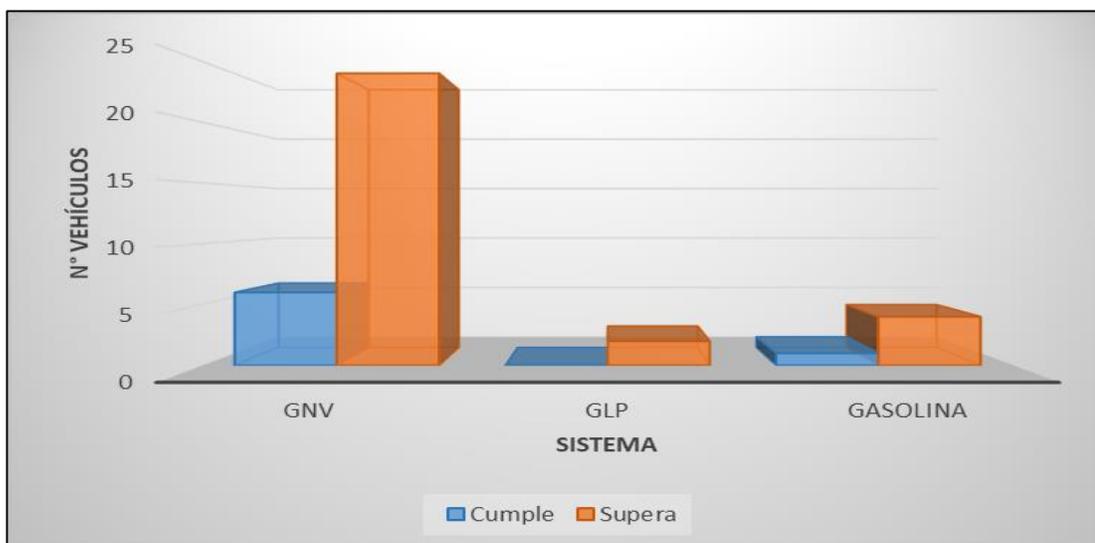


Figura 35 Evaluación cumplimiento/ Sistema.

CONCLUSIONES

- Se desarrolló las mediciones de emisión de gases vehiculares in situ a los vehículos en circulación en el punto de estudio en un lapso de tres horas y media, llegando a intervenir a 37 unidades vehiculares de categoría ligera, los parámetros medidos fueron el CO % Volumen, HC en PPM y el CO + CO₂ % Volumen, a partir de los registros en campo se logró identificar que el 65% correspondía a los taxis y el 35% a vehículos privados, además de ello el 41% de las unidades en circulación tenían una antigüedad mayor a 14 años, 38% de 7 a 13 años de antigüedad y el 22% de las unidades tenían una antigüedad menor a 6 años. En cuanto a la fuente energética empleada el 81% utiliza el GNV, el 14% Gasolina y el 5% GLP además de ello el 5% de los vehículos no contaba con revisión, 3% presentaban CITV caducado y el 92% vigente.
- Se logró determinar la cantidad de emisión de gases en % volumen para el CO y la sumatoria de % volumen de CO + CO₂ y en ppm de las 27 unidades vehiculares sometidas a evaluación, concluyendo que el 81% de los vehículos en circulación superan los límites máximos permisibles siendo la máxima en vehículos a GNV en CO% volumen con 5.9 % vol., en HC 1369 ppm y lo que respecta a CO + CO₂ % vol. 3.7 % vol. En cuanto a los vehículos a Gasolina la máxima es 1.76 CO% vol., 163 ppm en HC y en cuanto a la sumatoria CO + CO₂ que representa la eficiencia del motor en este caso no cumple la mínima es 9.05 % vol. Y por último GLP el valor máximo en emisión:6.02 CO% vol. y en HC 1477 ppm.
- Las emisiones de gases vehiculares en muchos casos supera hasta en 11 veces el límite permitido como es el caso de los HC, los vehículos que representan mayor incumplimiento son los taxis teniendo en consideración que en los CITV vigentes acreditan que la unidad en circulación está en el rango óptimo. De los 35 CITV vigente registrados el 80% no coincide por lo cual los resultados del monitoreo contradicen lo señalado en los certificados.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda ampliar el periodo de investigación a fin de tener mayor representatividad de los datos sometidos a evaluación.
- Se recomienda realizar un monitoreo de calidad de aire en el punto a fin de determinar el grado de influencia y comportamiento de las emisiones del parque automotor de categoría ligera en la zona de investigación en relación al entorno. Y comparar los resultados con los datos obtenidos y los Estándares de calidad ambiental.
- Desarrollar el monitoreo de forma selectiva teniendo en consideración los tipos de combustible empleado a fin de delimitar el campo de investigación y obtener información más selectiva.
- Teniendo en consideración que el sector transporte las acciones de supervisión están descentralizadas se recomienda a la Municipalidad de Ate, desarrollar de manera continua las acciones de supervisión en coordinación con Lima Metropolitana a fin de sensibilizar a los conductores respecto a la responsabilidad en marco al cumplimiento de las obligaciones ambientales del sector transporte por el alto índice de incompatibilidad entre los resultados de las mediciones y los CITV.

BIBLIOGRAFÍA

- Beltran, J. (2019). Medición de la Contaminación generada por la gasolina Extra(85 Octanos) Super(90 octanos) con el uso de aditivos, usando un sistema Canister. *Revista Investigación Tecnológica*, 52-60.
- Calla Durandal, Lucía ; Luján Pérez, Marcos . (marzo de 2018). Inventario de emisiones de fuentes móviles con una distribución espacial y temporal para el área metropolitana de Cochabamba, Bolivia. *Acta Nova*, 8(3), 322-353.
- Cedeño, E., Rocha, J., Peralta, D., & Leguísamo, J. (2018). Evaluación de emisiones de gases en un vehículo liviano a gasolina en condiciones de altura. Caso de estudio Quito, Ecuador. *Enfoque UTE*. Scientific Electronic Library Online, Quito, Ecuador.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe y Organización de Cooperación y Desarrollo Económico. (Junio de 2016). *Evaluaciones del desempeño ambiental*.
- D.S N° 047-2001-MTC, Establecen Límites Máximos Permisibles de emisiones contaminantes para vehículos. (2001). Diario el Peruano. Lima, Perú.
- De Luque, F., & Gonzales, J. (2015). Cálculo de la Huella de Carbono del parque Automotor de la Policía Nacional Seccional Bogotá. (*Proyecto de Pasantía*). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.
- Decreto Supremo N°009-2012-MINAM "Límites Máximos Permisibles de Emisiones de Contaminantes para vehiculos Automotores que circulan en la Red Vial". (18 de diciembre de 2012). Diario Oficial "El Peruano". Lima, Perú.
- Decreto Supremo N°025-2008-MTC "Aprueban Reglamento Nacional de Inspecciones Técnicas Vehiculares". (24 de agosto de 2008). Diario Oficial "El Peruano". Lima, Perú: Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
- Diario El Peruano. (24 de septiembre de 2019). *Cambio climático: hora de decisiones*.
- Diario Gestión. (09 de Junio de 2019). *Lima es la octava ciudad más contaminada de América Latina*.

- Espinoza, M. V. (15 de Junio de 2017). ¿Cuáles son las fuentes de contaminación más peligrosas en nuestro país? *LA CALIDAD DE VIDA SE RESPIRA*, pág. 1.
- Flores, R. (2017). Determinación del nivel de contaminación de dióxido de carbono por parque automotor en la ciudad de Puno. (*Tesis de grado*). Universidad Nacional del Antiplano, Puno, Perú. Obtenido de Gobierno del Perú y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). (2015). *Estudio de desempeño ambiental - ESDA*. Lima.
- Hilario, N. (2017). Emisiones Contaminantes de Vehículos del Distrito de Huancayo. (*Tesis de Doctorado*). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Junín, Peru.
- Londoño, J., Correa, M., & Palacio, C. (Diciembre de 2011). Estimación de las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de fuentes móviles. *Revista EIA*, 149-162.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018). "Boletín Estadístico II al Segundo Trimestre de 2018". Lima, Lima, Perú.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018). *Anuario Estadístico 2017*. Oficina de Estadística, Lima.
- Ministerio del Ambiente. (abril de 2016). *Tercera Comunicación Nacional del Perú*. Obtenido de El Perú y el Cambio Climático: <https://unfccc.int/resource/docs/natc/pernc3.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (02 de mayo de 2018). *Nueve de cada 10 personas en todo el mundo respiran aire contaminado, pero más países están tomando acciones*.
- Organización Mundial de la Salud. (2019). *Departamento de Salud Pública, Medio Ambiente y Determinantes Sociales de la Salud*.
- Pariona, J. (2018). Características de los vehículos y las emisiones contaminantes en la planta de revisiones técnicas de San Antonio de Jicamarca, 2018. (*Tesis de grado*). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.
- Petróleos del Perú - PETROPERÚ. (s.f.). *PETROPERU*. Recuperado el 28 de octubre de 2019, de Combustibles:

- Posada, D. C. (26 de febrero de 2018). Aumento continuo del parque automotor, un problema que urge solucionar. *La Cámara*, págs. 24-26.
- Resolución Directoral N°03-2018-MTC/14 "Manual de carreteras - Diseño Geométrico DG 2018". (30 de enero de 2018). Diario Oficial "El Peruano". Lima, Perú: Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
- Rodrigo, J. Á. (Enero de 2009). "Emisiones contaminantes". *Mecánica y Electrónica*.
- Romero, Manuel; Diego, Francisca; Álvarez, Mireya. (2006). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología 2006*, 10.
- RPP Noticias. (02 de octubre de 2017). *Parque automotor origina el 70% de la contaminación del aire en Lima*.
- Saavedra, J. (2014). Análisis de nuevos escenarios de emisión de contaminantes del parque automotor generados en un ambiente de tráfico vehicular. (*Tesis de grado*). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. Obtenido de
- Sánchez-Ccoyllo, O. R. y Ordóñez-Aquino, C. G. . (2016). *Evaluación de la calidad en Lima Metropolitana 2015*. Lima.
- SENAMHI, S. N. (24 de septiembre de 2018). *Sistema Nacional de Información Ambiental*.
- Supervisión de Comercialización en Hidrocarburos. (2016). *Análisis de resultados de las actividades de comercialización de hidrocarburos 2016*. Gerencia de Supervisión en Energía. Lima: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería.
- Valencia, M. J. (2017). Efecto de Medidas Administrativas en la Reducción de las emisiones de contaminantes criterio por fuentes móviles vehiculares, sector 2 - Villa Salvador, 2016. (*Tesis de grado*). Universidad Científica del Sur, Lima, Lima, Perú.

ANEXOS

ANEXO 1 Datos vehiculares

N°	Placa	Tipo	Marca	Modelo	Año	Antigüedad	Combustible	Tubo de Escape
1	W3R693	TAXI	TOYOTA	SUCCED	2003	16	GNV	OK
2	C0H414	TAXI	TOYOTA	PROBOX	2008	11	GNV	OK
3	B4J626	TAXI	NISSAN	SENTRA	2009	10	GNV	OK
4	F3D394	PARTICULAR	TOYOTA	YARIS	2013	6	GNV	OK
5	F3R198	TAXI	TOYOTA	PROBOX	2003	16	GNV	OK
6	C6Z590	TAXI	TOYOTA	SUCCED	2006	13	GNV	OK
7	F2A426	PARTICULAR	TOYOTA	COROLLA	2013	6	GNV	OK
8	A1Z611	TAXI	TOYOTA	PROBOX	2005	14	GNV	OK
9	A4T619	TAXI	TOYOTA	PROBOX	2003	16	GNV	OK
10	A8B607	TAXI	NISSAN	AD VAN	2005	14	GNV	OK
11	A5X699	TAXI	TOYOTA	SUCCED	2005	14	GNV	OK
12	C6E621	PARTICULAR	GEELY	MK	2016	3	GNV	OK
13	A9V536	PARTICULAR	KIA	RIO	2010	9	GNV	OK
14	ADC222	TAXI	NISSAN	TIIDA	2009	10	GNV	OK
15	D3Z564	TAXI	NISSAN	AD	2008	11	GNV	OK
16	F1X277	PARTICULAR	BYD	F3	2013	6	GNV	OK
17	D5W571	PARTICULAR	CHEVROLET	SAIL	2012	7	GNV	OK
18	A2P611	TAXI	CHEVROLET	CHEVY	2009	10	GASOLINA	OK
19	ABH373	TAXI	NISSAN	AD VAN	2003	16	GNV	OK
20	F5B048	TAXI	TOYOTA	PROBOX	2003	16	GNV	OK
21	Z2T055	TAXI	NISSAN	AD VAN	2003	16	GLP	OK
22	F0Z453	PARTICULAR	TOYOTA	YARIS	2014	5	GASOLINA	OK
23	A2X551	PARTICULAR	CHEVROLET	SAIL	2017	2	GNV	OK

24	AJM037	PARTICULAR	SUZUKI	APV	2015	4	GLP	OK
25	C71494	TAXI	TOYOTA	CALDINA	2002	17	GNV	OK
26	D0T628	TAXI	TOYOTA	PROBOX	2002	17	GNV	OK
27	A4K237	TAXI	TOYOTA	PROBOX	2006	13	GNV	OK
28	B9D690	TAXI	NISSAN	AD VAN	2000	19	GNV	OK
29	B6U642	PARTICULAR	KIA	RIO	2010	9	GASOLINA	OK
30	BBK110	PARTICULAR	TOYOTA	YARIS	2017	2	GNV	OK
31	A7A657	TAXI	NISSAN	AD VAN	2004	15	GNV	OK
32	D8C617	TAXI	TOYOTA	COROLLA	2001	18	GNV	OK
33	K1N650	TAXI	TOYOTA	PROBOX	2005	14	GASOLINA	OK
34	A1Y662	TAXI	KIA	RIO	2009	10	GNV	OK
35	U1A580	PARTICULAR	TOYOTA	YARIS	2011	8	GASOLINA	OK
36	D7K641	TAXI	TOYOTA	COROLLA	2011	8	GNV	OK
37	D8W635	PARTICULAR	CHEVROLET	SAIL	2011	8	GNV	OK

ANEXO 2 Resultados - Certificado de Inspección Técnica Vehicular

N°	Centro de ITV	Fecha CITV vigencia	% CO Vol.	HC (ppm)	CO+CO2% (minimo)
1	FMR	7/07/2019	0.5	99	14.99
2	LIDERCON	16/04/2019	0.39	80	12.8
3	RTP	19/06/2019	0.33	63	14.26
4	FARENET	23/05/2019	0.03	46	10
5	CEDITEN	30/04/2019	0.37	78	12.37
6	I & C SAC	14/02/2019	0.33	56	12.3
7	FARENET	10/03/2019	0.16	71	13.33
8	CEDITEN	14/02/2019	0.35	72	12.49
9	LIDERCON	10/04/2019	0.37	35	12.52
10	LIDERCON	27/06/2019	0.4	39	12
11	CEDITEN	1/02/2019	0.47	87	12.47
12	RTP	16/05/2019	0.36	86	12
13	RTP	18/07/2019	0.33	57	12
14	FARENET	8/02/2019	0.13	10	9.24
15	LIDERCON	8/04/2019	0.15	29	12.88
16	FMR	25/03/2019	0.04	7	12.23
17	I & C SAC	22/06/2019	0.18	57	13.2
18	FARENET	29/05/2019	0.28	44	9.57
19	FARENET	1/05/2019	0.08	34	9.18
20	RTP	12/04/2019	0.5	100	12.3
21	FARENET	19/03/2019	0.05	16	13.66
22	RTP	1/04/2019	0.2	89	13

23	SIN REVISION				
24	RTP	27/02/2019	0.25	62	15.63
25	RTP	14/05/2019	0.8	152	10.2
26	LIDERCON	28/05/2019	0.54	201	9.99
27	FARENET	28/05/2019	0.46	15	8.85
28	FMR	20/06/2019	2.23	267	16.46
29	LIDERCON	20/03/2019	0.26	45	14.46
30	SIN REVISION				
31	FARENET	26/03/2019	0.04	10.45	24.33
32	RTP	30/05/2019	2.36	256	12.2
33	RTP	4/04/2019	0.3	62	13.2
34	RTP	26/06/2019	0.5	99	12.05
35	RTP	3/04/2019	0.42	85	13
36	FARENET	22/05/2019	0.14	9.26	9.25
37	FARENET	14/07/2019	0.08	23	14.53

ANEXO 3 Resultados – Analizador gases

N°	% CO Vol.	% CO2 Vol.	HC (ppm)	CO+CO2% (minimo)
1	0.65	9.13	105	9.78
2	0.01	10.92	143	10.93
3	0.61	12.11	668	12.72
4	0.03	10.94	208	10.97
5	0.09	8.22	232	8.31
6	0.04	8.51	140	8.55
7	0.03	0.09	19	8.6
8	1.76	8.75	109	10.51
9	0.37	8.25	189	8.62
10	0.06	5.77	235	5.83
11	0.44	8.74	291	9.18
12	1.14	8.04	1107	9.18
13	0.08	11.18	99	11.26
14	0.01	11.28	76	11.29
15	0.81	9.78	97	10.59
16	0.09	7.83	795	7.92
17	0.26	7.82	84	8.08
18	1.76	8.75	109	10.51
19	5.9	7.01	290	12.91

20	1.36	2.34	183	3.7
21	6.02	8.54	1477	14.56
22	0.02	0.45	22	12.3
23	0.01	11.02	20	11.03
24	0.01	13.08	429	13.09
25	0.1	10.43	171	10.53
26	0.07	8.56	95	8.63
27	2.47	5.83	1369	8.3
28	0.33	4.3	836	4.63
29	1.23	11.12	115	11.14
30	1.52	8.1	242	9.62
31	4.16	10.64	459	14.8
32	3.6	6.43	641	10.03
33	1.41	7.64	163	9.05
34	1.34	8.62	226	9.96
35	1.15	10.9	102	10.91
36	1.09	8.66	472	9.75
37	0.18	10.26	137	10.44

ANEXO 4 Resultados - Certificado de Inspección Técnica Vehicular



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LMQ - 036 - 2018

Laboratorio de Metrología Química

Página 1 de 4

Expediente	100876	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metroológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA	
Dirección	Pasaje Acuña 127 - Cercado de Lima	
Instrumento de Medición	ANALIZADOR DE GASES DE EMISION VEHICULAR	
Rango de Medición		
HC	0 ppm vol a 30 000 ppm vol	
CO	0 % vol a 15 % vol	
CO2	0 % vol a 20 % vol	
O2	0 % vol a 25 % vol	
Resolución		
HC	1 ppm vol	
CO	0,01 % vol	
CO2	0,01 % vol	
O2	0,01 % vol	
Fabricante	AVL DITEST	
Procedencia	COMUNIDAD EUROPEA	
Clase	CLASE 0	
Modelo	AVL DITEST Gas 1000	
Número de Serie	5380	
Fecha de Calibración	2018-09-03	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL.
Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Fecha

Area de Química

Laboratorio de Metrología Química




CHRISTIAN URIBE ROSAS


STEVE ACOSTA GARCIA

ANEXO 5 Panel Fotográfico

